



SZENT ISTVÁN EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR

A TOJÁS ANTIOXIDÁNS KAPACITÁSÁNAK MÉRÉSE
JAPÁNFÜRJBEN

Doktori értekezés tézisei

Lengyel László

Gödöllő

2010

A doktori iskola

megnevezése: ÁLLATTENYÉSZTÉS-TUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

tudományága: Állattenyésztés-tudomány

vezetője: Dr. Mézes Miklós

egyetemi tanár, az MTA doktora

Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,
Állattudományi Alapok Intézet, Takarmányozástani Tanszék

témavezető: Dr. Kiss Zsuzsanna

egyetemi docens

Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,
Állattudományi Alapok Intézet, Állatélettani és Állat-egészségtani
Tanszék

Az iskolavezető jóváhagyása

A témavezető jóváhagyása

1. TUDOMÁNYOS ELŐZMÉNYEK

Az oxigén a földi élet alapfeltétele; jelenléte az aerob szervezetek számára nélkülözhetetlen. Bizonyos esetekben azonban veszélyezteti is az élő szervezeteket, hiszen az oxigénből felszabaduló reaktív oxigén-részecskék károsíthatják is a sejtek és szövetek szerkezetét és működését. Számos betegség kóroka az oxidatív stressz eredménye. A szabad gyökök által indukált folyamatok haszonállataink felnevelése, tartása során is nyomon követhetők.

Antioxidánsoknak nevezzük azokat az anyagokat, amelyek védik a szervezetet az oxidációs folyamatok következtében keletkezett szabad gyökök vagy egyéb oxidáló anyagok káros hatásától. A szervezet antioxidáns kapacitása a káros oxidációs hatásokkal szembeni védekező képességet jelenti. Az antioxidáns kapacitás a rendelkezésre álló antioxidáns vegyületek mennyiségének, másrészt a szervezetet ért oxidatív terhelés mértékének a függvénye.

A természetes kis molekulatömegű antioxidánsok – így a karotinoidok, az A-, E- és C-vitaminok, valamint a szelén – fontos szerepet töltenek be a szaporodás-biológiai, termelési folyamatok fenntartásában. A csirkék embrionális fejlődésével kapcsolatban megállapítható, hogy az egyes szervekben a különböző típusú antioxidánsok eltérő koncentrációban vannak jelen. Az állatok felnevelése és termelése során számos olyan környezeti stresszhatás éri a szervezetet, amelyek intra- és extracelluláris oxigén eredetű szabad gyökök keletkezését eredményezik. Az antioxidáns vegyületek fő funkciója ezen szabad gyökök eltávolítása, illetve mennyiségük „fiziológias szinten tartása”, amely más hatásaik mellett az immunrendszer „támogatásában” is megnyilvánul.

A tojás természetes formában, szerves kötésben tartalmaz számos olyan táplálóanyagot, amelyek a humán táplálkozásban is nélkülözhetetlenek. Táplálóanyag, vitamin- és ásványianyag-tartalma nagymértékben befolyásolható takarmányozással és a tartástechnológia eszközeivel. Ezeknek a módszereknek az alkalmazásával olyan adalékanyagokkal gazdagíthatjuk a tojást, amelyek a humán táplálkozásban is létfontosságúak (Se, E-vitamin, C-vitamin, β -karotin), táplálékainkban ugyanakkor általában csak kis mennyiségben, vagy rosszul hasznosítható formában fogyasztjuk azokat. A tojást nemcsak szaporító képletként, funkcionális élelmiszerként, hanem lehetséges terápiás célra is javasolható táplálékként tarthatjuk számon. Ha a tojást takarmány-kiegészítés útján antioxidáns tulajdonságú vegyületekkel (pl. Se, E-vitamin, C-vitamin, illetve

β -karotin) dúsítjuk, akkor egyrészt a szervezet antioxidáns rendszerét erősítjük, másrészt a tojásnak mint nagy telítetlen zsírsav tartalmú, tehát az oxidációra fokozottan érzékeny, állati eredetű élelmiszernek az eltarthatóságát is javítjuk.

2. CÉLKITŰZÉSEK

Kísérleti munkánk alapvető célja az emelt antioxidáns tartalmú japánfűrj tojás tulajdonságainak vizsgálata volt. Célkitűzésünknek megfelelően négy különálló kísérletet végeztünk, és azok eredményeit értékeltük.

- a szelén, E-vitamin és β -karotin koncentrációjának növelése japánfűrjek tojásában;
- az antioxidáns kiegészítők milyen koncentrációja és mely összetétele eredményezi a vizsgált anyagok leghatékonyabb raktározását;
- a tojásban megnövelt antioxidáns tulajdonságú anyagok milyen hatással vannak a tojások keltethetőségére;
- a megnövelt antioxidáns tartalmú tojásból – mint természetes mátrixból – milyen mértékben hasznosulnak az antioxidáns vegyületek emlősállatok (egér) szervezetében.

A kísérletek során cél volt annak meghatározása is, hogy a különböző koncentrációjú és összetételű antioxidáns vegyületek milyen hatást gyakorolnak a tojás antioxidáns kapacitására.

Valamennyi kísérletünk elrendezését úgy terveztük, hogy a kísérletek folyamán vett vérminták, illetve tojásminták laboratóriumi analízisével választ kapjunk hipotéziseinkre.

Nevezetesen:

- A szintetikus formában takarmányba kevert antioxidáns tulajdonságú vegyületek milyen koncentrációban halmozódnak fel a fűrjek vérplazmájában és a tojásban.
- Az antioxidáns vegyületek közül melyik és milyen koncentrációban raktározódik a fűrjek vérében, tojásában és szerveiben, összevetve a takarmányba kevert antioxidáns vegyületek mennyiségével.
- Az általunk vizsgált antioxidáns vegyületek közül mikor érhető el az optimális élettani hatás: ha egyidejűleg adagolunk valamennyi antioxidáns kiegészítőt, vagy ha a kiegészítők különböző kombinációját keverjük a takarmányba.
- Vizsgálataink arra is kiterjedtek, hogy a tojássárgájának antioxidáns vegyületekkel való módosítása milyen hatással van a tojások keltethetőségére és a kikelt madár vitalitására.

- Hogyan történik rágcsálókban az antioxidánsokkal kiegészített takarmány elfogyasztását követően a vizsgált antioxidánsok hasznosulása.
- A kísérleteink során alkalmazott laboratóriumi mérőmódszerek, a nemzetközi irodalom által javasolt metodikák alkalmasak-e az általunk mért vegyületek és hatásuk kimutatására, biztosítják-e a kísérletek megbízhatóságát és reprodukálhatóságát.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleti állatként a japánfűrjet választottuk, hiszen a tyúkfélék tenyésztése és takarmányozása terén végzett kutatásokban a japánfűrj (*Coturnix coturnix japonica*) kitűnő modellállatnak bizonyult.

Kísérleteinkben a japánfűrjeket zárt ketreces tartási körülmények között helyeztük el, kereskedelmi forgalomban kapható háztáji tojótáppal etettük, és a kísérletek folyamán ebbe a tápba kevertük a takarmánykiegészítőket. Kísérleteinkben minden kísérleti csoport *ad libitum* fogyaszthatta a tápot és az ivóvizet. Az állatokkal kizárólag vezetékes csapvizet itattunk, melybe nem adagoltunk sem kiegészítőket, sem gyógyszereket. Kísérleteink folyamán az állatokat természetes megvilágítás, azonos klimatikus feltételek mellett helyeztük el, ilyen módon az eltérő környezeti feltételek nem befolyásolhatták eredményeinket. A kísérleti csoportokat elkülönítve, megfelelő távolságra helyeztük el egymástól, ilyen módon a különböző adalékanyaggal kiegészített takarmány nem keveredett a másik csoportéval. Az állatok ketrece lejtős rácspadozatú volt, így a megtojt tojás azonnal kigurult az állatok alóli téréből. A kísérletek folyamán történő tojásfogyasztás esélye így minimálisnak tekinthető. A tojásokat naponta egyszer gyűjtöttük, és a kísérlettől függően megfelelő száraz, hűvös helyen, vagy esetenként hűtőszekrényben tároltuk a laboratóriumi vizsgálatok elvégzéséig.

Kísérleti munkánkat négy kísérleti elrendezésben végeztük. Valamennyi kísérlet a baromfi takarmányába adagolt antioxidáns vegyület optimális mennyiségét, összetételét és hasznosulását vizsgálta, eltérő nézőpontból.

A takarmányok antioxidáns vegyületeinek kiegészítésére alkalmazott készítmények:

Hatóanyag megnevezése	Készítmény	Hatóanyag-tartalom
Szeleno-metionin	SelPlex™ (Alltech)	1000 mg/kg szelén
E-vitamin	Lutavit E 50 S (BASF)	50% DL- α -tokoferol-acetát
β -karotin	Lucarotin 10% feed (BASF)	10% β -karotin
C-vitamin	L-aszkorbinsav (Reanal)	99,7% L-aszkorbinsav

1. kísérlet

A kísérlet címe: A tojás és a vérplazma antioxidáns kapacitásának mérése (modellkísérlet japánfűrjekben).

A kísérletben 8 hetes japánfűrjeket 5 kísérleti csoportba osztottunk.

A kísérleti takarmányhoz adagolt antioxidáns kiegészítők mennyisége:

Csoport száma	Szelén (mg/tak.kg)	E-vitamin (mg/tak.kg)	C-vitamin (mg/tak.kg)	β-karotin (mg/tak.kg)
1	0,8*	0	0	0
2	0,8*	500	0	0
3	0,8*	0	0	33,3
4	0,8*	0	500	0
5	0,8*	500	500	33,3
Kontroll	0	0	0	0

* A jelen kísérletben alkalmazott teljes értékű takarmányhoz adagolt 0,8 mg/kg szelén meghaladja az Európai Unió 1750/2006/EK rendeletében maximalizált 0,5 mg/kg takarmány szeleno-metionin szintjét.

Mintavétel, vizsgált paraméterek

Vizsgálatainkban 8 hetes japánfűrjeket tojóketrecekben helyeztünk el 1 kakas: 3 tyúk ivararányban. A fűrjekkel a kereskedelmi forgalomban beszerezhető tojótápot (Bábolnai Takarmányipari Kft., Bábolna) etettük a kísérlet kezdete előtt. A 0. napi mintavételt követően (önkontroll), ugyanezt a tápot egészítettük ki szelénnel, E-vitaminnal, C-vitaminnal és β-karotinnal.

A kísérlet kezdetekor a kísérleti csoportok takarmányába a kiegészítőket hatóanyag-tartalmuktól függő mennyiségben kevertük. Az állatok 3 héten át *ad libitum* fogyasztották az antioxidáns vegyületekkel kiegészített tápot.

A fürjeből a kísérleti táp etetése előtt (0. nap), illetve a záró (21.) napon vérmintákat vettünk (állatonként egy minta) heparint tartalmazó csövekbe, a vérplazmát és a vörsejteket centrifugálással elválasztottuk, majd a vérplazmából meghatároztuk a szelén, α -tokoferol-, retinol- és β -karotin-tartalmát.

A kísérlet ideje alatt naponta folyamatosan gyűjtöttük a tojást és csoportonként elkülönítve, azonos körülmények között tároltuk. A tojássárgájából a vérplazmához hasonlóan mértük annak szelén-, α -tokoferol-, retinol- és β -karotin-tartalmát, valamint a tojássárgája antioxidáns-kapacitását a FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) érték mérésével határoztuk meg.

2. kísérlet

A kísérlet címe: Különböző mennyiségű és összetételű antioxidáns-kiegészítés hatásának vizsgálata japán fürjekben.

Vizsgálati céljainkat az alábbi pontokban foglaljuk össze:

- A takarmányban az állatok aktuális szükségletétől eltérő mennyiségben adagolt antioxidáns vegyületek mennyiben befolyásolják azok vérplazmában mért koncentrációját és a tojásban történő raktározását.
- A fent jelzett antioxidáns hatású vegyületek milyen mennyisége, illetve mely összetétele eredményezi a tojás legnagyobb antioxidáns kapacitását.
- Az összeállított takarmány-kiegészítők segítik vagy gátolják egyes antioxidánsok raktározódását.

Kísérleti csoportjainkat különböző kombinációban szelén, E-vitamin, C-vitamin és β -karotin eltérő mennyiségével etettük. Vizsgáltuk, hogy az elfogyasztott mennyiség hogyan befolyásolja a vér és a tojás antioxidáns anyag tartalmát. Vizsgáltuk továbbá, hogy miként változtatja a kiegészítőként adott vegyületek bármelyikének csökkentése a takarmányban a vér és a tojás antioxidáns deponációját. A kísérleti csoportok takarmányából egy-egy antioxidáns vegyületet kihagytunk abból a célból, hogy miként hat ez a többi antioxidáns vegyület deponációjára.

A kísérleti takarmányhoz adagolt antioxidáns-kiegészítők mennyisége:

Csoport száma	Szelén (mg/tak.kg)	E-vitamin (mg/tak.kg)	C-vitamin (mg/tak.kg)	β-karotin (mg/tak.kg)
Kontroll	0	0	0	0
1	0,8*	500	500	35
2	0,8*	100	100	6,6
3	0,8*	0	100	6,6
4	0,8*	100	100	0
5	0	100	100	6,6
6	0,8*	100	0	6,6

* A jelen kísérletben alkalmazott teljes értékű takarmányhoz adagolt 0,8 mg/kg szelén meghaladja az Európai Unió 1750/2006/EK rendeletében maximalizált 0,5 mg/kg takarmány szeleno-metionin szintjét.

A második kísérletünket 8 hetes japánfürjekben végeztük, melyeket tojóketrecekben helyeztünk el 1 kakas: 3 tyúk ivararányban. A fürjekkel etetett kontroll takarmány a kereskedelmi forgalomban beszerezhető tojótáp (Bábolnai Takarmányipari Kft., Bábolna) volt, míg a kísérleti csoportokkal azonos táplálóanyag-tartalmú szelénnel, E-vitaminnal, C-vitaminnal és β-karotinnal kiegészített takarmányt etettünk.

Az állatok 3 héten át *ad libitum* fogyasztották a kontroll-, illetve az antioxidáns vegyületekkel kiegészített tápot.

A fürjeből a kísérleti táp etetésének elején (0. nap), illetve a záró (21.) napon vérmintákat vettünk (állatonként egy minta) heparint tartalmazó csövekbe, a vérplazmát és a vörsejteket centrifugálással elválasztottuk, majd a vérplazmából meghatároztuk a szelén-, α-tokoferol-, retinol- és β-karotin-tartalmat.

A kísérlet ideje alatt naponta folyamatosan gyűjtöttük a tojást, és csoportonként elkülönítve, azonos körülmények között tároltuk. A tojássárgájából a vérplazmához hasonlóan mértük annak szelén-, α-

tokoferol-, retinol- és β -karotin-tartalmát, valamint az antioxidáns-kapacitás mérésére a FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) módszert alkalmaztuk.

3. kísérlet

A kísérlet címe: Az antioxidáns kiegészítés hatása a japánfűrjek keltethetőségére és vitalitására.

Harmadik kísérletünkben azt vizsgáltuk, hogy a takarmányba adagolt szerves kötésben lévő szelén, alfa-tokoferol és béta-karotin hogyan befolyásolja a tojások keltethetőségét, és milyen hatással van a kikelt napos állatok vitalitására. Nyomon követtük a zsírolható antioxidáns vegyületek koncentráció-változását is a napos állatok májában.

Kísérleti állatok és kísérleti elrendezés

A japánfűrjeket természetes megvilágítású ketrecben *ad libitum* ivóvíz és takarmányfogyasztás mellett két kezelési csoportra osztottuk. Kezelésenként 5-5 család 3:1 (♀:♂) ivararányban alkotta az állományt. Az egyik csoport kereskedelmi tojótápot fogyasztott, a másik csoport azonos alaptakarmányát antioxidáns tulajdonságú vegyületekkel egészítettük ki.

A kísérleti takarmányhoz adagolt antioxidáns-kiegészítők mennyisége:

Csoport száma	Szelén (mg/tak.kg)	E-vitamin (mg/tak.kg)	β -karotin (mg/tak.kg)
Kezelt	0,8*	500	35
Kontroll	0	0	0

* A jelen kísérletben alkalmazott teljes értékű takarmányhoz adagolt 0,8 mg/kg szelén meghaladja az Európai Unió 1750/2006/EK rendeletében maximalizált 0,5 mg/kg takarmány szeleno-metionin szintjét.

A fürjekkel három hétig *ad libitum* etettük a takarmánykeverékeket. Az utolsó héten keltetés céljából gyűjtöttük a tojásokat. Az összegyűjtött tojásokból véletlenszerűen kivettünk 40-40 darabot analitikai célra. A kísérlet során hetente vettünk vérmintákat a tojómadarokból. A kikelést követő egy héten keresztül naponta és csoportonként 5 fürjet elvégeztettünk, és kiemeltük a májukat analízis céljából. A kikelt csibék testsúlyváltozását 4 napig naponta mértük.

Analitikai módszerek

A vérplazma, valamint a tojássárgája retinoid- (retinol; retinil-palmitát), α -tokoferol- és β -karotin-koncentrációját HPLC-módszerrel határoztuk meg. A tojássárgája antioxidáns-kapacitásának mérésére a módosított FRAP-módszert alkalmaztunk. A szelén meghatározását lángmentes atomabszorpciós spektrofotometriás eljárással végeztük.

Keltetéstechnológia

A tojásgyűjtés befejeztével 3 napig történő pihentetés után mindkét csoport tojásából 100-100 darabot helyeztünk a keltetőbe. A tojásokat *Bábolna Egg Star EU-6-S* típusú keltetőgépben inkubáltuk. A gépbe rakás előtt 8 órával a tojásokat 25 °C-on előmelegítettük. A keltetőgépet is előmelegítettük, a tojásokat 37,5 °C-os kelterőtérbe raktuk. Az inkubációt az ajánlott paramétereknek megfelelően folytattuk (Biesalski et al, 1986; Czibulyás és Kovács, 1976; Kiss, 1981). Keléskor a bújtatóból 6 óránként vettük ki a naposállatokat, ezzel regisztráltuk a kelés intenzitását, valamint ilyenkor lemértük a fürjcsibék tömegét is. A kikelt naposfürjeket csoportonként elkülönítve helyeztük el a további mérések céljából.

4. kísérlet

A kísérlet címe: Természetes és mesterséges eredetű antioxidáns mikronutriensek (β karotin, E-vitamin, Szelén) hasznosulása.

A kísérlet célja az eddig is vizsgált antioxidáns mikronutriensek (β karotin, E-vitamin, szelén) természetes közegből, illetve kémiai formulából történő hasznosulásának a kimutatása volt.

A kísérlet első szakaszában – előző kísérleteinkhez hasonlóan – japánfürjek takarmányát antioxidáns vegyületek keverékével (szelén, E-vitamin, β -karotin) egészítettük ki az aktuális szükségletet lényegesen meghaladó mennyiségben (szelén 0,8 mg/kg tak. + E-vitamin 500 mg/kg tak. β -karotin 35 mg/kg tak.), melynek eredményeként emelt antioxidáns tartalmú tojást kaptunk. A kísérlet második részében az így előállított fürjtojások sárgáját etettük meg egerekkel.

A kísérlet elején két japánfürj-csoportot alakítottuk ki. Csoportonként 5-5 tojót helyeztünk el természetes megvilágítású ketrecekbe. Az egyik csoport a kereskedelmi forgalomban kapható tojótápot fogyasztotta, a másik csoport takarmányához pedig az alábbi táblázatban feltüntetett kiegészítőket kevertük.

A kísérleti takarmányhoz adagolt antioxidáns kiegészítők mennyisége:

Csoport száma	Szelén (mg/tak.kg)	E-vitamin (mg/tak.kg)	β -karotin (mg/tak.kg)
1	0	0	0
2	0,8*	500	35

* A jelen kísérletben alkalmazott teljes értékű takarmányhoz adagolt 0,8 mg/kg szelén meghaladja az Európai Unió 1750/2006/EK rendeletében maximalizált 0,5 mg/kg takarmány szeleno-metionin szintjét.

A kísérlet első hetében tojásmintákat vettünk, majd megmértük azok beltartalmát.

A kontroll tojások antioxidáns vegyület tartalma:

E-vit.: 0,09 mg/g

β -karotin: 0,34 μ g/g

Szelén: 90,3 μ g/kg

Az emelt antioxidáns tartalmú tojás beltartalma:

α -tokoferol: 0,39 mg/kg

β -karotin: 3,43 mg/kg

szelén: 392,6 μ g/kg

Az emelt antioxidáns tartalmú tojás beltartalmi értékeiből kivontuk a kontroll tojás beltartalmának értékét, és így kaptuk meg azt a különbséget, amellyel megegyező mennyiségű szintetikus kiegészítőt kevertünk a kontroll tojás sárgájához. A tojásokat megfőztük, és a keményre főtt tojás sárgáját etettük az egerekkel, valamint ebbe kevertük bele a szintetikus kiegészítőket is.

13-17g-os Balb-C (Charles River) egerekből 3 csoportot alakítottunk ki (csoportonként 10 egyed), majd az alábbi felosztás szerint etettük azokat:

Egércsoportok:

1. Az emelt antioxidáns tartalmú tojás sárgáját fogyasztotta;
2. Szintetikus kiegészítővel kiegészítve a kontroll tojás sárgáját fogyasztotta;
3. A kontroll tojás sárgáját fogyasztotta.

A szintetikus kiegészítés mennyisége:

E-vit.: 0,3 mg/kg takarmány

β -kar.: 3,09 mg/kg takarmány

Se.: 300 μ g/kg takarmány

Az egerek a kísérlet időtartama alatt kizárólag a tojás sárgáját fogyasztották *ad libitum* mennyiségben, minden más takarmány bekeverése nélkül.

Az egereket 14 napig etettük, majd az exterminációt követően máj- és teljes agymintákat vettünk. Összehasonlítottuk a tojássárgájába beépült, illetve a szintetikus kiegészítés formában adagolt antioxidáns vegyületek hatását az egerek májában és agyszövetében.

Az agyból meghatároztuk annak vasredukciós képességét FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) módszerrel, valamint a retinol és α -tokoferol tartalmát HPLC-módszerrel. A májból HPLC-módszerrel meghatároztuk a retinil-palmitát, a retinol, az α -tokoferol, és a β -karotin tartalmát, valamint lángmentes atomadszorpciós spektrofotometriás módszerrel a szelén-tartalmát. A kísérlet folyamán a FRAP módszer használhatóságának bizonyítása céljából megmértük a tojások MDA-tartalmát tiobarbitursavas meghatározással is.

Alkalmazott biokémiai módszerek

A vizsgálatok során alkalmazott HPLC metodikák

Vizsgálataink során nagynyomású/érzékenységgű folyadékkromatográfiás (HPLC) módszereket volt módunkban alkalmazni a retinoid- és karotinoid-analízisekben (Kerti és Bárdos, 1999).

Méréseinket a SZIE MKK Állatélettani és Állat-egészségtani Tanszékén végeztük.

FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) meghatározás (plazma- és szövetmintára)

Vizsgálatainkban a Benzie és Strain (1996) által kidolgozott és ugyanazon szerzők által (Benzie és Strain 1999) módosított módszert alkalmaztuk.

Szelén vizsgálati metodika teljes vér- és szövetmintákban

A roncsolatból a Se-tartalmat elektrotermikus gerjesztésű lángmentes atomabszorpciós spektrométerrel mértük (UNICAM 939 QZ GFAA spektrométer) Zeeman háttérkorrekcióval. Az alkalmazott módszer a SZIE központi laboratóriumának saját fejlesztésű módszere (SM 501/0837. Reg. sz. 3:1996).

Malondialdehyd-tartalom mérése:

A 4. kísérletben a tojássárgája oxidatív stabilitását jellemző TBARS érték (kifejezve nmol MDA/g tojássárgája) meghatározását a Dorman és mtsai (1995) által ismertett módszer alapján végeztük.

Statisztikai módszerek:

A kísérleti kezelések szignifikáns hatását egytényezős variancia-analízissel állapítottuk meg.

4. A KÍSÉRLETEK EREDMÉNYINEK ÉRTÉKELÉSE

1. kísérlet:

Az eredmények alátámasztják, hogy a vizsgált anyagok mérhető mennyiségben raktározódnak mind a vérplazmában, mind a tojássárgájában. Eredményeink alapján megfigyelhető, hogy a szelén együttes adagolása az általunk kiegészítőként alkalmazott antioxidánsokkal több esetben is szinergens kölcsönhatást eredményezett.

A szelén és az E-vitamin szinergista hatását mutatja az az eredmény, hogy akkor is növekszik a raktározódás, ha csak szelént és E-vitamint adagolunk együtt. A kísérletben használt kiegészítők közül a szelén az egyetlen, amely akár önállóan, akár más vegyületekkel együtt minden esetben az antioxidáns kapacitás növekedését segíti elő.

A kísérletek folyamán az élettani szükségleti szintet lényegesen (közel 10x) meghaladó mennyiségű kiegészítés nem eredményezett klinikailag megnyilvánuló toxikózisra utaló tüneteket.

2. kísérlet:

A tojásban raktározódott szelén koncentrációja arányosan követte a kísérleti csoportok vérplazmájában mért szelén koncentrációját. A vérplazma szelén-koncentrációját nagymértékben befolyásolja a kísérleti csoportok takarmány-kiegészítőinek abszolút és relatív mennyisége.

A nagy dózisú antioxidáns kiegészítés (1. csoport) szignifikáns mértékben növelte a vérplazma β -karotin koncentrációját.

A tojás esetében a nagy dózisú antioxidáns-keverék alkalmazása (1. csoport) szignifikáns mértékben növelte az α -tokoferol-, β -karotin- és a szelén-koncentrációt.

A kísérlet eredményei alapján elmondható, hogy a takarmányokhoz szubkrónikus ideig adagolt antioxidáns kombináció összetétele és az egyes antioxidánsok mennyisége külön-külön és együttesen is lényeges az antioxidáns hatás szempontjából.

Fürjekkel végzett kísérletünkben a különböző összetételű és dózisú antioxidáns kiegészítés a vérplazma esetében nem eredményezett szignifikáns mértékű változást sem az α -tokoferol-, sem a retinoltartalomban, míg annak β -karotin szintjét is csak az első csoportban alkalmazott nagy dózisú antioxidáns keverék alkalmazása növelte jelentős mértékben. A vérplazma szelén-koncentrációjának ugyanakkor

szignifikáns mértékű növekedését eredményezte valamennyi általunk alkalmazott szeléntartalmú takarmánykeverék, ami feltehetően a rendkívül nagy szeléntartalomnak volt az eredménye.

A tojássárgájának α -tokoferol, retinol, β -karotin vagy szelén koncentrációját legnagyobb mértékben akkor növelte a hozzáadott E-vitamint, β -karotint, illetve szelént tartalmazó kísérleti takarmánykeverék, ha abba nem került C-vitamin bekeverésre.

Az alkalmazott antioxidáns kiegészítők hatására a vasredukációs képességen alapuló FRAP módszerrel mért antioxidáns kapacitás szignifikáns növekedést mutatott azokban a fürjcsoportokban, amelyek takarmányába szelént kevertünk.

A vizsgálat eredményei alapján levonható az a következtetés, hogy az általunk alkalmazott antioxidáns hatású vegyületek eltérő mértékben növelik a vérplazma, illetve a tojássárgája antioxidáns kapacitását. Szignifikáns mértékben megnövelhetik a vérplazma antioxidáns koncentrációját és jelentős mennyiségben raktározódnak a tojássárgájában is. Az antioxidáns vegyületek raktározott mennyisége arányos a takarmány antioxidáns vegyület tartalmával.

3. kísérlet

Eredményeink alapján elmondható, hogy a szülőpárok takarmányába kevert antioxidáns kiegészítés hatása megmutatkozott a kikelő utódokban. A kikelő állatok mája a kezelt csoportban nagyobb koncentrációban tartalmazta azokat a vegyületeket, amelyekkel a szülőállomány takarmányát kiegészítettük. A kezelt csoport tojásaiból több csibe kelt ki.

Az eredmények alapján levonható az a következtetés, hogy egy ilyen élénk anyagcseréjű állatnál, mint a japánfürj, a tenyészállatok esetében indokolt lehet az antioxidáns elemek együttes, és a szokásos takarmány-összetételnél nagyobb dózisú alkalmazása.

Kísérletünkben igazoltuk, hogy a tojó fürjek takarmányába adagolt szelén, E-vitamin, illetve β -karotin szignifikáns mértékben növelte a vegyületek koncentrációját, mind a vérplazmában, mind a tojássárgájában. A kedvező hatás a tojások kelési eredményeiben is megmutatkozott.

4. kísérlet:

A vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a kísérleti egerek májában magasabb volt a szelén-, α -tokoferol-, retinol-, retinil-palmitát-koncentráció abban az esetben, ha az egerek emelt antioxidáns tartalmú tojást kaptak takarmányként, mint amikor a szintetikus kiegészítőket adtuk a tojássárgájához.

Az egerek teljes agyának α -tokoferol-, és retinol-koncentrációja, valamint FRAP-értéke a természetes (tojásba beépült) antioxidáns-kiegészítés esetén volt a legmagasabb a kontroll (kiegészítésben nem részesült) tojássárgáját fogyasztó csoporthoz viszonyítva.

Az eredmények alapján levonható az a következtetés, hogy az egerek jobban hasznosítják az antioxidáns anyagokat, ha azok természetes forrásból származnak, szerves kötésben vannak, vagyis a tojásba történt beépülés után kerülnek elfogyasztásra. Ezeket az eredményeket a humán élelmezésre vetítve megállapítható, hogy van mód arra, hogy szükség esetén szervezetünk antioxidáns státusát természetes anyagokkal, például ilyen hatású vegyületekkel dúsított tojás elfogyasztásával javíthassuk.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

- Az eredetileg vérplazma vasredukciós képességének kimutatására kifejlesztett FRAP-módszer adaptálható és alkalmazható tojás-, máj- és agyszövet antioxidáns kapacitásának mérésére is.
- Szerves kötésben lévő antioxidáns anyagok adagolásával a tojás beltartalma a takarmányba kevert mennyiséggel arányosan változtatható. A takarmány antioxidáns vegyületekkel történő kiegészítése után a tojásban nagy mennyiségű szerves kötésben lévő antioxidáns halmozódik fel, amely funkcionális élelmiszerként fogyasztható.
- A megnövelt antioxidáns-tartalmú és -kapacitású tojások keltethetősége és a kikelt csibék vitalitása szignifikáns mértékben javul.
- A nagy adagban (0,8 mg/tak. kg.) etetett szerves kötésű szelén nem okoz toxikus tüneteket a japánfűrj szervezetében.
- A szelén és az α -tokoferol kisebb (Se: 0,8 mg/tak. kg, α -tokoferol: 100 mg/tak. kg) és nagyobb (Se: 0,8 mg/tak. kg, α -tokoferol: 500 mg/tak. kg) koncentrációban is szinergista hatást gyakorol egymásra.
- A tojásba épült természetes mátrixban lévő antioxidáns vegyületek jobban hasznosulnak az eregekben, mint a vegyi formában adagolt antioxidánsok.
- A zsírban oldódó antioxidánsok (α -tokoferol, béta-karotin, szelén) növelik az agyszövet antioxidáns kapacitását eregekben.

A SZERZŐNEK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN EDDIG MEGJELENT KÖZLEMÉNYEI

NEMZETKÖZI KONFERENCIÁK:

- LENGYEL L., SZABÓ M., KISS ZS., BÁRDOS L. (2001): Utilization of antioxidants from natural and synthetic matrices. *Annual Symposium of the European Academy of Nutritional Sciences*, Budapest. In: *Táplálkozás–Allergia–Diéta*. 6. évf. 3-4. sz. 19. p.
- LENGYEL L., SZABÓ M., BÁRDOS L., KISS ZS. (2002): Természetes és mesterséges eredetű antioxidáns mikronutrielemek (β -karotin, E-vitamin, szelén) hasznosulása. *Vajdasági Magyar Tudományos Társaság tanácskozása*. In: RIBÁR B. (szerk.) *Környezetkímélő mezőgazdasági és élelmiszeripari termelés a Vajdaságban*. Újvidék, 45–51. pp.
- LENGYEL L., SZABÓ M., BÁRDOS L., KISS ZS. (2002): Utilization of antioxidants in mice. *7th Internet World Congress for Biomedical Science*, Inabis, 2002. ápr. 14–20.
- SZABÓ M., BÁRDOS L., KISS ZS., LENGYEL L. (2002): Characterization of IgY deposition into developing follicles of Japanese quail. *11th European Poultry Conference*, Bremen, 2002. szept. 6–10.
- SZABÓ M., LENGYEL L., BÁRDOS L. (2002): Characterization of IgY deposition into developing follicles of Japanese quails. *7th Internet World Congress for Biomedical Science*, 2002. ápril 14–20.
- LENGYEL L., SZABÓ M., KISS ZS., BÁRDOS L. (2003): Természetesebb életminőség; Az almaecet alkalmazása a fácánnevelés folyamán. *Vajdasági Magyar Tudományos Társaság*. In: *Fenntartható fejlődés időszerű kérdései a Vajdaságban*. Újvidék, 66–75. pp.

HAZAI KONFERENCIÁK:

- LENGYEL L., BÁRDOS L., KISS ZS. (2000): A tojás és a vérplazma antioxidáns kapacitásának mérése. Modellkísérlet fürjekben. *Akadémiai beszámoló* – Állatorvosi Egyetem, Budapest 2000. dec., Állatélettani Szekció
- BÁRDOS L., SZABÓ M., LOSONCZY S., SZABÓ CS., LENGYEL L. és KISS ZS. (2001): Madár immunglobulinnal (IgY) kapcsolatos vizsgálatok. *Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumban*. Gödöllő. 338–345. pp.
- KISS ZS., SZABÓ M., LENGYEL L. és BÁRDOS L. (2001): IgY alkalmazásának lehetősége a Salmonellozis elleni védekezésben. *Magyar Zoonózis Társaság Rudnai-Kemenes tudományos ülése*, Budapest, 2001. ápr. 23.
- LENGYEL L., SZABÓ M. (2001): Természetes antioxidáns anyagok tojásba történő depozíciója (Japánfürjekben végzett modellkísérlet) *VII. Ifjúsági Tudományos Fórum*, Keszthely, 2001. márc. 29.
- LENGYEL L., SZABÓ M., BÁRDOS L., KISS ZS. (2002): Antioxidáns tulajdonságú mikronutriensek (β -karotin, E-vitamin, szelén) hasznosulása különböző mátrixokból. *Akadémiai beszámoló*. Állatorvosi Egyetem, Budapest, 2002. jan., Állatélettani Szekció
- LENGYEL L., SZABÓ M. (2002): Az antioxidáns kiegészítés hatása japán fürjek keltethetőségére és vitalitására. *VIII. Ifjúsági Tudományos Fórum*, Keszthely, 2002. márc. 28.
- RADICS J., LENGYEL L., BÁRDOS L. (2002): Esszenciális zsírsavakkal és antioxidánsokkal dúsított tojás előállítás. *A Magyar*

Táplálkozástudományi Társaság XXVII. Vándorgyűlése, Eger, 2002. nov. 7–9.

- LENGYEL L., SZABÓ M., BÁRDOS L., KISS ZS. (2004): Megnövelt antioxidáns anyag tartalmú tojás előállítása és annak hasznosulása egerekben. „Szelén az élettelen és élő természetben”, *kerekasztal konferencia, SZIE – Gödöllő, Kisállattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet, 2004. okt. 1.*

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK:

- LENGYEL L., KISS ZS., BÁRDOS L. (2002): Előzetes kísérletek a tojás antioxidáns kapacitásának növelésére japánfürjben. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 51. 2. 165–174. pp.
- LENGYEL L., KISS ZS., BÁRDOS L. (2002): Tenyésztői gyakorlat: Vissza a természethez. *Vadászlap*, 11. évf. 12. szám 57–58. pp.
- LENGYEL L., SZABÓ M., BÁRDOS L., KISS ZS. (2002): Antioxidants against risk factors. Better utilization from biological matrix. Rizikové Faktory Potravového Retazca, *Zborník prác z 2. Medzinárodnej Vedeckej Konferencie*, SPU Nitra, 76–79. pp.
- KISS ZS., BÁRDOS L., SZABÓ CS., LENGYEL L. és SZABÓ M. (2003): Effect of β -carotene supplementation on plasma and yolk IgY levels induced by NDV vaccination in japanese quail. *Int.J.Vitam.Nutr.Res.*, 73 (4), 285–289. pp.
- LENGYEL L., KISS ZS., BÁRDOS L. (2003): Ajándék a természettől; Almaecettel a gyöngytyúknevelés sikeréért. *Őstermelő, Euro info centre hírlevél*, 10. 2003/1.

- LENGYEL L., KISS ZS., BÁRDOS L. (2003): Életerősebb gyöngytyúkok. *Agro Napló* 7. évf. 4.
- LENGYEL L., KISS ZS., BÁRDOS L. (2005): A tojótáp antioxidánskiegészítésének hatása japán fürjek keltethetőségére és vitalitására. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 2005/11. 127. 661–667. pp.

EGYÉB TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK:

- LENGYEL L., KISS ZS., BÁRDOS L. (2002): Életerősebb gyöngytyúkok. *Kistermelők Lapja*, 2002/12., 20–21. pp.

DIPLOMADOLGOZATOKNÁL KONZULENS

- Sverteccki Mónika: Antioxidáns-kapacitás mérése vér- és tojásmintákban – Témavezető: Dr. Kiss Zsuzsanna egyetemi docens és Lengyel László PhD hallgató

TDK:

- Sverteccki Mónika: Antioxidáns-kapacitás mérése különböző baromfifajtákban – Témavezetők: Dr. Kiss Zsuzsanna egyetemi docens és Lengyel László Ph.D. hallgató, *XXVI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Agrártudományi Szekció, Állatelettan és Állategészségügy A tagozat.* (Összefoglaló: 198–199. pp.) Kaposvár, 2003.