

of the International Union of Game Biologists XXVII. Congress.
Uppsala. 304 pp.

29. **Horváth, Gy.** 2008: Kisemlős közösségek összetétele és szerkezete Dráva mentén különböző erdei élőhelyein. *DRAVA-INTERECO III.* Workshop, Pécsi Tudományegyetem, Pécs (előadás)
30. **Horváth, Gy.** 2008: Karakter rágcsálófajok populációdinamikai elemzése különböző erdei élőhelyeken. *DRAVA-INTERECO III.* Workshop, Pécsi Tudományegyetem, Pécs (előadás)
31. **Horváth, Gy.** és Borsics, J. 2008: Kisemlősök felmérése a NATURA 2000 hálózatba javasolt Haljevo területén. *DRAVA-INTERECO III.* Workshop, Pécsi Tudományegyetem, Pécs (előadás)

Kisemlős populációk paramétereinek becslése és modellezése

PhD értekezés tézisei

Horváth Győző

Témavezető:
Prof. Dr. Gallé László
egyetemi tanár

Környezettudományi doktori iskola

Szegedi Tudományegyetem

- 2008 -

1. Bevezetés

A „kisemlősök” terminológia a nem repülő, 1 kg-nál kisebb testtömegű teresztis emlősöket foglalja össze, melyek egyed, populáció, közösség és ökoszisztéma szintjén megfelelő objektumoknak bizonyultak elméleti ökológiai kérdések vizsgálatához, valamint a természetvédelmi gyakorlatban megfogalmazott hipotézisek teszteléséhez. Mivel magas abundancia értéket érhetnek el, lehetővé teszik a különböző mintavételi adatok széleskörű és robusztus statisztikai elemzéseit. Magyarországon a kisemlősökhöz 27 faj sorolható, melyek rendszertanilag a rovarrevő emlősök (*Insectivora*) és a rágcsálók (*Rodentia*) rendjébe tartoznak. Nagy egyedszámban fordulnak elő, egyes fajokra jellemző az időszakos gradáció, melyek így jelentős károkat okozhatnak a mezőgazdasági területeken. A túlszaporodó fajok populáció-fluktuációjának prognosztizálása mezőgazdasági szempontból is jelentős feladat. Más részük fontos rovarrevő, vagy a fauna ritka tagja.

Magyarország védett lombos erdői, vizes élőhelyei ökológiailag optimális területeknek számítanak, amelyek nagy produktivitással, dús és változatos makrovegetációval jellemezhetők, így biodiverzitásuk magas, számos kisemlős fajt találunk bennük. A dús aljnövényzetű erdőkben és e vizes területeken egyszerre sok kisemlős faj él együtt, ezért kiválóan alkalmasak ökológiai igényeik, élőhely-választásuk és -használatuk tanulmányozására, a fajok közötti (interspecifikus) kapcsolatok – pl. mikro-élőhely felosztás, versengés (kompetíció), ragadozó-zsákmány viszony – vizsgálatára. Másrészt természetvédelmi megközelítésben a kisemlősök faunisztikai, populációs és közösségi ökológiai vizsgálatával fontos információkat szerzünk egy adott élőhely természetvédelmi értékeléséhez, az élőhely minősítéséhez és adott esetben megfelelő kezelési terv elkészítéséhez. A kisemlősök jelentős szerepet

Dombos, M. és Lakner, G. (szerk.): *6. Magyar Ökológus Kongresszus. Előadások és poszterek összefoglalói*, Gödöllő 207 pp.

21. **Horváth, Gy.** 2004: Modellszelekcíós eljárások állatpopulációk fogás-visszafogás adatainak értékelésében. *Élettudományi Kutatások a Dunántúlon*. 2004. május 12. VEAB székház, Veszprém. (előadás)
22. **Horváth, Gy.** 2004: Kisemlősök mikrohabitat preferenciájának vizsgálata mozaikos élőhelyen. 2. *Szünzoológiai Szimpózium*. Budapest, Magyar Természettudományi Múzeum, 2004. március 8-9. In: Batáry, P., Báldi, A. és Dévai, Gy. (szerk.): *Előadások és poszterek összefoglalói*. 33. MÖTE, Szeged. (előadás). 33 p.
23. **Horváth, Gy.** 2006: Karakter kisemlős fajok populációdinamikája és térbeli eloszlása energiafüggő ültetvényen. *VII. Magyar Ökológus Kongresszus*. Budapest, 2006. szeptember 4-6. In: Szentesi, Á., Szövényi, G. és Török, J. (szerk.): *Előadások és Poszterek összefoglalói*, 88 p.
24. **Horváth, Gy.,** Csonka G., Kardos R., Sárfi N., Mányoki G. & Molnár D. 2006: Spatial pattern of small mammals in protected forest and reforestation area. *1st European Congress of Conservation Biology*. 22-26 August, 2006. Eger, Hungary. Book of Abstracts: 496 p.
25. Csonka, G. és **Horváth, Gy.** 2006: A pirók erdeiegér, *Apodemus agrarius*, mozgásmintázata és mikrohabitat-használata mozaikos élőhelyen. *VII. Magyar Ökológus Kongresszus*. Budapest, 2006. szeptember 4-6. In: Szentesi, Á., Szövényi, G., Török, J. (szerk.): *Előadások és Poszterek összefoglalói*, 47 p.
26. **Horváth, Gy.,** Borsics, J., Bogya, Z., Vincze, V. és Soós, N. 2007: Kisemlős közösségek vizsgálata a horvátországi Haljevo különböző vegetációs szerkezetű erdőterületein. *DRAVA-INTERECO II. Workshop*, Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatósága, Drávaszentés (előadás)
27. **Horváth, Gy.,** Futó, K., Pető, K., Néder, L., Szücs, L. és Kardos, R. 2007: Kisemlősök populáció és közösségi szintű monitorozása a Lankóci- (Magyarország) és a Répási-erdő (Horvátország) területén. *DRAVA-INTERECO II. Workshop*, Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatósága, Drávaszentés (előadás)
28. **Horváth, Gy.,** Gubányi, A., Csete, S., Dremmel, L. 2007: Microhabitat indication of small mammals in a degraded and a protected marshland area. In: Sjöberg, K. & Rooke, T. (eds.): Book of Abstracts

11. **Horváth, Gy.** & Trócsányi, B. 1999: Data on the autumn demography and range use of *Apodemus agrarius*. (Abstract) In: Program and Abstracts, 2nd International Wildlife Management Congress, Hungary, 28 June - 2 July, 1999, 62 p.
12. **Horváth, Gy.,** Wagner, Z. & Tölgyesi, M. 1999: The effect of sex and age on survival in three rodent populations in a forest reserve habitat. (Abstract) In: Program and Abstracts, 2nd International Wildlife Management Congress, Hungary, 28 June - 2 July, 1999, 62 p.
13. **Horváth, Gy.** 2000: Kisemlősök populációsztű monitorozása erdőrezervátumi puffterületen. *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung* 11/1, 70 p.
14. Wagner, Z. és **Horváth, Gy.** 2000: Két koegzisztens rágcsálópopuláció denzitásának hatása az erdei pocok, *Clethrionomys glareolus* túlélésére. *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung* 11/1, 176 p.
15. **Horváth, Gy.** 2001: Kisemlősök populáció és közösségi vizsgálata két ártéri erdőtípusban. II. *Dráva Konferencia*, MTA Pécsi Akadémiai Bizottság székháza, Pécs (előadás)
16. Csete, S., Schäffer, D. & **Horváth, Gy.** 2001: The impact of vegetation structure on the microhabitat preferences of three Rodentia in patchy habitat. In: *Vegetation and Ecosystem Functions*. 44th IAVS Symposium, Freising-Weihenstephan, Germany, 77 p.
17. **Horváth, Gy.** 2002: Kisemlős kutatások a Pécsi Tudományegyetemen. Magyar Biológiai Társaság Állattani Szakosztály 916. előadóülés, Budapest (előadás)
18. Kalmár, S. és **Horváth, Gy.** 2002: Két eltérő erdei habitat kisemlős közösségének összehasonlító szünbiológiai vizsgálata In: Lengyel, Sz., Szentirmai, I., Báldi, A., Horváth, M. és Lendvai, Á. Z. (szerk.): *Az I. magyar természetvédelmi biológiai konferencia program és absztrakt kötete*. Magyar Biológiai Társaság, Budapest 130 p.
19. **Horváth, Gy.** 2003: A MARK program alkalmazása kisemlősök metapopulációs megközelítésű vizsgálatában. Abstract. In: Dombos, M. és Lakner, G. (szerk.): *6. Magyar Ökológus Kongresszus. Előadások és poszterek összefoglalói*, Gödöllő 114 pp.
20. Oláh, Zs. és **Horváth, Gy.** 2003: A vöröshátú erdeipocok (*Clethrionomys glareolus*) téli túlélésének becslése és modellezése. Abstract. In:

töltenek be a fentebb említett élőhelyek közösségeiben, a trofikus kapcsolatok egyik meghatározó láncszemei, számos védett ragadozó madár és emlős táplálékállatai. Élőhely-választásuk minél szélesebb körű ismerete és az egyes élőhelyek faunisztikai leírása fontos alapvetési adatokat szolgáltat a különböző fajok ökológiai igényeinek alaposabb megismeréséhez, ami ezzel az értékes élőhelyek természetvédelmi kezelését és megőrzését is szolgálja.

A Dráva menti védett területek vonatkozásában a megmaradt különböző vegetáció struktúrájú erdei élőhelyek (puha- és keményfa ligeterdők) állapotának nyomon követésére a kisemlősök megfelelő indikátor csoportnak, így fontos monitorozási objektumoknak tekinthetők. A Dráva menti élőhelyeken egyrészt zavaró hatásként jelentkeznek a vízszint (közvetlenül a folyómenti ártéri erdőkben), illetve folyótól távolabb a talajvíz ingadozása, amely hatással van a kisemlősök kolonizációs-rekolonizációs folyamataira, a térbeli mintázatokra. A másik legfontosabb zavaró hatás a megmaradt erdők művelése. A Dráva felső szakasza mentén 2000-2006 között folytatott biodiverzitás monitorozás kiemelt projektjén belül a kisemlősök populáció és közösségi szintű monitorozása alprogramként működött. A horvát-magyar határmenti interregionális program keretében 2007-ben folytatni tudtuk ezt a monitorozási programot, amely során a magyarországi mintavételezést egy újabb, Horvátországban található erdőfragmentum vizsgálatával egészítettük ki. Így a vegetáció struktúra, az erdészeti kezelés, valamint a természetvédelmi beavatkozás szempontjából három különböző élőhelyen folytattuk a kisemlősök populáció és közösségi szintű monitorozását. A Drávamenti-síkság területén végzett kisemlős kutatásaink a koordinált biodiverzitás monitorozás, illetve már a Duna-Dráva Nemzeti Park megalakulása előtt elkezdődtek. 1994 óta több területen, többféle élőhely típusban csapdáztuk a kisemlősöket. A több mint tíz éves kutatási időszakot tekintve vannak több éves adatsoraink,

valamint a Dráva felső szakasza mentén egy-egy élőhely vonatkozásában azonban rövidebb periódusú mintavétel adataival rendelkezünk.

A kisemlős felmérések eredményeit jelen disszertáció két szünbiológiai téma (populációdinamikai és demográfiai változások, túlélés becslés és modellezés) alapján foglalta össze. Az első témakörben a gyakori fajok populációinak dinamikájával, a demográfiai változásokkal, a populációméret becslésével foglalkoztunk. Az abundancia időbeli változásának és becslésének értékelése mellett a dolgozat másodsorban kitért a túlélés becslésére és modellezésére, amely napjainkban a populációbiológia egyik leggyorsabban fejlődő területe. A kutatások egy része elsősorban szünfenobiológiai vizsgálatnak tekinthető, hiszen a fenti két szünbiológiai témában jelenségeket tártunk fel és az egyes populációbiológiai karakterisztikák tér-időbeli változását elemeztük. Több esetben azonban különböző háttérváltozók (pl. időjárás) tényezők, a vizsgált élőhelyek vegetációjának fizionómiai szerkezete) függvényében értékeltük a kapott adatainkat, így a feltárt jelenségeket a háttérváltozók figyelembevételével ok-okozati összefüggésben is vizsgáltuk.

2. Témafelvetés, célkitűzések és hipotézisek megfogalmazása

2.1 Populációdinamika és demográfiai változások

A kisemlős populációkra irányuló kutatásaink során a populációdinamika, illetve a demográfiai változások témakörében a disszertáció alapvetően két problémát érintett. Kitértünk a gyakori fajok populációdinamikájának hosszabb távú elemzésére, amely során értékeltük az éves mintázatok közötti különbségeket, a létszámváltozás fluktuációját, illetve a demográfiai változások sűrűségfüggését. Megfelelő mennyiségű csapdázási ráfordítású mintavétel

2. **Horváth, Gy.** 1997: Összehasonlító kisemlős faunisztikai vizsgálatok a Dráva mentén. *A Dráva természeti értékeiért kutatók konferenciája*. MTA Pécsi Akadémiai Bizottság székháza, Pécs (előadás)
3. **Horváth, Gy.** 1997: Egy erdei habitat rágcsálóközössége, különös tekintettel az *Apodemus agrarius* populációdinamikájára. *IV. Magyar Ökológus Kongresszus*, Pécs 86 p.
4. Tölgyesi, M. és **Horváth, Gy.** 1997: Kisemlős populációméret becslési eljárások két alkalmazott módszerének gyakorlati vizsgálata négy rágcsálófaj csapdázási adatai alapján. *IV. Magyar Ökológus Kongresszus*, Pécs 210 p.
5. **Horváth, Gy.** & Tölgyesi, M. 1998: Testing two capture-recapture models: Analysis of small mammal population dynamics in south Hungary (Abstract). In: Reig, S. (ed.): Abstracts *Euro American Mammal Congress*, Santiago de Compostella, 19-24 July, 1998, pp. 312-313.
6. **Horváth, Gy.** & Nagy, N. 1998: Spatial distribution of a rodent assemblage in a south Hungarian forest habitat (Abstract). In: Reig, S. (ed.): Abstracts, *Euro American Mammal Congress*, Santiago de Compostella, 19-24 July, 1998, 299 p.
7. **Horváth, Gy.**, Trócsányi B. és Mátics R. 1998: CMR analysis of home range size and overlap in the yellow-necked wood mouse *Apodemus flavicollis* in Baranya, Hungary (Abstract). In: Reig, S. (ed.): Abstracts, *Euro American Mammal Congress*, Santiago de Compostella, 19-24 July, 1998, 262 p.
8. **Horváth, Gy.** 1999: Spatio-temporal analysis of *Apodemus flavicollis* population in *Quercus robur-Carpinetum* forest habitat. (Abstract) In: Ylönen, H., Henttonen, H., Laajalahti, P. & Niemimaa, J. (eds.): Program and Abstracts *3rd European Congress of Mammalogy*, Jyväskylä, Finland, May 29 - June 2 1999, 130 p.
9. **Horváth, Gy.**, Wagner, Z., Tölgyesi, M. & Trócsányi, B. 1999: Effect of *Apodemus flavicollis* density on the survival of *Clethrionomys glareolus* in a forest habitat. (Abstract) In: Ylönen, H., Henttonen, H., Laajalahti, P. & Niemimaa, J. (eds.): Program and Abstracts *3rd European Congress of Mammalogy*, Jyväskylä, Finland, May 29 - June 2 1999, 131 p.
10. **Horváth, Gy.**, Pintér, V. & Kalmár, S. 1999: Changes in the rodent community structure in abandoned field habitat. (Abstract) In: Program and Abstracts, *2nd International Wildlife Management Congress*, Hungary, 28 June - 2 July, 1999, pp. 61-62.

5. **Horváth, Gy.,** Pintér, V. & Kalmár, S. 2001: Changes in the rodent community structure in abandoned field habitat. In Field, R., Warren, R. J., Okarma, H. & Sievert, P. S. (eds.): *Wildlife, Land, and People: Priorities for the 21ST Century* pp. 101-104.
6. **Horváth, Gy.,** Trócsányi, B. & Kalmár, S. 2001: Data on the autumn demography and range use of *Apodemus agrarius*. In Field, R., Warren, R. J., Okarma, H. & Sievert, P. S. (eds.): *Wildlife, Land, and People: Priorities for the 21ST Century* pp. 105-108.
7. **Horváth, Gy.** 2004: A kisemlősök szerepe a Dráva élővilágának monitorozásában. In: Sallai, Z. (szerk.): A Dráva táj természeti értékei. Nimfea Természetvédelmi Egyesület, Túrkeve pp. 110-144.
8. **Horváth, Gy. & Kovačić, D.** 2007: Protokol za praćenje populacija i zajednica sitnih sisavaca na staništima duž drave. In: Purger, J. J. (ed.): Priručnik za istraživanje bioraznolikosti duž rijeke Drave. Sveučilište u Peču, Pécs pp. 218-234.
9. **Horváth, Gy.,** Agić, I. J., Merdić, E., Tórizs, I. & Purger, J. J. 2007: Monitoring sitnih sisavaca na temelju istraživanja sastava gvalica sova. In: Purger, J. J. (ed.): Priručnik za istraživanje bioraznolikosti duž rijeke Drave. Sveučilište u Peču, Pécs pp. 203-217.
10. **Horváth, Gy.,** Borsics, J. & Purger, J. J. 2008: Habitat use of small mammals in disturbed patches of Haljevo forest in Croatia. University of Pécs, Pécs, 56 pp.
11. **Horváth, Gy.,** Futó, K., Petó, K., Szűcs, L., Néder, L., Kardos, R. & Sárkány, H. 2008: Community structure of small mammals in three different forest habitat in the Drava plain region. In: Purger, J. J. (ed.): Biodiversity studies along the Drava river. University of Pécs, Pécs pp. 287-302.
12. **Horváth, Gy.,** Futó, K., Petó, K., Szűcs, L., Néder, L., Kardos, R. & Sárkány, H. 2008: Population dynamics of dominant rodent species in three different forest habitats. In: Purger, J. J. (ed.): Biodiversity studies along the Drava river. University of Pécs, Pécs pp. 303-316.

Konferenciaszereplések, előadások

1. **Horváth, Gy.** 1996: Kisemlősök felmérése ártéri területen. XXXIX. *Országos Biológus Napok*, Pécs (előadás)

alapján elemeztük a zárt és a nyílt populációkra kidolgozott becslők együttes felhasználását jelentő kombinált (robosztus) módszer alkalmazását.

Az állatpopulációk méretének időbeli változásáról készített ökológiai tanulmányokban hosszúra nyúló vitatéma a belső denzitásfüggő, illetve a külső denzitás-független tényezők fontosságának megítélése, valamint a populációk ciklikusságának kérdése. A populációdinamika hosszabb távú időbeli mintázatát a Bükkháti-erdő területén gyakori fajként kimutatott sárganyakú erdeieger (*Apodemus flavicollis*), pirok erdeieger (*Apodemus agrarius*) és az erdei pocok (*Clethrionomys glareolus*) populációk esetében vizsgáltuk. Az 1994-2003 között végzett csapdázásos vizsgálatunk alkalmas volt e gyakori fajok demográfiai fluktuációjának elemzésére.

A Bükkháti-erdő mintaterületén a 10 éves felmérés populációdinamikai szempontú vizsgálatában az alábbi célkitűzéseket fogalmaztuk meg:

1. Értékelni a vizsgált síkvidéki gyertyános-tölgyes élőhelyen kimutatott három karakter faj (*A. flavicollis*, *C. glareolus* és *A. agrarius*) fogási paramétereinek - mint összes fogásszám, visszafogások száma és „minimum ismert egyedszám” (MNA) - időbeli változását.
2. A 10 éves havi adatok alapján autokorrelációs módszerrel megvizsgálni a három populáció demográfiai változásának időbeli mintázatát, amely kérdésben a fajokra vonatkozó eddigi közép-európai vizsgálatok nem mutattak ki szabályos ciklikusságot.
3. Az őszi és a tavaszi létszám közötti feltételezett összefüggés, vagyis a demográfiai változások sűrűségfüggésének elemzése.

Ebben az utóbbi kérdésben a következő null- és alternatív hipotézist állítottuk fel:

H₀: Az őszi létszámok nagysága alapvetően meghatározza a tavaszi sűrűséget, illetve ennek értelmében a téli létszámcsökkenés mértékét.

H_A: A kisemlősök éven belüli demográfiai változásának nagy variabilitása miatt hosszabb távon nem áll fenn az őszi és tavaszi létszámok között feltételezett lineáris összefüggés.

A véletlenszerű k -mintán alapuló fogás-visszafogás modellek használata kiinduló pontot jelentett a nyílt populációk elemzésében. A paraméterek becslésében - különösen a kisemlős kutatásokban - a direkt számlálásos módszerek mellett előtérbe kerültek a sztochasztikus modellek. A fogás-visszafogás adatok statisztikai feldolgozásának fejlődésében fontos irányvonalnak tekinthető a különböző mintavételi módszerek kombinációjának kifejlesztése. Ebbe az irányba tett első törekvés olyan konstrukciót dolgozott ki, amely a nyílt és a zárt populáció modelleket egy elemzésben kombinálta. A Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer (NBmR) programjainak megvalósításában, illetve a protokollok kidolgozásában a mintavételi ütemezés aktuális problémaként jelent meg a kisemlősök elevenfogó csapdázáson alapuló populáció szintű monitorozásának tervezésénél. Ennek megfelelően a Pollock-féle robusztus módszer alkalmazhatóságát vizsgáltuk, amely elemzéshez is a Bükkháti-erdő területén kimutatott három gyakori faj (*A. flavicollis*, *A. agrarius*, *C. glareolus*) adatait használtuk fel.

A Pollock-féle robusztus módszer elvének megfelelően az elsődleges mintavételek havonta történtek, amelyek között a populációk nyílnak tekinthetők, míg az öt mintavételi nap, mint másodlagos periódusok közötti rövid idő megengedte a populációk zártságának feltételezését. Ennek értelmében a kombinált becslési vizsgálatában a következő célokat fogalmaztuk meg:

11. **Horváth, Gy.** & Wagner, Z. 2003: Age- and density dependent survival in a yellow-necked wood mouse *Apodemus flavicollis* (Melch.) population of a forest habitat. *Tiscia* 34: 33-39.
12. **Horváth, Gy.**, Sárkány, H. és Molnár, D. 2004: Kisemlősök közösségi szintű monitorozása két erdei élőhelyen (Bükkháti-erdő - Baranya megye, Lankóci-erdő - Somogy megye). *Somogyi Múzeumok Közleményei* 16: 421-430.
13. **Horváth, Gy.**, Molnár, D. & Csonka, G. 2005: Population dynamics and spatial pattern of small mammals in protected forest and reforested area. *Natura Somogyiensis* 7: 191-207.
14. **Horváth, Gy.**, Schäffer, D., Molnár, D. és Pogány, Á. 2006: Kisemlősök populációs és közösségi vizsgálata két ártéri erdőtípusban. *Natura Somogyiensis* 9: 325-332.
15. **Horváth, Gy.**, Orbán, E., Futó, K., Sárfi, N., Kardos, R., Soós, N és Sárkány, H. 2008: Kisemlősök mikro-élőhely asszociáltsága védett zárt erdőben és újraerdősödő élőhelyen. *Somogyi Múzeumok Közleményei* 18: 125-134.

Könyvfejezetek, konferencia kötetekben megjelent esettanulmányok

1. **Horváth, Gy.** 1996: Kisemlősök faunisztikai és ökológiai vizsgálata gyöngybagoly köpetvizsgálatok és élvefogó csapdázás alapján. Egyetemi doktori értekezés, JPTE TTK, Pécs 177 pp.
2. **Horváth, Gy.** & Wagner, Z. 2000: Density estimation of two rodent populations using a trapping web and distance sampling method in Dráva lowland. In: Gallé, L. & Körmöczi, L. (eds.): *Ecology of River Valleys, Tiscia monograph*, Szeged pp. 53-59.
3. **Horváth, Gy.** 2001: Kisemlősök populációinak szünbiológiai vizsgálata a Dráva-menti síkság területén. In: Borhidi, A. és Botta-Dukát, Z. (szerk.): *Ökológia az ezredfordulón II. Esettanulmányok* MTA Budapest pp. 165-186.
4. **Horváth, Gy.**, Wagner, Z. & Tölgyesi, M. 2001: The effect of sex and age on survival in three rodent populations in a forest reserve habitat. In Field, R., Warren, R. J., Okarma, H. & Sievert, P. S. (eds.): *Wildlife, Land, and People. Priorities for the 21st Century* pp. 97-100.

A disszertáció témakörében készült tudományos munkák jegyzéke

Folyóiratokban megjelent tudományos közlemények

1. **Horváth, Gy.**, Mátics, R., Tölgyesi, M. és Trócsányi, B. 1996: Kisemlősök cönológiai vizsgálata egy erdei vegetációban a Dráva-menti síkság területén. *Vadbiológia* 5: 122-132.
2. **Horváth, Gy.**, Trócsányi, B., Tölgyesi, M. & Mátics, R. 1996: Contribution to striped field mouse *Apodemus agrarius* population dynamics in forest edge habitat. *Polish Ecological Studies* 22: 159-172.
3. **Horváth, Gy.** 1998: Population dynamics and trappability of rodent species in a forest habitat. *Miscellanea Zoologica Hungarica* 12: 107-119.
4. **Horváth, Gy.** 1998: A kisemlősök elevenfogó csapdázásos vizsgálata a Mattyi-tó mellett. *Dunántúli Dolgozatok Természettudományi Sorozat* 9: 501-509.
5. **Horváth, Gy.** & Trócsányi, B. 1998: Home range size of *Apodemus agrarius* and small mammal population dynamics in the rodent assemblage of a *Quercus robur-Carpinetum* forest habitat. *Tiscia* 31: 63-69.
6. **Horváth, Gy.** és Tölgyesi, M. 2000: A nyílt és a robusztus populáció becslési módszer összehasonlító elemzése az *Apodemus flavicollis* tanulmányozásában. *Vadbiológia* 7: 83-92.
7. **Horváth, Gy.** & Pintér, V. 2000: Small mammal fauna of two abandoned field habitats, and spatio-temporal analysis of four rodent populations. *Miscellanea Zoologica Hungarica* 13: 105-121.
8. **Horváth, Gy.** és Lanszki, J. 2000: Két erdei habitat kisemlős együttesének összehasonlító szünbiológiai vizsgálata. *Somogyi Múzeumok Közleményei* 14: 367-374.
9. **Horváth, Gy.** és Kalmár, S. 2001: Az *Apodemus agrarius* populációinak összehasonlító szünbiológiai vizsgálata három különböző habitatban. *Magyar Ápróvad Közlemények* 6: 335-352.
10. **Horváth, Gy.** & Wagner, Z. 2003: Effect of densities of two coexistent small mammal populations on the survival of *Apodemus flavicollis* in a forest habitat. *Tiscia* 34: 41-46.

1. A vizsgált populációk méretének mind a nyílt, mind a robusztus módszer szerint a másodlagos periódusok adataiból zárt modellekkel történő becslése.
2. A nyílt Cormack-Jolly-Seber (CJS), és a zárt modellek adatainkhoz történő illeszkedésének statisztikai értékelése, vizsgálva a zárt modelleknél figyelembe vehető különböző heterogenitási tényezőket.
3. Mindhárom vizsgált populáció vonatkozásában a két módszer által becsült populációméret és születési (gyarapodási) ráta értékeinek statisztikai összevetése.

2.2 Túlélés becslés és modellezés

A túlélés az állatpopulációk méretének és jövőjének egyik fő meghatározója, így a túlélés becslése és modellezése meglehetősen nagy figyelmet kapott az ökológiai rendszerekben történő abundancia változásokat vizsgáló populáció- és konzervációbiológiai kutatásokban. A túlélés becslésével és modellezésével foglalkozó vizsgálatoknál az utóbbi 15-20 évben egyre világosabbá vált, hogy a tanulmányokban levont következtetések minősége az adatok feldolgozásához szükséges statisztikailag megfelelő modell objektív kiválasztásán múlik. A fejlődés következtében a fogás-visszafogás adatok analízisének középpontjába a modellszelekció került. A populációbiológiai tanulmányokban a vizsgált populáció biológiájának ismeretében megfelelő modellek osztályán belül kell szelektálni, amelyre az adatanalízist alapozzuk.

A túlélés becslésének és modellezésének témakörében elsőként a téli túlélés hosszabb távú elemzésével és különböző módszerekkel történő becslésével foglalkoztunk. A Bükkháti-erdőben kapott fogási adatok alapján az erdei pocok téli túlélését két módszer szerint elemeztük. Elsőként a téli

exponenciális létszámcsökkenés elve alapján számított 28-napos túlélést számítottuk, majd nyolc éves vizsgálati periódus (1994-2001) fogásadataiból készített élettörténeti mátrixok alapján a MARK programmal becsültük a téli túlélést. A 28-napos túlélési ráta számításával vizsgáltuk, hogy ennek értéke mennyiben függ az időjárási faktoroktól (téli átlagos hőmérséklet, téli átlagos csapadék mennyiség, átlagos hóréteg vastagság), valamint a populációra jellemző biotikus tényezőktől (felnőtt egyedek kondíciója, szaporodó nőstények őszi időszakban számított aránya). Ezek mellett vizsgáltuk, hogy a téli túlélési ráta alakulását mennyiben határozta meg a populáció őszi létszáma. A hagyományos téli túlélés becslés alapján az erdei pocok többéves adatait a következő célkitűzéseknek megfelelően dolgoztuk fel:

1. A csapdázott domináns erdei pocok populáció téli túlélését hagyományos módszerrel, a 28-napos túlélési ráta számításával elemezzük és vizsgáljuk, hogy a téli túlélési ráta alakulását mennyiben határozta meg a populáció őszi létszáma.
2. Annak vizsgálata, hogy a számított téli túlélés mennyiben függ az abiotikus (időjárási) faktoroktól.
3. Kitérni több, a populációt jellemző biotikus faktor feltételezett hatásának vizsgálatára, mint a populáción belüli felnőtt egyedek kondíciója, valamint a szaporodó (gravid és laktáló) nőstények őszi időszakban számított aránya.

A túlélési ráta abiotikus és biotikus változóktól történő függésében a következő hipotéziseket állítottuk fel:

H₁: A 28-napos túlélési ráták az őszi létszámok függvényében változnak.

H₂: A 28-napos túlélési ráták az időjárási paraméterek függvényében változnak.

egyik legfontosabb tényező a becsülhető paraméterek, mint a túlélés, a fogási és a területek, illetve élőhelyek közötti mozgási valószínűség időfüggése volt. Ebbe a globális modellbe beépített korlátozó, illetve hatótényezők közül a távolságnak volt nagyobb szerepe, mint a faj számára legjobban megfelelő foltmozaikot reprezentáló élőhely minőségének.

Mikro-élőhely léptékben kimutattuk, hogy a földi pocok számára a legoptimálisabb mikro-habitat a Galium dominanciájú folt volt, amit mindhárom kvadrát adatai alátámasztottak. A faj pozitív preferenciát mutatott a Solidago és a Typha típusú foltokra is, melyek közül az előbbit kettő, az utóbbit csak egy csapdahálóban tapasztaltuk. A három folt közül a Solidago borítású folt a legmagasabb növényzetű mikro-élőhely típust jelentette, ahol a domináns aranyvessző a nagy nyári szárazságok idején sem ritkult fel, ellentétben az egyszikűek, vagy a Galium dominanciával jellemzett mikro-élőhely foltokkal. A földi pocok inkább a talajfelszínen aktív, az itt található ösvényein mozog, így a predációs veszély elkerülése érdekében fontos számára az általa használt mikro-élőhely nagy borítása. A foltpreferencia számítások eredményeiből arra következtettünk, hogy a földi pocok a mikro-élőhelyfoltok minőségének változására az egyedek térbeli átrendeződésével, a finomabb térbeli skála alapján az optimális foltok használatára vált át, így az élőhelyi heterogenitásra durva szemcsés (coarse grained) választ ad. A mikro-élőhely foltléptékű multistate modellezés tovább erősítette a fenti megállapításainkat, miszerint a földi pocok kötődik a zárt vegetáció típusú foltokhoz, melyek minősége fontos ökológiai kényszernek tekinthető a populáció térbeli eloszlásának mintázatában, ami fontos feltétele a különböző források (táplálék, búvóhely, mozgáskörzet) megfelelő stratégiájú kihasználásához és így a sikeres túlélés biztosításához.

hőmérséklet és a hóréteg jelenléte pozitív hatást gyakorol az erdei pocok téli túlélésére. A vizsgált biotikus változók közül viszont a felnőtt állatok átlagos testtömege, tehát a felnőttek őszi kondíciója és a populációban ekkor jelenlévő szaporodó nőstények aránya volt meghatározó a becsült túlélés vonatkozásában. Így a téli túlélés becslésének és modellezésének eredménye bizonyította az erdei pocok populáció vonatkozásában feltett hipotéziseinket.

A túlélés, a gyarapodás és a populáció növekedési ráta együttes becslésénél az eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a különböző erdei élőhelyek domináns rágcsáló fajainál a populációk növekedési tendenciájában a felnőtt egyedek túléléséből származó gyarapodásnak van nagy jelentősége. A vizsgált újraerdősödő terület vonatkozásában kiemeltük, hogy e nagy vegetációsűrűségű élőhelyet preferáló pírók erdeieger populáció népességének csökkenésében a területen intenzív szétterjedést mutató erdei pocok játszott szerepet. Ezt a szétterjedési dinamikát alátámasztották a gyarapodási arányok számításai, melyek közül a szétterjedést elsősorban a populációba újonnan bekerült egyedekre kapott magas érték bizonyította. Az erdei pocoknál az újraerdősödő élőhely populációjában kimutatott nagyarányú növekedés tehát elsősorban a bevándorlás és a kolonizáció következménye volt. Az erdei pocoknak az újraerdősödő területen regisztrált populáció növekedési üteme, valamint az ebből következő szétterjedés és térbeli transzlokáció különösen figyelmet érdemel annak ismeretében, hogy az általa visszaszorított pírók erdeieger rendkívül expanzív, gyors népességnövekedésű fajként ismert a kisemlősök ökológiai irodalmában.

A Mattyi-tó menti mozaikos élőhelyen kimutatott földi pocok (*M. subterraneus*) metapopulációs megközelítésű túlélés vizsgálatában a kvadrátok, mint élőhely-szigetek közötti túlélési és mozgási valószínűség modellezéséből azt a következtetést vontuk le, hogy a négy mintavételi periódust tekintve az

H₃: A téli túlélés függ a felnőtt (adult) nőstények és hímek kondíciójától.

H₄: Mivel az erdei pocok populáció szociális szerkezetét alapvetően a nőstények határozzák meg, a túlélési ráták a gravid és a laktáló nőstények arányának megfelelően alakulnak.

Az erdei pocok populáció további elemzése során a vizsgált perióduson belül (1994-2001) az évek fogásadataiból készített élettörténeti mátrix alapján, az alábbi célkitűzéseknek megfelelően végeztük el a téli túlélés becslését és modellezését:

1. A téli időszakokra vonatkozó túlélés becslése a nyílt Cormack-Jolly-Seber (CJS) modellek alapján, valamint annak vizsgálata, hogy az évekre interpretált fogás-, vagy élettörténeti mátrixok mennyiben használhatók fel az elemzésekhez.
2. Modellezni az abiotikus (időjárási faktorok) és a biotikus (kondíció, szaporodó nőstények aránya) változók, mint kényszerek, illetve korlátozó faktorok téli túlélésre gyakorolt hatását.
3. Összevetni a standardizált MNA-értékek alapján számított 28-napos téli túlélési értékeket a MARK felhasználásával becsült eredményekkel.

Az utóbbi célfeladat alapján azt a kérdést vizsgáltuk, hogy a MARK modellezések eredményei mennyiben egyeznek meg a 28-napos téli túlélés számításának, valamint az így kapott túlélési értékek és a vizsgált kovariánsok (abiotikus és biotikus változók) közötti összefüggés-vizsgálatok eredményeivel.

A fogás-visszafogási adatsorok elemzésében fordulópontot jelentett a fogástörténet időben visszafelé történő elemzése, amely szemlélet alapján a vizsgálati periódusok közötti tényleges gyarapodás mértékének becslése válik lehetővé. Ez a módszer lehetővé teszi annak vizsgálatát, hogy a különféle

demográfia paraméterek egyes részeinek mekkora a hozzájárulása a populáció méretének növekedéséhez. Ezt a módszert a Dráva felsőszakasza mentén kijelölt három különböző erdei élőhely domináns rágcsálónak (sárganyakú és pirok erdeiegér, erdei pocok) populációdinamikai elemzésében az alábbi célkitűzéseknek megfelelően használtuk fel:

1. Az egyes mintavételi területeken domináns fajok populációjánál a túlélés, a gyarapodás és ezekkel együtt a populáció növekedési ráta együttes becslésének elvégzése.
2. A területek összehasonlításában vizsgálni és modellezni a túlélés és a gyarapodás időfüggését, illetve statisztikailag értékelni a becsült paramétereket.
3. Az adott területen együttélő populációk viszonyában a becslések alapján megállapításokat tenni a populáció növekedésének vagy csökkenésének időbeli mintázatára vonatkozóan.

A túlélés elemzésénél végül a többállapotú (multistate) modellek metapopulációs megközelítésű alkalmazásával foglalkoztunk. A Mattyi-tó mellett kiválasztott vizes jellegű mozaikos élőhely-együttesben az öt éves csapdázási időszak alatt a földi pocok (*M. subterraneus*) területhasználatát két térléptékben vizsgáltuk. Először a nagyobb kiterjedésű mintaterületeket, mint élőhely-szigeteket vettük alapul, majd a faj élőhely-választását finomabb térbeli skála alapján, mikro-élőhely léptékben is megvizsgáltuk. A foltpreferencia számítások mellett a multistate modellek alapján végzett túlélés becslésnél is a feltérképezett mikro-élőhely foltokat vettük figyelembe.

Ennek megfelelően a földi pocok térbeli viszonyait két kérdéscsoport alapján vizsgáltuk. Az egyik, hogy ennél a zárt vegetációhoz kötődő fajnál a különböző mozaikos élőhelyek, vagy kisebb térléptékben az élőhelyeken belüli

sárganyakú erdeiegér esetében kaptuk meg a várt lineáris összefüggést, vagyis az őszi létszámok meghatározták a populáció tavaszi sűrűségét.

A Pollock-féle robusztus módszer alkalmazásával kapott eredményeink megegyeztek Pollock szimulációs vizsgálatával, amely a Jolly-Seber becslők nagyobb eltérését mutatta ki. A saját monitorozási tapasztalataink alapján célszerű háromnál több elsődleges periódust megvalósítani. A másodlagos periódusokat tekintve tapasztalataink is azt mutatták, hogy a periódusonkénti öt éjszakai mintavétel mindenképpen szükséges a kisemlősök fogás-visszafogás adatainak robusztus statisztikai eljárásokkal történő elemzéséhez.

4.2 Túlélés becslés és modellezés

A túlélés becslésének és modellezésének témakörében elsőként az erdei pocok téli túlélését vizsgáltuk. A téli exponenciális létszámcsökkenés elve alapján számított 28-napos túlélés vonatkozásában feltett első hipotézist, miszerint a populáció őszi népessége meghatározó a téli túlélésre vonatkozóan, a vizsgálati periódusok adatai alapján nem tudtuk bizonyítani. A rendhagyó évek kivételével azonban az őszi népesség függvényében a tavaszi létszámok pozitív lineáris összefüggés szerint alakultak. A 28-napos téli túlélés korrelált a téli átlagos hőmérséklettel és a téli időszakban jellemző átlagos hóvastagsággal. A MARK program felhasználásával elvégzett modellezés eredménye megegyezett a hagyományos téli túlélés számítás során kapott eredményekkel. Az éves fogás-visszafogás értékekből készített adatmátrixok alkalmasak voltak a feltételezett korlátozó kovariánsok téli túlélésre gyakorolt hatásának modellezésére. A vizsgálataink során a megfelelő modellek kiválasztását az AIC-értékek alapján végeztük. A modellszelekció statisztikai eredményei azt mutatták, hogy az időjárási paraméterek vonatkozásában a magasabb téli

megfelelően egy sajátos éves populációdinamikát mutattunk ki, ahol a létszámkiugrás augusztus-szeptemberben volt megfigyelhető. Az autokorrelációs vizsgálat nagyban megerősítette a pirok erdeiegér populációról szerzett korábbi ismereteinket, miszerint a faj éves ciklusokat produkál, az őszi létszámmaximum után tavaszi összeomlás következik, majd ezután a populáció népessége egy újabb ciklus szerint változik, melynek csúcsa ismét az adott év őszére alakul ki.

A téli létszámcsökkenés tekintetében a sárganyakú és a pirok erdeiegér esetében minden téli periódusban a népesség csökkenését tapasztaltuk. Az erdei pocok populációnál négy téli időszakban kaptunk jelentős mértékű csökkenést, amelyek nagyrészt egybeestek a keményebb telekkel, azonban egy periódusban nem a népesség csökkenését, hanem a létszám gyarodását regisztráltuk. Az 1996-1997-os téli időszakban a létszámnövekedés okát abban állapítottuk meg, hogy az ezt megelőző évben (1996) nagyon későn kezdődött el a kisemlősök sűrűségének növekedése. Ennek megfelelően az őszi maximumok is később alakultak ki, valamint kisebb értékűek voltak, mint az előző években. A késő őszi elhúzódó sűrűség növekedéshez az 1996 őszenek kedvezőbb időjárási körülményei (magasabb átlaghőmérsékletű, csapadékos, novemberi fagyok nélküli ősz) is hozzásegítettek. Ennek a rendhagyó évnek a jelentősége az őszi és az azt követő tavaszi létszámok összefüggésvizsgálatában is megnyilvánult. Azt a hipotézisünket, miszerint az őszi létszámok meghatározóak a tavaszi, vagyis a szaporodási ciklust beindító létszámokra vonatkozóan, valamennyi mintavételi év adatait tekintve el kellett vetnünk. Ez a rendhagyó éveknek köszönhető, amikor a kedvező őszi időjárás, vagy az enyhébb telek miatt a késő őszi, esetleg a téli időszakra is jellemző volt a szaporodás. Ha ezeket a rendhagyó éveket kivettük a számításokból, akkor a

vegetációfoltok, azaz mikro-élőhelyek mennyiben határozzák meg az egyes szubpopulációknál becsülhető túlélést. Ennél a kérdésnél a többállapotú modellek lehetővé teszik annak vizsgálatát, hogy a túlélés modellezésében mennyiben van szerepe az élőhelyek, vagy a kijelölt területeken belüli foltok közötti mozgásnak. E kérdésben az alábbi null és alternatív hipotézist fogalmaztuk meg:

H_0 : A földi pocok esetében az élőhelyek, mikro-élőhelyek, vagyis a vegetációfoltok minőségének, tehát összetételének és fizionómiai struktúrájának nagyobb jelentősége van az egyes szubpopulációk túlélésére, mint az egyedek élőhelyek, vagy foltok közötti mozgási valószínűségének, illetve az ezt befolyásoló távolsághatásnak.

H_A : A túlélés alakulásában nem játszanak szerepet a feltételezett korlátozó tényezők (élőhely-minőség és távolsághatás).

A másik kérdéscsoport a mikro-élőhely léptékű foltpreferencia vizsgálata, amely során az elérhető foltterületek és a tényleges használat alapján elemeztük a földi pocok mikro-élőhely használatát. Ennél a kérdésnél alapvetően arra kerestünk választ, hogy a földi pocok populáció milyen térléptékű választ (durva szemcsés – coarse grained vagy finom szemcsés válasz – fine grained response) ad a vizsgált mozaikos területen jellemző élőhelyi heterogenitásra.

A két kérdéscsoport és hipotézisek alapján a következő célkitűzéseknek megfelelően vizsgáltuk a földi pocok fogási adatait:

1. A Mattyi-tó melletti mozaikos élőhelyen csapdázott földi pocok fogási eredményének statisztikai értékelése.
2. A többállapotú (multistate) modellek alkalmazásával az élőhely-együttesek és a mikro-élőhely foltok közötti túlélés és mozgási valószínűség becslése.

3. A többállapotú modellekbe építhető korlátozó faktorok, mint az élőhelyi minőség- és távolsághatás, valamint a mikro-élőhely foltok minőség- és nagysághatásának modellezése.

3. Anyag és módszer

3.1. Vizsgált területek

A kismérlősök szünbiológiai vizsgálatát és monitorozását 1994-2007 között a Dráva mentén Baranya és Somogy megyében található élőhelyeken végeztük. Az első mintaterületet 1994-ben Baranya megyében, egy síkvidéki gyertyános-tölgyes élőhelyen jelöltük ki, ahol 10 évig folytattuk a kismérlősök vizsgálatát. A Dráva alsó szakaszánál 1997-ben a Mattyi-tó melletti mozaikos élőhely kismérlős faunisztikai felmérését végeztük el, majd további hat év során vizsgáltuk e tóparti, növényzetében heterogén élőhely-együttes kismérlőseinek tér-időbeli mintázatát. Az NBmR országos és regionális projektjei mellett önálló programként működő Dráva felső szakaszának biomonitorozása keretében 2000-ben újabb élőhelyeken indítottuk el a kismérlősök populációjának monitorozását. A Gyékényes melletti Lankóci-erdőben jelöltünk ki két, vegetáció struktúrában különböző (zárt égerliget, mint fokozottan védett és ezzel szomszédos újraerdősödő élőhely) mintavételi területet. Ezek mellett 2007-ben a Dráva felső szakasza mentén Horvátországban is csapdázunk, ahol az ártérnél magasabban fekvő, síkvidéki tölgy-kőris-szil ligeterdő (Répási-erdő) kismérlőseit vizsgáltuk, amely élőhely típus egyben az erdészeti kezelés alatt álló területeket is reprezentálta.

3.1. Csapdázási metodika

A mintaterületek mindegyikén a fogás-jelölés-visszafogás módszerét ugyanazon típusú elevenfogó dobozcsapdák (75x95x180 mm) működtetésével

elemzéshez a 2002-es adatok bizonyultak legmegfelelőbbnek. A Mattyi-tó menti mozaikos területen az első lépésben a három kvadrátot tekintettük a három „rétegnek”, vagy „izolátumnak”. A multistate modellezés másik részében az egyes mintaterületeken belüli mikro-élőhely foltok közötti túlélés és mozgási valószínűség modellezését végeztük el. A fogási paraméterek alapján ebben a léptékben is 2002-es adatokat használtunk fel és a C mintaterület három foltjában (E: Egyszikű, G: Galium, S: Solidago) történő jelenlét alapján készítettük el multistate modellek input mátrixát. A mintakvadrátokkal reprezentált élőhely-együttesen belüli mikro-élőhelyek vonatkozásában is célszerű volt a három legjobban használt folt alapján elvégezni a modellezést, mert az időfüggés feltételezése vagy állandósága mellett, minimum három folt esetén kevesebb a mozgások variációja, ami meglehetősen csökkenti a modellek paramétereinek számát.

4. Eredmények és értékelésük

4.1 Populációdinamika és demográfiai változások

A Bükkháti-erdő területén gyakori fajként kimutatott sárganyakú erdeiegér (*A. flavicollis*), pirok erdeiegér (*A. agrarius*) és az erdei pocok (*C. glareolus*) hosszabb távú populációdinamikai elemzésében eredményeink alapján az erdei pocok esetén kapott fluktuáció a nagyobb amplitúdójú hullámok 3 éves ingadozásait mutatta, ami kvázi-ciklikus populációdinamikára utalt. Hasonló eredményt kaptunk a sárganyakú erdeiegér esetén is, amely populációnál három magasabb létszámcúcsot regisztráltunk, melyek három, illetve négy évre alakultak ki. A pirok erdeiegér populációnál a korrelogram a 10 éves periódus nagy részében, a másik két vizsgált fajjal ellentétben viszont szabályos fluktuációt mutatott, ahol az oszcilláció folyamatosan lecsengett. Ennek

modellhez jutunk. A modellek másik csoportját az abiotikus és biotikus kényszereket tartalmazó korlátozó tényezős modellek alkották. A legtöbb paramétert tartalmazó globális modelltől az AIC-statisztika alapján vezettük le a biológiailag értelmezhető, adataink elemzésére alkalmas takarékos modellt.

A túlélés, a gyarapodás és a populáció növekedési ráta becslését a Dráva felső szakasza mentén 2007-ben vizsgált három különböző erdei élőhely karakter populációjánál (*A. flavicollis*, *A. agrarius*, *C. glareolus*) végeztük el. Az elemzések során elsőként a három vizsgált faj fogásainak szezonális, azaz nyárra és ősze összesített teljes számát, másrészt a fajok relatív arányának havonkénti értékeit adtuk meg. A fogási adatok szezononkénti különbségét χ^2 -teszttel, az egyes fajok arányának élőhelyenkénti különbségét varianciaanalízissel (Kruskal-Wallis ANOVA) elemeztük. A populációdinamikai paraméterek, vagyis a túlélés, a növekedési ráta, illetve a születésből és bevándorlásból adódó gyarapodás (recruitment) becslését a MARK program Pradel modelljeinek felhasználásával végeztük el. A négy Pradel modell közül a túlélés és gyarapodás együttes becslésére alkalmas „survival and recruitment” modellt alkalmaztuk.

A földi pocok Mattyi-tó menti állományát a három különböző feltételezett területet reprezentáló mintakvadrát (A, B, C) alkalmazásával 1998-2003 között követtük nyomon. Az 5 év adatai alapján a mintaterületek összehasonlításában Wilcoxon-féle páros teszttel elemeztük a földi pocok fogási paramétereit. A faj kvadrátokban tapasztalt eltérő előfordulását függetlenségpróbával teszteltük, a mikro-élőhely preferenciáját az Ivlev-index felhasználásával számítottuk.

A többállapotú modellek alkalmazása előtt a mintaterületek (A-, B- és C-kvadrát) használatát értékeltük. Ehhez azokat az egyedeket használtuk fel, amelyek kettőnél többször kerültek befogásra. A multistate modellekkel történő

alkalmaztuk. A csapdák azonossága mellett a csalizás technikája is minden esetben megegyezett. Csalétekként szalonnát, valamint ávizskivonattal és növényi olajjal megkevert gabonamagvakat használtunk. Az erdei mintaterületeken (Bükkháti-erdő, Lankóci-erdő, Répási-erdő) minden esetben megegyezett a napi ellenőrzések száma. Naponta két ellenőrzést végeztünk, reggel 7⁰⁰-tól és este 19⁰⁰-tól, így napközben a csapdák élesre állított állapotban voltak, mivel az erdőben a nyári időszakban sem melegedtek fel a csapdák jelentősen. A Mattyi-tó mentén viszont több alkalommal csak a reggeli, az éjszakai nagyobb kisemlős aktivitásból származó adatokkal rendelkezünk, ahol a nyári időszakban a csapdák nappal nyitva voltak. A jelölési technikában minden területen azonos kódtáblát használtunk.

3.3. Adatfeldolgozás, statisztikai és modellezési módszerek

A többszörös fogás-visszafogás adatok tárolására és feldolgozására *Microsoft Access* programban saját adatbázisrendszert dolgoztunk ki, amely a fogás-visszafogási eredmények adott szempontok szerinti SQL-lekérdezések tervezésével az adatok sokoldalú, hatékony rendezését és feldolgozását tette lehetővé. Az adatbázis egy rekordja egy megfogott (jelöletlen vagy már jelölt) egyed adatait tartalmazza és mezőrendszerének felépítése, valamint egyéb adattáblákkal kialakított kapcsolata folyamatosan bővíthető.

3.3.1 Populációdinamika, demográfiai változások

A Bükkháti-erdő területén kimutatott három domináns faj (*A. flavicollis*, *A. agrarius*, *C. glareolus*) 10 éves (1994-2003) populációdinamikai elemzést a Manly-Parr-féle fogásnapotár alapján kapott „minimum ismert egyedszám” („minimum number alive” = MNA) 100 csapdaéjszakára standardizált értékeire alapoztuk. Az MNA-trendek összehasonlítását a 10 éves periódus alapján

fajpáronként végeztük el, amihez a Spearman-féle rangkorrelációt alkalmaztuk. A három populációnál elemeztük a visszafogási ráta időbeli változását és a kapott értékek egymáshoz viszonyított arányát. A hosszú távú, havonta történő mintavétel alkalmas adatsort jelentett a három populáció ciklikusságának vizsgálatához. Az autokorrelációs számításokat az SPSS 7.5 programmal végeztük. Az őszi és tavaszi átlagos MNA értékeke közötti feltételezett összefüggést regresszióanalízissel vizsgáltuk.

A fenti három populáció paramétereit a Pollock-féle robosztus módszer alkalmazásával vizsgáltuk tovább. Ebben a kombinált becslési eljárásban a havonkénti csapdázási alkalmak ideje (5 nap) során a populációkat zártnak tekintettük, ezért a mintavételi napok alatt regisztrált fogási adatokat a CAPTURE program zárt becslési eljárásaival értékeltük. Így a tapasztalati adatsornak legmegfelelőbb fogási valószínűség alapján becsültük a populációk méretét. Az elsődleges periódusok, vagyis a havonkénti mintavételek között a természetes viszonyoknak megfelelően a populációt nyílnak tekintettük. Így a populáció további paramétereit, a túlélési valószínűséget (ϕ) és a születési rátát (B), az elsődleges periódusokra számított populációméretek (N_i) segítségével a Cormack-Jolly-Seber módszerben elérhető egyenletekkel becsültük. Mind a két módszer során megadtuk a becsült értékek standard hibáját ($\pm SE$), valamint a becslés relatív pontosságát kifejező variációs koefficiens ($cv\%$) értékét. A nyílt és a zárt becslők, valamint a különböző zárt modellsorozatok alapján kapott populációméretek, valamint a számított születési ráta értékeinek összehasonlítására Wilcoxon-féle páros tesztet alkalmaztunk.

3.3.2 Túlélés becslés és modellezés

A téli túlélés vonatkozásában a Bükkháti-erdőben végzett monitorozásunk alapján az erdei pocok populációt tanulmányoztuk. A tíz éves

populációdinamikai elemzés alapján ez a faj volt a legtipikusabb képviselője a gyertyános-tölgyes élőhelynek, csak a vizsgálat utolsó két évében esett vissza jelentősen a népessége. A faj téli túlélésének elemzését az említett két utolsó év elhagyásával nyolc éves (1994-2001) adatmátrix alapján értékeltük. Elsőként a 28-napos túlélési rátát becsültük, amely azon a feltevésen alapul, hogy a téli egyedszám exponenciális függvény szerint csökken. A becsléshez egy adott őszi (szeptember, október) és az első tavaszi (március) hónapra kapott standardizált MNA értékeket használtuk fel. Annak érdekében, hogy az abiotikus és biotikus kényszerek együttes hatását, valamint az egyes tényezők szerepének jelentőségét is megvizsgáljuk, többszörös regresszióanalízist alkalmaztunk. Az abiotikus időjárási változók Baranya megyére vonatkozó értékeit (téli átlagos hőmérsékletet, téli átlagos csapadék mennyiség és a hóréteg átlagos vastagsága) az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) bocsátotta rendelkezésünkre. A biotikus változók közül a kondíciót a felnőtt egyedek testtömegének átlagával jellemeztük, amit a terepen megfogott állatok mért tömegértékeiből számítottunk ki. A populációt jellemző fontos változóként különítettük el a szaporodó nőstények őszi populációban jelenlévő arányát, amit két részre bontottunk, az őszi időszakban vemhes (gravid), és szoptató (laktáló) nőstények jelenlétére, mely két kategória arányát külön kezeltük.

Az erdei pocok téli túlélési valószínűségének modellezéséhez a MARK program legújabb verzióját használtuk. A MARK sokrétű lehetőséget nyújt a modellek felállítására, melyeket adatfeldolgozásunkban két fő csoportra különítettük el. A modellek első csoportját a Cormack-Jolly-Seber (CJS) alapmodell és az ebből levezetett modellek jelentették. A CJS-modell a nyílt populációs modellek alapja, ahol a túlélés és a fogási valószínűség időben változó. Amennyiben a túlélés, a fogási valószínűség, vagy egyszerre mindkét paraméter időbeli állandóságát feltételezzük, akkor további három, redukált