

**SZENT ISTVÁN EGYETEM**

**MATERNÁLIS STRESSZ VIZSGÁLATOK TŐKÉS RÉCÉN**

**Doktori értekezés tézisei**

**FERENCZINÉ SZŐKE ZSUZSANNA**

**Gödöllő**

**2008**

**A doktori iskola**

**megnevezése:** Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola

**tudományága:** Mezőgazdaságtudomány

**vezetője:** Prof. Dr. Mézes Miklós, D.Sc.  
tanszékvezető, egyetemi tanár, az MTA doktora  
Szent István Egyetem, Gödöllő, Mezőgazdasági- és Környezettudományi  
Kar, Takarmányozástani Tanszék

**Témavezető:** Prof. Dr. Péczely Péter, D.Sc.  
egyetemi tanár, az MTA doktora  
Szent István Egyetem, Gödöllő, Mezőgazdasági- és Környezettudományi  
Kar, Szaporodásbiológiai Laboratórium

---

Prof. Dr. Mézes Miklós  
A programvezető jóváhagyása

---

Prof. Dr. Péczely Péter  
A témavezető jóváhagyása

## 1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, A KITŰZÖTT CÉLOK

Ovipara állatokat illetően sokáig általánosan elfogadott volt az a nézet, hogy az utódra gyakorolt „szülői hatásokat” csupán a genetikai információátadás jelenti és „normális összetételű” tojás esetében egészséges utódra számíthatunk, azaz az emlősöknél igazolt epigenetikus, intrauterinális hatások az ovipara madárban nem jelennek meg. Ebben az elméletben hozott alapvető áttörést Schwabl (1993) vizsgálata, aki a kanári tojássárgájában változó, a lerakott tojások számával növekvő mennyiségű tesztoszteront és emellett kortikoszteront is kimutatott. A feltevés szerint a növekvő szteroid koncentráció kompenzálja a később lerakott tojás „hátrányosabb” helyzetét: a szik tesztoszteron tartalom és a kikelt fiókák agresszivitása és életrevalósága között határozott pozitív összefüggés volt kimutatható (Schwabl et al., 1996).

Azóta számos publikáció jelent meg arról, hogy a tojó képes befolyásolni a tojásszik szteroid tartalmát, aszerint, hogy számára attraktívabb, vagy kevésbé attraktív hímekkel párosodik. Amennyiben egy domináns és „vonzó” hím lesz a párja akkor, pl. a tőkés réce esetében nagyobb méretű tojások rakása megfigyelhető (Cunningham és Russel, 2000), emellett a tojás szikanyagában jóval magasabb koncentrációban jelennek meg az androgének. Természetesen a nagyobb tojásba több nutritív anyag is kerül, ez is elősegítheti az utód nagyobb rátermettségét, jobb túlélési esélyét. Az utódok ivarmegoszlását is érintheti az irányított szexuálszteroid depozíció (Petrie et al., 2001).

Ez a néhány adat arra utal, hogy madarak esetében is fennáll az utód maternális eredetű epigenetikus „befolyásolásának” lehetősége, sőt nem kizárt az, hogy a tojásszám modulációja, illetve a fészekalj egy részének sokszor nehezen megmagyarázható pusztulása arra lenne visszavehető, hogy a tojó egyfajta adaptációs stratégiát alkalmazva befolyásolni képes az utódszámot és ezen keresztül egy teljes populáció életben maradásának esélyeit (Sasvári et al., 1999; 2001).

Vizsgálataink központi kérdései: milyen stratégiát alkalmazhat a tojó utódai védelmében szuboptimális körülmények között? Van-e ebben a folyamatban valamilyen szerepe a szteroidoknak? Ennek modellezését és a kérdés megválaszolását stressz-hatások kísérletes alkalmazásával próbáltuk megvalósítani. Vizsgálatainkban egyrészt az elsődlegesen „neurogén” kézbevételei, ún. handling-, másrészt a fizikális éter-kezelés stresszhatásait értékeltük a tojó-, valamint az embrió perinatális- és az utód posztnatális fejlődése szempontjából.

Célkitűzéseink:

1. A Schwabl-féle tojásszik szteroid analízisek (1993) adaptálása és módosítása, a szteroid analízisek dehidro-epiandroszteronra és progeszteronra való kiterjesztése.
2. A tojásszik tesztoszteron, 17- $\beta$ -ösztradiol és kortikoszteron koncentráció változásainak feltérképezése az inkubáció első nyolc napjában.
3. A fekális szteroid analízisek kortikoszteronra való kiterjesztése, illetve a plazma és bélsár közötti fázis eltolódás meghatározása tőkés réce esetében.
4. A kézbevételei (handling) stressz hatása a tojásszikbe deponált szteroidokra, az inkubáció alatti embriógenézisére és a kikelt utódok fejlődésre.
5. Az éter-inhalációs stressz hatása a tojásszikbe deponált szteroidokra, az inkubáció alatti embriógenézisére és a kikelt fiókák ontogenezisére.

## 2. ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkat szemi-domesztikált tőkés récéken a Szent István Egyetem Szaporodásbiológiai Laboratóriumában illetve annak teszt óljaiban végeztük.

### 2.1. Tojásszik szteroid analízis metodikai fejlesztések

A kísérletek alapjául Schwabl (1993) direkt petroléter/ dietiléter extrakciós tojásszik-analízise szolgált. Az extrakciót követően a szteroid ekvivalenseket Radio Immuno Assay segítségével határoztuk meg.

5 db inkubátlan és 5 db embriót tartalmazó tojásból a sziktartalmat eltávolítottuk, homogenizáltuk, lefagyasztottuk és  $-20^{\circ}\text{C}$ -on tároltuk a kísérletsorozat kezdetéig. Ez a kétféle poolozott minta szolgált az összes metodikai vizsgálatok alapjául.

Extrakciós vizsgálatok variációi:

1. Direkt dietil-éteres extrakció
2. Direkt petroléter/dietil-éteres extrakció
3. Dietil-éter extrakció SDS-es emulzifikációval kiegészítve
4. Dietil-éter extrakció Triton-X-100-as emulzifikációval kiegészítve
5. Petroléter/dietil-éteres extrakció SDS-es emulzifikációval kiegészítve
6. Petroléter/dietil-éteres extrakció Triton-X-100-as emulzifikációval kiegészítve

### 2.2. Tojás-biopszia vizsgálatok

A tojó által a szikbe deponált tesztoszteron (T),  $17\text{-}\beta$ - ösztradiol (E2) és kortikoszteron (B) mennyiségi változásainak vizsgálata az inkubáció alatt. A szikminták (20-30 mg) gyűjtését a keltetés 8. napjáig végeztük. Az inkubálás előtt vett szikminták szteroid koncentrációit vettük száz százaléknak és ehhez viszonyítottuk a keltetés különböző napjain mért értékeket.

### 2.3. Fekális szteroid analízis

A metodikai módosításra és alapadat-felvételre több okból volt szükség:

1. a viziszárnyasok bélsárában igen eltérő a víztartalom, ezt a hibát kiküszöbölve kellett olyan módszert kidolgozni, amely kizárja az egyes minták közti különbségeket. 10 nedves bélsármintát homogenizáltunk és 0,5 grammos adagokra szétosztottuk, a minták egy részét homogenizáltuk 200  $\mu\text{l}$  1 %-os SDS oldattal, majd súlyállandóságig szárítottuk. Összehasonlítottuk az abszolút száraz és nedves minták tesztoszteron tartalmát.

2. mivel stressz vizsgálatoknál kerülendő az extra zavarás (pl.: vérvétel), kizárólag bélsáranalízisekre támaszkodhatunk. Vizsgáltuk, hogy a plazmában mérhető szteroid ekvivalensek, mikor jelennek meg a bélsárban. A korábbi kizárólag gácsérokön végzett vizsgálataink alapján feltételezhető, hogy az irodalomban megadott 4 órás a plazma-faeces fáziseltolódás hibás megállapítás volt.

#### 2.3.1. Tesztoszteron terhelés hatása a defekációra

A T-terhelés hatását vizsgáltuk a fekális tesztoszteron ürülés kinetikájára. Kísérleteinkben 10 tojót és 10 gácsért vizsgáltunk a reprodukciós (május) és posztrefrakter (október) időszakban.

##### 2.3.1.1. Takarmány áthaladás vizsgálatok

Adott mennyiségű tojótápot tömésre előkészítettünk, majd nem toxikus és nem laxáns

hatású mesterséges ételszínezékekkel festettünk a nyomon-követhetőség céljából. Az állatok tömését követően figyeltük az ürülést az első színezett bélsár megjelenésétől a már nem színezett bélsár észleléséig.

#### 2.3.1.2. *Tesztoszteron terhelés*

A T injekció beadása előtt kontroll vér- és faeces mintát gyűjtöttünk. A kontroll minták begyűjtése után mindkét ivarban az élettani T-szint 100x-át (5 $\mu$ g T/2ml) tartalmazó mennyiséget injektáltunk intraperitoneálisan (i.p.). Ezt követően 8 órán keresztül gyűjtöttük a bélsármintákat, minden minta begyűjtése után letisztítottuk a gyűjtőfóliát. A bélsár gyűjtését vérvétellel is kiegészítettük az injektálást követően először fél óra múlva, majd 2 óránként.

## 2.4. Stresszkezelések

### 2.4.1. Első évi maternális stresszkezelések (nagyszülő-állomány)

#### 2.4.1.1. *Handling stressz kivitelezése:*

A kontroll csoportot (1. csoport) a tartástechnológiának megfelelően, zavartalan körülmények között tartottuk.

A kísérleti csoportban (2. csoport) a tojókat ládába tettük és mozgattuk, a szállítást imitálva, 20 percig, majd 10 perc szünetet követően a szállítóládába helyezést és mozgatóást háromszor megismételtük. Ezt követően vért vettünk és bélsármintákat gyűjtöttünk. A fenti kezelést 3 egymást követő napon megismételtük, majd 11 napig gyűjtöttük a tojásokat keltetésre, valamint napi 1-3 db random kiemelt tojást szikszteroid- és embrióvizsgálatokra. Minden délelőtt 10 órakor gyűjtöttük a bélsármintákat a maternális szteroid analízisekhez. A kontroll csoportban mind a bélsár-, mind a tojásgyűjtés időpontja megegyezett a kezelt csoportéval.

A bélsár-, plazma- és tojásszik-mintákat analizáltuk, a tojásban fejlődő embriókat molekuláris genetikai módszerrel szexáltuk.

A kísérlet során kikeltett utódokat (F1, későbbi szülőállomány) felneveltük nyomon követtük fejlődésüket: testtömeg-gyarapodásukat, juvenilis-, prenuptiális- és postnuptiális vedlésüket és az ivarérésüket. A juvenilis vedlést megelőzően a 8. héten vért vettünk az F1 nemzedéktől.

#### 2.4.1.2. *Éter stressz kivitelezése*

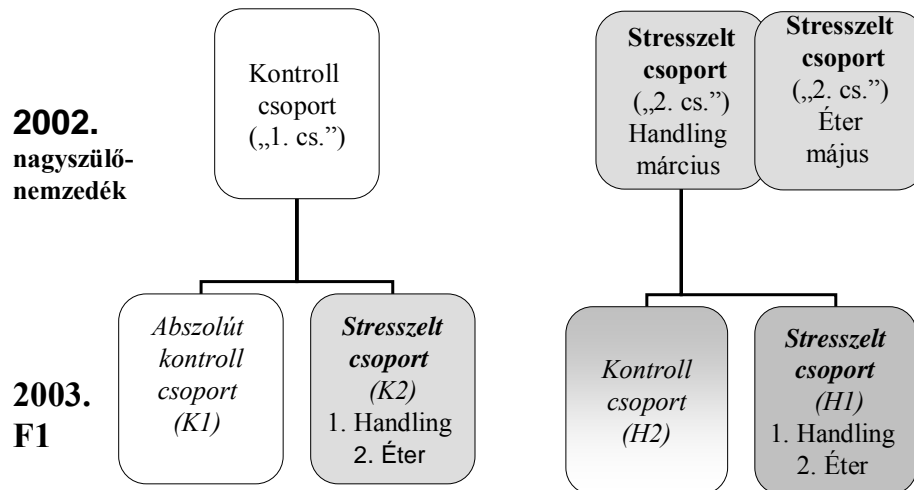
Az éter-stressz vizsgálatoknál a hirtelen kortikoszteron-emelkedésre fókuszáltunk: megjelenik-e a szikben, milyen hatással van az *in ovo* embriófejlődésre, illetve a posztnatális fejlődésre.

A vizsgálatokat az előző állományon végeztük a tojástermelés és a tojásméret normalizálódását követően, a handling-kísérleti periódus után két héttel. A kísérleti csoport tojóival a dietil-éter gőz belélegeztetését 35-60 szekundum időtartamig végeztük, míg a madarak tökéletesen elernyedtt állapotba kerültek, ez a rövid altatás az állat egyedi érzékenységtől függően 2-3 percig tartott. Az inhalációt követően 15 perc múlva vérvétel következett. Másnap a kezelést megismételtük. A kezelt csoportban a bélsár- illetve a tojásgyűjtés megegyezett a handling stressznél alkalmazottakkal, s természetesen a kontroll a csoportban is azonosan jártunk el.

#### 2.4.2. Második évi maternális stresszkezelések az F1 generáción

A kontroll és handling kísérleti csoportokból származó F1 nemzedékek vizsgálata az alábbi csoportbontásban történt meg:

### Stressz vizsgálatok: csoportbontás



A kísérleti beavatkozások az F1 generáción az előző évi kezelésekhöz hasonlóan történtek. Márciusban a handling stressz vizsgálatot végeztük el, majd áprilisban két hét pihenő időszak után az éter inhalációs vizsgálatokat teszteltük.

Az F2 utódnemzedék fejlődését az juvenilis vedlésig követtük nyomon.

### 3. EREDMÉNYEK

#### 3.1. Tojásszik szteroid analízis metodikai fejlesztések

Az irodalmi adatok áttekintése alapján a tojásszikben található szteroidok analízisének extrakciós módszertana kiforrott metodikának tűnt. Azonban e területen született publikációk többsége inkább az alkalmazás eredményeiről számol be, míg a metodika kérdéseiről kevés részletes adatot talál. Korábbi fekális szteroid analízissel kapcsolatos metodikai munkánk tanulságai alapján (Kelemen et al., 2003), itt is az extrakció előtti detergens kezeléssel próbálkoztunk. Vizsgálataink alapján a dietil-éteres extrakció Triton-X-100-as előkezeléssel kiegészítve bizonyult a leghatékonyabbnak mind az inkubált, mind pedig az inkubálatlan tojások esetében. E módszernél a leghatékonyabb az extrakciós recovery: értéke stabilan 68-69%, valamint itt a legkisebb a meredekség. Továbbá megállapítottuk, hogy tőkés réce esetében a RIA kiindulási mennyisége: 2,5 mg.

#### 3.2. Tojás-biopszia vizsgálatok

Vizsgálatainkban arra kerestük a választ, hogy a tőkés réce embrió szteroid termelését, illetve felhasználását az inkubáció hányadik napjától kell figyelembe venni, hogy reális képet nyerjünk a maternális eredetű szteroidok koncentrációjáról. Az E2 értékeket tekintve az első 4 napban kissé fluktuáló de jelentős különbséget nem mutató koncentrációkat mértünk. A tesztoszteron esetében az inkubáció első napján egy 12 % csökkenést tapasztaltunk, majd 2. napra visszatért az eredeti koncentrációra, és ez az érték a 4. napig nem változott. Az 5. napon erőteljes koncentráció emelkedést tapasztaltunk igen magas szórással párosulva mindkét szteroid esetében, E2:122%-229%, T: 113-289% változtak az egyedi értékek.

A kortikoszteron esetében egy lassú egyenletes csökkenést rögzítettünk, a 3,5 napon 4,3%-, a 4. napon megegyező 4,2%-os csökkenést, a 8. napon pedig 9,3%-kal mértünk kevesebbet az inkubációt megelőző koncentrációhoz képest.

#### 3.3. Fekális szteroid analízis, tesztoszteron-terhelés

A színezett takarmány fekális megjelenése a tőkés réce gácsérokban mindkét időszakban hamarabb következett be, mint nőstényekben, és a poszterfrakter időszakban a különbség kifejezettebb volt. A reproduktív időszakban a színezett takarmány első megjelenésének ideje megduplázódik a posztrefrakter időszakhoz képest mindkét ivarban. A retenciós idő (243-254 min) periódustól és ivartól függetlenül mindkét esetben azonosan alakult. Megállapítottuk, hogy a takarmány áthaladás időtartama ivar- és szezonfüggő. Elsőként írtuk le az ivartól függő exkréciós sebességet.

A T terheléses vizsgálatainknál: a két vizsgálati időszakban a ciklusok eltérő élettani háttere miatt különböző válaszreakciókat kaptunk. Az őszi -szexuálisan inaktív- állapotban, egy órával az i.p. T bejuttatása után (ekkor volt az első vérvétel) mind két ivarban a plazma T koncentrációja jelentős csúcsot adott és ekkor már a bélsárban is jelentkezett a fokozott T kiürülést.

A szexuálisan aktív időszakban a gácsérok jellemző alapvetően jóval magasabb plazma T-szint (őszi érték 10x-e) az injekció után 1 óra múlva még változatlan, majd ezt követően erőteljesen csökken, két óra múlva pedig minimum értékek alakultak ki.

A tojóknál az ősszel tapasztalt, az injekciót 1 órával követő csúcs megfigyelhető volt tavasszal is, egy madár kivételével.

A T terhelésnek mindkét ivarban egy korai intenzív és egy későbbi kevésbé intenzív, elhúzódó periódusa van. A hímeknél a terhelését követő intenzív kiürülési szakasz rövidebb az inaktív periódusban és az exkréciós görbe csúcserőke magasabb, mint az aktív fázisban. A terhelés hatása 5 órán keresztül volt kimutatható a posztrefrakter és szexuálisan aktív állatokban egyaránt.

A tojókban nincs különbség a terhelést követő intenzív kiürülési szakaszok között a posztrefrakter és a szexuálisan aktív állatok esetében. A szexuálisan inaktív állatokban a kiürülési görbe csúcsa -hímekhez hasonlóan- magasabb, mint a szaporodási ciklusban. A terhelés hatása hímekhez ugyancsak hasonlóan 5 óráig tart.

A terhelést követő intenzív kiürülési szakasz hímekben hamarabb jelentkezik, mint nőtényekben. A teljes kiürülési periódus mindkét ivarban azonos hosszúságú (a beadást követő 5 óra múlva) végződik. A T kiürülési görbe karakterisztikája, tehát megegyezik a takarmány-chimus-faeces áthaladással, mindkét ivarban és mind az aktív és mind az inaktív periódusban.

Továbbá bizonyítottuk, hogy a bélsár minták abszolút szárazra párlásával kiküszöbölhetők az eltérő víztartalomból adódó mérési hibák.

### **3.4. Maternális stresszvizsgálatok**

Mindkét stresszornál (handling- és éter), minden ismétlésnél és kombinációnál a kezeléseket követően egy rövid idejű 10-30%-os tojástermelés visszaesés, ezzel párhuzamosan a tojásméret növekedése volt megfigyelhető. A kelés átlagosan 20%-kal maradt el a kontroll csoporttól, ami elsősorban a korai embrió elhalás emelkedéséből adódott. A fiókák tömeges kelése átlagosan 12 órával előzte meg a kontroll csoportét. Ennek háttérében az általunk kimutatott szik androgén koncentráció-emelkedés állhat.

Az első handling stressz kísérletnél az életképes napos kacsák testtömege azonos volt a kontroll és a kezelt csoportban, de egyhetes korban a kezelt csoport utódai szignifikánsan kisebbek voltak, mint a kontroll társaik. Az éter stressz hatására már a kikeléskori testtömeg is alacsonyabb volt. Az alacsonyabb testtömeg a juvenilis vedlés (8. élethét) kezdetéig maradt meg, ezt követően a stresszelt csoport utódai gyorsabban és többnyire egyszerre fejezték be a vedlésüket. A felnevelés alatt az elhullásban nem találtunk különbségeket a csoportok között.

Az F2 generáción már nem tudtuk kimutatni a testtömeg-csökkenést sem az éter-, sem a handling stressz-kezelés esetében.

Vizsgáltuk a stressz kezelése által indukált szteroid koncentráció-változásokat a tojók bélsármintáiban, a tojásszikben, valamint a juvenilis madarak vérplazmájában. Mindkét esetben emelkedett fekális B szint, P4 és androgén (T és DHEA) koncentráció volt kimutatható. Összehasonlítottuk az F1 generáció két kontroll csoportját is, itt a fekális alap B szintben nem találtunk különbséget, viszont a T, DHEA és P4 szintek esetében magasabb bazális értékeket kaptunk. A handling stressz-kezelést kapó tojók utódainak ivarérése 6 héttel később következett be.

A 84 óra hosszát inkubált tojásokban lévő embriók genetikai ivarát meghatároztuk és ivar szerint értékeltük a tojásszikben kimutatható hormonkoncentrációkat. Megállapítottuk, hogy a szikben is kortikoszteron emelkedés mutatható ki: mind a nőivarú-, mind a hímivarú embriókat tartalmazó tojásokban. A vérplazmában, illetve bélsárban mért magasabb glükokortikoid koncentráció összefüggésben állt a szikben található magasabb értékkel. A megnövekedett glükokortikoid koncentráció és a tojás tömegének emelkedése között összefüggést mutattunk ki ( $r=+0.60-+0.80$ ). Továbbá azt, hogy az elhalt embriókat tartalmazó tojásokban a magas B koncentráció mérhető. Azaz a nagyobb tojásméret magasabb mértékű korai embrió elhalással jár.



A stressz hatására a tojásszikben a T szint is megemelkedett. A magasabb androgén szintnek szerepe lehet egyrészt az inkubációs idő csökkentésében, másrészt az utódok intenzívebb testtömeg-gyarapodásában.

A szik szteroid koncentrációkat összehasonlítottuk az F1 generáció két kontroll csoportjában is. A stresszelt tojótól származó utódok tojásszik T szintjében szignifikánsan magasabb értéket találtunk, tehát az embrionális korban magasabb T koncentrációnak kitett tojók utódaiban is magasabb az alap T szint.

Összehasonlítottuk az abszolút kontroll csoportokban (1. és K1) a két ivar tojásszik szteroid koncentrációit. A T, a B és a P4 esetében egyes vizsgálatoknál találtunk ivari különbséget, míg más időpontokban nem, tehát a sem megerősíteni, sem cáfolni nem tudjuk az irodalomban is egymással ellentétes eredményeket A DHEA esetében azonban minden vizsgálatnál, sőt a stressz csoportoknál is hímivarú embriót tartalmazó tojásszikben szignifikánsabb magasabb értékeket mértünk.

A szekunder ivararány (kikelt utódok ivarmegoszlása) vizsgálata során minden esetben stressz kezelésekre hatására nőtt a hímivarú utódok száma (+8-+22%). Továbbá leírtuk, hogy a 84 órás inkubációt követő tojásszik- illetve az embrió státuszát megállapító vizsgálatoknál az elhalt embriók között nagyobb mértékben voltak a nőivarú embriók.

### 3.1. Új tudományos eredmények

1. Igazoltuk, hogy a dietil-éteres extrakció Triton-X-100 emulzifikációval kiegészítve a leghatékonyabb extrakciós módszer mind az intakt tojásból származó, mind az inkubált tojásból származó szikanalízisek esetében, ezzel új tojásszik extrakciós eljárást fejlesztettünk ki.
2. Igazoltuk, hogy a keltetés 4. napjáig következtethetünk eredeti, maternális allokációra tőkés récében szik tesztoszteron és ösztrogén tartalom vonatkozásában. A szik kortikoszteron esetében maternális allokációra akár az inkubáció 5.-6. napjáig is következtethetünk.
3. Megállapítottuk, hogy a teljes takarmány-áthaladás ideje szezontól és ivartól független, míg a takarmány-*chimus*-bélsár retenció időtartama ivar- és szezonfüggő. A *chimus*-bélsár áthaladási sebessége ivar- és szezonfüggő, ami a szexuális aktivitás idején inkább ivarban megnövekszik.
4. Megállapítottuk, hogy az endogén tesztoszteron szint jelentősen befolyásolja az *i.p.* beadott szteroid turnoverének alakulását tőkés récében, amely mind a vérplazmában lévő, mind pedig a bélsárban ürített hormontartalom alakulásában kimutatható.
5. Megállapítottuk, hogy mind a handling-stressz, mind az éter inhalációs stressz több ismétlésben és különböző kombinációkban is a bélsárból kimutatható kortikoszteron-, tesztoszteron- és progeszteron-ekvivalens emelkedést indukált.
6. Megállapítottuk, hogy a stressz hatására megnövekedett szik kortikoszteron koncentráció tojás méret növekedéssel, emelkedett embrió elhalással, s így alacsonyabb kelési sikerrel járt. Ezáltal igazolást nyert, hogy a korai embrióelhalások mögött nemcsak genetikai

anomáliák állhatnak, hanem befolyásoló hatású lehet a tojómadár által allokált hormonális milió is.

7. Bizonyítottuk a stressz kezelések hosszútávú hatását, mivel a felnőtt utód generációban is kimutatható hatása volt a fekális T, DHEA koncentráció-alapérték megemelkedésében, az ivarérés eltolódásában és az utódok reprodukciós kapacitásának csökkenésében.
8. Elsőként írtuk le, hogy a DHEA koncentrációja mind a kontroll mind a stresszelt madarak esetében magasabb a hím embriót tartalmazó tojásszikben.
9. Megállapítottuk, hogy a stressz kezelések hatására a szekunder ivararányban kismértékű eltolódás mutatkozik a hímivar javára.

## 4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

### 4.1. Következtetések

#### 4.1.1. Metodikai fejlesztés a tojásszik szteroid analízisében

Módszerünket számos baromfi- és vadmadár fajon sikeresen teszteltük. Domesztikált fajok közül a stressz hatására megváltozott szteroid allokációt találtunk gyöngytyúk- (T, B, E2, DHEA): Biczó et al., 2004, házityúk- (B): Szőke et al., 2005, 2006, és házilúd (B) tojásokban (nem publikált adatok) esetében. Vadmadárfajokon is eredményes analíziseket végeztünk: örvös légykapó (T): Michl et al., 2002, 2004, kakukk: Török et al. (T), 2004. Sikeres T és B analíziseket végeztünk dankasirály-, túzok- és vándorsólyom tojásokon (nem publikált eredmények).

#### 4.1.2. Tojás biopszia vizsgálatok

Az ösztrogén értékeket tekintve az első 4 napban kissé fluktuáló de jelentős különbséget nem mutató értékeket kaptunk. Ez a megfigyelésünk megegyezik Elf et al., 2002-es adataival, akik csirkeembriókat vizsgáltak Tesztoszteron esetében az inkubáció első napján egy 12 % csökkenést tapasztaltunk és ez a megfigyelésünk is megegyezett Elf és munkatársai, 2002-es adataival. Ők is szignifikáns csökkenést detektáltak csirke embrióknál az első napon, ez az érték az ő vizsgálataikban a 3. napig nem változott. Mindkét szexszteroid tekintetében az 5. napon erőteljes emelkedést detektáltunk, ennek egyik lehetséges magyarázata, hogy ekkor jelentkezik először a gonád szteroid termelése, amely kimutatható már a szikból is. Az inkubáció 6. napját követő nagymértékű szexuáliszteroid csökkenés mögött az embrió fokozott szteroid felhasználása és/vagy az albumin frakcióba történő diffúzió is állhat.

A kortikoszteron esetében egy lassú, egyenletes fogyást tapasztaltunk a 8. inkubációs napig, a kiindulási érték mintegy 10 %-át használta fel az *in ovo* fejlődő embrió. A 3,5 napos inkubáció esetében 4,3 %-os csökkenést rögzítettünk. Hasonlóképp az *Urosaurus ornatus* gyík fajban találtakhoz képest (Jennings et al., 2004).

Összességében megállapítható, hogy az általunk alkalmazott 84 órás inkubáció alkalmasnak tűnik a maternális befektetés meghatározására.

#### 4.1.3. Bélsár szteroid vizsgálatok

A fekális szteroid analízis értelmezésének egyik alapvető kérdése a chimus-bélsár áthaladási sebességének ismerete. Vizsgálataink alatt már a retenciós idő (total passage time) mérése során is jelentős ivari és szezonális különbségeket észleltünk. A retenciós idő fiziológiás szempontból kifejezőbb, mint a megjelenés időpontjának vizsgálata (Denbov, 2001).

Az áthaladás sebességének csökkenése, ivartól függetlenül a reprodukzív állapotnak tudható be. Nagyobb egyedi különbségeket észleltünk a gácséroknál, amely azt bizonyíthatja, hogy a folyamatos udvarlás és a gyakori pázás mellett az állatok nem fordítanak annyi időt táplálkozásra, mint ősszel. Ősszel a madaragnál is van télre való felkészülés, amely elsősorban a szubkután lipid depo kialakulásában jelentkezik. Az első minta megjelenésének idejében jelentkező ivari és egyedi különbségek ellenére a teljes kiürülés időtartama (első már tiszta, festéket nem tartalmazó faeces) nem mutatott jelentős különbséget az egyedek között.

Az *i.p.* T alkalmazásával elkerültük az *i.v.* injekció folyadék-volumen háztartást erősebben terhelő hatását.

Tavasszal gácsérokban az injekció után 1 óra múlva még változatlan T szintet mértünk, majd ezt követően erőteljes csökkenést mutat, két óra múlva pedig minimum értékek alakultak ki. Ennek hátterében valószínűleg a T koncentráció további extrém növekedését megakadályozó negatív feed-back mechanizmus áll (Péczy 1987).

Az átlagtól eltérő tojó plazma szteroid kinetikája a gácsérok görbéjének lefutásával azonos képet adott, amely bebizonyította számunkra, hogy a gácséroknál tavasszal tapasztalt feed-back hatás nem az ivari különbségek miatt következik be, hanem a rendkívül magas T-koncentráció hatására. A fenti eredmények igazolták, hogy az endogén T-szint jelentősen befolyásolja a beadott szteroid turnoverének alakulását, amely mind a vérplazmában levő, mind pedig a bélsárban ürített hormontartalom alakulásában kimutatható.

Az *i.p.* alkalmazott T terhelés és a bélsárral történő fokozott szteroid ürítés időbeli kapcsolata a plazmaszint és a fekális koncentráció összefüggését, a T turnover aktuális állapotát jelzi.

Vizsgálataink igazolják azt a feltevésünket, hogy a chimus-bélsár áthaladási sebessége ivar- és szezonfüggő a tőkés récében, a szexuális aktivitás idején minkét ivarban megnövekszik. Megállapítottuk továbbá azt is, hogy az exogén, nagy mennyiségű szteroid bevitel alkalmazhatósága a turnover vizsgálatára alapvetően attól függ, hogy a kísérleti állat (ivar- és szezonfüggően) alacsony vagy magas endogén koncentrációval rendelkezik.

#### 4.1.4. Maternális stressz vizsgálatok

Két stresszort vizsgáltunk elsőként a handling-, majd éter stresszt értékeltük. Mindkét stresszornál, a kezeléseket követően egy rövid idejű tojástermelés visszaesés volt megfigyelhető, ami összhangban van Péczy és Pethes (1978) japán fűrjön végzett megfigyeléseivel. A tojástermelés depressziója mellett az átlagos tojástömeg növekedése volt tapasztalható. A tojásszám csökkenését és tömegének növekedését figyeltük meg a gyöngytyúk esetében (Biczó et al., 2003), illetve házityúknál is (Szöke et al., 2006). Emellett az állattenyésztési gyakorlatból is ismert, hogy a felnevelés alatti tartástechnológiai anomáliák –mint stresszorok- túl nagy méretű tojások termelését is indukálhatják (Technical Bulletin-Hendrix Poultry Breeders, 2004). A tojásméret növekedés fiziológiai háttere még nem tisztázott, egyes vélemények szerint seregélyeknél (Meijer, 1992) a magasabb B és P4 hatására megnő az ovuláció cirkadiális ritmusa (pl. 25h versus 23h), így a tojás mérete is megnő. Hosszabb idő jut az ún. gyors szikbeépülésre, s ennek következtében nő a szik mérete (Etches, 1996).

A stresszelt csoportok kelési százaléka átlagban mintegy 20%-kal elmaradt a kontrollokhoz képest és ez a különbség jórészt a két-háromszorosára emelkedett korai embrió elhalásból adódott. Gyöngytyúkon végzett vizsgálatainkkor a kelés átlagosan 15 százalékkal csökkent, s ennél a fajnál is korai embrió elhalás mértéke duplázódott meg. A kezelt csoport utódai pedig mintegy 24 órával előbb keltek, mint a kontroll csibék (Biczó et al., 2004). A megemelkedett korai embrió elhalási megfigyelésünket támasztja alá Janczak et al. (2006) eredménye is, mely szerint a kortikoszteron injektált tojásokban fejlődő tyúkembriók mortalitása az inkubáció első hetében volt a legmagasabb, 15-20 %-kal kaptak magasabb értéket, mint csak szesámolajjal kezelt kontroll tojások esetében. Hasonló értéket tapasztaltunk, szintén házityúknál, ahol a tojásszikben stressz hatására megemelkedett kortikoszteron koncentráció, 15-23%-os embrió mortalitást okozott az inkubáció első öt napjában (Szöke et al., 2006).

A kezelt csoportokban a fiókák tömeges kelése félnappal korábbra tolódott. Ennek hátterében a stressz hatására megnövekedett androgén koncentráció állhat. Dankasirályon végzett kutatások ugyancsak ezt igazolták, a T injektált tojások hamarabb keltek, azaz csökkent az inkubációs periódusuk, így mérsékelve a kelési aszinkronia jelenségét (Eising és Groothuis, 2002).

A tojóknál stressz hatására minden esetben emelkedett fekális B szint a jellemző, ezzel párhuzamosan a P4 és az esetek többségében az androgének (T és DHEA) is megnövekedett értékeket mutatnak. Korábbi ismereteink alapján egyrészt tudjuk, hogy a P4 a B prekursora, és stressz hatására a mellékvese nagy mennyiségű P4-t is bocsát a véráramba (Péczy és Pethes 1978). Másrészt a megnövekedett fekális P4 koncentráció hátterében gonadiális eredet is állhat, hiszen összefüggés lehet az ováriumban fejlődő következő F1 tüsző nemzedékkel is (Forgó et al., 1988b). A megnövekedett androgén koncentrációnak egyrészt stressz-védő szerepe lehet, mellyel ellensúlyozza a magas glükokortikoid szint mind a szervezetre, mind pedig az embriogenezisre gyakorolt káros hatásait. A tojásszikbe deponált magasabb androgén szinttel védi a tojó az *in ovo* fejlődő utódokat. A B és T szinergizmusát találták tarka vércsében is, ahol T injektált tojásokból kikelt fiókák plazma B szintje magasabb volt, mint kontroll társaiké (Sockman és Schwabl, 2001). A DHEA szint egyidejű emelkedésének magyarázata lehet, hogy mint prekursor könnyen konvertálódhat tesztoszteronra (Ferree et al., 2004). A tojásba allokált magas DHEA tartalom, alternatív módja lehet a T deponálásnak: DHEA (3 $\beta$ -hidroxiszteroid-dehidrogenáz (HSD) enzim)  $\rightarrow$ A4 (17 $\beta$ -HSD enzim)  $\rightarrow$ T (Hau et al., 2004). Az stressz hatására E2 szint erőteljes koncentráció csökkenését mértük, ezzel párhuzamosan tojástermelés kismértékű redukciója volt megfigyelhető. Korábbi megfigyelések alapján a szexuálisan aktív fürjtojókön, a kortikoszteronkezelést követően, a petefészkek tömege kismértékben csökkent (a sárga follikulások száma csökkent). Ebből következően a tojástermelés kismértékű redukciója jellemző. A plazma szexuáliszteroid szintjében jelentős változások következtek be: nőtt a progeszteron és erősen csökken a 17- $\beta$ -ösztradiol és az ösztron koncentrációja (Péczy és Pethes, 1978).

Összehasonlítottuk az F1 generáció két kontroll csoportjának (K1 és H2) ivarérett egyedei fekális szteroid eredményeit: az alap B szint megegyezett, viszont a T, DHEA és P4 szintek esetében magasabb bazális értékeket kaptunk, hasonlóan az anyamadarat ért stresszhatásokhoz. Ezen értékek emelkedése-az abszolút kontrollhoz képest- embrionális örökség lehet, amely adult korban is hatással van az egyedre, sőt a következő F2 generációra is. A különböző mesterségesen emelt androgén koncentrációk vizsgálataiban az utódokat csak néhány hétig követték nyomon (Lipar, 2001; Eising és Groothuis, 2002; Gil et al., 2003). Azok reprodukciós képességére, illetve az F2 nemzedékre vonatkozó adatokat eddig még nem közöltek. A felnevelés során az F1 generáció ivaréérésében pedig jelentős különbséget találtunk: a handling stresszkezelést kapott tojók utódainak ivaréérése 6 héttel később következett be.

Megállapítottuk, hogy a szikben is szinte mindenhol kortikoszteron emelkedés mutatható ki: mind a nőivarú-, mind a hímivarú embriókat tartalmazó tojásokban. Ez az eredményünk jól korrelál Hayward és Wingfield, 2004-es adataival, mely szerint a tojókba sylastic kapszulába, szubkután implantált kortikoszteronból a megemelkedett kortikoszteron koncentráció átjutott a tojásszikbe. Tehát a vérplazmában/bélsárban mért magasabb glükokortikoid koncentráció összefüggésben áll a szikben található magasabb értékkel.

A megnövekedett glükokortikoid koncentráció és a tojás tömegének emelkedése között közepes illetve szoros összefüggést találtunk. Meglepő és új eredményt kaptunk, mely szerint az elhalt embriókat tartalmazó tojásokban a magas B koncentráció, kezeléstől függetlenül a tojás

tömegének növekedésével párosult. Azonos eredményt kaptunk házi tyúk esetében is, a természetes párzású kontroll csoportban az extrém magas B koncentráció ugyancsak embrió elhalással járt (Szóke et al., 2006).

A stressz hatására megemelkedett tesztoszteron szintnek is szabályozó szerepe lehet. Egyrészt az inkubációs idő csökkentésében, másrészt a stresszelt tojóktól származó utódok intenzívebb testtömeg gyarapodásában, hiszen a kezdeti elmaradásukat gyorsan kompenzálták. Ezen megfigyeléseink egybevágóak Gil et al. 2003-as füsti fecskéken kapott eredményeivel, miszerint a szikbe deponált koncentráció pozitívan korrelált a fiókák növekedési erélyével, de keléskor nem volt különbség a kelési testtömeg és méret vonatkozásában sem.

A tojásszik szteroid koncentrációkat is összehasonlítottuk az F1 generáció két kontroll csoportjában (K1, H2), a stresszelt tojóktól származó madarak tojásszik T szintjében szignifikánsan magasabb értéket találtunk, tehát az embrionális korban magasabb T koncentrációnak kitett tojók, magasabb alap T szinttel bírnak. Ezt igazolja mind a bélsárban-, mind a szikben detektálható magasabb T érték is.

Emellett vizsgáltuk a szekunder ivararányt is. Megállapítottuk, hogy a stressz kezelése hatására nőtt a hímivarú utódok száma. A 84 órás inkubációt követő embrió vizsgálatoknál az elhalt embriók között nagyobb mértékben voltak a nőivarú embriók – tehát ezek alapján feltételezhetjük, hogy a ki nem kelt fiókák közt is a nőivar lehetett túlsúlyban. Vagyis hipotézisünk szerint a primer ivareloszlás azonosan alakult, csak szekunder ivararányt mutat a hímivar irányába kismértékű eltolódást.

Egyrészt a megemelkedett kortikoszteron koncentráció mellett a megváltozott T koncentráció okozhatja a nőivarú embriók elhalását. A megnövekedett androgén tartalomnak mintegy ún. stressz-védő szerepe lehet, azonban a nőivarú embrió fejlődésének a magas androgén koncentráció hormonális közeg nem kedvez. Ezt a feltételezésünket támasztja alá, hogy a pávatojóknál a plazma emelkedett T szintjével párhuzamosan emelkedett a hímivarú embriók aránya (Pike és Petrie, 2005). Zebrapintyeknél közvetlenül a tojásrakási periódust megelőzően az ösztrogénnel injektált tojók szignifikánsan több nőivarú fiókat produkáltak (Williams, 1999, von Engelhardt et al., 2004). Ez a megállapítás csak a szekunder ivarmegoszlást tekintve igaz, mert a hímivarú embriók mortalitása jóval nagyobb volt az inkubáció alatt (von Engelhardt et al., 2004).

Azonban a házi pirok (*Carpodacus mexicanus*) esetében találták, hogy a Z ivari kromoszómát tartalmazó pre-ovulációs oocita (ezekből lesznek a hímivarú utódok) gyorsabban fejlődnek és így a fészekalj első tojásai lesznek a hímivarú utódok, míg a nőivarú embriókat tartalmazó tojások adják az ún. „fészekalja” tojásokat. Az első tojásoknak a kelési sikere nagyobb és így a szekunder ivararányt tekintve hímivar kerül túlsúlyba (Badyaev et al., 2005). Másik adat szerint a nőivarú embrió lassabban fejlődik a korai embriogenezis során (Gilbert et al., 2007).

A fentiek alapján, egy másik lehetséges magyarázata lehet a nőivar nagyobb arányú elpusztulásának, hogy az embriogenezis korai szakaszában lassabb ütemű fejlődés miatt a magas koncentrációban lévő kortikoszteron koncentráció tovább lassítja a korai fejlődést és ennek következtében nagyobb mértékű az elhalás.

## 4.2. Javaslatok

- Az általunk továbbfejlesztett extrakciós módszer Triton-X-100 előkezeléssel javasolható madárfajtól függetlenül, mind az ún. „embrió”, keltetett, mind az intakt tojások esetén. A radioimmunoassay előtt célszerű egy előzetes próba alapján, meghatározni a kiindulási mennyiséget, hiszen a tojásszík méretétől függően változhat a szteroid koncentráció is.
- A szik szexuál-szteroidok vizsgálata esetén a 84 órás (3,5 napos) inkubációt meg nem haladó szik-mintavétel javasolható a 28 napos inkubációs nappal rendelkező madárfajok esetén. Ezzel szemben a kortikoszteron esetében, akár 120-144. órás (5-6 napos) inkubáció után is megfelelő eredményt kapható a 28 napos inkubációs periódussal rendelkező fajoknál.
- A fekális szteroid analízis adekvát módszernek tűnik madarak (baromfi fajok) endokrin státuszának vizsgálatára is. Nagy előnye a minta non-invazív gyűjtése, a minta könnyű tárolása és a jó ismételtetés. Azonban e módszer alkalmazása esetén előzetes chimus-bélsár áthaladási vizsgálatokra van szükség, hogy reálisan tudjuk értelmezni az eredményeinket. A defekációs frekvencia ismeretében a szabadon mozgó madáron vizsgálható a szteroid turnover és az egyes szteroid hormonok közti funkcionális interreláció is.
- Fenti vizsgálataink alátámasztják a maternális szteroid allokáció fontosságát, valamint felhívhatják a baromfitartók figyelmét is arra, hogy a termelés alatt különösképpen kerülni kell a zavaró beavatkozásokat. Hiszen, ha csekély visszaesést tapasztalunk a tojástermelésben, akkor a korai embrió elhalás szignifikáns megemelkedése az egy tojóra eső napos állat kihozatalt csökkenti, így ez érzékenyen érintheti a termelés gazdaságosságát is.

## 5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

### **Impakt faktoros, idegen nyelvű közlemények:**

**Szóke Zs.**, Váradi É., Kelemen K., Biczó A., Péczely P (2006): Effect of testosterone loading on the kinetic of faecal testosterone excretion in mallards Acta Biol. Hung 57 (1): 13-21.

**Szóke Zs.**, Váradi É., Végi B., Péczely P., Barna J. (2006): Effect of sexual and seasonal differences in faecal steroid analysis in birds: optimalization of sample collection. XII. European Poultry Conference, 10-14. 09. 2006. Verona, Italy. World's Poultry Science Journal 62 (supplement): 515.

Kelemen, K., Péczely, P., **Szóke, Zs**, Ladjánszky, V. (2003): A comparative methodical study of the fecal steroid analysis on birds: looking for a valid method of testosterone determination. Acta Biol. Hung. 54.(3-4) 285-98.

Do thi Dong, X., Végi, B., **Szóke, Zs.**, Péczely, P. (2005): Seasonal changes in plasma dehydroepiandrosterone (DHEA) levels of domestic geese. Acta Biol. Hung 56(1-2):11-20.

### **Lektorált, idegen nyelvű közlemény:**

**Szóke, Zs.**, Végi, B., Varga, Á., Lennert, L., Péczely, P. and Barna, J. (2006): Effects of artificial insemination as a handling stress on egg weight, yolk corticosterone content and embryonic mortality (Pilot study) In: New insights into fundamental physiology and perinatal adaptation of domestic fowl. Conference Issue. Eds: S Yahav and B. Tzscheentke. Nottingham University Press. pp. 189-197.

### **Lektorált folyóiratban megjelent magyar nyelvű közlemények:**

**Szóke Zs.**, Ferenczi Sz., Ádám D., Biczó A., Péczely P.(2003): Maternális stressz hatása a szikbe deponált szteroidokra és az utódok szomatikus tulajdonságaira tőkés récében (*Anas platyrhynchos*) Állattenyésztés és Takarmányozás 52(2): 180-188.

**Szóke Zs.**, Ferenczi Sz., Biczó A., Péczely P. (2005): A tojót ért stressz hatása a tojásszikbe deponált szteroidokra és utódaira. Állattenyésztés és Takarmányozás 54(3): 255-264

Biczó A., **Szóke Zs.**, Péczely P. (2003): A gyöngytyúk (*Numida meleagris*) vérplazma és faeces szexuáliszteroid paramétereinek vizsgálata. Állattenyésztés és Takarmányozás 52(2): 189-194

**Szóke Zs.**, Végi B., Varga Á., Lennert L., Péczely P., Barna J. (2006): Tyúk mesterséges termékenyítésről, másképp. Állattenyésztés és Takarmányozás. 55 (5): 483-491.

Váradi É., **Szóke Zs.**, Végi B., Péczely P., Barna J. (2008): A kakascere mint stresszor endokrinológiai elemzése hústípusú szülőpárállományban. AWETH Vol. 4 (Különszám): 381-390.



### **Nemzetközi konferencia proceedings-ben megjelent közlemények:**

**Szőke, Zs.**, Ferenczi, Sz., Biczó, A., Péczely, P. (2004): Effect of maternal handling stress on the steroid deposition into the yolk and on the offspring Proc. 8<sup>th</sup> International Symposium on Avian Endocrinology, Phoenix AZ, USA, P78. [http://lswweb.la.asu.edu/isae/isae\\_program%20.html](http://lswweb.la.asu.edu/isae/isae_program%20.html)

**Szőke, Zs.**, Biczó, A., Péczely, P. (2004): Effect of handling stress on the egg production and some egg-parameters. Proc. 8<sup>th</sup> International Symposium on Avian Endocrinology, Phoenix AZ, USA, P77. [http://lswweb.la.asu.edu/isae/isae\\_program%20.html](http://lswweb.la.asu.edu/isae/isae_program%20.html)

**Szőke, Zs.**, Váradi, É., Kelemen, K., Péczely, P. (2004): Effect of testosterone loading on the kinetic of fecal testosterone excretion in mallards. Proc. 8<sup>th</sup> International Symposium on Avian Endocrinology, Phoenix AZ, USA, P79. [http://lswweb.la.asu.edu/isae/isae\\_program%20.html](http://lswweb.la.asu.edu/isae/isae_program%20.html)

**Szőke, Zs.**, Végi, B., Varga, Á., Lennert, L., Péczely P., Barna J (2005): Effects of artificial insemination – as a handling stress – on the early embryonic mortality and the yolk corticosterone content Fourth Hungarian-Vietnamese Symposium on Cooperation in Sustainable Animal Production and Aquaculture: Results and Prospects *Gödöllő – Szarvas, Hungary, 24-27. 10. 2005. Előadás*

Péczely, P., Ladjánszky, V., Biczó, A., **Szőke, Zs.**, Pintér, O., Kelemen, K., Végi, B.(2004): Dehydroepiandrosterone (DHEA): it's possible role in the avian annual cycles Proc. 8<sup>th</sup> International Symposium on Avian Endocrinology, Phoenix AZ, USA, P57. [http://lswweb.la.asu.edu/isae/isae\\_program%20.html](http://lswweb.la.asu.edu/isae/isae_program%20.html)

Biczó, A., **Szőke, Zs.**, Nyéki, B., Péczely, P. (2003): Effects of handling stress on the kinetics of sexualsteroids and corticosterone in Guinea hens (*Numida meleagris*) 4<sup>th</sup> International conference of PhD students, Miskolc 11-17. August, Proceedings Agriculture: pp. 9-14.

Biczó, A., **Szőke, Zs.**, Péczely, P. (2004): Sexualsteroid parameters of plasma and faeces in guinea fowl (*Numida meleagris*) during sexual maturation Proc. 8<sup>th</sup> International Symposium on Avian Endocrinology, Phoenix AZ, USA, P5. [http://lswweb.la.asu.edu/isae/isae\\_program%20.html](http://lswweb.la.asu.edu/isae/isae_program%20.html)

Biczó, A., **Szőke, Zs.**, Péczely, P. (2004): Effects of handling and ether inhalation on the steroidal and reproductive parameters of guinea hens (*Numida meleagris*). Proc. 22<sup>nd</sup> World's Poultry Congress, Istanbul, Turkey, Poster M3-16. 1330. p.

### **Hazai konferencia proceedings-ben megjelent közlemények:**

**Szőke Zs.**, Ferenczi Sz., Ádám D., Biczó A., Péczely P. (2002): A maternális stressz hatása a tőkés réce (*Anas platyrhynchos*) néhány szaporodásbiológiai paraméterére 9. Szaporodásbiológiai Találkozó, Balatonfüred 2002. november 8-9. p. 11.

**Szőke Zs.**, Biczó A., Barna J. Péczely P. (2005) Szteroidhormonok tojásszíkából történő meghatározása, mint a stresszhatások és az “anyai befektetés” diagnosztikai lehetősége

madarakban. Proc. "Vadállatok szaporodásbiológiája, állatkerti tenyésztési programok" konferencia, Budapest, 2005. Márc. 18-20. pp.

**Ferencziné Szőke Zs.** (2005): Tojásba deponált hormonok utódokra gyakorolt hatása. 74. OMÉK, Agrárkutatás 2005, Fiatal Kutatók Fóruma

**Szőke Zs.**, Végi B., Péczely P., Barna J (2006): A tojásszikbe deponált szteroidok szerepe, mint anyai hatás, különböző tojásrakó gerincesekben 13. Szaporodásbiológiai Találkozó és Nemzetközi Szimpózium, Budapest, 2006. 06. 26-27. 30. p.

Biczó A., **Szőke Zs.**, Péczely P (2004): Handling stressz és éter-inhaláció hatásai Gyöngyös tojók endokrin és szaporodási paramétereire. In: Összefoglalók, X. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely, 2004. április 29. [CD:/Allatelettan\_Takarmanyozastan/204.pdf]

Váradiné É., **Szőke Zs.**, Péczely P., Végi B., Barna J. (2007): A kakascserre okozta stressz hatásának endokrinológiai elemzése fekális szteroid-analízissel hústípusú szülőpárállományban. 14. Szaporodásbiológiai Találkozó, Keszthely, 2007. október 5-6. p. 41.