

Altbacker Vilmos

ELTE Etológia Tanszék

**Szaporodási stratégiák vizsgálata az ürgénél
(Spermophilus citellus)**

ZÁRÓJELENTÉS

2007

Szaporodási stratégiák vizsgálata az ürgénél

Bevezetés

Ma a viselkedésökológia egyik legintenzívebben kutatott területe az állatok reprodukciós stratégiái és az életmenet kapcsolatával foglalkozik (Gross, 1994). Vizsgálják, hogy az élőlény a felvett energiát hogyan osztja meg a reprodukció és saját testének fenntartása, erősítése között, illetve a reprodukcióba allokált energiát hogyan osztja tovább a jelen utódok és a későbbi szaporodási események között.

A reprodukciós stratégiákkal foglalkozó szakemberek döntő többsége madár fajok közül választja vizsgálati objektumát. A madarak nagy része nappal aktív, méretük és életmódjuk miatt viszonylag könnyen fellelhetőek és megfigyelhetőek, szaporodási sikerük a tojásszámmal, illetve a kiröptetett fiókákkal becsülhető és nem utolsó sorban a nagyszámú ornitológiai munka miatt életmódjuk jól ismert. A madárvizsgálatok viszonylagos dominanciája a viselkedésökológiai kutatásokban arra is visszavehető, hogy a madár aktivitás erős napi és szezonális ritmicitást követ, ami sarkított jelenségekhez vezet.

Az emlősfajokra általában éppen a fentiek ellenkezője igaz. Sokuk éjszaka aktív, rejtőzködő életmódot folytat, nehéz az utódszám megbecslése, és a madarakhoz képest jóval kevesebb a róluk felhalmozott ismeretanyag. Az egyik, igen figyelemre méltó kivétel a közönséges ürge (*Spermophilus citellus*), mely nappali aktivitása, belátható, rövidfűvű pusztai életmódja miatt kiváló vizsgálati objektum. Mivel minden egyed külön járatrendszerrel rendelkezik, relatív egyedszámuk könnyen becsülhető és az egy ürgelyukból előjövő utódok is számolhatóak. Az ürgék jól bírják, sőt megszokják az emberi jelenlétet (Váczi et al., 1996, Katona et al., 2002); lelőhelyeiken megfelelően nagy populációi találhatóak meg, azonban az élőhelyük beszűkülése miatt törvényes védelem alatt állnak. Jóllehet a faj irodalma nem túl nagy, közel rokon fajokról nagyszámú publikáció jelent meg amerikai kutatók munkáiból. Fontos megemlíteni a Bécsi Egyetem Zoológia Tanszékén Eva Millesi vezetésével működő kutatócsoportot, akik a közönséges ürge szaporodási szokásait tanulmányozzák. Vizsgálataikban egy Bécs közeli zárt park tucatnyi ürgéjének életét követik nyomon és eredményeik igen jó kiindulást biztosítanak egy nagyobb méretű, természetes állományokon történő vizsgálatokhoz.

Az ürge életmódjára is az erős szezonális jelleg jellemző, amely igen hasonló a madarakéhoz, azonban az ürgék a vonulás helyett szeptembertől márciusig téli álomba merülnek (Mrosovsky, 1968). A szaporodás időzítéséről elmondható, hogy igen erősen szinkronizált.

A hibernációból való ébredésből március elején-közepén felszínre jövő hímeket követik az április legelején néhány napon belül megjelenő nőstények. Közvetlenül ezután történik meg a párzás, majd április végén, május elején az évi egyetlen ellés, és a 2-5 utód júniusban szét is széled. A hímek messzebbre vándorolnak, mint a nőstények (McCarley, 1966; Sherman, 1977), azaz az egymás közelében lakó nőstények nagyrészt közeli rokonságban állnak egymással, szemben a szomszédos hímekkel.

Az ürgek fő ragadozói hazánkban a menyét, róka, kutya, ragadozó madarak, valamint a macska, borz. Külön figyelmet érdemelnek a parlagi sas és a kerecsensólyom, valamint a mezei görény, amelyek elsősorban ürgekkel táplálkoznak, így az ürge populációdinamikáját befolyásoló tényezők ismeretének nagy a természetvédelmi jelentősége is.

A közönséges ürge szaporodásának vizsgálata eddig javarészt a nőstények szerepét érintette (Millesi et al., 1998; 1999; Huber et al., 1999; 2000), azonban a hímekről is kaphatunk fontos háttér információkat (Millesi et al., 1998). Ezek a vizsgálatok kimutatták, hogy hibernációból való ébredéskor minden nőstény szaporodik (Millesi et al., 1999). A nagyobb almot nevelő nőstények testtömegében jelentősebb csökkenést figyeltek meg, mely későbbre tolnakja a hibernációba vonulást, illetve a rosszabb kondíció miatt ronthatja a következő évi szaporodás sikerességének esélyét. Hímekkel kapcsolatban megfigyelték, hogy az előző évben született egyedek (yearling) ivarszervei majdnem kivétel nélkül inaktívak maradtak, így nem vettek részt a szaporodásban ezek az egyedek (Millesi et al., 1998). A vizsgálatokat néhány egyeden végezték, így számos kérdés maradt megválaszolatlan mind a hímek szaporodási viselkedését, mind a természetes populációk szaporodási rendszerét illetően.

A szaporodási siker és a nemi hormon szint közti összefüggésre mindkét nem esetében már számos faj esetében rávilágítottak (Boonstra, 2001, Manning et al., 2002). A hormonszint meghatározás általában közvetlenül az állatoktól levett vérből történik, mely komoly beavatkozást jelent az állatok életébe, különösen ha ezt viszonylag rövidebb időintervallumon belül többször is el kívánjuk végezni. A levett vér azonnali kezelést kíván (centrifugálás, felülúszó leszívása, lehűtés) és a tárolást is alacsony hőmérsékleten kell megoldani, mely feltételek terepi körülmények között gyakran megoldhatatlan problémát jelentenek. Szerencsére a nemi hormonok, így a tesztoszteron bomlástermékei az állatok ürülékéből is megbízhatóan kimutathatóak és a minta begyűjtése (befogáskor gyakran ürítenek az állatok, ezért egyedileg azonosítható az ürülék származása), illetve tárolása (szobahőmérsékleten, 50-86%-os etanolban) is könnyen megoldható. Egy laboratóriumban tartott ürgeken végzett elővizsgálat során kimutattuk, hogy a vér, illetve az ürülék tesztoszteron szintje erős pozitív korrelációban van egymással, ezért vérvizsgálat helyett az ürülék analízise kielégítő eredményt ad az aktuális nemi hormon szintről, és az ürülék az állatok zavarása nélkül, többször is gyűjthető, valamint a

gyűjtés maga nem befolyásolja a stresszhormon szintet, mivel az ürülékben a kb. egy nappal korábbi hormontermelés bomlástermékei vannak.

Előzetes eredmények

Már 1995 óta folynak ürgék etológiai, ökológiai, viselkedésökológiai kutatások az Etológia Tanszéken. Vizsgálatainkat a Kiskunsági Nemzeti Park területén, Bugacpusztán kezdtük (Váczi et al., 1996). A védett területen elegendően nagy egyedszámú és sűrűségű populáció élt ahhoz, hogy terepi megfigyeléseket és vizsgálatokat folytassunk és megalapozzunk egy nagyobb tér-idő léptékű kutatást. A vizsgálatokat dr Altbäcker Vilmos vezetésével Katona Krisztián és Váczi Olivér végezték az egyes évek Terepetológia kurzus nappali tagozatos hallgatóinak segítségével. Azóta a vizsgálatokat kiterjesztettük több helyszínre is (Kiss et al, 1998, Váczi & Altbäcker, 1999), kiemelten a Budaörsi repülőtérre és Öcs község birkalegelőjére, valamint a vizsgálatba bekapcsolódott Németh István PhD- és több graduális hallgató is. Mindemellett a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer Ürgeprogramjának szakmai irányítását és az adatok kiértékelését is a Tanszék munkatársai végzik, így egy általunk végzett országos ürgelelőhely térképezési programmal kiegészülve, átfogó képünk van az országos ürgeállomány helyzetéről és térbeli mintázatáról.

Kutatási célok

Jelen program célja a közönséges ürge szaporodási rendszerének elemzése volt, több szezon átfogó terepi vizsgálatok és laboratóriumi manipulációs kísérletek ötvözésével. Az egyes vizsgálatokban az alábbi fő témakörök köré szerveződtek:

1. Az ürgék tavaszi ébredés időzítése, kondíciója és a szaporodási siker közti összefüggés kimutatása, mechanizmusa.
2. A szaporodás ára, a stressz és túlélés viszonyának feltárása, hormonális háttérmechanizmusok vizsgálata.

A munkatervben kitűzött célokat az alábbiak szerint sikerült megvalósítani

Vizsgálati helyszínek, állatok, és általános módszerek

1. A szabadban végezhető kísérleteket a Gödi Biológiai Állomás területén felépített kifutóban, a Pogányi repülőtéren, és az Öcsi legelőn végeztük.

2. A laboratóriumi kísérleteket az ELTE Déli Tömbben ilyen célokra már létrehozott klímakamrában végeztük.

3. A labor vizsgálatokhoz szükséges ürgéket (20 db) élvefogó hurkozással fogtuk a Budaörsi repülőtéren. A kísérletek után az állatok egy része a tenyészházba került, nagyobb részüket arra alkalmas természetes élőhelyen szabadon engedjük.

1. Egyedi permanens jelölés bőr alá ültethető mikrochippel (PIT-TAG) történt, míg színes műanyag nyakörves jelölést és egyedi szőrfestést használtunk a távolról történő azonosításhoz

2. A befogott állatokon mért változók: ivar, testtömeg, ivari státusz, talphossz, koponyahossz mérése (a yearling és juvenilis egyedek biztos megkülönböztetéséhez).

3. A mérendő viselkedési változók: egyedi (focal sampling) és területi felvételezése (scanning) a következőkre nézve: agresszív interakció (kimenetel, résztvevők), pázás (kimenetel, résztvevők), táplálkozás.

A hormonmeghatározáshoz ürülék mintákat befogáskor vettük az egyedektől. A faecest 70%-os alkoholban tároltuk, majd amint lehetséges 10°C alá hűtöttük. Ezek a minták korábbi vizsgálataink szerint alkalmasak a tesztoszteron és a kortikoszteron szint vizsgálatára. A gyűjtött mintákat 50 napon belül elemeztettük Péczely Péter (SZIE Szaporodásbiológiai Tanszék) közreműködésével, már kipróbált RIA módszerrel.

Statisztikai analízis

A kutatási eredmények nagyrészt páros összehasonlításokat igényelnek (Martin és Bateson, 1993):, melyeket lehetőség szerint paraméteres próbákkal végzünk (t-teszt, ANOVA), azonban ahol erre nincs mód (nem felel meg a feltételeknek) ott a próbák nemparaméteres megfelelőit alkalmazzuk (U-teszt, Kruskal-Wallis és Friedman teszt). Ezen túlmenően még regresszió- és korrelációanalízist kell egyes esetekben végeznünk az összefüggések feltárásához. Mindezen számítások elvégzéséhez rendelkezésünkre áll a Statistica for Windows StatSoft programcsomag.

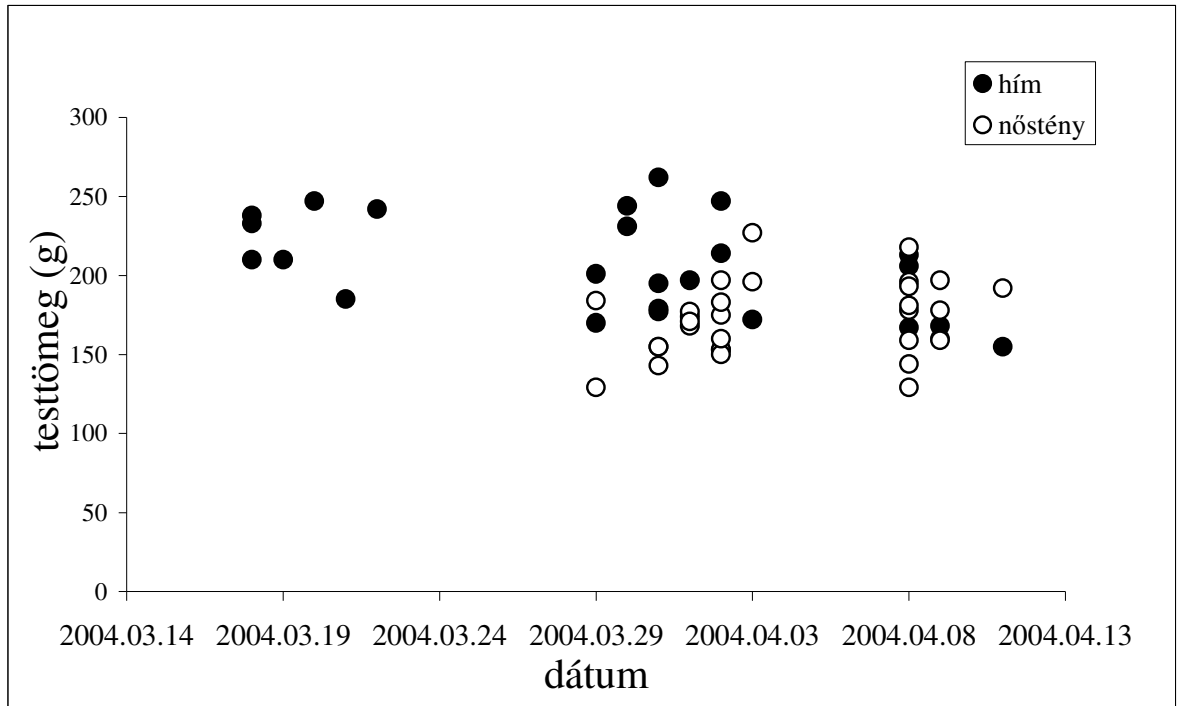
Eredmények és értékelésük

Más szezonálisan szaporodó emlősfajokhoz hasonlóan, az egy évben egyszer szaporodó közönséges ürgénél is a párzási időszakra jellemző szociális és hormonális események egy rövid, intenzív periódusra (kb.3 hét) korlátozódnak, amelyek a téli álomból való ébredés után következnek be. A hímek ébredési időzítése összefügg a testtömegükkel (kondíciójukkal). A szaporodási időszakban az ivarilag aktív hímek kifejtett herékkel, és az év egyéb időszakaihoz képest ugrásszerűen megnövekedett tesztoszteron szinttel jönnek a felszínre. Más emlősfajoknál találtak összefüggést a hímek hormonális állapota, kondíciója és párzási viselkedése (territoriális viselkedés, agresszió, fajspecifikus viselkedés) között. Terepi vizsgálatunkban ezt a feltételezett összefüggést kívántuk megvizsgálni a közönséges ürgek hímjeinél.

A párzási időszak elejétől kezdve élvefogó csapdázással megfogtuk az egyedeket, morfometriai (tömeg, koponyahossz stb.) és fiziológiai mintát vettünk non-invazív módszerrel (ürülékből tesztoszteron bomlástermék meghatározása). A csapdázást a párzási időszak során többször megismételtük, az állatokon alkalmazott egyedi maradó (subcutan transzponder) és vizuális jelölés segítségével egyedileg követtük végig a hímek szaporodási viselkedését és annak változását.

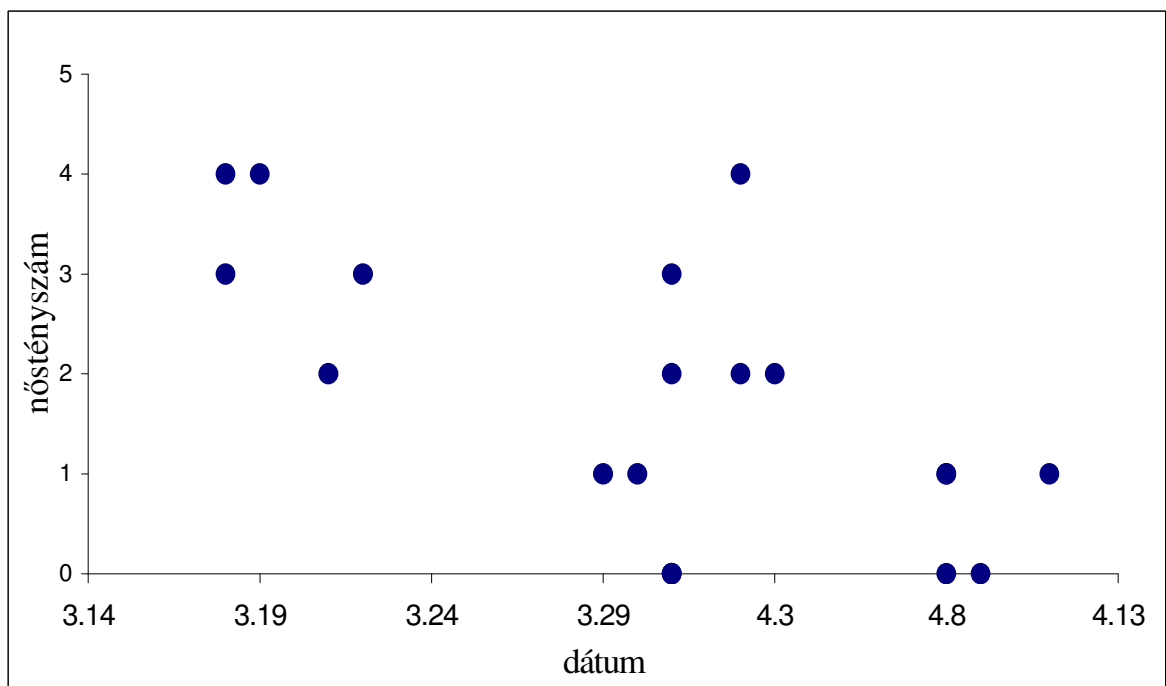
Eredményeink szerint a kondíció és a hím nemi hormon pozitív korrelációban van. A magasabb tesztoszteron szinttel rendelkező egyedeknek nagyobb volt a territóriumuk, de a tesztoszteron és egyéb szaporodási viselkedések között nem találtunk szoros összefüggést. Mindezek mellett vizsgálatunk során azt kaptuk, hogy a jobb kondíciójú hímek többet mozognak, figyelnek és harcolnak, de kevesebbet esznek. A szaporodás rövid távú költségeként a harc gyakoriságának növekedésével csökken a hímek napi súlygyarapodása.

Terepi vizsgálatunkban, melyet hím közönséges ürgek (*Spermophilus citellus*) természetes populációján végeztünk, arra kerestünk választ, hogy a hibernációból tavasszal korábban felszínre jött hímek előnyt élveznek-e a szaporodásban. Ennek kiderítésére csapdázást, viselkedés megfigyelést végeztünk egy szaporodási időszakon keresztül, az állatoktól vér- és szőrmintát gyűjtöttünk, és minimum 30 független helyzetmeghatározási pont alapján mozgáskörzetet számoltunk. Összehasonlítottuk a hímek mozgáskörzetén található nőstények számát, és figyelembe vettük azok elmozdulási lehetőségeit is, valamint átlagos kondíciójukat. A vizsgálat azt mutatta, hogy a hibernációból való ébredés időzítése összefügg a hímek mozgáskörzetéhez tartozó nőstények számával, a korábban felszínre jött hímek több nőstényt birtokoltak.



1.Ábra. A nőtények és a hímek ébredéskori testtömege felszínrejelvételük dátumának függvényében. Az üres karika a nőtények, a teli a hímek testtömeget jelöli. A nőtények a hímekhez képest 11 napos eltolódással kezdtek a felszínre jönni, alacsonyabb testtömeggel

Pozitív összefüggés mutatkozott továbbá a nőtényszám, és a hímek felszínrejelvétel kondíciója között. A korábban felszínrejelvő hímek területén több nőtény élt, mint a később felszínre érkező hímek területén (2.Ábra).

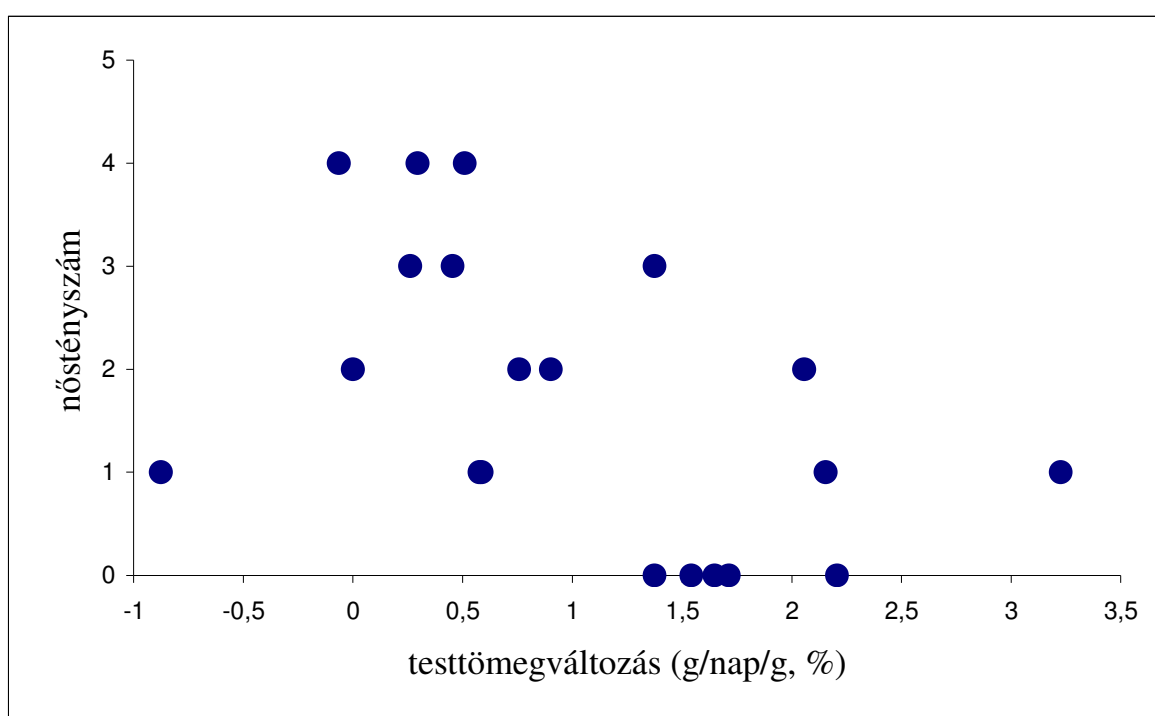


2.Ábra. Az egyes hímekhez tartozó nőtények számát ábrázoltuk felszínrejelvételük

időzítésének függvényében. A hímek első fogását tekintettük felszínrejelvételük időpontjának

A hímek legnagyobb heremérete és a nőstényekért folytatott harc gyakorisága szintén pozitívan korrelált a nőstényszámmal. A nőstények felé tolódott ivararány és a források egyenletes eloszlása alapján, a szaporodási rendszer leginkább a forrás-védő poliginiára hasonlít, de ettől eltérő stratégiák is létezhetnek egyidejűleg a populáción belül, és az időben előrehaladva.

Az eddig bemutatott eredményekből következik, hogy a hímek által birtokolt nőstények száma és a hímek testsúlyváltozása is összefüggést kell mutasson, ezt is kaptuk (Spearman korreláció: $r=-0,608$, $p=0,004$, $N=20$), a több nőstényt birtokló hímek kevesebbet híztak a párzási szezon során (3.Ábra)



3.Ábra. A hímek által birtokolt nőstények számát ábrázoltuk a hímek szaporodási időszak alatt történő testtömeg változásainak függvényében.

A szaporodási siker alternatív becslési módszere lehet a DNS-analízis alapján végzett apasági teszt, melynek technikáját mintáink segítségével megpróbáltuk kidolgozni. Első lépésként sikeresen megtörtént a DNS kivonás, a megfelelő PCR eljárás kikísérletezése a bécsi Állatorvosi Egyetemmel együttműködésben jelenleg zajlik.

A hímek tesztoszteron szintje és a szaporodási viselkedés

Tanszékünkön tartott ürgekből vett vér és a másnapi széklet mintákon elvégeztük a RIA módszer ellenőrző vizsgálatát. A vizsgálatba 15 egyedet vontunk be az eredmények az alábbi táblázatban láthatóak.

	testtömeg (g)	Tesztoszteron a vérben (pg/ml)	Tesztoszteron metab. a féceszben (ng/g)
átlag ± SD	173.9 ± 3.9	817.0 ± 67.4	130.5 ± 20.3
intervallum	144.9 - 196	474.8 – 1575.8	74.8 – 395.4
n	15	15	15

A megfogott ürgek átlag tömege, átlag tesztoszteron szintje (vérben és a féceszben)

Az állatok féceszében található tesztoszteron metabolitok mennyisége (ng/g) szignifikánsan összefügg a vérben található tesztoszteron mennyiségével (lineáris regresszió: $y = 0.21x - 49.07$, $R^2 = 0.529$, $t(13) = 3.82$, $p = 0.002$).

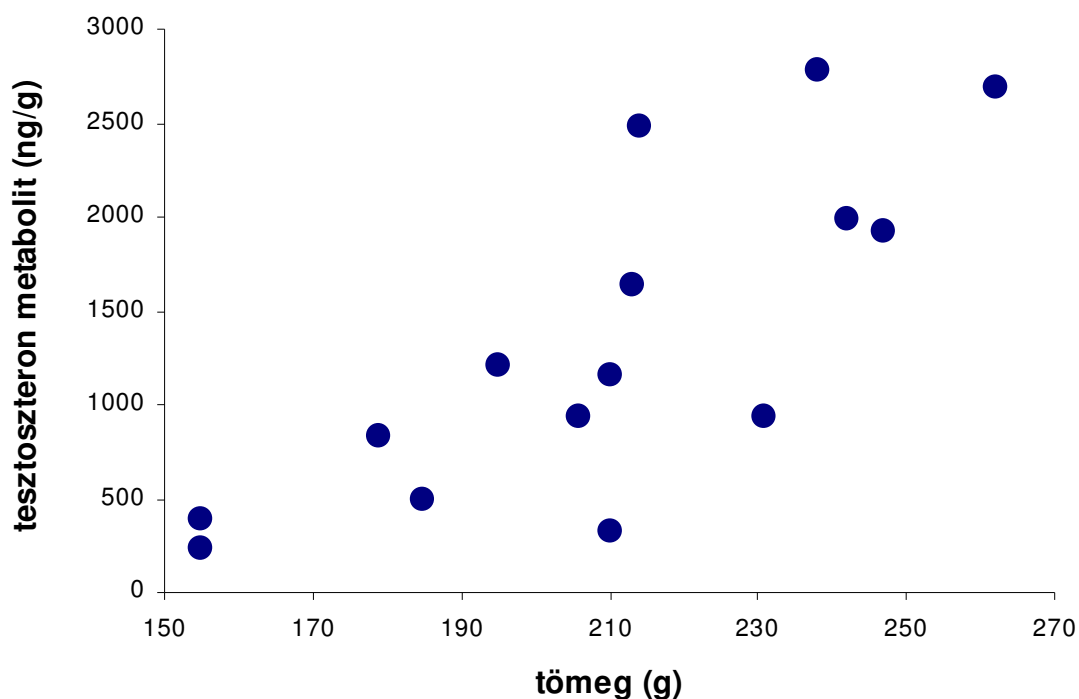
A tesztoszteron és az egyes viselkedésformák közötti összefüggés vizsgálatakor azt kaptuk, hogy a magasabb tesztoszteron szinttel rendelkező hímeknek nagyobb volt a territórium. A tesztoszteron és a többi viselkedés között (harc, interakció, jelölés) nem találtunk összefüggést.

Pearson korreláció	r	p	N
harc	0.201	0.472	15
interakció	0.093	0.742	15
jelölés	0.120	0.670	15
territórium	0.618	0.018	14

2. táblázat A tesztoszteron és a viselkedésformák közötti összefüggések

6.4. A tesztoszteron és kondíció

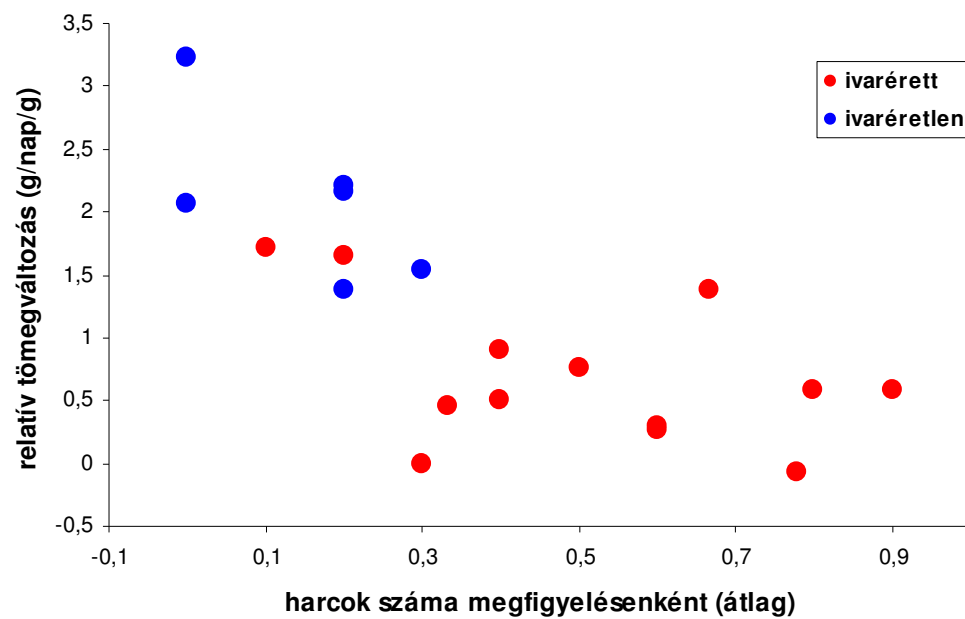
Azt kaptuk, hogy a jobb kondíciójú hímeknek magasabb a tesztoszteron szintje (4. ábra; Pearson korreláció: $r=0.783$, $p=0.001$, $N=15$). A nagyobb hereméretű állatoknak magasabb volt a tesztoszteron szintje (Pearson korreláció: $r=0.587$, $p=0.021$, $N=15$) és a jobb kondíciójú egyedeknek nagyobb volt a heréje (Pearson korreláció: $r=0.799$, $p=0.000$, $N=19$). Ezért parciális korrelációt alkalmaztunk, kontrollálva a hereméretre, így azt kaptuk, hogy a heremérettől függetlenül is fennáll ez az összefüggés (Pearson korreláció: $r=0.6409$, $p=0.014$, $N=12$).



4. ábra A jobb kondíciójú hímeknek magasabb a tesztoszteron szintje (Pearson korreláció: $r=0.6409$, $p=0.014$, $N=12$, kontrollálva a hereméretre).

A szaporodás költsége

Eredményeink szerint a hímek súlygyarapodása csökken, ha sokat harcolnak és nagy a territóriumuk mérete ($R^2=0,642$; $df=2,18$; $F=14,338$; $p=0,000$). Összehasonlítva a két hím csoportot, azt kaptuk, hogy az ivarérettek többet harcoltak és kisebb volt a súlygyarapodásuk mértéke, mint az ivaréretleneknek (t-teszt: $t(17)=4.737$, $p=0.000$; $t(17)=3.352$, $p=0.004$).



5. ábra Az ivarérett hímek többet harcolnak és kisebb a súlygyarapodásuk mértéke, mint az ivaréretleneknek.

ÜRGE TÉLI ÁLOM MINTÁZATÁT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

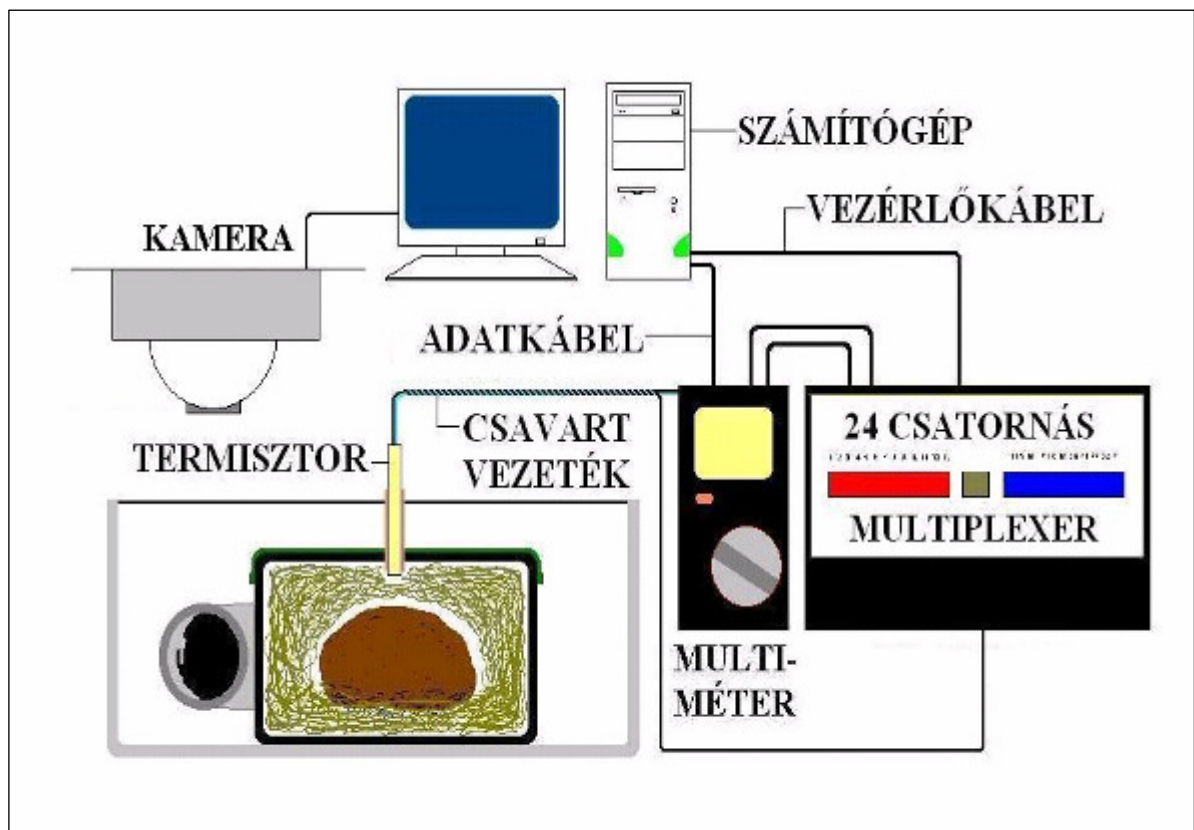
A téli álom körülményeinek hatását az ébredési kondícióra egy laboratóriumi manipulációs kísérletben kezdtük vizsgálni.

FÉSZÉÉPTÉS

Mint ahogy a téli álom alatti anyagcsere sebesség, és ennek megfelelően az energiaforrásként szolgáló raktározott zsír bontásának üteme függ a külső hőmérséklettől, fontos, hogy az állatok jól válasszák meg a helyet, ahol a hibernációs időszakot töltik. A túl alacsony hőmérséklet az egyed pusztulásához vezet, míg a túl magas – az előbbieket szerint – az energiakészlet gyorsabb fogyásának veszélyét rejti magában. Legszűkebb környezetüket; saját járatukat és fészkeiket viszont maguk az állatok alakítják ki úgy, hogy az a lehető legjobb védelmet nyújtsa a szélsőséges hőmérsékletekkel, vagy - még inkább - a hőmérséklet nagyobb ingadozásával szemben. Kis méretű, melegvérű állatoknál a fészkek elsődlegesen szigetelő funkcióval bírnak, csökkentve a benne levő állat vagy kicsinyeinek hőveszteségét. A hideg és mérsékelt égövben sok kisemlős épít fészket, hogy védekezzen a télen igen alacsony külső hőmérséklettel szemben. A hibernáló állatok sok esetben földbe ásott kamrába, faodvakba, vagy sziklaüregekbe épített fészkeket használnak. Az ürgék föld alatti fészkeinek hatékonyságát a fölöttük lévő talajrétegek szigetelése tovább növeli. Mivel a téli minimális hőmérséklet a talajfelszíntől való mélységgel változik, az ürgék áttelelésében mind a telelőkamra pozíciója, mind a fészkekanyag szigetelő képessége kritikus lehet. A szigetelő képesség a fészkek falvastagságától és a gyűjtött anyag minőségétől függ. Egyenlő mennyiségű száraz illetve zöld fű felkínálásával teszteltük, hogy a fészkekanyag választáskor az állatok milyen állagú növényt részesítenek előnyben. Az állatok kivétel nélkül a száraz, jó hőszigetelő fűvet preferálták (publikálatlan). A következő tesztben az állatoknak a Dunakeszi Reptéren két leggyakoribb fűfaj, a *Festuca pseudovina* és *Bothriocloa* száraz csomói között kellett választaniuk a fészkek készítésekor. Az állatok mind a *Festucát* választották. Jelenleg endoszkóp segítségével próbálunk terepei fészkekből mintát gyűjteni a tényleges fészkek összetételének meghatározására.

TÉLI ÁLOM

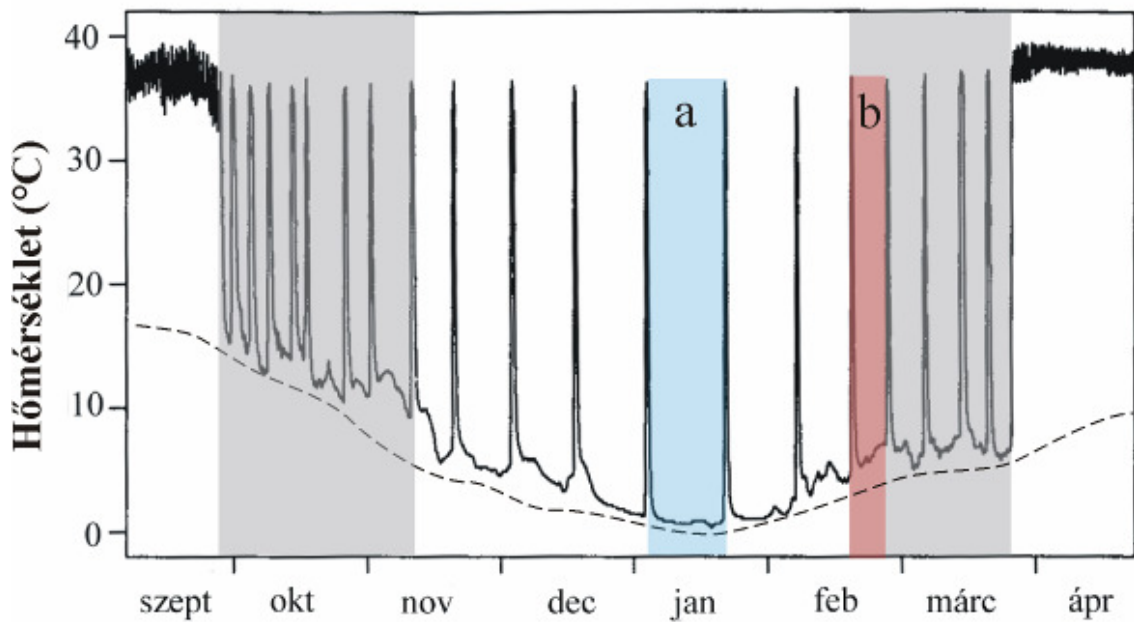
Az ürgék téli álmának vizsgálatára az ELTE lágymányosi tömbjének alagsorában klímakamrát alakítottunk ki. Az állatokat szabályozott hőmérsékletű hűtőpultokban helyeztük el, az állatok állapotára video felvételtől, és a fészekbe helyezett termisztorok jeléből következtettünk.



6. ábra: a téli álm vizsgálatára összeállított berendezés

Az állatokat 0, 5 illetve 10 fokon tartottuk ősztől tavaszig, a téli álm középső és utolsó fázisában a környező talajban mérhető hőmérsékletének megfelelően.

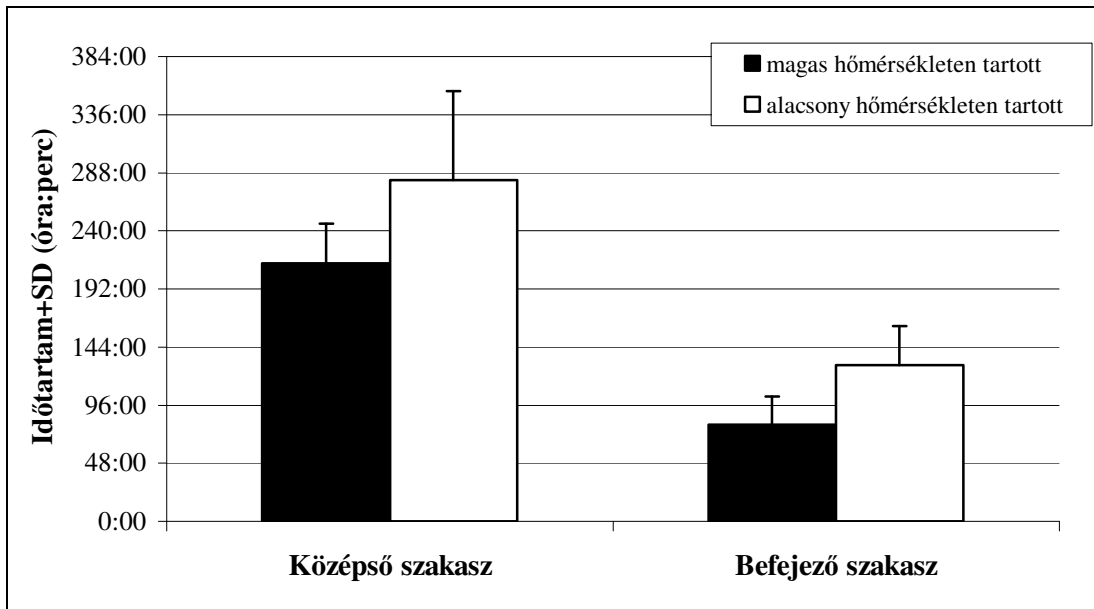
Ezzel a vizsgálattal azt kívántuk eldönteni, hogy a természetben megfigyelhető ritmus változás egy programozott folyamat része vagy a hőmérséklet változás következtében alakul ki.



(Hut et al. 2002)

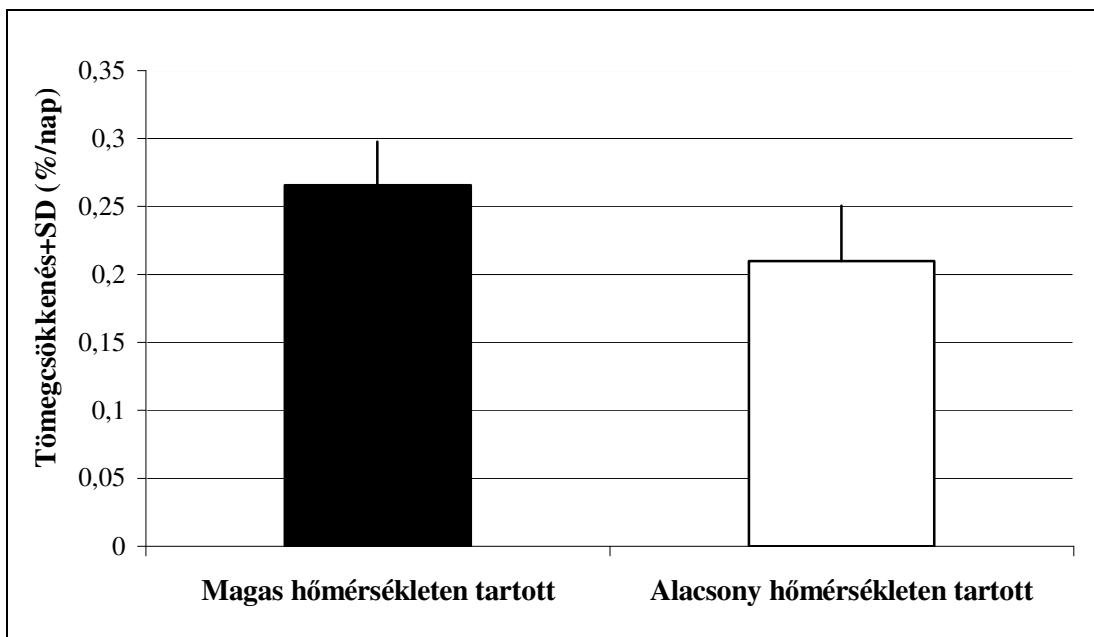
7. ábra Közönséges ürge hibernáció alatti testhőmérséklet változásai. A szaggatott vonal a talaj hőmérsékletét jelzi a vizsgált időszakban. TK: külső hőmérséklet. A színes tömbök az alacsonyabb (a: kék) és a magasabb (b: piros) környezeti hőmérsékleteknél mérhető torpor hosszokat jelzik a hibernáció különböző szakaszaiban, amelyeket a bal oldali szürke (kezdeti szakasz), a jobb oldali szürke (befejező szakasz), és a kettő közti fehér tömb (középső szakasz) jelöl.

Azt találtuk, hogy a magasabb hőmérsékleten tartott állatok torporhossza a hibernáció mindkét szakaszában rövidebb volt, mint az alacsonyabb hőmérsékleti csoport állataié. A befejező szakaszban időtartama mindkét csoportban radikálisan lecsökkent, kevesebb, mint felére a középső szakaszban mért hosszúnak (Átlagosan 9, illetve 12 napról átlagosan 3, illetve 5 napra, lásd 8. ábra).



8. ábra A hőmérsékleti kezelés hatása a torpor fázis hosszára a hibernáció középső és befejező szakaszában. A torporhossz magasabb hőmérsékleten és a befejező szakaszban alacsonyabb, mint alacsonyabb hőmérsékleten, és a középső szakaszban.

Az arousal fázis ébredési szakasza az alacsonyabb hőmérsékleti csoportban, az eutermikus (plató) szakasz pedig a magasabb hőmérsékleti csoportban volt hosszabb időtartamú, a kettő együttes hosszában, vagyis az arousal fázis teljes hosszában nem volt szignifikáns eltérés sem a két hőmérsékleti csoport, sem a hibernáció középső és befejező szakasza között a csoportokon belül (9. ábra).



9. ábra A hőmérséklet hatása a hibernáció alatti tömegcsökkenésre. A magasabb hőmérsékleten tartott állatok tömege nagyobb mértékben csökkent a vizsgálat során.

MIÉRT KELNEK FEL AZ ÜRGÉK A TÉLI ÁLOM ALATT?

Egy ilyen lehetséges faktor lehet a felhalmozott barna zsírszövet hibernáció alatti lebontásából származó nagy mennyiségű víz vizelet formájában történő ürítésének kényszere a szervezetből. Ha ez a vízmennyiség valamilyen módon a torpor fázis alatt, a fészekben ürülne, az rontaná a fészek szigetelőképességét, így eltávolítása a fészekanyag átnedvesítése nélkül kell, hogy megtörténjen. Ahhoz, hogy ezt elkerülje, az állatnak el kell hagynia a fészket, legalább a vizeles idejére, ez viszont feltétlenül szükségessé teszi, hogy valamekkora mértékben felmelegedve mozgásképesse váljon, és megtalálja a járat azon részét, ahol a nedvesség már nem veszélyezteti a fészket. A keletkező vizelet mennyisége, illetve az anyagcsere sebessége azonban függ az állat környezetétől (1. ábra), annál is inkább, mivel a torpor fázis alatt a testhőmérséklet megközelíti a mindenkori külső hőmérsékletet.

A vizeletürítés regisztrálásához 1 m/m%-os fenolftalein oldattal átítatott itatóspapírt használtunk, melynek felületét 0.1 N-os KOH-oldattal kentük át, ettől piros színt kapott. A papíron a folyadékcsepp szétterjedő foltot hagy, amelynek mérete arányos a folyadék mennyiségével. A folt nagyságából az előre elkészített kalibrálósor (1, 2, 5 és 10 milliliter vizelet által a papíron hagyott folt nagysága) segítségével becsültük a vizelet mennyiségét milliliterben (Regressziós egyenes egyenlete: $y = 0.0129x - 0.0598$, $t_3 = 28.654$, $p = 0.001$; $R^2 = 0.9976$, $F(1,3) = 821.037$, $p = 0.001$, 6. ábra), a következő módszerrel: fénymásolatot készítettünk a dobozokból kivett papírokról, a másolatokon látható foltokat kivágtuk, és analitikai mérleg (METTLER TOLEDO AG 245) segítségével megmértük az egy papírról származó foltok tömegét. Végül a kapott értékeket összevetettük a kalibrálósor hasonló módon elkészített, ismert mennyiségű vizelet által okozott foltjainak tömegével, így következtethettünk a foltokat létrehozó vizelet mennyiségére. Az itatóspapír méretét a rágcsálódoboz aljának méreteihez igazítottuk. Szabad szemmel és a videofelvételeken is jól kivehető volt a rágcsálódobozban elhelyezett papíron hagyott vizeletfolt, amely világos területként jól elkülönült a papír piros alapszínétől. A fenti módon meghatározott vizelet mennyisége nem függött a hőmérséklettől.

A hőmérséklet hatása az arousal alatt ürített vizelet mennyiségére.

Ahhoz, hogy az állat a felhalmozódott, kritikus mennyiségű vizeletet egy adagban, a fészken kívül, annak átnedvesítése nélkül ürítse, arousal állapotba kell kerüljön, elhagyja a fészket, amint azt a kísérlet során készült videofelvételek is igazolják, és azon kívül (kísérletünkben az itatóspapírra) ürít. A vizelet hőmérséklettől független mennyisége

(1.17 ± 0.61 ml) ugyancsak a hólyagürítés kényszerének szerepére utal az arousal állapot kialakulásában, ezáltal a szakaszos ébredés egyszerű élettani kényszerek következménye lehet (vö. Daan et al 1991)-

A vizeletürítési kényszer szerepének vizsgálatához a torpor fázis alatt, az azt megelőző arousalt követően eltelt adott hosszúságú idő után, a kiválasztott állatok egyik felének aktuális testtömegükre arányosan számított mennyiségű vizelethajtót (Furosemid), másik felének ugyanolyan mennyiségű fiziológias sóoldatot injektáltunk be, majd a következő arousal után megfordítva. Ezt követően a torpor hosszából és a következő arousal során ürített vizelet mennyiségéből következtethetünk a vizelési kényszer jelentőségére az arousal kialakulásában, illetve a hibernációs mintázat alakításában. Mivel Furosemid hatására a vizelet mennyisége nőtt, viszont az arousal fázis csökkent, e kísérlet szerint a vizeléssel összefüggő kényszer minden bizonnyal szerepet játszik a periódikus ébredésben (Nyitrai, 2006).

A hibernációs mintázatnak a hímek és a nőstények esetében eltérő következményei lehetnek az egyedre nézve az ébredést követő szaporodási időszakban, mert a nőstények tavasszal a hímeknél később jönnek a felszínre, és nem harcolnak egymással sem a territóriumért, sem pedig a párzási lehetőségért. Feltételezhető tehát, hogy eltérés van a hímek és a nőstények között a hibernációs mintázat alakulásában, és az azt befolyásoló tényezők hatásmechanizmusaiiban.

Mivel a téli minimális hőmérséklet a talajfelszíntől való mélységgel változik, az ürgék áttelelésében mind a teelőkamra pozíciója, mind a fészekanyag szigetelő képessége kritikus lehet (ez utóbbinak vizsgálata jelenleg is folyik klímakamránkban). Ezen ismeretek alapján értelmezhetővé válhat a lokális viszonyokhoz történő alkalmazkodás, pl. a hegyvidéki és az alföldi ürgeállományok eltérő teelőhely választása, illetve jósolható a környezeti változások, pl. a globális felmelegedés során módosuló áttelelési siker (Inouye et al. 2000) és élőhely eltolódás (Humphries et al. 2002), amely alapvetően befolyásolhatja a veszélyeztetett faj jövőjét.

ÜRGÉK MEGTELEPEDÉSÉT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

Az ürge (*Spermophilus citellus*) egyedszáma egész Európában csökken, Magyarországon is védett állat. A csökkenés egyik oka az állat élőhelye, a rövid fűvű sztyeppék és legelők eltűnése. Magyarországon gyakran ott találhatóak stabil állományok, ahol az ürgék jelenléte problémát jelenthet (repülőterek, lóversenypályák). Ezekben a helyeken időnként szükségessé válhat az állomány gyérítése az állatok eltávolításával. Az ilyenkor kitelepített egyedek felhasználhatóak új populációk létrehozására olyan területeken, ahonnan az ürgék a közelmúltban kipsztultak. Ennek gyakorlati végrehajtásáról azonban nagyon kevés információ állt rendelkezésre, ezért elkezdtük vizsgálni az ürgetelepítés kivitelezésének kritikus pontjait: a befogást, a kiengedést, az áttelepített állatok monitorozását annak érdekében, hogy az állomány megtelepedjen.

A befogási módszerek hatékonyságát vizsgálva két módszert hasonlítottunk össze: a hurkozást és az öntést. A két módon befogott állatok száma alapján nem találtunk különbséget a módszerek között, egyéb szempontok alapján célszerű dönteni közöttük.

Három módszerrel próbáltuk nyomon követni a kiengedés után az állatok egyedszámának változásait. A vizuális módszer a felszínen tartózkodó ürgék összeszámolásán alapszik; egy másik módszernél azokat a lyukakat számoltuk össze, amelyek előtt földkupacot találtunk. A sávós becslés az összes lyuk összeszámolásán alapul öt 200 m hosszú és 2 m széles sávban. A vizuális és a sávós becslés alapján végzett relatív becslés hasonló eredményt hozott, a kupacos lyukszám alapján végzett becslés eredménye viszont különbözött az előző kettőtől, valószínűleg a kupacok keletkezésének időjárásfüggése miatt.

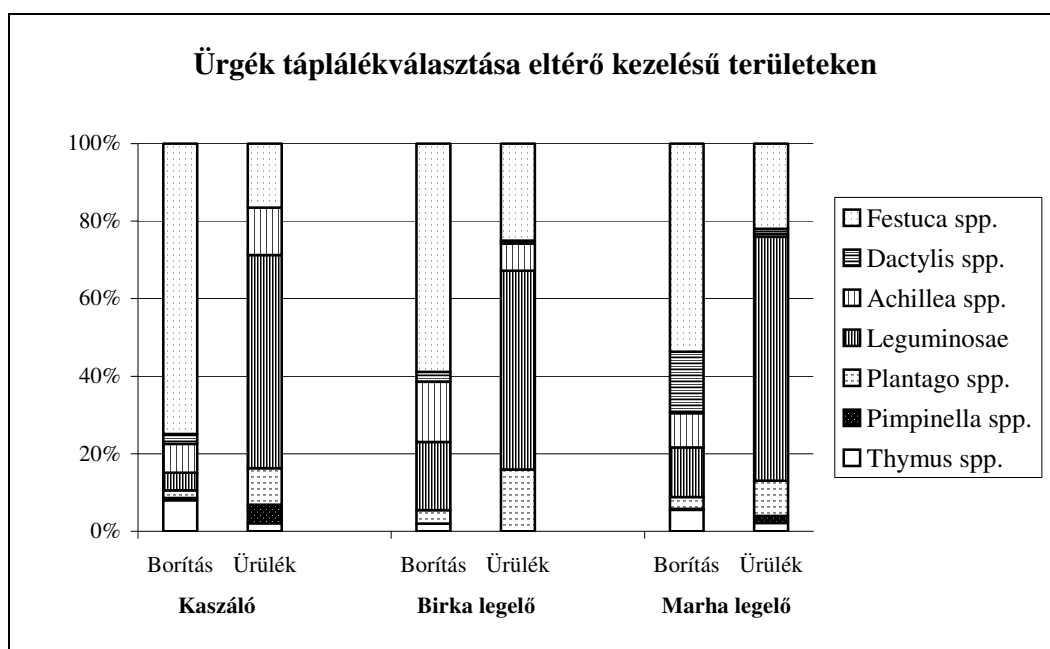
A fenti módszerek segítségével azt eddigi két, mintegy 1200 állatot érintő áttelepítés során azt állapítottuk meg, hogy a kitelepítést követő első napokban az állatok szétterjednek, ezután azonban stabil állomány alakulhat ki. Az áttelepítés eredményességét a sikeres megtelepedés és áttelelést követően, az ürgék új helyen történő szaporodása után lehet lemérni, ehhez azonban megfelelő élőhely kezelés és további monitoring szükséges.

Táplálék-minőség hatása

A táplálék minősége számtalan tényezőtől függ. Különbözhet például az egyes növények elérhetőségében, emészthetőségében, tápanyag tartalmában, mérgeanyag tartalmában, víztartalmában, illetve ezek bármilyen elképzelhető kombinációjában. Az ember a terület kezelésével, - tudtán és szándékán kívül is - számos felsorolt és nem említett táplálék-minőségi tényezőt befolyásol. Az ürgék számára kedvező kezelési terv kidolgozásánál nem hagyható figyelmen kívül ez a hatás, ezért megvizsgáltunk néhány ürgelelőhelyen gyakrabban előforduló kezelés hatását az ürgék táplálék-választására.

Három csoportba sorolt 5-5-5 területet vizsgáltunk kezeléseik szerint, melyek a következők voltak: birkával-, szarvasmarhával-legelt és kaszált ürgelelőhelyek. A területeken botanikai borítást becsültünk öt, egyenként 1x1m-es minta-kvadrátban, illetve a területeken gyűjtött 10-10 ürgeürülék elemzésével becsültük az ürgék táplálék-választásban megfigyelhető különbségeket. Az ürülék elemzése során a megfelelő előkészítés és festést követően meghatároztuk az első száz talált epidermisz származását, lehetőség szerint növényfajok szintjére lebontva. A további analízishez a növényfajokat nyolc nagyobb kategóriába soroltuk. Az ürgék kínálatához képesti táplálékválasztását Chi-négyzet teszttel, a területek borítás és ürülék összetételbeli eltéréseit két utas, ismételt méréses ANOVÁ-val elemeztük. A vizsgálat Koósz Barbara biológus szakdolgozati témája volt.

Eredményeink szerint az ürgék mindhárom területtípuson válogatnak a kínálatból (kaszálo: $X^2 = 675.6$, $df = 7$, $p < 0.001$; birkalegelő: $X^2 = 139.5$, $df = 7$, $p < 0.001$; marhalegelő: $X^2 = 248.8$, $df = 7$, $p < 0.001$) (lásd 10. lenti ábra).



A területek különböznek botanikai borítás-összetételben és az egyes komponensek borítás értékei is jelentősen eltérnek egymástól.

A Duncan-post test során a *Festuca*, az *Achillea* és a *Leguminosae* növénycsoport kimagaslóan nagy borítást képvisel a többi csoporthoz képest. Az ürülék összetételek a három területen szintén különböznek egymástól és a növénycsoportok előfordulása is eltér az ürülékben, azonban ezek között nincs interakció. A Duncan-post test eredményei alapján a *Festuca*, a *Leguminosae* és a *Plantago* növénycsoport fordul elő kimagaslóan nagy arányban a többi csoporthoz képest.

Kimutatható volt tehát, hogy az ürgék mindhárom területtípusban válogattak a kínálatból és ez a válogatás nem volt kifejezetten területtípus függő (ürülék összetételben a fogyasztott növénycsoportok és területtípus között nem volt interakció). Ez azt jelenti, hogy minőségi igényei is vannak az ürgéknek a növényzet összetételre vonatkozóan, nem csak a korábban kimutatott növényzet magasság fontos számukra. A táplálék mennyiségének korlátozó hatását az előző vizsgálat során nem tudtuk kimutatni (ld. 8. oldal). Vizsgálatainkból úgy tűnik, hogy mindhárom kezelés- típusú területen az ürgék megtalálják a nekik megfelelő növényfajokat. A botanikai borításban a *Festuca* spp. (csenkesz) és a *Leguminosae* (hüvelyes) fajok kiemelkedő arányát az ürge ürülékből is kimutathattuk, tehát itt nem feltétlenül preferenciáról, vagy elkerülésről van szó, lehetséges, hogy ez csak a kínálathoz való alkalmazkodás. Ezzel szemben a botanikai borításban kiemelkedő arányban szereplő *Achillea* spp. (cickafark) az ürülékben nem jelentkezik a többinél nagyobb arányban, ami elkerülést valószínűsít, míg a *Plantago* spp. (utifű) csoport tagjainak magas aránya az ürülékben, de nem a borításban, preferenciára utal. Eredményeink szerint tehát ez utóbbi csoport az, amelyre érdemes odafigyelni.

Természetvédelmi kezelési terv

Az eredmények fényt deríthetnek az ürgék szaporodási rendszerének részleteire, az arra ható környezeti tényezőkre, esetenként a hatásmechanizmusokra is. A rokon fajokon már vizsgált kérdések *S. citellus*-on való tesztelése az összehasonlíthatóságot és az általánosíthatóságot is megteremti, míg az eddig más fajokon nem kutatott problémák általános érdeklődésre tarthatnak számot. Különösen érdekes a más fiziológiai kényszerekkel rendelkező madarakkal történő összehasonlítás. Mivel korábbi vizsgálataink során a fajt, élőhelyét, és a vizsgálati metodika főbb elemeit megismertük, késedelem nélkül kezdhetünk a munkához és várható több jelentős tudományos publikáció az eredményekről. Az ürgék viselkedés-ökológiájának jobb

megismerése segít a védett és pusztuló faj alkalmas élőhelyeinek felismerésében és ezek védelmében. Eredményeink tükrében ajánlásokat tehetünk a Balatonfelvidéki Nemzeti Park és természetesen más Nemzeti Parkok, illetve más Természetvédelmi Hatóságok számára a faj fennmaradásának biztosításához Magyarországon.

Ahhoz, hogy olyan kezelési tervet dolgozhassunk ki, mely az ürgék számára kedvezően alakítja a területet, ismernünk kell az igényeiket. Korábbi vizsgálatainkból tudjuk, hogy a növényzet magasságnak és a talajvíz szintjének jelentős hatása van az ürgék területválasztására. Jelen eredményeink alapján a táplálék mennyiségének és minőségének hatásáról tudunk meg többet. A táplálék mennyiségének – legalábbis a csapadékos nyarakon – nincs kimutatható hatása az ürgék területválasztására. A táplálék minősége fontos tényező, a *Plantago* spp. preferálják az ürgék. Mind a kaszáló, mind a birka, mind a marhalegelő alkalmas növényzet-összetételű az ürgék számára.

Jelen ismereteink alapján azt mondhatjuk, hogy az ürgék számára olyan alacsony talajvízszintű területeket kell biztosítanunk, melyeken rendszeres kaszálással, birka, vagy szarvasmarha legeltetéssel a növényzetet tartósan alacsonyan tudjuk tartani. A táplálékválasztás miatt előnyt jelent a több *Plantago* fajokat tartalmazó területek. További vizsgálatok szükségesek a ragadozás, a talaj típus és vastagság, valamint a csapadékszegény években fontossá válható táplálék mennyiség esetleges hatásainak feltárására.

Idézett irodalom

Altbäcker, V. 1998: Növény-növényevő kapcsolatok vizsgálata homoki társulásokban. in. Fekete, G. szerk. A közösségi ökológia frontvonalai. Scientia, Budapest. 123-145.

Boonstra, R., McColl, J. C., Karels T. J. (2001): Reproduction at all cost: The adaptive stress response of male arctic ground squirrels. *Ecology* 82(7), 1930-1946.

Daan, S., Barnes, B. M. & Strijkstra, A. M. (1991): Warming up for sleep? – ground squirrels sleep during arousals from hibernation. *Neurosci. Letters*, 128: 265-268

Desjardins, C., Maruniak, J. A. & Bronson, F. H. (1973): Social rank in house mice: differentiation revealed by ultraviolet visualization of urinary marking patterns. *Science*, 182(115): 939-941

Gross, M. R. (1994): The evolution of behavioural ecology. *TREE*. 9:358-360.

- Huber, S., Hoffmann, I., Millesi, E., Dittami, J., Arnold, W. (2000): Explaining the seasonal decline in litter size in European ground squirrels. *Ecography* 23, 1-7.
- Huber, S., Millesi, E., Walzl, M., Dittami, J., Arnold, W. (1999): Reproductive effort and costs of reproduction in female European ground squirrels. *Oecologia*, 121, 19-24
- Humphries, M. M., Thomas, D. W. & Speakman, J. R. (2002): Climate-mediated energetic constraints on the distribution of hibernating mammals. *Nature*. 418(6895): 313-316
- Inouye, D. W., Barr, B., Armitage, K. B. & Inouye, B. D. (2000): Climate change is affecting altitudinal migrants and hibernating species. *PNAS* 97(4): 1630-1633
- Katona, K., Váczi, O & Altbäcker, V. (2002): Topographic distribution and daily activity of a European ground squirrel population in Bugacpuszta, Hungary. *Acta Theriol.* 47(1): 45-54.
- Kiss J, Váczi, O., Katona, K., Altbäcker, V. (1998): Növényzet magasságának hatása a cinegési ürgék élőhelyválasztására. *Természetvédelmi Közlemények*, 7: 117-123.
- Krystufek, B. (1993): European sousliks (*Spermophilus citellus*, Rodentia, Mammalia) of Macedonia. *Scopolia*, 30: 1-39.
- Manning, J. T., Gage, A. R., Diver, M. J., Scutt, W. D. F. (2002): Short-term changes in asymmetry and hormones in men. *Evol. Human Behav.*, 23: 95-102.
- Martin, P. Bateson, P. (1993): *Measuring behaviour*. Cambridge University Press, pp. 222.
- McCarley, H. (1966): Annual cycle, population dynamics and adaptive behavior of *Citellus tridecemlineatus*. *J. Mammal.* 47(2): 294-316.
- McLean, I. G. (1983): Paternal behaviour and killing of young in arctic ground squirrels. *Anim. Behav.*, 31: 32-44.
- Michener, G. R. (1983): Spring emergence schedules and vernal behavior of Richardson's ground squirrels: why do males emerge from hibernation earlier? *Behav. Ecol. Sociobiol.* 14: 29-38

Millesi, E., Huber, S., Dittami, J., S., Hoffmann, I. & Daan, S. (1998): Parameters of mating effort and success in male European ground squirrels, *Spermophilus citellus*. *Ethology* 104, 298-313.

Millesi, E., Strijkstra, A. M., Hoffmann, I. E., Dittami, J. P. & Daan, S. (1999): Sex and age differences in body mass, morphology, and annual cycle in European ground squirrels, *Spermophilus citellus*. *J. Mamm.* 80: 218-231

Millesi, E., Huber, S., Everts, I., & Dittami, J. (1999): Reproductive decisions in female European ground squirrels: Factors affecting reproductive output and maternal investment. *Ethology* 105, 163-175.

Mrosovsky, N. (1968): The adjustable brain of hibernators. *Sci. Am.* 218 (3): 110-118.

Sherman, P. W. (1977): Nepotism and the evolution of alarm calls. *Science*, 197: 1246-1253.

Váczai, O., Katona, K., Altbäcker, V. (1996): A bugacpusztai ürgepopuláció tér- és időbeli mintázata. *Vadbiológia*, 5: 141-148.

Walther, G.-R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T. J. C., Fromentin, J.-M., Hoegh-Guldberg, O. & Bairlein, F. (2002): Ecological responses to recent climate change. *Nature*, March 28; 416: 389-395

Whittaker, J. C. (1991): Factors influencing meadow vole, *Microtus pennsylvanicus*, distribution in Minnesota. *Can. Field Nat.* 105(3): 403-405.