



**Természetvédelmi prioritások meghatározása
Magyarország szárazföldi puhatestűinek elterjedési adatai alapján
(Mollusca, Gastropoda)**

**Conservation Prioritization Based on Distribution of Land Snails
in Hungary (Mollusca, Gastropoda)**

A doktori (PhD) értekezés tézisei – Outline of the PhD Thesis

Sólymos Péter – Péter Sólymos

Debreceni Egyetem – Debrecen University

Debrecen, 2005

**Természetvédelmi prioritások meghatározása Magyarország szárazföldi
puhatestűinek elterjedési adatai alapján (Mollusca, Gastropoda)**

A doktori (PhD) értekezés tézisei

Sólymos Péter

Témavezető:

Prof. Dr. Varga Zoltán

Debreceni Egyetem, Evolúciós Állattani és Humánbiológiai Tanszék

Külső konzulens:

Dr. Sümegi Pál

Szegedi Tudományegyetem, Földtani és Őslénytani Tanszék

Debreceni Egyetem

Debrecen, 2005

1. Bevezetés és célkitűzések

A természetvédelmi biológia célja a biológiai sokféleség megőrzése. Mivel a védelemre fordítható források korlátozottak, ezért a természetvédelmi tevékenység eredményességének növeléséhez elengedhetetlen a célobjektumok rangsorolása.

A fajok elterjedési adatait tartalmazó nagy léptékű adatbázisok mintavételi preferencialitásból fakadóan torzítottak. A (i) torzító hatásokat a (i1) területek és a (i2) fajok tulajdonságainak szempontjából elemeztem. Területi preferencialitás esetén azt vizsgáltam, (i1a) milyen különbségek mutathatók ki a tájegységek között, (i1b) milyen hatással van az emberi települések közelsége, és (i1c) a védett területek elhelyezkedése a gyűjtésintenzitásra. A fajok tulajdonságaiból fakadó preferencialitás esetén a fajok (i2a) eltérő gyakoriságának, és (i2b) észlelési valószínűségének hatásait elemeztem.

A szárazföldi csigák kezelhetően magas fajszerkezetéhez (világszerte mintegy 45 ezer, hazánkban 161 faj) – az élőhelyek pusztítása, átalakítása, a túlhasználat, valamint az idegenhonos fajok terjedése miatt – nagyfokú veszélyeztetettség társul. A szárazföldi csigák rossz aktív terjedőképessége miatt veszélyeztetettségük jól becsülhető a fajok ritkaságával, ami felhasználható (ii) a fajok rangsorolásához. A hazai szárazföldi csigafajok természetvédelmi szempontú (ii1) rangsorolását a globális elterjedés nagysága, a helyi gyakoriság és a hazai elterjedési adatok területi védettségének aránya alapján végeztem el.

A faj szintű védelem törvényi háttérét gyakran éri kritika a gyors elévülés és a gerinctelen állatcsoportok alulreprezentáltsága miatt, ezért a rangsorváltozók alapján vizsgáltam a (ii2) fajok védettségi státuszának megalapozottságát, és (ii3) ajánlásokat fogalmaztam meg a fajok védettségével kapcsolatban.

A területi védelem hatékonyságának maximalizálása a (iii) védett területek tervezése, illetve a meglévő védett területek kiegészítésére alkalmas

hiányelemzés révén valósítható meg. A területeket a hazai szárazföldi csigák elterjedési adatai alapján **(iii1)** rangsoroltam **(iii1a)** egyszerű rangsorok és a **(iii1b)** komplementer területek alapján. A **(iii2)** hiányelemzés során összevettem a kiválasztott területek és a védett területek elhelyezkedését. A területválasztás és a hiányelemzés eredményeinek tükrében **(iii3)** ajánlásokat fogalmaztam meg.

A fajgazdagság, a fajösszetétel és a ritka fajok elterjedésének nagyléptékű térbeli mintázata környezeti és történeti hatások eredménye. A biológiai sokféleséget létrehozó és az azt fenntartó tényezők ismerete nélkül hatékony természetvédelmi tevékenység nem végezhető hosszú távon. Ezért szükséges a mintázatok és az azok háttérében álló összefüggések ismerete **(iv)**. Az **(iv1)** állatföldrajzi mintázatok vizsgálatakor a **(iv1a)** területeket fajkészletük alapján hierarchikusan csoportosítottam és összevettem a területi csoportok fajgazdagságát, majd **(iv1b)** meghatároztam a területi csoportok jellemző fajait. A **(iv2)** mintázatok háttérében álló tényezők elemzése során a mintavételi hatások figyelembe vételével vizsgáltam a **(iv2a)** a jelenkori környezeti tényezők és a **(iv2b)** történeti hatások jelentőségét.

2. Anyag és módszer

A hazai szárazföldi puhatestűek elterjedési adatbázisa¹⁻⁴ 1052 darab, 10 km × 10 km-es UTM-rendszerű területi egységből (cellából) állt. Az elemzés során nem vettem figyelembe az édesvízi és a behurcolt fajokat, valamint a meztelen csigákat. Így 121 szárazföldi csigafaj recens előfordulási adatát használtam az elemzés során. Minden felhasznált forrás figyelembe vételével 704 (66,7%) UTM cellából rendelkeztem előfordulási adatokkal. A Magyar Természettudományi Múzeum (MTM) Mollusca-gyűjteménye⁴ 612 (58,2%) UTM cellából összesen 26023 múzeumi tétel (1 tétel = adott faj, adott időben és helyen történő gyűjtése) adatait tartalmazta. Az UTM cellákat földrajzi nagytájak szerint csoportosítottam (Tiszai Alföld, Dunai Alföld, Kisalföld,

Nyugat-magyarországi peremterületek, Dunántúli-dombság, Dunántúli-középhegység, Északi-középhegység).

(i) A gyűjtésintenzitás (100 km^2 -re eső ráfordítás MTM gyűjteményi tételekben kifejezve) területi különbségeit Kruskal-Wallis teszttel vizsgáltam. A térbeli preferencialitás hatásait Reddy és Dávalos⁵ munkáját követve elemeztem. A fajok tulajdonságaiból fakadó preferencialitás hatásainak elemzéséhez a fajokat országos gyakoriságuk és héjátmérőjük alapján becsült észlelési valószínűségük (faktorok) szerint osztályokba soroltam, majd ezeknek a gyűjtésintenzításra gyakorolt hatásait kétfaktoros általánosított lineáris modellel (GLM) vizsgáltam.

(ii) A hazai szárazföldi csigák ritkaságát a Mollusca ritkasági indexszel ($\text{MRI} = \text{GR} + \text{LF} + \text{SF}$) számszerűsítettem. Az elterjedési terület nagyságát (GR) 1-4-es skálán osztályoztam (a nagyobb pontszám szűkebb elterjedést jelent), a helyi gyakoriság (LF) értékelését a fajok hazai elterjedésének UTM adatai¹⁻⁴ alapján 1-5-ös skálán osztályoztam (a nagyobb pontszám kisebb relatív gyakoriságot jelent). A speciális tényező (SF) értéke 0 és 1 pont lehet (1 pontot kap egy faj, ha globális védelme szempontjából a hazai állomány elsőrendű fontosságú, vagy a helyi gyakoriságuk túlbecsült, más esetben a tényező értéke 0). Az elemzés során a speciális tényezővel korrigált helyi gyakoriság értékeket ($\text{LFC} = \text{LF} + \text{SF}$) is használtam.

A fajok hazai elterjedési adatainak területi védettségi arányát 1-4-es skálán a területi védettség pontszám (PBR) alapján vizsgáltam. Ez azt mutatja meg, hogy a faj hazai UTM-alapú elterjedési adatainak hány százalék nem esik egybe a védett területek elhelyezkedésével (a nagyobb pontszám kisebb területi védettséget jelent).

A hazai szárazföldi csigafajok védettségi státuszának magalapozottságát a MRI és a természetvédelmi prioritási index ($\text{CPI} = \text{MRI} \times \text{PBR}$) alapján elemeztem. Az MRI és CPI indexekre a kvartilis definíció⁶ alapján

meghatároztam a fajok legmagasabb pontszámot elérő 25%-át, majd összevettem a fajok prioritási és védettségi státuszát.

A védett és nem védett fajok GR, LFC és PBR pontszámait Mann-Whitney tesztel hasonlítottam össze. A védettségi státusz és a rangsorváltozók (GR, LFC és PBR) asszociáltságát bináris logisztikus regresszióval vizsgáltam.

(iii) A területek rangsorolásakor a legalább 5 fajt tartalmazó 10 km × 10 km-es UTM cellákat vettem figyelembe (512 darab). Minden cellára meghatároztam a fajgazdagságot (SR, a cellában előforduló fajok száma), a ritkasággal súlyozott fajgazdagságot (RS, a cellában előforduló fajok MRI pontjainak összege), a felső kvartilis fajok számát (SQ, a 7-10 MRI ponttal jellemezhető csigafajok száma), és egy többszempontú indexet ($SSQ = SR \times [SQ + 1]$). A hazai malakológiai forró pontok (hotspot-ok) kiválasztása az egyszerű rangsor és komplementer területek módszere alapján történt a rangsorváltozók (SR, RS, SQ, SSQ) felhasználásával⁷. A komplementer területek kiválasztásakor utólagos redundancia ellenőrzést alkalmaztam⁸. A hiányelemzést a kiválasztott cellák (forró pontok) és a védett területeket tartalmazó cellák egybeesésének vizsgálatával végeztem.

(iv) Az állatföldrajzi elemzéshez a gyűjtésintenzitás és a területi feltártság egyenetlenségei, valamint a vizsgált háttérváltozók nagyléptékű becslése miatt a 10 km × 10 km-es cellákat 49 db hozzávetőleg 50 km × 50 km-es egységekbe vontam össze (egy összevont egységben legalább 5 darab 10 km × 10 km-es UTM cella). Minden összevont cellában meghatároztam az összesített fajgazdagságot, a széles ($GR \leq 2$) és a szűk elterjedésű fajok ($GR \geq 3$) számát, a feltárt 10 km × 10 km-es UTM cellák összesített területét, a gyűjtésintenzitást (MTM adatok alapján, múzeumi tételek száma osztva az előfordulási adatok számával). Az összevont cellákban térképek⁹⁻¹⁰ alapján meghatároztam a meszes alapkőzet jelenlétét, a potenciális evapotranszpirációt, az évi besugárzás mennyiségét, az évi csapadékmennyiséget, a vegetációs időszak csapadékmennyiségét, az évi átlaghőmérsékletet, a januári és júliusi

átlaghőmérsékletet, a vegetációs időszak átlaghőmérsékletét, az évi hőingást, az átlagos tengerszint feletti magasságot, a topográfiai heterogenitást (a tengerszint feletti magasság varianciája) és a mezőgazdasági területek arányát.

Az összevont cellák hierarchikus osztályozását Sørensen-indexszel és eltérésnégyzet-összeg minimalizáló összevonással végeztem. A területi csoportokra jellemző karakterfajok azonosítása kvantitatív karakterfaj-elemzéssel (IndVal)¹¹ történt.

A hierarchikus osztályozás hat fő terület-csoportja között a fajgazdagság különbségeit GLM-mel teszteltem (területnagyság és gyűjtésintenzitás kovariánsként). A széles és szűk elterjedésű fajok számának különbségét Kruskal-Wallis tesztel vizsgáltam.

A fajgazdagság és a jelenkori környezeti tényezők kapcsolatát többszörös lineáris regresszióval vizsgáltam. A klímaváltozók információtartalmát az első két főkomponens (PCA) tengely értékeivel fejeztem ki. A fajgazdagság szignifikáns térbeli autokorrelációja nagyléptékű lineáris trendre utalt. Mivel a regressziós reziduálisok autokorrelációja nem volt szignifikáns, ezért ez a hatás statisztikailag nem torzította a regresszió-elemzés eredményét¹².

A páronkénti összehasonlítást paraméteres tesztek esetén legkisebb szignifikáns eltérés, nem-paraméteres tesztek esetén Mann-Whitney próbával végeztem, a szignifikancia szinteket téves elfogadási arány módszerrel¹³ korrigáltam. A kritikus szignifikancia szintet 0,05-nek választottam.

3. Eredmények

(i1a) A gyűjtésintenzitás regionális különbségeket mutatott, a Tiszai Alföld volt a legkevésbé, a Dunántúli-középhegység a legintenzívebben gyűjtött régió. A gyűjtésintenzitás az Alföldön szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a hegy- és dombvidéki területeken és a Kisalföldön.

(i1b) Az emberi települések térbeli elhelyezkedésének kimutatható hatása volt a gyűjtési adatok területi lefedettségére és a gyűjtésintenzitásra. A gyűjtési

adatokat tartalmazó 10 km × 10 km-es UTM cellák legközelebbi városmagtól mért távolsága szignifikánsan kisebb volt, mint ahogy az a véletlenszerű elhelyezkedés esetén várható.

(i1c) A fajok gyűjtésintenzitása magasabb volt a védett területek elhelyezkedésével egybeeső 10 km × 10 km-es UTM cellákon belül, mint azokon kívül.

(i2a) A fajok gyakoriságának és észlelési valószínűségének együttes hatása a fajok gyűjtésintenzitásra szignifikáns volt, a gyakoriság önmagában marginálisan szignifikáns, a foghatóság önmagában szignifikáns hatással volt a gyűjtésintenzitásra, a két faktor közötti kölcsönhatás szignifikáns volt. A páronkénti összehasonlítás során a gyakorisági kategóriák közötti különbség nem volt szignifikáns. A legritkább kategóriában kiugró gyűjtésintenzitást mutató fajok: *Spelaeodiscus triarius*, *Pagodulina pagodula*, *Pomatias rivulare*, *Helicigona planospira*, és *Hygromia kovacsi*.

(i2b) A 3 mm-nél kisebb héjátmérőjű (kisebb észlelési valószínűségű) csigafajok gyűjtésintenzitása szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a 15 mm-nél nagyobb (nagyobb észlelési valószínűségű) fajoké. A 3-6,5 mm héjátmérőjű fajok között két faj (*Spelaeodiscus triarius* és *Pagodulina pagodula*) kiugró gyűjtésintenzitás értéket mutatott.

(ii1) A hazai szárazföldi csigafajok legtöbbje 5-6 MRI pontszámmal jellemezhető, több biogeográfiai régióban előfordul (GR = 2) és az adatokat tartalmazó UTM cellák 5-15%-ban található meg (LF: 3-4 pont). A MRI alapján 31 faj esett a felső 25%-ba (7-10 MRI pont), amiből 16 (51,6%) faj védett. A CPI alapján a legmagasabb pontszámú 25%-ba (14-40 CPI pont) 27 faj tartozott, miből 13 (48,2%) faj védett. Az MRI pontok alapján legritkább 31 faj közül 10 faj a területi védettséget is figyelembe véve nem tartozott a legmagasabb CPI pontszámú 27 faj közé. Az GR és a LFC pontszámok között szignifikáns pozitív, a PBR és GR, illetve a PBR és a LFC pontszámok között szignifikáns negatív korrelációt találtam.

(ii2) A védett fajok GR és LFC pontszámai szignifikánsan magasabbak voltak, mint a nem védett fajok pontszámai. A védett és nem védett fajok PBR pontszámai között nem volt szignifikáns különbség. Az GR és LFC pontszámok szignifikáns nem-random pozitív asszociáltságot mutatott a védettségi státusszal. A PBR pontszámok és a védettségi státusz közötti asszociáció nem volt szignifikáns.

(ii3) A ritka és nem védett *Helicigona planospira* (MRI = 8, CPI = 32) elterjedési adatainak 75%-a található védett területeken kívül. A faj védetté nyilvánítása ritkaság és területi védettség alapján erősen indokolt, állományai monitorozást igényelnek. További kilenc nem védett faj (*Aegopis verticillus*, *Semilimax semilimax*, *Trichia erjavecii*, *Trichia filicina*, *Perforatella umbrosa*, *Aegopinella ressmanni*, *Helicopsis striata*, *Vallonia enniensis* és *Helicodonta obvoluta*) az MRI pontok alapján nem minősült ritkának (MRI < 7 pont), de elterjedési adatainak több mint 25%-a található védett területeken kívül. A kilenc faj védetté nyilvánítása a magas területi védettség pontszámok alapján indokolt, állományaik monitorozást igényelnek.

(iii1a) Az egyszerű rangsorolással kiválasztott felső 5%-hoz tartozó cellák területe – a rangsorváltozótól függetlenül – nem tartalmazta az összes vizsgált hazai szárazföldi csigafaj (121 darab) legalább egy elterjedési adatát. A SR és RS értékeken alapuló egyszerű rangsor alkalmazásakor hét ritka faj nem volt jelen a kiválasztott cellák területén (*Pomatias rivulare*, *Pseudofusulus varians*, *Balea stabilis*, *Oxychilus hydatinus*, *Hygromia kovacsi*, *Helicigona banatica*, *Helicigona planospira*). A SQ és SSQ indexen alapuló egyszerű rangsorolás alkalmazásakor két-két ritka faj nem fordult elő a cellák területén (rendre, *Pomatias elegans*, *Helicigona planospira*, és *Pseudofusulus varians*, *Helicigona planospira*). Az egyszerű rangsorok eredmény cellái közül a legtöbb hegyvidéki területekre esett, alföldi területeken viszonylag kevés cella került kiválasztásra. Az egyszerű rangsorok fajtelítődési görbéje közel lineáris képet mutatott, és

nagyobb (> 20) cellaszámnál valamivel kisebb, vagy azonos volt a fajtelitődés üteme, mint azt véletlenszerűen kiválasztott cellák alapján várnánk.

(iii1b) A komplementer területek módszere segítségével az összes elemzett csigafaj előfordulásait tartalmazó cellák az ország 1,1-1,3%-át adták. Redundancia ellenőrzés után az összes rangsorváltozó hasonló eredményt adott a kiválasztott cellák számát tekintve. A legtöbb redundáns cellát a felső kvartilis fajok számán alapuló algoritmus eredményezte. A komplementer területek térbeli eloszlása a hegyvidékek és az alföldi területek között egyenletes volt. A komplementer területek fajtelitődése meredeken emelkedő mintázatot mutatott és szignifikánsan eltért a véletlenszerűen kiválasztott cellák alapján várható fajtelitődési görbétől.

(iii2) A védett területeket tartalmazó UTM cellák területén az összes vizsgált hazai csigafaj előfordult. Ezzel szemben a kiválasztott forró pontok és a védett területek elhelyezkedése nem teljes mértékben volt átfedő. A nem védett „forró pontok” aránya 7,1-17,3% között változott a területválasztási módszertől függően.

(iii3) Az egyszerű rangsor szerint kiválasztott cellák területén néhány faj nem védett területeken vett reprezentáltsága elérte a hazai elterjedési adatainak 25%-át, vagy annál többet (pl. *Discus ruderratus* a DU11 cellában, *Helicigona banatica* az EU96 és ES27 cellákban és *Hygromia kovacsi* az ES17 és ES27 cellákban). A komplementer területek módszere alapján a nem védett forró pontok a Szigetközben (XP71 és XP80 cellák) és Békés-megyében (ES17 és ES27 cellák) helyezkedtek el. Az említett cellák bizonyos területeinek védetté nyilvánítása ritka fajok (*Aegopinella nitens*, *Helicigona banatica*, *Hygromia kovacsi*) előfordulásai alapján indokolt.

(iv1a) A 49 összevont cella hierarchikus osztályozása első szinten az alföldi, illetve hegy- és dombvidéki területek fajösszetételének különbözőségét mutatta. Az alföldi területek további osztályozása nem adott egységes területi csoportokat. A hegy- és dombvidékek további két csoportra oszthatók: az elsőbe

a Nyugat-magyarországi peremterületek, az Északi-középhegység és az Alföld északkeleti része, a másodikba a Dunántúli-középhegység, a Mecsek, a Gödöllői-dombság és a Cserhát tartozik. A hierarchikus osztályozás alapján kialakított hat területcsoport összesített fajgazdagsága a kovariánsokat (területnagyság, gyűjtésintenzitás) figyelembe véve szignifikánsan eltért. A kovariánsok hatása szignifikáns volt. Az összesített fajgazdagság az alföldi területeken volt a legalacsonyabb, a dombvidékeken közepesen magas, és a hegyvidékeken a legmagasabb. A széles elterjedésű fajok száma az összesített fajgazdagsághoz hasonló szignifikáns területi különbségeket mutatott. A szűk elterjedésű fajok száma az Északi-középhegységben volt kiugróan magas.

(iv1b) A karakterfaj-elemzés alapján 33 faj az egész ország területére (általános fajok csoportja), 26 faj a hegy- és dombvidékekre (hegy- és dombvidéki fajok csoportja), 62 faj a kisebb területegységekre (regionális karakterfajok csoportja) volt jellemző. A történeti hatásokat jelző szűk elterjedésű fajok mindegyike a regionális karakterfajok közé tartozott magas indikátor (IndVal) értékkel.

(iv2a) A tájegységek között tapasztalható fajösszetétel- és fajgazdagságbeli eltérések kialakításában elsődleges a klíma hatása. Az összesített fajgazdagság a klímaváltozók 1. PCA tengelyével szignifikáns negatív, a gyűjtésintenzitással, a meszes alapkőzet jelenlétével és a területnagysággal szignifikáns pozitív kapcsolatot mutatott. A többi vizsgált változó hatása nem volt szignifikáns.

(iv2a) A két fő területcsoporton belüli regionális különbségek nem minden esetben mutatkoztak meg a fajgazdagságban. A fajösszetétel regionális különbségeinek kialakításában a történeti hatások szerepe volt az elsődleges, ami a szűk elterjedésű regionális karakterfajok előfordulásaival volt jellemezhető. A hegy- és dombvidéki területek esetén az elkülönülés alpin-kárpáti (Északi-középhegység és Nyugat-magyarországi peremterületek) és délies-illír (Dunántúli-középhegység és dombvidékek) hatásokra volt

visszavezethető. A történeti hatások az Északi-középhegységben jelentkeztek legerőteljesebben.

4. Hivatkozott irodalom

- ¹Pintér, L. *et al.*, 1979. *A magyarországi recens puhatestűek elterjedése*. TIT Bács-Kiskun megyei szervezete, Baja. ²Pintér, L. & Szigethy, A.S., 1979. *Soosiana* **7**: 97-108. ³Pintér, L. & Szigethy, A.S., 1980. *Soosiana* **8**: 65-80. ⁴Fehér, Z. & Gubányi, A., 2001. *A magyarországi puhatestűek elterjedése. Az MTM puhatestű gyűjteményének katalógusa*. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest. ⁵Reddy, S. & Dávalos, L.M., 2003. *J. Biogeogr.* **30**: 1719-1727. ⁶Gaston, K.J., 1994. *Rarity*. Chapman & Hall, London. ⁷Williams, P. *et al.*, 1996. *Conserv. Biol.* **10**: 155-174. ⁸Csuti, B. *et al.*, 1997. *Biol. Conserv.* **80**: 83-97. ⁹Pécsi, M. *ed.*, 1989. *Magyarország nemzeti atlasza*. Cartographia, Budapest. ¹⁰Ángyán, J. *et al.*, 2001. *Magyarország földhasználati zónarendszerének kidolgozása a EU-csatlakozási tárgyalások megalapozásához*. Gödöllői Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, <http://www.ktg.gau.hu/~podma/zona/>. ¹¹Dufrêne, M. & Legendre, P., 1997. *Ecol. Monogr.* **67**: 345-366. ¹²Diniz-Filho, J.A.F. *et al.*, 2003. *Global Ecol. Biogeogr.* **12**: 53-64. ¹³Benjamini, Y. *et al.*, 2001. *Behav. Brain Res.* **125**: 279-284.

5. A doktori értekezés témakörével kapcsolatos publikációk*

Idegen nyelvű referált (SCI) folyóiratban megjelent lektorált szakcikkek

Sólymos, P., in press. Are current protection of land snails in Hungary relevant to conservation? *Biodiversity and Conservation* **(ii)**

Sólymos, P. & Fehér, Z., 2005. Conservation prioritization using land snail distribution data in Hungary. *Conservation Biology*, **19**: 1084-1094. **(ii, iii)**

* A publikációk után zárójelben a tézisek vonatkozó pontjai találhatóak.

Magyar nyelvű nem referált folyóiratban megjelent lektorált szakkikk

Sólymos, P., 2004. Magyarország szárazföldi Mollusca-faunájának ritkaságon alapuló értékelése és alkalmazási lehetőségei. *Természetvédelmi Közlemények*, **11**: 349-358. (ii)

Ismeretterjesztő munka

Sólymos, P., 2005. Hátukon a házuk - Keménykötésű puhatestűek. *Természet Búvár*, **2005/5**: 16-18. (ii, iii)

Konferencia összefoglalók

Fehér, Z., Sólymos, P., Gubányi, A., Varga, A., Majoros, G., Suara, R. & Erőss, Z.P., 2004. The Hungarian National Mollusc Database and its use in practical conservation biology. In: Stloukal, E. & Kalúz, S. eds., *Book of abstracts. Fauna Carpathica Meeting 2004*, Smolenice, Slovakia. pp. 14-15. (ii, iii)

Sólymos, P., 2002. Magyarország szárazföldi Mollusca-faunájának ritkaságon alapuló értékelése és alkalmazási lehetőségei. In: Lengyel, Sz., Szentirmai, I., Báldi, A., Horváth, M., & Lendvai, Á.Z. eds., *Az I. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia Program és Absztrakt kötete*, Sopron, p. 197. (ii)

Sólymos, P. & Fehér, Z., 2003. Fajgazdagság és ritkaság Magyarország szárazföldi Mollusca-faunájában. 6. *Magyar Ökológus Kongresszus, Előadások és posztterek összefoglalói*, Gödöllő. p. 232. (ii, iii)

Sólymos, P. & Fehér, Z., 2003. Ritkaság, fajgazdagság és forró pontok a hazai csiga-faunában. *Pro Scientia Aranyérmesek VI. Konferenciája, Meghívó és program*, Miskolc. pp. 53-54. (ii, iii)

Sólymos, P., Nagy, A., Vilisics, F., Fehér, Z., Hornung, E. & Rácz, I.A., 2004. Nagyléptékű elterjedési adatok hibái és természetvédelmi jelentősége (Mollusca, Orthoptera). *Szegedi Ökológus Napok, Előadások és posztterek összefoglalói*, Szeged. p. 25. (i)

**Conservation Prioritization Based on Distribution of Land Snails
in Hungary (Mollusca, Gastropoda)**

Outline of the PhD Thesis

Péter Sólymos

Supervisor:

Prof. Dr. Zoltán Varga

Department of Evolutionary Zoology and Human Biology, Debrecen University

Consulting tutor:

Dr. Pál Sümegi

Department of Geology and Paleontology, Szeged University

Debrecen University

Debrecen, 2005

1. Introduction and Aims of the Study

Conservation biology aims the preservation of biodiversity. Resources for the conservation of species diversity are always limited, thus, to maximize the benefits of any actions it is advisable to focus on the highest conservation priorities.

Large scale data of the distribution of species are biased by preferential sampling. I analyzed these **(i)** biases due to the characteristics of the **(i1)** areas and the **(i2)** species. Concerning geographical biases, I examined **(i1a)** regional differences in sampling intensity and the effects of the location of **(i1b)** cities and **(i1c)** protected areas on spatial sampling intensity. For taxonomical biases, I analyzed the effects of **(i2a)** local frequency and **(i2b)** detection probability on sampling intensity of the species.

Land snails are diverse group (ca. 45000 species worldwide, 161 species in Hungary) and facing an unprecedented survival crisis resulting from the loss and destruction of habitats, overexploitation and invasive species. Due to their poor dispersal capability, rarity relates to vulnerability and it is important in **(ii)** establishing species-based conservation priorities. I **(ii1)** prioritized Hungarian land snail species based on global range size, local frequency, and unprotected proportion of the species' Hungarian range.

Legal instruments for species conservation have been criticized because these possess considerable delay and because invertebrates are highly underrepresented. For these reasons I **(ii2)** investigated whether the protection of land snail species is well founded, and I **(ii3)** made recommendations for conservation based on these results.

Recently, **(iii)** site selection algorithms and gap analysis have been used to identify indicative sets of potential conservation areas or to review and strengthen existing reserves. I sought to **(iii1)** establish conservation priorities among areas based on the distribution of land snails. National hotspots were

determined based on (iii1a) simple ranking and (iii1b) complementarity. Using (iii2) gap analysis, I compared the localization of the hotspots in relation to existing protected areas. I (iii3) made recommendations for conservation based on the results of the site selection and gap analysis.

Large scale patterns of species richness, species composition and distribution of rare species are results of historical and contemporary environmental factors. Saving the biota requires greater efforts to preserve not only the pattern of biodiversity but also the processes and mechanisms that generate and maintain it. Thus, we need information on both the (iv) patterns and the underlying mechanisms. As part of the (iv1) analysis of the zoogeographical patterns, I (iv1a) hierarchically classified areas according to species composition, and compared regional variation in species richness. Further, (iv1b) I identified species that are characteristic to branching points of the classification hierarchy. I analyzed (iv2) the correlates of the patterns of species richness. Besides the effects of sampling intensity and area, I analyzed the significance of (iv2a) environmental and (iv2b) historical factors.

2. Materials and Methods

The distribution data base of the Hungarian land snails¹⁻⁴ consisted of 1052 10 km × 10 km UTM grid cells. Aquatic molluscs, introduced species, and slugs were excluded. I used recent distribution of 121 land snail species from 704 (66.7%) UTM cells. The Mollusca collection of the Hungarian Natural History Museum⁴ (HNHM) contained 26023 museum lots (lot = collection data of a species from a site) from 612 (58.2%) UTM cells. I clustered the UTM grid cells into main geographical units (Tisza Plain, Danube Plain, Small Plain, Western Marginal Area, Transdanubian Hills, Transdanubian Mountains, Northern Mountains).

To analyze the (i) regional variation in sampling intensity (number of HNHM lots per 100 km²) I used Kruskal-Wallis test. My approach to test the

effects of geographical biases on sampling intensity followed Reddy and Dávalos⁵. I used two-way generalized linear model (GLM) to test the effects of taxonomical biases on sampling intensity. I grouped the species according to their local frequency and detection probability (expressed as shell diameter), and I used these grouping variables as factors in the GLM thereafter.

(ii) The rarity of the Hungarian land snail species was assessed by using the mollusc rarity index ($MRI = GR + LF + SF$). This index included global size of the geographical range (GR; 1-4 scale from wide to narrow range), local frequency of occurrence (LF; 1-5 scale from common to rare) according to the Hungarian UTM grid data¹⁻⁴, and a correction factor (SF; the value was 1 point if the Hungarian conservation was essential for the global conservation of a species, or the local frequency estimate was overestimated; otherwise, the value of the correction factor was zero). In the analyses I used the local frequency scores corrected by the special factor ($LFC = LF + SF$).

I examined the protection of the species' Hungarian occurrences by current reserves based on the protection-by-reserves scores (PBR). PBR scores were determined as percentage of the number of occupied grid cells not containing protected areas (1-4 scale from low to high percentage of unprotected occurrences).

I revised the protection status of the Hungarian land snail species based on MRI and the conservation priority index ($CPI = MRI \times PBR$). I used the quartile definition of rarity⁶ to determine the highest priority species falling in the upper 25% range of the MRI and CPI scores. Priority status and protection status was compared to evaluate the conservation relevance of current legislation of species protection.

The GR, LFC and PBR scores of the protected and unprotected land snails were compared with the Mann-Whitney test. The association between the protection status of the species and the variables used for prioritization (GR, LFC and PBR) was analyzed with binary logistic regression.

(iii) I prioritized areas by using grid cells containing at least 5 species (512 out of 1052 cells). I determined species richness (SR; the number of species of land snails recorded in each cell), sum of rarity scores (RS; the sum of MRI scores of the species in each cell), 25% rarest species richness (SQ; the number of species in the upper quartile of all species with MRI scores 7-10), and a multiple-criteria index ($SSQ = SR \times [SQ + 1]$). I selected malacological hotspots by simple ranking and complementary areas methods based on the variables SR, RS, SQ, and SSQ⁷. I performed a redundancy check to improve the performance of heuristic algorithms⁸. Then I performed a gap analysis to examine the coincidence of existing reserves and selected hotspots.

(iv) For the zoogeographical analysis, the 10 km × 10 km grid cells were merged into 49 units of ca. 50 km × 50 km squares due to the inconsistencies of spatial coverage and sampling intensity, and large scale estimation of the background variables. Each unit contained at least five 10 km × 10 km UTM grid cells. In all the 49 units, I determined total species richness, number of species with wide ($GR \leq 2$) and narrow ($GR \geq 3$) geographical ranges, total area of the explored 10 km × 10 km UTM cells, sampling intensity (number of HNHM lots per number of species occurrence data). I used maps⁹⁻¹⁰ to determine presence of calcareous substrate, annual potential evapotranspiration, annual amount of insolation and precipitation, amount of precipitation in the growing season, mean annual temperature, mean temperature in January and July, mean temperature of the growing season, annual temperature range, mean elevation, topographical heterogeneity (variance of elevation), and the proportion of agricultural areas in each 50 km × 50 units.

For the hierarchical classification of the areas I used Sørensen index of similarity and Ward's fusion algorithm. Species that are characteristic to the branching points of the classification hierarchy were identified by the indicator value (IndVal) method¹¹.

I used GLM to test the differences in species richness among the six main clusters of the classification with area and sampling intensity as covariates. Differences in the number of the species with wide and narrow geographical ranges were analyzed by Kruskal-Wallis test.

I explored the effect of contemporary environmental factors on species richness by backward stepwise multiple linear regression. Climatic variables were subjected to principal component analysis (PCA), I used the first two axes in the regression to avoid multicollinearity. Species richness possessed significant spatial autocorrelation, which may inflate Type I error in statistical analyses. Spatial autocorrelation was not detectable in the regression residuals, indicating that the independent variables explained all spatial structure in the data and the significance level of the regression was not biased¹².

I used least significant difference test after parametric, and Mann-Whitney test after non-parametric analyses to make pairwise multiple comparisons. Levels of significance were corrected by the false discovery rate method¹³. I chose alpha level 0.05.

3. Results

(i1a) Sampling intensity showed regional variation, it was lowest in the Tisza Plain and highest in the Transdanubian Mountains. Sampling intensity was significantly lower in the Tisza and Danube Plains than in the Small Plain, hills and mountains.

(i1b) The location of cities had effect on the spatial consistency and sampling intensity of the data. The distance of the 10 km × 10 km UTM cells containing occurrence data from the nearest city center was significantly shorter than expected under random spatial arrangement of the data.

(i1c) Sampling intensity of the species was higher inside of 10 km × 10 km UTM cells containing protected areas than outside of those.

(i2a) Local frequency and detection probability of the species had significant effect on sampling intensity of the species. The effect of local frequency alone was marginally significant, that of the detection probability was significant, and the interaction of the two factors was also significant. Based on pairwise comparisons, the difference among frequency classes was not significant. Although, some species (*Spelaeodiscus triarius*, *Pagodulina pagodula*, *Pomatias rivulare*, *Helicigona planospira*, and *Hygromia kovacsi*) possessed high sampling intensity in the rarest frequency class.

(i2b) Sampling intensity of the snail species smaller than 3 mm (low detection probability) was significantly lower than that of the species bigger than 15 mm (high detection probability). Two species (*Spelaeodiscus triarius* and *Pagodulina pagodula*) falling into the size class 3-6.5 mm showed high sampling intensity values.

(ii1) Most of the Hungarian land snails had MRI scores 5-6, and most of them occurred in more than one biogeographical region (GR = 2) with 5-15% local frequency (3-4 LF score). Based on MRI scores, 31 species fell into the rarest 25% (7-10 MRI score), out of which 16 (51.6%) was protected. Concerning CPI scores, 27 species fell into the rarest 25% (14-40 CPI score), out of which 13 (48.2%) was protected. Ten species was rare according to MRI scores, although, these species fell out of the range of species with the 25% highest CPI scores. The correlation between GR and LFC scores was positive and significant, between PBR and GR, and PBR and LFC scores it was negative and significant.

(ii2) GR and LFC scores of the protected species were significantly higher than that of the unprotected species. PBR scores did not differ significantly between the two groups. Protection status showed significant non-random positive association with GR and LFC scores. The association between protection status and PB scores was not significant.

(ii3) 75% of the occurrence data of the rare and unprotected species *Helicigona planospira* (MRI = 8, CPI = 32) was located outside of protected areas. Legal protection of the species is highly recommended based on its rarity and PBR scores. Nine unprotected species (*Aegopis verticillus*, *Semilimax semilimax*, *Trichia erjavecii*, *Trichia filicina*, *Perforatella umbrosa*, *Aegopinella ressmanni*, *Helicopsis striata*, *Vallonia enniensis*, and *Helicodonta obvoluta*) was not rare according to MRI scores (MRI < 7), but more than 25% of the Hungarian occurrences was located outside of reserves. Thus, protection and monitoring of these species is recommended based on their high PBR scores.

(iii1a) The simple ranking method with the 5% limit of the grid cells resulted in grid-cell combinations that failed to represent all 121 Hungarian land snail species involved in the analysis, regardless of the index used. Simple ranking based on SR and RS scores failed to represent seven rare species (*Pomatias rivulare*, *Pseudofusulus varians*, *Balea stabilis*, *Oxychilus hydatinus*, *Hygromia kovacsi*, *Helicigona banatica*, *Helicigona planospira*). Simple ranking based on SQ and SSQ scores failed to represent two rare species (*Pomatias elegans*, *Helicigona planospira*, and *Pseudofusulus varians*, *Helicigona planospira*, respectively). The simple-ranking method identified hotspots mainly in the mountain areas with few hotspots in the lowlands. The shape of the species accumulation curve of the simple ranking method was nearly linear. At high numbers (>20) of pooled UTM cells, simple ranking method performed worse than the average curve of randomly chosen cells.

(iii1b) Complementary areas method captured all the snail species in 1.1–1.3% of the total area of Hungary. With redundancy check, all four algorithms showed similar results with few grid cells chosen. The algorithm based on SQ performed worse with the highest number of redundant grid cells. The complementary areas method revealed hotspots more evenly distributed among the lowland and the highland areas. The shape of the species accumulation curve

of the complementary areas method was steeply increasing, and it differed significantly from the average curve of randomly chosen cells.

(iii2) The UTM grid-cells containing protected areas represented all the Hungarian land snail species. However, the locations of the protected areas and the hotspots identified by different area-selection methods did not necessarily overlap. The proportion of unprotected areas in the selected hotspots varied between 7.1% and 17.3%.

(iii3) The representation of some species reached 25% or more of the Hungarian distribution in unprotected hotspots based on simple ranking (e.g., *Discus ruderratus* in cell DU11, *Helicigona banatica* in cells EU96 and ES27, and *Hygromia kovacsi* in cells ES17 and ES27). Based on the complementary areas method unprotected hotspots in the Szigetköz area (cells XP71 and XP80) and in Békés County (cells ES17 and ES27) should be considered for protection based on the occurrence of rare species (*Aegopinella nitens*, *Helicigona banatica*, *Hygromia kovacsi*).

(iv1a) Hierarchical clustering of the 49 spatial units revealed the separation of lowlands and highlands at the highest hierarchy level. Lower subdivisions of the lowland group were not spatially consistent. Subdivision of the highland cluster identified two consistent groups. First, the group of the Western Marginal Area, the Northern Mountains, and northeastern part of the Tisza Plain. Second, the group of the Transdanubian Mountains, the Mecsek Mountain, the Gödöllő Hills and the Cserhát Mountain. Total species richness differed significantly among the six main groups of the cluster hierarchy. The effects of covariates (area and sampling intensity) were significant. Total species richness was lowest in the plains, intermediate in the hills, and highest in the mountains. Regional variation in the number of species with wide ranges was similar to the pattern of total species richness. The number of species with narrow ranges was exceptionally high in the Northern Mountains.

(iv1b) The IndVal procedure identified 33 species characteristic to the whole country (general species), 26 species characteristic to the highland areas (highland species), and 62 species characteristic to smaller regions (regional species). All the species with narrow ranges were regional species with high indicator values.

(iv2a) Climate had primary impact on the variation of species richness and species composition among regions. Climate (1st PCA axis) had significant negative, and sampling intensity, presence of calcareous substrate and area had significant positive effect on total species richness. The effect of other analyzed variables was not significant.

(iv2b) Regional differences of species richness within the two main clusters of areas were not pronounced. Historical factors contributed to regional differences of species composition as expressed by the occurrence of the regional species with narrow ranges. Concerning highlands, the subdivision reflects alpine-carpathian (in the Northern Mountains and the Western Marginal Area) and southern-illyric (in the Transdanubian Mountains and Transdanubian Hills) effects. Historical factors were most expressed in the Northern Mountains.

4. Literature Cited

¹Pintér, L. *et al.*, 1979. *Distribution of the recent Mollusca of Hungary*. TIT Bács-Kiskun megyei szervezete, Baja. ²Pintér, L. & Szigethy, A.S., 1979. *Soosiana* **7**: 97-108. ³Pintér, L. & Szigethy, A.S., 1980. *Soosiana* **8**: 65-80. ⁴Fehér, Z. & Gubányi, A., 2001. *The distribution of Hungarian Molluscs. The catalogue of the Mollusca Collection of the Hungarian Natural History Museum*. Hungarian Natural History Museum, Budapest. ⁵Reddy, S. & Dávalos, L.M., 2003. *J. Biogeogr.* **30**: 1719-1727. ⁶Gaston, K.J., 1994. *Rarity*. Chapman & Hall, London. ⁷Williams, P. *et al.*, 1996. *Conserv. Biol.* **10**: 155-174. ⁸Csuti, B. *et al.*, 1997. *Biol. Conserv.* **80**: 83-97. ⁹Pécsi, M. *ed.*, 1989. *National atlas of Hungary*. Cartographia, Budapest. ¹⁰Ángyán, J. *et al.*, 2001. *Landuse system of*

Hungary. Working out of the land-use zone system for Hungary in the interest of the discussions for accession to the European Union. Gödöllő Agricultural University, Gödöllő, Available from http://www.ktg.gau.hu/~podma/zona/text_eng.html/. ¹¹Dufrêne, M. & Legendre, P., 1997. *Ecol. Monogr.* **67**: 345-366. ¹²Diniz-Filho, J.A.F. *et al.*, 2003. *Global Ecol. Biogeogr.* **12**: 53-64. ¹³Benjamini, Y. *et al.*, 2001. *Behav. Brain Res.* **125**: 279-284.

5. Publications Related to the Thesis*

Peer reviewed papers in international journals (SCI)

Sólymos, P., in press. Are current protection of land snails in Hungary relevant to conservation? *Biodiversity and Conservation* (**ii**)

Sólymos, P. & Fehér, Z., 2005. Conservation prioritization using land snail distribution data in Hungary. *Conservation Biology*, **19**: 1084-1094. (**ii, iii**)

Peer reviewed paper in Hungarian journal

Sólymos, P., 2004. The assessment of the Hungarian land molluscs based on their rarity, and its applications. *Természetvédelmi Közlemények*, **11**: 349-358. (in Hungarian with English abstract) (**ii**)

Popular paper in magazine

Sólymos, P., 2005. Hátukon a házuk - Keménykötésű puhatestűek. *Természet Búvár*, **2005/5**: 16-18. (in Hungarian) (**ii, iii**)

Conference abstracts

Fehér, Z., Sólymos, P., Gubányi, A., Varga, A., Majoros, G., Suara, R. & Erőss, Z.P., 2004. The Hungarian National Mollusc Database and its use in practical conservation biology. In: Stloukal, E. & Kalúz, S. *eds.*, *Book of abstracts. Fauna Carpathica Meeting 2004*, Smolenice, Slovakia. pp. 14-15. (**ii, iii**)

*Numbers in parentheses indicate relevant points of the thesis.

- Sólymos, P., 2002. The assessment of the Hungarian land molluscs based on their rarity, and its applications. In: Lengyel, Sz., Szentirmai, I., Báldi, A., Horváth, M., & Lendvai, Á.Z. eds., *Abstracts of the 1st Hungarian Conservation Biological Conference*, Sopron, p. 197. (in Hungarian) (ii)
- Sólymos, P. & Fehér, Z., 2003. Species richness and rarity in the land snail fauna of Hungary. *Abstracts of the 6th Hungarian Congress of Ecology*, Gödöllő. p. 232. (in Hungarian) (ii, iii)
- Sólymos, P. & Fehér, Z., 2003. Rarity, species richness and hotspots in the snail fauna of Hungary. *Abstracts of the 6th Conference of the Pro Scientia Gold Medalists*, Miskolc. pp. 53-54. (in Hungarian) (ii, iii)
- Sólymos, P., Nagy, A., Vilisics, F., Fehér, Z., Hornung, E. & Rácz, I.A., 2004. Biases in large scale data bases of species distributions, and conservation implications (Mollusca, Orthoptera). *Abstracts of the Szeged Ecologists' Day*, Szeged. p. 25. (in Hungarian) (i)