A kerecsensólyom (*Falco cherrug*) tojás: elhalt embrió peszticid terhelésének és pathogén szervezetek jelenlétének vizsgálata

Dudás Miklós
dudasm1@t-online.hu

Abstract

Large quantities of pesticides have been produced since the 1960-ies in Hungary. In relation to environmental properties of agricultural chemicalisation it is known that our knowledge on its effects on organisms and their life processes is still largely missing. Without detailed knowledge on the effect mechanisms of particular pesticides the effects on the living environment cannot be objectively judged and avoiding possible negative effects cannot be identified clearly. Using analytical studies, the county plant protection network has shown that the frequency of remaining DDT/DDE is the highest in agricultural areas during the 1990-ies. These compounds are contained in smaller quantities ((~100-200 ppb) in 40-50% of soils. Lindane (HCH) banned in 2000 has been found in similar concentrations in soils. The same applies for the enrichment of heavy metals (mercury, lead etc) in our environment. Towards the top of trophic networks, top species are the most endangered as the biomagnification of compound rests is the highest on this level. Conservation research has focused on rare endangered raptors and studied them as indicator species. Out of these birds, majority of related research focused on one of our strictly protected raptors, the Saker Falcon, the population of which decreased to less than 30 pairs during the 1970-ies. Majority of the Hungarian Saker population has shifted to lowland areas. As a result, the likelihoods of poisoning is positively related to the time spent in agricultural areas with pesticide use. The pesticide loading of individuals living in agricultural areas is clear, as these compounds get continuously enriched via prey items (voles, hamsters, feral pigeons). The simultaneous effects of various compounds is larger than the additional effects of separate factors. It is not possible to predict if the present population increase of falcons would collapse in a few decades time, even when accounting for individual sensitivity. Therefore basic research in this topic needs to be promoted in the future to acquire proper knowledge to be able to make countermoves in favour of raptor conservation.

Az emberiség „termelési tevékenysége” során a környezetét denaturáló cselekedetei egyre nyilvánvalóbbá váltak az eltelt évszázadok alatt. Az ökológiában megismert biológiai törvényszerűségek nemcsak, hogy érvényesek az emberre, hanem annak további sorsa szempontjából döntően meghatározóak lesznek az elkövetkezendő évtizedekben. Az elmúlt 200 év ipari és társadalmi fejlődése következtében az emberiség mind több és több vegyületet állíthatott „szolgálatába”, és ezek között egyre nagyobb számban biológiailag aktívakat is. Számos olyan szintetikus szerves-anyag (vegyület) is alkalmazásra került, melyek a természetes környezetünkben nem fordulnak elő, és ezek bekapcsolódva a biológiai folyamatokba, ott lebomlani rendkívül hosszú idő elteltével tudnak csak. Sajnos a bioaktív vegyületek alkalmazása olyan méretűvé vált, hogy napjainkban a környezetünk kemizálása főleg a mezőgazdaságban, de közvetlen lakókörnyezetünkben is, „modern” életünk egyik jellemzőjévé vált. Ennek egyenes ágú következménye az élővilág új, biológiailag aktív anyagokkal való túlterhelése (VIRÁG 1981).

Magyarországon növényvédő szereket (peszticidek) nagyobb mennyiségekben az 1960-as évektől állítanak elő. A környezetterhelés mértékének megítélése szempontjából igen fontos az egységnyi területre juttatott növényvédőszer-hatóanyag mennyisége.

A mezőgazdasági kemizáció környezeti sajátosságaival kapcsolatban megállapítható, hogy az élőlényekre és azok életfolyamataira vonatkozó biológiai alapismereteink ma még eléggé hiányosak. Az egyes növényvédő szerek hatásmechanizmusának alapos ismerete

nélkül az élő környezetre kifejtett hatás nehezen bírálható objektíven, és az esetleges negatív hatások elkerülésének módjai sem határozhatóak meg egyértelműen.

Az elmúlt évtizedekben számtalan növényvédőszerről bebizonyosodott, hogy az élő szervezetek szöveteibe került hatóanyagok feldúsulnak (bioakkumuláció). A környezetanalitika egzakt módon bizonyította, hogy pl. a DDT felezési ideje évtizedekben mérhető. Ezek az ún. perzisztens vegyületek, amelyek nehezen bomlanak az élő környezetben, vagy a bomlástermékei (metabolitjai) még aktívabb negatív élettani hatást fejtenek ki. A kilencvenes években a megyei növényvédelmi hálózat analitikai vizsgálataival kimutatta, hogy a hazai, elsősorban mezőgazdaságilag művelt talajainkban a DDT/DDE szermaradékainak előfordulása a leggyakoribb. Kis mennyiségben(~100-200 ppb) a talajok 40-50 %-a tartalmazza ezeket a vegyületeket. Hasonló koncentrációban mutatkozott a 2000-ben kivont Lindane (HCH) is ezekben a talajokban. Ugyanez a helyzet az egyes nehézfémek (higany, ólom, stb.) környezetünkben való feldúsulása esetén is. Ezek a vegyületek is rendkívül toxikusak az élő szervezetekre (BAKÁCS 1977).

A táplálékláncon haladva a piramis csúcsán lévő fajok a leginkább veszélyeztetettek, mert a szermaradékok feldúsulása (biomagnifikáció) itt a legerősebb. A természetvédelmi kutatások az adott esetben a ritka, védett, veszélyeztetett ragadozó madarakra helyezte a fő hangsúlyt, s mint indikátor fajokat vizsgálta. Ezek közül is az egyik globálisan veszélyeztetett, fokozottan védett madarunkra, a kerecsensólyomra terelődött a figyelem, mely hazánkban a 1970-es évek végére 30 pár alá csökkent.

Ezen faj elterjedési területének legnyugatibb határa éppen a Kárpát-medence, így hazánk természetvédelmi szakembereinek kiemelkedően fontos szerepe van e nemes, gyors röptű sólyomnak a védelmében. Ennek indokoltságát még az is fokozza, hogy a magyarság eredetmondájában, a Turul legendában a kerecsensólyommal, mint szakrális lénnyel azonosították ezt a ragadozó madarat, amely elvezette őseinket a Kárpát-medencébe.

Az elmúlt 25 év aktív védelmének köszönhetően a fészkelő párok száma örvendetesen gyarapodott.



1. fotó: A kerecsensólyom röpképe (Fotó: Balázs I.)
Photo 1. Saker Falcon in flight (Photo: I. Balázs)

A különböző veszélyforrások között azonban, felmerült annak a gyanúja is, hogy a korábbi állományok csökkenésében az egyes növényvédő szereknek, amelyek jelentős részét

ugyan már kivonták a forgalomból, de mégis hatással voltak és vannak még napjainkban is a populáció nagyságára. A környezetbe kijutatott peszticidek közvetett úton, az egyes zsákmányállatokon (galambalkatúak, rágcsálók stb.) keresztül kerülhetnek a sólymok szervezetébe (DUDÁS 2009).

Az 1980-as évek elején elkezdődött a kerecsensólyom országos állományfelmérése és aktív védelme, így lehetőség adódott néhány begyűjtött, ki nem kelt tojás, ill. elhalt embrió analitikai vizsgálatára. Természetesen már akkor is behatárolták a szerény anyagi lehetőségek a begyűjthető mintaszámot. Szerencsére tőlünk függetlenül ugyanebben az időszakokban, Szlovákiában és Csehországban is végeztek hasonló analíziseket kerecsensólyom tojásokkal, ami érdekes összehasonlítási alapot adhat az értékelésnél.

Egy hosszabb időintervallumban 1978-tól 1996-ig végezték el, a begyűjtött tojások (19 db) analitikai vizsgálatát (VOJTĚCH 1996). (lásd 1. táblázat)

Minta/db Tojás	HCB mg/kg	αHCH mg/kg	μHCH mg/kg	DDT mg/kg	PCB mg/kg	DDE mg/kg
A	9.4	-	-	-	-	**18.8**
A	2.180	-	-	-	2.231	**7.370**
A	1.364	D	0.118	-	D	**-**
A	5.990	-	-	-	2.289	**18.42**
A	0.292	-	-	-	0.782	**9.784**
A	1.740	0.016	0.063	D	-	**2.510**
A	0.520	D	0.016	D	-	**1.390**
A	0.04	-	-	0.03	-	**3.10**
A	0.05	-	-	0.12	-	**1.59**
A	0.18	-	-	0.12	-	**1.37**
A1	0.02	0.00	-	-	0.10	-
A	0.94	-	0.01	-	2.16	-
A2	-	-	-	4.44	8.42	-
A	-	-	-	-	0.24	-
A	-	-	-	-	0.48	-

1. táblázat: A vizsgálatból egyértelműen az derül ki, hogy a DDT egyik metabolitja (DDE) még jelentős mennyiségben volt jelen a tojásokban
Table 1. Based on the results of investigation, one of the metabolites (DDE) of DDT was still in significant quantities in eggs

D (nyomokban, nem mérhető mennyiségben található)
A1 (4 db tojás egy fészekaljból, kevert minta)
A2 (3 db tojás egy fészekaljból, kevert minta)

D (only in non-measuralble traces)
A1 (4 eggs from a clutch, mixed sample)
A2 (3 eggs from a clutch, mixed sample)

Hazánkban az 1984-es fészkelési szezonban, egyes fészkekben talált terméketlen vagy embrióval elhalt tojások nehézfémre (elsősorban higany- és ólomvegyületekre) és klórozott szénhidrogén típusú peszticidekre lettek megvizsgálva, abban az időben legmodernebbnek számított gázkromatográfiás módszerrel. Az egyes folyamatosan őrzött és kontrollált fészkekből sikerült néhány ki nem kelt tojást összegyűjteni és azokat analizáltatni (lásd 2. táblázat).

Minta jelzése	**Szervetlen Hg.**	**Összes Hg.**
Tojáshéj (BNP- Bánvölgy)	**0,210**	**0,275**
Tojáshéj (Tarnalelesz)	**0,105**	**0,138**
Tojáshéj (Tarnalelesz)	**0,072**	**0,692**
Egésztojás (Tarnalelesz)	**0,139**	**0,275**
Egésztojás Tarnalelesz)	0,000	**0,692**
Embrió (BNP-Gerennavár)	0,000	**0,413**

2. táblázat: A szervetlen és az összes higany mennyisége a kerecsensólyom tojásában és embriójában mg/kg száraz anyag (1984)
Table 2. Total and inorganic proportion of mercury in Saker's egg and embryo (mg/kg dry material) (1984)

Komponens	**Tojás**	**Embrió**
alfa-HCH	0,000	**0,014**
gamma-HCH	0,000	**0,052**
béta-HCH	**0,035**	**0,164**
delta-HCH	0,000	0,000
Heptaklór	0,000	0,000
Aldrin	0,000	0,000
Dieldrin	0,000	0,000
P, p' DDE	**12,800**	**19,700**
O, p' TDE	0,000	0,000
P, p' TDE	0,000	**1,260**
P p' DDT	0,000	0,000

3. táblázat: A klórozott szénhidrogén típusú peszticidek mennyisége a kerecsensólyom tojásában és embriójában mg/kg száraz anyag (1984).
Table 3. Quantity of chlorifited hydrocarbon-type pesticides in eggs and embryos of Sakers (mg/kg dry material) (1984)

A hazai vizsgálati eredményeket összehasonlítva a külföldiekkel egyértelműen az tűnik ki, hogy itt is a DDE mint bomlástermék kimagasló értékben volt jelen a tojásokban és az embrióban. Az eredmények azért figyelemre méltóak, mert a vizsgálatok egymástól függetlenül, közel azonos időintervallumban és viszonylag nagy távolságokra történtek. Vagyis a környezet peszticid terhelése abban az időszakban jelentős volt, a mérhető mennyiségeket figyelembe véve még általánosan szennyezettek voltak ezek a térségek.

Az ezredfordulót követő években újra lehetőség adódott, hogy a 25 évvel korábbi vizsgálatokat hasonló szerény anyagi lehetőségekkel megismételhesse a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatósága. Természetesen már nem azokból a sziklai fészkekből (Bükki Nemzeti Park területéről) lettek begyűjtve a tojásminták, mert időközben az Alföldre lehúzódó kerecsensólyom állománya egyetlen párban sem költ a korábban használt sziklai fészkelő-helyeken hazánkban.

A tojásminták 2008-as és a 2009-es szaporodási ciklus végén lettek begyűjtve, a Hortobágyról, a Dél-Nyírségből és a Bihari-síkról, összesen nyolc fészekből 11 db tojás. A fészkekből gyűjtött, többtojásos fészekaljak esetén azok egy mintaként szerepeltek a vizsgálat során (DUDÁS 2009).



2. fotó: Kerecsensólyom fióka 3 terméketlen tojás társaságában (Fotó: Balázs I.)
Photo 2. Saker chick together with three infertile eggs (Photo: I. Balázs)

Ezeket a kapott adatokat (4. táblázat) összehasonlítva kitűnik, hogy a DDE lényegesen kisebb mennyiségekben volt jelen, mint a 25 évvel korábban mért mintákban. Ezek az adatsorok természetesen csak tájékoztató jellegűek. A kevés számú minta bármiféle végkövetkeztetés levonására nem igazán alkalmas. Elegendő lehet viszont arra vonatkozóan, hogy a figyelem középpontjában maradjon ez az általánosan jelenlévő probléma is.

A szerveshigany tartalmú csávázószerek (fungicidek) használatát az 1970-es évek végén tiltották be hazánkban, ennek ellenére még mindig kimutatható mennyiségekben volt jelen a mintákban. Jellemző tulajdonságuk az erős perzisztencia, vagyis a környezetbe kijutva rendkívül lassan bomlanak le (ION et ALEXANDRU 1980). A táplálékláncban, az élő szervezetekben felhalmozódik – kumulálódik, s ahogy a táplálékpiramis csúcsa felé halad, egyre koncentráltabban jelentkezik a méreghatás (biomagnifikáció). A hatásmechanizmusa, hogy a –SH gyököt tartalmazó enzimek működését gátolja. A felszívódást követően főként az idegrendszert és a vesét károsítják, a sejtek elhalását okozzák. Használatuk kizárólag vetőmagcsávázásra (kukorica, búza stb.) volt korlátozva (VÉCSEY et LOCH 1973). Az agrárterületekre kijáró házigalambok és a különböző ott táplálkozó más galambfajok (örvös, kék, balkáni gerle, vadgerle, stb.) szervezetében felhalmozódó higanyvegyületek később bejuthatnak a kerecsensólymokéba az elfogyasztott zsákmányállatokon keresztül.

Sorszám Komponens	**1.(mg/kg) tojáshéj**	**2.(mg/kg) tojáshéj**	**3.(mg/kg) tojás**	**4.(mg/kg) tojás**	**5.(mg/kg) tojás+embr.**	**6.(mg/kg) tojás+embr.**	**7.(mg/kg) tojás**	**8.(mg/kg) tojás**
α-HCH	<0,001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Heptaklór	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
δ-HCH	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Aldrin	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Heptaklór-epoxid	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
p,p-DDE	**0,01**	**0,07**	**0,1**	**0.17**	**0.06**	**0.09**	**0.2**	**0.009**
Dieldrin	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Endrin	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
p,p-DDD	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	**0.005**	<0.001
B-endoszulfán	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
p,p-DDT	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Metoxiklór	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Higany	**<0.10**	**<0.10**	**0.13**	**0.11**	**<0.10**	**0.17**	**0.16**	**0.28**
Ólom	**<2.0**	**<2.0**	**<2.0**	**<2.0**	**<2.0**	**<2.0**	**<2.0**	**<2.0**

4. táblázat: 2008-as és 2009-es adatok
Table 4. Data from 2008 and 2009

Hasonló a helyzet az ólom esetén is, a gépjárművek kipufogógázaiból (ólmozott benzin), akkumulátorok ólomcelláiból, sőt a vadászfegyverek ólomsörétjeiből is tetemes mennyiségben jutnak ki a környezetünkbe (KELEMEN 2008). A tünete vérszegénység, a hemoglobin bioszintézisében több enzim működését gátolja, valamint az ingervezetésben is zavart okoz. 1984-ben a Bükki Nemzeti Parkban az egyik sziklai fészekből származó kelés közben elpusztult embrió májában 0,68 mg/kg ólomszennyeződést mutattak ki.

A másik problémás szercsoport a klórozott szénhidrogén inszekticidek (rovarölőszerek), ugyancsak rendkívül perzisztensek, a környezetben lassan, évtizedek alatt bomlanak csak le. A táplálékláncban feldúsulnak, főleg a zsírszövetekben raktározódnak el. Magyarországon 1968-óta tilos felhasználni a DDT, technikai HCH, aldrin, dieldrin, stb. tartalmú szerformákat. Ezek a szerek kifejezetten mérgező, zsíroldékony tulajdonsága miatt elsősorban a központi idegrendszert károsítják. A magas zsírtartalmú szervek (máj, vese) működésében is zavarokat idéznek elő. A szívizom adrenalin érzékenységét is növelik (KEMÉNY 2008). Ezek a lassú lebomlású és bioakkumulációra képes inszekticidek napjainkban is, a rovarevő madarakban (seregély, rigófélék, pacsirtafélék stb.) felhalmozódva bekerülhetnek a kerecsensólymok szervezetébe is.

Így a ragadozó madarak nem csak letális, hanem szubletális károsodást is szenvedhetnek. Ilyen problémákra derített fényt Hickey és Anderson amikor megállapították, hogy a madarak szervezetében bekerült klórozott szénhidrogének a kalcium-anyagcserét megzavarják. Valószínűnek tartják, hogy a karbohidráz enzim működését befolyásolják, ennek következtében a tojások héja vékonyabbá válik, ezáltal törékenyebb lesz, mint normális állapotban. A zsírszövetben elraktározott méreganyagok közvetlenül akkor fejtik ki hatásukat, amikor pl. hosszan tartó zord időjárás esetén több napon keresztül az egyed képtelen zsákmányolni, s a madár szervezete vésztartalékként a felhalmozott testzsírszöveteit éli fel.

Nem ismert igazán az a folyamat, hogy ezek a szermaradványok a sólymok testében milyen mértékben csökkentik le az immunrendszer védekezőképességét (pl. a T-limfociták számát), s egy addig közömbös mikroorganizmus esetleg másodlagosan hogyan válhat pathogénné a madár szervezetében (VÁRNAGY 1992).

Érdemes lenne ezeket az alapvizsgálatokat több éven keresztül is megismételni, mert több mint 20-25 év eltelte után is még mindig jelen vannak bizonyos mértékben ezek a peszticidek a sólymok szervezetében, s figyelemmel kellene kísérni az esetleges változásokat. Annak ellenére, hogy hazánkban 1968-óta betiltották a DDT használatát, mind a mai napig vannak klórozott szénhidrogén tartalmú szerek (Thionex 50WP, Thiodan35EC, és Thionex 35 EC, stb.), de ezek már endoszulfán hatóanyagúak. A jelenleg forgalomban lévő szerek már kisebb mértékben perzisztensek, kevésbé kumulálódnak, s mérsékelten halmozódnak fel a táplálékláncban (SZABADI 2002).

2001-ben begyűjtött 32 db ki nem kelt kerecsensólyom tojást vizsgáltak pathogén szervezetekre. A szerzők bakteriológiai vizsgálatokat végeztek a „befulladt" tojásokból, melynek során Salmonella sp. baktériumot nem tudtak kimutatni. A leggyakrabban Escherichia coli (10 tojásból), Enterococcus sp. (6 tojásból), a többiből pedig Flavobacterium sp., Klebsiella sp., Serratia sp., és Staphylococcus sp., baktériumokat izoláltak. A kutatók feltételezése szerint a kórokozók a fészekbe került zsákmányállatok béltartalmából, vagy a sólyomszülők ürülékéből a tojáshéjra történő rákenődést követően juthattak be a sólyomtojásokba. A vizsgálat során 7 tojásban csak 1, míg 8 tojásban több, alkalmanként 3-4 baktériumfaj is jelen volt. A termékeny, de "befulladt" tojások primer mortalitása a kotlás utolsó hetében mutatta a legmagasabb értéket. A vizsgálat szerint a fertőződés nem a petevezetőben történt, a mikroorganizmusok másodlagosan fertőzték meg a tojásokat. Az izolált baktériumok a terméketlen, a kotlás alatt sterilen bomlásnak induló tojásban, illetve a termékeny, de valami más egyéb ok miatt a magzat vagy az embrió elhalása után a tojás védelmi rendszereinek a meggyengülése után szaporodhattak el (GÁL 2007).

Ez a rövid kis kitérő azért válhat érdekessé hosszútávon, mert mindenképpen elképzelhető, hogy szorosabb összefüggés van a vegyszermaradékokkal feldúsult egyedek legyengült szervezete, és az egyes kórokozók által másodlagosan fellépő pathogenitás között.



3. fotó: Különböző fészkekből gyűjtött terméketlen kerecsentojások (Fotó: Balázs I.)
Photo 3. Infertile Saker's eggs from various nests (Photo: I. Balázs)

Ezeket a folyamatokat azért lenne érdemes tovább kutatni, mert évente újabb peszticidek kerülnek forgalomba, és a növényvédő szerek által előidézett mérgezések ismeretén kívül nagyon fontos lenne tudni azt is, hogy a szervezetben felhalmozódott szermaradékok milyen hatással vannak az egyes ragadozó madár fajok általános egészségi állapotára és szaporodó

képességére. Már eddig is számos vegyületről ismertté vált, hogy torzképző (teratogén), továbbá hormonális, valamint immunmoduláns hatásai is vannak. Sajnálatos tény, hogy néhány éve szüntették meg az egyetlen hazai akkreditált toxikológiai labort (Fácánkert Természet- és Vadvédelmi Állomás), ahol komoly kutatások, laboratóriumi tesztelések folytak az egyes növényvédő szerekkel, és indokolt esetben a forgalomból való kivonásukat is kezdeményezhették (ZAJÁK et SZILÁGYI 1994).

A hazai kerecsensólyom állomány jelentős része az elmúlt évtizedekben lehúzódott az alföldi régiókba, s így az intenzív mezőgazdasági területeken élő párok mérgeződési lehetősége arányosan nő a növényvédő szerrel kezelt területeken eltöltött idővel. Az elmúlt évek kutatásai arra is fényt derítettek, hogy a fiatal sólymok a kóborlásaik alatt eljutnak Észak–Afrika, Egyiptom, Líbia stb. térségeibe s itt még számtalan olyan peszticidet használnak, amit már Európaszerte betiltottak.

Természetesen most, a vizsgált időintervallumban, amikor növekszik a populáció, elhanyagolható faktorként kezeli a szakma ezt a problémát. A mezőgazdasági területeken élő egyedek peszticid terhelése nyilvánvaló, ugyanis a zsákmányállataikon (mezei pocok, hörcsög, parlagi galambok stb.) keresztül folyamatosan ki vannak téve ezeknek a veszélyforrásoknak. A különböző vegyületek együttes hatása (szinergista) számtalan esetben nagyobb toxikus hatást fejt ki, mint külön-külön.

Senki nem tudhatja előre megjósolni, még ha a sólymok egyedi érzékenységét figyelembe vesszük is, hogy a jelenlegi állománynövekedést nem fogja-e néhány évtized múlva egy hirtelen összeomlás követni. Ezért ezeket az alapkutatásokat mindenképpen szorgalmazni kellene a témával foglalkozó szakembereknek a jövőben is, hogy a megfelelő szakmai ismeretek birtokában tudjanak majd ellenlépéseket tenni a veszélyeztetett ragadozó madár fajok védelme érdekében.

IRODALOM

DUDÁS, M. 2009. Méreg a tojásban. Élet és Tudomány LXIV. évfolyam 50.: 1584-1586.

BAKÁCS, T. 1977. Környezetvédelem, 86-88: 119-144. Medicina, Budapest

GÁL, J., BAGYURA, J., BEREGI, A., MAROSÁN, M., IRHÁZI, Zs., KARDOS, K., RADVÁNYI, Sz. 2007. A magyarországi kerecsensólyom (*Falco cherrug*) fészkekben talált tojások vizsgálata. Magyar Állatorvosok lapja 2007/6. 129.: 371-375.

ION, C., ALEXANDRU, I. 1980. Mezőgazdasági Termelés és Környezetvédelem: 96-97. Mezőgazdasági, Budapest

KELEMEN, B. 2008. A Tiszántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség illetékességi területének környezeti állapota 2007., Debrecen, 14 pp

KEMÉNY, A. 2008. Környezetvédelem: Fagytűrő talaj- és vízszennyezők: DDT, DDE, atrazine… Ökológiai, környezettechnológiai és környezetstratégiai szaklap XVI.: 14-15.

SZABADI, G. 2002. Növényvédő-szerek, Termésnövelő anyagok: 36-57. (kiadvány) Dabas

VÁRNAGY, L. 1992. Agrárkémiai higiéne (kari jegyzet): 20-30. Keszthely

VÉCSEY, T., LOCH, J. 1973. Növényvédelmi kémia (jegyzet): 25-32. Debrecen

VIRÁG, Á. 1981. A mezőgazdasági kemizálás környezetvédelmi összefüggései: 119-151. Mezőgazdasági, Budapest

VOJTĚCH, M. 1996. Ústav ekologie krajiny AV ČR: 5-8.. Květná 8, 603 65 Brno, Czech Republik

ZAJÁK, Á., SZILÁGYI, K. 1994. A mezei pocok invázió és a védekezési lehetőségei. Növényvédelem 30., 12.: 557-561.