

УДК 595.762

В. В. Бригадиренко

*Днепропетровский национальный университет*

## **ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ДЛЯ ИНДИКАЦИИ ГРАДАЦИЙ УВЛАЖНЕ- НИЯ ЭДАФОТОПА В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ**

Із використанням дисперсійного аналізу показано, що чисельність більшості таксономічних груп нагрунтових безхребетних, значення індексів видового різноманіття, чисельність видів турунів (*Coleoptera*, *Carabidae*), а також життєвих форм турунів у градієнті зволоження достовірно не відрізняються у різних гігروتопах. Найчутливішим індикатором типу режимного зволоження лісової екосистеми є частка міксофітофагів у карабідофауні.

By using the variance analysis the absence of a correlation between the different gradations of soil humidity and the number of dominant taxons of litter invertebrates, the ground beetles (*Coleoptera*, *Carabidae*), separate life-forms of the ground beetles and the indices of species diversity is demonstrated. The most sensitive indicator of soil humidity gradations in forest ecosystems is the mixophytophages part in the ground beetles' complex.

### **Введение**

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 несколь-

---

© В. В. Бригадиренко, 2006

21

ких 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 эдафотопы. 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 гигротопах 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 исследований

В основу настоящей работы положены сборы беспозвоночных, проведенные в июне–июле 1997 года на Присамарском международном биосферном стационаре им. А. Л. Бельгарда (Новомосковский район Днепропетровской области). 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 грааций 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 проведены нами с использованием однофакторного дисперсионного анализа.

### Результаты и их 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.

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 не достоверно различаются между гигротопами и не могут служить индикаторами степени увлажнения эдафотопы.

Отдельные виды почвенных беспозвоночных в большинстве случаев имеют более узкие экологические ниши в отношении степени увлажнения эдафотопы, чем экморфы 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.

Таблица 1

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

| Таксон / характеристика       | Гигротопы             |                         |                 |                         |                       |                  | $F$ (при $F_{кр}=2,64$ ) | $p$   |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------|--------------------------|-------|
|                               | Мезо-ксеро-фильные, 1 | Ксеро-мезо-фильные, 1-2 | Мезо-фильные, 2 | Гигро-мезо-фильные, 2-3 | Мезо-гигро-фильные, 3 | Гигро-фильные, 4 |                          |       |
| <i>Carabidae</i>              | 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 |
| <i>Staphylinidae</i>          | 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 |
| <i>Silphidae</i>              | 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 |
| <i>Scarabaeidae</i>           | 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 |
| <i>Elateridae</i>             | 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 |
| <i>Dermestidae</i>            | 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 |
| <i>Tenebrionidae</i>          | 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 |
| <i>Forficulidae</i>           | 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 |
| <i>Hemiptera</i>              | 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 |
| <i>Noctuidae</i>              | 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 |
| <i>Formicidae</i>             | 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 |
| <i>Ichneumonidae</i>          | 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 |
| <i>Diptera</i>                | 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 |
| <i>Julidae</i>                | 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 |
| <i>Lithobiidae</i>            | 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 |
| <i>Aranei</i>                 | 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 |
| <i>Opiliones</i>              | 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 |
| <i>Acariformes</i>            | 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 |
| <i>Isopoda</i>                | 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 |
| <i>Stylommatophora</i>        | 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 Пилоу ( $P$ )          | 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 |

Многие виды имеют в несколько раз более высокую численность в одном гигротопе, чем в остальных (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 повысится для большинства видов (однако практическая значимость столь грубой оценки увлажнения сомнительна).

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

Различия в численности отдельных жизненных форм жуужелиц, выделенных по системе жизненных форм И. Х. Шаровой [9], в градиенте увлажнения также не достоверны (табл. 3).

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.

Таблица 2

**Сравнение численности (особей / 100 ловушко-часов)  
доминантных видов жуужелиц (*Coleoptera*, *Carabidae*)  
в различных гиротопях лесных экосистем Присамарья Днепроовского**

| Вид жуужелиц                                 | Гиротопы             |                        |                 |                       |                     |                 | $F$ (при $F_{sp}=2,64$ ) | $p$   |
|----------------------------------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|-----------------|--------------------------|-------|
|                                              | Мезоксеро-фильные, 1 | Ксеромезо-фильные, 1-2 | Мезо-фильные, 2 | Гиромезо-фильные, 2-3 | Мезогиро-фильные, 3 | Гиро-фильные, 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>Patrobis 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 |
| <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> Sperm, 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 жуужелиц  
в различных гиротопях лесных экосистем Присамарья Днепроовского**

| Жизненная форма                      | Гиротопы             |                        |                 |                       |                     |                 | $F$ (при $F_{sp}=2,64$ ) | $p$   |
|--------------------------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|-----------------|--------------------------|-------|
|                                      | Мезоксеро-фильные, 1 | Ксеромезо-фильные, 1-2 | Мезо-фильные, 2 | Гиромезо-фильные, 2-3 | Мезогиро-фильные, 3 | Гиро-фильные, 4 |                          |       |
| 1                                    | 2                    | 3                      | 4               | 5                     | 6                   | 7               | 8                        | 9     |
| 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 |

Окончание таблицы 3

| 1                                                    | 2               | 3               | 4               | 5               | 6               | 7               | 8    | 9     |
|------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|-------|
| З. стратобионты-скважиники подстилочные              | 0               | 0,228±<br>0,225 | 0,323±<br>0,149 | 0,096±<br>0,080 | 0,027±<br>0,027 | 0,601±<br>0,304 | 1,00 | 0,440 |
| З. стратобионты-скважиники поверхностно-подстилочные | 0               | 0,101±<br>0,073 | 0,336±<br>0,097 | 0,114±<br>0,039 | 0,059±<br>0,040 | 1,065±<br>0,655 | 1,40 | 0,261 |
| З. стратобионты-скважиники подстильно-трещинные      | 0               | 0               | 0,002±<br>0,002 | 0               | 0               | 0,004±<br>0,004 | 0,46 | 0,804 |
| З. стратобионты зарывающиеся подстильно-почвенные    | 0               | 0,117±<br>0,112 | 0,410±<br>0,220 | 0,106±<br>0,067 | 0,189±<br>0,073 | 0,678±<br>0,405 | 0,89 | 0,505 |
| З. геобионты бегающе-роющие                          | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0,047±<br>0,032 | 1,55 | 0,214 |
| Миксофитофаги геохортобионты гарпалоидные            | 0,038±<br>0,020 | 0,068±<br>0,031 | 0,237±<br>0,063 | 0,077±<br>0,030 | 0,021±<br>0,021 | 0,099±<br>0,056 | 2,12 | 0,099 |
| М. стратобионты-скважиники                           | 0               | 0               | 0,005±<br>0,005 | 0               | 0               | 0,010±<br>0,008 | 0,68 | 0,646 |
| М. стратохортобионты                                 | 0,065±<br>0,050 | 0,126±<br>0,074 | 0,056±<br>0,014 | 0,070±<br>0,038 | 0,027±<br>0,008 | 0,009±<br>0,006 | 1,09 | 0,391 |
| Доля миксофитофагов                                  | 84,4±<br>15,5   | 49,7±<br>9,5    | 25,4±<br>6,7    | 29,2±<br>14,9   | 11,0±<br>0,1    | 24,3±<br>15,8   | 2,10 | 0,102 |

Наиболее характерным индикатором степени увлажнения эдафотопы является доля миксофитофагов в карабидофауне, которая в рассматриваемых грациях увлажнения снижается с 84 % до 11–24 %. Аналогичные данные получены нами при исследовании фауны жуужелиц солончаковых экосистем [6].

### Заклучение

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 эдафотопы.

### Библиографические ссылки

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 жуужелиц 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*) // Экология и ноосфера. – 2003. – Т. 13, № 1–2. – С. 119–130.
8. Мордкович В. Г. Зоологическая диагностика почв лесостепной и степной зоны Сибири. – Новосибирск: Наука, 1977. – 110 с.
9. Шарова И. Х. Жизненные формы жужелиц (*Coleoptera, Carabidae*). – М.: Наука, 1981. – 360 с.

Надійшла до редколегії 12.12.05.

УДК 577.1

О. М. Василюк, О. М. Вінниченко

Дніпропетровський національний університет

## ВПЛИВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН НА АКТИВНІСТЬ КАТАЛАЗИ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ НА ФОНІ ДІЇ АЦЕНІТУ

Виявлено вплив біогумусу на активність каталази в листі, коренях і зерні кукурудзи різних генотипів: гібриду першого покоління Піонер 3879 М та його чистої лінії П-346. Встановлено підвищення активності каталази у зерні кукурудзи лінії П-346 на 47–61 %, у зерні гібриду Піонер-3879 М – у 3–5 разів.

The influence of humus on catalase activity in leaves, roots and corns of *Zea mays* of different genotypes – Line P-346 and its Hybrid Pioneer 3879 M – was revealed. The catalase activity in corn of *Zea mays* was increased on 47–61 % in the Line P-346 and 3–5 times in the Hybrid Pioneer 3879 M.

### Вступ

Зараз набуває великого значення застосування регуляторів росту з метою підвищення якості зерна та врожайності культур агрофітоценозу [9]. Біогумус складається на 20–25 % з органічних сполук, містить гумусові сполуки, макро- і мікроелементи, деякі ферменти. Біогумус підвищує продуктивність кукурудзи [3; 4; 5]. Вивчення впливу біогумусу при формуванні адаптації рослин в умовах забруднення поллютантами антропогенного походження (гербіцидами, важкими металами) має велике практичне значення [5]. Каталаза – складний білок-хромопротейд із геміновою групою (молекулярною масою 225–240 кДа). Це високоспецифічний фермент: діє вибірково на перексид водню [1; 10]. У каталази віднайдено п'ять ізоензимів.

Каталаза – фермент класу оксидоредуктаз, який каталізує процес розщеплення токсичного перексиду водню на нешкідливі складові (воду та кисень). Перексид водню утворюється при внутрішньоклітинному окисненні різних сполук при різних видах клітинного метаболізму.

Мета роботи – з'ясувати вплив біогумусу на активність каталази у листі, коренях і зерні гібриду кукурудзи першого покоління Піонер 3879 М порівняно з чистою лінією П-346 в умовах лабораторного дослідження. Вплив біогумусу на активність каталази вивчали на фоні дії ґрунтового гербіциду аценіту.

---

© О. М. Василюк, О. М. Вінниченко, 2006