

**A B-KAROTIN FELSZÍVÓDÁSÁNAK, TRANSPORTJÁNAK
ÉS TOJÁSBA ÉPÜLÉSÉNEK VIZSGÁLATA,
KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A KOLESZTERIN
ANYAGFORGALOMMAL VALÓ KÖLCSÖNHATÁSÁRA**
(Japán fürjben és tyúkban végzett kísérletek)

Doktori értekezés

Ágota Gabriella

Gödöllő

2000.

A doktori program:

AZ ÁLLATTENYÉSZTÉS BIOLÓGIAI ALAPJAI

Tudományág:

MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNY

Alprogram:

**III. TAKARMÁNYOZÁS-ÉLETTAN ÉS TAKARMÁNYOZÁS-
TECHNOLÓGIA**

Témacsoport:

**I. A GAZDASÁGI ÁLLATOK ANYAGCSERE-FOLYAMATAI ÉS A
RETINOID-METABOLIZMUS SPECIALITÁSAI**

A doktori program vezetője:

Dr. Dohy János

egyetemi tanár, akadémikus

Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar

Állattenyésztési Intézet

Alprogramvezető:

Dr. Mézes Miklós

egyetemi tanár, az MTA doktora, tanszékvezető

Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar

Takarmányozástani Tanszék

Témacsoportvezető:

Dr. Bárdos László

egyetemi tanár, az állatorvostudomány kandidátusa, tanszékvezető

Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar

Állatélettani és Állategészségtani Tanszék

A programvezető jóváhagyása

A témavezető jóváhagyása

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, A KITŰZÖTT CÉLOK

A korábbi kutatások óta (pl. paprika-likopin) kb. 600 karotinoidot izoláltak és azonosítottak a növény- és állatvilágban. A karotinoidok megtalálhatóak a primitív baktériumokban és valamennyi fejlettebb szervezetben egészen az emlősökig. A szervezet nem enzimatis antioxiidáns védekező rendszerének tagja a β -karotin, mivel reaktív szabad gyököket képes neutralizálni. Antioxiidáns illetve immunstimulatív tulajdonságának köszönhetően a β -karotin számos betegségben (mellrák, gyomorrák, szívroham, atherosclerosis, agytrombózis, stb.) védőfaktorak tekinthető, ezért az emberi táplálkozásban is nagy a jelentősége.

A friss zöldségek, gyümölcsök (pl. *sárgarépa, paraj, sütőtök, egyes citrusfélék gyümölcse*), a tojás és tejtermékek elegendő karotinoid, ezen belül β -karotin források a nyári-kora őszi időszakban (szarvasmarhákban pl. a legeltetési időszakban nem fordul elő karotinhány). A β -karotin felszívódása és raktározása viszonylag csak kis határfokú, ezért az ember és az állat szervezete gyakorlatilag folyamatos bevitt igényel. Ezt a fontos táplálék-összetevőt tehát sok zöldséget és halat tartalmazó étellel lehet leginkább felvenni. Az ilyen összetételű étrend hazánkban - egyrészt az alapanyagok szezonálisága, és főleg a táplálkozási szokások miatt-, bár kívánatos lenne, mégsem tekinthető általánosnak. A tojások karotinoidjai között a β -karotin koncentrációjának növelése a természetes bevitt egyik lehetséges módja lehet.

A koleszterin a szervezet működéséhez elengedhetetlen vegyület, hiszen a szteroid vegyületek (progeszteron, kortizol, tesztoszteron, stb.) kiindulási terméke. A koleszterin-kérdés napjainkban előtérbe került, hiszen a vér magas koleszterin szintje népbetegségnek számít. Főleg az idősebb korosztályok betegsége, de bizonyos esetekben fiatalokban is előfordul (Vietnámban járt katonáknál is előfordult).

A koleszterinnek tulajdonított betegségek okát és létrejöttének mechanizmusának minden részletét még ma sem ismerjük, pedig számos koleszterin-koncentráció csökkentésére irányuló kísérletet folytattak, folytatnak ma is a kutatók.

Az ember átlagos napi koleszterin felvétele 500 mg, melynek egy része a szervezet által termelődik, másik része pedig az elfogyasztott táplálékkal jut be (NABER, 1976). Fontos feladat a különböző élelmiszerek koleszterin-tartalmának csökkentése. Például 100 g tojássárgájában 1190 mg van, míg a 3,2 %-os zsírtartalmú tej 100 g-ban csak 13 mg-ot tartalmaz.

Vizsgálataimban az alábbi kérdésekre kerestem a választ:

- A β -karotin felszívódási- és transzport jellegzetességeinek megállapítása.
- A β -karotin takarmányba történő adagolásával milyen mértékben növelhető annak tojásba épülése (*idő- és kihasználási tényező figyelembevételével, optimalizáció megállapítása*).
- A tojás β -karotin és koleszterin-koncentrációja közötti összefüggés megállapítása.

Célkitűzéseim megvalósítása érdekében az alábbi kísérleti elrendezésben végeztem vizsgálataimat:

1. A β -karotin felszívódás vizsgálata
 - 1.1. Fürjekben végzett kísérletek
 - 1.2. Tyúkokban végzett kísérletek
2. β -karotin kiegészítés hatásának vizsgálata felnőtt fürjekben
3. β -karotin kiegészítés hatásának vizsgálata a kikeléstől csak β -karotin kiegészítést kapott fürjekben
4. A β -karotin hatása az avasodásnak indult takarmányt fogyasztó fürjekre

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A KÍSÉRLETI ÁLLATOK

A házityúkok mellett a japán fűrjet használtam kísérleti állatként a nagyobb egyedszámot kívánó kísérletek során. A szárnyas állatok tenyésztése terén folyó tudományos munkában a japán fűrj sok területen tölti be a modell szerepét. Ezt elsősorban szaporaságának, gyors nemzedékváltásának köszönheti. A házityúkkal való közeli rokonsága elsősorban a baromfikutatás területén teszi alkalmassá kísérleti célokra.

Az állatok tartására természetes megvilágítású, állatházban elhelyezett külső etetővel és önitatókkal felszerelt battériákat használtam.

2.2. KÍSÉRLETI ELRENDEZÉSEK

1. Kísérlet: A β -karotin felszívódás vizsgálata

1.1. Fűrjekben végzett kísérletek

A tenyésztőtől vásárolt kísérleti állatoknak kapszulában a fűrjeknek javasolt A-vitamin adag (*NRC 1984*) retinol sztöchiometriailag ekvivalens értékének (RE) 1 napra kiszámított β -karotin (*Rovimix β -Carotin 10%*, Hoffman-La Roche) 1; 2,5; 5 és 10-szeres mennyiséget adtam be reggel, egynapi éheztes után.

A kapszula beadása előtt, és utána 2 óránként (3-szor), valamint 24 óra elteltével 6-6 fűrjet elvéreztettem, és kiemeltem a duodenumot és a jejunumot.

Ezután vizsgáltam a vérplazmák retinoid (RP, ROL), β -karotin és összkoleszterin, valamint a duodenum és a jejunum tömegének lemérése után a retinoid és β -karotin koncentrációját.

1.2. Tyúkokban végzett kísérletek

A kísérletet három szakaszra osztottam fel:

1. A tyúkok (8 db) a tojótápon (*Kereskedelmi Árutojótáp*) kívül semmilyen takarmány kiegészítésben sem részesültek.

Egy napi éheztes után 2 óránként (3-szor) vért vettem tőlük, a vérplazmából meghatároztam a hematokrit és a hemoglobin értékét, a β -karotin, az összkoleszterin, a triglicerid, a retinoid és a malondialdehid (MDA) koncentrációját.

2. Egy napi éheztes után a tyúkok egy része (8 db) a tyúkoknak javasolt A-vitamin adag (*NRC 1984*) retinol ekvivalens értékének (RE) 1 napra kiszámított β -karotin mennyiségének 5-szörösét kapták kapszulában, míg a tyúkok másik része (8 db) az egy napi takarmányuk 1%-ával azonos mennyiségű koleszterint (*Cholesterol from lanolin, Fluka*).

A kapszulák beadása előtt, valamint utána 2 óránként (3-szor) vért vettem az állatoktól. A vérplazmából a hematokrit és hemoglobin értékét, a β -karotin, az összkoleszterin, a triglicerid, a retinoid és az MDA koncentrációját határoztam meg.

3. A kísérlet harmadik szakaszában a karotint és a koleszterint együtt kapta valamennyi állat (8 db). A vérvételek gyakorisága, valamint a vizsgálatok megegyeznek a 2.

szakaszban leírtakkal.

2. Kísérlet: β -karotin kiegészítés hatásának vizsgálata felnőtt fürjekben

A 6 hétig tartó kísérletben 6 hetes fürj tojókat öt eltérő takarmányozású csoportban (40-40 állat/csoport) helyeztem el. Az A csoport takarmánya 10 000 NE A-vitamin tartalmú kereskedelmi tojótáp volt. A BC-jelű csoportok takarmánya A-vitamin mentes premix bekeverésével készült, amit 10%-os β -karotin tartalmú (Rovimix, Hoffman-La Roche, Basel) készítménnyel egészítettem ki.

Így a BC₁ 10 000 NE, a BC_{2,5} 25 000 NE, a BC₅ 50 000 NE, míg a BC₁₀ csoport 100 000 NE A-vitaminnal ekvivalens β -karotint tartalmazó tojótápot kapott.

A kísérlet indításakor 10, majd kéthetente csoportonként 10-10 fürjet véreztettem el. Meghatároztam a vérplazma és a tojás β -karotin, összkoleszterin, retinoid és MDA koncentrációját, és a máj össztömegét, β -karotin, retinoid és MDA koncentrációját.

3. Kísérlet: β -karotin kiegészítés hatásának vizsgálata a kikeléstől csak β -karotin kiegészítést kapott fürjekben

A tenyésztőtől vásárolt tojásokat keltetőgépben keltettem ki. A kikelt napos fürjeket 4 csoportra osztottam (25-25 állat/csoport). A technológiai előírás szerint 2 hetes korukig indítótápot, 2-8 hetes koruk között nevelőtápot, majd 8 hetes koruktól tojótápot kaptak az állatok. Az A csoport takarmánya mindvégig tartalmazott 10 000 NE/kg A-vitamint.

Valamennyi BC-jelű csoport takarmánya A-vitamin mentes premix bekeverésével készült, amit 10%-os β -karotin tartalmú (Rovimix, Hoffman-La Roche, Basel) készítménnyel egészítettem ki. A BC₁ 10 000 NE, a BC_{2,5} 25 000 NE, míg a BC₅ 50 000 NE A-vitaminnal ekvivalens β -karotint tartalmazó tápot kapott. A kísérlet indításakor 10, majd kéthetente csoportonként 5-5 állatot véreztettem el a 6. hétig. Meghatároztam a vérplazma és a tojás β -karotin, összkoleszterin, retinoid és MDA koncentrációját, és a máj össztömegét, β -karotin, retinoid és MDA koncentrációját.

8 hetes koruktól kezdve gyűjtöttem a tojásokat további keltetésre. A keltetés során a terméketlen, elhalt és befulladt embriók számát vizsgáltam, majd pedig a kelési százalékokat hasonlítottam össze. A kikelt napos fürjek közül csoportonként 10-10 állatot véreztettem el, és meghatároztam a vérplazma és a máj β -karotin, retinoid és MDA koncentrációját.

4. Kísérlet: A β -karotin hatása az avasodásnak indult takarmányt fogyasztó fürjekre

Ebben a kísérletben mesterségesen növeltem meg a takarmány prooxidáns tartalmát, avasodásnak indult zsír bekeverésével. Azért vizsgáltam a β -karotin hatását az avasodásnak indult takarmányt fogyasztó fürjekre, mert a baromfi tápok hosszan tartó (a minőségmegőrzési időtartamot meghaladó) tárolás során avasodásnak indulnak. Az

avasodott zsírt tartalmazó táp pedig akár az állatok elhullásához is vezethet.

A β -karotin hozzáadásával esetleg kiküszöbölhető az éppen avasodásnak indult táp káros hatása.

A négy hétig tartó kísérletben 4 csoportot alakítottam ki (8-8 állat csoportonként).

1. (kontroll) csoport: a szabvány előírásoknak megfelelő kereskedelmi tojótápot fogyasztotta
2. csoport : tápjához 10%-ban a szabvány előírásainak megfelelő tyúkzsír kevertem
3. csoport: tápjához 10% avasodásnak indult tyúkzsír kevertem
4. csoport: tápjához a 10% avasodásnak indult tyúkzsír mellett β -karotint is (a fürjeknek javasolt A-vitamin adag retinol ekvivalens értékének 1 takarmány-kilogrammra kiszámított β -karotin mennyiségének 5-szörösét) kevertem

Elvégeztetés után a β -karotin, retinoid, összkoleszterin, triglicerid és MDA koncentrációkat határoztam meg a vérplazmából, a májból és a tojásból.

2.3. BIOLÓGIAI MINTAVÉTEL

2.3.1. Vér

A hirtelen dekapitálással elvégeztetett fürjek véré, és a tyúkok szárnyvénájából vett vért heparinózott csőben fogtam fel.

A hematokrit és a hemoglobin meghatározása után, ha nem aznap lettek a minták feldolgozva, akkor $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on tároltam a vérplazmát.

2.3.2. Tojás

A gyűjtött tojásokat -az MDA meghatározás kivételével- mindig főzés után dolgoztam fel. A minták tárolása is már főtt állapotban, $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on történt.

2.3.3. Máj

Az elvégeztetett fürjek boncolása során kiemeltem a májat, lemértem a tömegét, majd feldolgozásig $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on tároltam.

2.3.4. Vékonybél

Az elvégeztetett fürjek boncolása során kiemeltem a vékonybél duodenum és jejunum szakaszait. A vékonybél szakaszokat madár fiziológiás sóoldattal ($4\text{ }^{\circ}\text{C}$) kiöblítettem, a béltartalmat gondosan eltávolítottam.

A feldolgozásig a többi szövethez hasonlóan $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on tároltam. Feldolgozáskor a tömegek lemérése után az egész szervet homogenizáltam.

2.4. ALKALMAZOTT ANALITIKAI MÓDSZEREK

2.4.1. Hematokrit mérése

Ezt a paramétert az alvadásban (heparinnal) gátolt teljes vérből mértük, mikrohematokrit centrifuga segítségével (*HORVÁTH, 1972*).

2.4.2. Hemoglobin mérése

A hemoglobin meghatározása módosított Drabkin-oldat segítségével, a *Sós-féle* (1974) labor diagnosztikai módszerrel történt.

2.4.3. Retinoid koncentráció (RP, ROL) meghatározása

Az átlagosan 0,1 ml plazma-, ill. 0,1 g tömegű szövetminta (máj, tojássárgája, vékonybél-nyálkahártya homogenátum) kimérése után 1ml desztillált vizet, 1ml etanolt és 2ml n-hexánt adagoltunk a centrifugacsőbe. A rázatást követően hűthető centrifugával szétválasztottuk a fázisokat, majd a felülúszóból végeztem a retinoid analízist, izokratikus elrendezésű, adszorpciós, nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiás (HPLC) módszerrel $\lambda=300$ nm-en (*BIESALSKI ÉS MTSAI, 1986, BÁRDOS, 1988, MATUS ÉS MTSAI, 1994*).

A csúcsokat standard vegyületek (retinol [ROL] Sigma, St Louis USA), retinil-palmitát [RP] (NBC, Cleveland, USA), alapján azonosítottam. A koncentrációkat a standardek és a minták mérésekor kapott csúcsterületek nagyságának arányából számoltam ki.

2.4.4. β -karotin koncentráció meghatározása

A minta előkészítés és a HPLC elrendezés a retinoid analízisével megegyező volt azzal a különbséggel, hogy a $\lambda=450$ nm-en végeztem (*MATUS ÉS MTSAI, 1994*). A koncentrációkat β -karotin [BC] (Merck, Darmstadt, Németország) standard mérésével kapott csúcsterületek nagyságából számítottam.

2.4.5. Összkoleszterin mérése

A meghatározás a REANAL, Budapest által forgalmazott Koleszterin Diagnosztikai Reagens Készlettel (kat. szám: 01425-39-80) történt.

A vér összkoleszterin tartalom méréséhez a vér centrifugálását követően a plazmát használtam. A tojásokat megfőztem, 0,1 g tojássárgáját és 0,8 ml vizet homogenizáltam, majd vattán, centrifugálással leszűrtem. A kapott oldatot ezután tekintettem mintának, amit a munkaoldattal reagáltattam.

2.4.6. Triglicerid mérése

A triglicerid meghatározása is REANAL, Budapest által forgalmazott Reagens Készlettel történt (kat. szám: 31952-2-99-80). A minták előkészítése megegyezik a koleszterin mérésénél leírtakkal.

2.4.7. MDA koncentráció meghatározása

Az MDA tartalom mérése 2-tiobarbitursavas reakcióval történt (*DAMIEN-DORMAN ÉS MTSAI, 1995*).

2.5. STATISZTIKAI ÉRTÉKELÉS

A vizsgálatok objektív értékelése biometriai módszerekkel történt. Az alkalmazott műveletek közé tartozott az átlagszámítás (\bar{x}), a szórásbecslés ($\pm s$) és a szignifikancia szint számítása Student-féle kétmintás t -próba segítségével. Az eredményeket szemléltető grafikonokat *Microsoft Excel 6.0* programon készítettem.

3. EREDMÉNYEK

3.1. A β -KAROTIN FELSZÍVÓDÁS VIZSGÁLATA

3.1.1. Fürjekben végzett kísérletek

A β -karotin (=BC) felszívódása a vékonybélben történik, ennek ismeretében a BC adagolást követően a fürjek duodenum és jejunum nyálkahártyájának β -karotin koncentrációját határoztam meg. A β -karotin felszívódása passzív folyamat, passzív diffúzióval abszorbeálódik. A β -karotin és a retinol gyakorlatilag nem tárolódik a vékonybélben, ami nem is várható, hiszen a specifikusan retinoid tároló ITO sejtek a madarak esetében is a májra jellemzőek.

A kereskedelmi táp A-vitamin tartalmával sztröchiometriailag ekvivalens β -karotint (1x dózis) kapott állatok duodenumában a 4. órában volt a legmagasabb a β -karotin koncentráció, éppúgy, mint a 2,5x-es dózis hatására. Ennél magasabb dózis (5x és 10x) etetése esetén a β -karotin koncentrációcsúcs már a 2. órában tapasztalható volt. A BC csúcsok idején szignifikáns eltéréseket tapasztaltam a kiindulási (0. óra) adatokhoz képest valamennyi dózis esetén.

A duodenumban tapasztaltakkal tendenciájában megegyezett a jejunumban történő β -karotin felszívódás.

Ezt, az eltérő dózisok hatására bekövetkező időbeli különbségeket figyeltem meg a vérplazma β -karotin koncentrációjánál is. Az 5x és 10x-es dózis hatására a vérplazma β -karotin koncentrációja szinte megegyezik a kísérlet teljes időtartama alatt, tehát a 10x-es dózis már luxusfogyasztásnak bizonyult.

A jejunumban a 2,5x-es BC dózis esetén a 0. óra adataihoz viszonyítva a 2., a 4., 6. és a 24. óra adatai mutattak szignifikáns eltérést. Az 1-szeres BC dózis esetén a 4. óra adatai, a 10-szeres BC dózisonál pedig a 2., 4. és a 24 óra adatai tértek el szignifikánsan a 0. óra adataitól. A vérplazmában a 0. órához viszonyítva az 1-szeres dózis esetén valamennyi mintavételi órában szignifikáns eltérést figyelhetünk meg. A 2,5; 5 és 10-szeres dózisoknál ez az eltérés csak a 4. és 6. órában volt észlelhető.

A felszívódás alatt a vékonybél mucosa sejtjeiben a β -karotin nagy része átalakul retinollá (=ROL). A duodenum ROL koncentrációjának alakulása ugyanakkor nem mutatott olyan egyértelmű dózis-hatás összefüggést, mint a β -karotin esetében, hiszen a takarmánnyal is került az állatok szervezetébe retinol. Kifejezett csúcsokat csak a 2,5x-es, illetve a 10x-es BC dózisonál lehetett megfigyelni. Szignifikáns csökkenést viszont az 5x-ös dózis esetén tapasztaltam a 2. és a 4. órában is a 0. órához képest.

A jejunum nyálkahártyájának ROL koncentrációjában a 4. órában történt változás valamennyi dózis esetén. Hiába vettek fel tehát több BC-t az állatok, az 5x-ös és 10x-es dózis hatására a jejunumban még nem emelkedett meg a ROL koncentráció, tehát itt még nem alakult át, hanem felszívódott.

A vérplazma ROL koncentrációja szintén nem dózisfüggően változott, mert a ROL észterifikálódva kerül a portomikronba, majd onnan a vérkeringésbe.

Az általam mért észter a retinil-palmitát (=RP) volt.

Az 5x-ös és 10x-es dózis hatására sem a duodenum, sem a vérplazma RP koncentrációja sem emelkedett meg, tehát a nagyobb BC adagolás rontja a transzformációt.

A vérplazma összkoleszterin (=TCh) koncentrációja ellentétesen alakult a β -karotin koncentrációjához viszonyítva. Valószínűsíthető, hogy a BC nem teljes transzformációja miatt a karotint szállító lipoprotein (LDL, VLDL) frakció telítődik β -karotinnal, ezzel kiszorítva a koleszterin-észtereket a molekula belsejéből. A felszívódás alkalmával a különböző vegyületek között a felszívódásban, az intracelluláris folyamatokban és a portomikronba történő épülésben szerepet játszó kötőhelyekért versengés alakul ki, aminek következtében több BC és kevesebb Ch jut a keringésbe.

- * *Megállapíthatjuk, hogy a duodenumban és a jejunumban a β -karotin felszívódás valószínűleg néhány perces különbséggel történik, majd rövid időn belül a β -karotin bekerül a portális keringésbe. A felszívódás gyorsaságát a dózis nagysága jelentősen befolyásolja.*
- * *Nagyobb BC adagolás hatására romlik a retinollá történő transzformáció.*
- * *A kereskedelmi táp A-vitamin tartalmával sztöchiometriailag ekvivalens β -karotin mennyiség tízszerese már luxusfogyasztásnak minősül.*

3.1.2. Tyúkokban végzett kísérletek

A vérplazma β -karotin koncentrációja a BC adagolás (5x) hatására a 2. órában érte el a legmagasabb értéket - ugyanúgy, mint a fürjekben végzett kísérletben-, és a 0. órai eredményekhez viszonyítva valamennyi mintavételi időpontban vett vérminták BC koncentrációja szignifikáns eltérést mutat.

A koleszterin adagolásban részesült csoport vérplazmájában a BC koncentráció értéke megegyezik az általam mért alapérték tendenciájával, de alacsonyabb koncentrációkat mértem, tehát a vetélkedés itt is megfigyelhető volt a BC és a Ch között.

A kapszulákban BC+Ch adagot kapott állatokban előbb (2. óra) megemelkedett, majd csökkent a BC koncentrációja. A 4. órában, vagyis a karotincsúcs után 2 órával emelkedett meg az összkoleszterin koncentrációja.

A triglicerid (=TG) koncentrációt csak a BC adagolás csökkentette a 6. óráig. A Ch kiegészítés csak mérsékelten növelte meg a vérplazma TG koncentrációját, míg a karotin+koleszterin hatására a 6. óráig közel a kétszerese volt a koncentráció az alapértékhez képest.

A takarmánnyal felvett, illetve a BC átalakulása során keletkezett ROL koncentrációnál a tyúkok vérplazmájában ugyanazt a jelenséget tapasztaltam, mint a fürjeknél. Az 5x-ös BC kiegészítés hatására itt is a 4. órában volt a legmagasabb a ROL koncentrációja.

A karotin+koleszterin adagolás az alapértékhez viszonyítva megemelte a ROL koncentrációját. Szignifikáns eltérést csak ($p \leq 0,05$) a karotin kiegészítésben részesült csoportnál tudtam kimutatni a 4. és a 24. órában a 0. órához viszonyítva.

A retinolból még a bélhámsejt intracelluláris terében retinil-észter képződik. A BC

adag hatására a 6. órában volt kimutatható RP koncentráció csúcs. A karotin+koleszterin adagolás is megnövelte az RP koncentrációját a vérplazmában, ami a BC adaghoz hasonlóan a 6. órában érte el a legmagasabb értéket.

A β -karotin antioxidáns tulajdonságát már sokan alátámasztották kísérleteikkel, a vér és szöveti malondialdehid (=MDA) koncentrációk mérésével én is ezt kívántam bizonyítani.

Valamennyi adagolás csökkentette az MDA koncentrációját, vagyis a vérplazmában - illetve indirekt módon következtetve erre, a szövetekben is - csökkent a szabadgyökök mennyisége. A BC a 6. óráig, a Ch kiegészítés csak a 4. óráig csökkentette az MDA koncentrációját. A karotin+koleszterin kiegészítés hatására pedig a kísérlet teljes időtartama alatt az alapérték alatt maradt az MDA koncentráció. A koleszterin MDA koncentrációt csökkentő hatásával kapcsolatosan jelen kísérlet alapján pontos mechanizmus nem adható, az további célirányos vizsgálatokat igényel.

- * *A fűrj a lipidmetabolizmus ezen speciális területén is megfelelő modellállata a házityúknak.*
- * *A β -karotin és koleszterin együttes adagolása csökkentette a szövetek MDA tartalmát.*

3.2. B-KAROTIN KIEGÉSZÍTÉS HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA FELNŐTT FÜRJEKBEN

Jelen kísérletemben tojó japán fűrjek takarmányában a β -karotin tartalmat jelentősen megnöveltem. A karotinfelesleg egyrészt a fő retinoid tároló szervekben, szövetekben raktározódik, másrészt a vizelettel illetve a bélsárral távozik. A β -karotin kiegészítés hatására bekövetkező változásokat az állatok vérplazmájában, májában és tojássárgájában vizsgáltam.

A β -karotin-kiegészítés a BC₅ és BC₁₀ csoportokban -a vérplazmában és a májban is- megemelte a β -karotin koncentrációját. A vérplazmában a 6. hétre közel azonos értéket kaptam a BC₅ és a BC₁₀ csoportnál, vagyis feltehetően egy telítődési folyamatról van szó. Ami egyaránt utalhat felszívódásban szereplő enzimek, szállítófehérje komplexumok és a tárolókapacitás telítődésére. Ezt az is mutatja, hogy a 2 nagyobb dózis esetében a vér BC koncentrációja nem különbözött szignifikáns mértékben egymástól. Az A és a BC₁ csoportokhoz (amelyek kiegészítése elméleti retinol ekvivalenciát jelent) viszonyítva a másik három csoportot, szignifikáns különbségeket észleltem ($P \leq 0,05$) a dózis és az idő függvényében a vérplazmában és a májban is.

A vér retinoid szintjei között nem volt jelentős eltérés. A máj RP koncentrációja az A és BC₁ csoportok esetében gyakorlatilag azonos volt, jelezve a retinol ekvivalenciát. A BC₅ és BC₁₀-es csoportokban az RP raktárképződés a dózistól és a kezelési időtől függően nőtt, de nem az elméletileg elvárt ötszörös és tízszeres koncentrációkat kaptam. Azt, hogy a luxus BC milyen arányban távozott a vizelettel illetve a bélsárral -mivel nem gyűjtöttük külön a két excrementumot, és nem is analizáltam azokat- nem tudom megválaszolni.

A vér MDA tartalma a kezelés első négy hetében dóziszfüggően csökkent, de az A

csoporthoz viszonyítva számottevő csökkenés csak a BC₁₀ csoportnál volt tapasztalható a kezelés teljes időszakában.

A kísérlet második hete után a nevelőtáp etetéséről áttértem a tojótáp etetésére. A tojótáp hosszú ideig való tárolása alatt annak zsírtartalma feltehetően oxidatív károsodásnak (avasodás) indult. Ennek következtében a szervezetben is potenciálisan több szabadgyök keletkezett, amit a β -karotin részben neutralizált, hiszen a 4. hétre csak az A-vitamint kapott állatok májában emelkedett meg drasztikusan az MDA koncentráció (9,48→16,29). A karotin kiegészítés hatására ugyanakkor bár nem dóziszfüggően, de jelentősen csökkent az MDA tartalom, ami a fenti feltételezésemet támasztja alá.

Végeredményként a vérben mérhető szintézis, raktározás és mobilizáció nézőponjából is központi szerepet játszó májon kívül a tojássárgájában is vizsgáltam különböző paramétereket.

A BC₅ és BC₁₀ csoportokban megemelkedett a tojássárgája β -karotin és retinoid, ezen belül legkifejezettebben az észterifikált A-vitamin (RP) szintje. A szokásos A-vitamin szint ötszörösét (BC₅) illetve tízszeresét (BC₁₀) takarmányukkal β -karotin formában felvevő fürjek tojásaiba beépülő β -karotin mennyiség azonban nem tükrözte sem a dózis nagyságának, sem az alkalmazás időtartamának a különbségét. Ezt támasztja alá az is, hogy akár az A, akár a BC₁ csoportokhoz viszonyítottam az értékeket, csak azonos szintű szignifikáns eltérések voltak kimutathatók.

A β -karotin és a koleszterin metabolizmusában a felszívódás, a transzport és a depozíció folyamataiban is azonosságok tapasztalhatók.

A tojó madarakban a szik anyagainak alapjául szolgáló lipideket egy viszonylag széles sűrűségi sávba tartozó, leggyakrabban mégis VLDL-nek nevezett frakció szállítja. Ebben a fő tömeget adó trigliceridek mellett jelentős a Ch és ChE mennyisége is. A takarmány megnövelt karotintartalma esetében a nem teljes transzformáció miatt telítődik β -karotinnal a lipoprotein frakció, így a karotint és a koleszterint szállító lipoproteinek között vetélkedés alakulhat ki.

Ha sikerül megváltoztatni a koleszterin és a karotin metabolizmus egy vagy több összetevőjét, akkor a kölcsönhatás következtében detektálható változás következik be. A vizsgálat 4. hetében az emelt β -karotin tartalmú tápot kapó csoportoktól (BC₅ és BC₁₀) származó tojásokban a koleszterinszint csökkenését tapasztaltuk, miközben a β -karotin koncentráció növekedett. Ez a kedvező tendencia azonban a 6. hétre eltűnt, sőt minden csoportban emelkedett a tojássárgája koleszterintartalma. Erre az általam japán fürjekben mért eredményre további kísérletekkel alátámasztott magyarázatot nem tudok adni. Újabb célzott vizsgálatok viszont tisztázhatnák ezt a jelenséget.

- * *A vérplazma BC koncentrációja közel azonos lett az ötszörös, és tízszeres dózis hatására, vagyis egy telítődési folyamatról van szó.*
- * *A vér retinoid szintjei között nem volt jelentős eltérés, ami a mobilizáció szabályozottságára (ROL-RBP-TTR), és az intestinalis β -karotin transzformációt követő egyenletes RP-transzportra utal.*
- * *Kísérleteim alapján az 50.000 NE A-vitaminnal sztöchiometriailag ekvivalens β -*

karotin mennyiség a fűrj szervezetének retinoid szükségletén kívül a tojásba történő jelentős β -karotin és retinoid beépülésre is elegendő.

* *A májban a karotin kiegészítés hatására nem dóziszfüggően, de csökkent az MDA tartalom.*

3.3. B-KAROTIN KIEGÉSZÍTÉS HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA A KIKELÉSTŐL CSAK

B-

KAROTIN KIEGÉSZÍTÉST KAPOTT FÜRJEKBE

A kísérlet egy árutermelésre szakosodott fűrjtenyésztőtől vásárolt tojások keltetésével indult. A vásárolt tojás néhány paramétereit, majd az általam különböző BC tartalmú takarmányon felnevelt fűrjek tojásainak ugyanezen paramétereit is meghatároztam, és összehasonlítottam a kapott eredményeket.

A vásárolt tojások és a kereskedelmi tojótápon felnevelt állatok (A-csoport) tojásainak β -karotin koncentrációja azonosnak tekinthető, hiszen gyakorlatilag különbség sem volt az etetett tápok összetételében. A β -karotin kiegészítésben részesült BC csoportokon belül megállapítható, hogy a BC koncentráció dóziszfüggően alakult a tojásokban, és az A-csoporthoz viszonyítva valamennyi BC csoportnál szignifikáns eltérést tudtam kimutatni ($p \leq 0,001$).

A tojás összkoleszterin koncentrációja fordított arányban alakult a takarmány β -karotin tartalmával. Minél több β -karotint tartalmazott a takarmány, annál alacsonyabb lett a tojás összkoleszterin koncentrációja. Ez valószínűleg azért következett be, mert a β -karotin és a koleszterin-észter között versengés alakult ki a lipoproteinek kötőhelyeiért, és mivel a kiegészítés hatására mennyiségileg több BC molekula volt jelen, így az kiszorította a koleszterin-észtert a lipoprotein molekula belsejéből.

A tojások retinoid koncentrációi nem BC dóziszfüggően alakultak. A ROL esetében a BC₁ és a BC₅ csoportoknál mértem magasabb koncentrációt, míg a RIL koncentráció a BC₅ és A-csoport tojásaiban bizonyult magasabbnak. Tehát bármelyik BC kiegészítéssel a szervezetükbe annyi β -karotin került, hogy abból még képesek voltak retinoidot a tojásba deponálni.

A BC kiegészítésben részesült csoportoktól gyűjtött tojások keltethetőségi mutatói egyértelmű javulást mutattak. Míg a vásárolt tojások kelési %-a 78, az A-csoporté 81 % volt, addig a BC₁ csoporté 10 %-kal, a BC_{2,5}-é 8 %-kal és a BC₅ csoporté 7 %-kal magasabb volt, mint a kereskedelmi tojótápot fogyasztott csoporté (A-csoport).

A terméketlen tojások száma a BC₁ és BC₅ csoportoknál volt a legalacsonyabb, sőt az embrióhalandóság is csökkent a BC kiegészítés hatására.

A napos fűrjek vérplazmájában a BC koncentráció dóziszfüggően változott. A legalacsonyabb BC koncentráció a 2. kelés A csoportjának vérplazmájában volt.

A BC₁ és a BC₅ csoport vérplazmájában a β -karotin koncentrációjának aránya 1:3 volt, tehát ez is bizonyítja, hogy a β -karotin nem szívódik fel teljes mértékben, hiszen a dózisok aránya 1:5. A második kelés A-csoporthoz viszonyítva a második kelés BC csoportjaiban szignifikánsan nagyobbak lettek a BC koncentrációk.

Az A- és a BC₁ csoportnál azonos ROL koncentrációkat mértem a vérplazmában, ami szintén a jól beállított retinoid-BC ekvivalens mennyiségre utal.

Az 5x-ös dózisú β -karotin kiegészítésből alakult át a legtöbb ROL.

A retinil-palmitát koncentráció a 2. kelés A-csoportjának vérplazmájában volt a legmagasabb. Az 1. kelés és a 2. kelés BC₁ csoportjának RP koncentrációja azonos lett. A BC csoportok vérplazmájának RP koncentrációja dóziszfüggően alakult. Az A-csoporthoz viszonyítva a BC₁ és BC_{2,5} csoportnál mért koncentráció-értékek szignifikánsan alacsonyabbak.

A bélhámsejtekben át nem alakult β -karotin a portális keringésen keresztül a májba jut, ott raktározódik. A vérplazmában megfigyelt dóziszfüggő változás a napos fürjek májának BC koncentrációjánál is tapasztalható volt. A csak kereskedelmi tápot fogyasztó fürjek (1. kelés, 2. kelés A-csoport) májában igen csekély volt a BC koncentrációja. Az A-csoporthoz viszonyítva szignifikánsan magasabb BC koncentrációjúak a BC csoportok.

Az 1. valamint a 2. kelés BC_{2,5} és BC₅ csoportjainál a májban a ROL koncentrációk szinte azonosak. A BC₁ csoportnál emelkedett meg leginkább a retinol koncentrációja, majd ezt követte az A-csoport koncentráció-értéke.

Kísérletemben az RP koncentrációk is azonosnak tekinthetők a 2. kelés csoportjainak májában. Az 1. kelés értéke csupán 1/3-a a 2. kelésnél mért RP koncentrációnak.

Az MDA koncentrációja a β -karotin kiegészítésben nem részesült állatok májában megegyezik, míg a BC-jelű csoportok esetében dóziszfüggően alakult ennek mértéke. Az 5x-ös dózis hatására csökkent leginkább az MDA koncentrációja.

A napos fürjek után a 2-8 hetes fürjek paramétereit vizsgáltam.

A 2-8 hetes fürjeknél is dóziszfüggően alakult a vérplazma BC koncentrációja a 2.,4. és 8. héten egyaránt.

Az összkoleszterin koncentrációja a 2. héten a BC₁ csoportnál a legalacsonyabb. A BC-jelű csoportok koncentrációja nem haladta meg az A-csoportét. Ez a tendencia a 4. héten az ellenkezőjére fordult. A 4. és a 6. héten a β -karotin hatására nem csökkent a TCh koncentrációja. A 8. hétre viszont az A-csoport TCh koncentrációja meghaladta a BC csoportokét.

A vérplazma ROL koncentrációja a 4. hétre beállt egy 400-500 $\mu\text{g/L}$ közötti koncentráció-szintre valamennyi BC csoportnál, majd a 8. hétig ezen a szinten is maradt. A 4. hét után az A-csoport ROL koncentrációja 300-400 $\mu\text{g/L}$ sávban állapodik meg. Az RP koncentrációnál is ugyanezt a következtetést vonhatom le, de az RP koncentrációja a 150-250 $\mu\text{g/L}$ intervallumban található valamennyi csoport vérplazmájában.

A BC csoportok vérplazmájának MDA koncentrációja az első négy hétben meghaladta az A-csoport MDA koncentrációját, majd a 6. héten a BC₁ és BC₅, a 8. héten pedig a BC₅ csoport MDA koncentrációja csökkent az A-csoportnál mért értékek alá. Tartósabban csak az 5x-ös BC dózis csökkentette a szabadgyökök mennyiségét.

A májak tömege az életkor előrehaladtával nőtt, majd a 6. hétre elérte a végső tömegét: 3,8-5,1 g-ot. A májak BC koncentrációja dóziszfüggően változott a 6. hétig. A 8.

héten az 5x-ös dózis hatására már lecsökkent a máj BC koncentrációja (40,9→24,5 µg/g). A különbség egy része valószínűleg a tojásban választódott ki, hiszen 6 hetes koruktól elkezdtek tojni a fűrjek.

A retinoid koncentráció a 6. hétig nőtt, majd beállt a ROL esetében egy 150-200 µg/g-os az RP esetében pedig 60-100 µg/g-os koncentrációs sávba. Szignifikáns különbségeket csak a BC_{2,5} csoportnál tudtam kimutatni az A-csoporthoz viszonyítva.

A máj MDA koncentrációja az A-csoportnál volt a legalacsonyabb a kísérlet teljes időtartama alatt. Ennek - az első látásra meglepő - eredménynek a háttérében a karotinoidek és az E-vitamin között fennálló interakció állhat. A felszívódás szintjén ugyan az A-vitamin fejt ki antagonistát az E-vitaminra, de a tárolás során ezt a negatív interakciót a karotin és E-vitamin között is észlelték. Ennek hatására pedig a máj feltehetően csökkent E-vitamin tartalmával magyarázható az MDA koncentráció változása, illetve az a tény, hogy az antioxidáns státusz szempontjából legkedvezőbb eredményt az A-vitamin kiegészítés esetén észleltem.

- * *A β-karotin javította a tenyésztőtojások biológiai értékét.*
- * *A BC kiegészítés mértéke, illetve annak időtartama is lényeges a karotin antioxidáns hatásának kifejtésében. A folyamatos kezelés hatására egy meghatározott idő - akkumulációs szakasz- után éri el az adott szövetben azt a koncentrációt, amely már mérhető antioxidáns hatást eredményez.*

3.4. A B-KAROTIN HATÁSA AZ AVASODÁSNAK INDULT TAKARMÁNYT FOGYASZTÓ FÜRJEKRE

A hosszú ideig tartó tárolás hatására avasodásnak indul a takarmány. Ebben a kísérletben már kísérletesen idéztem elő avasodást. Előzetesen 24 órán át 65 °C-on hőkezelt zsírt (oxidált tyúkzsírt) kevertem a kereskedelmi táphoz. A tyúkzsír peroxidyszáma: 85 volt. A baromfi takarmányra vonatkozó magyar szabvány (Magyar Takarmány Kódex II/2. kötet, OMMI, Budapest, 1990.) alapján az elfogadható felső érték a 25-ös peroxidszám.

A takarmányba bekevert tyúkzsír (nem oxidált), az oxidált tyúkzsír és az oxidált tyúkzsír+β-karotin hatását vizsgáltam a 4 hétig tartó kísérletben.

A fő kérdés a kísérlet során az volt, hogy a mérsékelten avasodott táp prooxidatív hatását a β-karotin kiküszöböli-e ?

A 4. hétre a kiindulási értékhez képest a kontroll és a karotinos csoport BC koncentrációja emelkedett meg a vérplazmában. A táp tyúkzsírral illetve oxidált tyúkzsírral történő kiegészítése egyaránt rontotta a BC felszívódását. A zsír mellett karotin kiegészítésben is részesült állatok vérében ugyanakkor a BC koncentráció a tízszeresére nőtt. Ez az emelkedés mind a kontroll, mind az oxidált tyúkzsíros tápot fogyasztott csoportokhoz viszonyítva is szignifikáns volt.

A vérplazma koleszterin koncentrációját az oxidált tyúkzsír jelentősen megemelte, amelynek pontos okát nem ismerjük. A vérplazma TG koncentrációja lényegesen nem változott meg, viszont a tyúkzsír kis mértékben csökkentette a vérplazma TG koncentrációját, ami annak többszörösen telítetlen zsírsav tartalmával, illetve ezen

zsírsavak hatékonyabb sejtekbe történő beépülésével lehet összefüggésben.

A kontroll csoport vérplazmájának ROL koncentrációja lett a legmagasabb.

A BC antioxidáns hatásának bizonyítására a lipidperoxidációs folyamatok egyik stabil végtermékének tekinthető MDA koncentrációjának meghatározását használtam.

A kontroll csoporthoz viszonyítva a tyúkszír csökkentette, míg az oxidált tyúkszír növelte a fürjek vérplazmájában az MDA koncentrációját, ami a prooxidáns bevitel eredményeképpen nagyobb mennyiségű szabadgyök képződésére utal. A BC az oxidált tyúkszír ezen káros hatását csökkentette, bár szignifikáns eltérést nem tudtam kimutatni.

A bélhamban át nem alakult, felszívódott, és vérkeringésbe jutó BC a májba kerül. A fürjeket csak a kísérlet végén (4. hét) véreztettem el, ekkor határoztam meg a máj néhány paraméterét.

A máj BC koncentrációja a kontroll és az oxidált tyúkszíros takarmányt fogyasztó csoport esetében azonos volt, a tyúkszírt és az oxidált tyúkszírt+karotint tartalmazó tápot fogyasztó csoportok májában viszont nagyobb β -karotin koncentrációt mértem. Ennek az eredménynek a hátterében a csökkent karotin \rightarrow A-vitamin konverzió mellett a többszörösen telítetlen zsírsavak pozitív hatása állhat. A lipidoldékony anyagok - pl. karotinoidek - felszívódását ez segíthette.

A kontroll és az oxidált tyúkszírt tartalmazó tápot fogyasztó csoporthoz viszonyítva szignifikáns BC koncentráció-növekedést okozott a BC adagolása a májban.

Az ötszörös BC dózis hatására több RP szállítódott a májba. Mivel a tyúkszír és az oxidált tyúkszír gátló hatása miatt feltehető, hogy kevesebb BC szívódott fel, illetve alakult át, a májba szállítódott és raktározott RP koncentrációja is kisebb volt, mint a kontroll csoportnál mért érték. A megemelt karotin dózis ezen hatása az eltérő felszívódási viszonyokkal - a nagy karotin mennyiség esetleges gátló hatása - lehet összefüggésben, mivel az alacsony BC dózis mellett ezzel ellentétes hatás volt észlelhető.

A máj MDA koncentrációja valamennyi csoportnál alacsonyabb, mint a kontroll csoporté. A β -karotin kiegészítés hatására az ilyen kiegészítésben részesült csoportban volt a legalacsonyabb az MDA koncentráció, ami a potenciális antioxidáns hatást bizonyítja.

A vérplazmához és a májhoz hasonlóan a BC kiegészítésben is részesült csoport tojássárgája tartalmazta a legtöbb β -karotint. A másik három csoport közel azonos értéket mutatott.

A tojások TCh koncentrációját már a 2. hétre csökkentette a BC, hiszen a csak oxidált tyúkszíros takarmányt (BC nélkül) fogyasztott csoport tojásaiban jelentősen megemelkedett a TCh koncentrációja. A prooxidatív terhelés stimulálta a lipid metabolizmust (koleszterint is) és az antioxidáns rendszert. Feltehetően az antioxidáns rendszer enzimikus tényezői adaptálódnak tudtak, mert a folyamatos terhelésre a TCh koncentrációja a kontroll csoport TCh koncentrációjával azonos.

Az oxidált tyúkszír etetésének hatására a tojásban a 2. hétre megemelkedett TG koncentrációt is csökkentette a BC, bár szignifikáns különbséget nem tudtam kimutatni a két csoport között. A tojások retinoid koncentrációja is megemelkedett a kontroll csoporthoz képest a BC kiegészítésben is részesült csoportban.

A BC kedvező hatását tapasztaltam az avasodott takarmány a tojássárgájának

minőségére kifejtett hatásának javításában is. Az oxidált tyúkzsíros kiegészítés ugyanis megnövelte a tojássárgájában található szabadgyökök mennyiségét, tehát potenciálisan oxidatív károsodást idézett elő. A BC ezt a káros hatást csökkentette, hiszen a négy csoport eredményei közül a β -karotinos csoport MDA koncentrációja a legalacsonyabb.

- * *Az oxidált tyúkzsír nemcsak a β -karotin felszívódását, hanem annak ROL-lá történő átalakulását illetve esetleg a retinoidok felszívódását is gátolja.*
- * *A mérsékelten prooxidáns tartalmú takarmányok hatására keletkező szabadgyököket a β -karotin semlegesítette.*

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

1. Fürjekkel végzett vizsgálatok során megállapítottam, hogy a duodenumban és a jejunumban a β -karotin felszívódás dóziszfüggő mértékben, de közel azonos időben történik.
2. Tízszeres A-vitamin ekvivalens β -karotin bevitel esetén megállapítottam, hogy a duodenum és a jejunum nyálkahártyája illetve a vérplazma retinol tartalma nem dóziszfüggően változott, sőt a nagyobb mennyiségű β -karotin hatására romlott a retinoiddá történő transzformáció mértéke. Utóbbi hatás hátterében a retinoid bioszintézis illetve transzport folyamatok fiziológias szabályozása állhat.
3. A közismert antioxidáns tulajdonságú β -karotin együttes koleszterin adagolással csökkentette a szövetek MDA tartalmát.
4. A máj illetve a tojás β -karotin és retinoid tartalmát vizsgálva megállapítottam, hogy β -karotin kiegészítés hatására annak mennyisége az elméletileg várt mértéknél kisebb mértékben nőtt, amelynek oka a hasznosulás romlása.
5. A β -karotin kiegészítés hatására csökkent a vérplazma illetve a tojás koleszterin tartalma, amelynek hátterében az állhat, hogy a β -karotin nem teljes mértékű transzformációja miatt a karotint szállító lipoprotein frakcióban a karotin és a koleszterin között kompetíció áll fenn.
6. A β -karotin felszívódással kapcsolatos vizsgálatok során megállapítottam, hogy a kereskedelmi táp A-vitamin tartalmával sztöchiometriailag ekvivalens β -karotin 10-szeres dózisa már luxusfogyasztásnak minősül.
7. Megállapítottam, hogy a mérsékelt prooxidáns tartalmú takarmányok (peroxidszám: 85) hatására potenciálisan keletkező szabadgyököket a β -karotin kiegészítés nagyrészt neutralizálta, a β -karotin felszívódása illetve retinoidokká történő transzformációja ugyanakkor csökkent.
8. Tojótýúkban végzett vizsgálatok során, a fürjekkel azonos módon beállított - a β -karotin felszívódását és a β -karotin és koleszterin közötti kapcsolat vizsgálatát célzó - kísérleti modellekben, megállapítottam, hogy a fürj a lipidmetabolizmus ezen speciális területén is megfelelő modellállat.

GYAKORLATNAK ÁTADHATÓ EREDMÉNYEK

9. A tojás biológiai értékének javítására javasolható 50.000 NE A-vitaminnal ekvivalens β -karotin kiegészítés, amely az állatok szervezetének szükségletén kívül a tojás karotin és A-vitamin tartalmát is jelentősen megnöveli, a koleszterin tartalom egyidejű mérsékelt csökkentése mellett.

- 10.A β -karotin kiegészítés hatására javult a tenyésztójások keltethetősége, csökkent a terméketlen tojások, valamint az elhalt embriók száma.
- 11.A β -karotin antioxidáns hatásának vizsgálata során megállapítottam, hogy a májban a karotin és az E-vitamin között antagonizmus állhat fenn, tehát karotin kiegészítés során fokozott figyelmet kell fordítani a tápok E-vitamin tartalmára.

5. Az értekezés témakörében megjelent saját közlemények jegyzéke

TUDOMÁNYOS FOLYÓIRAT CIKKEK (5)

12. ÁGOTA G., BÁRDOS L., MIGÁLYNÉ LAKNER H.: A tojássárgájába történő β -karotin- és koleszterin-beépülés jellege (Modellkísérlet japán fürjjelel), Állattenyésztés és Takarmányozás, 1998. 47 (5) pp. 447-455.
2. ÁGOTA G., L. BÁRDOS and B. BARLAI: Effect of carotene dosis on plasma cholesterol in laying hens
Bulletin of the Szent István University, Gödöllő 1997-2000. pp.119-124.
3. J. JANAN, L. BÓDI, G. ÁGOTA, L. BÁRDOS, P. RUDAS, J. KOZÁK and M. KARSAI: Relationships between force feeding and some physiological parameters in geese bred for fatty liver
Acta Vet. Hung. 2000. 48 (1), pp. 89-97.
4. ÁGOTA G., BÁRDOS L., MÉZES M., BARLAI B.: β -karotin kiegészítés hatása a vérplazma és a máj β -karotin, retinoid és malondialdehid tartalmára (modellkísérlet japán fürjjelel)
Magyar Állatorvosok Lapja , 2000./1. pp. 24-28.
5. A. PUSZTAI, G. ÁGOTA, L. BÁRDOS: Effect of large dietary doses of β -carotene on plasma retinoid, β -carotene levels and progesteron production in granulosa cells of the Japanese quail
Acta Vet. Hung. 2000. 48 (1)

KONFERENCIA KIADVÁNYOK *Nemzetközi konferenciák (5)*

13. BÁRDOS, A. KERTI, GY. SÓTÉR, G. ÁGOTA, K. KARCHESZ: Egg Constituents Optimalization with Natural Biological Factors (Retinoid, Tocopherol and Ascorbic Acid) for Higher Quality (Healthy) food production,
3rd Internet World Congress on Biomedical Sciences in Riken, Japan, poster ER0518, 12. 09. 1996.
14. BÁRDOS, K. OPPEL, A. KERTI, G. ÁGOTA: Retinol Enrichment of Japanese Quail Eggs with Retinyl Acetate, Ascorbic Acid and Tocopherol Supplementation of the Feed,
Fyziologické aspekty zdravej výživy, Nitra, Zborník referátov, p. 6, May. 1997.
15. ÁGOTA, L. BÁRDOS, K. KARCHESZ: The Effects of Dietary Retynil Acetate and β -Carotene Supplementation on the Follicular of Retinoids in Japanese Quails,
Jubilejná Hydinárska Konferencia, z príležitosti 50. výročia založenia VÚZV Nitra a 45. výročia založenia VÚCHH v Ivanke pri Dunaji, Zborník referátov
68, May. 1997.
16. KERTI, L. BÁRDOS, G. ÁGOTA: Storage of Retinoids and β -carotene in Genital Organs of Japanese Quail,
Retinoids □97, Nice, France, Abstract AO83, p. 95., 28.09.-01.10. 1997.
17. ÁGOTA, L. BÁRDOS, B. BARLAI: Are Beta Carotene and Cholesterol Competitors During the Blood Transport in Laying Hens?,
4th Internet World Congress on Biomedical Sciences in UOEH, Kitakyushu, Japan, poster

PA0049, 8-19. 12. 1997.

Hazai Konferenciák (8)

MAGYAR ÉLETTANI TÁRSASÁG VÁNDORGYŰLÉSEI

18. ÁGOTA G., BÁRDOS L., BARLAI B., KARCHESZ K.: A β -karotin felszívódásának vizsgálata és kölcsönhatása a vér koleszterin szintjére tyúkokban, MÉT LXII. vándorgyűlése, Pécs, 1997. (poster No 76.), A MÉT LXII. vándorgyűlésének előadáskivonatai és poszter-összefoglalói p. 141.
19. ÁGOTA G., BÁRDOS L., MÉZES M.: β -karotin kiegészítés hatása a vérplazma és a máj β -karotin, retinoid és malondialdehid tartalmára japán fűrjben MÉT LXIII. Vándorgyűlés, Debrecen, 1988. (poszter No 43.), A MÉT LXIII. vándorgyűlésének előadáskivonatai és poszter-összefoglalói p. 72.

MTA - ÁLLATORVOSTUDOMÁNYI SZAKBIZOTTSÁG BESZÁMOLÓI

20. KERTI A., ÁGOTA G., BÁRDOS L., KARCHESZ K.: Retinil-acetát kezelés hatása japán fűrjben (*Coturnix coturnix japonica*) - II. Az ivarszervekbe történő retinoid-, α -tokorefol és β -karotin beépülés,
MTA Áo. Tud. Biz. Akadémiai beszámoló, 1995. 22. (5) p. 24.
21. KERTI A., ÁGOTA G., BÁRDOS L.: A tojásba történő retinoid depozícióban megnyilvánuló retinoid, tokoferol és aszkorbinsav kölcsönhatás vizsgálata,
MTA Áo. Tud. Biz. Akadémiai beszámoló, 1996. 23. (5) p. 13.
22. ÁGOTA G., BÁRDOS L., MÉZES M.: β -karotin kiegészítés hatása japán fűrjek néhány antioxidáns paraméterére,
MTA Áo. Tud. Biz. Akadémiai beszámoló, Élettan, biokémia, kórélettan, 1998. 25. p. 13.

MAGYAR LABORATÓRIUMI DIAGNOSZTIKAI TÁRSASÁG NAGYGYŰLÉSEI

23. OPPEL K., BÁRDOS L., KULCSÁR M., LAKNER H., ZSILLE P., ÁGOTA G.: Néhány plazmaparaméter ELISA lemezen történő meghatározásának tapasztalatai,
MLDT 47. nagygyűlése, Szeged, 1997. (poszter No 72.), in. Klinikai és Kísérletes Laboratóriumi Medicina, 24 (3) p. 139.
24. ÁGOTA G., OPPEL K., BÁRDOS L., LAKNER H., KARCHESZ K.: Retinoid-meghatározás normál- és fordított-fázisú HPLC technikával,
MLDT 48. nagygyűlése, Kecskemét, 1998. (poszter No 59.) in Klinikai és Kísérletes Laboratóriumi Medicina, 25 (3) p. 142.

EGYÉB KONFERENCIÁK

25. ÁGOTA G.: A β -karotin metabolizmusa és a koleszterin anyagforgalom kölcsönhatásának vizsgálata japán fűrjben
Ifjúsági tudományos fórum, Keszthely, 1999. 03.11., előadás

SZAKMAI-TUDOMÁNYOS ÉS ÉLETRAJZI ADATOK

1. ÁGOTA GABRIELLA

2. SZEMÉLYI ADATOK:

Születési hely, idő: Békéscsaba, 1973. 06. 30.

3. EGYETEMI KÉPZÉS, KÉPESÍTÉSEK:

1996-1999 Nappali tagozatos Ph.D. ösztöndíjas: Agrártudományi Egyetem, Gödöllő
Tudományos Továbbképzési Intézet,
Állatélettani és Állategészségtani Tanszék

1997-1999 **Élelmiszer-minőségbiztosítási szakmérnök** (1/1999)

1991-1996 Egyetemi hallgató: Agrártudományi Egyetem, Gödöllő
Mezőgazdaságtudományi Kar, Tejgazdasági szakirány
Okleveles agrármérnök (2/1996)

4. NYELVVIZSGÁK, NYELVISMERET:

Angol nyelv	alapfok "A"	004962	1998.05.15.
Angol nyelv	alapfok "B"	020209	1998.02.20.
Orosz nyelv	középfok "C"	11626	1996.01.24.

5. MUNKAHELYEK ÉS BEOSZTÁSOK:

2000. 03.- IMSYS Kft., Budapest, *minőségügyi tanácsadó*

1999.11.-2000. 02. Danone Kft., Budapest, *labormérnök*

1999.09.-10. Kisállattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet, Gödöllő
Baromfitenyésztési és Genetikai Osztály, *tudományos munkatárs*

1996-1999 Agrártudományi Egyetem, Gödöllő,
állami ösztöndíjas Ph.D. hallgató
Az állattenyésztés biológiai alapjai *Doktori Program*
Takarmányozás-élettan és takarmányozás-technológia *Alprogram*

6. FŐBB KUTATÁSI TÉMAKÖRÖK:

1996-1999 A β -karotin felszívódásának, transzportjának és tojásba épülésének vizsgálata, különös tekintettel a koleszterin anyagforgalommal való kölcsönhatására (Japán fürjben és tyúkban végzett kísérletek)

1993-1996 Petefészkekbe történő retinoid és β -karotin beépülés vizsgálata japán fürjben

7. TUDOMÁNYOS ÉS SZAKMAI PUBLIKÁCIÓK SZÁMA: összesen: 19 db

Külföldi konferencián összefoglalóként megjelent előadás/poszter: 6db

Hazai konferencián összefoglalóként megjelent előadás/poszter: 8db

Lektorált folyóirat cikk idegen nyelven: 3db, magyarul: 2db

8. TUDOMÁNYOS TÁRSASÁGI TAGSÁG

Agrár-Minőségügyi Társaság (2000)

