

## Microscale distributions of landsnails in a homogenous alder stand

by

Péter Sólymos, Ibolya Czentye  
and Bernadett Tukovics

**Abstract:** We sampled a homogenous alder stand, and compared the dispersion of the land snail species in relation to their shell dimension, individual numbers and spatial occupancy. Only the number of individuals showed significant positive correlation with the index of dispersion. The high occupancy ratio of the species referred uniform species composition, while high values of the index of dispersion referred to aggregated distribution of the species. We found high concordance among the species' individual numbers, which indicates similar spatial trends in the species' abundances. The observed aggregation of the species in a homogenous stand stresses the necessity of random sampling when quantitatively assessing land snail assemblages to enhance precision and representativeness.

**Keywords:** body size, Gastropoda, index of dispersion, Mollusca, spatial pattern.

### Introduction

Land snails are notorious for their rather sedentary habits, and they often show patchy distributions. The microscale distributions of the species might affect the results of the sampling in quantitative malacological comparisons. When assessing land snail assemblages, researcher study only part of the whole assemblage by sampling, subsequently generalising from the sample to the whole. For effort not to be wasted, efficient methods must be used. For sampling to work, the samples must be representative of the whole. If they are not, generalisation to the whole will produce biased results (Sutherland 2001, Cameron & Pokryszko 2005).

To increase precision and representativeness, one needs more than one sampling unit taken randomly. Randomness requires that each potential sample units has an equal chance of being included in the sample. The number of sampling units needed for a given precision can be estimated by various techniques and will be detailed elsewhere (Sólymos et al. in press). For general review see Colwell & Coddington 1994 and Keating et al. 1998. Here we concentrate on the randomness of the samples, on the spatial distribution of the land snail species, and on some consequences for malacological field inventories.

### Material and methods

We made our research in an alder stand (*Alnetum glutinosae*) situated in the mouth of the Ménes Valley (Szögliget, Aggtelek karst, Hungary, date: 29.03.2003). The weather was wet and the vegetation was in an early

## Sólymos Péter, Czentye Ibolya és Tukovics Bernadett

## Szárazföldi csigák mikro-léptékű eloszlási viszonyai egy homogén égeres állományban

**Kivonat:** Vizsgálatainkat homogén égeresben végeztük, ahol a szárazföldi csiga fajok térbeli eloszlását hasonlítottuk össze a héjátmérővel, egyedszámmal és térbeli konstanciával. Csak az egyedszám mutatott szignifikáns korrelációt a diszpergáltsági indexsel. A magas konstancia értékek a fajösszetétel viszonylagos állandóságára utalnak, emellett a magas diszperziós index értékek a fajok csoportos eloszlását támasztják alá. A fajok abundancia sorrendje jó egyezést mutatott, ami arra utal, hogy a fajok gyakoriságát hasonló tényezők befolyásolják. A vizsgált fajoknak ezen a homogén mintavételi helyszínen megfigyelhető csoportosulása arra hívja fel a figyelmet, hogy a csiga-együttetek kvantitatív vizsgálata során a véletlen mintavétel a pontosság és reprezentativitás elengedhetetlen feltétele.

**Kulcsszavak:** testméret, Gastropoda, diszpergáltsági index, Mollusca, térbeli mintázat.

### Bevezetés

A szárazföldi csigák kis mozgásképességűek, és nagyon gyakran foltszerű térbeli eloszlást mutatnak. A fajok mikro-léptékű eloszlási viszonyai jelentősen befolyásolhatják a kvantitatív malakológiai összehasonlítások eredményeit. Amikor szárazföldi csiga-együtteteket vizsgálunk, akkor a teljes együttesnek csak egy részét elemezzük mintavétel segítségével, következésképpen, a minták alapján általánosítunk az egészre nézve. Ahhoz, hogy ne dolgozzunk feleslegesen, hatékony módszerek használatára van szükség. Ahhoz, hogy a mintavétel jól működjön, a mintáknak az alapsokasságot (az „egész”) kell reprezentálniuk. Amennyiben a reprezentativitás nem teljesül, úgy az alapsokasságra vonatkozó általánosításunk torzított lesz (Sutherland, 2001, Cameron & Pokryszko, 2005).

A mintavétel pontosságának és reprezentativitásának növelése érdekében egynél több (elegendően sok) véletlen mintát kell venni. A véletlen mintavétel (randomitás) azt jelenti, hogy minden potenciális mintavételi egységnak azonos esélye van arra hogy tényleges minta váljék belőle. A kívánt pontosság eléréséhez szükséges mintavételi ráfordítás nagyságának problematikájával másol foglalkozunk részletesen (Sólymos et al. in press). Általános áttekintéshez ajánljuk Colwell & Coddington (1994) és Keating et al. (1998) munkáit. Itt véletlen mintavételre és a szárazföldi csigafajok térbeli eloszlási viszonyaira koncentrálunk, valamint megvitatjuk ezen eredmények terépi vizsgálatokra vonatkozó következményeit.

stage with no developed herb layer. The micro-relief of the habitat was flat and homogenous compared to the surrounding environs.

Sampling was carried out in a  $10 \times 50$  m plot of uniform vegetation, which was divided into five  $10 \times 10$  m subplots. Within each subplot four random samples (soil and litter samples,  $25 \times 25$  cm quadrates in approximately 5 cm depth in the soil) were taken. The total of 20 samples were sieved with a 0.5 mm mesh and searched for snails indoors. The specimens were identified to species level using the works of Soós (1943) and Kerney et al. (1983). For the nomenclature we followed the work of Falkner et al. (2001).

For each species we determined the major shell dimension of the adults based on Kerney et al. (1983). For every sample, we counted the number of specimens (live and fresh shells) for each species. Species that were represented with less than 20 individuals (the mean number of individuals per sample was less than one) were excluded from the analysis. For each species we calculated the index of dispersion as  $I_d = s^2/x$ , and a test statistic,  $I_D = s^2(n1)/x$ , in which  $x$  is the mean number of individuals per sample,  $s^2$  is the variance, and  $n$  equals 20, the number of soil samples.  $I_d$  is approximately distributed as  $\chi^2$  with  $n1$  degrees of freedom, and departure from random dispersion can hence be tested (Körmöczi 1994). We determined the occupancy ratio of the species expressed as the percentage of samples in which the species was present. We calculated Pearson's correlations among these variables. The correlation among the individual numbers of the species within each sample was assessed by Kendall's coefficient of concordance, which expresses the association between the all species' abundance ranks.

## Results and discussion

We found 27 species in the soil samples, which is relatively high from a single  $10 \times 50$  m area. After removing rare species, 13 species remained in the data set. The number of individuals showed three orders of magnitude variation across the species. *Carychium tridentatum* was the most abundant. The numbers of individuals may be biased by the proportion of living specimens and fresh shells (live *sensu lato*, Domokos 1995), which was 60% for the whole collected material. Due to the flat micro-relief of the study area, the accumulation of the empty shells is predominantly *in situ*, which can be modified only by inundation of the Ménes stream. This was not the case in the sapling period, although we also found subfossil shells (i.e. *Sadleriana pannonica* (Frauenfeld, 1865), *Sphyradium doliolum* (Bruguière, 1792)), which were excluded from the analysis.

All the 13 analysed species showed a significantly non-random distribution, although to different extent (Table 1). The index of dispersion of the species *Vertigo antivertigo*, *Balea biplicata*, *Euconulus fulvus*, *Pseudotrichia rubiginosa* was relatively low compared to the other species, but these were still significantly aggregated. The high values of  $I_d$  indicate significantly aggregated distribution of land snails in a homogenous stand. It is already known, that land snails are distributed not

## Anyag és módszerek

Vizsgálatainkat a Ménes-völgy (Aggteleki-karszt) bejáratánál elhelyezkedő nedves, homogén patakfürdő égeres állományban (*Alnetum glutinosae*) végeztük 2003. március 29-én, nedves időjárási viszonyok között. Az aljnövényzet még nem fejlődött ki erre az időre. Az állományban a felszín a környező térszínhez viszonyítva egyenletes és homogén volt.

A mintavétel 5 db egymással érintkező  $10 \times 10$  m-es négyzetben zajlott, amelyek mindenekéből 4 db random kijelölt mintát (összesen 20 db,  $25 \times 25$  cm, 5 cm mélységben, talaj és avarmintá) vettünk. A 20 mintát 0,5 mm lyukátmérőjű szitán átiszapoltuk, és a csigákat laboratóriumban válogattuk ki. Az egyedeket faj szintig határoztuk Soós (1943) és Kerney et al. (1983) munkáinak figyelembe vételével. A fajnevek írásmódjában Falkner et al. (2001) munkáját követtük.

Minden faj esetén meghatároztuk a felnőtt állatra jellemző nagyobbik héjátmérőt (a magasság és szélesség értékek közül a nagyobbik, Kerney et al. 1983 alapján). minden minta esetén meghatároztuk a fajok egyedszámait (élő és holt). Azokat a fajokat, amelyek kevesebb mint 20 egyeddel rendelkeztek összesen, kizártuk a további elemzésből (mivel mintánkénti átlagos egyedszámuk nem érte el az egyet). minden faj esetén kiszámítottuk a diszpergáltság index értékét,  $I_d = s^2/x$ , és a hozzá tartozó teszt statisztikát,  $I_D = s^2(n1)/x$ , ahol  $x$  adott faj mintánkénti átlagos egyedszáma,  $s^2$  az egyedszám varianciája,  $n$  a minták száma (=20). Az  $I_d$  mennyisége hozzávetőlegesen  $n1$  szabadsági fokú  $\chi^2$  eloszlást követ, így a véletlenszerű mintázattól vett eltérés tesztelhető (Körmöczi 1994). Ezen kívül meghatároztuk a fajok konstansiáját (azoknak a mintáknak a százalékos aránya, amelyekben az adott faj előfordult). A változók között Pearson-féle korrelációt számoltunk. A fajok abundanciáinak egyezőségét a minták között Kendall-féle konkordanciával számszerűsítettük.

## Eredmények és megvitatásuk

A mintákban 27 fajt találtunk. Ez a szám egy  $10 \times 50$  m-es területről elég magas. A ritka (<20 egyeddel rendelkező) fajok kihagyása után 13 fajon végeztük az elemzést. A fajok tömegessége között három nagyságrendnyi különbséget tapasztatunk. A *Carychium tridentatum* volt a legtömegesebb. Az élő (*sensu lato*, Domokos 1995) egyedek aránya a teljes gyűjtött anyagra nézve 60% volt, ami elég magasnak mondható, de biztosan torzítja valamelyest a fajok tömegességeiről az összesített egyedszámok alapján kapott képet. Az élőhely sík térszínéből következően az üres héjak felhalmozódása elsődlegesen *in situ* módon történik, amit a Ménes-patak áradása módosíthat. A mintavételi időszakban erről nem volt szó, azonban szubfosszilis héjakat is találtunk a mintákban (pl. *Sadleriana pannonica* (Frauenfeld, 1865), *Sphyradium doliolum* (Bruguière, 1792)), ezeket szintén nem vettük figyelembe a feldolgozás során.

A 13 vizsgált faj mindenekének térfelületi eloszlása szignifikánsan bár eltérő mértékben eltér a véletlenszerűtől (I. táblázat). A diszpergáltsági index a *Vertigo*

	Major shell dimension (mm)	Total number of individuals (percentage occupancy)	Index of dispersion ( $I_d$ )
<i>Carychium tridentatum</i> (Risso, 1826)	2.3	1702 (100%)	52.5***
<i>Succinella oblonga</i> (Draparnaud, 1801)	8	217 (85%)	12.4***
<i>Cochlicopa lubrica</i> (O.F. Müller, 1774)	7.5	407 (100%)	9.9***
<i>Columella edentula</i> (Draparnaud, 1805)	3	217 (100%)	5.8***
<i>Vertigo antivertigo</i> (Draparnaud, 1801)	2.2	20 (40%)	3.1***
<i>Balea biplicata biplicata</i> (Montagu, 1803)	18	22 (60%)	1.9**
<i>Discus perspectivus</i> (M. von Mühlfeld, 1816)	6.5	157 (90%)	9.5***
<i>Euconulus fulvus</i> (O.F. Müller, 1774)	3.5	22 (45%)	1.7*
<i>Zonitoides nitidus</i> (O.F. Müller, 1774)	7	516 (100%)	12.1***
<i>Aegopinella pura</i> (Alder, 1830)	5	154 (90%)	7.6***
<i>Aegopinella minor</i> (Stabile, 1864)	9	30 (45%)	5.8***
<i>Fruticicola fruticum</i> (O.F. Müller, 1774)	23	116 (90%)	10.0***
<i>Pseudotrichia rubiginosa</i> (Rossmässler, 1838)	8	216 (95%)	2.5***

**Table I.** The major shell dimension, the number of individuals and the index of dispersion of the species (individual numbers >19). Numbers in parentheses represents the percentage constant among the 20 samples. (\*\*\*:  $p < 0.001$ , \*\*:  $p < 0.01$ , \*:  $p < 0.05$ ,  $\chi^2$  test)

I. táblázat. A vizsgált fajok (egyedszám >19) nagyobbik héjátmérője, az összesített egyedszáma és a diszpergáltsági index értékei. A zárójelben szereplő számok a 20 mintára számolt százalékos konstancia értékei. (\*\*\*:  $p < 0.001$ , \*\*:  $p < 0.01$ , \*:  $p < 0.05$ ,  $\chi^2$  teszt)

according to the plant formations realised by man, but rather according to the soil characteristics (i.e. soil moisture and acidity) within these formations (Wareborn 1970, Tapert 2002). The observed degree of non-random distribution is remarkable, because both the plant formation and humidity favour snail propagation, as it is expressed in the number of species and individuals as well.

The correlation was weak and not significant between the major shell dimension and the index of dispersion (Pearson's  $r = -0.22$ ). Although, the negative tendency indicates that the smaller is the species, the most aggregated is its distribution, in this case, we can not conclude that body size directly affects the dispersion in land snails (cf. *C. tridentatum*, which was an outlier, Table 1). The individual numbers of the species showed significant positive correlation (Pearson's  $r = 0.967$ ,  $p < 0.001$ ) with the index of dispersion. This might indicate that rarer species tend to be more evenly distributed than abundant ones, or, that the transportation and accumulation of the abundant species has more chance. The measure of aggregation can also be scale dependent, here we concentrated only on micro scale patterns.

Concerning the occupancy ratio of the species among the samples, only *Vertigo antivertigo*, *Balea biplicata*, *Euconulus fulvus* and *Aegopinella minor* had lower values than 80%, while none of the species had lower occupancy

*antivertigo*, *Balea biplicata*, *Euconulus fulvus*, *Pseudotrichia rubiginosa* fajok esetén viszonylag alacsonynak adódott a többi fajhoz képest, de itt is szignifikánsan csoportos (aggregált) a mintázat. Az  $I_d$  index magas értékei arra utalnak, hogy ebben a homogén és jó vízellátottságú égeresben a csigafajok térfelületi mintázata szignifikánsan aggregált. Az eddig is ismert volt, hogy a csigafajok térfelületi eloszlását elsődlegesen nem az ember által sokszor fontosabbnak vélt növényzeti formációk határai, hanem az ezeken a típusokon belüli faktorok (pl. nedvesség, talajsavanyúság) határozzák meg. Az aggregáció itt megfigyelt foka azért figyelemre méltó, mert az égeres nedvességszínyainál fogva kiválóan alkalmas a csigák számára, ahogy az a megfigyelt egyedszámokból világosan látszik is.

A nagyobbik héjátmérő és a diszpergáltsági index közötti korreláció gyenge volt (Pearson  $r = -0.22$ ). Bár a negatív tendencia arra utal, hogy minél kisebb egy faj testmérete, annál inkább csoportosan fordul elő, ebben az esetben azonban mégsem állíthatjuk, hogy a fajok testmérete közvetlenül meghatározza a fajok térfelületi előfordulási sajátságait (vö. *C. tridentatum* kilógó értékét, 1. táblázat). A fajok egyedszámai szignifikánsan és pozitívan korreláltak a diszpergáltsági indexszel (Pearson  $r = 0.967$ ,  $p < 0.001$ ). Ez arra utalhat, hogy a ritkább fajok általában egyenletesebben oszlanak el, mint a gyakoriak,

ratio than 40%. The correlation between the occupancy and the index of dispersion was not significant (Pearson's  $r=0.42$ ). High occupancy values imply uniform species composition in the surveyed area. Contrary, the high values of the index of dispersion refers to spatially aggregated distribution of land snail abundances. Thus, we tested, whether the non-random distribution shows the same trend in the different species or not. The association between the species' individual numbers was high (Kenndall's concordance,  $c=0.708$ ,  $p<0.05$ ). This refers to similar spatial distribution of the species abundances. Consequently, micro-scale distribution of the environmental variables might govern the spatial pattern of land snail abundances.

Our results raise the problem of random sampling in more heterogeneous study sites. Researcher usually take samples near logs, rocks and tree trunks, because these objects serve as hiding and resting place for most of the land snails, therefore the accumulation of the empty shells is more likely. Although this strategy might maximalises the observed number of species, the representativeness of the sampling procedure decreases (in other words, the samples might represent not the surveyed habitat, but rather the preferred micro habitat). We suggest that one should plan the sampling due to the goals of the study. When the aim of the study is merely faunistic, random sampling is not necessary, although it is essential to know sampling effort (e.g. number and size of samples, time spent with searching, etc.) due to comparativeness with other surveys. When the aim is to obtain quantitative data on the land snail assemblage in a given habitat, random sampling (or stratified random sampling of the characteristic micro-habitats) is desired.

#### Acknowledgments

Thanks are due to Á. Jónás, E. Jancsek, K. Csőke for their help in the field work, and for the Aggtelek National Park for the permission. This research was supported by the grant of the Hungarian Scientific Research Fund (OTKA T 043508).

vagy akár arra is utalhat, hogy a gyakori fajok szállítódásának és felhalmozódásának esélye nagyobb. Természetesen az aggregáltság mértéke a térbeli lépték megválasztásától is függ, esetünkben azonban a mikro lépték volt a vizsgálat tárgya.

A fajok mintánkénti konstanciáját illetően csak a *Vertigo antivertigo*, *Balea biplicata*, *Euconulus fulvus* és *Aegopinella minor* esetén találkoztunk 80%-nál alacsonyabb értékkel, 40%-nál alacsonyabb érték egyik faj esetén sem volt jellemző. A konstancia és a diszpergáltság közötti korreláció nem volt szignifikáns (Pearson  $r=0.42$ ). A magas konstancia értékek a fajösszetétel viszonylagos állandóságára utalnak. Ugyanakkor a diszpergáltsági index magas értékei azt jelzik, hogy a fajok egyedek eloszlása téren aggregált. Ezért azt teszteltük, hogy ez a csoportos mintázat vajon ugyanazon trend szerint változik-e minden faj esetén, vagy nem. A fajok egyedszámai közötti asszociáltság magas volt (Kenndall-féle konkordancia,  $c=0.708$ ,  $p<0.05$ ). Ez arra utal, hogy a fajok egyedszámai téren hasonló módon változnak. Következésképpen, a környezeti változók kisléptékű eltérései okozhatják a szárazföldi csigafajok egyedeinek térbeli eloszlásában megnyilvánuló hasonlóságokat.

Eredményeink rávilágítanak a heterogén élőhelyeken történő véletlen mintavétel problémájára is. A kutatók ilyen helyeken általában ágak, kövek és tuskók környezetében gyűjtenek, mivel ezek az objektumok szolgálnak a csigák bűvöhelyeiként. Ebből következően a fajok, egyedek felhalmozódása ezek környezetében várható. Bár ez a stratégia a fajszámot igyekezik maximalizálni, a mintavétel reprezentativitása csökken (más szavakkal, a minták nem a mintavételezett élőhelyet fogják reprezentálni, hanem csak a preferált mikro-élőhelyeket). A mintavétel módját tehát a vizsgálat célkitűzéseinek megfelelően kell megválasztani. Amikor a célkitűzés pusztán faunisztikai, a véletlen mintavétel nem szükségszerű, bár a mintavételi ráfordítás ismerete (pl. mintaszám és mintanagyság, időrátfordítás, stb.) az összevethetőség érdekében nagyon fontos. Ellenben amikor célunk a csiga-együttesek mennyiségi viszonyainak vizsgálata egy adott élőhelyen, véletlen mintavétel (vagy a mikro-élőhely típusok rétegzett véletlen mintavételezése) szükséges.

#### Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak Jónás Á.-nak, Jancsek E.-nak és Csőke K.-nak a terempunkában nyújtott segítségért, valamint az Aggteleki Nemzeti Parknak a kutatási engedélyért. A kutatást az OTKA támogatta (OTKA T 043508).

### References / Irodalom

- Cameron, R.A.D. & Pokryszko, B.M. (2005): Estimating the species richness and composition of land mollusc communities: problems, consequences and practical advice. – *Journal of Conchology*, 38: 529–547.
- Colwell, R.K. & Coddington, J.A. (1994): Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)*, 345: 101–118.
- Domokos, T. (1995): A Gastropodák létaállapotáról, a létaállapot osztályozása a fenomenológia szintjén. – *Malakológiai Tájékoztató*, 14: 79–82.
- Falkner, G., Bank, R.A. & Proschwitz, T. von (2001): Check-list of the non-marine molluscan species-group taxa of states of northern, atlantic and central Europe (CLECOM I). *Hedya*, 4: 1–76.
- Keating, K.A., Quinn, J.F., Ivie, M.A. & Ivie, La D. L. (1998): Estimating the effectiveness of further sampling in species inventories. – *Ecological Applications*, 8(4): 1239–1249.
- Kerney, M.P., Cameron, R.A.D. & Jungbluth, J. H. (1983): Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas. – P. Parey, Hamburg-Berlin.
- Körmöczi, L. (1994): Ökológiai módszerek. JATEPress, Szeged.
- Sóós, L. (1943): A Kárpát-medence Mollusca-faunája. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Sólymos, P., Czentye, I. & Tukovics, B. (in press): A comparison of soil sampling and direct search in malacological field inventories. Contributions to Soil Zoology in Central Europe, 2: ...
- Tappert, A. (2002): Molluskenzönosen von Waldstandorten des Pfälzerwaldes und der angrenzenden Rheinebene (unter Bildung von Zönosengruppen). – *Schr. Malakozool.*, 19: 1–159.
- Wäreborn, I. (1970): Environmental factors influencing the distribution of land mollusca of an oligotrophic area in southern Sweden. – *Oikos*, 21: 285–291.

Péter SÓLYMOS

Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar  
Ökológiai Tanszék  
H-1077 Budapest, Rottenbiller u. 50  
E-mail: Solymos.Peter@aotk.szie.hu

Ibolya CZENTYE, Bernadett TUTKOVICS  
Evolúciós Állattani Tanszék, Debreceni Egyetem  
H-4010 Debrecen, Pf. 3

SÓLYMOS Péter

Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar  
Ökológiai Tanszék  
1077 Budapest, Rottenbiller u. 50  
E-mail: Solymos.Peter@aotk.szie.hu

CZENTYE Ibolya, TUTKOVICS Bernadett

Evolúciós Állattani Tanszék, Debreceni Egyetem  
4010 Debrecen, Pf. 3