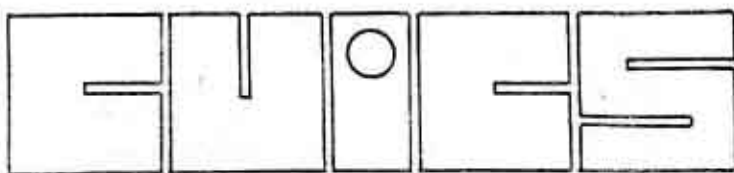


BIOMATEMATIKA '87

Zborník príspevkov z letnej školy

Bratislava

1987



*Research
Reports*

ADEKVÁTNOSŤ NIEKTORÝCH ŠTATISTICKÝCH DISTRIBÚCIÍ
 AKO MODELU ROZDELENIA POČTU DRUHOV A JEDINCOV V ROZNE NARUŠENÝCH
 SPOLOČENSTVÁCH BYSTRUŠKOVITÝCH A DROBČÍKOVITÝCH (COLEOPTERA,
 CARABIDAE ET STAPHYLINIDAE)

Zbyšek Šustek

Ústav experimentálnej biológie a ekológie CBEV SAV,
 Obrancov mieru 3, 814 34 Bratislava, ČSSR

1. ÚVOD

Kvantitatívne zastúpenie jednotlivých druhov v spoločenstvách živých organizmov je zložitou funkciou viacerých argumentov ako napr. abiotických vlastností prostredia, ekologickej tolerancie a potencie druhu, postavením v potravnom reťazci, veľkosťou tela, energetickou bilanciou tela, potravnou ponukou, možnosťami úkrytu atď. Výsledkom pôsobenia všetkých týchto činiteľov je kvantitatívna štruktúra spoločenstva, ktorá býva charakteristická zväčša tým, že veľká väčšina jedincov (alebo väčšia časť biomasy) patrí v spoločenstve niekoľkým málo druhom, zatiaľ čo prevažná časť druhov je v spoločenstve zastúpená len malým počtom jedincov. Je pritom pravidlom, že v pomerne stálejších, životu priaznivejších podmienkach býva relatívne zastúpenie jednotlivých druhov vyrovnannejšie. Naproti tomu v extrémnych podmienkach vysoko dominuje len niekoľko úzko špecializovaných druhov, zatiaľ čo zastúpenie ostatných druhov býva silne potlačené. Veľmi vyrovnaným zastúpením druhov sa často vyznačujú vznikajúce spoločenstvá v iniciálnych štádiách sukcesie, kedy sa v rozhodovaní o pomere zastúpenia druhov výrazne neuplatňujú kompetícia a rozdielna ekologická tolerancia.

Pri matematicko štatistickom vyjadrení načrtnutých zákonitostí, resp. pri popise jednotlivých stavov spoločenstiev sa vyčlenili v zásade dva prístupy. Jeden prístup sa snažil chápať rozdiely v početnom zastúpení druhov v spoločenstve ako výraz jeho rozmanitosti, ktorú začal vyjadrovať rozne koncipov-

vanými indexami diverzity (ich vyčerpávajúci prehľad podáva napr. Pesenko 1978). Výhodou tohoto prístupu je prevedenie veľkého množstva informácií na jediné číslo. To nepochybne uľahčuje porovnávanie najmä druhovo rozdielných spoločenstiev, ale na druhej strane vedie k silným stratám informácie o charaktere sledovaných spoločenstiev. Táto nevýhoda vyniká najmä vtedy, keď bohatší empirický materiál ukáže, že tá istá hodnota použitého indexu diverzity môže patriť viacerým stavom skúmaného spoločenstva. Preto je interpretácia indexov diverzity možná len v medziach stanovených na základe typizácie spoločenstiev alebo spoločne s inými indikačnými kritériami (Šustek 1980, 1984). Napriek týmto nevýhodám indexy diverzity priťahovali najmä svojou jednoduchosťou veľa ekologicky orientovaných biológov a viedli priam k publikačnej explózii.

Druhý, o niečo starší prístup sa naopak snažil na charakteristiku a opis kvantitatívnej štruktúry spoločenstva použiť niektoré štatistické distribúcie. Priekopníkom tohoto prístupu bol Preston (1948 in Pielou 1975), ktorý použil logaritmicko normálne rozdelenie (a vlastne ho aj empiricky odvodil). V priebehu 50. - 60. rokov vznikli aj ďalšie modely (napr. brooken stick model, niche preemption model) alebo sa použili niektoré iné známe štatistické distribúcie. Výhodou tohoto prístupu je menšia strata informácií o spoločenstve, jeho presnejší opis a súčasne aj možnosť využiť parametre jednotlivých rozdelení ako určitého indexu diverzity. Napriek týmto prednostiam ostalo používanie štatistických rozdelení k tomuto účelu v ekológii iba v oblasti teórie. Dôvodom k tomu je oveľa väčšia pracnosť výpočtu a evidentná, ale nie vždy jednoznačne explicitne charakterizovaná špecifickosť jednotlivých rozdelení pre rôzne situácie. Táto špecifickosť však otvára možnosť zistiť, ktoré štatistické rozdelenie je najadekvátnejším modelom pre jednotlivé stavy spoločenstva vyvolané napr. antropickým tlakom alebo inými stressormi na relatívne dobre známych príkladoch spoločenstiev a spätne týchto poznatkov využiť pri bioindikačných šetreniach.

Cieľom tohoto príspevku je naznačiť na príklade 40 rôzne

narušených spoločenstiev bystruškovitých a drobčikovitých z Bratislavy a Brna rozdiely v adekvátnosti štyroch distribúcií (Poissonovskej, Gausovskej, geometrickej a negatívne binomickej) a ukázať tak možnosť ich bioindikačného využitia.

2. METODIKA A MATERIÁL

Použitý materiál pozostáva z 55 138 jedincov bystruškovitých a drobčikovitých patriacich k 377 druhom. Sledované spoločenstvá sa na základe numerickej klasifikácie členia do troch základných typov - na spoločenstvá prevážne hygروفilných druhov na alúviách, na spoločenstvá mezohygروفilných lesov a spoločenstvá kultúrnej stepi. Sledované aluviálne a lesné spoločenstvá možno považovať za viac menej prirodzené až stredne narušené, spoločenstvá kultúrnej stepi za stredne až veľmi silne narušené, pričom silnejšie narušené lesné a aluviálne spoločenstvá postupne prechádzajú medzi spoločenstvá kultúrnej stepi (Tab. 1, poradie spoločenstiev odpovedá približne stupňu narušenia).

K výpočtu parametrov a teoretických hodnôt jednotlivých rozdelení boli použité počty druhov, ktoré podľa svojho kvantitatívneho zastúpenia (počtu jedincov) spadali do intervalov (oktáv) vymedzených podľa vzťahu

$$(i - 1) < \lg_2 A_j \leq i$$

kde i je poradové číslo oktávy ($i = 1; 2; 3; \dots; n$) odpovedajúce binárnemu logaritmu hraníc oktávy a A_j je počet jedincov j -tého druhu v spoločenstve. Ako kritérium zhody empirických a teoretických hodnôt sa použil χ^2 . Pritom oktávy s teoretickou početnosťou menšou ako 0,5 sa združovali. Ako ďalší do úvahy prichádzajúci vhodný model rozdelenia počtu druhov a jedincov v spoločenstve sa považoval taký, ktorého χ^2 sa podstatne nelíšil od najnižšej hodnoty medzi porovnávanými alternatívami. (Tab. 1).

3. VÝSLEDKY A DISKUSIA

V spoločenstvách aluviálnych porastov, medzi ktorými v rámci sledovaného materiálu prevažovali viac menej prirodzené

a stredne narušené spoločenstvá, je bez ohľadu na stupeň narušenia v siedmych prípadoch (54 %) najvhodnejšie rozdelenie negatívne binomické, v piatich geometrické (38 %) a v jednom (dosť výnimočnom) prípade rozdelenia logaritmicko normálne (8 %). Ako ďalší najvhodnejší model pripadá do úvahy logaritmicko normálne (38 %), v dvoch geometrické (16 %) a v jednom negatívne binomické (8 %). V piatich prípadoch je vhodný len jeden typ rozdelenia. Poissonovské rozdelenie neprichádza do úvahy ani v jedinom prípade.

V spoločenstvách mezohygrofilných lesov tiež prevažujú viac menej prirodzené alebo stredne narušené spoločenstvá. Výrazne narušené spoločenstvá konvergujúce k spoločenstvám kultúrnej stepi pochádzali iba z južného svahu Špilberku a z lesa pri Vrakuni (Tab. 1). V rovnakom počte prípadov je v lesných spoločenstvách najadekvátnejšie rozdelenie geometrické a negatívne binomické (6 t.j. cca 46 %) a v jednom logaritmicko normálne. Ako ďalší typ rozdelenia prichádza do úvahy v troch prípadoch rozdelenie normálne, v dvoch negatívne binomické a v jednom poissonovské.

V spoločenstvách kultúrnej stepi, ktoré aj na referenčných lokalitách sú predstavované stredne narušenými spoločenstvami je v 13 prípadoch najadekvátnejším rozdelením rozdelenie negatívne binomické (59 %), v osmich (36 %) geometrické a v jednom (5 %) výnimočne logaritmicko normálne. Nápadne sa zvyšuje adekvátnosť poissonovského rozdelenia, ktoré prichádza do úvahy ako ďalší najadekvátnejší model v siedmich prípadoch (33 %), Geometrické rozdelenie prichádza do úvahy ako ďalší vhodný model v šiestich (27 %) prípadoch, negatívne binomické v piatich (23 %) a logaritmicko normálne v štyroch prípadoch (18 %). Dochádza tu pritom k výraznej asociácii prípadov, kedy ako ďalšie vhodné modely prichádzajú do úvahy viaceré rozdelenia (Tab. 1).

Vo všetkých troch typoch spoločenstiev možno pozorovať v závislosti na stupni narušenia spoločnú tendenciu, zhodnú s literárnymi poznatkami (napr. Pielou 1975), že adekvátnosť logaritmicko normálneho rozdelenia rastie v prirodzených spo-

ločenstvách. Geometrické a negatívne binomické rozdelenie je adekvátne približne rovnomerne pozdĺž celého gradientu narušenia spoločenstiev. Badať pri tom nevýraznú tendenciu k zvýšeniu adekvátnosti geometrického rozdelenia pre stredne narušené spoločenstvá s vysokou autodominanciou jedného až dvoch druhov a s vysokým počtom jedincov v spoločenstve. Negatívne binomické rozdelenie je najadekvátnejším a najplastickejším modelom rozdelenia počtu druhov a jedincov v najväčšom počte prípadov. Adekvátnosť poissonovského rozdelenia je všade nízka, ale silne sa zvyšuje vo veľmi silne narušených spoločenstvách s veľmi náhodným zastúpením druhov, vyradením kompetičných a medzidruhových vzťahov. Ak je najadekvátnejším rozdelením rozdelenie negatívne binomické, prichádzajú do úvahy ako ďalšie vhodné modely iné rozdelenia v menšom počte prípadov ako keď je najadekvátnejším modelom rozdelenie geometrické (Tab. 1). Je však otázne, nakoľko je táto tendencia špecifikom sledovaného materiálu.

Vyššie opísané fakty ukazujú, že aj pri pomerne veľkom zaťažení sledovaného materiálu zberovými chybami a vplyve ťažko kontrolovateľných a definovateľných faktorov a pri pomerne obmedzenom rozsahu materiálu, je možné prisudzovať adekvátnosti jednotlivých štatistických rozdelení ako modelu rozdelenia počtu druhov a jedincov určitú výpovednú hodnotu o stave spoločenstva a spoločne s parametrami týchto rozdelení ju bioindikátne využívať.

4. LITERATÚRA

- [1] Pielou, E.C.: Ecological diversity. Wiley Interscience, New York, London, Sydney, Toronto, 1975.
- [2] Pesenko, J.A.: Konceptija vidovogo razobrazija i indeksy ego izmerjajuščije. Žurn. obšč. biol. 39, 1978, č. 4, 380 - 393.
- [3] Sváb, J.: Biometria i módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1981.

- [4] Šustek, Z.: Použitie Shannon Wienerovej funkcie k posudzovaniu narušenia ekosystémov. In Paule, L., (ed.): Lesnícky výskum a výchova vedeckých pracovníkov v ČSSR, Zvolen, 1980, 1 - 15.
- [5] Šustek, Z.: Bioindikačné vlastnosti bystruškovitých a drobčíkovitých (Coleoptera, Carabidae et Staphylinidae) stredo-európskeho veľkomesta. Kand. diz. práca, ÚEBE CBEV SAV Bratislava, Bratislava 1984.

Tab. 1 Vhodnosť štyroch teoretických štatistických rozdelení ako modelu rozdelenia abundancie druhov v spoločenstvách bystruškovitých a drobníkovitých v urbanizovanej krajine

Spoločenstvo		χ^2			
		P	L	G	N
"ALUVIA"	Nesyt phragmitetum (r)	88,52	17,41 *	14,42 +	19,21 *
	Lednica ÚFrc (r)	28,45	11,21 *	15,85	10,65 +
	Sobašice	12,13	7,38 *	6,52 *	6,30 +
	Ráječek	71,48	13,23	8,90 +	12,39
	Lužánky	26,26	7,06	7,41	1,82 +
	Vydrice sanatórium	8,51	3,38 +	16,16	10,63
	Vydrice ZOO	12,31	15,29	3,63 +	8,49
	Vydrice U Slováka	18,97	3,76	3,14 +	6,49
	Vydrice križovatka	36,10	6,81 *	6,51 +	9,37
	Horský park potok	48,32	23,11	14,59	8,84 +
	Vrakuna mŕtve raneno	69,96	13,37 *	13,97 *	13,07 +
	Petržalka topoľový háj	4,29	5,71	7,07	2,62 +
	Sad J. Kráľa	17,47	16,88	5,97	2,63 +
"LESY"	Pavlovské kopce FQ (r)	74,80	9,99 *	7,26 +	11,63
	Pavlovské kopce TAc (r)	36,76	5,06 +	6,40 *	7,16 *
	Boleradice FQ (r)	15,97	5,20 *	4,67 +	3,48
	Železná studnička (r)	24,04	12,22	16,50	3,23
	Sitina (r)	52,03	5,11	2,11 +	5,41
	Horský park vrchol	9,56	5,05	7,64	1,99 +
	Horský park severný svah	9,21	4,50	4,94	1,56 +
	Kalvária	13,64	4,69	4,21	0,92 +
	Vrakuna les	13,20	19,09	8,09 +	14,81
	Čertova Rokla	13,02	7,73	4,89	2,16 +
	Hakenova	17,34	13,65	8,10	4,07 +
	Špilberk severný svah	11,09	9,28	5,83 +	8,64
	Špilberk južný svah	1,84 *	1,22 *	0,71 +	1,48 *
"KULTÚRNA STEP"	Fezinok kukurica (r)	92,92	76,92	15,64 +	16,32 *
	Sáb tabak (r)	83,42	13,80	8,84 +	20,30
	Žemberovce vinica (r)	75,13	8,20	6,25 +	11,82
	Sereď halda lužienca	1,29 *	3,53	1,32 *	0,24 +
	Vrakuna pšenica	4,42	2,36 *	2,47 *	1,05 +
	Vrakuna úhor	31,80	9,70	1,73 +	3,37
	Liženská ovocný sad	13,82	7,81	14,04	5,56 +
	Bajkalská	2,67 *	3,06 *	1,45 +	2,63 *
	Drenkova záhrada	15,54	0,22	13,18	1,44 +
	Kraví hora	5,22	6,73	11,21	1,53 +
	Hrad	7,10	10,20	2,15 *	1,42 +
	Americké námestie	3,62 *	3,06 *	7,41 *	3,14 *
	Medická záhrada	8,51	3,38	1,45 *	0,43 +
	Prior veľký záhon	13,79 *	13,79 *	26,45	12,27 +
	Prior malý záhon	20,18	9,36	6,09	2,65 +
	Kollárovo námestie	11,14	6,63	3,82	1,44 +
	Námestie SNP	0,94 *	2,55	0,43 +	1,03 *
	Námestie 4. apríla	12,64	9,54	4,89 +	11,28
	Uršulínska	3,64 *	17,85	6,05	1,13 +
Šafárikovo námestie	4,61	4,02	2,51 *	1,75 +	
Notre dam	1,88	6,42	1,51	0,09 +	
Námestie 28. října	0,78 *	3,16	0,00 +	0,57 *	

P - Poissonovo rozdelenie, L - ľavostranne utaté normálne rozdelenie, G - geometrické, N - negatívne binomické, + najvhodnejšie rozdelenie, * ďalšie rozdelenie prichádzajúce do úvahy ako adekvátny model, (r) - referenčné spoločenstvá v extraviláne;