

Szent István Egyetem
Állatorvos-tudományi Kar,
Gyógyszertani és Méregtani Tanszék

Vadmadarak nehézfém mérgezési esetei a Hortobágyi
Madárparkban 2004-2011 között

Készítette: Grúz Adrienn
Évfolyam: Ökotoxikológus MSc. II. évfolyam

Belső konzulens: Dr. Lehel József
Beosztása: egyetemi docens, Állatorvos-tudományi Kar, Gyógyszertani és
Méregtani Tanszék

Külső konzulens: Dr. Déri János
Beosztása: állatorvos, Hortobágyi Madárpark

Gödöllő
2012

Tartalom

1. Bevezetés.....	3
2. Irodalmi feldolgozás	5
2.1. Általános toxikológia	5
2.2. Nehézfémek	6
2.2.1. Ólom.....	8
2.2.1.1. Előfordulás a környezetben.....	8
2.2.1.2. A mérge sorsa a szervezetben és hatásai.....	9
2.2.2. Higany	12
2.2.2.1. Előfordulás a környezetben.....	12
2.2.2.2. A mérge sorsa a szervezetben és hatásai.....	14
2.2.3. Réz.....	16
2.2.3.1. Előfordulás a környezetben.....	16
2.2.3.2. A mérge sorsa a szervezetben és hatásai.....	17
2.2.4. Kadmium	18
2.2.4.1. Előfordulás a környezetben.....	18
2.2.4.2. A mérge sorsa a szervezetben és hatásai.....	19
2.2.5. Arzén.....	20
2.2.5.1. Előfordulás a környezetben.....	20
2.2.5.2. A mérge sorsa a szervezetben és hatásai.....	21
3. Saját vizsgálatok	23
3.1. Esetleírások.....	23
4. Értékelés és megbeszélés	31
5. Összefoglalás	39
6. Köszönetnyilvánítás	40
7. Felhasznált irodalom	41

1. Bevezetés

*"All things are poison and nothing
(is) without poison; only the dose
makes that a thing is no poison."
(Paracelsus)*

Diplomadolgozatomban nehézfém mérgezett madarak eseteit dolgoztam fel. Az eseteket a hortobágyi Madárparkba mérgezéssel bevitt madarak adják.

Sok esetben történnek nem szándékos (mégis antropogén eredetű) mérgezések patkányirtó szerek, gyomirtó szerek, csávázószer, inszekticidek miatt. Ezek közül pl. a higannyal csávázott vetőmagok és a gyomirtó hatású arzenitek használatát már tiltják. Viszont különböző réz-szulfát, réz-hidroxid tartalmú készítményeket fungicidként gyümölcsösökben még napjainkban is alkalmaznak. Emiatt például a fák alatti növényzet vagy a szőlőhajtások elfogyasztása (legeltetés, etetés) is mérgezéssel járhat. Más nehézfémek, mint az ólom, nagy mennyiségben kerülhet a környezetbe a kipufogógázból, mivel üzemanyag adalékként több ólomvegyületet is használnak. Belélegezve idegrendszeri károsodások kiinduló forrásaként szolgálhat. Az utak mentén lévő növényzet legeltetése is mérgezési forrásnak tekinthető, a növényekben felhalmozódott ólom és más nehézfémek (pl.: kadmium) jelenléte miatt. Az elmúlt 15 évben a kipufogógázokból származó ólom mennyisége jelentősen csökkent az ólommentes benzin bevezetésének hatására. A kadmium növényzetben történő felhalmozódását az ipari emisszió, a kijuttatott műtrágyák és az ipari szennyvizek öntözésre történő felhasználása segíti elő. A nem szándékos mérgezések létrejötté emberi hanyagság, feledékenység következménye.

Madaraknál nehézfém mérgezés antropogén tevékenység során a környezetbe kerülő és szervezetükben kumulálódó nehézfémek miatt alakul ki. Az emberek már évszázadok óta használnak nehézfémeket, melyek kártékony hatására csak hosszú idő eltelte után derült fény, ezek után próbáltak az emberek minél veszélytelenebb megoldásokat kitalálni, új, kevésbé mérgező anyagokat használni, de még manapság is nagy arányban kerülnek nehézfémek a környezetbe (talaj, levegő, növények) antropogén tevékenységek miatt. Ilyenek például az előző bekezdésben említett különböző növényvédelemben, növénytermesztésben használt gombaölők, csávázószer, műtrágyák használata, ipari tevékenységek, mint az acélgyártás, bányászat és a mindennapi élet során használt gyógyszerek, festékek, adalékanyagok előállítása. A nehézfémek tulajdonságai közé tartozik a bioakkumulációs és biomagnifikációs képességük, ami sok veszélyt hordoz magában.

A kialakult mérgezések következményei (elhullás, másodlagos mérgezések lehetősége, védett fajok veszélybe kerülése) miatt fontos, hogy foglalkozzunk a témával, megismerjük, hogy milyen tünetekkel járnak a különböző mérgezések. Kutatásaim során az ólom-, higany-, kadmium-, réz- és arzénmérgezés által előidézett esetekre koncentráltam, mivel a nehézfém mérgezések jelentős részének kialakulásáért ezek az elemek a felelősek.

Sokszor nehéz felismerni a nehézfém mérgezéseket a tünetek alapján, sokszor csak a boncolás és az analitikai kimutatás során derül ki, hogy mi okozta az elhullást és vannak olyan esetek is, melyekről nem bizonyosodott be, hogy pontosan mi is okozta a mérgezéseket, csak a tünetek miatt volt levonható az a következtetés, hogy mérgezés áll a háttérben. Ilyen eseteket is bemutattam, mivel a tünetek miatt érdemes megemlíteni őket.

Célkitűzéseim között szerepelt a hortobágyi Madárparkba érkezett mérgezett madarak esetleírásai alapján a réz, ólom, higany, arzén és kadmium mérgezések gyakoriságának összegzése, esetleges előzmények (szándékos/másodlagos) ismertetése, az általam kiválasztott nehézfémek a környezetre és az egyed szervezetére gyakorolt hatásának ismertetése, a szervezetben lejátszódó hatásmechanizmus bemutatása, és külföldi vizsgálatok során észlelt tünetekkel való összehasonlítás.

2. Irodalmi feldolgozás

2.1. Általános toxikológia

„A mérég fogalma: Méregnek azokat az anyagokat nevezzük, amelyek megfelelő mennyiségben és kellő idő alatt a szervezetbe hatolva kémiai, fizikai és fizikokémiai hatásukkal a szervezet életfolyamatait múlón, tartósan vagy véglegesen megzavarják.

A mindennapi életben csak azokat az anyagokat szokták méregnek nevezni, amelyek már csekély mennyiségben is súlyos egészségkárosodást vagy halált okoznak.

A gyógyszer és a mérég közötti különbség rendszerint csak mennyiségi. Minden gyógyszer lehet mérég, ha terápiás dózist meghaladó mennyiségben kerül a szervezetbe. Ezért fontos a gyógyszerek dózisának ismerete” (Koltai 1972).

Ezek után néhány bekezdésben ismertetem általánosan a mérgezések kialakulásának, lefolyásának okait, módjait.

A mérgezések létrejötte lehet szándékos, illetve nem szándékos (Koltai 1972).

Lefolyásukat tekintve három csoportba sorolhatók:

- heveny (akut): gyors, pár óra vagy nap alatt alakul ki, egyszeri felvétel hatására
- félheveny (szubakut): hosszabb ideig, több napig tart
- idült (krónikus): folyamatos mérgefelvétel (kis mennyiség ismételt felvétele), a tünetek lehet csak hónapokkal (esetleg évekkel) később jelentkeznek (Bordás 2006)

A mérgek felszívódása a szervezetbe történhet tápcsatornából (leggyakrabban) (per os), a légutakon át (inhaláció), a bőrön át (per cutan) vagy a kötőhártyán át (Koltai 1972, Lehel & Laczay 2011). A mérgehatás módja szerint pedig lehet általános, egész szervezetre kiterjedő vagy helyi mérgezés (Bordás 2006).

„A mérgezés kifejlődése, jellege, és lefolyása függ a mérgező anyagra reagáló szervezetek sajátosságaitól” (Bordás 2006):

- a törzs, amin elvégzik a szükséges kísérleteket
- a faj, mivel a mérgezési hatás nem ugyanúgy jelentkezik a fajokon (bioaktivációs és detoxifikációs folyamatok, metabolizáció eltérései miatt)
- a nem (hímek és nőstények hormonális felépítésének eltérése)
- a kor (a fiatalok és az idősebbek érzékenyebbek)
- vemhesség

- szoptatás
- hormon-anyagcsere
- testtömeg
- táplálkozás
- egyéni hajlam, fokozott érzékenység, csökkent érzékenység, megszokás

Mérgek a szervezetben több helyen is felhalmozódhatnak, mint a plazmafehérjékben, kötőszövetekben, csontszövetben, sejtekben (intracelluláris és sejtfehérjéhez való kötődés), zsírszövetben (Bordás 2006).

2.2. Nehézfémek

Nehézfém a környezetbe két módon kerülhet, természetes módon vagy az ipari felhasználás következtében. Természetes eredetűek a fosszilis tüzelőanyagok, ércék és a vulkáni kőzetek. Emberi tevékenység által (bányászat, feldolgozó ipar, kereskedelem) por, salak, korom, füst, égéstermékek, peszticid, festékek és gyógyszerek formájában kerülhet a környezetbe nehézfém.

Az ipari emisszióval kikerülő nehézfémek a levegőbe jutva közvetlenül szennyezhetik a talajt, a növényzetet és a vízforrásokat (rárakódás). Ezek per os felvétele jelenthet mérgezési forrást. A levegőben lévő részecskék pedig inhaláció útján okozhatnak mérgezést az ipari üzemek környékén, illetve a légmozgással távolabbi környezetbe is eljuthatnak. A természetes eredetű forrásokból a nehézfémek kimosódhatnak, kioldódhatnak, és bemosódva, a különböző életközegek (talaj, víz) szennyeződését okozhatják.

Nehézfémeket már évszázadok óta használnak az emberek életük megkönnyítésére, gyógyászatra, növényvédelemre, kártevőirtásra, adalékanyagként, színezékként. Eleinte még nem tudták, hogy ezek felhasználása milyen kockázatokkal jár, emiatt sok mérgezés, megbetegedés, bizonyos esetekben halál is bekövetkezett, mire rájöttek, hogy mi a mérgezés forrása. Ezen anyagok ilyen módon történő felhasználását sok helyen ma már nem engedélyezik, új módszereket dolgoztak ki, de a már környezetbe került anyagok szennyezőként a talajban, vizekben, levegőben maradtak és további mérgezéseket okozhatnak (http4).

Aggodalomra adhat okot, hogy a vízi környezetbe kerülő szennyező anyagok biokumulációjuk következtében bekerülnek a táplálékláncba, ami az emberekre is hatással van (Burger & Gochfeld 2000). A kumulációra való hajlamukat meghatározza a madarak életmódja és

az, hogy a szennyező anyagokat kis hatékonysággal tudja a szervezetük lebontani, metabolizálni (Fossi et al. 1995, Walker 1990).

A táplálkozási szokások fontos jellemzőként szolgálhatnak a madarakból kimutatott nehézfém szintek magyarázatánál. Természetesen a fémek mennyiségét nem csak a táplálkozás határozza meg, hozzá tartoznak még más jellemzők is, mint a kor, nem, a gyűjtés időpontja és a földrajzi elhelyezkedés (Kim et al. 1998). Azoknál a fajoknál például, melyek kifejezetten csak tintahallal táplálkoznak magasabb Cd szintet mutattak ki; amelyek, mint a feketelábú albatrosz (*Phoebastria nigripes*), ami csak halakkal táplálkozik a Hg szint volt magasabb, mint azoknál, amelyek mind tintahallal, mind hallal táplálkoznak (Ogi 1986, Muirhead & Furness 1988, Kim et al. 1998).

A szennyezőanyagok, mint például a nehézfémek antropogén hatás (ipar, városi vízelvezető rendszerek, mezőgazdasági munkák), természetes erózió és geokémiai ciklusok következtében kerülhetnek be a vízi rendszerekbe, és ha egyszer bejutnak, bekerülnek a táplálékláncba és ott biomagnifikálódnak (Hahn et al. 1993, Burger & Gochfeld 2000).

A magasabb trofikus szinten lévő szervezetek jobban ki vannak téve a szennyezőanyagok magasabb koncentrációjának. Kumulálják a lipiddoldékony szerves vegyületeket és a metil-higanyt (Burger & Gochfeld 2000).

A táplálkozási lánc tetején lévő ragadozó és hlevő madarakból vett mintákban nagyobb mértékben mutatták ki a szennyező anyagokat, mint a lánc alacsonyabb szintjén lévő tagjaiból (Hunter & Johnson 1982, van Straalen & Ernst 1991, Burger et al. 1992, Burger & Gochfeld 2000).

A fémek, amelyek bekerülnek a madarak szervezetébe kiválasztódnak vagy beépülnek a szövetekbe. Kiválasztódás történhet vizeleten, bélsáron keresztül, a tollazatba épülve (Furness et al., 1986, 1990), a tojásokba bekerülve (Maedgen et al. 1983, Burger & Gochfeld 1991).

2.2.1. Ólom

2.2.1.1. Előfordulás a környezetben

A természetben elsősorban kötött formában található meg. Kis mennyiségben állati és növényi szervezetben is kimutatható, de még nem okoz káros hatást.

Környezetbe kerülhet például kipufogó gázokból, ólomtartalmú festékekből, kidobott akkumulátorokból, ólom sörétekből, ipari felhasználás következtében, és a mindennapi életben használt eszközök alkotórésze (pl.: vízvezetékek, konzervdobozok (Koltai 1972)). Állatokba szájon át jut leggyakrabban, míg az embereket inhaláció útján károsíthatja (Lehel & Laczay 2011).

Az ólommérgezés kialakulásához 3 tényező vezethet: tápláltság, genetikai fogékonyság és hogy legyen ólom a közelben (Pattee et al. 2006).

Vízi szárnyasoknál és a hegyvidékeken élő madaraknál leggyakrabban az ólom sörétek és úszók lenyelése okoz mérgezést (Guitart et al. 2010). Az ólommérgezés a leggyakoribb mérgezések közé tartozik vízi élőhelyeken (Tavecchia et al. 2001). Bellrose (1959) becslései szerint Észak-Amerikában évente a víziszárnyasok 2-3%-a ólommérgezés következtében pusztul el, amit nem vadászat, hanem a sörétek lenyelése okozott. A nem ragadozó hegyvidéki madarakat is érinti a lőszerek lenyelése következtében kialakult mérgezés (Fischer et al. 2006).

A mérgezéssel veszélyeztetett fajok közül a leginkább érintettebbek a récefélék (Pain, 1992; Mateo et al., 1997; Ochiai et al., 1999), pl. tőkés réce (*Anas platyrhynchos*), csörgő réce (*Anas crecca*) (Guitart et al. 2010), de más fajokat is fenyegeti a mérgezés veszélye, ezek a nagy goda (*Limosa limosa*), karvaly (*Accipiter nisus*), egerészölyv (*Buteo buteo*), vörös vércse (*Falco tinnunculus*), szarka (*Pica pica*) és a fácán (*Phasianus colchicus*) (Guitart et al. 2010).

Számokkal kifejezve ez annyit jelent, hogy például Kanadában évente sok ezer vízimadár pusztult el ólommérgezés miatt, a sörétek lenyelése következtében. Kb. 280 db ólomgolyó van egy patronban, lövésenként kb. 5-6 lövedék téveszt célt. Évente átlagosan 2000 t ólom marad a környezetben a vadászok miatt, ebbe tartozik bele az a hektáronkénti 40-80 000 ólomsörét, ami az iszapba hullott és a madarak életét veszélyezteti. A vadászaton kívül a horgászat miatt is alakulhat ki ólommérgezés, a leszakadt súlyok miatt. Ismét kanadai példával élve, ez minden évben átlagosan 5000 t vízben maradó ólmot jelent (Prokisch 2010).

A madarak összetéveszthetik az ólom lövedékeket apró kövekkel, amiket zúzókövekként szoktak felvenni (Pain 1992). Mediterrán területek talajában a 0,5 mm átmérőnél nagyobb kövek nem igazán találhatók, pedig ezek felelnének meg zúzóköveknek, emiatt veszik fel a lövedékeket (Pain 1992, Rodriguez et al. 2010). Kanadában például a vízi madarak (hattyúk, gémek, ludak, kacsák) élelem után kutatnak az iszapban, így a lesüllyedt súlyokat és ólomsöréteket is lenyelhetik,

mialatt a táplálék őrléséhez szükséges kis kavicsokat keresnek. A begyükben a sörétek apró darabokra esnek szét, egy részük feloldódik és a véráramba kerülve akut mérgezési tüneteket okoznak. 5-6 sörét lenyelése már pár napon belüli pusztulásukat okozza. A mérgezett madár gyengébb és lassabb, emiatt könnyen ragadozók zsákmánya lehet, így az őket elkapó ragadozók, dögevők másodlagos ólommérgezést szenvedhetnek (Prokisch 2010).

Hogy csökkentsék, megállítsák, az ilyen módon bekövetkező mérgezéseket a horgászok már vásárolhatnak kerámia súlyokat (Prokisch 2010), több országban (Egyesült Államok (1991-ben vezették be, Kanada, Finnország, Svédország, Dánia, Norvégia, Hollandia és Svájc) pedig betiltották az ólom sörétek használatát és bevezették a nem mérgező acél vagy wolfram-nikkel-vas ötvözetű lövedékeket (Rodríguez et al. 2010, [http1](#)). A vadászok jól fogadták az új lövedékeket (Mateo et al. 1997; Brewer et al. 2003, Rodríguez et al. 2010). Ennek következtében csökkent a víziszárnyasok ólommérgezésének száma (Brewer et al. 2003, Rodríguez et al. 2010).

A fentebb említett országok (az USA és Kanada kivételével) csatlakoztak az afrikai-eurázsiai vándorló vízimadarak védelméről szóló megállapodáshoz (AEWA). A megállapodás előírja tagjainak, hogy betiltsák az ólomsörét használatát a vizes élőhelyeken (Prokisch 2010). Hazánk 2002. december 17-én csatlakozott az egyezményhez. A végrehajtás legjelentősebb lépése ([http2](#)) 'A vad védelméről, a vadgazdálkodásról, valamint a vadásatról szóló 1996. évi LV. törvény végrehajtásának szabályairól szóló 79/2004. (V. 4.) FVM rendelet' módosítására kiadott 56/2005. (VI. 25.) FVM rendelet volt, amely 2005. augusztus 15-i dátummal betiltja az ólomsörétek használatát vizes élőhelyeken. *„Vizes területeken és azok védősávjában az ólomsörét használata 2005. augusztus 15. napjától vadászat során tilos. Amennyiben védősáv nem kerül hatósági kijelölésre, a vizes terület határterületén vízivad vadászat oly módon folytatható, hogy a tilalommal érintett területre a kilőtt ólomsörét ne hulljon vissza.”* ([http3](#))

2.2.1.2. A mérge sorsa a szervezetben és hatásai

Szájon át felvéve állatokban az akut letális dózis 400 és 800 mg/ttkg között alakul. Kumulatív tulajdonsága miatt azonban a hosszú távú felvételnél kisebb mennyiség (0,5-5 mg/ttkg) is mérgezést okoz (Lehel & Laczay 2011).

Az állatfajtól és az expozíciós úttól függően az egyszeri toxikus, illetve letális adag változhat, amelyet az 1. táblázat adatai is jól mutatnak.

1. táblázat: Ólomvegyületek toxicitási értékei (http6,7)

Név	Állatfaj	Felvétel módja	LD ₅₀ , LC ₅₀
Ólom	Patkány	per os	790 mg/ttkg
Tetraetil ólom	Patkány	per os	1,2 mg/ttkg
	Patkány	inhaláció	850 mg/m ³
	Patkány	intraperitoneális	850 mg/ttkg
	Patkány	intravénás	14,4 mg/ttkg
Tetrametil-ólom	Patkány	per os	105 mg/ttkg
	Patkány	inhaláció	8870 mg/m ³
	Patkány	intravénás	88 mg/ttkg
	Patkány	intraperitoneális	90 mg/ttkg

Az ólom per os LDLo (legkisebb halálos adag) értéke galambnál 160 mg/ttkg (http7). A belégzéses esetén a TCLo (legkisebb ismert toxikus koncentráció) embernél 0,01 mg/m³ (http5). Ökotoxikológiai veszélyt jelez, hogy a 96 órás hal teszt eredményeként az LD₅₀ érték 0,02 – 0,03 mg/l (http8), mivel a WHO (Egészségügyi Világszervezet) által megszabott határérték az ivóvíz ólomkoncentrációjára nézve 0,01 mg/l (http14). A 2000-es tiszai ciánszennyezéskor mért érték össz ólomra nézve átlagosan 1 mg/l volt (http15).

Az üzemanyag adalékként (kopogás gátló) használt ólom vegyület a tetraetil-ólom per os LDLo értékei egérben 11 mg/ttkg, dermális legkisebb halálos dózis kutyában 547 mg/ttkg. Egy másik üzemanyag adalék, a tetrametil-ólom per os LDLo értéke nyúlban 24 mg/ttkg, míg dermális legkisebb halálos adagja nyúlban 3391 mg/ttkg, viszont intravénásan nyúlban 90 mg/ttkg (http7).

Mérgezést befolyásoló tényezők közé tartozik az életkor (a fiatalabbak sokkal érzékenyebbek), a vemhesség, hogy milyen formában és hogyan kerül be a szervezetbe, és hogy milyen egészségi állapotban van az állat. A szervezetben való felszívódás függ az ólom vegyület fizikai-kémiai tulajdonságától, a szerves vegyületek a bélből rosszul szívódnak fel, míg a szerves vegyületek, lipoldékonyságuk miatt jobban. A felvett takarmány összetevői is befolyásolják a felszívódás mértékét (Lehel & Laczay 2011). A táplálékban található Na-citrát, aminosavak, D-vitamin, fehérje, zsír és laktóz megkötik az ólmot és növelik az oldhatóságát és a felszívódását (DeMichele 1984, Pattee et al. 2006). Ezeken kívül a teljes táplálékmenyiségben lévő zsír aránya,

a felvett Ca, Fe, Zn és E-vitamin is befolyásolják a méregerősséget és az érzékenységet (DeMichele 1984, Pattee et al. 2006).

Az ólom bélcsatornából történő felszívódását csökkenti a nagy Ca és P tartalom, míg a Mo, Fe és fehérjehiány a felszívódást növeli. Emellett tüdőn keresztül is felszívódhat. A bélcsatornából felszívódó ólom a májba kerül, innen egy része az epével kiürül, másik része a vérkeringésbe jut, ahol a nagyobbik részét a vörösvérsejtek veszik fel, kisebbiket az albumin. A vérből a szabad frakció a csontokba épülve a szervezetben raktározódik, a kisebbik rész a vesén, nyálon és bélmirigyeken keresztül kiválasztódik. A csontokon kívül a szaruképletekbe, szőrzetbe és a bőr hámsejtjeiben is raktározódhat. A szerves vegyületek a vér-agy gáton keresztül a központi idegrendszerbe juthat és a placentán keresztül a magzatba is (madaraknál a tojásokba is bekerül). Különböző élettani állapotok (vemhesség, szoptatás), betegségek (acidózis), erős testi igénybevétel vagy megnövekedett Ca igény következtében a csontokból mobilizálódhat az ólom, ami ismételt ólomterhelés és heveny mérgezés kialakulásához vezet (Lehel & Laczay 2011).

Az anyagcsere-folyamatok megváltozásával (Finley et al. 1976) romlik a gyomor-bélcsatorna és a neurofiziológiai funkciók (Mautino 1984), csökken az immunválasz (Vos 1977), valamint nő az érzékenység, a betegségek kialakulásának lehetősége és alultápláltság lép fel. Néhány nappal a lenyelt ólomsörét immunszuppresszív hatását figyelték meg kacsáknál. Ez a hatás hetekig fenn állt. Romlott a kacsák szervezetében az antitesttermelés hatékonysága (Kimberly et al. 1990).

Az ólom hatásmechanizmusa még nem ismert teljesen. Annyit tudnak eddig a kutatók, hogy az ólom leköti a szulfhidril-csoportokat, így gátolja egyes fehérjék és enzimek működését, amelynek következtében zavar lép fel az intermedier anyagcserében és a hem szintézisben. A hem hiánya anémiát okoz és gátolja a terminális oxidációt a sejtekben. Neurotoxikus hatás következtében bénul az agyi cAMP-aktivitás és zavart okoz a membránfunkciókban, így gátlódnak egyes enzimek, megváltozik az elektrolit-anyagcsere és a neurotranszmitterek képződése, végül is az ingerület-átvitelben okoz zavart (Lehel & Laczay 2011).

Megfigyelték egy vizsgálat során, hogy a kacsák bizonyos időelteltével toleránsak lettek az ólommérgezésre. Ez összefüggésben lehet a másodlagos anémia kialakulásával, ami csökkentette az eritrocitákhoz kapcsolódó ólom mennyiséget és a transzportot a lágy szövetek felé (Casteel 2001).

Finley és Dieter (1978) kutatásai során nyilvánvalóvá vált, hogy a tojók nagyobb hatékonysággal képesek kumulálni az ólmot a csontjaikban, mint a hímek. Janiga és Zemberyova (1998) is hasonló eredményeket kaptak szirti galamb (*Columba livia*) vizsgálata során (a tojók

csontjában nagyobb volt az ólommenyiség, a vérvételek során a hímek vérben magasabb az ólomtartalom, és a hímek hajlamosabbak voltak az akut mérgezésekre (a magyarázat az, hogy a felszívódott ólom kisebb hányada kerül a vérkeringésbe a csontokból) (Casteel 2001).

Tünetek heveny mérgezés esetén 24 órán belül jelentkeznek, krónikus mérgezésnél több hét is eltelhet. Akut mérgezés tünetei a következők lehetnek: ijedősség, leszegett fej, izomremegés, szemrengés, görcsök, merev mozgás, nyálzás, szomjúság, hasmenés, bélsárrekedés. Idült mérgezésnél lesoványodás, termeléseszkökenés, az akut mérgezéshez hasonló idegrendszeri tünetek, izomsorvadás, vese-és májkárosodás figyelhető meg (Lehel & Laczay 2011)

Kezelési módok: penicillamin, nátrium- vagy magnéziumsulfát alkalmazható, hogy az emésztőcsatornából eltávolítsuk az ólomvegyületeket, úgy hogy oldhatatlan ólom-sulfáttá alakítja azokat. A felszívódott és csontokban raktározódott ólom ellen kalcium-dinátrium-EDTA adható, ami a csontokból szabaddá vált ólommal komplexet képez. $\text{CaNa}_2\text{-EDTA}$ 3-5 napos kezelésként adható intravénásan 50-100 mg/ttkg/nap adagolásban naponta 4 részre elosztva. Akut mérgezésnél nem hatásos kezelés a $\text{CaNa}_2\text{-EDTA}$, mivel akkor nem a csontokban raktározódik az ólom, hanem a lágy szövetekhez és vörösvértestekhez kötődik (Lehel & Laczay 2011).

2.2.2. Higany

2.2.2.1. Előfordulás a környezetben

Szobahőmérsékleten folyékony halmazállapotú fém, sűrűsége 13,55 g/cm³, 3 oxidációs formában fordul elő (0, +1, +2). A Hg^{+1} instabil, anaerob vagy reduktív környezetben található, de itt is csak rövid ideig, levegő és fény hatására Hg^{+2} -vé oxidálódik. A Hg^{+2} oxidáló környezetben Cl^- ionokkal jól oldódó komplexet, enyhén savas közegben stabil, redukáló környezetben szulfidokkal HgS -t alkot. Szerves csoportok közül a metilcsoportokhoz kötődik leggyakrabban, nedves környezetben szulfidredukáló baktériumok segítségével keletkeznek, ezeknek a vegyületeknek fontos szerepük van a Hg- körforgásban (Pál 1999).

A higany az egyik legmérgezőbb és legperzisztensebb nehézfém, ami a vízi ökoszisztémába juthat. A bekerülés történhet emberi tevékenységek következtében vagy természetes forrásokból is légkörben szállítódva és lerakódva (Nguyen et al. 2005).

A hétköznapi életben kis mennyiségben van jelen környezetünkben (elemek, hőmérők, rovarölő szerek, kozmetikumok, fertőtlenítőszer, katalizátorok). Ipari tevékenységekben is

használják, nemesfémek (arany, ezüst) kinyeréséhez, a fejlett ipari országokban már áttértek egy másik eljárásra, azonban sok országban még mindig ezt az amalgámos technikát használják. A levegőbe kerülő higany fő forrása a fosszilis tüzelőanyag, lakossági, kórházi és veszélyes hulladékot és szennyvíziszapot elégető erőművekből elégetése során kerül ki. Az ipari és lakossági szennyvizekkel együtt a Hg közvetlenül a természetes vizekbe kerül (ebbe beletartozik a fogorvosi rendelőkől származó hulladék is, ami régi amalgámos töméseket tartalmazhat) (Pál 1999).

Korábban a higanyvegyületekkel csávázott vetőmagok használata miatt alakult ki a legtöbbször mérgezés, de szerencsére Magyarországon és a fejlett országokban már megszűnt ez a fajta használat. A természetben elemi, szerves és szervetlen vegyületek formájában is előfordul.

Az elemi higanygőzök mérgezőek, amelyek mérgezést elsősorban ipari és laboratóriumi körülmények között okoznak, így a környezetben élő állatok nem igazán kerülnek velük kapcsolatba. A szervetlen higany vegyületeket régebben gyógyszerként használták, de ez már megszűnt. A higany különböző vegyületei közül a legtoxikusabbak az alkil-származékok, de az aril-származékok is komoly problémát jelentenek jó reszorpciós tulajdonságuk miatt. Emellett ezeket a származékokat használták csávázószerként vagy vizelethajtóként, bár manapság inkább csak fertőtlenítőszerként történő felhasználásuk jellemző.

A higanyvegyületek egymásba átalakulhatnak a természetben. A legnagyobb problémát a vízi ökoszisztémában végbemenő metil- és etil-higany képződés jelenti, mivel ezek fel tudnak halmozódni a vízi szervezetekben. Vagyis higanymérgezés ez által szennyezett ivóvízzel, takarmánnyal vagy halkészítményekkel következhet be (Lehel & Laczay 2011).

A különböző biológiai és mikrobiológiai folyamatok során a szervetlen higanyból metil-higany képződhet (Winfrey & Rudd 1990). A higany e szerves formája veszélyes, mivel jól tud kumulálódni a táplálék hálózatban, erősen mérgező és perzisztens (Bloom 1992, Nguyen et al. 2005). A metil-higany mobilizáció növekedése azért is jelent nagy problémát, mert a kumulálódás eredményeként eljut a tápláléklánc csúcsára, ahol az ember is van (Larssen 2009).

Mind a vízi madarakban, mind a halakban kumulálódhat a higany (Eisler 1987, Goutner et al. 2011), és míg a halakon különösebb hatást nem fejt ki, addig az őket megevő más állatokban mérgezést okoz, például az édesvízi csukában és sügérben nagy koncentrációban halmozódhat fel (Pál 1995), így káros hatással lehet az emberekre, ha elfogyasztják ezeket. Ennek egyik következménye a jól ismert Minamata-kór (Eisler 1987, Goutner et al. 2011). A higany rontja a madarak reprodukciós képességét (Dirksen et al. 1995) és ez által a populáció is veszélybe kerül (Goutner et al. 2011).

A higany előfordul a természetben, de az elmúlt 100 évben megnőtt a mennyisége az antropogén tevékenységek miatt (Monteiro & Furness 1995, Goutner et al. 2011).

Nyomelemként mindenhol megtalálható (talaj, kőzet, biomassza, szén, fémércek), a földkéregben 0,5 mg/kg az átlagos koncentrációja, legfontosabb ásványát, a cinnabaritot (HgS) 2300 éve használják az emberek, a természetes forrásokból (talaj, természetes vizek (édes, sós), növényzet, vulkánok, geotermikus források) a levegőbe kerül különböző folyamatokon hatására. Pontosan nem tudják megbecsülni, hogy természetes forrásokból mennyi Hg kerül a levegőbe (Pál 1999). De azzal tisztában vannak, hogy a légkörbe például, a kínai széntüzelésű erőművekből és fémkohókból kerül kb. a világ összes Hg kibocsátásának negyede (kb. 700 ± 300 tonna) (Wu et al. 2006). Emellett a vegyipar is hasonlóan nagy mennyiségű Hg-t juttat a környezetbe (Feng & Qiu 2008).

2.2.2.2. A mérgező sorsa a szervezetben és hatásai

A letális dózis függ az állatfajtól és az expozíciós úttól. Ezt mutatja be a 2. táblázat.

2. táblázat higanyvegyületek (http4,5,9)

Név	Állatfaj	Felvétel módja	LD ₅₀ , LC ₅₀
elemi Hg	Patkány	per os	10-40 mg/ttkg
szervetlen Hg vegyületek	Patkány	per os	40-200 mg/ttkg
metil- Hg	Patkány	per os	29,9 mg/ttkg
	Egér	per os	57,6 mg/ttkg
	Tengerimalac	per os	21 mg/ttkg

Belélegezve a higanygőzöket az LCLo (legkisebb halálos koncentráció) érték nyúlban 29 mg/m³, míg az embernél belélegezve a TDLo (legkisebb mérgező dózis) 44,3 mg/m³, ez az érték per os felvétel esetén 43 mg/ttkg (http5)

A higany toxicitása függ attól, hogy milyen formában veszi fel a szervezet- csökkenő sorrendben: alkil-Hg> fémhigany> higany sók (Pál 1995).

Szerves és szervetlen vegyületei is hatnak a szervezetre, de eltérő módon, HgCl₂ 30 µg/ttkg-nál nagyobb mennyiség per os felvétele vesekárosodást, proteinuriát okoz (Pál 1999).

Higanygőzök a tüdőn keresztül jó felszívódnak és a vörösvérsejtekben oxidálódhatnak (Lehel & Laczay 2011). Az elemi Hg inhalációja során a Hg a vér-agy gáton is átjut (Lehel & Laczay 2011) és hatással van a központi idegrendszerre, ami remegést okoz (Pál 1999). Bár kiürül a szervezetből, de ha oxidálódik, akkor felhalmozódhat a tüdőben, vesében, agyszövetben (Pál 1995).

A szerves vegyületek a bőrön és a bélcsatornán keresztül is rosszul szívódnak fel, de nyálkahártyát izgató hatásuk van. A májban és a vesében koncentrálnak, és a vizelettel, nyál- és vastagbél mirigyeken keresztül ürülhet ki. Ezzel szemben a szerves vegyületek a bőrrel és a bélcsatornából is jól szívódnak fel. Az arialszármazékok a májban szerves vegyületekké alakulnak, és a vesében koncentrálnak. Az alkylszármazékok átjuthatnak a vér-agy gáton és a központi idegrendszerben felhalmozódnak (Lehel & Laczay 2011) és károsítják az idegszálak myelinburkát (Prokisch 2010). A monometil és dimetil Hg vegyületek felhalmozódnak az élő szervezetben (pl. halakban) és a táplálékláncon keresztül biomagnifikációra képesek. A placentán keresztül a magzatra is káros hatással vannak (Pál 1999).

A bélcsatornán keresztül bekerülő higany legnagyobb hányada a szervezetben marad és recirkulál, kisebbik része a májon keresztül kiürül (Lehel & Laczay 2011).

A fehérjék két szomszédos szulfhidril csoportjával gyűrűs vegyületet alkot, ezáltal bénítja az enzimek funkciókat (pl.: membrán ATP-áz). Emellett az agyban és a vesében gátolja az oxidatív foszforilációt és a fehérjeszintézist, ami hipoxia kialakulásához vezet. Ha a sejtmembrán fehérjéinek szulfhidril csoportjaihoz kötődik, az aktív transzport gátlódik és nő a membrán permeabilitása, és fontos enzimek áramolnak ki a sejtől (Lehel & Laczay 2011).

Fémhigany felvétele által okozott tünetek: köhögés, izomfájdalom, étvágytalanság, remegés, légút gyulladás, hasmenés, hányás, idegrendszeri zavar, fehérje a vizeletben (Pál 1995).

Szerves vegyületek kevésbé kötődnek a szervezetben, ez függ az oldhatóságuktól (Pál 1995).

Felvételükkor általában heveny mérgezés alakul ki, ami gyomorpanaszokkal kezdődik, majd vesekárosodást okoz (poliuria→oliguria→anuria), ez pár nap elteltével urémia kialakulásához vezethet. Emellett szájnyálkahártya gyulladás, fokozott nyálzás (Lehel & Laczay 2011), központi idegrendszeri zavarok, gyomorfájás, hasmenés, hányás, fáradtság, emlékezetzavar, hallucináció alakulhat ki (Pál 1995).

A szerves vegyületek miatt kialakult mérgezés tünetei között szerepel a központi idegrendszer károsodása, mely következtében izgalom, ijedőség, izomremegés, rendellenes

fejmozgás, látászavar figyelhető meg a mérgezett állaton. Ezeken túl gyengeség, levertség, hasi fájdalom és viszketés jelentkezik. Görcsök ritkán alakulnak ki (Lehel & Laczay 2011).

A krónikus mérgezésnél 2-3 éves lappangási időt is figyeltek már meg (Pál 1995).

Heveny mérgezési tünetek: gasztrointesztinális tünetek: hányinger, hányás, hasmenés, nyálfolyás, polyuria->albuminuria->oliguria->hyposthenuria->anuria->uraemia, halál 6-8 napon belül, ha reverzibilis a károsodás az 5-8. napon megindul a diuresis.

Szubakut tünetek: hasmenés, albuminuria.

Idült mérgezés: idült hasmenés, albuminuria, anaemia (Koltai 1972).

A higany megkötésére szulfátos hashajtó adható, mint az ólomnál. Az eliminációra pedig dimerkaprolt alkalmaznak 5-8 napig kúraszerűen 3-5 mg/ttkg adaggal kezdve. az injekciót a combizomba adják be naponta 3-4 alkalommal. A dimerkaprol emellett az arzén- és rézionokat is megköti és segíti a kiválasztásukat. A dimerkaprol helyettesíthető 10-20%-os Na-tioszulfát oldattal, de ez kevésbé hatásos. Alkil-Hg vegyületeknél egyik sem alkalmazható nagy hatásfokkal, mert kismértékű affinitást mutat az alkil-Hg vegyületekkel. Baromfikban kialakult metil-Hg mérgezésnél hatásos kezelésnek bizonyult a szelén és E-vitamin-kombinációja (0,1 mg szelén + 100 NE E-vitamin/tak.kg). ennek hatására csökkentek a tünetek és nőtt a túlélő egyedek száma (Lehel & Laczay 2011).

2.2.3. Réz

Kis mennyiségben esszenciális. Szerepe van a hemoglobin képzésben, különböző redoxfolyamatokban és enzimrendszerek működésében. Gyakoribb, hogy idült mérgezés alakul ki az állatokban. Az elemi réz nem mérgező, csak a rézvegyületek. Nővekedhet a toxicitás éhezés, fizikai megerőltetés, stressz hatás, molibdén hiány esetén (Lehel & Laczay 2011).

2.2.3.1. Előfordulás a környezetben

Mérgezési forrás a rézgalic (réz-szulfát), mivel gombaölőszerként használják a növényvédelemben. Valamint a sertések takarmányához adják hozamnövelés eléréséhez, és juhoknál is előfordulhat mérgezés, ha sertéstáppal etetik őket. Csigairtáskor, rézedényben tárolt ivóvíz elfogyasztásával, rézfeldolgozó üzemek környezetében lévő növényekben kumulálódhat a réz (Lehel & Laczay 2011).

2.2.3.2. A mérge sorsa a szervezetben és hatásai

Az alábbi táblázat (3. táblázat) mutatja be a réz vegyületek különböző állatfajokra jellemző, eltérő expozíciós út esetén megállapított letális dózisok összefoglalását.

3. táblázat: Réz vegyületek (http5, 10, 11 v 12)

Név	Állatfaj	Felvétel módja	LD ₅₀ , LC ₅₀
Réz(I)-oxid	Patkány	per os	470 mg/ttkg
	Patkány	4h inhaláció	50,000 mg/m ³ v 5mg/l
	Patkány	dermális	1124 mg/ttkg
Réz sók	Nyúl	dermális	2058 mg/ttkg
	Nyúl	inhaláció	1303 mg/m ³

A réz(I)-oxid környezetre gyakorolt hatásának vizsgálatához használható a különböző ökotoxikológiai tesztekkel használatos fajokra jellemző letális dózisok megállapítása.

Zebradánió (Danio rerio) a 96órás akut letális toxicitás vizsgálat eredménye LC50=0,075 mg/l.

A nagy vízibolhával (Daphnia magna) végzett 48 órás toxicitási teszt EC50=0,5 mg/l értéket adott.

A rézvegyületek a marószerekhez hasonló tüneteket okoznak. Per os felvételnél gyulladás alakul ki a tápcsatorna nyálkahártyáján, kimaródások keletkezhetnek, helyi izgató hatásuk miatt hányást okoznak. A bélcsatornából rosszul szívódik fel. A felszívódást lassítják a CaCO₃, kénvegyületek, molibdén. A molibdénnel komplexet alkotva a vizelettel tud kiürülni. A rézionokat a vérfehérjék szállítják és a májban raktározódnak. A májsejtek nagy mennyiségben tudják raktározni a rézionokat, azok károsító hatása nélkül, de ha a raktározási kapacitást meghaladja a rézmennyiség, akkor a szabadon lévő, illetve szabaddá váló reaktív rézionok a sejtorganellek membránjának peroxidációját okozzák. Következésképpen a májsejtek sérülnek, szétesnek, és a raktározott réz bekerül a véráramba. A sejtek szétesésekor hidrolitikus enzimek is szabaddá válnak, és a véráramba jutnak. Emiatt a vörösvérsejtekben hemolitikus krízis jöhet létre a membránlipidek peroxidációja miatt. A májkárosodás és a hemolízis miatt sárgaság alakul ki. A hemoglobin egy része methemoglobinná alakulhat, ami oxigénszállítási zavarhoz vezet. A nefrotoxikus hatás miatt pedig vesekárosodás alakul ki. A májban raktározott réz az epével, a plazmafehérjéhez kötött, a vizelettel ürül ki (Lehel & Laczay 2011).

Heveny: bélcsatorna károsodás, hányás, hasmenés, nyálzás, a széklet kékeszöld, görcsök, keringési rendellenesség, bénulás.

Idült: termelőkéesség-csökkenés, állapotromlás, hemolitikus krízis, sárga nyálkahártya, ínhártya, vizelet vöröses-barna, inkoordinált mozgás, gyengeség, nehézlégzés, sokk, rövid időn belül elhullás. Sőt elhullás a megelőző klinikai tünetek nélkül is felléphet hirtelen (Lehel & Laczay 2011).

Kezelés akut mérgezés esetén 1 %-os kálium-hexaciano-ferrát-oldattal történhet kanalként adagolva a bélcsatornában lévő rézvegyületek megkötésére.

D-penicillaminnal per os 20 mg/ttkg dózist adva (a kelátképző hatása következtében) vagy 20-50 mg/ttkg dózisban intravénásan adott kalcium-dinátrium-EDTA injekcióval a vérkeringésben lévő rézionok megköthetők és kiválasztásuk elősegíthető (Lehel & Laczay 2011).

Alacsonyabb rendű szervezetekkel (Bolognesi et al. 1999, Guecheva et al. 2001) és házityúkkal (Bhunya & Jena 1996) végzett vizsgálatok kimutatták, hogy a rézvegyületek DNS károsodást okoznak, emellett néhány esetben karcinogén hatást okozhatnak (Hallenbeck & Cunningham-Burns 1985, Georgopoulos et al. 2001).

2.2.4. Kadmium

2.2.4.1. Előfordulás a környezetben

Nem létfontosságú elem. A természetben cinktartalmú ércekben fordul elő nagy mennyiségben (Lehel & Laczay 2011), valamint a vulkáni tevékenység is hozzájárul a természetben lévő kadmium mennyiségéhez (Csathó 1994). Fő antropogén kadmium forrás: szénégetés, vas-, acél-, és cinkgyártás, foszfórműtrágya gyártás, szennyvíziszap, hulladékok kihelyezése (Csathó 1994). Ezek miatt a növényekben nagy mennyiségben koncentrálódhat a kadmium, így ezek elfogyasztása is mérgezéssel járhat (Lehel & Laczay 2011). A növényekbe jutó kadmium mennyisége függ a műtrágyák kadmium szennyezettségétől, a kihelyezett műtrágya mennyiségétől, a kihelyezés idejétől, a talaj kémhatásától. Manapság már alacsonyabb szennyezettségű műtrágyákat alkalmaznak (40-50 mg Cd/ kg), de még így is évente 0,5-1 g/ha Cd jut a talajba műtrágyázás miatt. Kevésbé lenne veszélyes, ha az istállótrágyában található Cd mennyiségének megfelelő (25 mg Cd/kg) tartalmú műtrágyát használnának (Kádár 1995).

Egy 2000-ben publikált cikkben írnak arról, hogy a Sziklás Hegységben egy 10000 km²-es területen befogott és vizsgált hófajdok 46%-ának veséjéből kimutatott kadmium értéke meghaladta a 100 mg/kg-ot. Ez a mennyiség már az embereknel először Japánban megfigyelt itai-itai betegséget okozhatja csak a madaraknál, vagyis erős csontitkulást, csonttöréseket. Kiderült, hogy a mérgezés

kapcsolatos a területen újonnan folyó bányászattal. Habár a bányából kikerülő kadmium mennyisége nem fenyegeti közvetlenül az élővilágot, de a területen lévő fűzfák levelében nagy mennyiség halmozódott fel, és mivel a fajok télen ezzel táplálkoznak mérgezés alakult ki (Prokisch 2010).

2.2.4.2. A mérgező sorsa a szervezetben és hatásai

A kadmium különböző fajokra jellemző letális dózisait a 4. táblázat mutatja be. A letális dózis függ a felvétel módjától és az állatfajtól.

4. táblázat: Kadmium akut toxicitási adatai (http5)

Név	Állatfaj	Felvétel módja	LD ₅₀ , LC ₅₀
Kadmium	Patkány	per os	2330 mg/ttkg
	Egér	per os	890 mg/ttkg
	Patkány	inhaláció	25 mg/m ³

Embernél belélegezve a legkisebb halálos koncentráció 39 mg/m³. Per os felvéve a nyulaknál a legkisebb halálos dózis 70 mg/ttkg.

„Sokrétű mérgező hatása miatt az egyik legveszélyesebb nehézfém”, valamint genotoxikus karcinogén (Lehel & Laczay 2011). A DNS-hez kötődve gátolja a citokróm P-450 szintézist (Nas 1986; Strikauska et al. 1995).

A bélből rosszul szívódik fel, viszont tüdön keresztül jól (embernél 40 mg Cd belégzése is mérgezést okoz). A vérben hozzákötődik a fehérjékhez, felhalmozódik a vörösvérsejtekben, majd a májban és vesében raktározódik. A kiürülés nagyon lassú (Lehel & Laczay 2011).

Károsítja a vesét, májat, herét, vérereket, tüdőt, a bőr-és csontanyagcserét. A májban a metallotioneinhez kötődve, Cd-MT komplex alakul ki. A metallotionein az esszenciális fémek transzportjában vesz részt, a Cd Zn-agonista tulajdonsága révén elősegíti a metallotionein szintézisét. Ha a keringésbe kerül, a komplex a vesébe átszűrődik és a proximális tubulushámsejtekben visszaszívódik. Majd itt a lebontó enzimek hatására elbomlik és szabaddá válik a hozzá kapcsolódott Cd, ami sejtkárosodást idéz elő.

Zn tartalmú enzimekben helyettesítheti a Zn-et, így okozva zavart különböző anyagcsere folyamatokban, szintézisekben. A herét vérérszűkítő hatása következtében károsítja, ami elhaláshoz vezet a vér mennyiség csökkenésével (Lehel & Laczay 2011).

Japánfűrjekkel (*Coturnix japonica*) végzett kísérletek során tojásszám-csökkenést figyeltek meg, és nagyobb arányban fordultak elő törött és lágyhéjú tojások (Bokori et al. 1994). Egy másik vizsgálatban, amit háztúkokkal végeztek, is megfigyelték, hogy csökkent a tojásszám (Henning et al. 1971).

Heveny: gasztrointesztinális tünetek a legjellemzőbbek (hányás, hasmenés, hasi fájdalom), emellett vesekárosodás is jelentkezhet.

Idült mérgezés eredményeként takarmányfelvétel csökkenés, lesoványodás, visszamaradás a fejlődésben, veseelégtelenség, herekárosodás (ami sterilitáshoz vezet), tojástermelés csökkenése, vérképzési zavar, hiper- és parakeratózis jelentkezhet (Lehel & Laczay 2011).

Kezelés történhet D-penicillammal, de ez csak a vérkeringésbe került kadmium vegyületeket köti meg. A Ca-EDTA-ával vagy dimerkaprollal létrejövő Cd-komplexek károsítják a veséket, így ezek nem alkalmazhatók. A parakeratózis cinkpreparátumok beadásával kezelhető (Lehel & Laczay 2011).

2.2.5. Arzén

2.2.5.1. Előfordulás a környezetben

Régebben gyomirtószerként használták és az egyik leggyakoribb akut mérgezést okozó anyagok között tartották számon, de mióta betiltották az arzenitek felhasználását, azóta az általa okozott mérgezések gyakorisága jelentősen csökkent. A természetben kis mennyiségben fordul elő az arzén fémekhez kötődve. Vegyületeiben +3 és +5 vegyértékkel szerepel. A +3- vegyértékű arzén-trioxid és arzénessav sóit, az arzeniteket felhasználták a gyomirtáson kívül a gyógyászatban, a festékgyártásban, emellett az ércfeldolgozás során keletkezik, ami a környezetbe kerülhet. A +5 vegyértékű arzén-pentaoxid és arzénsav sóit, az arzenátokat fakonzerválásra, csávázásra és kártevőirtásra használták. Az arzén szerves vegyületeit gyógyszerként alkalmazzák.

Méregerősség a különböző megjelenési formák alapján:

- az elemi arzén nem mérgező, viszont a levegő oxigénjével reagálva toxikus vegyületek keletkeznek.
- a szervetlen vegyületek erős mérgek, toxicitásukat több tényező határozza meg (az oxidáció mértéke, a szemcsenagyság, az oldhatóság, a tolerancia.
- a szerves vegyületei kevésbé mérgezőek (Lehel & Laczay 2011)

2.2.5.2. A mérreg sorsa a szervezetben és hatásai

Az 5. táblázat foglalja össze az arzén vegyületek LD₅₀, LC₅₀ értékeit különböző állatfajokra és expozíciós utakra lebontva.

5. táblázat: Arzén vegyületek akut toxicitási adatai (http5, 13; Lehel & Laczay 2011)

Név	Állatfaj	Felvétel módja	LD ₅₀ , LC ₅₀
Arzén	Patkány	per os	763 mg/ttkg
	Egér	per os	145 mg/ttkg
Na-arzenit	Patkány	per os	41 mg/kg
	Egér	per os	1-20 mg/kg
	Patkány	dermális	150 mg/kg
Arzanilsav		per os	400-1000 mg/ttkg

Az embernél per os felvétel esetén a TDLo (legkisebb mérgező dózis) érték 7857 mg/ttkg.

Az arzénvegyületek az emésztőcsőből szívódnak fel a legjobban, de a bőrön keresztül és a légutak nyálkahártyáján keresztül is bekerülhetnek a szervezetbe. Az emésztőcsőből a bél falába és a májba kerülnek, végül a csontokban, bőrben és a szaruképletekben raktározódnak. Vesén, tüdőn, verejtékmirigyeken és epével is kiürülhet. A placentán átjuthat, a vér-agy gáton viszont nem. Tartós felvétel során tolerancia alakulhat ki (Lehel & Laczay 2011).

A háromértékű arzénvegyületek általános sejtmérgek, a szabad szulfhidril-csoportokat tartalmazó enzimeket bénítják, például a szénhidrát és zsírsavcsere működését biztosító oxidatív enzimeket. Kis mennyiségben viszont étvágyserkentő, fényesebbé teszi a szőrt és a vörös csontvelőben elősegíti az eritrociták és retikulociták termelődését.

Az arzén ötértékű formája gátolja az oxidatív foszforilációt, mivel a foszfátokat kiszorítja kötéseikből.

Az arzén ezen kívül kapilláris mérge is, mivel a kapillárisok falában lévő endothel sejteket is károsítja, melynek következtében elernyed az érfal és áteresztővé válik, így a szövetekbe folyadék és fehérje, sejtes elemek kerülnek, végül a vérnyomás csökken. Ez felléphet a bélben, a vesében és a májban. Az idegkárosító hatásai között van a bénító hatás, az ideggyulladás és a gerincvelő károsodás.

A szerves vegyületek hatásaként az idegrostok károsodnak, de ennek pontos hatásmechanizmusa még nem ismert. A szerves vegyületek által okozott mérgezésekre mozgáskoordinációs zavar, látászavar, gyengeség, bénulás jellemző (Lehel & Laczay 2011).

Heveny mérgezéskor az arzén vegyületek enzimekhez kötődnek, zsír- és szénhidrát-anyagcsere zavart okoznak. Tünetek: inkoordinált mozgás, sokk, vizes, rizslészerű hasmenés (Lehel & Laczay 2011, veselaesio, májlaesio, delirium, coma, mely 1-2 nap alatt halálhoz vezet (Koltai 1972).

Szubakut mérgezés jellemző tünetei az étvágytalanság, bágyadtság, görcsök, vizeletben fehérje, és sokk is kialakulhat a folyadékvesztés következtében.

Krónikus mérgezésre étvágycsökkenés, hasmenés, látászavar, inkoordinált mozgás, vérszegényedés (Lehel & Laczay 2011), idült bélhurut, hyperkeratosis, melanosis, végtagbénulás, albuminuria (Koltai 1972).

Folyadékpótlás történhet Ringer-, szőlőcukor- vagy izotóniás konyhasóoldattal, a keringés javítására oxedrin és koffein tartalmú injekciók hatásosak lehetnek. Arzén mérgezés esetén is jól használható a dimerkaprol és a D-penicillamin. Adagolásuk: dimerkaprol 4-6 óránként 3 mg/ttkg, D-penicillamin 20 mg/ttkg. Ezek mellett a 10-20 %-os Na-tioszulfát oldat (30-40 mg/ttkg iv.) és a magnézium-oxid beadása is hatásos, mivel oldhatatlan Mg-arzenit és szulfoarzenit alakul ki. Szerves arzén vegyületek kezelésére a multivitaminok, folyadékpótlás, elektrolitoldatok és antibiotikumok használhatók. (Lehel & Laczay 2011).

3. Saját vizsgálatok

3.1.Esetleírások

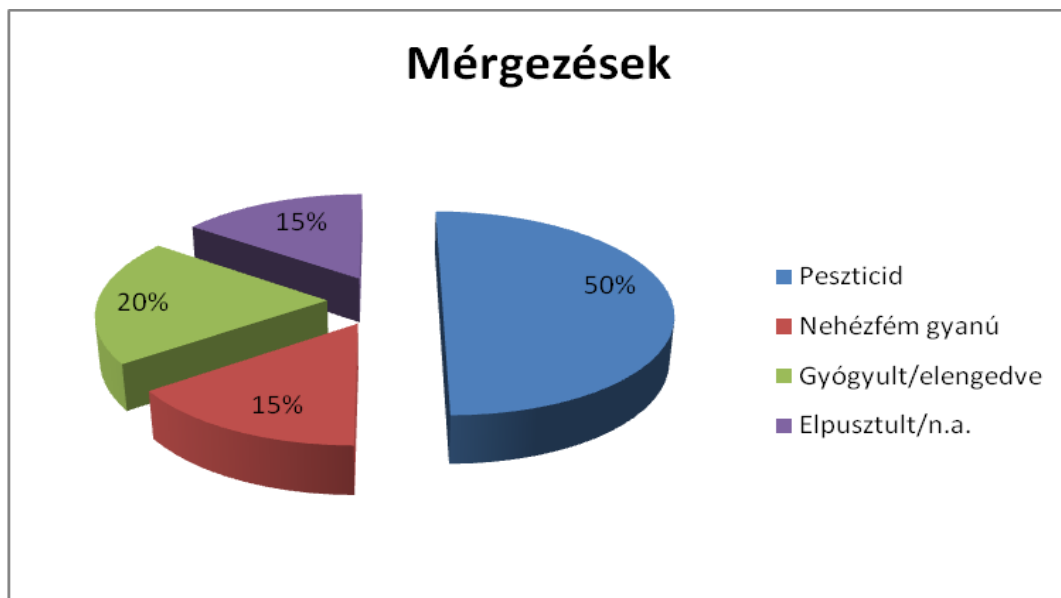
A hortobágyi Madárparkba (1. és 2. ábra) 2004. február és 2011. november között közel 40 alkalommal érkezett be valamilyen mérgezési gyanúval madár. Legalább 20 esetben megállapították, hogy a mérgezést pontosan mi okozta (pl.: karbofurán vagy foszfin). 20 esetben nem tudtak pontos diagnózist adni, de több esetben is fennállt a tünetek alapján valamilyen nehézfém okozta mérgezés gyanúja (1. diagram). A következőkben a Madárparkba érkezett mérgezett madarak vizsgálata során felvett jegyzőkönyvek szerint táblázatos formában szerepel (6. táblázat), hogy milyen tüneteket produkáltak a madarak és mi történt velük, miután megtalálták őket.



1. ábra: Madárpark bejárata (saját)



2. ábra: Látványkórház bejárata (saját)



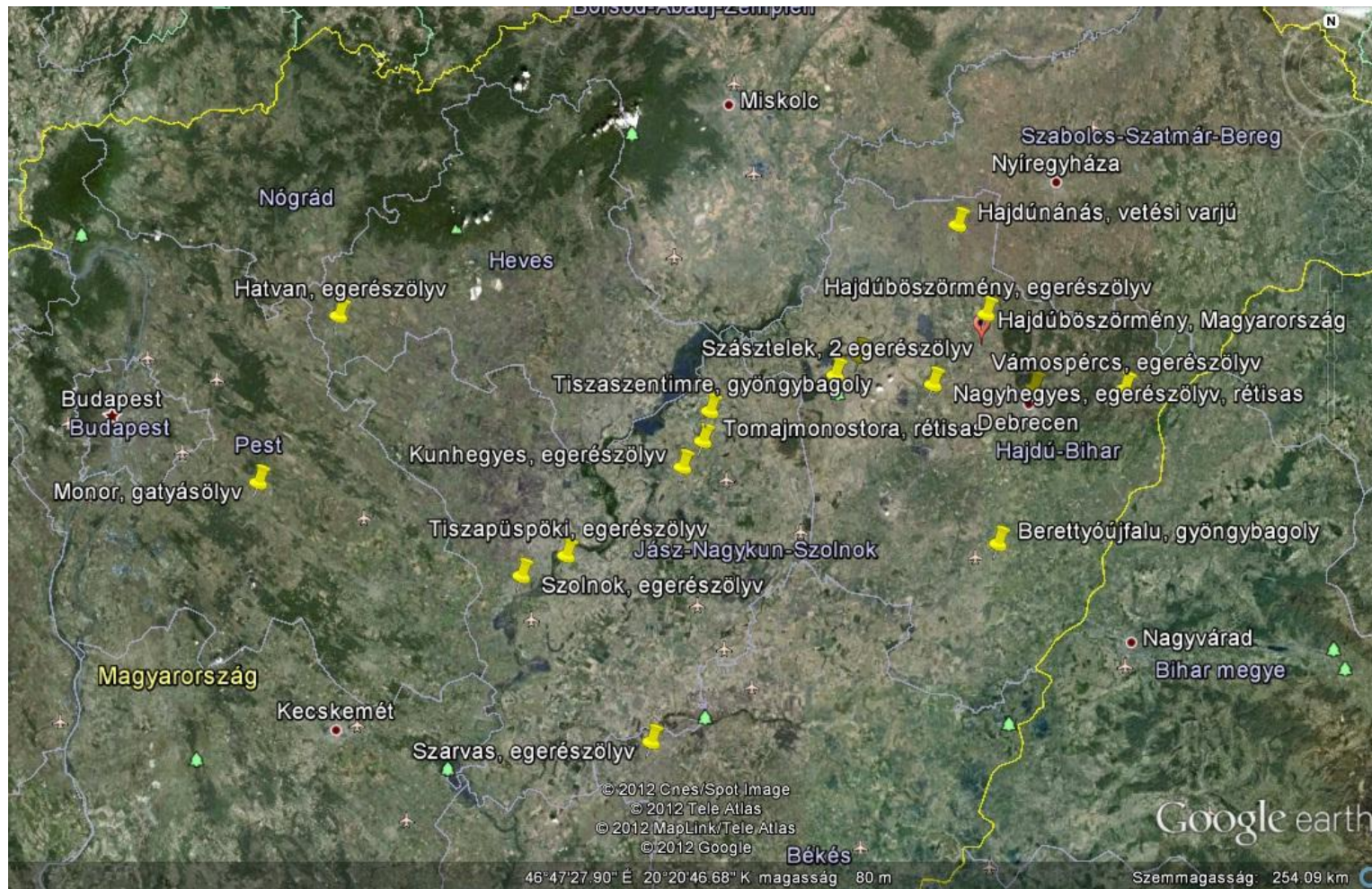
1. diagram: Mérgezések megoszlása

6. táblázat: Esetleírások

Faj	Megtalálás időpontja	Megtalálás helye (3. ábra)	Állapot, kondíció	Tünetek	Kezelés	Megjegyzés
Egerészölyv felnőtt	2004. 02. 25	Hortobágy-Szásztelek közelében egy erdőben	röpképtelen		infúzió, Nuflor, 20 ml polybé, Algopyrin	gyógyult, 2004. 03. 10. elengedve
Egerészölyv fiatal	2004. 03. 18	Szarvasnál a főúton	röpképtelen		infúzió, ADE vitamin, Catosal	gyógyult, 2004. 03. 30. elengedve
Egerészölyv, fiatal tojó	2005. 06. 26	Vámospércs közelében egy szőlőskertben	rosszul repült, 3 napja röpképtelen, rossz kondícióban		Algopyrin, polybé, ADE vitamin, Amoxycillin	gyógyult, 2005. 08. 27. elengedve
Balkáni gerle fiatal	2005. 09. 29	Debrecen	mozgásképtelen, jó kondícióban		ADE vitamin, Algopyrin, Catosal, polybé	gyógyult, 2005. 10. 05. elengedve
Gyöngybagoly felnőtt	2005. 11. 29	Berettyóújfalu	röpképtelen, jó kondícióban		infúzió, Catosal, Algopyrin, detoxikálás	2005. 12. 10. elhullott
Rétisas idős	2009. 03. 12	Tomajmonostora közelében az erdőben az erdei úton	röpképtelen, jó kondícióban	inkoordinált mozgás, látászavar, zöld színű hasmenés, öklendezés (13-14 h között)	03. 12. 13:30: 1 ml atropin sc., 18:30 0,5 ml atropin sc. + 0,5 ml polybé, Algopyrin, Amoxycillin, 20 ml infúzió, 03. 13. 13:30: 0,5 ml atropin, 20 ml infúzió iv., 10 ml víz po., 0,5 ml polybé, 14:00: öklendezés, lassuló légzés, 18:30: 0,5 ml atropin sc., 2,5 ml baycox po., 40 ml víz po., 0,5 ml Algopyrin	2009. 03. 13. elhullott, Hg mérgezés gyanú, tox. vizsgálat kérése az Országos Állategészségügyi Intézetnél
Egerészölyv 2 éves tojó	2009. 03. 22	Kunhegyes	mozgásképtelen, jó kondícióban	közepesen tág, fény-merev pupilla, nincs görcs, hasmenés, szárnyak összezárva, hason fekszik, lábait maga alá húzva tartja, nyelv baloldala 1 kg	0,1 ml atropin, 15 ml infúzió 0,2 ml polybé, naponta kétszer, 0,2 ml ADE vitamin, 3%-os 5 ml p.o., 30%-os 0,5 ml i.v. Na-tioszulfát, DMSA tabletta 5 napon át	Hg mérgezés gyanú, gyógyult, 2010. 02. 20. röpdébe került, elengedve

Egerészölyv fiatal tojó	2009. 06. 21	Hatvan közelében	röpképtelen, jó kondícióban	látászavar, lehet, hogy agrázkódása is van	Amoxycillin, Algopyrin, polybé, ADE s.c., 5 ml 3% Na-tiosulfát p.o.	Pb mérgezés gyanú, 2009. 10. 02. elpusztult
Uráli bagoly felnőtt hím	2009. 10. 09	Putnok és Kelemér között az erdőben, másik moribund bagolytól 5 km-re	mozgásképtelen	reflexek reagálnak, gyenge, de feláll	roborálás	szelíd, emberhez szokott, nem táplálkozik egyedül, csak ha a szájába adják a húst, szőrös-tollas táplálékot nem fogadja el, 2009. 10. 20. gyógyult
Egerészölyv felnőtt tojó	2009. 12. 15.	Létavértesen az út mellett	kie légítő, jó, mozgásképtelen	ujjhajlító izom görcsben	0,2 ml atropin s.c., 5 ml Na- tiosulfát p.o., Algopyrin + Dexadreson+Amoxycillin + ADE vitamin sc.,	2009. 12. 17. gyógyult, elengedve
Egerészölyv	2009. 12. 28	Szolnok és Törökszentmiklós között az út mellett, autó sodorhatta el		idegrendszeri tünetek, ujjak görcsben, fej oldalmozgás, hasmenés, tág pupilla, borzolt fejto	Algopyrin, infúzió polybé, ADE vitamin, Amoxycillin	gyógyult, 2010. 01. 19. Kisröpdébe került
Gyöngybagoly	2010. 01. 17	Tiszaszentimre	moribund			beszállításkor elpusztult, Hg/Pb mérgezés gyanú, 18-án boncolás: bal tüdőben tályog, veseköszvény, bélhurut, vakbél tartalma sötét, gyomorban veréb, vegyszerszagú, máj és vese elfajulás,

						szövetminta elküldése ÁOI tox-ra
Egerészölyv felnőtt tojó	2010. 02. 04	Tiszapüspöki, az úton feküdt a hátán		tollat a fején borzolja, nyakcsavarás, fejét oldalra mozdítja	Algopyrin, ADE vitamin, Amoxycillin, dexadreson	Hg mérgezés gyanú, 2010. 05. 25. gyógyult, röpdébe került
Gatásölyv felnőtt tojó	2010. 02. 08	Monor	mozgásképtelen	hasmenés, idegrendszeri tünetek: 180° fejtekergetés, oldalra mozog, merev ujjak, senyveség, exsiccosis	8-án: dexadreson, Algopyrin, ADE vitamin, atropin, polybé sc., Na- tiosulfát po. (kihányta), 9- én: dexadreson, Algopyrin, infúzió, atropin sc.	Hg mérgezés gyanú, 2010. 02. 10. elpusztult, veseelfajulás, bélhurut- véres beltartalom, galandféreg
Egerészölyv 2 éves tojó	2010. 02. 26	Nagyhegyes	mozgásképtelen	inkoordinális mozgás, petyhüdt láb, bénulás, baloldalra esés	Algopyrin + Amoxycillin + ADE vitamin sc., 10 ml inf sc., 0,1 ml atropin sc.	2010. 04. 05. elpusztult
Egerészölyv	2010. 05. 26	Hortobágy-Máta			infúzió, atropin	
Egerészölyv	2010. 06. 28		röpképtelen, gyenge	hasmenés, sárga nyelv, lesoványodás, exsiccosis	infúzió, ADE vitamin, glükóz, Na-tiosulfát	
Vetési varjú	2010. 09. 03	Hajdúnánás			infúzió, atropin	3-án elpusztult
Rétisas	2010. 08. 14	Nagyhegyes		gyengeség, lesoványodás, nyakcsavarás, görcsök inkoordinált mozgás látászavar	infúzió, atropin, NaHCO ₃ , Na-tiosulfát, ADE, B1, Polybé vit.	Gyógyult, gyűrűzve, 2 év rehab. után elengedve 2012.09.20-án Bogyó
Egerészölyv		Hajdúböszörmény			infúzió, atropin	2012. 01. 03-án elpusztult



3. ábra: A mérgezett madarak megtalálásának helyei (Google Earth)

A legtöbb mérgezett madarat Jász-Nagykun-Szolnok és Hajú-Bihar megye területéről szállították be a Madárparkba. 1-1 eset volt Pest, Békés és Heves megye területéről. Ez betudható annak is, hogy nagyobb arányban vannak mezőgazdasági területek Jász-Nagykun-Szolnok és Hajú-Bihar megye területén, ami például az egerészölyvnek megfelelő élőhelyet és vadászterületet biztosít.

A bevitt madarak nagytöbbsége röpképtelen vagy mozgásképtelen volt, de jó kondícióban voltak. Emellett mérgezésekre jellemző tüneteket produkáltak, mint például a nyaktekerés, emellett több esetben hasmenés volt megfigyelhető. Amíg nem lehetett pontosan megállapítani, hogy milyen mérgezésről van szó, addig a feltételezett mérgezést okozó anyagnál szokásos kezelést kaptak a madarak.

Először már a helyszínen is beadható a 0,1 %-os Atropinum sulfuricum injekciót kaphatnak a madarak. Adagolása 1 ml/10 ttkg tehát egy egerészölyvnek, ami kb 1 kg, 0,1 ml s.c., egy vörös vércsének, (ami 200 g, 0,02 ml), egy nagy sasnak 0,5 ml. A Madárkórházban ennél kicsit többet adnak, mintegy kétszeresét-ötszörösét, mivel ez a gyakorlatban jobban bevált, és nem okoz kárt. Pontos diagnózis esetén maximum 1g/ttkg-ig adagolható hatóanyagra vonatkoztatva az injekció. Ez 4 óránként ismételhető.

A madarak beérkezve a kórházba infúziót kapnak sokktalanításra, folyadékpótlásra (vagy más gyógyszerek beadásához vivőanyagként), ez lehet Salsol, vagy Ringer, ami 0,85 % izotóniás sóoldat (NaCl), ennek adagolása 50 ml/ttkg i.v. vagy i.o., ezen kívül a szénhidrátpótlásra 5%-os glükóz infúziót is beköthetnek.

Az idegrendszeri tünetek csökkentésére B1 és polybé injekció vagy tableta (napi 1 tabl./madár), ADE vitaminok (többféle készítményt is alkalmaz a doktor úr, a hatóanyag tartalom is változó pl. Vitatotal inj. A.U.V.) kerülnek beadásra.

Ha az állat gyomrába ólomsörét került, az emésztőnedvek elkezdik kioldani az ólmot, ami aztán kumulálódik a szervezetben. Az felszívódott ólom megkötésére és a vérből történő kiürítésére Ca-EDTA hatóanyagú készítmény adható be, vagy ha ilyen nincs, akkor a 30%-os Na-tioszulfát is ellátja ezt a feladatot. A Na-tioszulfátot általában higany- és cianmérgezéseknél alkalmazzák. Adagolása: 30%-os oldat sasnak 2-3 ml, ölyvnek 0,5 ml, i.v., 25 %-os oldat sasnak 1,65 mg/ttkg i.v., a 3 %-os oldat sasnak 20 ml, ölyvnek 5 ml, begyszondán át (4. ábra). A 3-5 napos kezelés után is előfordulhat, hogy a tartósan a vörösvértestekhez kötődött vagy a csontokban raktározódott ólom

szabaddá válik, és ismét bekerül a vérkeringésbe, ilyenkor pár nap szünet után a kezelés megismételhető.

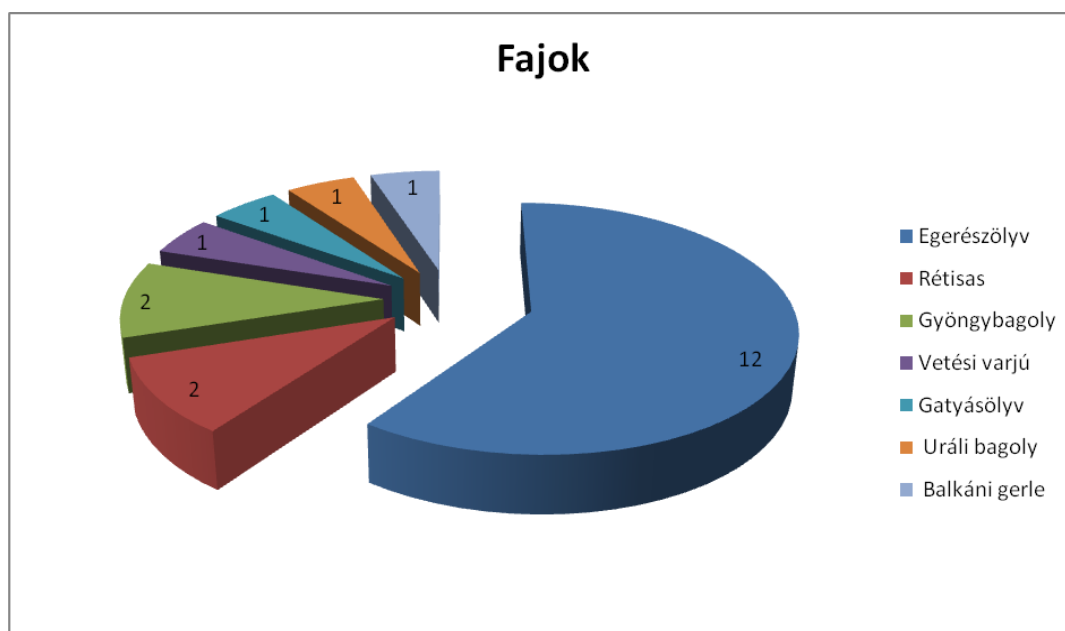


4. ábra: Begyszonda használata ([http16](http://16))

A másodlagos fertőzések elkerülése és kezelése érdekében széles spektrumú antibiotikumot (Amoxycillin inj. vagy Nuflor inj.), gyulladáscsökkentőként, allergiás reakciók elkerülésére és a sokkhatás enyhítésére pedig kortikoszteroidot kapnak (Dexadreson inj.). Fájdalomcsillapítóként Algopyrin és Meloxycam injekciót alkalmaznak. A gyógyulási folyamat elősegítésére, étvágyserkentőként Catosal injekciót adnak be a madaraknak intravénásan.

4. Értékelés és megbeszélés

Az általam összegyűjtött 20 mérgezési esetből 12-nél egerészölyv volt a mérgezés áldozata, emellett még találtak 2 rétisast, 2 gyöngybaglyot, gatyásölyvet, uráli baglyot, balkáni gerlét, vetési varjút (2. diagram). Nem minden esetben lett megállapítva a talált madár ivara és kora, de az bizonyos, hogy 13 madár közül 7 felnőtt volt (ezek 1 kivételével tojók voltak és 1 volt közöttük kifejezetten idős rétisas is) és 6 fiatal (a pontos kort 2-nél lehetett meghatározni, mindkettő 2 éves egerészölyv tojó volt). A fiatalok közül a leggyakoribb áldozatok egerészölyv tojók voltak. Tudomásom szerint mindkét ivarnál ugyanolyan valószínűséggel fordulhat elő mérgezés, valamint az életkor annyiban lehet meghatározó, hogy a fiatalabb madarak kevesebb tapasztalattal rendelkeznek, és könnyebben mérgezés áldozatai lehetnek pl. a rókák ellen kihelyezett mérgezett csalétkék, vagy bármilyen más, akár nem szándékosan kint hagyott mérgezést okozó táplálék miatt.



2. diagram: Fajok megoszlása (egyedszámok alapján)

A bevitt madarak közül 10 gyógyult, 7 lett elengedve, 3 valamelyik röpdébe (6. ábra) került, 8 elpusztult és 2-ről nem volt információ. (A gyógyult madarak visszaszoktatásának folyamatként bekerülnek a kisorpdébe vagy a nagyröpdébe kerülnek, állapotuktól függően (5. és 7. ábra).) Elhullás 4 esetben a beszállítás napján vagy az azt követő 1-2 napon belül, 1 esetben 2 héttel később, 3 esetben pedig 1-3 hónap elteltével következett be, vagy 1-2 hónappal a beérkezés után következett be, hiába történt kezelés. Ezek oka lehetett az, hogy későn került az madár orvoshoz, túl nagy mennyiségű mérge jutott a szervezetébe vagy a mérgezésen kívül más problémái, sérülései is voltak, amikre nem derült fény időben.

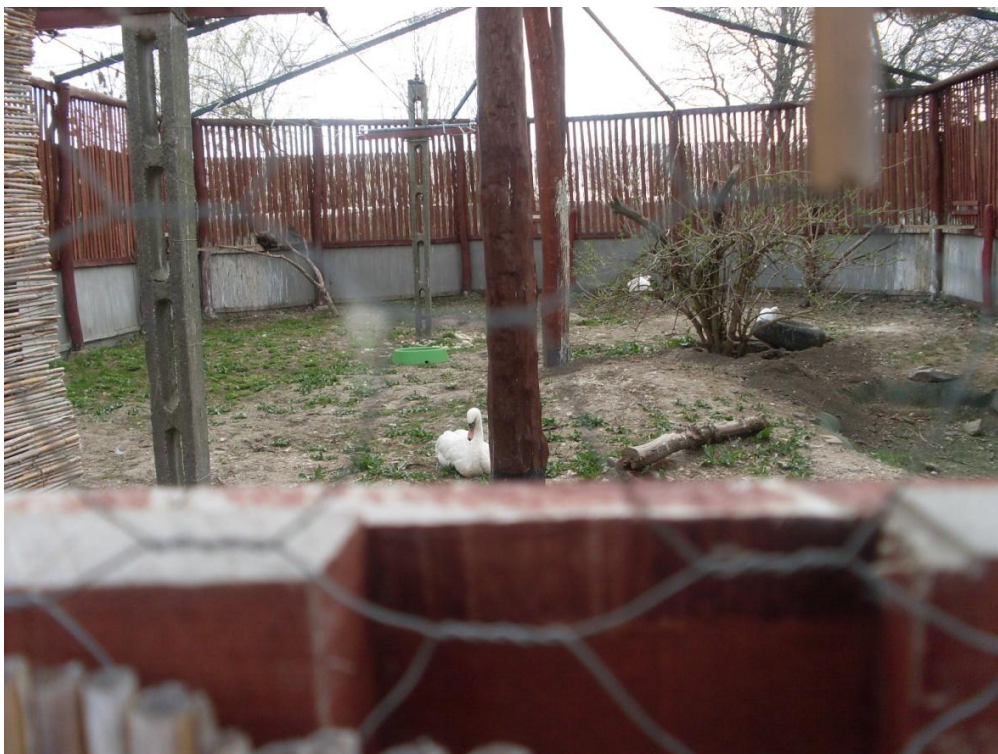
Kifejezett nehézfém mérgezés gyanúja 6 esetben állt fent, ekkor Hg és Pb mérgezésre következtek a tünetek alapján. 1 esetben a toxikológiai vizsgálat is bizonyította a gyanút. A madarak mindegyike röpképtelen vagy mozgásképtelen volt, amikor megtalálták és beszállították őket a kórházba.

Kifejezett nehézfém mérgezés gyanúja 6 esetben állt fent, ekkor Hg és Pb mérgezésre következtek a tünetek alapján. 1 esetben a toxikológiai vizsgálat is bizonyította a gyanút.

A 2009. március 12-én Kunhegyesnél talált réti sas és a 22-én Tomajmonostora közelében talált egerészölyv hasonló tüneteket produkáltak. A sas a beszállítás utáni napon elpusztult. A toxikológiai vizsgálata eredménye alapján higanymérgezés állt fenn, viszont az egerészölyv bélsár mintájának toxikológiai vizsgálata nem támasztotta alá a higanymérgezést. A kezelés hatásosnak bizonyult, mivel a beadott Na-tioszulfát oldat nem csak a higanymérgezésnél használható hatásos megoldás. Ilyen és ehhez hasonló esetekben célszerű a vélt mérgezésnek megfelelő kezelést elkezdeni (megfelelő antidotumok alkalmazása), valamint vitaminokat és infúziót adni folyadékpótlás és sokkalanítás céljából, és hogy elősegítsék a szervezet saját méregtelenítő mechanizmusát.



5. ábra: Egerészölyvek a nagyrópdében (saját)



6. ábra: K isröpd e (saját)



7. ábra: A nagy röpde sokszínúsége

Dolgozatom következő részében először a szakirodalomban leírt és elvégzett etetési kísérletek során kapott eredményeket foglaltam össze, melyeket a Hg vagy Pb mérgezés gyanújával a kórházba érkezett madarak tüneteivel vettem össze.

A szakirodalomban leírt legjellemzőbb tünetek akut ólommérgezésnél: a véres vagy zöldes színű hasmenés, ijedősség, leszegett fej, izomremegés, szemrengés, görcsök, merev mozgás, nyálzás, szomjúság, bélsárrekedés. Idült mérgezésnél lesóványodás, termelésesökkenés, az akut mérgezéshez hasonló idegrendszeri tünetek, izomsorvadás, vese-és májkárosodás figyelhető meg (Lehel & Laczay 2011).

A Barnett és munkatársai (1989) által tőkés (*Anas platyrhynchos*) és kormos récéken (*Anas rubripes*) végzett etetési kísérlet alapján, ahol az ólomlövedékek mérgező hatását vizsgálták a szakirodalomban leírtakhoz hasonló tüneteket figyelték meg. A kezelt madarak (10-20 kacsacsoport) zúzógyomrába helyeztek 1, 2 vagy 4 db 4-es kaliberű ólomlövedéket műanyag tubusban. A vizsgálat első hetében már megfigyelhető volt a testtömeg csökkenése, majd a következő napokban jelentkezett letargia, a farok vagy szárnyak lógatása, zöld és híg széklet, de mortalitás nem volt.

Hasonló vizsgálatokat végeztek Rodriguez és munkatársai (2010) is tőkés récéken (*Anas platyrhynchos*). Tanulmányozták többek között a madarak szervezetébe került ólomlövedékek gyomor-bélrendszerben történő lebontásának folyamatát és a következtében fellépő szervi és viselkedésbeli változásokat. A leírt klinikai tünetek itt is megfeleltek az általános mérgezési tüneteknek: testtömeg-csökkenés, hasmenés, abnormális testtartás (szárny leszegés, egyik láb felhúzása, és/vagy nyak „s” alakban tartása), különböző motoros funkciók zavara, csökkent válaszreakció külső hatásra (ember jelenléte, fény, hanghatások). A boncolás után kapott eredmények: anemia, zúzógyomor-izom, nyelőcső és máj elfajulás, vérzéses bélgyulladás.

Szintén ólomlövedék lenyelésének hatását vizsgálták Pattee és munkatársai (2006) kondor keselyűknél (*Vultur gryphus*) 3 napos etetési kísérletben 4 kezelt egyeddel. Addig tartott a kezelés, amíg a madarak el nem pusztultak maguktól vagy a mérgezés klinikai tüneteit nem produkálták (letargia, testtömeg-csökkenés, inkoordináció), ami után exterminálták őket. A kezeléstől számított első 14 napban normális viselkedést mutattak a madarak. Az alacsony dózist kapott keselyűk letargikus, depressziós állapotba kerültek, lassan mozogtak, emellett megfigyelték, hogy fokozatosan csökkent az aktivitásuk, kíváncsiságuk, míg az egyik elpusztult, a másikat pedig exterminálták. A 2 magas dózist kapott madarak egyikénél a 28. napon figyeltek meg viselkedésváltozást (lelógó szárny, nyitott csőr, csökkent aktivitás). A letargikus, depressziós hangulatuk fokozatosan növekedett, ami a 39. napra érte el a tetőpontját, amikor is elpusztult. A másik madárnál a 21. napon jelentkeztek klinikai tünetek (csökkent aktivitás, letargia, depresszió,

posturális változás). Aktivitás-csökkenést mutatott, de hangos és viszonylag aktív volt a 41. napig, amikor is exterminálták.

A Hortobágyi Madárparkba ólommérgezés gyanújával 2 madarat szállítottak be az általam vizsgált periódusban. Az egerészölyvnek látászavara volt és agyrázkódása is lehetett, mivel a látászavar következtében valószínűleg nekirepült egy villanyoszlopnak. Ez a madár reagált a kezelésre, de 3 és fél hónap után elpusztult. (Természetesen az egerészölyveket ért ólommérgezés nem a sörétek lenyelése miatt következhet be, mivel nekik nincs szükségük a táplálék aprításához kavicsokra.) A gyöngybagoly (itt fennállt a higanymérgezés lehetősége is) még beszállítás közben elpusztult, a másnap elvégzett boncoláskor bal tüdőben tályogot, veseköszvényt, bélhurutot, máj és vese elfajulást állapítottak meg, valamint a vakbél tartalma sötét színű volt, a gyomortartalom vegyszerszagú volt és verébmadványokat találtak benne. Szövetmintát vettek és elküldték toxikológiai vizsgálatra. Itt akár másodlagos mérgezés is lehetett az elhullás oka, ha a veréb szervezetében volt valamilyen méreg, vagy esetleg ólomsörét. Ezeknél a madaraknál fellépő tünetek jelezhettek ólommérgezést, a szakirodalomban leírt tünetek alapján.

A másik leggyakoribb nehézfém okozta mérgezés kiváltója valószínűsíthetően a higany volt.

A heveny higanymérgezés tünetei között szerepel a hányás, fekete vagy zöldes színű hasmenés, nyálzás, polyuria, albuminuria, oliguria, hyposthenuria, anuria, uraemia, idegrendszeri tünetek az ijedőség, merev mozgás, látászavar, túlérzékenység, levertség, görcsök. Halál 6-8 napon belül következhet be. Ha reverzibilis a károsodás az 5-8. napon megindulhat a diuresis. Szubakut tünet lehet hasmenés és albuminuria, de ezek az idült mérgezés során is jelentkezhetnek (Koltai 1972, Lehel & Laczay 2011).

Az előzőekben leírt tünetekhez hasonlókat figyeltek meg Borg és munkatársai 1970-ben, amikor laboratóriumi körülmények között vizsgálták a másodlagos metil-higanymérgezés lehetőségét héjákon (*Accipiter G. gentillis L.*). A héjákat olyan csirkékkel etették, amelyeket előzőleg metil-higanyt tartalmazó csávázószerrel kezelt búzával etettek. Az első tünetek 2 hét után jelentkeztek (étvágytalanság, ataxia, lesóványodás, izomgyengeség). Boncolás során izomsorvadást, idegsejt-károsodást és a perifériás idegek demielinizációját állapítottak meg.

Emellett Scheuhammer (1987) leírásai alapján a következő tünetek jelentkezhetnek higany mérgezéskor: csökkent fogyasztás, ami testtömeg-csökkenéshez vezet, végtaggyengeség, röpképtelenség, mozgáskoordinációs zavar.

A kórházba higany mérgezés gyanújával beérkező madarak tünetei következők voltak madaranként:

- 2009 márciusában érkezett rétisas tünetei: inkoordinált mozgás, látászavar, zöld színű hasmenés, öklendezés.
- A 10 nappal később az előző sastól nem messze megtalált egerészölyv tünetei: közepesen tág, fény-merev pupilla, hasmenés, szárnyak összezárva, hason fekszik, lábait maga alá húzva tartja, nyelv baloldalra kilóg.
- 2010 februárjában talált egerészölyvet a következő tünetekkel szállították be: fejtollak borzolása, nyakcsavarás.
- Pár nappal később talált gatyásölyv tünetei: hasmenés, nyakcsavarás, oldalra mozgás, merev ujjak, senyveség, exsiccosis.

A feltételezett higanymérgezéssel érkezett madarak tünetei beleillenek a szakirodalom és a kísérletek során feljegyzett tünetek közé. Úgy, mint a zöldes színű hasmenés, hányinger, lelógó szárny, röpképtelenség, végtaggyengeség, testtömeg csökkenés, inkoordinált mozgás.

Látható, hogy csak „ránézésre”, a tünetek alapján a mérgezési forrás ismerete nélkül nagyon nehéz megállapítani, hogy milyen mérgezés áll a háttérben. Amikor beérkezik egy madár a kórházba sok esetben nincs idő toxikológiai vizsgálatok elvégzésére, ekkor a legvalószínűbbnek vélt mérgezésnek megfelelően a szokásos kezelést kapja az állat. De még ha a megfelelő kezelést is kapják, előfordulhat elhullás a már fentebb említett okok miatt (későn került az madár orvoshoz, túl nagy mennyiségű mérgező anyag jutott a szervezetébe stb.).

A következőkben azokat az eseteket vettem sorra, ahol nem lett meghatározva pontosan a mérgezést okozó anyag, csak annyit lehetett sejteni a tünetek alapján, hogy mérgezés történt. A legtöbb esetben a lehetséges mérgezési forrást nem találták meg, ami megnehezítette a kezelést. Volt olyan eset, ahol sikeres volt a gyógykezelés és szabadon lett engedve a madár, és volt olyan, ahol a kezelés ellenére elpusztult.

2009 decemberében talált egerészölyv mozgásképtelen állapotban, de jó kondícióban került a kórházba és az ujjhajlító izmai görcsben voltak. Na-tioszulfátot kapott a vitaminokon, fájdalomcsillapítón és antibiotikumokon kívül. A terápia sikeres volt, 2 nappal később már meggyógyult. A merev ujjak a higanymérgezés gyanújával kezelt gatyásölyvnél tapasztaltnál hasonlított.

Pár nappal később szintén találtak egy egerészölyvet merev ujjakkal, hasmenéssel, fejét oldalra mozgatta, fejtollát borzolta és tág volt a pupillája. A kezelés nem tartalmazott kifejezetten nehézfém mérgezéskor alkalmazott szereket, de 1 hónappal később gyógyultan a Kiströpdébe került. Ezen tünetek alapján is valószínűsíthető a higanymérgezés.

2010. februárban bevitt egerészölyv áprilisban elpusztult a kezelés ellenére. Tünetei alapján feltételezhető akár az arzénmérgezés is. A következőket figyelték meg a madárnál: inkoordinális mozgás, petyhüdt láb, bénulás, baloldalra esés. A kezelés során Algopyrin Amoxycillin, ADE vitaminokat, infúziót és atropin injekciót adtak be.

Bizonyított As és Cd mérgezéssel nem szállítottak be madarakat, ennek több oka is lehetett. Az arzén, ha az ivóvízbe kerül anaemiát és különböző idegrendszeri tüneteket okoz, de mivel más mérgezések is hasonló tünetekkel járnak, így amíg nem bizonyított, hogy arzén tartalmú ivóvíz miatt történt a mérgezés, ez a megoldás fel sem szokott merülni. A Cd leggyakrabban Zn feldolgozáskor kerülhet a levegőbe és ez kis mennyiségben nem okoz tüneteket. Bár mikrotoxikus hatásai vannak (alacsony dózisu expozíció hosszú időn keresztül) és a fiziológias folyamatok kismértékű változását okozza, a klinikai tünetek hiányában kevésbé felismerhető.

Több olyan esetet is találtam, ahol a kevés információ volt megadva a kezelésről, a tünetekről vagy a kezelés eredményéről. 11 esetből, 3 pusztult el, 2-ről a kezelésen kívül nem volt további információ, 6 gyógyult 5-öt elengedtek, 1 pedig 2 évig a Madárkórházban maradt. Ő Bogyó, a rétisas (8. ábra), aki ragaszkodik a gondozójához és minden más madárra féltékeny, aki a gondozója közelébe megy. Két év rehabilitáció és elvadítás után szabadon bocsátásra került. Két hétre rá karbofurán mérgezés miatt visszakerült a kórházba.

A gyógyult madarak kezelése nagyon hasonló volt: infúziót, fájdalomcsillapítót, antibiotikumot és vitaminokat kaptak. Átlagban fél-1 hónapot töltöttek a kórházban. Az elpusztult madarak közül 2 a beszállítás után 1-2 nappal elpusztult, a 3. több mint 1 hónapig még életben volt. Kezelésük az előzőleg említett gyógyult madarakéhoz hasonló volt. A maradék két esetben nem volt arról pontos információ, hogy mi történt a madarakkal a kezelést követően.



8. ábra: Bogyó és gondozója, Tóth János ([http17](http://17))

5. Összefoglalás

Dolgozatomban a hortobágyi Madárparkba 2004. február és 2011. november között beszállított madarak mérgezési eseteit dolgoztam fel. Több esetben is felmerült valamilyen nehézfém-mérgezés gyanúja a tünetek alapján. A nehézfém-mérgezéseket a tünetek alapján legtöbbször nehéz felismerni, mivel nem mindig találják meg a mérgezési forrást, és más anyagok hatására is kialakulhatnak hasonló tünetek.

Célkitűzéseim között szerepelt a hortobágyi Madárparkba érkezett mérgezett madarak esetleírásai alapján a réz, ólom, higany, arzén és kadmium mérgezések gyakoriságának összegzése, az általam kiválasztott nehézfémek a környezetre és az egyed szervezetére gyakorolt hatásának ismertetése, a szervezetben lejátszódó hatásmechanizmus bemutatása, és külföldi vizsgálatok során észlelt tünetekkel való összehasonlítás.

A szakirodalom áttekintése során végigvettem az általam kiválasztott nehézfém-mérgezést kiváltó fémek előfordulását a környezetben, akut toxicitási adatokat, a hatásmechanizmust, ami az egyed szervezetében lejátszódhat, a jellemző tüneteket, kezelési módokat és publikált példákat nehézfém-mérgezésre.

Vizsgálataim során bemutattam, hogy milyen kezeléseket kaptak a madarak, mennyire voltak ezek sikeresek és miből lehetett következtetni a nehézfém-mérgezésekre. Az általam összegyűjtött 20 mérgezési esetből 10 gyógyult - ebből 6 állatot visszaengedtek a természetbe, 4 valamelyik röpdébe került -, 8 elpusztult és 2-ről nem volt információ. Olyan eseteket is bemutattam, amelyekről nem bizonyosodott be, hogy pontosan mi is okozta a mérgezéseket, csak a tünetek miatt volt levonható az a következtetés, hogy mérgezés áll a háttérben. Emellett összehasonlítottam a Madárparkba érkezett madarak tüneteit külföldön végzett kísérletek eredményeivel és az általános toxikológiában leírt jellemző tünetekkel.

6. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek, Dr. Lehel Józsefnek dolgozatom elkészítésében nyújtott segítségéért és útmutató tanácsaiért és Dr. Déri Jánosnak az esetek összegyűjtéséhez adott segítségéért.

7. Felhasznált irodalom

- BELLROSE, F. C. (1959): Lead poisoning as a mortality factor in waterfowl populations. – Illinois Natural History Survey Bulletin 27: 235-288.
- BHUNYA S. P. & JENA G. B. (1996): Clastogenic effects of copper sulphate in chick in vivo test system. – Mutat. Res., 367 (2): 57-63.
- BLOOM N. S. (1992): On the chemical form of mercury in edible fish and marine invertebrate tissue. – Can J Fish Aquat Sci 49: 1010–17.
- BOKORI J., FEKETE S., KÁDÁR I., ALBERT M. & KONCZ J. (1994): Effect of Cd load on the Cd content of eggs. – 6th Int. Symp. New perspectives in the research of hardly known trace elements. Proc., pp. 183-188.
- BOLOGNESI C., LANDINI E., ROGGIERI P., FABBRI R. & VIARENGO A. (1999): Genotoxicity biomarkers in the assessment of heavy metal effects in mussels: experimental studies. Environmental and Molecular Mutagenesis, 33 (4): 287-292.
- BORDÁS I. (2006): Toxikológia jegyzet, Okk Nyomda, pp: 13, 41-49, 61
- BORG K., ERNE K., HANKO E., & WANNTORP H. (1970): Experimental secondary methyl mercury poisoning in goshawk (*Accipiter g. Gentillis l.*). – Environmental Pollution, 1, 91–104
- BREWER L., FAIRBROTHER A., CLARK J. & AMICK D. (2003): Acute toxicity of lead, steel, and an iron-tungsten-nickel shot to mallard ducks (*Anas platyrhynchos*). – Journal of Wildlife Diseases 39: 638–648.
- BURGER J. & GOCHFELD M. (2001): Metal levels in feathers of cormorants, flamingos and gulls from the coast of Namibia in Southern Africa, 2000. – Environmental Monitoring and Assessment 69: 195–203.
- CASTEEL S. W. (2001): Lead. In small animal toxicology, M. E. Peterson & P. A. Talcott (eds.). – W. B. Saunders Company Ltd., Philadelphia, Pennsylvania, pp. 537–547.
- CSATHÓ P. (1994): A környezet nehézfém szennyezettsége és az agrártermelés. – MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest. pp. 153-154.
- DEMICHELE S. J. (1984): Nutrition of lead. – Comparative biochemistry and physiology 78a: 401–408.
- DIRKSEN S., BOUDEWIJN T., SLAGER L. K., MES R. G., VAN SCHAICK M. J. M & DE VOOGT P. (1995): Reduced breeding success of cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in relation to persistent organochlorine pollution of aquatic habitats in the Netherlands. – Environ. Pollut. 88: 119–32.

- EISLER R. (1987): Mercury hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review. – Biological Report 85 (1.10). Contaminant Hazard Reviews. Report no. 10. U.S. Fish And Wildlife Service; 63 pp.
- FINLEY M. T., DIETER M. P. & LOCKE L. N. (1976): Sublethal effects of chronic lead ingestion in mallard ducks. – Journal Of Toxicology And Environmental Health 1: 929-937.
- FINLEY M. T. & DIETER M. P. (1978): Influence of laying on lead accumulation in bone of mallard ducks. – Journal of Toxicology and Environmental Health 4: 123–129.
- FISHER, I. J., PAIN D. J. & THOMAS V. G. (2006): Review of lead poisoning from ammunition sources in terrestrial birds. – Biological Conservation 131: 421–432.
- FOSSI M. C., MASSI A., LARI A., MARSILI L., FOCARDI S., LEONZIO C., RENZONI A. (1995): Interspecies differences in mixed function oxidase activity in birds: relationship between feeding habits, detoxication activities and organochlorine accumulation. – Environmental Pollution 90:15–24.
- FRANSON J. C. (1996): Interpretation of tissue lead residues in birds other than waterfowl. In environmental contaminants in wildlife: interpreting tissue concentrations, W. N. Beyer, G. H. Heinz & A. W. Redmon-Norwood (eds.). – Society Of Environmental Toxicology and Chemistry, pp. 265–279.
- FURNESS R. W., MUIRHEAD S. J. & WOODBURN M. (1986): Using bird feathers to measure mercury in the environment: Relationships between mercury content and moult. – Mar. Poll. Bull. 17: 27–30.
- FURNESS R. W., LWEIS S. A. & MILLS J. A. (1990): Mercury levels in the plumage of red-billed gull (*Larus novaehollandiae scopulinus*) of known sex and age. – Envir. Pollut. 63, 33–39.
- GEORGOPOULOS P. G., ROY A., YONONE-LIOY M. J., OPIEKUN R. E. & LIOY P. J. (2001): Copper: Environmental dynamics and human exposure issues. prepared for: the international copper association. – Nu Horizon Enterprises Inc. Cranford. pp. 44-45.
- GOUTNER V., BECKER P. H. & LIORDOS V. (2011): Organochlorines and mercury in livers of great cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*) wintering in northeastern mediterranean wetlands in relation to area, bird age, and gender. – Science Of The Total Environment 409: 710–718.
- GUECHEVA T., HENRIQUES J. A. P. & ERDTMANN B. (2001): Genotoxic effects of copper sulphate in freshwater planarian in vivo, studied with the single-cell gel test (comet assay). – Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, 497 (1-2): 19-27.
- GUITART R., SACHANA M., CALONI F., CROUBELS S., VANDENBROUCKE V. & BERNY P. (2010): Animal poisoning in Europe. Part 3: Wildlife. – The Veterinary Journal 183: 260–265.

- HAHN E., HAHN K. & STOEPLER M. (1993): Bird feathers as bioindicators in areas of the german environmental specimen bank – bioaccumulation of mercury in food chains and exogenous deposition of atmospheric pollution with lead and cadmium. – *Sci. Total Envir.* 139: 259–270.
- HALLENBECK W. M. & CUNNINGHAM-BURNS K. M. (1985): Pesticides and human health. Springer-Verlag. pp. 40-41.
- HENNING A., GEORGI K. & JEROCH H. (1971): Für kontrazeptiven-wirkung des kadmiums. – *Arch. Exp. Vet. Med.*, 25: 793-798.
- HOFFMAN D. J., PATTEE O. H., WIEMEYER S. N. & MULHERN B. M. (1981): Effects of lead shot ingestion on delta-aminolevulinic acid dehydratase activity, hemoglobin concentration, and serum chemistry in bald eagles. – *Journal Of Wildlife Diseases* 17: 423–431.
- HUNTER R. A. & JOHNSON J. G. (1982): Food chain relationship of copper and cadmium in contaminated grassland ecosystems. – *It Oikos* 38: 108–117.
- JANIGA M. & ZEMBERYOVA M. (1998): Lead concentrations in the bones of the feral pigeons (*Columba livia*) sources of variation relating to body condition and death. – *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 35: 70–74.
- KÁDÁR I. (1995): A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon. – Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium, MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest.
- KIM E. Y., GOTO R., TANABE S., TANAKA H. & TATSUKAWA R. (1998): Distribution of 14 elements in tissues and organs of oceanic seabirds. – *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 35: 638–645
- KOLTAI M. (Összeállította) (1972): Toxikológiai összefoglaló, Kézirat, Szeged, Fővárosi Nyomdaipari Vállalat, pp. 3-4, 18-22,
- LEHEL J. & LACZAY P. (2011): Toxikológia (Az ökotoxikológus Msc szak hallgatói számára), Szent István Egyetemi Kiadó, Budapest, pp. 93-105, 144-146
- MAEDGEN J. L., HACKER C. S., SCHRODER G. D. & WEIR F. (1992): Bioaccumulation of lead and cadmium in the royal tern and sandwich tern. – *Arch. Envir. Contam. Toxicol.* 11: 99–102.
- MATEO R., DOLZ J. C., AGUILAR-SERRANO J. M., BELLUIRE J. & GUITART R. (1997): An epizootic of lead poisoning in greater flamingos (*Phoenicopterus ruber roseus*) in Spain. – *Journal Of Wildlife Diseases* 33: 131–134.
- MAUTINO M. (1984): Experimental lead toxicosis in ring-necked ducks (*Aythya collaris*) and mallards (*Anas platyrhynchos*) – Ms. Thesis. University Of Florida, Gainesville, Florida, 118 pp.
- MONTEIRO L. R. & FURNESS R. W. (1995): Seabirds as monitors of mercury in the marine environment. – *Water Air Soil Pollut* 80: 851–70.

- MUIRHEAD S. J. & FURNESS R. W. (1988): Heavy metals concentrations in the tissues of seabirds from Gough Island, South Atlantic Ocean. – *Marine Pollution Bulletin* 19: 278–283.
- NAS (1986): Mineral tolerance of domestic animals. – National Academy of Sciences. Washington D. C. pp. 6-11.
- NGUYEN H. L., LEERMAKERS M., KURUNCZI S., BOZO L. & BAEYENS W. (2005): Mercury distribution and speciation in Lake Balaton, Hungary. – *Science of the Total Environment* 340: 231–246
- OGI H (1986): Report on “Midori taisaku chosa itaku jigyo.” – Fisheries Agency of Japan, 112 pp
- PAIN D. J. (1992): Lead poisoning of waterfowl: a review. in lead poisoning in waterfowl. Pain D. J. (ed.). – IWRB Spec. Publ. 16, Slimbridge, UK, 7–13.
- PÁL K. (1995): A higany egészségi hatásai, a higanytartalmú hulladékok ártalmatlanítása 1995/20, Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár, Budapest, pp. 3, 8, 13, 14
- PÁL K. (1999): Higany a környezetben 1999/25 Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár, Budapest pp. 4-6
- PATTEE O. H., CARPENTER J. W., FRITTS S. H., RATTNER B. A., WIEMEYER S. N., ROYLE J. A. & SMITH M. R (2006): Lead poisoning in captive Andean condors (*Vultur gryphus*). – *Journal of Wildlife Diseases*, 42 (4): 772–779.
- PROKISCH J. (2010): Vigyázat, mérgező!, Dr. Aliment Kft., Debrecen, 35-78pp; 91 pp
- RATTNER B. A., FLEMING W. J. & BUNCK C. M. (1989): Comparative toxicity of lead shot in black ducks (*Anas rubripes*) and mallards (*Anas platyrhynchos*). – *Journal of Wildlife Diseases*, 25 (2): 175-183
- RODRIGUEZ J. J., OLIVEIRA P. A., FIDALGO L. E., GINJA M. M. D., SILVESTRE A. M., ORDOÑEZ C., SERANTES A. E., GONZALO-ORDEN J. M. & ORDEN M. A. (2010): Lead toxicity in captive and wild mallard (*Anas platyrhynchos*) in Spain. – *Journal Of Wildlife Diseases*, 46 (3): 854–863.
- SCHEUHAMMER A. M. (1987): The chronic toxicity of aluminium, cadmium, mercury, and lead in birds: a review. – *Environ. Pollut.*, 46, 263-295.
- STRIKAUSKA S., OZOLA V., BERZINS A. & LETVIETIS J. (1995): Lead and cadmium as a nutritional hazard to farm livestock. – Mengen- und Spurenelementen. 15. arbeitstagung. Friedrich Schiller Universität Jena. Proc., pp. 295-297.
- TAVECCHIA G., DE LA PRADÉ R., LEBRETON J. D., JOHNSON A. R. & MONDAIN-MONVAL J. Y. (2001): The effect of lead exposure on survival of adult mallards in the Camargue, Southern France. – *The Journal of Applied Ecology* 38: 1197–1207.

- TRUST K. A, MILLER M. W., RINGELMAN J. K. & ORME I. M (1990): Effects of ingested lead on antibody production in mallards (*Anas platyrhynchos*) – Journal of Wildlife Diseases, 26(3): 316-322.
- VOS J. C. (1977): Immune suppression as related to toxicology. – CRC Critical Reviews in Toxicology 5: 67-101.
- WALKER C. H. (1990): Persistent pollutants in fish-eating birds: bioaccumulation, metabolism and effects. – Aquat. Toxicol. 17:293–324.
- WINFREY M. R. & RUDD J. W. M. (1990): Environmental-factors affecting the formation of methylmercury in low pH lakes. – Environ. Toxicol. Chem. 9: 853 – 69

Internetes forrás:

- http1: http://www.unep-aewa.org/publications/planting_seeds_beintema.htm
- http2: http://www.complex.hu/kzldat/o09h0096.htm/o09h0096_71.htm
- http3: http://www.fvm.gov.hu/doc/upload/200506/56_2005_fvm.pdf
- http4: http://physiology.elte.hu/eloadas/Neurotoxikologia/Neurotox_2_2011.pdf
- http5: <http://sis.nlm.nih.gov/chemical.html>
- http6: <http://www.alchemycastings.com/pdf/Pure%20Lead.pdf>
- http7: [http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/organlea.htm#SectionTitle:5.1 Oral](http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/organlea.htm#SectionTitle:5.1%20Oral)
- http8: <http://www.ila-lead.org/UserFiles/File/factbook/chapter7.pdf>
- http9: http://www.vce.org/mercury/methyl_mercury.pdf
- http10: <http://enfo.agt.bme.hu/drupal/node/11367>
- http11: http://www.nicnas.gov.au/publications/information_sheets/existing_chemical_information_sheets/ecis_cu_pdf.pdf
- http12: http://www.egrokkorr.hu/uploads/files/REACH-adatlapok/Zomancok/Cuprolin_antifouling_CLP.pdf
- http13: <http://www.caledonlabs.com/upload/msds/7210-1e.pdf>
- http14: http://vizlabor.shp.hu/hpc/web.php?azonosito=vizlabor&oldalkod=veszelyes_anyagok_az_ivovizben_RFJ1
- http15: <http://www.terra.hu/cian/cian.html>
- http16: <http://allatfigyelo.lapunk.hu/?modul=oldal&tartalom=1171493>
- http17: <http://www.hajdupress.hu/?cikk=9256>

Térkép: Google Earth

NYILATKOZAT

Alulírott, a Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi KarSzak nappali/levelező tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a szakdolgozat/diplomadolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy szakdolgozatom/diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön a Kar / Intézet / Szak honlapjára.

A szakdolgozat/diplomadolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem.

Gödöllő, 2009.hó.....nap

.....
hallgató aláírása

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a felhasznált irodalmat a hallgató korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezelte, a szakdolgozatot/diplomadolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom.

A szakdolgozat/diplomadolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem.

Gödöllő, 2009.hó.....nap

.....
témavezető aláírása