



E-vitamin kiegészítés hatása növendék pulykák testsúlygyarapodására, antioxidáns státuszának változására és a hús oxidatív stabilitására

Weber M., Mézes M.

Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Takarmányozástani Tanszék, 2103 Gödöllő, Péter K. u. 1.

ÖSSZEFOGLALÁS

A szervezetben zajló lipidperoxidációs folyamatokat és az antioxidáns védőrendszer egyes tagjainak (E-vitamin tartalom, glutation-peroxidáz aktivitás) változását követtük nyomon növendék bakpulykákban a nevelés időszakában. Vizsgáltuk az életkorral összefüggő változásokat és az E-vitamin kiegészítés hatását. Megállapítottuk, hogy a vérplazma malondialdehid tartalma 10 hetes korban mutatott maximum értéket, míg a májban ez már 4 hetes korban bekövetkezett. Ebben az időpontban a glutation-peroxidáz minimum értéket mutatott. E-vitamin kezelés hatására a malondialdehid tartalom csökkent, a glutation-peroxidáz aktivitás lényegében nem változott. Az izom oxidatív stabilitása E-vitamin kezelés hatására jelentősen javult, hasonlóképpen a testtömeg gyarapodás értéke is.

(Kulcsszavak: pulyka, E-vitamin, malondialdehid, glutation-peroxidáz)

ABSTRACT

Effect of vitamin E supplementation on the body weight gain, changes of antioxidant status and on the oxidative stability of meat in growing turkey

M. Weber, M. Mézes

Szent István University, Faculty of Agricultural & Environmental Sciences, Department of Nutrition
H-2103 Gödöllő, Péter K. 1.

The changes of lipid peroxidation processes and some part of the antioxidant defence system (amount of vitamin E, activity of glutathione peroxidase) were studied during the growing period in turkey toms measuring the age-dependent changes and the effect of vitamin E supplementation on this system. It was found that the malondialdehyde content of blood plasma showed a maximum value at 10 weeks of age, while it was found at 4 weeks of age in liver. At the same age glutathione peroxidase showed the lowest activity. As an effect of vitamin E supplementation the amount of malondialdehyde decrease while the activity of glutathione-peroxidase did not change substantially. Oxidative stability of meat increased markedly as effect of vitamin E supplementation also increase the value of body weight.

(Keywords: vitamin E supplementation, body weight gain, oxidative stability, meat, turkey)

BEVEZETÉS

A pulyka fajnál az egész életciklus alatt meglévő folyamatos és intenzív tömeggyarapodás az egyik oka annak, hogy a pulykaágazat rohamos fejlődésnek indult. A sejtek, szövetek és szervek fejlődését a szervezetben zajló anyagcsere folyamatok során folyamatosan keletkező vegyületek befolyásolják, amelyek elektron-szerkezeti tulajdonságaik miatt kémiaiailag igen reaktívak. Ezek közé tartoznak az ún. oxigén szabad gyökök és az ezeket tartalmazó vegyületek is. Ezek hatására a szervezetben kontrollálatlan peroxidációs folyamatok indulnak be, amelyek főként a lipideket károsítják, ezért lipid-peroxidációnak nevezik. A lipidek oxidációja a szervezetben további hasonló folyamatokat – fehérje és DNS károsodás – indukálhat, ezért az élő szervezet rendelkezik a lipidperoxidációs folyamatokat fiziológias szinten tartó rendszerrel, amelyet összefoglaló néven antioxidáns védőrendszernek neveznek (Mézes és Matkovics, 1986).

A posztnatális fejlődés során számos olyan hatás éri a szervezetet, amely fokozza egyrészt a lipidperoxidációs folyamatok intenzitását, másrészt pedig csökkenti az antioxidáns védőrendszer aktivitását. Ezek közé tartozik például a nagy növekedési intenzitás, a takarmányok nem az állat aktuális szükségletének megfelelő mennyiségű antioxidáns ellátottsága vagy valamely klinikai tüneteket még nem mutató gyulladásos folyamat vagy fertőzés, illetve a szervezetet érő elháríthatatlan stresszhatás. Ehhez társul továbbá az is, hogy a pulykában már az embrionális fejlődés során is jelentős mennyiségű többszörösen telítetlen zsírsav akkumulálódik, amely így a posztnatális élet során is fokozottan érzékenyebbé teszi a lipidperoxidációs folyamatok iránt (Surai et al., 1999).

A lipidperoxidációs folyamatok intenzitásával a fentiek alapján a termelési paraméterek közül a tömeggyarapodás, a takarmányértékesítés valamint a takarmányfelvétel mértéke függ össze.

A kontrollálatlan peroxidációs folyamatok ellen az élővilágban nagyon hatékony védekező mechanizmus, az antioxidáns védőrendszer jött létre. Az enzimatisz védőrendszer elemei közé tartozik a szuperoxid aniont hidrogén-peroxiddá alakító szuperoxid-dizmutáz, a hidrogén-peroxidot bontó kataláz valamint a peroxidázok csoportja, ahova a jelen kísérletben is vizsgált glutation-peroxidáz (Erdélyi et al., 1999) is tartozik. Megkülönböztetünk emellett ún. regeneráló (repair) enzimeket is. Ezek szerepe, hogy azokat a szubsztrátokat regenerálják - elsősorban redukálják -, amelyek az oxidatív reakciókhoz oxigén akceptorként szükségesek. Ez utóbbi csoportba tartozik, pl. a glutation-reduktáz, amely NADPH, mint hidrogén donor segítségével a glutation-diszulfidot redukálja glutationná (Mézes, 1990). Az antioxidáns enzimek elsősorban a citoszolban aktívak, illetve az adott reakcióban résztvevő vegyületek nem szubsztrátjai a specifikus enzimeknek, így azokban vesznek részt, vagy egyéb más ok miatt - pl. a membrán foszfolipidek közvetlen, *in situ* védelme - szükség van a szervezetben olyan kis molekula-tömegű, vízdékony, illetve lipidoldékony anyagokra is, amelyek összességükben a nem enzimatisz védőrendszert alkotják (Niki, 1987). A vízdékony antioxidánsok közé sorolhatók pl. az aszkorbinsav, a glutation, a purinbázisok, és számos szintetikus vegyület. A zsírolószerben oldódó antioxidánsok közé tartoznak az izoprenoid vegyületek, a kinonok, a szterolok és a többszörösen telítetlen zsírsavak is (Slater, 1976). Legismertebb közülük az E-vitamin, amely a sejtek membránjainak lipid frakciójában található. Antioxidáns tulajdonságán kívül bizonyított membránstabilizáló hatása is, ugyanis fizikailag is kapcsolódik annak foszfolipidjeivel (Scott, 1980; Burton és Traber, 1990) és segít a membránok normál élettani funkcióinak fenntartásában (Mézes, 2000). Az E-vitaminnak a membránok stabilizálása és a foszfolipidek védelme révén szerepe van az izmok, majd a hús oxidatív stabilitásának fenntartásában is (Marusich, 1978). Az E-vitamin

elnevezés lényegében csak az α -tokoferolra vonatkozik, amely a tokoferol család biológiailag leghatékonyabb képviselője (*Burton és Traber, 1990*).

A takarmányokban lévő tokoferolok még felszívódás előtt nagymértékben lebomlanak és inaktíválódnak, így csak kis részük szívódik fel biológiailag aktív formában (*Mézes, 1987*). A szövetek csak kismértékben képesek raktározni a tokoferolokat és ennek is csak kb. 30%-a mobilizálható és használható fel a későbbiekben. Az E-vitamint a legnagyobb mértékben azok a szövetek igénylik, ahol a legintenzívebb az anyagcsere (*Surai, 1999*).

Az elvégzett vizsgálatok célja - az E-vitamin, a lipidperoxidációs folyamatok, valamint a glutation peroxidáz enzim vizsgálatán keresztül - annak megállapítása volt, hogy a nevelési időszak során milyen irányú és mértékű változások következnek be a növendék pulyka szervezetében, az általánosan alkalmazott tartási és takarmányozási technológia körülményei között a lipidperoxidációs folyamatok intenzitásában és az antioxidáns anyagok mennyiségében, illetve aktivitásában. Az E-vitamin kiegészítéssel célunk volt továbbá korábbi adatok megerősítése, illetve annak megállapítása, hogy hatására megnövelhető-e a pulykahús oxidatív stabilitása.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az állatállomány British United Turkey Big 6-os hímivarú pulykákból állt. A mintavételek (10 állat/csoport/ alkalom) napos kortól kezdődően a vágásig tartottak – a takarmányozási és tartási technológia alapján – előre meghatározott időpontokban, kéthetente.

Az állatok egy csoportja a második vizsgálatosorozat alkalmával E-vitamin kiegészítést kapott, ivóvízbe keverhető Esvex Oral Solutio (Abbott) formájában, minden esetben 10 l ivóvízhez 1 ml mennyiségben. Előzetes számítások alapján (az egyes állatok napi vízfogyasztását és a készítmény E-vitamin tartalmát alapul véve) a nevelési időszak alatt átlagosan hetente 100 mg E-vitamin/állat többlet jutott a szervezetbe.

A mintagyűjtés mindkét vizsgálati sorozatban februártól júliusig terjedő időszakban történt. Így közel azonos időjárási (és egyéb, évszaktól függő) hatások érték az állatokat, ezzel ki lehetett küszöbölni az ezekből adódó különbségeket.

A vérmintákat a keléstől kezdődően a vágóhídra szállításig kéthetes időközönként vettük a szárnyvénából, gyárilag folyékony heparinnal kezelt csövekbe.

A vérmintákat szállítás előtt és közben hűtött közegben (kb. +4°C) tartottuk, majd 2500 fordulatszámon 10 percig történő centrifugálással elválasztottuk az alakos elemeket a vérplazmától. A vörösvérsejtekhez 9-szeres mennyiségű desztillált vizet adtunk, így készítve a vörösvérsejt (vvt.) hemolizátumot. A mintákat a mérések elvégzéséig -20°C-on tároltuk. A vérplazma mintákat az elválasztást követően szintén lefagyasztottuk és -20°C-on tároltuk a vizsgálatok elvégzéséig.

A májmintákat az első vizsgálatosorozatban – a vérmintákhoz hasonlóan – kéthetente vettük, közvetlenül az elvéreztetés után.

Az izomszövet-mintákat a hizlalási időszak végén, a vágás alkalmával, a vágóhídon, a kopasztás utáni fázisban nyertük a comb csípő felőli hátsó részéről (m. pectoralis). A mintákat azonnal lefagyasztottuk, és mind a szállítás, mind a – maximálisan 1 hónapig történő – tárolás alatt is fagyaszttva -20°C-on tároltuk.

A mérés napján, közvetlenül a mérések előtt történt a szövetminták homogenizálása 9×-es mennyiségű 4°C-os fiziológias sóoldatban Ultra Turrax (Donau Lab AG.) homogenizátorral, majd a malondialdehid tartalom meghatározásához az eredeti homogenizátum, a glutation-peroxidáz aktivitás, illetve a fehérjetartalom méréséhez a homogenizátum 10.000 g felülúszó frakciójának (centrifugálás 10.000 g, 20 perc, 4°C) felhasználásával történtek a mérések.

A lipidperoxidáció szintjének meghatározását a malondialdehid (MDA) tartalom savanyú közegben való 2-tiobarbitursavas meghatározással végeztük. A vérplazma és a vörösvérsejt hemolizátum esetében *Placer et al.* (1966), a szövet homogenizátumnál pedig *Mihara et al.* (1980) módszerét követtük.

Az antioxidáns rendszer vizsgálata a glutation-peroxidáz aktivitás meghatározásával történt, amely vér- és szövetmintákban eltér. Az enzim aktivitás meghatározása végpontos direkt assay segítségével zajlott kumulatív hidroperoxid és redukált glutation koszubsztrátok felhasználásával (*Matkovics et al.*, 1988).

A fehérjetartalom meghatározása biuret-reakcióval történt (*Weichselbaum*, 1948) a vérplazma és a vvt. hemolizátumban. A májhomogenizátum 10.000 g felülúszó frakciójának fehérje tartalma Folin-Ciocalteu-féle fenol reagenssel került meghatározásra (*Lowry et al.*, 1951). Standardként tojásfehérjéből a mintákkal azonos módon kezelt kereskedelmi kontrollt (Randox, Cork) használtunk a biuret-reakcióhoz, a Folin-fenol reagenshez pedig szarvasmarha szérum albumint (Reanal, Budapest).

Jelen vizsgálat sorozatban *Biesalski et al.*, (1983) leírását követtük az E-vitamin meghatározásánál, mind a vérplazmában, mind a szövetmintákban. A méréseket HPLC készülékkel végeztük egyfázisú normál oszloppal metanol:víz (97:3) mobil és oktadecilszilika stabil fázissal. A detektálás 330 nm-en spektrofotometriásan történt.

Az eredmények értékeléséhez az átlag és szórás (SD) értékét számítottuk minden vizsgált paraméterben. A csoportok közötti különbségek átlagértékeinek összehasonlítása Student kétmintás „t” teszttel történt Excel 7.0 program segítségével.

EREDMÉNYEK

A vérplazma E-vitamin tartalma (1. táblázat) a 12. életkori hetet követően lényegesen magasabb értéket mutatott az előző hetekhez képest. Megjegyzendő, hogy ebben az utolsó időszakban hasonlóan magas volt az E-vitamin szint az etetett takarmányban is (2. táblázat).

1. táblázat

A vérplazma E-vitamin tartalmának változása az életkor függvényében

Életkor (1)	E-vitamin tartalom (2) mg/l
Napos (3)	1,42±0,23
2 hetes (4)	0,96±0,25**
4 hetes (5)	0,65±0,30*
6 hetes (6)	0,71±0,15
8 hetes (7)	1,25±0,23**
10 hetes (8)	1,33±0,33
12 hetes (9)	1,45±0,43
14 hetes (10)	10,89±1,46***
16 hetes (11)	18,10±2,13***

Szignifikancia szintek (*Levels of significance*): * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001

Table 1: Changes of vitamin E content of blood plasma according to age

Age(1), Vitamin E content(2), Day-old(3), 2 weeks(4), 4 weeks(5), 6 weeks(6), 8 weeks(7), 10 weeks(8), 12 weeks(9), 14 weeks(10), 16 weeks(11)

2. táblázat

A vizsgálati időszak alatt etetett takarmányok mért E-vitamin tartalma

Táp típusa (1)	E-vitamin tartalom (2) mg/kg
Indító táp (3)	28,15
Nevelőtáp I. (4)	30,90
Nevelőtáp II. (5)	30,20
Befejezőtáp I. (6)	18,30
Befejezőtáp II. (7)	34,65

Table 2: Measured vitamin E content of feeds using during the period of investigation

Type of complete feed(1), Vitamin E content(2), Starter(3), Grower I.(4), Grower II.(5), Finisher I.(6), Finisher II.(7)

A májhomogenizátum malondialdehid tartalma a 2 hetes állatokban mutatta a legkisebb értéket, amely a maximumát a 4. életkori hétre érte el (3. táblázat) amikor egyúttal a glutation-peroxidáz aktivitás minimum értéket mutat. A későbbiekben az enzim aktivitás lassan növekedett, a malondialdehid szint csökkenése, majd ismételt emelkedése mellett.

3. táblázat

A májhomogenizátum malondialdehid tartalmának és glutation-peroxidáz aktivitásának változása az életkor függvényében

Életkor (1)	Malondialdehid tartalom (2) μmol/g	Glutation-peroxidáz aktivitás (3) E/g fehérje tartalom
Napos (4)	2,24±0,78	10,43±0,95
2 hetes (5)	1,92±0,69	14,63±1,10**
4 hetes (6)	5,95±0,44***	9,37±0,73***
6 hetes (7)	2,18±0,55***	11,97±0,35**
8 hetes (8)	1,26±0,38***	12,76±2,33
12 hetes (9)	5,30±0,21***	11,50±0,37

Szignifikancia szintek (Levels of significance): * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001

Table 3: Changes of malondialdehyde content and glutathione peroxidase activity of liver homogenate

Age(1), Malondialdehyde content(2), Glutathione-peroxidase activity(3), Day-old(4), 2 weeks(5), 4 weeks(6), 6 weeks(7), 8 weeks(8), 12 weeks(9), Levels of significance(10)

A vérplazma malondialdehid tartalma szignifikáns mértékű növekedést a napos és 2 hetes életkor között, majd ugyancsak szignifikáns csökkenést a 12. életkori héten mutatott. E-vitamin kezelés hatására a vérplazma malondialdehid tartalma a 12. héten történt mintavételtől eltekintve alacsonyabb volt (4. táblázat).

A vérplazma glutation-peroxidáz aktivitása általában annak malondialdehid tartalmával ellentétesen változott, a napos és a 6 hetes kor között csökkent. E-vitamin

kezelés hatására jelentősen alacsonyabb aktivitást mértünk, ennek értéke a 14. életkori héten számottevő volt (4. táblázat).

4. táblázat

A vérplazma malondialdehid tartalmának és glutation–peroxidáz aktivitásának változása az életkor függvényében és E-vitamin kezelés hatására

Életkor (1)	Malondialdehid tartalom (2) μmol/l		Glutation-peroxidáz aktivitás (3) E/g fehérje tartalom	
	Kontroll (4)	E-vitamin kiegészített (5)	Kontroll (4)	E-vitamin kiegészített (5)
Napos (6)	0,97±0,34		11,50±3,40	
2 hetes (7)	4,10±1,36 ^c		8,60±3,69 ^a	
4 hetes (8)	4,42±1,23		6,92±1,12	
6 hetes (9)	5,23±2,43		6,04±0,75	
8 hetes (10)	3,16±0,50 ^a	1,93±0,14***	6,13±0,87	7,01±1,03
10 hetes (11)	4,34±0,64 ^a	3,60±0,65*	5,56±0,57	7,12±2,02
12 hetes (12)	1,76±0,74 ^c	3,51±0,23***	5,00±0,73	5,66±1,53
14 hetes (13)	3,05±0,38 ^c	2,94±0,20	7,78±1,95 ^b	2,83±0,20***
16 hetes (14)	2,75±0,98	1,86±0,71	7,33±0,96	5,63±0,79**

Szignifikancia szintek (*Levels of significance*): Azonos oszlopban a betűjelzés a megelőző időponthoz viszonyított különbséget jelöli. (*Superscript letters in the same column means the level of significance as compared to the previous age group.*) ^a P<0,05; ^b P<0,01; ^c P<0,001; Azonos sorban a jelzés a kontroll és az E-vitamin kiegészített csoport közötti különbséget jelöli. (*The mark in the same row means the level of significance as compared the control to the treated group*) * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001

Table 4: Changes of blood plasma malondialdehyde content and glutathione peroxidase activity according to age and vitamin E supplementation

Age(1), Malondialdehyde content(2), Glutathione-peroxidase activity(3), Control(4), Vitamin E supplemented(5), Day-old(6), 2 weeks(7), 4 weeks(8), 6 weeks(9), 8 weeks(10), 10 weeks(11), 12 weeks(12), 14 weeks(13), 16 weeks(14)

A vörösvérsejt hemolizátum malondialdehid tartalma a vizsgálati időszak alatt lényeges változást nem mutatott. Az E-vitamin kiegészítés hatására jelentős változást nem tapasztaltunk (5. táblázat). A vörösvérsejt hemolizátum glutation-peroxidáz aktivitása maximum értéket a 6., míg minimum értékeket a 4. és a 14. héten mutatott. Az E-vitamin kiegészítés hatására általában alacsonyabb értékeket kaptunk (5. táblázat).

Az izomszövet E-vitamin tartalma az ivóvíz E-vitaminnal történt kiegészítése hatására jelentősen megnőtt (6. táblázat), bizonyítva az E-vitamin szöveti akkumulációját. Az E-vitamin tartalom változása mellett, csökkent az izom - azonos tárolási időt követően mért - malondialdehid tartalma és glutation-peroxidáz aktivitása is az E-vitamin kiegészítés hatására (6. táblázat).

5. táblázat

A vörösvérsejt hemolizátum malondialdehid tartalmának és glutation –peroxidáz aktivitásának változása az életkor függvényében és E-vitamin kezelés hatására

Életkor (1)	Malondialdehid tartalom (2) μmol/l		Glutation-peroxidáz aktivitás (3) E/g fehérje tartalom	
	Kontroll (4)	E-vitamin kiegészített (5)	Kontroll (4)	E-vitamin kiegészített (5)
Napos (6)	2,92±0,23		2,69±0,32	
2 hetes (7)	2,63±0,21		2,34±0,65	
4 hetes (8)	2,25±0,25		1,79±0,61	
6 hetes (9)	2,80±0,26		5,03±1,64 ^c	
8 hetes (10)	2,60±0,11	2,40±0,16	2,03±0,14 ^c	3,89±0,59***
10 hetes (11)	2,51±0,38	2,22±0,23	3,91±0,80 ^c	1,22±0,23***
12 hetes (12)	2,33±0,18	2,68±0,46	2,91±1,04 ^a	2,72±0,78
14 hetes (13)	2,34±0,44	2,34±0,44	1,83±0,81 ^a	2,10±1,24
16 hetes (14)	2,56±0,23	2,32±0,27	3,39±1,53 ^b	1,70±0,37**

Szignifikancia szintek (*Levels of significance*): Lásd 4. ábra (*See Figure 4*).

Table 5: Changes of red blood cell haemolysate malondialdehyde content and glutathione-peroxidase activity according to age and vitamin E supplementation

Age(1), Malondialdehyde content(2), Glutathione-peroxidase activity(3), Control(4), Vitamin E supplemented(5), Day-old(6), 2 weeks(7), 4 weeks(8), 6 weeks(9), 8 weeks(10), 10 weeks(11), 12 weeks(12), 14 weeks(13), 16 weeks(14)

6. táblázat

Az izomszövet E-vitamin és malondialdehid tartalmának valamint glutation-peroxidáz aktivitásának alakulása E-vitamin kiegészítés hatására

Paraméter /Csoport (1)	Kontroll (2)	E-vitaminnal kiegészített (3)
E-vitamin tartalom (4) μg/g	0,71±0,39	1,14±0,33**
Malondialdehid tartalom (5) μmol/g	1,82±0,56	1,29±0,39*
Glutation-peroxidáz aktivitás (6) E/g fehérje tartalom	1,55±0,44	1,41±0,21

Szignifikancia szintek (*Levels of significance*): * P<0,05; ** P<0,01

Table 6: Vitamin E and malondialdehyde content also glutathione-peroxidase activity of skeletal muscle after vitamin E supplementation

Parameter/group(1), Control(2), Vitamin E supplemented(3), Vitamin E content(4), Malondialdehyde content(5), Glutathione peroxidase activity(6)

Az 1. ábrán látható, hogy a kontroll csoport egyedei kevésbé jó gyarapodási eredményeket értek el, mint az E-vitaminnal kezelt egyedek. A testtömeg-gyarapodás tekintetében egyre inkább felülmúlták azokat az egyedeket, amelyek nem részesültek kiegészítésben. A hizlalási idő végére az E-vitaminnal kezelték javára átlagosan **0,52 kg** lett a különbség.

1. ábra

A testsúly alakulása normál takarmányon tartott és E-vitamin kiegészítésben részesült bakpulykáknál

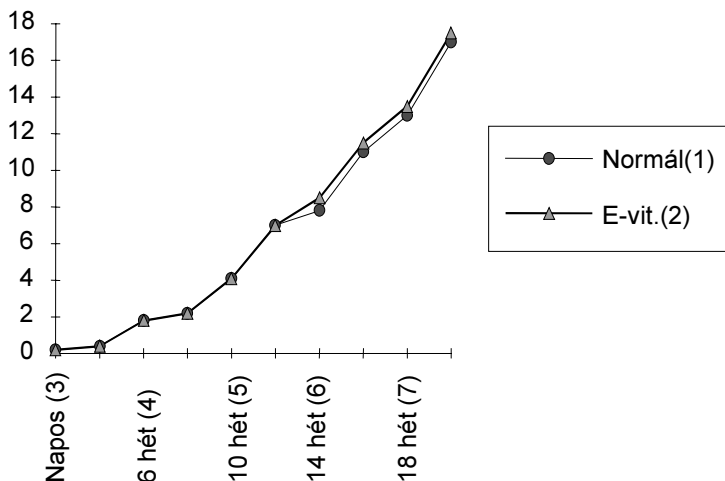


Figure 1: Changes of body weight of turkey bucks kept on normal and vitamin E supplemented feed

Normal feed(1), Vitamin E supplemented feed(2), Day old(3), 6 weeks(4), 10 weeks(5), 14 weeks(6), 18 weeks(7)

KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgálat eredményei alapján levonható az a következtetés, hogy a pulykaállományok aktuális lipidperoxidáció szintje és glutation-peroxidáz aktivitása jelentősen eltérő lehet az egyes vizsgálati sorozatok között még azonos genotípusú állatok esetében is. Az eltérés oka – bár a glutation-peroxidáz enzim esetében annak lehet genetikai háttere is – feltehetőleg az anyai valamint az utód állományok takarmányainak antioxidáns ellátottsága lehet. Ennek háttere lehet többek között a takarmányok szelén tartalma is, lévén a glutation-peroxidáz szelén tartalmú metalloenzim és a szelén mennyisége az enzim aktivitását jelentősen befolyásolja (Erdélyi et al., 1999).

A malondialdehid tartalomban illetve a glutation-peroxidáz aktivitásban mért változások azt mutatják, hogy minden olyan időszakban, amikor – bármely ok miatt – csökken a glutation-peroxidáz aktivitása, akkor enyhébb-erőteljesebb mértékben megnő a lipidperoxidációs folyamatok intenzitását jelző malondialdehid mennyisége. Ez a tendencia különösen a máj esetében érzékelhető. A változások a glutation redox rendszer kiemelt fontosságát bizonyítják a szövetek antioxidáns védelmében (Sies, 1986).

Takarmányozási szempontból kritikusnak a vizsgálat eredményei alapján a 4-6 hetes időszak tekinthető, amikor jelentősen megnő a malondialdehid szint, amellyel a glutation-peroxidáz aktivitás valamint a vérplazma E-vitamin szintjének csökkenése is társul. Ez az időszak a növekedés szempontjából is kiemelkedően intenzív szakasznak tekinthető, ami a változások egyik lehetséges magyarázata, amelyet korábban más baromfi fajokban (házityúk, lúd) is tapasztaltunk (Mézes, 1997). Az intenzív növekedés ugyanis a szervezetben zajló metabolikus folyamatok befolyásolása révén hat a szabadgyök termelési folyamatokra is (Mézes és Matkovics, 1986). A 10–12 hetes életkor után ugyanakkor a lipidperoxidációs folyamatok lassú csökkenése, az antioxidáns rendszer (glutacion-peroxidáz aktivitás, E-vitamin tartalom) növekedése is észlelhető, amely egyidejűleg következik be a növekedési intenzitás lassúbb ütemével. Megjegyzendő ugyanakkor, hogy a takarmány E-vitamin tartalma is jelentősen nagyobb volt ebben az időszakban.

Az E-vitamin kiegészítés hatására lényeges változásokat a vérben és a májban nem észleltünk, amelynek oka feltehetően az lehet, hogy az állatok takarmánya már tartalmazta az adott növekedési intenzitáshoz társuló életfolyamatokhoz szükséges mennyiségű E-vitamint. Az izom (hús) esetében ugyanakkor jelentősen csökkent a malondialdehid tartalom, ami egybevág más korábbi adatokkal (Gray *et al.*, 1996). A hús E-vitamin tartalma szintén növekedett, ami azért érdekes, mert egyes korábbi adatok szerint (Wen *et al.*, 1996) annak mennyisége a tárolás alatt csökken.

IRODALOM

- Biesalski, H.K., Ehrental, W., Gross, M., Hafner, G., Harth, O. (1983). Rapid determination of retinol (vitamin A) in serum by high pressure liquid chromatography. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.*, 53. 130-137.
- Burton, G.W., Traber, M.G. (1990). Vitamin E: antioxidant activity, biokinetics, and bioavailability. *Annu. Rev. Nutr.*, 10. 357-82.
- Erdélyi M., Mézes M., Virág Gy. (1999). A szeléndependens glutation-peroxidáz enzimek az állati szervezetben. Szerkezet, funkció, szabályozás. *Biokémia*, 23. 82-88.
- Gray, J.I., Gomaa, E.A., Buckley, D.J. (1996). Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Sci.*, 43. S111-S123.
- Lowry, O.H., Rosenbrough, N.J., Farr, A.L., Randall, R.J. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193. 265-275.
- Marusich, W.L. (1972). Vitamin E and keeping quality of poultry and pork products. Roche Information Services, Roche, Nutley, N.J. 29.
- Matkovics B., Szabó L., Sz.Varga, I. (1988). Lipid peroxidáció és redukált glutation anyagcsere enzimek aktivitás meghatározása biológiai mintákban. *Lab. Diagn.*, 15. 248-250.
- Mézes, M., Matkovics, B. (1986). A lipidperoxidáció molekuláris mechanizmusa és mennyiségi mérése. In: Csaba Gy. szerk. A biológia aktuális problémái. *Medicina*, Budapest 34, 61-105.
- Mézes, M. (1987). Investigations of vitamin E transport of different age groups of domestic fowl. *Bull. Univ. Agric. Sci., Gödöllő*, 59-64.
- Mézes, M. (1990). Methods for the investigation of lipid peroxidation and the biological antioxidant defence mechanism. *Akadémiai Kiadó, Budapest*, 157-168.

- Mézes, M. (1997). A lipidperoxidáció fokának és egyes antioxidáns enzimek aktivitásának változása a korai posztnatális fejlődés során házityúk és lúd faj vérében és májában. *Állatteny. Takarm.*, 46. 73-77.
- Mézes, M. (2000). Antioxidáns vitaminok a baromfi-takarmányozásban. *Takarmányozás*, 13-16.
- Mihara, M., Uchiyama, M., Fukuzawa, K. (1980). Thiobarbituric acid value of fresh homogenate of rat as parameter of lipid peroxidation in ageing, CCl₄ intoxication and vitamin E deficiency. *Biochem. Med.*, 23. 302-311.
- Niki, E. (1987). Antioxidants in relation to lipid peroxidation. *Chem. Phys. Lipids*, 44. 227-253.
- Placer, Z.A., Cushman, L.L., Johnson, B.C. (1966). Estimation of product of lipid peroxidation (malonyl dialdehyde) in biochemical systems. *Anal. Biochem.*, 16. 359-364.
- Scott, M.L. (1980). Advances in our understanding of vitamin E. *Fed. Proc.*, 39. 2736-2739.
- Sies, H. (1986). Biochemistry of oxidative stress. *Agnew. Chem. Int. Ed.*, 25. 1058-1071.
- Slater, T.F. (1976): Free radical mechanism in tissue injury. *Prion Books, London*, 217-228.
- Surai, P.F. (1999). Vitamin E in avian reproduction *Poult. Avian Biol. Rev.*, 10. 1-60.
- Surai, P.F., Speake, B.K., Noble, R.C., Mézes M. (1999). Species-specific differences in the fatty acid profiles of the lipids of the yolk and of the liver of the chick. *J. Sci. Food Agric.*, 79. 733-736.
- Weichselbaum, T.E. (1948). An accurate and rapid method for the determination of protein in small amounts of serum and plasma. *Am. J. Clin. Pathol.*, 16. 40-43.
- Wen, J., Morissey, P.A., Buckley, D.J., Sheehy, P.J.A. (1996). Oxidative stability and alpha tocopherol retention in turkey burgeres during refrigerated and frozen storage as influenced by dietary a-tocopherol acetate. *Br. Poultry Sci.*, 37. 787-795.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Mézes Miklós

Szent István Egyetem, Mezőgazdaság és Környezettudományi Kar
2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.

*Szent István University, Faculty of Agricultural & Environmental Sciences
H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.*

Tel.: 36-28-410-735, Fax: 36-28-410-804

e-mail: mezes@fau.gau.hu