

KAKUKKFŰOLAJ-KIEGÉSZÍTÉS HATÁSA BROJLERCSIRKÉK NÉHÁNY TERMELÉSI, LIPID PEROXIDÁCIÓS ÉS ANTIOXIDÁNS PARAMÉTERÉRE

ANC SIN ZSOLT – BALOGH KRISZTIÁN – ERDÉLYI MÁRTA – MÉZES MIKLÓS

ÖSSZEFOGLALÁS

Szerzők a takarmány kakukkfűolajjal (1 mg/testsúly kg) történő kiegészítésének hatását vizsgálták brojlercsirkékben, a 14. és 42. életnap között. A madarak takarmányfelvételét csoportonként naponta, testsúlyukat egyedileg hetente mérték. Teljes vért, máj- és vesemintát hetente gyűjtöttek, amelyből a lipidperoxidációs folyamatok intenzitását jelző malondialdehid (MDA) koncentrációt, valamint a glutation redox rendszer mennyiségét (redukált glutation (GSH) koncentráció) és aktivitását jelző (glutation-peroxidáz (GPx) aktivitás) paramétereket határozták meg. A takarmány kakukkfűolajjal történt kiegészítésének hatására a 42. napra szignifikáns mértékben nőtt a brojlercsirkék testsúlya. A kiegészítés hatására a lipidperoxidációs folyamatok mértékét jelző MDA koncentráció szignifikáns csökkenését figyelték meg a 28. életnaptól kezdődően a vesében, a 42. napon pedig a májban. Ennek háttérében a kakukkfűolaj-kiegészítés hatására a glutation redox rendszer mennyiségében (szignifikáns mértékben nagyobb GSH koncentráció a májban a 28. életnaptól kezdődően) és aktivitásában (emelkedett GPx aktivitás a májban a 28. és 35. életnapon, valamint a vesében a 42. napon) bekövetkező növekedés állhat.

SUMMARY

Ancsin, Zs. – Balogh, K. – Erdélyi, M. – Mézes, M.: EFFECT OF THYME OIL SUPPLEMENTATION ON SOME PERFORMANCE, LIPID PEROXIDATION AND ANTIOXIDANT PARAMETERS OF BROILER CHICKEN

Authors investigated the effect of supplementation of complete feed with thyme oil (1 mg/kg body weight) in broiler chickens between the 14th and 42nd days of life. The feed intake of the birds was measured daily in the experimental groups while individual body weight was registered weekly. Samplings were done weekly, where whole blood, liver and kidney samples were taken, in which malondialdehyde (MDA) concentration – indicator of the intensity of lipid peroxidation processes –, and parameters of the glutathione redox system, namely reduced glutathione (GSH) concentration and glutathione-peroxidase (GPx) activity were determined. As an effect of thyme oil supplementation of complete feed the body weight of broilers increased significantly at 42nd day of life. The applied thyme oil supplementation significantly reduced the intensity of lipid peroxidation processes – as measured by the MDA concentration – in kidney from the 28th day of age, and at 42nd day of age in the liver. The increase in the amount (significantly higher GSH concentration in the liver from the 28th day of age) and in activity (elevated GPx activity in the liver at 28th and 35th days of age, and in kidney at 42nd day of age) of glutathione redox system might be in the background of these changes, and it supports the antioxidant activity of thyme oil, in particular of its main bioactive component, thymol.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A takarmányokban hozamfokozás céljából alkalmazott antibiotikumok 2006-ban történt betiltását követően a kutatások ezek kiváltását célzó lehetőségek vizsgálatára irányultak. A kakukkfű illóolajáról ismert annak antibakteriális (Sakkas és Papadopoulou, 2017), valamint biofungicid hatása (Ben Jabeur és mtsai, 2017), emiatt gyakran alkalmazott természetes adalékanyag (tartósítószer) az élelmiszer- és takarmányiparban (Anzlovar és mtsai, 2014, Franz és mtsai, 2010). Jól ismert emellett, hogy a kakukkfűolaj bioaktív komponensei hatékony antioxidánsok (Aeschbach és mtsai, 1994).

A kerti kakukkfű (*Thymus vulgaris*) az Árvacsalánfélék (*Lamiaceae*) családjába tartozó, mintegy 928 fajt magában foglaló *Thymus* nemzetség legjelentősebb képviselője, melyet fűszer- és gyógynövényként egyaránt termesztene (Yazdani és mtsai, 2006). Illóolajában közel 30 különféle monoterpén található, melyek mennyiségében és egymáshoz viszonyított arányában ugyanakkor jelentős eltérések mutatkoznak az eltérő termőterületeken és éghajlati adottságok mellett termesztett növények vonatkozásában (Badi és mtsai, 2004). Legnagyobb mennyiségben a timol (21,4-60,2%), a p-cimén (7,8-43,8%), a gerániol (3,8-27,5%), az alfa-terpinén (4,2-27,6%), a linalool (3%-4%) és a karvakrol (1,2-3,0%) tekinthetők a kerti kakukkfű fő illóolaj komponenseinek (Asllani és Toska, 2003; Seung-Joo és mtsai, 2005; Zawislak, 2007). Ismert ugyanakkor olyan spanyolországi kemotípusa is, melyben az 1,8-cineol mennyisége volt a legnagyobb (Guillen és Manzanos, 1998).

A kakukkfű illóolaja hatékonyan gátolta az *Aspergillus* penészek fejlődését kukoricaszemeken (Montes-Belmont és Convajal, 1998), ezenkívül különböző patogénekkal szemben, így a *Listeria monocytogenes* és az *Escherichia coli* O157:H7 esetében is bizonyított hatékony antibakteriális hatása (Burt és Reinders, 2003; Yamazaki és mtsai, 2004).

Beszámoltak a kakukkfű illóolajának hőstressz idején kifejtett kedvező (növekedést serkentő) hatásáról is brojlersirkékben (Tollba, 2003; Ciftci és mtsai, 2009). Denli és mtsai (2004) pedig japán fürjekkel végzett vizsgálatukban kedvezőbb súlygyarapodást és kisebb hasúri zsírtartalmat tapasztaltak a kakukkfű illóolajával végzett kezelés hatására. Ugyanakkor Ocak és mtsai (2008) 0,2% kakukkfűlevél kiegészítésekor 42 napos korban vágott brojlersirkékben a hasúri zsírtartalom növekedését tapasztalták. Abdo és Soliman (2005) vizsgálatukban a táplálóanyagok javuló emészthetőségét írták le 1,5% kakukkfű-kiegészítés hatására alacsony energiatartalmú takarmánykeverék etetése esetén. Bolukbasi és Erhan (2007) tojótyúkknál azt tapasztalták, hogy kakukkfű-kiegészítés (0,1%, illetve 0,5%) hatására kedvezőbb volt a takarmányértékesítés, valamint növekedett a tojástermelés. Weber és mtsai (2013) a takarmányba kevert antioxidáns hatású, rozmaringot és kakukkfűvet tartalmazó gyógynövényőrlemény alkalmazása során a tojások mennyiségében, a tojástermelési intenzitásban és a tojások keltethetőségében tapasztaltak kedvező változásokat Gourmand és babati szürke landesi törzslúd állományokban. Abou-Sekken és mtsai (2007) pézsmarécékben a takarmány 1% kakukkfűlevél-kiegészítésének hatására kedvezőbb súlygyarapodást mutattak ki, különösen az indító fázisban (4 hetes korig).

A kakukkfűolaj (Youdim és mtsai, 1999; Kulisic és mtsai, 2005), valamint aktív hatóanyagainak, mint pl. a p-cimén-2,3-diol (Schwarz és Ernst, 1996) antioxidáns

tulajdonságait több *in vitro* vizsgálat is megerősítette. Lipidrendszerekben a kakukkfűolaj fenolos vegyületeinek (pl. timol, karvakrol) antioxidáns hatását szintén megerősítették (Farag és mtsai, 1989; Deighton és mtsai, 1993). Youdim és mtsai (2002) patkányagy-homogenizátumban vizsgálták a kakukkfűolaj és különböző hatóanyagainak antioxidáns tulajdonságait. A főbb illóolaj-komponensek hatékonyan gátolták a Fe^{3+} indukálta lipidperoxidáció mértékét, de külön-külön kevésbé bizonyultak hatékonynak, mint a kakukkfűolaj.

Seung-Joo és mtsai (2005) egy aldehid/karboxilsav rendszerben a kakukkfűolaj főbb illóolaj-komponenseinek (timol, karvakrol) hatékony, a szintetikus antioxidánsokkal is pl. a butil-hidroxi-toluol (BHT) összevethető antioxidáns tulajdonságairól számoltak be.

Botsoglou és mtsai (1997) tojtyúkokkal végzett vizsgálatukban a tojássárgája kedvezőbb oxidatív stabilitását írták le a takarmányba kevert kakukkfű hatására. Bolukbasi és mtsai (2006) brojlerek takarmányába 200 mg/kg koncentrációban kevert kakukkfűolaj hatására a combizom tiobarbiursav reaktív anyagainak (TBARS) szignifikáns mértékű csökkenését írták le, amely még a 200 mg/kg E-vitamin-kiegészítés hatására bekövetkező változást is felülmúlta. Ugyanakkor Koreleski és Swiatkiewicz (2007) vizsgálatai rámutattak, hogy brojleres takarmányában nagyobb koncentrációban (560 mg/kg) alkalmazott kakukkfű-kivonat a mellhús TBARS tartalmára már nem gyakorol kedvező hatást.

Mindezek alapján jelen vizsgálatunk célja annak feltárása volt, hogy a takarmányba kevert kakukkfűolaj-kiegészítés hogyan befolyásolja brojlercsirkék egyes termelési paramétereit, az miképp hat a különböző szövetek lipidperoxidációs folyamataira, valamint az antioxidáns védőrendszer (kiemelten a glutation redox rendszer) mennyiségére és/vagy aktivitására.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleti állatok és vizsgálati körülmények

Kísérletünkhöz Ross 308 kakasokat használtunk ($n=72$). A madarakat napos korban szereztük be, a kakukkfűolajjal kiegészített takarmánnyal történő etetés a 14. életnaptól indult és a madarak 42. életnapjáig tartott. Két kísérleti csoportot alakítottunk ki: 1. kontroll ($n=36$), 2. kakukkfűolaj-kezelés ($n=36$), amelyeket további két, azonos kiindulási átlagos testsúlyú, alcsoportra ($n=18$) bontottunk. Mindkét csoport brojler nevelő teljes értékű takarmánykeveréket fogyasztott, amelynek összetétele, valamint táplálóanyag-tartalma az 1. táblázatban látható. Az etetett takarmánykeverék táplálóanyag- és energiatartalma kielégítette a Magyar Takarmánykódex (2004) brojlercsirkékre vonatkozó szükségleti értékeit. A kezelt csoportba tartozó madarak a kísérletben alkalmazott, timoltartalomra standardizált kakukkfűolajat (Scotia Pharmaceuticals Ltd., Stirling, Egyesült Királyság) átlagosan 1 mg/kg testsúly/nap koncentrációban a takarmánykeverékhez adagoltan és homogénen elkeverten fogyasztották. A kezelt takarmányt, a madarak testsúlyának és takarmányfelvételének ismeretében, hetente kevertük. A kakukkfűolajat abszolút etanolban feloldva permeteztük a dercés takarmányra, amelyet követően a szobahőmérsékleten ($20\pm 2^\circ\text{C}$) tárolt takarmányból az etanol elpárolgott.

Termelési paraméterek

A madarak testsúlyát hetente és egyedileg mértük. A súlygyarapodást a heti testsúlymérési adatok alapján számoltuk ki. A takarmányfelvételt csoportonként naponta rögzítettük. A súlygyarapodás és a takarmányfogyasztás ismeretében a takarmányértékesítést is kiszámítottuk, értéke nem az egyes egyedekre, hanem csak az adott csoportra volt meghatározható.

Mintavételek

A 21., 28., 35. és 42. életnapon csoportonként 6-6 madár került mintázásra, alcsoportonként 3-3 véletlenszerűen kiválasztott állatból. A madarakat extermináltuk és a nyaki érkomplex átmetszésével teljes vért gyűjtöttünk véralvadésgátlót (0,2 mol EDTA-Na₂/l) tartalmazó vérvételi csövekbe. A vért hűtött közegben (+ 4°C) tároltuk, majd centrifugáltuk (2500 fordulat/perc, 10 perc) és a vérplazmát Eppendorf csövekbe átpipettázva a mintákat a vizsgálatok elvégzéséig -20°C-on tároltuk. *Post mortem* máj- és vese mintákat gyűjtöttünk, amelyeket ugyancsak fagyasztva (-20°C) tároltunk a vizsgálatok elvégzéséig. A laboratóriumi vizsgálatok napján a szövetmintákat szobahőmérsékleten (20°C) felengedtük, majd 1:9 arányban fiziológiás sóoldattal (0,65% w/v NaCl) homogenizáltuk.

Biokémiai módszerek

A vérplazmából, valamint a natív máj- és vesehomogenizátumokból a lipidperoxidációs folyamatok metastabil végtermékének, a malondialdehidnek (MDA) a koncentrációját a vérplazmában *Placer és mtsai* (1966), a szövet homogenizátumokban pedig *Mihara és mtsai* (1980) módszerével határoztuk meg. A vérplazma, valamint a máj- és vesehomogenizátumok 10 000 g-n végzett centrifugálás felülúszójának frakciójából (10 000 g, 10 perc, +4°C) a redukált glutation (GSH) koncentrációt *Sedlak és Lindsay* (1968), a glutation-peroxidáz aktivitást (GPx) pedig *Lawrence és Burk* (1976) módszerével vizsgáltuk. Az enzimaktivitást egységben fejeztük ki (U = 1 nmol GSH oxidációja percenként 25°C-on), amelyet a minták 1 g fehérjetartalmára vonatkoztatva adtuk meg. A vérplazma minták fehérjetartalmát biuret módszerrel (*Weichselbaum*, 1948), míg a máj- és vesehomogenizátumok 10 000 g felülúszójából a Folin-Ciocalteu fenolreagenssel (*Lowry és mtsai*, 1951) határoztuk meg.

Statisztikai módszerek

Az adatok statisztikai értékelését (leíró statisztikai számítások, eloszlás- és szóráshomogenitás vizsgálatok, kétmintás t-próba) a GraphPad InStat for Windows 3.05 szoftverrel (GraphPad Software Inc., San Diego, USA) végeztük. A minták eloszlásának vizsgálatára a Kolmogorov-Smirnov próbát, míg a szóráshomogenitások megállapítására az F-próbát használtuk.

1. táblázat

**Az etetett brojler nevelő teljes értékű takarmánykeverék összetétele
és táplálóanyag-tartalma**

Takarmány-összetevő (1)	%	Számított táplálóanyag-tartalom (13)	
Kukorica (2)	45,0	AMEn (MJ/kg)	12,80
Extrahált szójadara (3)	25,0	Nyersfehérje (14) (%)	21,00
Fullfat szója (4)	7,3	Nyerszsír (15) (%)	6,80
Búza (5)	5,0	Nyersrost (16) (%)	3,46
Zsírpor (40 %) (6)	8,9	Kalcium (17) (%)	1,00
Kukorica glutén (7)	4,0	Hasznosítható foszfor (18) (%)	0,50
L-lizin-HCl (8)	0,4	Lizin (19) (%)	1,38
DL-metionin (9)	0,2	Metionin (20) (%)	0,53
Monokalcium-foszfát (10)	1,7	Metionin és cisztin (21) (%)	0,92
Takarmánymész (11)	1,7		
NaCl	0,3		
Komplett premix ⁺ (12)	0,5		

⁺A komplett premix összetétele (1000 g tartalmaz): kalcium 196,8 g; magnézium 0,1 g; cink 12002,2 mg; réz 2500 mg; vas 12000 mg; mangán 20007 mg; jód 297,6 mg; kobalt 103,2 mg; szelén 48,5 mg; A-vitamin 24000000 IU; D₃-vitamin 603800 IU; E-vitamin 10000 mg; K₃-vitamin 601 mg; B₁-vitamin 601 mg; B₂-vitamin 1400 mg; pantoténsav 2401 mg; nikotinsav 8002 mg; folsav 200 mg; biotin 26 mg; antioxidáns 6 mg; betain 20160 mg; kolin-klorid 50040 mg

Table 1. Composition and calculated nutrient content of the basal diet

feed ingredient (1); corn (2); extracted soybean meal (3); fullfat soybean (4); wheat (5); fat powder (6); corn gluten (7); L-lysine-HCl (8); DL-methionine (9); monocalcium-phosphate (10); limestone (11); complete premix (12); calculated nutrient content (13); crude protein (14); crude fat (15); crude fibre (16); calcium (17); available phosphorus (18); lysine (19); methionine (20); methionine and cystine (21)

⁺Composition of complete premix (1000 g contains): calcium 196.8 g; magnesium 0.1 g; zinc 12002.2 mg; copper 2500 mg; iron 12000 mg; manganese 20007 mg; iodine 297.6 mg; cobalt 103.2 mg; selenium 48.5 mg; vitamin A 24000000 IU; vitamin D₃ 603800 IU; vitamin E 10000 mg; vitamin K₃ 601 mg; vitamin B₁ 601 mg; vitamin B₂ 1400 mg; panthothenic acid 2401 mg; nicotinic acid 8002 mg; folic acid 200 mg; biotin 26 mg; antioxidant 6 mg; betain 20160 mg; choline chloride 50040 mg

EREDMÉNYEK

A kísérlet során az állományban elhullás nem volt. A takarmányhoz kevert kukukkfűolaj a 42. életnapra szignifikáns mértékben ($p < 0,05$) növelte a brojlercsirkék testsúlyát (2. táblázat). A kezelt csoport súlygyarapodása ugyancsak minden alkalommal meghaladta a kontroll csoportban mért értéket, ugyanakkor a jelentősebb egyedi variancia következtében ez a különbség nem bizonyult statisztikailag is igazolhatónak. A nagyobb súlygyarapodás, közel azonos takarmányfelvétel mellett, a takarmányértékesítés javulását is eredményezte a kukukkfűolaj-kiegészítésben részesült csoport esetében (2. táblázat).

A lipidperoxidációs folyamatok metastabil végtermékének, a malondialdehidnek a koncentrációja mind a máj-, mind pedig a vesehomogenizátumok esetén a

2. táblázat

**A takarmányba kevert kakukkfűolaj hatása brojlercsirkék néhány termelési paraméterére
(n=6/ csoport; átlag ± szórás)**

	Élő súly (2) (g)		Súlygyarapodás (3) (g/nap)		Takarmányfelvétel (4) (g/madár/nap)		Takarmányértékesítés (5) (kg/kg)	
Életkor (1)	kontroll (6)	kezelt (7)	kontroll	kezelt	kontroll	kezelt	kontroll	kezelt
14. nap (8)	283,0 ± 11,3	276,8 ± 10,7						
21. nap (9)	521,3 ± 59,3	536,6 ± 94,2	34,0 ± 7,4	37,2 ± 8,4	61,0	63,0	1,79	1,69
28. nap (10)	900,7 ± 113,1	920,9 ± 107,2	54,2 ± 8,4	54,9 ± 7,4	99,2	98,3	1,83	1,79
35. nap (11)	1278,0 ± 152,3	1357,0 ± 165,0	53,9 ± 12,7	62,3 ± 17,3	118,6	117,5	2,20	1,89
42. nap (12)	1765,0 ± 113,0	1946,0* ± 159,0	69,6 ± 21,4	84,1 ± 22,5	120,0	120,3	1,72	1,43

Table 2. Effect of thyme oil supplemented diet on some production traits of broiler chicken (n=6/ group; mean ± S.D.)

age (1); live weight (g) (2); weight gain (g/day) (3); feed intake (g/bird/day) (4); feed conversion ratio (kg/kg) (5); control (6); treated (7); day 14 (8); day 21 (9); day 28 (10); day 35 (11); day 42 (12)

3. táblázat

**A takarmányba kevert kakukkfűolaj hatása brojlercsirkék vérplazmájának, máj és vese homogenizátumának malondialdehid (MDA) koncentrációjára
(n=6/csoport; átlag ± szórás)**

	Vérplazma (2) (mmol/l)		Máj homogenizátum (3) (mmol/g)		Vese homogenizátum (4) (mmol/g)	
Életkor (1)	kontroll (5)	kezelt (6)	kontroll	kezelt	kontroll	kezelt
21. nap (7)	2,14 ± 0,23	2,18 ± 0,17	1,15 ± 0,23	1,17 ± 0,20	2,10 ± 0,15	2,23 ± 0,27
28. nap (8)	2,70 ± 1,47	2,07 ± 0,24	1,26 ± 0,35	0,95 ± 0,28	2,42 ± 0,29	1,32*** ± 0,47
35. nap (9)	5,56 ± 0,13	5,56 ± 0,17	1,38 ± 0,38	1,29 ± 0,29	2,53 ± 0,31	1,47*** ± 0,13
42. nap (10)	5,97 ± 0,46	5,93 ± 0,66	3,41 ± 0,16	2,10*** ± 0,43	3,78 ± 0,30	2,80** ± 0,61

p < 0,01; *p < 0,001

Table 3. Effect of thyme oil supplemented diet on the malondialdehyde (MDA) concentration of blood plasma, liver and kidney homogenate (n=6/group; mean ± S.D.)

age (1); blood plasma (2); liver homogenate (3); kidney homogenate (4); control (5); treated (6); day 21 (7); day 28 (8); day 35 (9); day 42 (10)

kakukkfűolaj-kezelésben részesült csoport esetében kisebb volt, mint a kontroll-csoportban mért érték. A májhomogenizátumokban a 42. életnapon ($p < 0,001$), a vesehomogenizátumok esetében pedig a 28. naptól kezdődően valamennyi mintavétel alkalmával szignifikánsan (legalább $p < 0,01$ szignifikanciaszinten) kisebb MDA koncentrációt találtunk a kakukkfűolajjal történt kiegészítéskor (3. táblázat).

A májhomogenizátumban a redukált glutation-tartalom a kakukkfűolaj-kiegészítés hatására, a 28., 35. és 42. életnapon szignifikánsan ($p < 0,05$) nagyobb volt a kontroll csoporthoz képest (4. táblázat).

A glutation-peroxidáz aktivitás szorosan követte ko-szubsztátjának, a redukált glutation koncentrációjában megfigyelt változást. A májhomogenizátumok 10 000 g felülszó frakciójában a takarmány kakukkfűolajjal történt kiegészítésének kezdetét követő 14. és 21. napon (28. és 35. életnap) statisztikailag is igazolható mértékben ($p < 0,05$, illetve $p < 0,001$) meghaladta a kontroll csoportban mért értékeket. A vesehomogenizátumban nagyobb aktivitást mértünk a kezelt csoportban ($p < 0,05$) a 42. életnapon (4. táblázat).

4. táblázat

A takarmányba kevert kakukkfűolaj hatása brojlercsirkék vérplazmájának, máj és vese homogenizátumának redukált glutation (GSH) koncentrációjára és glutation-peroxidáz (GPx) aktivitására
($n=6$ /csoport; átlag $\pm$ szórás)

	Vérplazma (2)		Máj homogenizátum (3)		Vese homogenizátum (4)	
Életkor (1)	kontroll (5)	kezelt (6)	kontroll	kezelt	kontroll	kezelt
	GSH (mmol/g fehérje) (11)		GSH (mmol/g fehérje)		GSH (mmol/g fehérje)	
21. nap (7)	0,18 $\pm 0,01$	0,17 $\pm 0,01$	0,15 $\pm 0,03$	0,17 $\pm 0,08$	0,12 $\pm 0,05$	0,13 $\pm 0,07$
28. nap (8)	0,17 $\pm 0,04$	0,17 $\pm 0,02$	0,19 $\pm 0,01$	0,24* $\pm 0,04$	0,16 $\pm 0,02$	0,17 $\pm 0,02$
35. nap (9)	0,22 $\pm 0,04$	0,24 $\pm 0,07$	0,17 $\pm 0,04$	0,29** $\pm 0,06$	0,16 $\pm 0,01$	0,15 $\pm 0,01$
42. nap (10)	0,26 $\pm 0,06$	0,29 $\pm 0,03$	0,14 $\pm 0,07$	0,21* $\pm 0,01$	0,15 $\pm 0,01$	0,16 $\pm 0,02$
	GPx (U/g fehérje) (12)		GPx (U/g fehérje)		GPx (U/g fehérje)	
21. nap (7)	4,14 $\pm 0,43$	4,18 $\pm 0,57$	3,82 $\pm 0,27$	3,45 $\pm 0,81$	3,23 $\pm 0,32$	3,12 $\pm 0,55$
28. nap (8)	4,71 $\pm 0,95$	5,22 $\pm 0,38$	3,45 $\pm 0,54$	4,07* $\pm 0,15$	3,56 $\pm 0,53$	3,82 $\pm 0,39$
35. nap (9)	5,62 $\pm 1,33$	6,56 $\pm 2,17$	3,19 $\pm 0,29$	4,30*** $\pm 0,17$	3,56 $\pm 0,42$	3,79 $\pm 0,44$
42. nap (10)	4,39 $\pm 0,97$	4,50 $\pm 1,28$	4,16 $\pm 0,23$	4,35 $\pm 0,25$	3,27 $\pm 0,17$	3,57* $\pm 0,19$

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Table 4. Effect of thyme oil supplemented diet on the reduced glutathione concentration and glutathione peroxidase activity of blood plasma, liver and kidney homogenate ($n=6$ /group; mean $\pm$ S.D.)

age (1); blood plasma (2); liver homogenate (3); kidney homogenate (4); control (5); treated (6); day 21 (7); day 28 (8); day 35 (9); day 42 (10); GSH (mmol/g protein) (11); GPx (U/g protein) (12)

MEGBESZÉLÉS

A takarmány kakukkfűolajjal történt kiegészítésének hatására a 42. életnapon mért szignifikánsan nagyobb testsúly *Tollba* (2003), valamint *Denli és mtsai* (2004) eredményeivel összhangban, a kakukkfű brojlersírkék és japán fűrjek növekedésére gyakorolt pozitív hatását támasztja alá.

A kakukkfűolaj, illetve bioaktív komponenseinek a monogasztrikus állatok emésztőrendszerére gyakorolt hatása pontosan még nem ismert, de valószínűsíthető, hogy a bél mikroflóra összetételének módosításával javítja a táplálóanyagok emészthetőségét és felszívódását (*Windisch és mtsai*, 2008). Feltehetően ennek tudható be, hogy a takarmány kakukkfűolajjal történt kiegészítése javította nem csak a napi súlygyarapodást, de a számított takarmányértékesítést is.

A kakukkfűolaj antioxidáns tulajdonságait kémiai (*Seung-Joo és mtsai*, 2005) és *in vitro* modellrendszerekben (*Kulisic és mtsai*, 2005) már leírták, továbbá a hús oxidatív stabilitására gyakorolt hatása is ismert (*Bolukbasi és mtsai*, 2006). A vérben, a májban, valamint a vesében zajló lipidperoxidációs folyamatokra, illetve a glutation-redox rendszerre gyakorolt hatásairól azonban eddig még kevés eredmény született baromfi fajokban. *Zidan és mtsai* (2016) például a májban szignifikánsan alacsonyabb malondialdehid-tartalmat mértek baromfiban a kakukkfűolaj legnagyobb mennyiségben jelenlévő bioaktív komponense, a timol, hatására.

Kísérletünk eredményei szerint a brojlersírkék takarmányához adagolt kakukkfűolaj-kiegészítés csökkentette a malondialdehid képződést, azaz a lipidperoxidáció intenzitását a májban és a vesében egyaránt. Ennek a hatásnak a hátterében a kakukkfűolaj, illetve annak timoltartalma, azon feltételezett hatása állhat, hogy képes az oxigén szabadgyökök redukciójára, olyan módon, hogy átmenetileg a molekulán fenoxil gyök alakul ki, amely ezt követően redukálódik (*Venu és mtsai*, 2013). Az oxigén szabadgyökök kisebb mennyisége viszont csökkenti a lipidperoxidációs folyamatok kialakulásának intenzitását. A glutation-redox rendszer elemei közül a kakukkfűolaj-kiegészítés hatására a redukált glutation-tartalom növekedett, amely feltehetőleg a jobb aminosav- (metionin és/vagy cisztein) ellátottságnak tudható be (*Balogh és mtsai*, 2007; *Németh és mtsai*, 2004). A máj- és vese homogenizátumokban a glutation-peroxidáz aktivitása is nagyobb volt a kakukkfűolaj-kiegészítésben részesült csoport esetében. Ennek hátterében a kakukkfűolaj legnagyobb mennyiségben jelenlévő bioaktív komponensének, a timolnak, az a hatása állhat, hogy aktiválja a biológiai antioxidáns védőrendszer enzimatis tagjainak, így a glutation-peroxidáznak, az aktivitását (*Nagoor Meeran és Prince*, 2012). Emellett a glutation peroxidáz aktivitást növelheti a nagyobb ko-szubsztrát, redukált glutation, tartalom is. Korábbi kísérleteink (*Németh és mtsai*, 2004) eredményei szerint ugyanis a nagyobb redukált glutation-koncentráció hatására nő a glutation-peroxidáz aktivitás is. A nagyobb glutation-peroxidáz aktivitás oka lehet emellett a szelén nagyobb arányú felszívódása is a kakukkfűolaj bioaktív vegyületeinek a felszívódásra gyakorolt kedvező hatása révén, mivel a Se, az enzim aktív centrumának részeként szintén növelheti az enzimaktivitást (*Mahan és Parrett*, 1996).

KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgálat eredményei alapján következtetésként megállapíthatjuk, hogy 1 mg/ testsúly kg napi mennyiségben adagolt kakukkfűolaj-kiegészítés szignifikánsan növelte a brojlercsirkék testtömegét és hatást gyakorolt a májban és vesében zajló lipidperoxidációs folyamatokra, valamint az antioxidáns rendszerre, ezen belül a redukáltglutathion-tartalomra és a glutathion-peroxidáz aktivitásra.

Eredményeink megerősítik a kakukkfűolaj brojlercsirkék termelési paramétereire gyakorolt pozitív hatását, és rávilágítanak arra, hogy az nemcsak a húspanban, hanem a májban és a vesében is antioxidáns hatással rendelkezik.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

IRODALOMJEGYZÉK

- Aeschbach, R. – Löliher, J. – Scott, B. C. – Murcia, A. – Butler, J. – Halliwell, B. – Aruoma, O. I. (1994): Antioxidant actions of thymol, carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. Food Chem. Toxicol., 32. 31–36.
- Abdo, Z. – Soliman, A. (2005): The bioefficacy of thyme in practical layer diets varying in their energy content. Egypt. J. Nutr. Feeds., 8. 237–248.
- Abou-Sekken, M. S. – Moustafa, K. E. – Elalfy, T. S. (2007): Effect of fennel, thyme and probiotic as feed additives on the performance and the microbial content of the intestine of Muscovy ducks. Egypt. Poult. Sci. J., 27. 1009–1029.
- Anzlovar, S. – Barievic, D. – Ambrozic Avgustin, J. – Dolenc Koce, J. (2014): Essential oil of common thyme as a natural antimicrobial food additive. Food Technol. Biotechnol., 52. 263–268.
- Asllani, U. – Toska, V. (2003): Chemical composition of Albanian thyme oil (*Thymus vulgaris* L.). J. Essent. Oil Res., 15. 165–167.
- Badi, H. N. – Darab, Y. A. – Fatemah, N. (2004): Effects of spacing and harvesting time on herbage yield and quality/quantity of oil in thyme, *Thymus vulgaris* L. Industr. Crops Prod., 19. 231–236.
- Balogh, K. – Weber, M. – Erdélyi, M. – Mézes, M. (2007): Investigation of lipid peroxide and glutathione redox status of chicken concerning a high dietary selenium intake. Acta Biol. Hung., 58. 269–279.
- Ben Jabeur, M. – Somai-Jemmali, L. – Hamada, W. (2017): Thyme essential oil as an alternative mechanism: biofungicide-causing sensitivity of *Mycosphaerella graminicola*. J. Appl. Microbiol., 122. 932–939.
- Bolukbasi, S. C. – Erhan, M. K. (2007): Effect of dietary thyme (*Thymus vulgaris*) on laying hens performance and *Escherichia coli* (*E. coli*) concentration in feces. Internat. J. Nat. Eng. Sci., 1. 55–58.
- Bolukbasi, S. C. – Erhan, M. K. – Ozkan, A. (2006): Effect of dietary thyme oil and vitamin E on growth, lipid oxidation, meat fatty acid composition and serum lipoproteins of broilers. South Afr. J. Anim. Sci., 36. 189–196.
- Botsoglou, N. A. – Yannakopoulos, A. L. – Fletouris, D. J. – Tserveni-Goussi, A. S. – Fortomaris, P. D. (1997): Effect of dietary thyme on the oxidative stability of egg yolk. J. Agric. Food Chem., 45. 3711–3716.

- Burt, S. A. – Reinders, R. D. (2003): Antibacterial activity of selected plant essential oils against *Escherichia coli* O157–H7. Lett. Appl. Microbiol., 36. 162–167.
- Ciftci, M. – Guler, T. – Simsek, G. – Nihat Ertas, O. – Dalkilic, B. – Bicer, Z. (2009): The effect of *Thymus vulgaris* L. oil as growth promoter in broilers. Indian Vet. J., 86. 930–932.
- Deighton, N. – Glidewell, S. M. – Deans, S. G. – Goodman, B. A. (1993): Identification by EPR spectroscopy of carvacrol and thymol as the major sources of free-radicals in the oxidation of plant essential oils. J. Sci. Food Agric., 63. 221–225.
- Denli, M. – Okan, F. – Uluocak, A. N. (2004): Effect of dietary supplementation of herb essential oils on the growth performance, carcass and intestinal characteristics of quail (*Coturnix coturnix japonica*). South Afr. J. Anim. Sci., 34. 174–179.
- Farag, R. S. – Badei, A. Z. M. A. – Hewedi, F. M. – El-Baroty, G. S. A. (1989): Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic acid oxidation in aqueous media. J. Am. Oil Chem. Soc., 66. 792–799.
- Franz, C. – Baser, K. H. C. – Windisch, W. (2010): Essential oils and aromatic plants in animal feeding – a European perspective. A review. Flavour Fragr. J., 25. 327–340.
- Guillen, M. D. – Manzanos, M. J. (1998): Study of the composition of the different parts of a Spanish *Thymus vulgaris* L. plant. Food Chem., 63. 373–383.
- Koreleski, J. – Swiatkiewicz, S. (2007): Dietary supplementation with plant extracts, xanthophylls and synthetic antioxidants: Effect on fatty acid profile and oxidative stability of frozen stored chicken breast meat. J. Anim. Feed Sci., 16. 463–471.
- Kuliscic, T. – Radonic, A. – Milos, M. (2005): Antioxidant properties of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and wild thyme (*Thymus serpyllum* L.) essential oils. Ital. J. Food Sci., 17. 315–324.
- Lawrence, R. A. – Burk, R. F. (1976): Glutathione peroxidase activity in selenium deficient rat liver. Biochem. Biophys. Res. Comm., 71. 952–956.
- Lowry, O. H. – Rosebrough, N. J. – Farr, A. L. – Randall, R. J. (1951): Protein measurement with the Folin phenol reagent. J. Biol. Chem., 193. 265–275.
- Magyar Takarmánykódex (2004): Gazdasági állatok táplálóanyag-szükséglete, takarmányok kémiai összetétele és mikotoxin határértékek a takarmánykeverékekben (II–III. kötet) Budapest, OMMI
- Mahan, D. C. – Parrett, N. A. (1996): Evaluating the efficacy of selenium–enriched yeast and sodium selenite on tissue selenium retention and serum glutathione peroxidase activity in grower and finisher swine. J. Anim. Sci., 74. 2967–2974.
- 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.
- Montes–Belmont, R. – Convajal, M. (1998): Control of *Aspergillus flavus* in maize with plant essential oils and their components. J. Food Prot., 61. 616–619.
- Nagoor Meeran, M.F. – Prince, P.S. (2012): Protective effects of thymol on altered plasma lipid peroxidation and nonenzymic antioxidants in isoproterenol-induced myocardial infarcted rats. J. Biochem. Mol. Toxicol., 26. 368–373.
- Németh, K. – Mézes, M. – Gaál, T. – Bartos, Á. – Balogh, K. – Husvéth, F. (2004): Effect of supplementation with methionine and different fat sources on the glutathione redox system of growing chickens. Act. Vet. Hung., 52. 369–378.
- Ocak, N. – Erener, G. – Burak Ak, F. – Sungu, M. – Ozmen, A. (2008): Performance of broilers fed diets supplemented with dry peppermint (*Mentha piperita* L.) or thyme (*Thymus vulgaris* L.) leaves as growth promoter source. Czech J. Anim. Sci., 53. 169–175.
- 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.
- Sakkas, H. – Papadopoulou, C. (2017): Antimicrobial activity of basil, oregano, and thyme essential oils. J. Microbiol. Biotechnol., 27. 429–438.
- Schwarz, K. – Ernst, H. (1996): Evaluation of antioxidative constituents from thyme. J. Sci. Food Agric., 70. 217–223.

- Sedlak, I. – Lindsay, R. H. (1968): Estimation of total, protein-bound and non-protein sulfhydryl groups in tissues with Ellmann's reagent. *Anal. Biochem.*, 25. 192–205.
- Seung-Joo, L. – Umano, K. – Shibamoto, T. – Kwang-Geun L. (2005): Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Food Chem.*, 91. 131–137.
- Tollba, A. (2003): Using some natural additives to improve physiological and productive performance of broiler chicks under high temperature conditions. 1 – Thyme (*Thymus vulgaris* L.) or fennel (*Foeniculum vulgare* L.). *Egypt. Poult. Sci. J.*, 23. 313–326.
- Venu, S. - Naik, D. B. - Sarkar, S. K. - Usha, K. - Aravind, U. K. - Nijamudheen, A. (2013). Oxidation reactions of thymol: a pulse radiolysis and theoretical study. *J. Phys. Chem. A*, 117. 291–299.
- Weber, M. – Sidó, I. – Apáti Nagy G. – Ábrahám Cs. – Szabó R. T. – Mézes M. – Erdélyi M. (2013): Egy lehetséges alternatíva: Tenyészludak termelési paramétereinek javítása gyógynövény-kiegészítésekkel. *Animal welfare, ethology and housing systems*, 9. 393–400.
- Windisch, W. – Schedle, K. – Piltzner, C. – Kroismayr, A. (2008): Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *J. Anim Sci.*, 86. E140–E148.
- 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.
- Yamazaki, K. – Yamamoto, T. – Kawai, Y. – Inoue, N. (2004): Enhancement of antilisterial activity of essential oil constituents by nisin and diglycerol fatty acid ester. *Food Microbiol.*, 21. 283–289.
- Yazdani, D. – Shahnazi, S. – Jamshidi, A. H. – Rezazadeh, S. – Mojab, F. (2006): Study on variation of essential oil quality and quantity in dry and fresh herb of thyme and tarragon. *J. Med. Plants.*, 5. 7–15.
- Youdim, K. A. – Dorman, H. J. D. – Deans, S. G. (1999): The antioxidant effectiveness of thyme oil, alpha-tocopherol and ascorbyl palmitate on evening primrose oil oxidation *J. Essent. Oil Res.*, 11. 643–648.
- Youdim, K. A. – Deans, S. G. – Finlayson, H. J. (2002): The antioxidant properties of thyme (*Thymus zygis* L.) essential oil: an inhibitor of lipid peroxidation and a free radical scavenger. *J. Essent. Oil Res.*, 14. 210–215.
- Zawislak, G. (2007): Analysis of chemical composition of essential oil in the herb of thyme (*Thymus vulgaris* L.) grown in south-eastern Poland. *Herba Polonica*, 53. 241–245.
- Zidan, D. E. - Kahilo, K. A. - El-Far, A. - Sadek, K. M. (2016): Ginger (*Zingiber officinale*) and thymol dietary supplementation improve the growth performance, immunity and antioxidant status in broilers. *Glob. Vet.*, 16. 530–538.

Érkezett: 2019. december

A szerzők címe: Ancsin Zs. – Balogh K. – Erdélyi M. – Mézes M.

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

Authors' address: Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences,
Institute of Basic Animal Sciences, Department of Nutrition
Balogh.Krisztian@mkk.szie.hu