

DIPLOMADOLGOZAT

VARGA DORINA
Növényorvos MSc

Készthely
2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Georgikon Campus

Növényorvos MSc Szak

**KLÓRPIRIFOSZ ÉS CIPRODINIL HATÓANYAGÚ
NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK EGYÜTTES
MÉREGHATÁSÁNAK VIZSGÁLATA HÁZITYÚK-
EMBRIÓKBAN**

Belső konzulens: Dr. Szabó Rita
egyetemi docens

Készítette: Varga Dorina
T16XZK
nappali tagozat

Intézet/Tanszék: Növényvédelmi Intézet,
Növényvédelmi Tanszék

Készthely

2023

Tartalomjegyzék

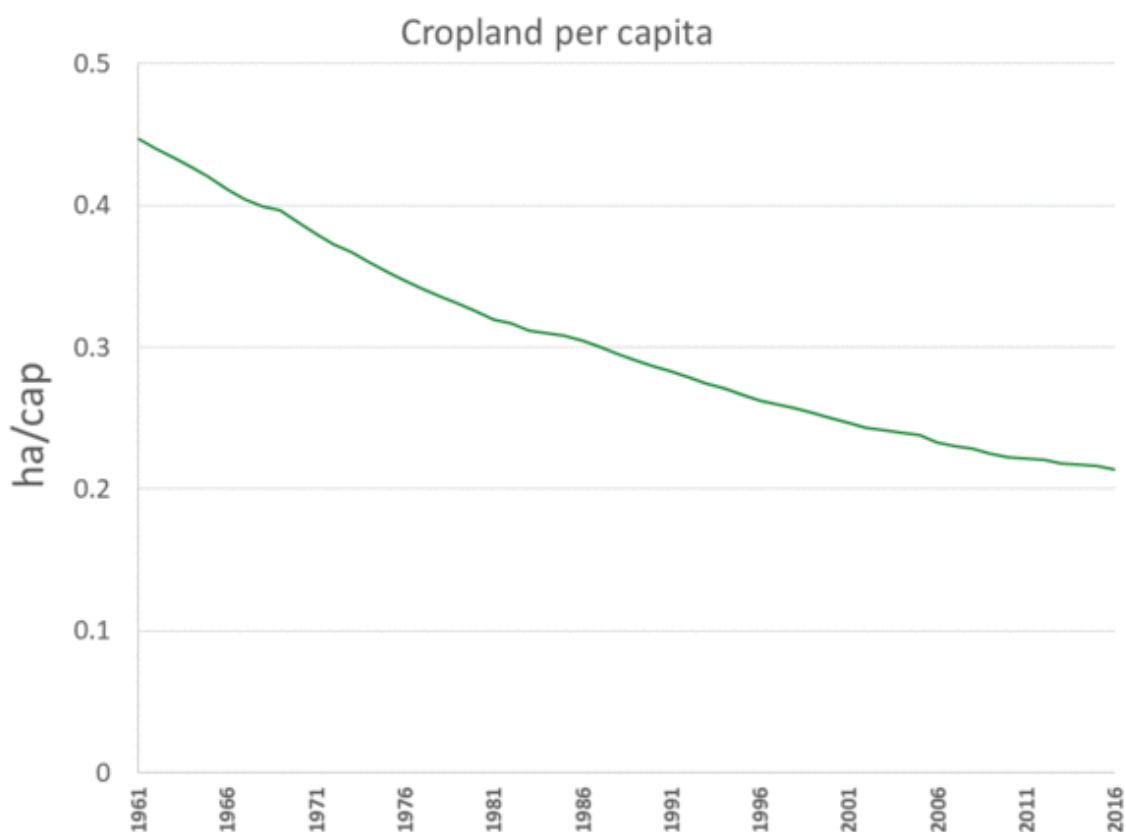
1. Bevezetés és célkitűzés	5
2. Irodalmi áttekintés.....	7
2.1. Kémiai növényvédelem.....	7
2.2. Madarakon végzett teratológiai vizsgálatok.....	8
2.2.1. A házityúk embrionális fejlődése	9
2.2.2. A fácán embrionális fejlődése	12
2.3. Szerves foszforsavészter	13
2.3.1. Általános jellemzés	13
2.3.2. Méreg hatás és hatásmechanizmus.....	13
2.3.3. Klórpírifosz	14
2.3.4. Pyrinex 48 EC	15
2.4. Benzamid.....	15
2.4.1. Általános jellemzés	15
2.4.2. Méreg hatás és hatásmechanizmus.....	16
2.4.3. Ciprodinil	16
2.4.4. Chorus 50 WG.....	17
3. Anyag és módszer	18
3.1. Felhasznált tesztszervezet	18
3.2. Vizsgált anyagok	18
3.2.1. Kontroll	18
3.2.2. Klórpírifosz	18
3.2.3. Ciprodinil	19
3.2.4. Pyrinex 48 EC és Chorus 50 WG.....	19
3.3. Tojások kezelése	19
3.4. A tojások keltetése	21

3.5. Feldolgozás.....	22
3.6. Statisztikai értékelés	22
4. Vizsgálati eredmények és értékelésük.....	23
4.1. Embriómortalitás	23
4.2. Fejlődési rendellenességek	24
4.3. Testtömegátlag	27
4.4. Az értékelés összegzése	28
5. Következtetések, javaslatok	29
6. Összefoglalás.....	30
Köszönetnyilvánítás	32
7. A szakirodalom jegyzéke	33
7.1. Irodalmi források.....	33
7.2. Internetes források.....	36

1. Bevezetés és célkitűzés

Napjainkban egyre nagyobb figyelmet kap környezetünk védelme. Szembetűnően látszik az ipari és a mezőgazdasági termelés környezetromboló hatása, mely korlátozza a termelést és így egyre nagyobb energiákat kell befektetni a termékek előállításához (HARTMAN et al., 2001).

A Föld rohamosan növekvő népessége mára már elérte a 8 milliárd főt (INTERNET 1). A mezőgazdasági ágazatban dolgozók feladata élelmiszerrel ellátni a lakosságot, ami óriási feladatot jelent számukra. A hozamok maximalizálása mellett, figyelniük kell az egészséges táplálék előállítására embertársaik számára, illetve arra, hogy környezetük ne szenvedjen maradandó károsodást (1. ábra) (HARTMAN et al., 2001; INTERNET 2). Ezt a nehéz feladatot a gazdák nem tudják megoldani kémiai növényvédelem nélkül (LÁNG, 1978). A növényvédő szerek használatának nagy szerepe van az ágazatban, hogy a termékvesztéset jelentő biotikus károsítókat visszaszorítsák (FENNER et al., 2013), ezzel kívánják elérni a maximális terméshozamot.



1. ábra: Mezőgazdasági terület csökkenése 1 főre vetítve (1961 – 2016) (INTERNET 2)

A világ rohamos fejlődése mellett a növényvédelem sem maradhatott el, ami a figyelem középpontjába környezet és humán-toxikológia szempontból került be. Kezdeti időszakban a peszticidmérgezés veszélyességét állatkísérletekkel figyelték (VÁRNAGY - BUDAI, 1995), és azt LD₅₀ értékkel határozták meg, amely megmutatja, hogy mekkora mennyiségű anyag szükséges ahhoz, hogy az adott állatpopulációban 50%-os halálozási arányt okozzon (GYIRES -FÜRST, 2011). A vadon élő állatok mellett a peszticidek káros hatással lehetnek a környezetre a kimosódás, elfolyás és permetsodródás miatt (DAMALAS - ELEFTHEROHORINOS, 2011).

Vizsgálatom során célul tűztem ki egy gyakorlati koncentrációban alkalmazott klórpírifosz hatóanyag-tartalmú (480 g/l) inszekticid (Pyrinex 48 EC) és a ciprodinil hatóanyag-tartalmú (500 g/kg) fungicid (Chorus 50 WG) egyedi és együttes méreghatásának vizsgálatát házityúk-embriókon, a fejlődés kései szakaszában (19. nap), injekciós kezelési módszert alkalmazva.

A kísérlet első fázisában a választott inszekticid és fungicid egyedi méreghatását mértem fel. A klórpírifosz és a ciprodinil hatóanyagú növényvédő szerekkel végzett együttes kezelés során pedig megpróbáltam modellezni növényvédelmi munkálatok során, a gyakorlati töménységben, kombináltan alkalmazott készítmények milyen, nem kívánatos morfológiai változásokat indítanak el a kísérletben felhasznált házityúk-embriókban.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. Kémiai növényvédelem

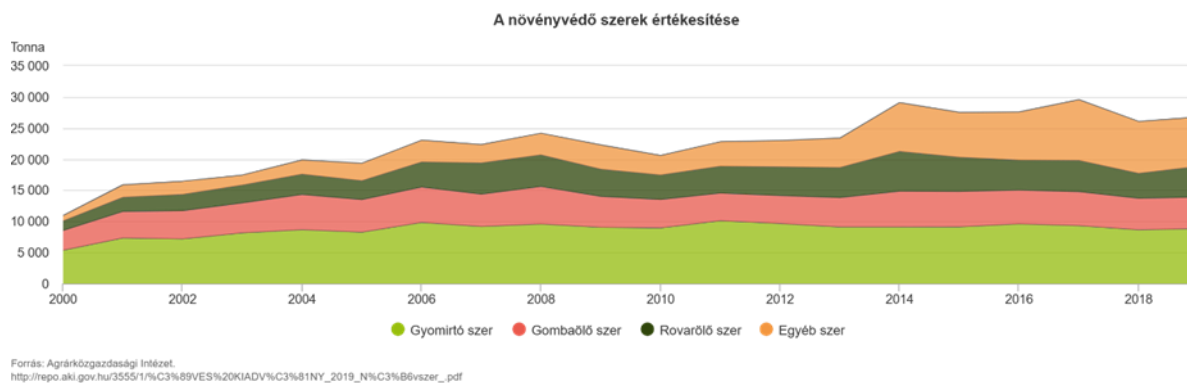
A növényvédelem olyan terület, amelynek célja a növények egészségének megőrzése és a termés mennyiségének növelése. A kémiai növényvédelem egy olyan módszer, amely különböző vegyi anyagokat alkalmaz a károsító szervezetek elleni védekezésre. Az egész Földön a növényvédő szereket nagy mennyiségben használják a mezőgazdaságban, azonban az elmúlt évtizedekben társadalmi és politikai személyek foglalkozni kezdtek a növényvédő szerek mellékhatásaival, a szervmaradványokkal. Ennek hatására számos ország jogszabályokat vezetett be az új növényvédő szerek forgalomba hozataláról (HARRIE et al., 1998).

A kémiai növényvédő szerek a 18-19. században jelentek meg, mint például a rézvegyületek és az arzén, valamint az első fungicidek és rovarölő szerek. A 20. század elején megjelentek az első szintetikus növényvédő szerek, mint a piretrin és a kalcium-cianamid. Az 1940-es évekre a foszforsav-észterek léptek be a piacra, és használták fel azokat széleskörben a kártevők ellen. A 60-as évektől kezdtek el törekedni a fungicidek és a rovarölőszerek továbbfejlesztésére, amelynek célja a hatékonyság maximalizálása és a humán- és környezetkárosító hatásnak csökkentése (UBRIZSY, 1969).

A vegyi anyagok lehetnek a növényvédő szerek, amelyek hatékonyak a kártevők és kórokozók ellen. Az ilyen növényvédő szerek általában olyan természetidegen vegyszerek, mérgek, amelyek rendszeres használata veszélyt jelent a természetre, fogyasztóra és a felhasználóra (HARTMAN et al., 2001).

A kémiai növényvédelemnek is vannak azonban korlátai és kockázatai. Az egyik probléma az, hogy a növényvédő szerek nem csak a kártevőkre és kórokozókra hatnak, hanem más állatokra és a környezetre is negatív hatást gyakorolhatnak. Emellett túlzott használatuk növelheti a rezisztencia kialakulását a kártevők és kórokozók körében, ami azt eredményezi, hogy egyre nagyobb mennyiségű növényvédő szert kell használni ahhoz, hogy az hatékony legyen.

A növényvédő szerek használata az elmúlt évszázadokban vált ismertté, azonban az ipari szintű gyártásuk és alkalmazásuk csak a 20. században kezdődött meg. A 90-es évek előtt a növényvédő szerek használata Magyarországon és világszerte is jelentős volt, bár nem volt olyan szigorúan szabályozva, mint manapság.



2. ábra: Növényvédő szerek értékesítése Magyarországon (INTERNET 3)

A korábbi évtizedekben a növényvédő szerek használata a mezőgazdasági termelésben az intenzív termelés és az élelmiszeripari feldolgozás növekedésével párhuzamosan erőteljesen növekedett. A növényvédő szerek használatának előnyeit, mint például a termésbiztonság és a termésmennyiség növelése, az élelmiszeripari ágazat igényeinek kielégítése és a mezőgazdasági termelés hatékonyságának növelése, hangsúlyozták.

A növényvédő szerek használata korábban nem volt olyan szigorúan szabályozva, mint ma. Ennek következtében néhány környezeti és egészségügyi probléma merült fel. Az ilyen problémák közé tartozik például a növényvédő szer maradványok jelenléte az élelmiszerekben, a talaj és a vízszennyezés, a rovar- és madárfajok, valamint egyéb élőlényekre vetített káros hatásai. Ma már a növényvédő szerek engedélyezéséhez szükséges a teratogén hatás kizárása, melyet a 60-as évektől végeztek Magyarországon (VÁRNAGY, 1985).

Az élelmiszerek táplálkozásbiológiai értékével, élvezeti értékével és használati értékével szembeni követelmények mellett alapvető jelentőségű az egészségügyi biztonságuk, azaz, hogy a fogyasztót mikrobiológiai, toxikológiai szennyezettségükkel ne veszélyeztessék. Egészségünk megóvása érdekében alapfeladat a megfelelő élelmiszer-nyersanyagok előállítása és az élelmiszerekben előforduló rizikófaktorok rendszeres vizsgálata. Célunk, hogy az egészséges táplálkozás alapjául szolgáló élelmiszerek minden tekintetben megfeleljenek az egészségügyi előírásoknak (2. ábra) (GYALMOS - MOLNÁR, 1999; INTERNET 3).

2.2. Madarakon végzett teratológiai vizsgálatok

A teratológia a fejlődési rendellenességekkel foglalkozó tudomány. A fejlődési rendellenesség a magzati fejlődés során keletkezik. A rendellenesség azt jelenti, hogy a magzat valamelyik testrészén vagy szervén az érintett terület nem megfelelően fejlődik, ami a szokásosnál súlyosabb problémákat okoz (SIMON, 1981).

A madarakon végzett teratológiai vizsgálatok az énekesmadarak, ragadozó madarak, vízimadarak és más madárcsoportok különböző teratológiai rendellenességeit vizsgálják, például a testrész deformitásait, a szervek fejlődési rendellenességeit és más hasonló eltéréseket. A vizsgálatok célja a rendellenességek okainak feltárása és azok hatásának megértése, egyúttal ezen keresztül a vadmadarak egészségének megőrzése és a populációk védelme. A madarakon végzett teratológiai vizsgálatoknak fontos szerepe van az érintett populációk egészségi állapotának megőrzésében, különösen a vadon élő madarak és a madarakkal érintkező emberi tevékenységek, például a mezőgazdasági művelés és az ipari tevékenységek esetében. A kutatások lehetővé teszik a szakemberek számára, hogy hatékony intézkedéseket hozzanak a vadmadarak populációinak védelme érdekében.

Napjainkban fejlesztett peszticidekkel szemben az az elvárás, hogy teratogén hatása ne legyen. A teratogén hatás bizonyítása adott készítmény, hatóanyag engedélyezésekor engedélyezésből kizáró tényező. A 19. század végén végezték az első kísérletet ezzel kapcsolatban. A vizsgálat eredménye megmutatta, hogy a házityúk megfelelő testszervezet a toxicitás meghatározására (DARESTE, 1891).

2.2.1. A házityúk embrionális fejlődése

A vizsgálatom alapjaként tekintek a házityúk (*Gallus gallus* f. *domestica*) embrionális fejlődésének ismeretére. A tyúkembrió tojásban lezajló fejlődése 21 napig tart. Ezt az időszakot két részre bonthatjuk. Az első 8-9 nap során megy végbe az intenzív fejlődés, ez az embrionális szakasz. Ebben az időszakban minőségi változások történnek, kialakul valamennyi szerv, szervkezdemény és végtag. A következő időszakban, amelyet magzati szakasznak nevezünk, folytatódik a minőségi fejlődés, de a mennyiségi változások dominálnak ebben a stádiumban.



3. ábra: Házityúk-embrió fejlődésének 15. napján (INTERNET 4)

A keltetés első három napját jellemzi a gyors, intenzív fejlődés. Kezdeti pár óra leforgása alatt jelentős változásokat figyelhetünk meg. Ekkor alakulnak ki a csíralemezek, a mesodema és a gerinchúr. A csírákorongi résznél indul meg a madarak barázdolódása, ebből adódóan discoblatula keletkezik. A fejlődő embrió a kezdeti szakaszban csupán pár sejtsor vastagságú, korong alakú képződményt mutat. A gastrulatio megindulását az endodema és az ectodema szétválása előzi meg. A mesodema az ectodemából alakul ki, melyből különböző szövetek és szervek fejlődnek a továbbiakban. A keltetés kezdetétől számított 21. órában jelennek meg az őscsík két oldalán a gerinchúri összelvények. Az izomzat és csontozat ebből alakul ki a későbbiekben. Az első 24 óra végéhez közeledve az embriónak kifejlődnek az emésztőszervei, a gerincoszlopa, és az idegrendszerének kezdeményei, melyet a fej és a szemek kialakulása követ.

A második naptól megfigyelhetjük a szív, véredények, ősvese, hajszálerek, halló- és szaglószervek kezdeményeit. A vérrendszernek egy része az embrióban alakul ki és egy további része a szíken. A 30. órában az embrió szíve elkezd lüktetni. A nap folyamán kifejlődik a velőcső, amiből az agy és a gerincvelő ered.

Harmadik napon megjelennek a lábak, farok, szárny és csőr kezdeményei. Az allantos bellenő az extraembrionális testüregbe. Keringése felgyorsul az embrióban, valamint elkezd forogni a tojásban.

Negyedik napon a testrészek elkülöníthetők, az érrendszer jól látható. Az embrióban elkezdődik a nyelv fejlődése. Megjelennek az ivarmirigyek és a vese. Az embrió körül megfigyelhetjük az amniont, amely védelmet nyújt a különböző mechanikai sérülésektől. A fejrész

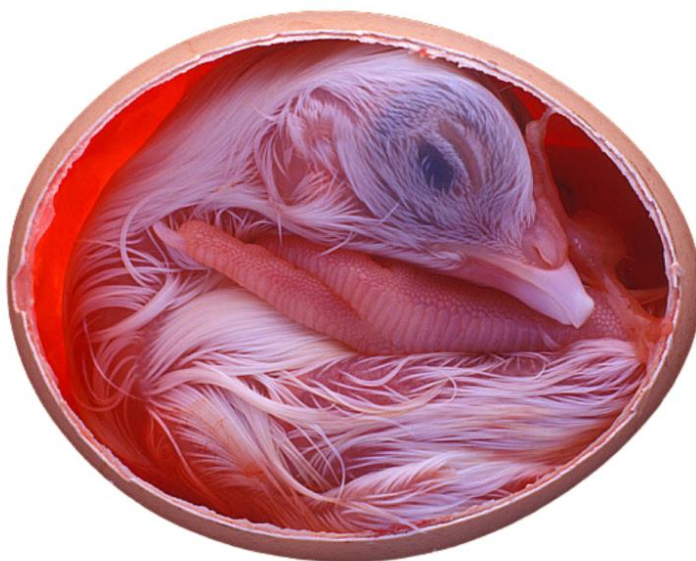
megnő, mert az agyvelő rohamos fejlődésnek indul. A negyedik napra az embrió tápanyagfelvétele a szénhidrátokról áttér az összetett fehérjékre.

A keltetés ötödik napján a szaporítószervek differenciálódnak és a tojássárgájának a 2/3-ad részét a sziktömlő érhálózata hálózza be. A máj fejlődése megkezdődik. A végtagok a megfelelő helyen megfigyelhetők. A szív még a testüregen kívül helyezkedik el, az agy és idegrendszer láthatóak, az arc és orri rész a végleges formát kezdi felvenni. A hatodik és tizedik nap között az embrió csontváz mesenchyma kezdeménye porccossá válik, és a kilencedik napon a szív a testüregbe záródik, ezzel felvéve a végleges formáját. Megkezdődik az allantoislégzés és a tollkezdemények is láthatóak (BOGENFÜRST, 2004).

Tizenegyedik naptól az embrió táplálkozása megváltozik és lipideket kezd el felvenni jelentős mennyiségben. A kalciumszállítás lehetségessé válik a tojáshéj és az embrió között a chlorioallantois membrán segítségével. Ezen és a következő napon erősödnek meg a mellizmok, a végtagok izmai is jelentősen növekednek a törzzsel egyetemben (DIECKERT et al., 1991).

A tizenharmadik napra a tyúkembrió minden létfontosságú szerve kialakul. A tizenegyedik napon a szemhéj fejlődése is befejeződik.

A tizenöt és tizenhatodik napon a különböző szarukezdemények jól felismerhetők lesznek (3. ábra; INTERNET 4). A fennmaradó pár napban a növekedése a szerep. A tizenkilencedik napon az embrió az allantois légzésről áttér a tüdőlégzésre. A sziktömlő behúzódik a hasüregbe és ekkor megkezdődik a köldök záródása. A tojás méisztartalma felszívódik, a csontokba lerakódik, ezzel törékennyé válik a tojás. A huszadik-huszonegyedik napon a kis csibe kikel a tojásból (4. ábra) (BOGENFÜRST, 2004; INTERNET 5).



4. ábra: Házityúk-embrió fejlődése a 20. napján (INTERNET 5)

2.2.2. A fácán embrionális fejlődése

A házityúk fejlődése nagyon hasonlít a fácánéhoz. A fácánembrió (*Phasianus colchicus colchicus*) fejlődésének első napján megduplázódik a csírákorong nagysága és a vérszigetek.



5. ábra: A fácánembrió embrionális fejlődése (MILLS, 1958)

Második napon a fej és a nyaki rész megkezdik elkülönülését, a fejen a szemek tájékán kitüremkedés figyelhető meg. A szív az embrió testén kívül elkezd dobogni. Harmadik napon a test „C” alakban helyezkedik el. Ezen a napon a fej és a nyaki rész teljesen megfigyelhető. A negyedik

napon a szemek fejlődnek és a végtagok fejlődése is megkezdődik. Ötödik napon az embrió végtagjai jól láthatóak.

A hatodik és hetedik napon már kifejezetten látható a nagyagy, a kétlebenyes középagy és az előrenyúlt csőrkáva az arci részén, megfigyelhetjük azt is, hogy a szemserleg teljesen zárt. Kilencedik napra a végtagok differenciálódása jelentős, az ujjak is elkülönülnek, a „tojásfog” is megjelenik az embrión. A tizedik napra a szemserleg bezárul, kialakulnak a hallójáratok, a kloaka és az orrlyuk. A pihetollak is megjelennek a fejen és az oldalon.

A fejlődés feléhez érve a csőr szabályos formát ölt és az embrió egész testét beborítják a tollpillák. A tizenharmadik napon a pigmentálódás megkezdődik. Szemhéjuk még nem nyílt ki, azonban a lábujjakon a pikkelyek kialakulása már megkezdődött. Tizenötödik napon a szemhéj fejlődése befejeződik. A tizenhetedik napra a koalka teljesen behúzódik, a szemek enyhén kidudorodnak, a pehelytolltakaró jelentősen növekszik. Az embrió a végleges helyét felveszi a keléshez. Tizennyolcadik napon megjelennek az orrlyukak, a csüdpikkelyek, a körmök és a csőr szaruállománya. Huszadik napon a bőrlebeny is megjelenik a megfelelő helyeken. Huszonegyedik napon az embrió megkezd a héjhártya átszúrását. A szikhólyag is behúzódik a huszonkettedik napon. Huszonharmadik napon megkezdődik a kelés a kopogással, majd a huszonnegyedik napon a csibe kikel (5. ábra) (NAGY, 1984).

2.3. Szerves foszforsavészter

2.3.1. Általános jellemzés

A második világháború előtt fedezték fel, hogy valamennyi foszforsavészter felhasználható, mint műanyaglágyító extraháló és antioxidáns. Későbbiekben felfedezték, hogy biológiai hatásuk miatt a növényvédelemben és a gyógyászatban is felhasználhatóak. Az 1930-as években Gerhard Schrader német vegyész organofoszfát vegyületet állított elő, ezzel felfedezte a ma ismert legmérgezőbb foszforvegyületet a sarint. A háború befejeztével a kutatások középpontjába a foszforsavészterek felhasználása került a növényvédelemben és ennek eredménye a parathion lett, amely az első mezőgazdaságban is felhasználható szerves foszforsavészter alapú inszekticid (ALMÁDI - NÁDASY, 1994). Az aktív felhasználás az 50-es években kezdődött meg. TORKOS - ZÁRAY (1999) szerint a 90-es évek mezőgazdaságában elengedhetetlen peszticid ez a vegyület.

2.3.2. Méreghatás és hatásmechanizmus

Szerves foszforsavészterrel való érintkezés során, az észter molekulái gyorsan áthatolnak a bőrön és a légutakon, majd a véráramba jutnak. Ott az észterek lebomlanak, és a foszfor része

reakcióba lép az acetilkolin-észteráz enzimmel, amely felelős a neurális impulzusok átviteléért az idegsejtek között.

Az észterek hatására az acetilkolin-észteráz enzim aktivitása megszűnik, ami azt eredményezi, hogy az acetilkolin nevű neurotranszmitter felhalmozódik az idegrendszerben. Ez viszont a gyors izomműködési folyamatok fokozódásához vezet, ami okozza a szerves foszforsavészterek mérgező hatásait.

A mérgezés tünetei lehetnek izomremegés, görcsök, nehézlégzés, légszomj, hányás, hasmenés, szívritmuszavarok és eszméletvesztés. A mérgezés súlyossága attól függ, hogy mennyi észtert vett fel a szervezet, és milyen hosszú volt a kitettség ideje.

Összességében, a szerves foszforsavészterek hatása az, hogy befolyásolják az idegrendszer működését, ami súlyos egészségügyi problémákat okozhat. Ezért fontos biztonsági intézkedéseket alkalmazni, amennyiben ezekkel a vegyületekkel dolgozunk és betartani az előírt védőfelszereléseket használatát (LACZAY, 1995; LEHOTCZKY, 2000; LEHEL - LACZAY, 2010).

2.3.3. Klórpírifosz

A klórpírifosz szerves foszforsavészter típusú hatóanyag, amelyet a mezőgazdaságban rovarölőként használnak. Az észter molekulája klórt tartalmaz, és a hatóanyagot több mint 100 különböző rovarirtó szerben használják világszerte.

A klórpírifosz hatása az, hogy blokkolja az acetilkolin-észteráz enzimet, ami az idegrendszerben és a perifériás izmokban okozhat tüneteket. Az acetilkolin nevű neurotranszmitter felhalmozódik a szinaptikus részben, ami az idegsejtek által küldött jelek átvitelének zavarát okozza. Ez viszont a rovarok idegrendszeri működésének leállításához vezet, aminek következtében a rovarok elpusztulnak.

Azonban a klórpírifosz nemcsak rovarölő hatású, hanem emberi egészségre is veszélyes lehet. A klórpírifosz rövid távon fejfájást, hányingert, szédülést és hasmenést okozhat. Hosszabb távú kitettség esetén pedig számos egészségügyi problémát okozhat, például idegrendszeri károsodást, mentális problémákat, hormonális rendellenességeket és rákkeltő hatású is lehet.

2020 tavaszán visszavonták az engedélyét az EU tagországokban, ahogy tették azt az összes klórpírifosz és klórpírifosz-metil hatóanyagú inszekticiddel, ettől függetlenül a világ számos államában használatban van továbbra is. A klórpírifoszra vonatkozó biztonsági előírások és korlátozások számos országban változóak lehetnek, de több országban korlátozzák vagy betiltották a használatát az emberi egészségre gyakorolt veszélyes hatásai miatt. Engedélyének visszavonása

mögött a reprodukciós képességekben való károsodás okozását hozták fel indokként (INTERNET 7).

2.3.4. Pyrinex 48 EC

A Pyrinex 48 EC egy klórpirifosz hatóanyag-tartalmú rovarölő szer. Az "EC" "Emulgeálható Koncentrátum" rövidítése azt jelenti, hogy a hatóanyag és a segédanyagok vízzel elegyedő koncentrált oldatát tartalmazza.

A Pyrinex 48 EC-t a mezőgazdaságban és az iparban egyaránt használják rovarok elleni védekezésre, például a gyümölcs- és zöldségtermesztésben, az állattenyésztésben, a raktárakban, valamint a lakó- és irodaházakban is.

A Pyrinex 48 EC hatóanyaga az acetilkolin-észteráz enzim gátlásával működik, ezzel megzavarja az idegrendszer működését a rovarokban. A klórpirifosz hatása időleges, és a rovarok általában a hatóanyag kijutása előtt elpusztulnak.

A Pyrinex 48 EC azonban veszélyes lehet az emberek és az állatok számára is, amennyiben helytelenül alkalmazzák. A klórpirifosz a bőrön, a szájban vagy a légzőrendszeren keresztül könnyen felszívódik, és rövid távon fejfájást, szédülést, hányingert és hasmenést okozhat. Hosszú távú kitettség pedig idegrendszeri károsodást, mentális problémákat és hormonális rendellenességeket okozhat. Ezért fontos biztonsági előírásokat betartani, amikor a Pyrinex 48 EC-t alkalmazzák, és csak az előírt védőfelszerelésekkel dolgozni (INTERNET 7).

2.4. Benzamid

2.4.1. Általános jellemzés

A benzamidok olyan vegyületek csoportja, amelyeknek a közös jellemzője a benzolsav és az amid funkciós csoport jelenléte. A benzamidok számos területen használhatók, például a gyógyszeriparban, a mezőgazdaságban, az élelmiszeriparban és a kozmetikai iparban.

A gyógyszeriparban a benzamidokat főként pszichiátriai és neurológiai betegségek kezelésére használják. Például a metoklopramid hányinger és a hányás elleni gyógyszer, míg a szulpirid szkizofrénia és depresszió kezelésére szolgál.

A mezőgazdaságban a benzamidok közül a legelterjedtebb a ciprodinil, amely gombaölő hatóanyag, amelyet a növények különböző betegségeinek megelőzésére és kezelésére használnak.

Az élelmiszeriparban a benzamidokat tartósítószerként és antioxidánsokként használják, mivel gátolják a zsírok oxidációját, és megakadályozzák az élelmiszerek romlását. Például a butil-

hidroxi-anizol (BHA) és a butil-hidroxi-toluol (BHT) benzamidok az élelmiszeriparban széles körben használt antioxidánsok.

A kozmetikai iparban a benzamidokat bőrn nyugtatóként és bőrpuhítóként alkalmazzák különféle kozmetikai termékekben, például arckrémekben, testápolókban és szappanokban.

Fontos megjegyezni, hogy a benzamidok alkalmazása bizonyos mennyiségben emberi egészségre is veszélyes lehet, és különösen a hosszú távú kitettség kockázata miatt fontos betartani a biztonsági előírásokat. A benzamidokra vonatkozó előírások eltérőek lehetnek az egyes országokban, ezért fontos ellenőrizni a helyi jogszabályokat és csak az előírt mennyiségben és módokban alkalmazni ezeket a vegyületeket (INTERNET 6).

2.4.2. Méreghatás és hatásmechanizmus

A benzamidok hatásmechanizmusa az adott vegyülettől függ, de általánosságban elmondható, hogy a benzamidok gyakran befolyásolják az agyban található dopamin és szerotonin neurotranszmitterek működését. A mezőgazdaságban használt benzamidok közül a ciprodinil egy gombaölő hatóanyag, amely gátolja a gombák sejtfalának kialakulását. Ez megakadályozza a gombák szaporodását, és így megelőzi vagy csökkenti a növények különböző betegségeit.

2.4.3. Ciprodinil

A mezőgazdaságban és a kertészetben használják különböző növénybetegségek elleni védekezésre. A hatóanyag a benzamidok csoportjába tartozik és hatékonyan védi a növényeket a kórokozó gombáktól, például a rozsda, a szürkepenész, a lisztharmat, az alternária.

A ciprodinil hatásmechanizmusa az, hogy blokkolja a gombákban a ciklohegzamin-szintetáz enzimet, ami fontos szerepet játszik a gombasejtek falának építésében. Ennek következtében a gombák sejtjei elveszítik a stabilitásukat, és elpusztulnak.

A ciprodinil nagy előnye, hogy kis mennyiségben is hatékony, tehát minimális környezetet terhelő hatása van. A hatóanyag gyorsan lebomlik a talajban és a vízben, így nem jelent maradandó káros hatást a környezetre.

Azonban a ciprodinil használatakor is fontos betartani a biztonsági előírásokat, mivel a hatóanyag bizonyos mennyiségben emberi egészségre is veszélyes lehet. A ciprodinilre vonatkozóan az egyes országokban eltérő előírások lehetnek, ezért fontos ellenőrizni a helyi jogszabályokat, és csak az előírt mennyiségben és módon alkalmazni.

2.4.4. Chorus 50 WG

Chorus 50 WG egy gombaölő szer, amelyet mezőgazdasági célokra használnak. Aktív hatóanyaga a cyprodinil, amely gátolja a gombák sejtfalának kialakulását, így megakadályozza a gombák szaporodását és növekedését.

A Chorus 50 WG-t általában gabonafélék, kukorica, szőlő, burgonya, paradicsom és más növények védelmére használják a gombás fertőzésekkel szemben. A gombaölő szer számos kórokozó ellen hatékony, mint például a szürkepenész, a lisztharmat és a rozsda.

A Chorus 50 WG-t általában a növényekre permetezik, hatása hosszú ideig tartó maradékképződést biztosít, így hosszabb ideig védi a növényeket a gombás betegségektől.

Mint minden növényvédő szer esetében, a Chorus 50 WG használatakor is fontos betartani az előírásokat, figyelembe véve a környezetet és az emberi egészséget. A gombaölő szer használata előtt mindig olvassuk el a címkét és a használati utasítást, és alkalmazzunk megfelelő védőfelszerelést (INTERNET 6).

3. Anyag és módszer

3.1. Felhasznált tesztorganizmus

Farm fajtájú házityúk (*Gallus gallus* f. *domesticus*) termékeny tojásait használtam vizsgálataimban. Összesen 160 db házityúk tojás került felhasználásra, négy csoportba rendezve véletlenszerűen, minden csoportba 40 tojás került. A csoportok kialakítása során figyeltünk a tojások megfelelő elosztására, hogy a csoportok teljesen homogének legyenek (1. táblázat).

1. táblázat: A vizsgált tojások elosztása

Csoport	Tyúk termékeny tojás 19. napi feldolgozása
Kontroll	40 darab tojás
Pyrinex 48 EC	40 darab tojás
Chorus 50 WG	40 darab tojás
Pyrinex 48 EC + Chorus 50 WG	40 darab tojás

3.2. Vizsgált anyagok

3.2.1. Kontroll

Madárfiziológiás sóoldatot használtunk a különféle fizikai és kémiai behatások imitálása végett a kontroll csoportban. Olyan anyaggal kezeltük a tojásokat, amely az embrió fejlődését nem befolyásolta. A madárfiziológiai sóoldat 0,75%-os nátrium-klorid oldatot, 0,1 ml mennyiségben injektáltunk tojásonként a kontroll csoportban.

3.2.2. Klórpírifosz

Pyrinex 48 EC klórpírifosz hatóanyagú rovarölő szer, hatóanyagtartalma 480 g/l. A kísérletemhez 1%-os törzsoldatot készítettem. Ez a mennyiség a gyakorlatban is használt töménységgel egyezik meg.

A vizsgálat során 0,1 ml mennyiséget juttattunk be tojásonként a tojás légkamrájába a csoportban.

3.2.3. Ciprodinil

Chorus 50 WG ciprodinil hatóanyagú gombaölő szer, amelynek hatóanyagtartalma 500 g/kg. A vizsgálat során 0,125%-os törzsoldatot készítettem. Ez a mennyiség a mezőgazdasági növényvédelem során használt gyakorlati töménységgel egyezik meg.

A vizsgálat során 0,1 ml mennyiséget juttattunk be tojásonként a tojás légkamrájába a csoportban.

3.2.4. Pyrinex 48 EC és Chorus 50 WG

A méreg hatás együttes megfigyelése során Pyrinex 48 EC-t és Chorus 50 WG-t kombináltan használtuk. A rovarölő szerből és a gombaölő szerből 0,1 – 0,1 ml-t használtunk tojásonként (6. ábra).



6. ábra: Pyrinex 48 EC és Chorus 50 WG növényvédő szerek elkészített oldatai (Fotó: Szabó Rita)

3.3. Tojások kezelése

A tojások kezelésére a keltetés nulladik napját választottuk. A tojásban fejlődő madárembrió felhasználásával különféle toxikológiai vizsgálatok elvégzése lehetséges, illetve különböző kezelési módok alkalmazhatók, mint például a fürösztés, injektlás, bepermetezés. Leginkább elterjedt technika a vizsgálni kívánt anyagok légkamrába történő bejuttatása injektlással (LUTZ, 1974;

MEINIEL, 1977; VÁRNAGY et al., 1982). Jellemző lehet a tojás más részeibe való injektálás is (pl.: tojássárgája). A tojások kezelését fertőtlenítés előzte meg (Betadine oldat) a tojások tompa végén (légkamránál).



7. ábra: A vizsgálati anyagok tojások injektálása mikropipettával (Fotó: Szabó Rita)

Kísérletem során a tojás héján át lyukakat fúrtunk és ezeken keresztül juttattunk be a légkamrába a vizsgálati anyagot mikropipetta segítségével (7. ábra) (FEJES et al., 2002; BUDAI et al., 2003). A kezelés végrehajtása után a légkamrát lezártam parafinnal (8. ábra) és a tojásokat behelyeztem a keltetőbe.



8. ábra: Tojások légkamrájának lezárása parafinnal a kezelést követően (Fotó: Szabó Rita)

3.4. A tojások keltetése

A szállítást követő 24 órás pihentetést, majd a kezelést követően a tojások RAGUS (Wien) típusú asztali keltetőgépbe kerültek (9-10. ábra). A keltetés teljes időtartama alatt (19 nap) gondoskodtunk az előírt 37-38 Celsius fokos hőmérséklet megtartásáról, valamint a keltetéshez szükséges 67-75%-os páratartalom meglétéről. A korai embrionális fejlődés során nagyon fontos a külső körülmények optimalizálása, mely a keltetés második felében csökken (BOGENFÜRST, 2004).

Az embriók megfelelő növekedése végett a külső tényezők optimális értékek között tartása mellett, minden nap kétszer kézzel forgatást is alkalmaztunk.



9-10. ábra: Ragus (Wien) típusú asztali keltetőgép (Fotó: Szabó Rita)

3.5. Feldolgozás

A keltetés 19. napján a tojásokat feldolgoztuk, majd kórbonctani vizsgálatot végeztünk. A tojásokat laborcsepesszel és ollóval felbontottuk és különböző szempontok alapján vizsgáltuk. Megfigyeltük az embrionális elhalások számát, megállapítottuk annak napját, valamint a fejlődési rendellenességek számát és típusát, amellet feljegyeztük az elő embriók testtömegét. Az embriók elhullásának idejét a Hamburger és Hamilton tyúkembrió fejlődési szakaszainak részletes leírása alapján becsültük meg (DARNELL - SCHOENWOLF, 2000).

3.6. Statisztikai értékelés

Az embriómortalitás és a fejlődési rendellenességek adatainak feldolgozását Fisher-féle egzakt teszttel végeztük. A testtömeg mérésekből felvett adatokat egyszerű varianciaanalízissel (ANOVA) értékeltük, miután a Comparison- Quantile Plot segítségével ellenőriztük megoszlásukat. Az összehasonlító eredményeket Tukey és Dunnett teszttel végeztük a különböző csoportok között.

4. Vizsgálati eredmények és értékelésük

4.1. Embriómortalitás

2. táblázat: Az elhalások számának és arányának alakulása a Pyrinex 48 EC és a Chorus 50 WG injektálós kezeléssel elvégzett egyedi és együttes meghatározásának vizsgálatában

Kezelt Csoportok	Elpusztult embriók száma / termékeny tojások száma (db)	Elpusztult embriók aránya (%)
Kontroll csoport	3/40	7,50
Pyrinex 48 EC 1%	12/40 ^{a1}	30,00
Chorus 50 WG 0,125%	6/40	15,00
Pyrinex 48 EC 1% + Chorus 50 WG 0,125%	20/40 ^{a2, b}	50,00

^{a1}Szignifikáns eltérésnek a kontroll csoporthoz viszonyítva (^{a1}p<0,01; ^{a2}p<0,001)

^bSzignifikáns eltérés a Chorus 50 WG-vel kezelt csoporthoz viszonyítva (^bp<0,001)

A kontroll csoportban a kezelést követő tizenkilencedik napon a feldolgozás során három darab elhalt embriót találtam, ami 7,50%-os embriómortalitást mutat. A kontroll csoportban az embriók átlagos testtömege 22,71 gramm volt (16. ábra).

A Pyrinex 48 EC-vel egyedileg kezelt csoportban a kései embrionális fejlődés vizsgálatakor tizenkettő darab elhalt embriót találtam, ami 30%-os embriómortalitásnak felel meg. A rovarölő szer 1%-os emulziójával történő kezelés során szignifikáns mértékű (p<0,01) volt a mortalitás arányának növekedése a kontroll csoporthoz viszonyítva.

A Chorus 50 WG-vel való kezelést követően, a tizenkilencedik napon történő feldolgozás során 6 darab elhalt embriót találtam, ami 15%-os embriómortalitást eredményezett. A kontroll csoporthoz viszonyítva a mortalitás emelkedése nem volt statisztikailag igazolható.

A kísérletben használt növényvédő szerek együttes használatának eredményeképpen az injektálást követő 19. napon húsz elhalt embriót figyeltem meg a feldolgozás során, ami 50% embrióelhalást jelent. A változás a kontroll csoporthoz (p<0,001) és a fungiciddel egyedileg kezelt csoporthoz (p<0,001) viszonyítva szignifikáns mértékű volt (2. táblázat; 11-12. ábra).



11-12. ábra: Elhalt házityúk-embriók (Fotó: Szabó Rita)

4.2. Fejlődési rendellenességek

3. táblázat: A rendellenes embriók számának és arányának alakulása Pyrinex 48 EC és a Chorus 50 WG injektálásos kezeléssel elvégzett egyedi és együttes méreghatásának vizsgálatában

Kezelt Csoportok	Rendellenes fejlődésű embriók száma / élő embriók száma (db)	Rendellenes fejlődésű embriók aránya (%)
Kontroll csoport	1/37	2,70
Pyrinex 48 EC 1%	4/28	14,29
Chorus 50 WG 0,125%	3/34	8,82
Pyrinex 48 EC 1% + Chorus 50 WG 0,125%	6/20 ^a	30,00

^aSzignifikáns eltérés a kontroll csoporthoz viszonyítva (^ap<0,01)

A kontroll csoportban egy darab malformációval rendelkező embriót találtam.

A rovarölő szerrel egyedileg kezelt csoportban négy rendellenes fejlődésű embrió volt, amelyek aránya az élő embriókhoz képest 14,29%-ot jelent. A rendellenes embriók aránya a kontroll csoporthoz képest emelkedett, azonban ez a változás nem volt statisztikailag bizonyítható.

A fungiciddel történő egyedi kezelést követően elmondható, hogy a rendellenes fejlődésű embriók száma emelkedett, az élő embriók közül csak háromnál figyeltem meg fejlődési

rendellenességet, ami ebben az esetben 8,82%-ot jelent. Ugyanakkor ez a növekedés nem volt szignifikáns mértékű a kontroll csoporthoz képest.

A Pyrinex 48 EC és Chorus 50 WG kombinált alkalmazásakor az élő embriók közül hat mutatott fejlődési rendellenességet. A kontroll csoporthoz viszonyítva a fejlődési rendellenességek növekedése ebben a csoportban statisztikailag igazoltnak tekinthető ($p < 0,01$) (3. táblázat; 13-15. ábra).



13. ábra: Rendellenes fejlődésű tyúkembrió a keltetés 19. napján (keresztcsőr, jobb oldali szem hiánya, lábdeformitás) (Fotó: Szabó Rita)

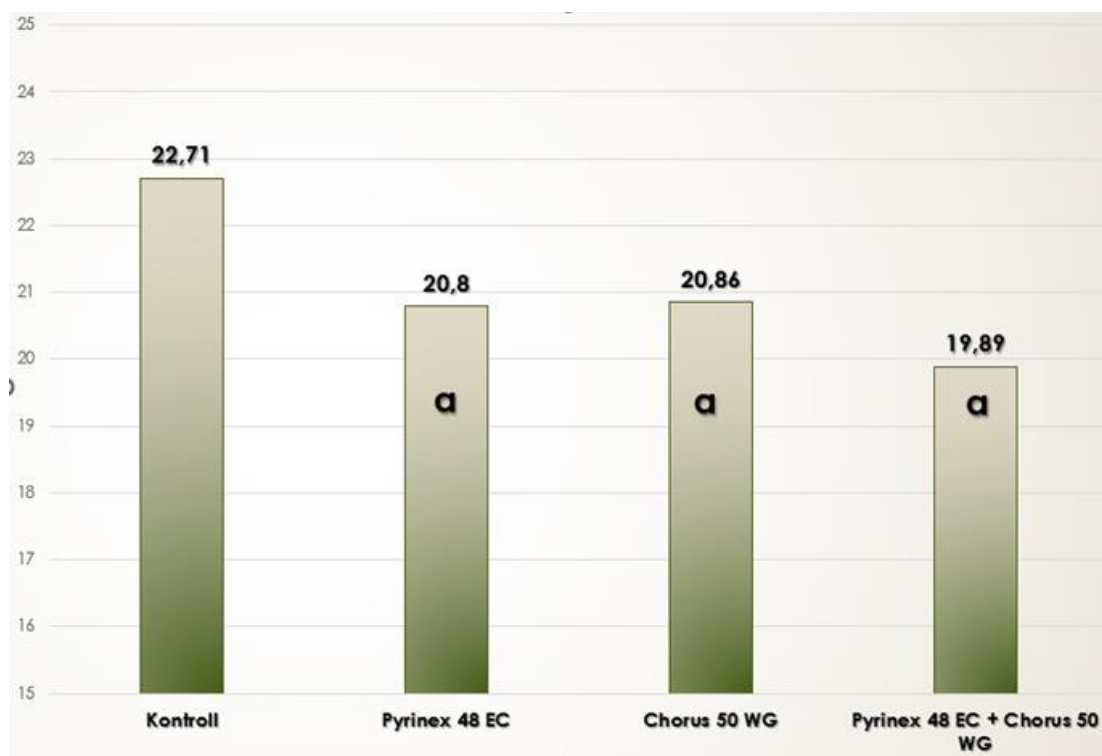


14. ábra: Rendellenes fejlődésű tyúkembrió a keltetés 19. napján (lábdeformitás) (Fotó: Szabó Rita)



15. ábra: Rendellenes fejlődésű tyúkembrió a keltetés 19. napján (bal oldali szem hiánya, keresztcsőr) (Fotó: Szabó Rita)

4.3. Testtömegátlag



^aSzignifikáns eltérés a kontroll csoporthoz viszonyítva ($p < 0,001$)

16. ábra: Embrionális testtömegátlagok (g) az inkubáció 19. napján

A kontroll csoportban lévő embriók átlagos testtömege 22,71 gramm volt. Az egyedileg és az együttesen kezelt csoportok esetében összességében elmondható, hogy ennél alacsonyabb átlagos testtömeggel rendelkeztek az embriók a kontrollhoz képest.

A Pyrinex 48 EC inszekticiddel egyedileg kezelt csoport embrióinak átlagos testtömege 20,80 gramm volt, ami szignifikáns ($p < 0,001$) mértékű csökkenésnek számít a kontrollhoz mérten. A Chorus 50 WG fungiciddel egyedileg kezelt csoport 20,86 grammos átlagos testtömeg értéke ugyancsak statisztikailag igazolt ($p < 0,001$) csökkenésnek tekinthető.

Az inszekticid és a fungicid együttes alkalmazása esetén, a 19,89 grammos átlagos testtömeg szintén szignifikánsan ($p < 0,001$) csökkenő értéknek tekinthető a kontroll csoporthoz mérten (16. ábra).

4.4. Az értékelés összegzése

A vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy az 1%-os Pyrinex 48 EC inszekticid egyedileg alkalmazva szignifikáns mértékű mortalitás-emelkedést és embrionális testtömeg-csökkenést eredményezett a kontroll csoporthoz viszonyítva. Más szerzők hasonlóan embrionális testtömeg-csökkenést és az embriómortalitás növekedését tapasztalták klórpirifosz hatóanyagú rovarölő szerrel végzett madárteratológiai kísérleteikben (LEHEL et al., 2014; SZABÓ et al., 2022).

A Chorus 50 WG 0,125%-os koncentrációban alkalmazva statisztikailag igazoltan csökkentette az embriók testtömegét a kontrollhoz képest, illetve növelte az embriómortalitási arányt, a növekedés azonban nem volt szignifikáns mértékű. Hasonló kísérletben szintén triazol típusú peszticid (Mystic 250 EW) 0,1%-os emulziójának és a 0,01%-os kadmium-szulfát és 0,01%-os ólom-acetát oldatának egyedi és együttes formában elvégzett bemerítései szignifikáns testtömeg-csökkenést eredményezett (SZEMERÉDY et al., 2018).

Vizsgálatunkban a felhasznált peszticidek kombinált alkalmazása embriótoxikusnak bizonyult házityúk-embrión: szignifikánsan növelve az embrionális mortalitás arányát, a fejlődési rendellenességek előfordulását, csökkentve a testtömeget. A Pyrinex 48 EC és a Chorus 50 WG addíciós toxikus hatást gyakorolt a házityúk-embriók fejlődésére (2-3. táblázat; 16. ábra).

5. Következtetések, javaslatok

Vizsgálatunk során megállapíthattunk, hogy a mezőgazdasági gyakorlatban is használt koncentrációk, a kísérletben együttesen alkalmazott rovarölő és gombaölős szer additív formában fejtették ki hatásukat. Szignifikánsan az embriómortalitásban és a fejlődési rendellenességekben mutatkozik. A kísérlet során az embriók átlagos testtömege is statisztikailag igazolhatóan csökkent.

A vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy az 1%-os Pyrinex 48 EC inszekticid egyedileg alkalmazva szignifikáns mértékű mortalitás-emelkedést és embrionális testtömeg-csökkenést eredményezett a kontroll csoporthoz viszonyítva. Más szerzők hasonlóan embrionális testtömeg-csökkenést és az embriómortalitás növekedését tapasztalták klórpirifosz hatóanyagú rovarölő szerrel végzett madárteratológiai kísérleteikben (LEHEL et al., 2014; SZABÓ et al., 2022).

A Chorus 50 WG 0,125%-os koncentrációban alkalmazva statisztikailag igazoltan csökkentette az embriók testtömegét a kontrollhoz képest, illetve növelte az embriómortalitási arányt, a növekedés azonban nem volt szignifikáns mértékű. Hasonló kísérletben szintén triazol típusú peszticid (Mystic 250 EW) 0,1%-os emulziójának és a 0,01%-os kadmium-szulfát és 0,01%-os ólom-acetát oldatának egyedi és együttes formában elvégzett bemelegítési kezelése szignifikáns testtömegcsökkenést eredményezett (SZEMERÉDY et al., 2018).

Vizsgálatunkban a felhasznált peszticidek kombinált alkalmazása embriótoxikusnak bizonyult házityúk-embrión: szignifikánsan növelte az embrionális mortalitás arányát, a fejlődési rendellenességek előfordulását, csökkentve a testtömeget. A Pyrinex 48 EC és a Chorus 50 WG addíciós toxikus hatást gyakorolt a házityúk-embriók fejlődésére.

A kísérletben kapott eredmények alapján érdemes lenne a vizsgálatokat folytatni olyan módszerekkel, amelyek a gyakorlatban előforduló expozíciókat jobban modellezik, például a bepermetezési vagy bemelegítési technikák alkalmazásával. A kései embrionális vizsgálatainkat kiegészíteném további kórbonctani vizsgálatokkal, így akár különböző szervekből vett minták alapján sejtszintű elváltozásokat jegyezhetnénk fel részletesen. A feldolgozás alatt a madárembrió vérplazma paraméterei fontos útmutató lehet a peszticidek élő szervezetekre gyakorolt tényleges hatásaira. A kórbonctani megfigyelések mellett útmutató lehet a madárembriók csontvázfestése a csontvázrendszerben fellépő esetleges elváltozásokra.

További beállított kísérletek fontos adatokat adhatnak az újabb növényvédelmi szerek létrehozásában és az élő szervezetekre gyakorolt hatásukban.

6. Összefoglalás

A Föld rohamosan növekvő népessége miatt a mezőgazdaságban dolgozó emberek nem tudják kielégíteni az élelmiszerigényeket különböző növényvédelmi módszerek nélkül. A fő feladatuk, hogy a területeken maximális hozamokat érjenek el, amely egy összetett munkafolyamat számukra. A cél érdekében a növényvédelem mellett a növénynemesítés is fontos a rezisztenciák kialakítása, a termésmennyiség növelése végett. Elengethetetlen az elegendő élelmiszer előállításában a tápanyag-utánpótlás és a megfelelő mezőgazdasági gépek használata, valamint a fent említettek együttes használata. A növénytermesztésben az elmúlt években nagyléptékű fejlődést tapasztalhattunk, nem csak a felhasznált anyagokban, de az informatikai gépesítés terén is. Véleményem szerint a jövő mezőgazdaságát az integrált növénytermesztésben láthatjuk. A terméshozamok maximalizálása mellett a környezetünk védelmét is őrzi a módszer.

Napjainkban az emberiség életében megoldásra váró legnagyobb probléma a természetünkre nehezedő elszennyeződés jelenti. A kémiai mezőgazdasági növénytermesztés során a felhasznált növényvédő szerek a kijutatott területen, valamint a kijuttatott területről elsodródva, nem a célszervezeteken fejtik ki hatásukat, ezzel veszélyeztetve a vadon élő populációkat, mivel a vadon élő madárfajok tojásaira kerülve embrionális zavarok léphetnek fel a fejlődésben.

Vizsgálatunk során két olyan növényvédő szert alkalmaztunk, amelyek elterjedtek a világon. A klórpirifosz és a ciprodinil hatóanyagú rovarölő és gombaölő szereket széleskörben használják a mezőgazdaságban, ennek ellenére a rövid és hosszú távú környezetre gyakorolt hatásukról, valamint a vadon élő madárpopulációra kifejtett együttes méreghatásukról kevés információ áll rendelkezésünkre.

Kísérletünk során 160 darab házityúk megtermékenyített tojását négy homológ csoportra osztottuk, így minden csoport 40 darab tojást tartalmazott. A vizsgálat megkezdése előtt 24 órát pihentettük a tojásokat, majd fertőtlenítettük őket a kezelés előtt. A tojások héján lyukakat fúrtunk és mikropipettával injektáltuk be a megfelelő anyagot a tojások légkamrájába. A kontroll csoportot 0,75%-os madárfiziológiás sóoldattal, a második csoportot 0,1 ml mennyiségű klórpirifosz hatóanyagú Pyrinex 48 EC-vel, míg a harmadik csoportot 0,1 ml ciprodinil hatóanyagú Chorus 50 WG gombaölő szerrel kezeltük. A méreg hatás együttes vizsgálatához 0,1 ml- 0,1 ml mennyiségű növényvédő szert alkalmaztunk. A kezelést követően a légkamránál fúrt lyukakat parafinnal lezártuk és behelyeztük a tojásokat a keltetőgépbe. A fejlődés kései stádiumának megfigyelése érdekében az embriók fejlődését a tizenkilencedik napon szakítottuk meg.

A tizenkilenc napos embriókat feldolgoztuk és feljegyeztük az elváltozásokat (mortalitás, fejlődési rendellenesség), amelyek statisztikai értékelését a Fisher-féle egzakt teszttel végeztük el. A

testtömeg mérésekből kapott adatokat varianciaanalízissel értékeltük. Az összehasonlító eredményeket Tukey és Dunnett teszttel végeztük.

A Pyrinex 48 EC inszekticid és a Chorus 50 WG fungicid egyedi és együttes madárteratológiai vizsgálata alapján a következő megállapításokra jutottam: Egyedi kezelések tekintetében a készítmények embriókon való toxicitása beigazolódott. Pyrinex48 EC esetében ez a embriómortalitás emelkedésében és az átlagos testtömeg csökkenésében nyilvánult meg statisztikailag bizonyíthatóan, míg a Chorus 50 WG-vel végzett egyedileg kezelt csoport esetében ez az embriók átlagos testtömeg csökkenésében igazolódott be. Az együttes kezelés során, mind a mortalitás, mind a malformációk, mind az átlagos testtömeg csökkenés tekintetében bebizonyosodott, hogy szignifikáns, statisztikai módszerekkel is bizonyítható mértékű toxicitás érte a kísérletben alkalmazott madárembriókat.

A vizsgálat eredményességére tekintve, véleményem szerint a kísérletet más módszerekkel tovább lehet bővíteni. A madárembriókon végzett teratológiai vizsgálatok hasznos adatokkal szolgálhatnak a növényvédő szerek környezetkímélő felhasználásának kidolgozására.

Köszönetnyilvánítás

Hálásan köszönöm konzulensemnek, Dr. Szabó Ritának a dolgozatom során nyújtott önzetlen segítségét.

Köszönöm szépen Dr. Budai Péternek, Nadhirah Binti Saidon-nak és Major Lászlónak a MATE Georgikon Campus, Növényvédelmi Intézet, Növényvédelmi Tanszék munkatársainak a segítséget, valamint Dr. Lehel Józsefnek az Állatorvostudományi Egyetem, Élelmiszer-higiénia Tanszék munkatársának.

Továbbá köszönöm a családomnak és barátaimnak a támogatást.

7. A szakirodalom jegyzéke

7.1. Irodalmi források

ALMÁDI C. – NÁDASY M. (1994): Növényvédőszer kémia. PATE kari jegyzet, Keszthely. pp. 39-47.

BOGENFÜRST F. (2004): A keltetés kézikönyve. Gazda Kiadó, Budapest. pp. 42-63.

BUDAI P. - FEJES S. - VÁRNAGY L. - SOMLYAY I. M. - KULCSÁR-SZABÓ Z. (2003): Teratogenicity test of dimethoate containing insecticide formulation and Cd-sulphate in chicken embryos after administration as a single compound or in combination, Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences, 68, 795-798.

DAMALAS, C. A. - ELEFTHEROHORINOS, I. G. (2011): Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators, International journal of environmental research and public health, 8(5), 1402-1419.

DARESTE, C. (1891): Production artificielle de monstrosites. Reinwald et Cie, Paris.

DARNELL, D. K. - SCHOENWOLF, G. C. (2000): The chick embryo as a model system for analyzing mechanisms of development, Developmental Biology Protocols (pp. 25-29): Springer.

DIECKERT, J. W. – DIECKERT, M. C. – CREGER, C. R. (1991): On the existence of a basement membrane at the inner surface of the avian eggshell membrane: implications for differentiation of the chorioallantoic membrane. SAAS Bulletin: Biochem. and Biotech. 4.

FEJES S. - BUDAI P. - VÁRNAGY L. - MOLNÁR T. - SZABÓ R. - FÁNCSI T. (2002): Toxicity of a mancozeb containing fungicide formulation and CU-sulphate to chicken embryos after administration as single compounds or in combination, Mededelingen: Rijksuniversiteit te Gent Fakulteit van de Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, 67(2), 105-109.

FENNER, K. – CANONICA, S. – WACKETT, L. P. – ELSNER, M. (2013): Evaluating pesticide degradation in the environment: blind spots and emerging opportunities., Science.

GYALMOS I. – MOLNÁR K. (1999): Az egészséges táplálkozás élelmiszer-toxikológiai problémái. Ökotáj, 22. 61.

GYIRES K. – FÜRST ZS. (2011): A farmakológia alapjai. Medicina Könyvkiadó, Budapest. p. 1160.

- HARRIE, F. G. VAN DIJK – W. ADDO J. VAN PUL – PIM DE VOOGT (1998): Fate of Pesticides in the Atmosphere: Implications for Environmental Risk Assessment: Proceedings of a workshop organised by The Health Council of the ... The Netherlands, Springer, Netherlands.
- HARTMAN M. – BOZSIK A. – PERCZE A. (2001): Környezetvédelem – Mit tehet a mezőgazda? pp. 1-5. Szaktudás Kiadó Ház Zrt., Budapest.
- LACZAY P. (1995): Állatorvosi toxikológia. Egyetemi jegyzet, Állatorvostudományi Egyetem. Budapest. pp. 59-63., pp. 158-160.
- LÁNG I. (1978): Biológiai forradalom, hazai realitások- Korunk tudománya, Akadémiai Kiadó, Budapest pp.81-82.
- LEHEL J. - LACZAY P. (2010): Toxikológia. Egyetemi jegyzet, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő. pp. 99-101., pp. 116-125.
- LEHEL J. - SZABÓ R. - GAJCSI D. - JAKAB CS. - GRÚZ A. - KORMOS E. - BUDAI P. (2014): Investigation of toxic interaction of copper sulphate and chlorpyrifos on chicken embryo. Magyar Állatorvosok Lapja, 136(8), 494-500.
- LEHOTZKY K. (2000): Neurotoxikus növényvédő szerek. Növényvédelem. 36: 432-439.
- LUTZ, H. (1974): Pesticides et reproduction chez les homothermes. Bull. Soc. Zool. France, 1:49-50.
- MEINIEL, R. (1977): Teratogenesis of axial abnormalities induced by an organic phosphorus insecticide (parathion) in the Bird embryo. Wilhelm Roux's Arch., 181: 41-63.
- MILLS, H. B. (1958): Natural History Survey Division, Biological Notes No.39, Authority of State of Illinois, Urbana, p. 2.
- NAGY E. (1984): A fácán és vadászata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. pp. 8-37.
- SIMON F. (1981): Állatorvosi toxikológia. Állatorvostudományi Egyetem, Budapest. pp. 34-35.; 100-103.
- SZABÓ R. - MAJOR L. - LEHEL J. - SAIDON N. B - BUDAI P. (2022): Teratogenicity testing of chlorpyrifos and tebuconazole in chicken embryos after simultaneous administration. Agrofor International Journal, 7(1), 40-47.

SZEMERÉDY G. – KORMOS - E. - SOMODY G. - BUDA I. – SZABÓ R. - LEHEL J. - BUDAI P. (2018): Teratogenicity test of individual and combined toxic effects of tebuconazole fungicide and lead-acetate on chicken embryos. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 22(2), 25-32.

TORKOS K. - ZÁRAY GY. (1999): A bioszférát szennyező anyagok környezetanalitikai vizsgálata, *Humánökológia* 8. fejezet

UBRIZSY G. (1969): Peszticidek – áldás és átok? – *Korunk tudománya*, pp. 26-27. Akadémiai Kiadó, Budapest.

VÁRNAGY L. (1981): Teratological examination of agricultural pesticides on Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs. *Acta. Vet. Acad. Sci. Hung.* pp. 29. 77.

VÁRNAGY L. (1985): A peszticidek teratogén hatásai. *A biológia aktuális problémái* 32. pp. 9-38. Medicina Kiadó, Budapest.

VÁRNAGY L. – BUDAI P. (1995): *Agrárkémiai higiéné*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 40-65.

VÁRNAGY L. - FÁNCSI T. - IMRE R. - BARTALITS L. - HADHÁZY Á. (1982): Teratológiai modellvizsgálat: A Parathion 20 WP növényvédő szer hatása fácán és fürj magzatokra. *Állattani Közlemények*. LXIX. 133-138.

7.2. Internetes források

INTERNET 1: https://www.ksh.hu/interaktiv/grafikonok/vilag_nepessege.html (2023.04.21.)

INTERNET 2: <https://www.fao.org/sustainability/news/detail/en/c/1274219/> (2023.04.24.)

INTERNET 3: <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/novenyvedoszer/2019/index.html> (2023.04.17.)

INTERNET 4: [https://www.naturepl.com/stock-photo/domestic-crossbreed-hen-\(gallus-gallus-domesticus\)-chick-embryo-developing-in/search/detail-0_01380240.html](https://www.naturepl.com/stock-photo/domestic-crossbreed-hen-(gallus-gallus-domesticus)-chick-embryo-developing-in/search/detail-0_01380240.html) (2023.04.20.)

INTERNET 5: <https://www.naturepl.com/stock-photo-domestic-crossbreed-hen-gallus-gallus-domesticus--chick-embryo-nature-image01380244.html> (2023.04.20.)

INTERNET 6: <https://gestis.dguv.de/data?name=020360&lang=en> (2023.04.20.)

INTERNET 7: <https://www.agroinform.hu/szantofold/visszavontak-az-egyik-legnepszerubb-rovarolo-szer-hatoanyag-engedelyet-42768-001> (2023.05.02.)

NYILATKOZAT

Alulírott VARGA DORINA, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem,
GEORGI KON Campus,
NÖVÉNYORVOS MSC szak nappali/levelező* tagozat végzős
hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált
irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz,
hogy Zárodolgozatom/Szakedolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója
felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott
dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi
nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év május hó 20 nap

Varg Dina
Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozik arról, hogy a Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot áttekinettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: Keszthely, 2023. év május hó 02. nap



Belső konzulens