

Rózsacserjék (*Rosa spp.*) térbeli mintázatának hatása a *Diplolepis rosae* általi parazitáltságra

László Zoltán és Tóthmérész Béla

Debreceni Egyetem, Ökológia Tanszék

Cím: Debreceni Egyetem, Ökológia Tanszék, 4010 Debrecen, Pf. 71

Felelős szerző: László Zoltán; Cím: Ökológia Tanszék, Debreceni Egyetem, 4010 Debrecen, Pf. 71; fax: 0036-52-431-148; e-mail: feherlofia@puma.unideb.hu; tel.: 0036-52-512-900/2616.

Összefoglaló: Az aggregátság a paraziták eloszlásának biológiai szempontból lényeges tulajdonsága, mivel a parazita egyedek eloszlása szoros összefüggésben áll a gazda populáció térbeli mintázatával, amely kapcsolat a majdani gazda-parazita viszonyt alakíthatja. A gazdaegyedek térbeli mintázatának és egyedszámának a parazitáltságra gyakorolt hatását tanulmányoztuk rózsacserjéken (*Rosa spp.*) elősködő rózsagubacsdarázs (*Diplolepis rosae* Linnaeus, 1758) esetében. Vizsgálatunkat két éven keresztül végeztük nyolc legeltetett száraz gyepen. Eredményeink azt mutatják, hogy a rózsacserjék nagy egyedszámmal egyenletes térbeli mintázatot mutatnak, viszont kis egyedszámmal foltokban jelennek meg. A cserjék aggregátsága pozitívan hat a gubacsok számára és negatívan a gubacsok aggregátságára. A cserjék aggregátsága és parazitáltsága pozitív összefüggést mutat. A *D. rosae* általi parazitáltság alacsonyabb a rózsacserjék egyenletes térbeli mintázata esetén.

Kulcsszavak: aggregátság, diszkrepancia, foltosság, prevalencia, fitness, términtázat

Bevezetés

Táplálékláncok szerkezeti mintázatait meghatározó tényezők közül a tápláléklánccokat alkotó fajok között levő kapcsolatok ismertebbek (Mommott *et al.* 2000), mint az egyedek denzitásának és eloszlásának tér-időbeli változásai (Williams & Liebhold 2000). Táplálékláncok jellegzetes szintjeit képezik a paraziták. A gazda térbeli mintázatának parazitáltságra gyakorolt hatásai egyaránt mutatnak pozitív denzitásfüggést, negatív denzitásfüggést és denzitásfüggetlenséget is (Altizer *et al.* 2003, Hails & Crawley 1992, Rózsa *et al.* 1996). A parazita térbeli mintázatát meghatározza a prevalenciája (a fertőzött egyedek aránya a mintában) és intenzitása (az egyedi fertőzöttségi szint a mintában), valamint a gazda denzitása és térbeli mintázata (Stiling & Strong 1982, Rékási *et al.* 1997, Sandin & Pacala 2005, Cronin & Strong 1999). Mivel egy tápláléklánccot alkotó fajok egyedeinek tér-időbeli mintázata skálafüggő (Ray & Hastings 1996) vizsgálatuk esetén fontos a megfelelő lépték használata (Heads & Lawton 1983, Walde & Murdoch 1988).

Vizsgálatunkban *Rosa spp.* egyedek térbeli mintázatát és a *Diplolepis rosae* (Linnaeus, 1758) gubacsok gazdanövényen való előfordulásának mintázatát hasonlítottuk össze és kerestük a köztük levő kapcsolatokat. Cronin & Strong (1999) szerint a gazdanövény térbeli mintázatával párhuzamosan változik a parazita gazdanövényen való előfordulásának mintázata is, ami a parazita gazdakeresési erőfeszítésével arányos. Ha a gazdanövények egyenlő távolságra vannak egymástól (egyenletes térbeli mintázat), több erőfeszítést igé-

nyel a legközelebbit felkeresni, mint amikor egyenlőtlen távolságokra vannak egymástól (aggregáltak). Az előbbi gondolatmenet alapján: aggregált gazdanövényeken egyenletesen oszlanak el a gubacsok, mivel nagyobb annak az esélye, hogy a gubacsdarazsak megtalálják a következő gazda-egyedet (így kevesebb petét raknak le) és a keresési távolság kisebb (így minden gazdára kevesebb petét raknak le a paraziták).

Gubacsok esetén a parazitáltság térbeli denzitásfüggését annak ellenére kevesen kutatták, hogy a gazdaszervezetek és a paraziták denzitása nagy pontossággal megbecsülhető. Az eddigi eredmények vagy negatív denzitásfüggést vagy denzitásfüggetlenséget mutattak (Hails & Crawley 1992, Schönrogge *et al.* 1995).

Módszerek

A vizsgálatot nyolc mintavételi területen végeztük két éven (2004–05) keresztül. A mintavételi területek legeltetett száraz gyepek voltak, valamint a gyepek fás szegélyei. Mintavételi területeink: (a) Marosvásárhely (Târgu-Mureş), Mureş megye, Románia, tengerszint feletti magasság 452 m, egy terület 4 (2004), illetve 3 (2005) kvadráttal – 46,5126N / 24,5771E; (b) Kolozsvár (Cluj-Napoca), Cluj megye, Románia, tengerszint feletti magasság 472 m, 4 terület, területenként 3 (2004), illetve 3 (2005) kvadráttal – 46,8018N / 23,6131E; 46,8317N / 23,6315E; 46,7328N / 23,5780E; 46,7672N / 23,4937E; (c) Berettyóújfalu, Hajdú-Bihar megye, Magyarország, tengerszint feletti magasság 105 m, egy terület 1 (2004), illetve 3 (2005) kvadráttal – 47,2476N / 21,5377E; (d) Tépe, Hajdú-Bihar megye, Magyarország, tengerszint feletti magasság 95 m, egy terület 3 (2004), illetve 3 (2005) kvadráttal – 47,3301N / 21,5605E; (e) Emőd, Borsod-Abaúj-Zemplén megye, Magyarország, tengerszint feletti magasság 125 m, egy terület 2 (2005) kvadráttal – 47,9522N / 20,8047E. Az első öt területen gyakoriak voltak a legelőkön a *Rubus spp.*, *Hippophae rhamnoides*, *Prunus spinosa*, és a szegélyek gyertyános-tölgyesek szegélyei voltak. A hatodik és hetedik területeken a *Rosa spp.* cserjésekben *Prunus spinosa*, és a mélyebb, vizesebb részeken *Phragmites australis* is előfordult, és két kvadrát fiatal kocsánytalan tölgy ültetvényben volt felvéve. Az utolsó területen kökény fordult elő a rózsacserjéken kívül.

Random módon kiválasztott 50×50 méteres kvadrátokon belül helymeghatározó készülék (GPS) segítségével feljegyeztük minden cserje koordinátáját, mértük a cserjék magasságát és átmérőjét és összeszámoltuk az egyes cserjéken előforduló *Diplolepis rosae* gubacsokat. A cserjék térbeli mintázatának becsléséhez az 50×50 méteres kvadrátokat 10×10 méteres kisebb kvadrátokra osztottuk. A helymeghatározó készülék pontossága átlagosan 3 méter.

A térbeli mintázatot jellemző statisztikákat a QP 3.0 (Rózsa *et al.* 2000) programmal számoltuk. A rózsacserjék és *D. rosae* gubacsok aggregáltságának megállapítására a diszkrepancia-indexet (D) (Poulin 1993) és a foltossági-indexet (IP) (Lloyd 1967) használtuk. A D és IP értékek véletlenszerű eloszlástól való eltérésének kimutatására Poisson eloszlású pontmintázatokat szimuláltunk különböző denzitási értékekre ($n = 10 \cdot x$; $x = 1, \dots, 20$). Az ilyen módon szimulált pontmintázat a teljes térbeli randomitásnak (CSR: Complete Spatial Randomness) felel meg (Cressie 1993). Mindegyik denzitási értékre öt ismétlést végez-

tünk és a denzitási értékek intervallumát a terepi adatok (10 m-es léptékű denzitás értékek) alapján határoztuk meg. A szimulációt a spatstat (Baddeley & Turner 2005) csomag segítségével végeztük az R statisztikai környezetben (R Development Core Team 2005). Az egyes cserje denzitásokhoz tartozó ismétlések eloszlását dobozdiagrammal szemléltettük. A gubacsok denzitásfüggésének megállapítására négyzetes és lineáris regressziót használtunk. A csoportok összehasonlítására (Mann-Whitney és Kruskal-Wallis teszt) és a korrelációk kiszámítására (Spearman rang-korreláció – *rho*) nem-paraméteres teszteket használtunk, mivel az eloszlások aggregált, negatív binomiális jellegű eloszlások voltak.

Eredmények

A megmintázott 44 kvadrátból az elemzéseket $N = 36$ kvadrátra végeztük el, mivel nyolc esetben a cserjék vagy gubacsok egyedszáma egységnyi volt (kvadrátok eloszlása területenként lásd. Módszerek).

A különböző denzitási értékekre szimulált Poisson eloszlású pontmintázatok a D esetén erős denzitásfüggést mutattak (négyzetes regresszió; $r^2 = 0,98$; $p < 0,001$) (1.a ábra), míg az IP értékek denzitásfüggetlenek voltak (lineáris regresszió; $r^2 = 0,009$; $p = 0,86$) (1.b ábra). A terepi adatokra kiszámolt D (Mann-Whitney U-teszt; $U = 182,5$; $p < 0,001$) és IP (Mann-Whitney U-teszt; $U = 569,5$; $p < 0,001$) értékek szignifikánsan magasabbak voltak, mint a szimulált, Poisson eloszlású pontthalmazokra kiszámolt értékeik. A megfigyelt adatokra ($N = 36$) a D mediánja 0,66 és az IP mediánja 1,57. A szimulált adatokra ($N = 100$) a D mediánja 0,25 és az IP mediánja 1,01.

A cserjék száma erősen változó volt (*minimum* = 3; *medián* = 23,0; *maximum* = 103), ami a mintavételi területektől függött (Kruskal-Wallis teszt; $\chi^2 = 15,31$; $df = 7$; $p = 0,03$). A cserjék térbeli mintázata az IP alapján saját denzitásuktól független volt, míg a D alapján erősen denzitásfüggő (1. táblázat).

A gubacsok száma a mintavételi területektől független volt (Kruskal-Wallis teszt; $\chi^2 = 9,16$; $df = 7$; $p = 0,24$). A gubacsok száma negatív cserje denzitásfüggőséget mutatott (1. táblázat). A gubacsok térbeli mintázata az IP alapján saját denzitásuktól független volt, míg a D alapján erősen denzitásfüggő (1. táblázat). A gubacsok térbeli mintázata az IP és D alapján is pozitív cserje denzitásfüggőséget mutatott (2.a ábra), amely szerint a gubacsok aggregációja nő a cserjék denzitásával (1. táblázat). A gubacsok térbeli mintázatát a cserjék térbeli mintázata csak a D esetén befolyásolja (2.b ábra). A *D. rosae* általi parazitáltság a cserjék térbeli mintázatával (D) pozitív és a cserjék denzitásával negatív korrelációt mutat (1. táblázat).

1. táblázat. A gubacsok és cserjék denzitásainak korrelációi (Spearman ρ) térbeli mintázatukkal és a cserjék méretével; a térbeli mintázatot a diszkrépancia-index (D) és a foltozási-index (IP) becslüli (* $-p < 0,05$; ** $-p < 0,01$; *** $-p < 0,001$; N.S. – nem szignifikáns, $N=36$).

		ρ	p
cserje denzitás	× cserje IP	0,01	N.S.
	× cserje D	-0,85	***
	× cserje méret	-0,45	**
cserje denzitás	× gubacs IP	0,65	***
	× gubacs D	0,76	***
	× gubacs denzitás	-0,53	***
	× parazitáltság	-0,63	***
cserje IP	× gubacs IP	-0,16	N.S.
	× gubacs D	-0,09	N.S.
	× gubacs denzitás	0,00	N.S.
	× parazitáltság	0,12	N.S.
cserje D	× gubacs IP	-0,68	***
	× gubacs D	-0,73	***
	× gubacs denzitás	0,48	**
	× parazitáltság	0,61	***
cserje méret	× gubacs IP	-0,22	N.S.
	× gubacs D	-0,37	*
	× gubacs denzitás	0,28	N.S.
	× parazitáltság	0,23	N.S.
gubacs denzitás	× gubacs IP	-0,29	N.S.
	× gubacs D	-0,64	***

A parazitált cserjék mérete a növekvő cserjedenzitással negatív korrelációt mutatott (1. táblázat). A gubacsok denzitása és IP értékeik függetlenek voltak a cserjék méretétől, míg a D értékeik negatív cserjeméret függőséget mutattak (1. táblázat).

Értékelés

A cserjék térbeli mintázata hozzájárul a paraziták gazdanövényen való eloszlásának és parazitáltságának meghatározásához, de csak közvetetten, mert a cserjék denzitása összefüggést mutat a parazitált cserjék relatív méretével (fitness-mutató), ami a gubacsokozók gyengébb fitnesszú gazda-preferenciáját feltételezi.

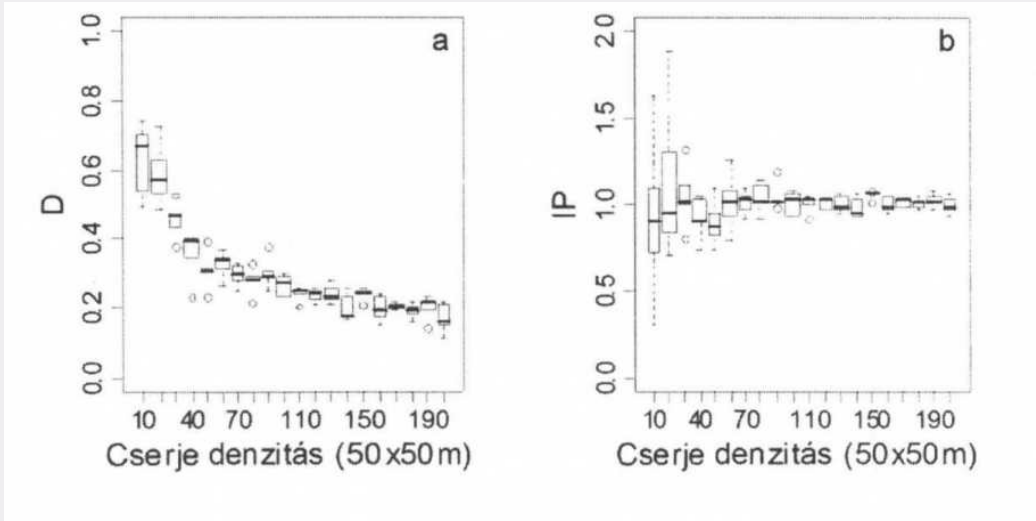
A gubacsok cserjéken való eloszlásának és számának a cserjék eloszlásától és számától való függőségének magyarázatára eredményeink alapján egy modellt dolgoztunk ki, amely a gubacsdarazsak gazda választásának magyarázatát kibővíti a gazda fitness hatásával, amihez még hozzájárulnak az élőhely jellemzői is.

Ez a kapcsolat elsősorban akkor áll fenn, ha a cserjék számával nő a cserjék átlagos fitnessze, de néhány cserje az átlagosnál gyengébb fitnesszű lesz. Az átlagosnál gyengébb fitnesszű cserjék jelenlétét a cserjék aggregáltsága határozhatja meg. Kis léptékben a csoportos előfordulás a csoport alkotóinak néhány egyede számára előnytelen és ezeket fogják parazitálni a gubacsokozók. E hipotézis másik összetevője a kis cserje denzitás esete, amikor a cserjék fitnessze a nagy cserje denzitású terület cserje fitnesszének minimuma és maximuma között helyezkedik el, és a gubacsokozóknak nincs válogatási lehetőségük. Ilyenkor a gubacsok eloszlása egyenletessé válik. Ha sok a cserje a gubacsdarazsak válogathatnak a különböző fitnesszű cserjék között, és a leggyengébbiket használják ki a legelőnyösebben. Ha kevés cserje van jelen, akkor nincs válogatási lehetőség, és minden bokrot kihasználnak, még abban az esetben is, ha ez kisebb sikert eredményez.

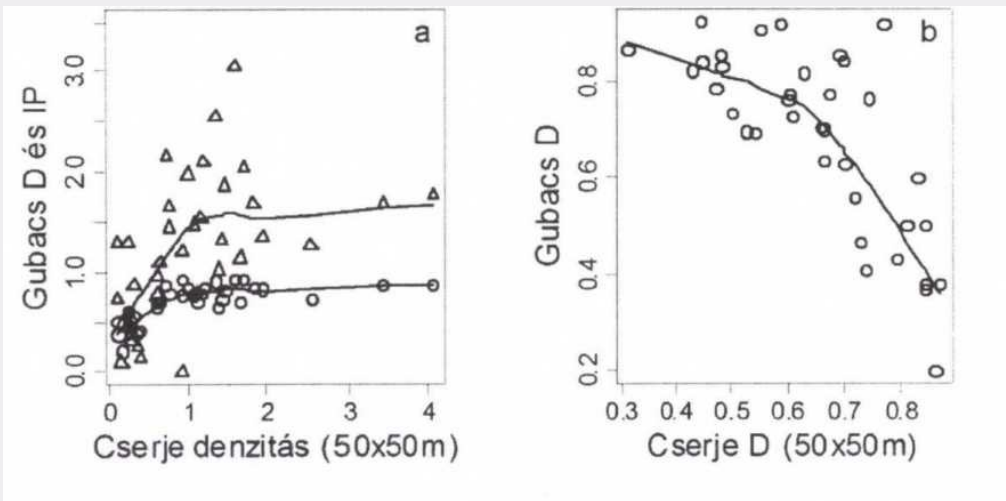
Másodsorban, ha az élőhely optimális jellemzőkkel rendelkezik, akkor nagy lesz a cserjék abundanciája és egyenletes az eloszlásuk. Az egyenletes eloszlás annak a következménye, hogy cserje-cserje közti távolság általánosan egy optimumra áll be. Az egyenletes térbeli mintázat alóli kivételek alkotják a „vesztes szigeteket” a gubacsokozók elleni „harcban”. A gubacsokozók magas gazda denzitású élőhelyen aktív gazda szelekciót mutatnak, míg kevés gazda egyed esetén nem válogatnak (Abrahamson & Weis, 1997). Ezért lehetséges, hogy alacsony gazda abundanciánál a gubacsok eloszlása egyenletes. Ha az élőhely szuboptimális jellemzőkkel rendelkezik a cserjék átlagos abundanciája kicsi és eloszlása aggregált, így fitnesszük alacsony (de nem kisebb, mint az egyenletes eloszlású cserjék közötti aggregált cserjéké) és a gubacsok eloszlása egyenletes.

Eredményeink alapján a parazita eloszlás negatív denzitásfüggésének magyarázatára egy modellt dolgoztunk ki, amelyik a távolság függvényében lerakott peték számának hipotézise (Cronin & Strong, 1999) mellett szintén tesztelhető. A cserjék parazitáltsága aggregáltságuk által is meghatározott, a kis cserje-aggregációjú területek gyengébb fitnesszű egyedei jobban parazitáltak, mint a nagy cserje-aggregációjú területek egyedei. Hipotézisünk a fitnessz komponens hatását adja a parazitáltság mértékének meghatározásához. A nagyobb aggregációjú cserjék fitnessze a kisebb aggregációt mutató cserjék fitnesszénél kisebb. Valamint a kis aggregációt mutató cserjék parazitált egyedei szignifikánsan kisebb fitnesszűek mint a nem parazitáltak.

Eredményeink természetvédelmi szempontból a veszélyeztetett, kis egyedszámban és aggregáltan előforduló növényfajokat érinthetik. Ezeken a herbivórok eloszlása egyenletes és magasabb herbivór támadási veszélynek vannak kitéve, mint nagyobb egyedszámban előforduló kompetitoraik. Egy adott méretű területen minél kevesebb egyed fordul elő egy fajból annál inkább aggregáltak, aminek következtében, még ha fitnesszük nagyobb is, mint egyenletes eloszlású, de megtámadott fajtársaikké, a herbivór egyedszám magasabb lesz és egyenletes lesz eloszlásuk, így potenciálisan minden egyed fertőzötté válik. Túlélési esélyeik, valamint szaporodóképességük csökkenésével további egyedszám esés várható.



1. ábra. A cserjék kvadrátonkénti (50×50m) denzitásának és a) a diszkrepancia-indexnek (D); b) a foltossági-indexnek (IP) a kapcsolata Poisson eloszlású szimulációs pontmintázatok esetén. Az egyes cserje denzitásokhoz tartozó ismétlések eloszlását dobozdiagrammal szemléltettük.



2. ábra. a) a diszkrepancia-index (D) és a foltossági-index logaritmusának ($\log IP$) a cserjék denzitásának függvényében (\circ – D, Δ – $\log IP$); b) a gubacsok aggregációja (D) a cserjék aggregációjának (D) függvényében

Irodalomjegyzék

- Abrahamson, W. G. & Weis, A. E. (1997): *Evolutionary ecology across three trophic levels: goldenrods, gallmakers and natural enemies*. – Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA. 456 pp.
- Altizer, S., Harvell, D. & Friedle, E. (2003): Rapid evolutionary dynamics and disease threats to biodiversity. – *Trends Ecol. Evol.*, **18**: 589–596.
- Baddeley, A. & Turner, R. (2005): Spatstat: an R package for analyzing spatial point patterns. – *J. Stat. Soft.*, **12**: 1–42.
- Cressie, N. (1993): *Statistics for Spatial Data*. – John Wiley & Sons Inc., New York, 900 pp.
- Cronin, J. T. & Strong, D. R. (1999): Dispersal-dependent oviposition and population dynamics of a host and parasitoid. – *Am. Nat.*, **154**: 23–36.
- Hails, R. S. & Crawley, M. J. (1992): Spatial density dependence in populations of a cynipid gall-former *Andricus quercuscalicis*. – *J. Anim. Ecol.*, **61**: 567–583.
- Heads, P. A. & Lawton, J. H. (1983): Studies on the natural enemy complex of the holly leaf-miner: the effects of scale on the detection of aggregative processes and the implications for biological control. – *Oikos*, **40**: 267–276.
- Lloyd, M. (1967): Mean crowding. – *J. Anim. Ecol.*, **36**: 1–30.
- Memmott, J., Martinez, N. D. & Cohen, J. E. (2000): Predators, parasitoids and pathogens: species richness, trophic generality and body sizes in a natural food web. – *J. Anim. Ecol.*, **69**: 1–15.
- Poulin, R. (1993): The disparity between observed and uniform distributions: a new look at parasite aggregation. – *Int. J. Parasitol.*, **23**: 937–944.
- R Development Core Team (2005): *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. – R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. (URL <http://www.R-project.org>).
- Ray, C. & Hastings, A. (1996): Density dependence: are we searching at the wrong spatial scale? – *J. Anim. Ecol.*, **65**: 556–566.
- Rékási, J., Rózsa, L. & Kiss J. B. (1997): Patterns in the distribution of avian lice (Phthiraptera: Amblycera, Ischnocera). – *J. Avian Biol.*, **28**: 150–156.
- Rózsa, L., Reiczigel, J. & Majoros, G. (2000): Quantifying parasites in samples of hosts. – *J. Parasitol.*, **86**: 228–232.
- Rózsa, L., Rékási, J. & Reiczigel, J. (1996): Relationship of host coloniality to the population ecology of avian lice (Insecta: Phthiraptera). – *J. Anim. Ecol.*, **65**: 242–248.
- Sandin, S. A. & Pacala, S. W. (2005): Fish aggregation results in inversely density-dependent predation on continuous coral reefs. – *Ecology*, **86**: 1520–1530.
- Schönrogge, K., Stone, G. N. & Crawley, M. J. (1995): Spatial and temporal variation in guild structure – parasitoids and inquilines of *Andricus quercuscalicis* (Hymenoptera, Cynipidae) in its native and alien ranges. – *Oikos*, **72**: 51–60.
- Stiling, P. D. & Strong, D. R. (1982): Egg density and the intensity of parasitism in *Prokelisia marginata* (Homoptera, Delphacidae). – *Ecology*, **63**: 1630–1635.

- Walde, S. J. & Murdoch, W. W. (1988): Spatial density dependence in parasitoids. – *Annu. Rev. Entomol.*, **33**: 441–466.
- Williams, D. W. & Liebhold, A. M. (2000): Spatial scale and the detection of density dependence in spruce budworm outbreaks in eastern North America. – *Oecologia*, **124**: 544–552.

Spatial pattern and parasitisation of rose shrubs (*Rosa spp.*) by *Diplolepis rosae*

Zoltán László and Béla Tóthmérész

Department of Ecology, University of Debrecen, P. O. Box 71, H-4010, Debrecen, Hungary

Abstract: Aggregation is a biologically significant property of parasites, because distribution of parasites between hosts is usually aggregated: on a few hosts there are many parasites, while on the majority of hosts there are just a few. We studied the effect of changes in spatial pattern and density of rose shrubs on its parasitisation by *D. rosae* cynipid wasps. The study was made during two years on eight sample sites. Our results show that rose shrubs on high densities show uniform distribution, while on low densities they appear aggregated using discrepancy and patchiness indices. Aggregated pattern of rose shrubs has a negative correlation with aggregation of galls on shrubs. Spatial distribution of rose shrubs has an effect on parasitisation too, with growing aggregation increases the prevalence of *D. rosae*.

Key-words: aggregation, discrepancy, patchiness, prevalence, fitness, spatial pattern