

2. Táblázat. A vizsgált fedőtollminták ólomterheltségének statisztikai paraméterei.
Tab. 2. Lead burden data.

| Faj / species | $\bar{x} \pm SD$ mg/kg | min-max mg/kg | CV% | N |
|--------------------|------------------------|---------------|---------|----|
| Cygnus olor | 3,06 | 3,06 | 0,000 | 1 |
| Anser anser | 12,89 \pm 2,61 | 11,04-14,74 | 20,297 | 2 |
| Anser fabalis | 1,83 \pm 1,09 | 0,85-3,96 | 59,730 | 7 |
| Anas platyrhynchos | 1,59 \pm 2,19 | 0,01-8,37 | 137,623 | 22 |
| Anas querquedula | 0,88 | 0,88 | 0,000 | 1 |
| Anas crecca | 3,45 \pm 2,78 | 0,36-8,3 | 80,521 | 3 |
| Anas penelope | 10,19 | 10,19 | 0,000 | 1 |
| Aythya ferina | 5,99 \pm 5,89 | 0,98-12,44 | 97,898 | 3 |

Az analízisre került minták két helyről származnak: egyrészt a Kapos folyó Tolna megyei szakaszán 1993 őszén kerültek begyűjtésre, másrészt a soponyai halastavokról. A mintavétel a következő szempontok alapján történt:

1. A mintát mindig frissen elhullott ill. elejtett állatról vettem.
2. A mintavétel minden esetben azonos helyről a begytájékról történt, tehát az analízisre került tollak kivétel nélkül fedő és pehelytollak voltak.
3. A mintákat a feldolgozásig papírzacskóban, száraz, hűvös helyen, azonos körülmények között tároltam.
4. A mintákról feljegyeztem a következő adatokat: a származás helye, az elejtés (elhullás) ideje, a madár faja és ivara.

A meghatározások a Kelemen & Csordás (1994) által kidolgozott módszerrel történtek. Az eljárás lényege, hogy a mintát PAAR-féle nagynyomású feltároló berendezéssel elroncsoljuk, majd plazma-emissziós mérés technikát alkalmazva koncentráció meghatározást végzünk.

3. Táblázat. A vizsgált fedőtollminták kadmiumterheltségének statisztikai paraméterei.
Tab. 3. Cadmium burden data.

| Faj / species | $\bar{x} \pm SD$ mg/kg | min-max mg/kg | CV% | N |
|--------------------|------------------------|---------------|---------|----|
| Cygnus olor | 0,48 | 0,48 | 0,000 | 1 |
| Anser anser | 0,52 \pm 0,58 | 0,11-0,94 | 111,790 | 2 |
| Anser fabalis | 0,19 \pm 0,15 | 0,05-0,53 | 77,387 | 7 |
| Anas platyrhynchos | 0,18 | 0,03-0,76 | 89,345 | 22 |
| Anas querquedula | 0,07 | 0,07 | 0,000 | 1 |
| Anas crecca | 0,31 \pm 0,17 | 0,16-0,50 | 55,032 | 3 |
| Anas penelope | 1,66 | 1,66 | 0,000 | 1 |
| Aythya ferina | 0,36 \pm 0,27 | 0,15-0,68 | 75,793 | 3 |

3. Eredmények

A különböző madárfajok egyedeiről gyűjtött tollminták ólomtartalom és kadmiumtartalom analízisének eredményeit a 2. és a 3. Táblázatban összesítettem.

A kutatók (Carpene *et al.* 1992; Tararuch 1993) néhány éve felfigyeltek arra, hogy a madarak esetében mért nehézfémkoncentrációk a két ivarnál jelentősen különböznek. A kűszvágó csérekén végzett vizsgálatok kimutatták azt, hogy a tojóknál szignifikánsan nagyobb a terheltség mértéke (Gochfeld & Burger 1987). Hasonló jelenséget írtak le a hegyi réce esetében is, ahol a tojók májzsövetéből vett minta mutatott statisztikailag igazolhatóan több ólomot mint a gácséroké (Gochfeld & Burger 1987). Ugyanakkor a kadmium esetében ezt nem tudták igazolni.

A rendelkezésemre álló tollminták közül nem voltak értékelhetőek a nyári lúd és a vetési lúd mintái, mivel ezek ivari hátte-

4. Táblázat. A vizsgált fajok hím és tojó egyedeiből gyűjtött fedőtollminták ólomtartalmának statisztikai eredményei.
Tab. 4. Data on lead burden of males and females.

| Ivarok / sexes | $\bar{x} \pm SD$ mg/kg | min-max mg/kg | CV% | N |
|-----------------|------------------------|---------------|---------|----|
| Hímek / males | 1,54±1,52 | 0,24-5,75 | 98,647 | 18 |
| Tojók / females | 3,82±4,33 | 0,10-12,44 | 113,345 | 13 |

re nem volt tisztázható. A vizsgálatok eredményei szerint a hímek mintegy 2,5-szer kisebb ólomterheléssel rendelkeznek mint a tojók (4. Táblázat). A kadmiumszinteket vizsgálva az eltérések szintén igen jelentősek. A tojók itt is magasabb értékekkel rendelkeznek mint a hímek. A tojók mintegy 2-szeres mennyiségű kadmiumot akumuláltak a tollaikba (5. Táblázat).

A környezeti terhelések általában nem külön-külön jelennek meg, hanem több szennyezés jelentkezik egyszerre. Másképpen úgy is mondhatjuk, hogy vannak olyan káros környezeti hatások, amelyek kísérői egymásnak. Ezekben az esetekben az indikátorként használt mintákban az egyes szennyeződések koncentrációi között magas pozitív korreláció áll fenn. Vizsgálataim során arra kívántam választ kapni, hogy egy adott mintán belül az ólom, ill. a kadmium koncentrációja meghatározza-e a másik elem koncentrációját, vagyis van-e a minták ólom- és kadmiumkoncentrációja között valamilyen összefüggés.

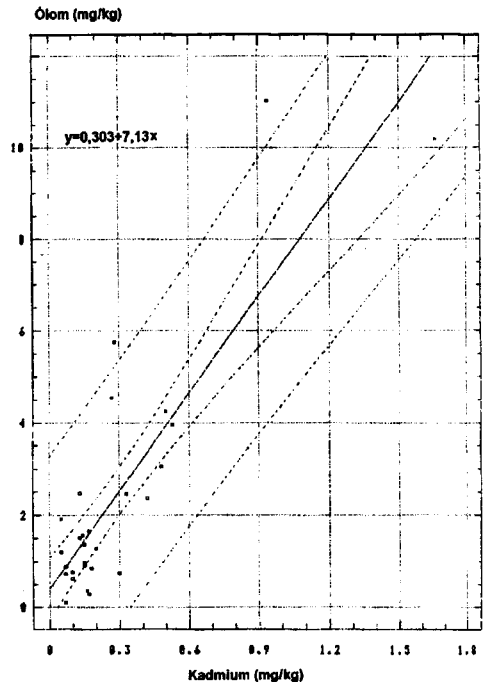
A minták ólom- és kadmiumkoncentrációját vizsgálva kitűnik az, hogy az adatok nagy része egy nagyon kicsi intervallumon belül található (1. Ábra). Ugyanakkor látható az is, hogy néhány minta jelentősen eltér az átlagtól. Az összes minta (n=40) értékelésekor csak egy közepes pozitív korreláció ($r=0,562$) észlelhető. Abban az esetben azonban, ha a kiugró

5. Táblázat. A vizsgált fajok hím és tojó egyedeiből gyűjtött fedőtollminták kadmiumtartalmának statisztikai eredményei.
Tab. 5. Data on cadmium burden of males and females.

| Ivarok / sexes | $\bar{x} \pm SD$ mg/kg | min-max mg/kg | CV% | N |
|-----------------|------------------------|---------------|---------|----|
| Hímek / males | 0,19±0,17 | 0,03-0,76 | 90,143 | 18 |
| Tojók / females | 0,37±0,43 | 0,37-1,66 | 116,426 | 13 |

adatokat (2 minta) kiemeljük a minták köréből, akkor egy igen erős pozitív korrelációt kapunk ($r=0,868$). A két mintasor közötti összefüggés leírására a lineáris regressziós modell látszott a legalkalmasabbnak, amelynek a segítségével a következő regressziós egyenletet tudtam felállítani ($p < 0,05$):

$$y = 0,303 + 7,137x.$$



1. Ábra. A vizsgált fajok fedőtolljaiban meghatározott ólom és kadmiumszintek közötti összefüggés.
Fig. 1. Correlation of lead and cadmium burden.

4. Megvitatás

Tekintettel arra, hogy a madarak - és ezen belül a vízimadarak - érzékenyen reagálnak a káros környezeti hatásokra, így jól felhasználhatók bioindikátorként. A módszer felhasználását célzó kutatásoknak a következő szempontok figyelembevételével célszerű továbbhaladnia:

1. Ismerni kell az adott faj vedlési ciklusait, a testtájak vedlésének sorrendjét, hogy a mintavételi időpontból következtetni tudjunk a környezet nehézfém-szennyeződésének időbeni lefolyására.
2. Bioindikátorként olyan fajokat célszerű felhasználni, amelyek egész évben (vagy legalább a vedlés ideje alatt) a vizsgálni kívánt területen tartózkodnak. A vonuló fajok esetében mért nehézfém-szintek a vedlőhelyek terheltségét tükrözik.
3. Meg kell határozni azt, hogy milyen összefüggés áll fenn a környezetbe jutó nehézfém mennyiség és a madarakban megjelenő szintek között.
4. Ki kell jelölni azon érzékenyebb fajok körét, amelyek nagyobb mennyiségben akumulálják a szövetekben a környezetükben fellelhető nehézfémeket.

Itt kell megjegyezni azt is, hogy mivel a tollanalízis elégséges módszer lehet arra, hogy meghatározzuk egy adott egyed terheltségét, kiválóan alkalmas egyedi vizsgálatokra is. Ennek különösen a veszélyeztetett fajok esetén lehet nagy szerepe, mivel a módszer alkalmazásánál nem kell az állatot elpusztítani. Ezen eljárás segítségével fény derülhet bizonyos élettani és szaporodásbiológiai rendellenességek okaira is.

Irodalom

- Burger, J. & M. Gochfeld. 1991. Cadmium and lead in common terns (Aves: *Sterna hirundo*): Relationship between levels in parents and eggs. – Environ. Monitor. Asses. 16: 253-258.
- Carpene, E. Tirelli, E., Giovanni, S., Catelli, E., Pesco, F., & N. Maestrini. 1992. Lead, cadmium, zinc, and copper in some species of waterfowl. – Proceedings, 9th International Symposium on Waterfowl, Pisa, Italy
- Furmers, R. W. & S. A. Lewis. 1990. Mercury levels in the plumage of red-billed gulls (*Larus novae-hollandicus*) of known sex age. – Environ. Poll. Ser. A. 63(1): 33-39.
- Gochfeld, M. 1987. Heavy metal concentrations in the liver of three duck species: influence of species and sex. – Environ. Poll. 45: 1-15.
- Goede, A. A. 1984. The use of bird feather parts as a monitor of metal pollution. – Environ. Poll. 37: 311-322.
- Hall, S. L., & F. M. Fischer. 1985. Heavy metal concentrations of duck tissues. – Bull. Environ. Contamin. Toxicol. 35(2): 163-172.
- Honda, K., Lee, D. P. & R. Tatsukawa. 1990. Lead poisoning in swans in Japan. – Environ. Poll. 65: 209-218.
- Kelemen, J. & E. Csordás. 1994. Lead content of road-side plants. – 2nd International Symposium "Animal Sciences Days" Rovinj, Croatia
- Newton, I., Haas, M. B. & P. Freestone. 1990. Trends in organochlorine and mercury levels in gamet eggs. – Environ. Poll. 63: 134-143.
- Newton, I., Wyllie, I. & A. Ascher. 1993. Long-term trends in organochlorine and mercury levels in some predatory birds in Britain. – Environ. Poll. 79: 143-151.
- Sályi, G., Hilbertné Mikovics, M. & V. Sztojkov. 1987. A vadkaca (tökés réce - *Anas platyrhynchos*) ólomsörét okozta ólommérgezése. – Magyar Állatorvosok Lapja 42: 621-628.
- Simon, P. & I. Laczay. 1987. Állatorvosi toxikológia I-II. – Állatorvostudományi Egyetem, Budapest.
- Tataruch, F. 1993. Contamination of wildlife with environmental pollutants. – Übersichten zur Tiernahrung 21: 181-204.

Adatok néhány vadlúd és vadréce faj ólom- és kadmiumterheltségéhez: az ivarok és a fajok közötti különbségek vizsgálata

Szabó Balázs

Szabó, B. 1998. Data for the burden caused by lead and cadmium in wildfowls: the study of differences between the sexes and the species. – Ornis Hung. 8 Suppl. 1: 95-99.

Examinations of bird feathers can indicate the heavy metal contamination of the environment. Lead and cadmium are the most frequently checked heavy metals. For this study, species of wildfowl (Anseriformes) were selected, since they are important as human food. The samples were collected from Mute Swan (*Cygnus olor*, n=1), Greylag Goose (*Anser anser*, n=2), Bean Goose (*Anser fabalis*, n=34), Mallard (*Anas platyrhynchos*, n=87), Garganey (*Anas querquedula*, n=1), Teal (*Anas crecca*, n=7), Wigeon (*Anas penelope*, n=3), Pochard (*Aythya ferina*, n=5) and Ferruginous Duck (*Aythya nyroca*, n=1). A total of forty samples were analysed.

Significant differences in heavy metal content were found among the different species. The Greylag Goose showed the highest levels. Further, females had 2.5 times higher lead- and twice higher cadmium concentration in their feathers than males.

There was a high correlation ($r=0.868$) between the lead and cadmium concentrations of the samples, thus the two elements seem to appear together.



A károsító környezetszennyező hatások kutatásának egy sajátos területe a vadon élő állatok szöveteiben akkumulált nehézfémek vizsgálata. A vizsgálatok gyakori alanyai a madarak, mivel érzékenyen reagálnak a környezetükben fellelhető nehézfémekre. A leggyakrabban vizsgált nehézfémek: az ólom és a kadmium. A vizsgált fajokat az Anseriformes rendből válogattam ki. A következő fajokból sikerült mintát vennem (n=): bütykös hattyú (*Cygnus olor*, 1), nyári lúd (*Anser anser*, 2), a vetési lúd (*Anser fabalis*, 34), tőkés réce (*Anas platyrhynchos*, 87), bőjti réce (*Anas querquedula*, 1), csörgő réce (*Anas crecca*, 7), fityűlő réce (*Anas penelope*, 3), barátréce (*Aythya ferina*, 5) és a cigányréce (*Aythya nyroca*, 1). A gyűjtött anyagból 40 minta analízise készült el. Az eredmények alapján elmondható, hogy az egyes fajok terheltsége között szignifikáns különbségek vannak. Legmagasabb terheltségű a nyári lúd volt. Megvizsgáltam a két ivar tollában fellelhető nehézfémkoncentrációk közötti különbségeket is. A tojók ólomból 2,5-szer, kadmiumból 2-szer többet akkumuláltak a tollaikba mint a hímek. A minták ólom és kadmiumkoncentrációja között igen szoros korreláció adódott ($r=0,868$), tehát a két elem a mintákban kísérei egymásnak. A tollvizsgálatok a továbbiakban alkalmasak lehetnek a környezet nehézfémterheltségének indikálására és egyedi vizsgálatokra is.

Sz. B.: Pannon Agrártudományi Egyetem, Állattenyésztési Kar, 7401 Kaposvár, Guba Sándor u. 58.

1. Bevezetés

Munkám során a madarak közül a lúdalkatúak néhány képviselőjének a tollában fellelhető ólom és kadmium mennyiségét vizsgáltam. A lúdalkatúak - mint vízi kör-

nyezetben élők - fokozottan ki vannak téve a környezeti ártalmaknak.

A vizsgált madárfajok közül a gyakorisággal kiemelkednek a vízi környezetben élők. Newton *et al.* (1990) a tengeri szula (*Sula bassana*) tojásaival, Furmers

1. Táblázat. A begyűjtött és analizált vadlúd (*Anser* sp.) és vadrécetoll (*Anas* et *Aythya* sp.) minták megoszlása fajok szerint.

Tab. 1. Number of collected and analysed *Anser*, *Anas* and *Aythya* samples.

| Faj / species | Begyűjtve / collected | Bevizsgálva / analysed |
|---------------------------|-----------------------|------------------------|
| <i>Cygnus olor</i> | 1 | 1 |
| <i>Anser anser</i> | 2 | 2 |
| <i>Anser fabalis</i> | 34 | 7 |
| <i>Anas platyrhynchos</i> | 87 | 22 |
| <i>Anas querquedula</i> | 1 | 1 |
| <i>Anas crecca</i> | 7 | 3 |
| <i>Anas penelope</i> | 3 | 1 |
| <i>Aythya ferina</i> | 5 | 3 |
| <i>Aythya nyroca</i> | 1 | 0 |
| Összesen | 141 | 40 |

et al. (1990) a piroscsőrű sirály (*Larus novaehollandicus*), Burger & Gochfeld (1991) pedig a küszvágó csérekkel (*Sterna hirundo*) végzett vizsgálatokat. A lúdakatúak csoportjával is számos publikáció foglalkozik, de ezek szinte kivétel nélkül észak-amerikai eredmények. Többek között a következő fajokat vizsgálták: a tőkés récét (*Anas platyrhynchos*, Hall & Fischer 1985, Gochfeld 1987, Sályi *et al.* 1987, Carpene *et al.* 1992, Tataruch 1993); a fütyülő récét (*Anas penelope*, Carpene *et al.* 1992); az észak-amerikai fekete récét (*Anas rubripes*, Gochfeld 1987, Pain & Rattner 1988); a barátécét (*Aythya ferina*, Carpene *et al.* 1992); a hegyi récét (*Aythya marila*, Gochfeld 1987); a bütykös hattyút (*Cygnus olor*, Honda *et al.* 1990, Cochen *et al.* 1991, Carpene *et al.* 1992); az énekes hattyút (*Cygnus cygnus*, Honda *et al.* 1990, Cochen *et al.* 1992); a kis hattyút (*Cygnus bewickii*, Honda *et al.* 1990).

A limikolák (Charadriiformes) közül vizsgálták a sarki partfutót (*Calidris canutus*, Goede *et al.* 1984, Goede & de Vogt 1985); a kis godát (*Limosa lapponica*, Goede *et al.* 1984) és a piros lábú cankót (*Tringa totanus*, Goede & de Vogt 1985).

A magas trófikus szinten élő madarak fokozott veszélynek vannak kitéve a tápláléklánc útján létrejövő nehézfém-kumuláció miatt. Ezen madarak közül Newton *et al.* (1983) vizsgálták a karvalyt (*Accipiter nisus*), a vörös vércsét (*Falco tinnunculus*), a jégmadarat (*Alcedo atthis*) és a szürke gémet (*Ardea cinerea*). Véleményük szerint szervezetükben különösen a szerves higanyszármazékok halmozódhatnak fel.

Az ólom kumulálódó mérge, amely kezdetben a májban és a vesében, majd pedig főként a csontokban halmozódik fel. A csontokban zajló anyagcsere folyamatok eredményeként az ott raktározódó ólom újra és újra mobilizálódik és így a szervezet tartós ólomhatás alá kerülhet. Az ólom szabaddá válását a megnövekedett kalciumigény (pl. az őszi vonulásnál a fokozódó izommunka, a tojásrakás időszaka) vagy a tartós éhezés jelentősen fokozhatja. A kadmium az egyik legmérgezőbb nehézfém. A kadmiumvegyületek a bélből gyorsan felszívódnak és a szövetekben tartósan raktározódnak. A nehézfémek hatásmechanizmusa többrétű. Egyrészt mint antagonisták xenobiotikumok gátolják más élettani szempontból fontos elemek hasznosulását, másrészt a különböző enzimek szulfhidril csoportjával közvetlenül reakcióba lépve inaktíválják azokat. Számos kísérlettel bizonyították a különféle daganatok kifejlődésében és a meddőségben kifejtett hatásukat.

2. Anyag és módszer

A vizsgálatokat a lúdakatúak (Anseriformes) rendjének 9 fajából végeztem. A begyűjtött és az analízisre került minták megoszlását az 1. Táblázat tartalmazza.