

О.М. СМЕТАНА, Н.М. СМЕТАНА

Криворізький ботанічний сад НАН України
вул. Маршака, 50, м. Кривий Ріг, 50089

СТРУКТУРА НАЗЕМНОЇ МЕЗОФАУНИ ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР'ЄРІВ КРИВБАСУ

ключові слова: мезофауна, кар'єр, екологічна місткість, морфо-екологічна, трофічна структура

key words: mesofauna, quarry, ecological capacity, morfo-ecological, trofical structure

O.M. SMETANA, N.M. SMETANA

THE STRUCTURE OF KRIVBASS IRON-ORE QUARRY ONGROUND MESOFAUNA

Krivi Rih Botanical Gardens N.A.S. of Ukraine
50 Marshak str., Krivi Rih, 50089, Ukraine

The trofical and morfo-ecological structure of onground mesofauna is investigated. Were compared biogeocoenosis by stages of various soils succession.

Сьогодні діяльність людини є потужним геологічним фактором [1]. Унаслідок техногенних впливів змінюється не лише геохімічний склад біосфери, але й ландшафтна структура. Так, на Криворіжжі площа одного великого кар'єру становить від 4 до 8 км², реальні глибини сягають на сьогодні 320-340 м, а проектні – до 700 м. Нині на Криворіжжі є 11 великих кар'єрів, на яких щорічно проводиться до 250 масових вибухів, які є потужним джерелом пило-газового забруднення. Концентрація пилу в повітрі під час вибуху сягає 2800 ГДК на відстані 1 км та 90 ГДК на відстані 10 км [2]. Малих кар'єрів, які мають глибини до 150 м і площу близько 0,6 км² – понад 100. Загальна площа кар'єрів Криворіжжя понад 80 км² [2].

Методики досліджень

Збори наземної мезофауни кар'єрів проведено на 6 ділянках стаціонару “Кар'єр” (ділянки 29-34), який знаходиться на уступах кар'єру Першотравневий схилу східної експозиції. Використано модифіковані пастки Барбера [3], виготовлені з алюмінієвих банок зі стандартним діаметром 65 мм. Фіксатором був 4% розчин формаліну. Збір проб проводили з інтервалом 10 діб протягом піврічного періоду (квітень-жовтень), упродовж 2000 року. Пастки були виставлені на відстані 10 м одна від одної. Ручне розбирання матеріалу включало промивання водою, сортування за групами на рівні візуальної ідентифікації. Для подальшого зберігання проби консервували 70% етанолом.

Екологічна місткість екотопу визначена за запропонованим нами індексом K_{IS} . Цей функціонал (інтегрований індекс Сімпсона) оцінки біорізноманіття, відображає такі аспекти структурної організації, як ентропію (через участь таксонів), місткість екологічних ніш (через загальну чисельність вибірки) та місткість екосистеми (через кількість таксонів певного рангу). За основу запропонованого індексу взяте відображення довільних відповідностей

через функціонал Сімпсона.

Остаточний вигляд функціоналу:

$$K_{I.S} = \frac{(1-S) * NW}{(\log_2 N) * (\log_2 W)}, \quad (3.1)$$

де S – індекс біорізноманіття Сімпсона [4, 5]; N – загальна чисельність (екз. на 1700 пастко-діб); W – кількість таксонів НЗК.

Результати досліджень

Найбільша чисельність наземної мезофауни притаманна біогеоценозам кар'єрів на суглинистих примітивних ґрунтах (табл.). Дещо менші значення властиві наземним комплексам деревних угруповань на сланцевих відшаруваннях. Мезофауна деревних угруповань на суглинках і трав'яних рудеральних угруповань на кварцитах має середню чисельність. Мінімальні значення чисельності фауністичного комплексу характерні для рудеральних трав'яних угруповань на сланцевих відшаруваннях і піщаних розкривних породах. В усіх біогеоценозах, крім трав'яних угруповань на кварцитах і суглинках, основу загальної чисельності наземної мезофауни формують *Hymenoptera*. На кварцитах ми маємо небагаточисельне полідомінантне угруповання, зі значною чисельністю *Hymenoptera*, *Silphidae*, *Arachnida*. Частка інших груп також є вагомою. Лише *Coccinellidae* та *Diplopoda* мають невисоку чисельність. На суглинках представлено багаточисельне монодомінантне угруповання із субдомінантами. Домінантом тут є *Silphidae*, а субдомінантами – *Mollusca*, *Arachnida*, *Hymenoptera*. Решта таксономічних груп цього угруповання мають середнє значення чисельності й лише п'ять груп мають чисельність менше 10 особин на 1700 пастко-діб. Для біогеоценозів піщаних розкривних порід характерний монодомінантний (*Hymenoptera*) наземний комплекс.

Досить своєрідною є структура домінування елементів наземного мезофауністичного комплексу (НЗК) в рудеральних трав'яних угрупованнях на суглинистих розкривних породах. *Silphidae*, які тут домінують, мають надзвичайно високу чисельність – понад 2500 особ. на 1700 пастко-діб. Субдомінантні позиції тут належать *Hymenoptera*, турунам, та *Mollusca*. Слід зазначити, що остання група є типовим кальцефілом. Досить високу чисельність у цьому біотопі мають також *Isoptera*, пластинчатовусі та двокрилі. Полідомінантна структура угруповань наземної мезофауни властива біогеоценозам з рудеральними трав'яними угрупованнями на сланцевих відшаруваннях. Домінантами в цих біотопах є *Mollusca*, *Carabidae* та *Hymenoptera*. Високу чисельність мають також *Arachnida* та *Silphidae*. Для інших груп властиві середні або невисокі значення цього показника. Деревні угруповання на суглинистих розкривних породах за структурою домінування різняться від попередньої ділянки відсутністю у складі домінантів *Mollusca*. Досить висока чисельність тут властива мокрицям і *Silphidae*. Для деревних угруповань на зруйнованих сланцях властивий небагаточисельний монодомінантний НЗК. Найбільша чисельність тут властива *Hymenoptera*, а субдомінантами є *Carabidae* та *Arachnida*. Чисельними також є *Silphidae*.

Загальна чисельність наземної мезофауни біогеоценозів Першотравневого кар'єру в 2000 році (ос. на 1700 пастко-діб)

| Група безхребетних | Ділянка | | | | | |
|----------------------|---------|------|------|-------|------|------|
| | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 |
| <i>Mollusca</i> | – | 58 | 1341 | 1123 | – | – |
| <i>Isopoda</i> | 161 | 473 | 158 | 592 | 69 | 122 |
| <i>Arachnida</i> | 724 | 1455 | 378 | 1283 | 268 | 397 |
| <i>Chilopoda</i> | – | – | – | 45 | 17 | 5 |
| <i>Orthoptera</i> | 22 | 12 | 27 | 263 | 98 | 94 |
| <i>Dermaptera</i> | – | 29 | – | 5 | – | – |
| <i>Hemiptera</i> | 214 | 153 | 166 | 249 | 93 | 95 |
| <i>Carabidae</i> | 839 | 1583 | 1078 | 1689 | 189 | 645 |
| <i>Histeridae</i> | 131 | 23 | 231 | 479 | 90 | 91 |
| <i>Catopidae</i> | – | 76 | – | – | – | – |
| <i>Silphidae</i> | 460 | 528 | 587 | 2593 | 311 | 802 |
| <i>Staphylinidae</i> | 149 | 33 | 41 | 180 | 33 | 8 |
| <i>Meloidae</i> | – | – | 28 | – | – | – |
| <i>Scarabaeidae</i> | 187 | – | 28 | 318 | 93 | 79 |
| <i>Dermestidae</i> | 23 | 7 | – | 73 | 21 | 19 |
| <i>Byrrhidae</i> | – | – | – | 123 | – | – |
| <i>Cantaridae</i> | 2 | 2 | 9 | 5 | – | – |
| <i>Coccinellidae</i> | – | – | – | 1 | 4 | 1 |
| <i>Tenebrionidae</i> | 39 | 16 | 13 | – | – | – |
| <i>Meloidae</i> | – | – | 10 | – | – | – |
| <i>Cerambycidae</i> | 7 | 7 | 30 | 177 | 46 | 28 |
| <i>Chrysomelidae</i> | 29 | – | – | 69 | – | – |
| <i>Bruchidae</i> | – | – | – | 58 | – | – |
| <i>Curculionidae</i> | 48 | 20 | 10 | 7 | 96 | 37 |
| <i>Lepidoptera</i> | 8 | 7 | 6 | 2 | – | 6 |
| <i>Hymenoptera</i> | 1149 | 1346 | 1608 | 1281 | 320 | 2037 |
| <i>Diptera</i> | 32 | 33 | 90 | 254 | 137 | 54 |
| N | 4283 | 5970 | 5979 | 11080 | 1894 | 4598 |
| S | 0,16 | 0,20 | 0,17 | 0,12 | 0,11 | 0,26 |
| K _{IS} | 5976 | 8040 | 8284 | 18079 | 2805 | 5342 |
| W | 20 | 21 | 21 | 25 | 18 | 19 |

Примітка. Ділянки: 29 – “Деревне заростання сланців”; 30 – “Деревне заростання суглинків”; 31 – “Трав’яне заростання сланців”; 32 – “Трав’яне заростання суглинків”; 33 – “Трав’яне заростання кварцитів”; 34 – “Трав’яне заростання пісків”; N – загальна чисельність; S – індекс Сімпсона; W – кількість таксонів; K_{IS} – індекс екологічної місткості екотопу.

За біорізноманіттям для НЗК біогеоценозів кар’єрів досить характерною є участь невеликої кількості таксономічних груп, які його формують. Найбільша їх кількість притаманна біогеоценозам з рудеральними трав’яними угрупованнями на суглинках. НЗК біогеоценозів зі спонтанним деревним за-

ростанням на суглинках і трав'яним – на сланцях налічує 21 таксономічну групу. За спонтанного деревного заростання на сланцях в НЗК виявлено 20 таксономічних груп. Для піщаних розкритих порід і частково зруйнованих кварцитів з рудеральним трав'яним вкриттям характерні угруповання мезофауни з 19 та 18 груп відповідно. Максимальні значення функціоналу Сімпсона притаманні наземній мезофауні деревних угруповань на суглинках. Сільвофітоценози на сланцях сприяють формуванню НЗК з дещо меншим значенням згаданого показника. Травостій на різних ґрунтовірних породах має значно бідніший НЗК (за частковою участю таксонів). Мінімальне значення індексу Сімпсона характерне для зооценозів трав'яних угруповань на сланцях.

Індекс екологічної місткості має максимальне значення для НЗК трав'яних угруповань на суглинках. Для деревних угруповань на сланцях і трав'яних на кварцитах характерні близькі значення екологічної місткості. Сільвофітоценози на суглинках і трав'яні угруповання на піщаних розкритих породах також мають близькі значення цього показника з незначним переважанням для деревних угруповань. Мінімальна екологічна місткість властива трав'яним сланцевим місцеіснуванням.

Для морфо-екологічної структури наземної мезофауни БГЦ кар'єрів характерні деякі розбіжності в структурі домінування. Але індекс домінування Сімпсона для НЗК майже всіх ділянок свідчить про еудомінантний характер морфо-екологічної структури з наявністю домінантів.

Середні значення показників різноманіття на рівні морфо-екологічної структури для мезофауни БГЦ кар'єрів становлять: показник домінування (S_{me}) = 0,42; кількість морфо-екологічних груп (W_{me}) = 4,7; різноманіття (за індексом Шеннона-Уївера H_{me}) = 1,5; чисельність (N_{me}) = 5976 (особ. на 1700 пастко-діб); показник екологічної місткості ценозу для НЗК (K_{isme}) = 573,2.

Для НЗК біогеоценозів спонтанного деревного заростання сланцевої ділянки характерні домінанти – атмобіонти та атмо-педобіонти, субдомінують тут гемі-педобіонти. Гемібіонти мають позиції рецедентів, а атмо-гемібіонти є субрецедентами. Отже, угруповання НЗК цієї ділянки є бідомінантним. Вони мають мінімальний індекс домінування на рівні морфо-екологічної структури. Індекс різноманіття Шеннона-Уївера для показників розподілу екоморф має максимальне значення в цьому біотопі. Для цієї ділянки характерний середній рівень екологічної місткості для морфо-екологічних груп.

Для мезофауни різнотравної ділянки характерна еудомінантна (атмобіонти) з домінантами (атмо-гемібіонти) структура домінування. Рецедентами в цьому угрупованні є гемібіонти, а субрецедентами – гемі-педобіонти. Мезофауна цієї ділянки має середні значення індексу домінування та ентропійної функції (H_{me}) на рівні морфо-екологічної структури. Екологічна місткість ценозу (K_{isme}) досить значна.

Для НЗК пирійно-різнотравних угруповань на наносному суглинистому субстраті характерна еудомінантна морфо-екологічна структура (еудомінанти – атмобіонти) із субдомінантами (атмо-гемібіонти). Гемібіонти та атмо-гемібіонти є субрецедентами. Для мезофауни характерний досить значний індекс домінування – угруповання прагнуть до монодомінантності. Ентропійна функція має високі значення, а екологічна місткість є максимальною

для екоморф серед усіх ділянок у кар'єрі. Це зумовлено акумулятивною позицією цієї ділянки.

На першій стадії заростання суглинистих розкривних порід формується наземний зоокомплекс в якому еудомінантами є атмо-гемібіонти, а домінантами – атмобіонти. Гемі-педобіонти в цьому угрупованні мають позиції рецедентів, а гемібіонти – субрецидентів. Для неї характерні середні значення показників ентропії, екологічної місткості та домінування.

Слід зазначити, що у формуванні морфо-екологічної структури мезофауни всіх чотирьох вище згаданих ділянок беруть участь п'ять морфо-екологічних груп: атмобіонти, гемібіонти, гемі-педобіонти, атмо-гемібіонти та атмо-педобіонти. В угрупованнях мезофауни піщаних і кварцитових розкривних порід атмо-педобіонти відсутні.

Для мезофауни піщаних розкривних порід морфо-екологічна структура подібна до попередньої ділянки, лише гемібіонти та атмо-гемібіонти є субрецидентами.

Для мезофауни рудеральних угруповань кварцитових розкривних порід структура домінування подібна до різнотравної ділянки на сланцях. Для двох останніх ділянок характерні мінімальні значення всіх зазначених показників біорізноманіття. Це зумовлене специфічністю ґрунтового субстрату.

Трофічна структура наземної мезофауни кар'єрів також має розбіжності у структурі. У наземній мезофауні всіх біотопів кар'єрів відсутні сапрофаги-нітроліберанти. Середнє для НЗК біогеоценозів кар'єрів значення показника складності трофічної структури ($H_{тр}$) становить 1,94; індекс домінування ($S_{тр}$) – 0,31, а показник місткості екотопу для трофоморф $K_{стр} = 704,3$.

На ділянці спонтанного деревного заростання сланцевих розкривних порід НЗК має монодомінантний характер (домінанти – сапрофаги-карболіберанти). У цьому угрупованні субдомінантами є поліфаги, фітофаги та некрофаги. Зоофаги сягають лише межі субрецидентів. Індекс домінування трофоморф має середню величину. Вирівняність трофічної структури угруповання є відносно невисокою, як й екологічна місткість екотопу для трофоморф.

Мезофауна трав'яного заростання сланцевих розкривних порід має бідомінантну структуру трофічної організації. Домінантами тут є поліфаги та фітофаги, частка зоофагів дозволяє зарахувати їх до рецидентів, а сапрофагів-карболіберантів – до субрецидентів. Індекс домінування, показник вирівняності, як і для НЗК попередньої ділянки, є середніми. Екологічна місткість екотопу для трофоморф НЗК є дещо більшою, ніж у БГЦ деревного заростання сланців.

Для НЗК пір'яно-різнотравних угруповань на наносному суглинистому субстраті характерна бідомінантна трофічна структура (домінанти – поліфаги та некрофаги) з двома субдомінантними групами – зоофагами та фітофагами. Рецидентами в цьому угрупованні є сапрофаги-карболіберанти. Показник домінування трофоморф НЗК у цьому біотопі мінімальний (поміж БГЦ кар'єрів), а індекс різноманіття Шенона-Уівера (H) має максимальне значення, що свідчить про значну вирівняність структури. Значна екологічна місткість, яку відображає індекс K_{is} , зумовлена тим, що цей БГЦ є акумулятивним.

Мезофауна піонерних стадій заростання суглинистих розкривних порід має еудомінантний характер трофічної структури (еудомінанти – поліфаги), з

однією субдомінантною (зоофаги), двома рецедентними (сапрофаги-карболіберанти та некрофаги) та однією субрецедентною групою (фітофаги). Для трофічної структури мезофауни цих БГЦ характерне дещо вище середнього значення індексу домінування, а значення інших показників – менше середніх для кар'єру.

Еудомінантною є трофічна структура наземної мезофауни й піщаних розкривних порід (еудомінанти – поліфаги). Некрофаги тут є субдомінантами, рецеденти представлені двома трофоморфами – зоофагами та сапрофагами-карболіберантами. Для мезофауни цього біотопу властиве максимальне значення індексу домінування трофоморф. Специфіка формування БГЦ на піщаних розкривних породах відображається через невисокі значення екологічної місткості екотопу для трофоморф (зменшення місткості ніш) та зменшення часткового різноманіття.

Мезофауна кварцитових розкривних порід має монодомінантний характер (домінанти – поліфаги); субдомінантні позиції в цьому угрупованні мають зоофаги й некрофаги, а рецедентами тут є сапрофаги-карболіберанти та фітофаги. Збільшена частка субдомінантів і рецедентів спричиняє мінімальні значення індексу домінування. Специфіка біогеоценогенезу на розкривних кварцитах полягає в невеликій місткості екологічних ніш трофоморф, проте слід зважити, що їхній склад є типовим для кар'єрів.

Висновки

В усіх біогеоценозах, крім трав'яних угруповань на кварцитах і суглинках, основу загальної чисельності наземної мезофауни формують *Hymenoptera*. На кварцитах угруповання малочисельні полідомінантні, зі значною чисельністю *Hymenoptera*, *Silphidae*, *Arachnida*, на суглинках – багаточисельні монодомінантні угруповання з домінантом *Silphidae* та субдомінантами *Mollusca*, *Arachnida*, *Hymenoptera*.

Для морфо-екологічної структури наземної мезофауни БГЦ кар'єрів характерна еудомінантність. Середні значення показників різноманіття на рівні морфо-екологічної структури для мезофауни БГЦ кар'єрів становлять: показник домінування (S_{me}) = 0,42; кількість морфо-екологічних груп (W_{me}) = 4,7; різноманіття (за індексом Шеннона-Уївера H_{me}) = 1,5; чисельність (N_{me}) = 5976 (екз. на 1700 пастко-діб); показник екологічної місткості ценозу для НЗК (K_{isme}) = 573,2.

На першій стадії заростання суглинистих розкривних порід формується наземний зоокомплекс, в якому еудомінантами є атмо-гемібіонти, а домінантами – атмобіонти. В угрупованнях мезофауни піщаних і кварцитових розкривних порід атмо-педобіонти відсутні.

Трофічна структура наземної мезофауни кар'єрів має розбіжності у структурі. В її складі відсутні сапрофаги-нітроліберанти. Середнє для НЗК біогеоценозів кар'єрів значення показника складності трофічної структури (H_{tr}) становить 1,94; індекс домінування (S_{tr}) – 0,31, а показник місткості екотопу для трофоморф $K_{istr} = 704,3$.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Вернадский В.И.** Биосфера (Избранные труды по биогеохимии). – М.: Мысль, 1967. – 375 с.
2. **Зберовский А.В., Охримчук Л.А., Харитонов Н.Н., Торхова Н.А.** Аэрогенное загрязнение почвы в зоне деятельности ГОКов // Труды международной научно-практической конференции “Экологические аспекты загрязнения окружающей среды”. – М., 1997 – Ч. 2.- С. 16-17.
3. **Фасулати К.К.** Полевое изучение наземных беспозвоночных. – М.: Высшая школ. – 1971. – 424 с.
4. **Федоров В.Д., Левич А.П.** Откуда берутся индексы разнообразия? // Человек и биосфера. – Вып. 4. – М.: Изд-во МГУ. – 1980. – С. 164-190.
5. **Simpson E.M.** Measurement of diversity // Nature. – 1949. – **163**. – P. 688.