

# Animal welfare, etológia és tartástechnológia



## Animal welfare, ethology and housing systems

Volume 7

Issue 4

Különszám

Gödöllő  
2011



## A DÚSÍTOTT TOJÁSSÁRGÁJA POR MINT A KAROTINOID KIEGÉSZÍTÉS EGY LEHETSÉGES FORMÁJA (EGEREK BEN VÉGZETT VIZSGÁLATOK)

*Kerti Annamária, Kiss Zsuzsanna, Szabó Csaba, Bordán Judit, Bárdos László*

Szent István Egyetem, Állattudományi Alapok Intézet, Állatételtani és Állat-egészségtani Tanszék

[kerti.annamaria@mkk.szie.hu](mailto:kerti.annamaria@mkk.szie.hu)

### Összefoglalás

A dúsított tojássárgája por az egyébként is számos igen kedvező egészségügyi hatással rendelkező karotinoidok kiváló forrása lehet. Vizsgálatunkban luteint és likopint kevertünk tojássárgája mintákba porításukat megelőzően. A lutein és likopin hasznosulását tanulmányoztuk luteinnel és likopinnal két különböző formában kiegészített takarmányt adagolva BALB/c egerekben. Az egyik takarmány karotinnal dúsított tojássárgája port tartalmazott, míg a másik takarmány ugyanezeket a karotinoidokat az eredeti preparátumok formájában. Mindkét fajta kiegészítést azonos arányban (0,035%) kevertük a kísérleti takarmányokba. A kísérleti állatokat a kiegészítés 5. és 10. napjain elvégeztettük. A vérszérum és a májak lutein és likopin koncentrációit HPLC módszerrel határoztuk meg. A lutein és likopin kiegészítések mindkét karotinoid esetében szignifikáns mértékű növekedést eredményeztek mind a vérszérumban mind a májszövetben függetlenül a kiegészítés módozatától. Ugyanakkor a növekedés sokkal jelentősebb mértékű volt, amikor a luteint a tojássárgája por biológiai matrixában adagoltuk a tiszta kémiai formátum hatékonyságához viszonyítva. A likopin esetében viszont a mikrokapszulázott kémiai vegyület tűnt hatékonyabbnak. A két karotinoid hatékonyságában tapasztalt különbség valószínűleg az eltérő polaritásukkal és különböző oldódási tulajdonságaikkal magyarázható. A vizsgált két karotinoid között egy időben történő adagolásukkor feltehetőleg kialakuló kompetíció miatt a tojássárgája por dúsítása mindkét karotinoid együttes alkalmazásával nem ajánlott.

**Kulcsszavak:** karotin, lutein, likopin, tojássárgája por, egér



## The fortified egg yolk powder as a perspective in carotenoid supplementation (Experiments in mice)

### Abstract

Carotenoids possess a range of important and well documented biological activities. Fortified egg yolk powder may be a good source of them. Two carotenoids, lutein and lycopene were mixed into egg yolk before pulverization for the preparation of fortified yolk powder. The utilization of lutein and lycopene was investigated in BALB/c mice fed a diet containing lutein and lycopene in two forms. One was the fortified egg yolk powder and the other was a microcapsulated formula. Both carotenoids were added in the same ration (0.035%) of experimental diet. Mice were bled at the 5<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> days of the experiment. The blood and liver concentrations of lutein and lycopene were determined by HPLC. Lutein and lycopene supplementation in both forms were resulted significant elevation in the concentrations of these carotenoids in the blood and liver tissue too. The elevation was more effective if the lutein was administered in the biological matrix of egg yolk powder compared to chemical formula. In the case of lycopene however the microcapsulated chemical formula seemed to be more effective. Maybe this was resulted because of the different polarity and solubility manner of these carotenoids. According to our results because of the possible interaction between these two carotenoids their joint use for the fortification of egg yolk is not recommended.

**Keywords:** carotenoids, lutein, lycopene, egg yolk powder, mice

### Irodalmi áttekintés

Humán és állat kísérletekben már bizonyítást nyert, hogy a karotinoidok számos kedvező egészségügyi hatással rendelkeznek. A karotinoidok ezen előnyös tulajdonságai közé tartozik antioxidáns aktivitásuk, rákos megbetegedésekben tapasztalható kedvező hatásuk, és pozitív szerepük az immunológiai folyamatokban (Rao és Rao, 2007). A karotinoidok egyik leginkább tanulmányozott szerepe az két oxikarotinoidnak (a luteinnek és a zeaxantinnak) a macula degenerációjának védelmében betöltött megelőző és védelmi funkciója (Seddon és mtsai, 1994). Az időskori macula degeneráció (AMD) idősebb felnőttekben centrális látáskiesést okoz a retina sárgafoltjának károsodása következtében. A sárgafolt jelentős mennyiségben tartalmaz oxikarotinoidokat (luteint és zeaxantint). Ezek a sárga festékanyagok megvédik a retinát a fény káros sugaraival szemben. Enélkül a védelem nélkül a retinában



jelentkező oxidatív stressz a centrális látás elvesztéséhez és AMD kialakulásához vezet. A kiegyensúlyozott táplálkozás, az oxikarotinoidokat bőségesen tartalmazó friss gyümölcsök és zöldségek fogyasztása, valamint az esetleges dohányzás abbahagyása elősegítik az AMD kialakulásának késleltetését (Trumbo és Ellwood, 2006). A zöld színű zöldségek mellett a tojássárgája is jelentős mennyiségű luteint és zeaxantint tartalmaz. Ráadásul a tojássárgájában található lutein hasznosulása sokkal kedvezőbb, mint az egyéb zöldségfélékben előforduló luteiné (Chung és mtsai, 2004). A likopin egy aciklikus karotinoid, az egyik leghatékonyabb antioxidáns vegyület, ami különböző gyümölcsökben és zöldségekben (paradicsom, görögdinnye, piros grapefruit, stb.), valamint mikroorganizmusokban található. A likopin ugyancsak számos kedvező egészségügyi hatással rendelkezik mint antioxidáns, részt vesz a szabadgyökök semlegesítésében, a sejtciklus szabályozásban, valamint koleszterinszint csökkentő és antikarcinogén tulajdonságú különösen prosztatara karcinómák esetében. Ez a karotinoid nem szokásos alkotóeleme a baromfi tápoknak. Korábbi kísérleteink eredményei azt jelzik, hogy az étrendi likopin a kívánatos szín elérésével deponálódik a tojássárgájában. A likopinnal dúsított tojás kedvező egészségi hatásait tekintetbe véve pályázhat funkcionális élelmiszerként történő alkalmazásra (Gregosits és mtsai, 2009). A karotinoidok fő biológiai hatásait kutatócsoportunk részletesen ismertette egy áttekintő cikkben (Bárdos és mtsai, 2011).

Ezen tények alapján végeztük el kísérletünket annak kiderítése érdekében, hogy vajon a tojássárgája por, ami egy eltartható tojástermék, ajánlható-e a lutein és a likopin tartós forrásaként.

## **Anyag és módszer**

### *Takarmány adalékanyagok*

A kísérleti takarmány luteinnel és likopinnal lett kiegészítve: vagy az ezeket a vegyületeket tartalmazó tojássárgája porral, vagy közvetlenül, zselatinnal bevont készítmények (Lutein 5% CWS/S-TG; Redivivo™ (likopin) 5% CWS/S mindkettő DSM, Nutritional Products Ltd. Basel, Svájc) formájában adagolva.

### *A dúsított tojássárgája por készítése*

A kereskedelmi tojások felbontását követően egyenlő térfogatú sárgája mennyiségekhez vagy luteint, vagy likopint, vagy mindkét karotinoidot hozzákevertük úgy, hogy a végleges koncentráció 1 %-os legyen (v/w). Ezeket a keverékeket Mini Spray Drier B-191 (BÜCHI Labortechnik GmbH, Németország) készülékkel porítottuk. Majd a tojássárgája por minták tényleges lutein és likopin koncentrációit HPLC módszerrel meghatároztuk (1. táblázat).

**1. táblázat: A tojássárgája por minták lutein és likopin koncentrációi porítást követően**

Kiegészítés	Lutein (mg/g)	Likopin (mg/g)
Nincs	0,01	0,00
Lutein (Lu)	5,38	0,00
Likopin (Li)	0,01	5,78
Lutein és likopin	7,46	11,01

*Kísérleti állatok és kísérleti elrendezés*

A kísérletet BALB/c (*Charles River Ltd, Isaszeg*) laboratóriumi egerekkel végeztük. 8 kísérleti csoportot alakítottunk ki, csoportonként 10-10 állattal (2. táblázat). Az állatokat ad libitum takarmányoztuk az alap, vagy a kiegészített táppal 10 napon keresztül. Az alaptakarmány laboratóriumi egértáp volt. Az adalékanyagokat ebbe a tápba kevertük bele: vagy az antioxidánsokat tartalmazó tojássárgája port, vagy a mikrokapszulázott preparátumokat. A tápot először megdaráltuk, majd a kiegészítések bekeverését követően zselatinnal pogácsákat formáltunk, így a táp a száradását követően alkalmas volt a felhasználásra. Két kontroll takarmányt fogyasztó csoportot állítottunk kísérletbe. Az egyik (A) takarmány semmilyen kiegészítőt nem tartalmazott, csak a zselatinos pogácsázás lett beiktatva, a másik (B) takarmány karotinoid kiegészítő mentes tojássárgája porral lett bekeverve és ugyancsak zselatinnal formázva. A kísérleti állatok közül csoportonként véletlenszerűen 5-5 állatot kiválasztottunk és lege artis elvéreztettünk a takarmány kiegészítés 5. és 10. napján. Kémiai analízis céljából mintát vettünk a vérszérumból és a májból.

*Kémiai analízis*

A tojássárgája por, a vérszérum és a májminták lutein és likopin koncentrációit laboratóriumunk által adaptált és módosított HPLC technikával határoztuk meg (*Kerti és Bárdos, 2006*).

*Statisztikai analízis*

Az eredményeket egy utas ANOVA teszttel Prism 5 for Windows programmal  $p < 0,05$  szinten minősítettük (Gaphpad software).

**2. táblázat: Kísérleti elrendezés**

<i>Csoport</i>	<i>Kezelés</i>	<i>Lutein</i>	<i>Likopin</i>
<i>% a takarmányban (w/w)</i>			
A	K-0		
B	K-TSP		
C	Lu-TSP	0,035	
D	Lu-MKF	0,035	
E	Li-TSP		0,035
F	Li-MKF		0,035
G	LuLi-TSP	0,035	0,051
H	LuLi-MKF	0,035	0,051

Lu=lutein, Li=likopin, TSP=tojássárgája por, MKF=mikrokapszulázott formula

**Eredmények és értékelés**

Az abszolút kontroll csoport (A) és a kizárólag csak kiegészítetlen tojássárgája port fogyasztó kontroll csoport (B) között nem volt különbség a vérszérum és a máj lutein koncentrációiban. Vagyis a kereskedelmi forgalomban kapható tojások alacsony lutein koncentrációja nem volt elegendő ahhoz, hogy növelje a vérszérumban szállítódó, illetve a májban tartalékolat karotinoid koncentrációt. A helyzet a lutein koncentráció változások tekintetében azonos volt a kizárólag likopin kiegészítésben részesült csoportok esetében (E, F) is. Lutein kiegészítés hatására a vérszérumban emelkedés tapasztalható már az 5. napon ( $p < 0,001$ ), ami a kiegészítés 10. napjára még jelentősebb növekedést eredményezett mind a tojásporos (C), mind a közvetlenül adagolt DSM készítmény esetében (D). A májbéli lutein tárolódás a kiegészítésben részesült csoportokban nagyobb mértékű volt ( $p < 0,001$ ), mint a kontroll csoportok (A v. B) esetében. A tojássárgája porban adagolt lutein kiegészítések nagyobb lutein koncentrációt eredményeztek, mint a közvetlenül adagolt készítmények. A likopin esetében ezzel ellenkezőleg a mikrokapszulázott formátum direkt alkalmazása bizonyult hatékonyabbnak mind a vérszérum, mind a máj esetében a tojássárgája porban történő adagoláshoz viszonyítva.

**Következtetések és javaslatok**

A szárított és a porított tojássárgája kiváló alapanyag nagyszabású sütés és főzés során még a háztartásokban is. A szárított tojássárgája pasztörizált, ezért hosszú ideig nagyon stabil. A szakácsművészet azért is használ tojásport, mert ez egyetlen szerkezetet kölcsönöz a szószok és



sütemények számára. A tojásport tárolás során célszerű légmentes zacskókban és tárolókban, nedvességtől és hőtől, valamint napsugárzástól védetten tárolni, ami különben a lipidek és a zsírban oldódó anyagok (vitaminok) oxidálódását okozná.

Ezen felhasználási lehetőségek mellett a tojássárgája por, mint könnyen hasznosítható étrend kiegészítő készítmény (nutraceutikum) használható. Nagy mennyiségben tartalmaz luteint és zeaxantint. A két karotinoid csak a molekula terminális gyűrűjében található egyik kettős kötés elhelyezkedésében különbözik egymástól, emiatt egymástól történő szeparálásuk a szokásos HPLC körülmények között általában nem lehetséges (Sowell és mtsai, 1994). A hasonló szerkezet mellett, hasonló előfordulásuk és biológiai hatásuk is a magyarázata együttes említésüknek. A lutein/zeaxantin a sárgafoltban akkumulálódik, ahol megvédi a retinát a káros fénysugaraktól. A lutein/zeaxantin hozzáférhetősége kiváló a tojássárgájából. Habár a tojássárgája sokkal kevesebb luteint tartalmaz, mint a spenót, mégis sokkal hatékonyabb lutein forrás, elfogyasztásával a vér lutein koncentrációja a spenóthoz képest duplájára növekszik (Chung és mtsai, 2004).

Néhány jelentős tényező korlátozza a xantofillok hasznosíthatóságát, ideértve fizikai természetüket a táplálékforrásokban (mátrix), a xantofill molekula szerkezetét (oxikarotinoid), a xantofillok kapcsolatát az egyéb tápanyag összetevőkkel (elsősorban az étrendi zsírokkal), és a hiányos táplálkozás (Castenmiller és West, 1998). Ezen tényeket figyelembe véve a tojássárgája por rendszeres fogyasztása védelmet jelenthet az AMD kialakulásával szemben. A „tervezett tojás” jól ismert a funkcionális élelmiszerek piacán. A tojássárgája por összetétele egyszerűen változtatható az előállítás során. Például a porítást megelőzően lutein és egyéb olyan biológiailag aktív anyag adagolható a tojássárgájába, amelyek nem találhatók meg a nyers tojásban (pl. likopin). Egereken elvégzett vizsgálataink eredményei alátámasztják, hogy a luteinnel dúsított tojássárgája por sokkal hatékonyabb, mint a tiszta kémiai formátum. A likopin kiegészítés esetében ugyanakkor a tiszta kémiai formátum tűnik hatékonyabbnak a tojásporba adagolt likopinhez viszonyítva. Feltehetőleg ezt a különbséget a két karotinoid közötti eltérő polaritásbeli és oldhatósági tulajdonságok okozzák. A két vizsgálatba vont karotinoid között kialakuló lehetséges interakció miatt együttes alkalmazásuk a tojássárgája dúsítása céljából ugyanakkor nem ajánlott.

## Irodalomjegyzék

Bárdos L., Jung I., Kerti A., Szabó Cs., Kiss Zs. and Lakner H. (2011): Carotenoids and body defense in accordance with experiences in poultry. *Risk Factors and Biological Systems. Volume I.*, eds.: Lukac N and Massanyi P. Slovak Univ. of Agriculture in Nitra, 114-124.





- Castenmiller J. J. M. and West C. E. (1998): Bioavailability and bioconversion of carotenoids. *Annual Review of Nutrition*, 18: 19-38.
- Chung H. Y., Rasmussen H. M. and Johnson E. J. (2004): Lutein bioavailability is higher from lutein-enriched eggs than from supplements and spinach in men. *The Journal of Nutrition*, 134: 1887-1893.
- Gregosits B., Kerti A., Szabó Cs., Lakner H., Jung I. és Bárdos L. (2009): A likopin kiegészítés hatásának vizsgálata a tojótúkok karotinoid és lipid anyagcserejére és a tojásba történő beépülésére. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 131: 594-600.
- Kerti A. és Bárdos L. (2006): Retinoidok (retinol, retinil-palmitát), karotinoidok (lutein, zeaxantin,  $\beta$ -kriptoxantin, likopin,  $\beta$ -karotin) és E-vitamin szimultán analízise rpHPLC-vel. *Klinikai és Kísérletes Laboratóriumi Medicina*, 32S: 106.
- Rao A. V. and Rao G. L. (2007): Carotenoids and human health. *Pharmacological Research*, 55: 207-216.
- Seddon J. M., Ajani U. A., Sperduto R. D., Hiller R., Blain N., Burton T. C., Farber M. D., Gragoudos E. S., Haller J., Miller D. T., Yannuzzi L. A. and Willett W. (1994): Dietary carotenoids, vitamin A, C, and E, and advanced age-related macular degeneration. *The Journal of the American Medical Association*, 272: 1413–1420.
- Sowell A. L., Huff D. L., Yeager P. R., Caudill S. P. and Gunter E. W. (1994): Retinol,  $\alpha$ -tocopherol, lutein/zeaxanthin,  $\beta$ -cryptoxanthin, lycopene,  $\alpha$ -carotene, trans- $\beta$ -carotene, and four retinyl esters in serum determined simultaneously by reversed-phase HPLC with multiwavelength detection. *Clinical Chemistry*, 40: 411-416.
- Trumbo P. R. and Ellwood K. C. (2006): Lutein and zeaxanthin intakes and risk of age-related macular degeneration and cataracts: an evaluation using the Food and Drug Administration's evidence-based review system for health claims. *American Journal of Clinical Nutrition*, 84: 971-974.