

The adverse effects of heat stress on the antioxidant status of broiler and reducing these effects with nutritional tools

Part II. Reducing the adverse effects of heat stress with nutritional tools

Literature Review

Horváth Márta*
Asbóth Georgina
Gálné Remenyik Judit
Babinszky László

M. Horváth*
G. Asbóth
J. Gálné Remenyik
L. Babinszky

Debreceni Egyetem
Mezőgazdaság-, Élelmiszer-
tudományi és Környezetgazdálkodási
Kar Takarmány- és Élelmiszer
Biotechnológiai Tanszék
H-4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

* e-mail: mhorvath@agr.unideb.hu

A hőstressz káros hatása a brojler antioxidáns státuszára és ezen hatás csökkentése takarmányozással

II. rész A hőstressz csökkentése takarmányozási módszerekkel

Irodalmi áttekintés

ÖSSZEFOGLALÁS

A tanulmány második részének célja, hogy a szakirodalmi adatok alapján áttekintést adjanak azokról a takarmányozási módszerekről, amelyekkel csökkenteni lehet a hőstressz káros hatásait. A szerzők az alábbi fontosabb megállapításokat tették: a hőstressz esetén a brojlerek takarmányába kevert állati eredetű zsír (baromfizsír) szignifikánsan csökkentette a madarak hőtermelését. Alkalmazhatók direkt vagy indirekt antioxidáns tulajdonságú takarmányadalékok: a C-, A-, E-vitamin önmagában vagy más elemekkel, pl. krómmal, cinkkel együtt. Az elektrolitok ivóvízbe való keverése ugyancsak javítja a brojlerek hőstresszel szembeni ellenálló képességét. A betain takarmányba való keverése csökkenti a madarak hőtermelését és javítja a termelési paramétereiket.

SUMMARY

The aim of the second part of the study is to review the possible nutritional tools that can be used for reducing the adverse effects of heat stress. Based on the scientific findings the following conclusions were drawn: 5% animal fat (poultry fat) addition to the compound feed significantly decreased the heat production of broilers under heat stress. Feed additives which have direct or indirect antioxidant effects can increase the protection against lipid peroxidation. Vitamin C (150–500 mg/kg feed), Vitamin A (4–15 mg/kg feed) and Vitamin E (250–500 mg/kg feed) can also be used alone or with other elements, for example chrome (200–400 µg/kg feed) and/or zinc (20–60mg/kg feed) to improve the production parameters of the broilers. Electrolytes or univalent ion supplementation in the drinking water or diet increases the water intake, also improving the resistance of the broilers against heat stress. Based on the scientific findings so far, betain (1–1.5 g/kg feed) supplementation decreases the heat production of broilers and improves the production parameters. The adverse effects of heat stress on the production parameters of broilers has been proved by many studies, but these nutritional possibilities also need to be confirmed and made univocal by further systematic studies.

BAROMFI

A tanulmányunk első részében (lásd 2016/8 szám) a hőstressz, ill. hősokk biokémiai, élettani háttérét és káros hatásait mutattuk be a brojlerek viselkedésére, fiziológiás állapotára, antioxidáns státuszára. A jelen közlemény célja annak ismertetése, hogy a különböző takarmányadalékok miképpen segítik elő a brojlerek hőstresszel szembeni ellenálló képességének növelését, javítva ezzel a hústermelés minőségét és a gazdaságosságot.

Már rövid ideig tartó hőstressz során is csökken a mitokondriális légzési lánc aktivitása

A HŐSTRESSZ HATÁSA AZ ANTIOXIDÁNS RENDSZERRE

Tanulmányozva az idevonatkozó szakirodalmat megállapítható, hogy eddig igen kevés átfogó kutatási programban vizsgálták a hőstressz hatásait baromfiban.

YANG és mtsai (2010) vizsgálataikban azt tapasztalták, hogy rövid ideig (35 °C, 3 óra/nap) tartó hőstressz során csökkent a mitokondriális légzési lánc aktivitása, aminek következtében túlzott mennyiségű ROS (reactive oxygen species, oxigéneredetű szabadgyökök) képződött, ami lipidperoxidációhoz és oxidatív stressz kialakulásához vezetett brojlerek esetében (89). LIN és mtsai (2006) a májra és szívre ható hőstressz (32 °C) hatásait vizsgálták. Megállapították, hogy a májban nőtt a TBARS (thiobarbituric acid reacting substance) szintje, miközben csökkent az SOD (szuperoxid-dizmutáz) koncentrációja. A szívben viszont nem történt változás a TBARS mennyiségében, azonban nőtt a SOD mennyisége (57).

Hőstressz hatására megnőtt a GSH-Px (glutation-peroxidáz) és az SOD-aktivitás, a plazmában a növekedési hormon és a trijód-tironin (T3) pajzsmirigyhormon mennyisége, és csökkent a koleszterol és az LDL (LDL – Low Density Lipoprotein) mennyisége (4). Az antioxidáns elmélet alapján, ha csökken az antioxidáns tulajdonságú vitaminok mennyisége a vérben, akkor növekedni fog a lipidperoxidáció, amely sejt- és szövetkárosodást okoz. Brojlerek esetében hőstressz hatására csökken a szérum C-, E-, A-vitamin-, vas- és cinktartalma, továbbá nő a réz koncentrációja. SAHIN és mtsai (2001b) vizsgálatában E-vitamin-kiegészítés (250 mg/kg takarmány) hatására azt tapasztalták, hogy nőtt a szérum vas- és cinkion-tartalma. Mindemellett csökkent a szérum rézion-koncentrációja hőstressz esetén (32 °C) (76). Betainkiegészítés (trimetil-glicin: TMG, metilcsoportdonorként funkcionál a szervezetben és cukorrépból nyerik ki) hatására csökkent a vér triacil-glicerol, kortikoszterol-tartalma és csökkent a T3, TSH (thyreoida stimuláló hormon) mennyisége is (1). A C-vitaminnal (500 mg/kg takarmány) kiegészített takarmány hatására a szérumban megnövekedett az inzulin, továbbá a T3 és a T4 (tiroxin) pajzsmirigyhormon mennyisége, aminek oka a kortikoszterol szintjének csökkentése által indukált megnövekedett stresszválasz (60).

A HŐSTRESSZ HATÁSA A BAROMFI ANYAGCSERE-FORGALMÁRA

A napjainkban alkalmazott baromfihibridek növekvő teljesítménye, jobb takarmányértékesítése mellett csökken azok stresszel szembeni érzékenysége

A napjainkban alkalmazott baromfihibrideket egyre növekvő teljesítmény és jobb takarmányértékesítés jellemzi. E javuló paraméterek mellett mégis csökken a madarak stresszel szembeni érzékenysége (57). A madarak alapanyagcseréje igen élénk, de mivel nincsenek izzadságmirigyeik, a hőleadásuk korlátozott. Brojlerek esetében 30 °C-on (32), tojótúkoknál 34–35 °C-on akár 50%-kal is csökken a takarmányfelvétel, romlik az emésztőenzimek (tripszin, kimotripszin, amiláz) aktivitása, és ezáltal csökken a táplálóanyagok emésztetősége (48). Más kísérletek eredményei is azt mutatják, hogy a magasabb környezeti hőmérséklet (32 °C) negatívan hat az emésztési folyamatokra

Magas hőmérséklet esetén az aminosav-emészthetőségében különbség figyelhető meg hím- és nőivarú brojlerek között

Hőstressz során romlik a táplálóanyagok emészthetősége, az emésztőenzimek aktivitása, a fehérjeszintézis minősége, valamint felborul az elektrolit- és sav-bázis egyensúly

Magas környezeti hőmérséklet esetén célszerű a takarmány energiatartalmának nagyobb hányadát takarmányzsírral biztosítani

(32, 47, 48, 57). Hőstressz hatására romlik a fehérjeszintézis minősége és mennyisége is (57). Az ivar és a hőmérséklet között szoros kapcsolat áll fent. Kísérletben bizonyították, hogy magas hőmérséklet (31 °C) esetén az aminosav-emészthetőségében különbség figyelhető meg hím- és nőivarú brojlerek között. Növekvő hőmérséklet hatására a nőivarú madaraknál erősen csökkenő trendet mutat az aminosavak emészthetősége, elsősorban a treonin, alanin, metionin, leucin, izoleucin esetében, míg a hímivarú madarak esetében nem volt különbség az aminosavak emészthetőségében hőstressz hatására (87). PATIENCE (1990) kísérletének eredményei alapján megállapította, hogy a szervezet sav-bázis egyensúlya és az aminosav-forgalom között is szoros kapcsolat van. Eredményei azt mutatták, hogy a hőstressz rontja a fehérjeemésztést is. A fehérje-anyagcserében bekövetkező változások hatással vannak a növekedésre, valamint a tojástermelésre is (70). Hőstressz hatására (McKEE és mtsai: 34 °C; SOHAIL és mtsai: 35 ± 2 °C) a szervezetben elindul a védekezési reakció, amely növeli a kortizolszintet (63, 83). Mint korábban említettük, a hőstressz hatására nő az állatok vízfelvétele is, aminek következtében felborul a sav-bázis egyensúly, továbbá nő a vizelettel és bélsárral ürített elektrolitok mennyisége (79). A brojler esetében rendkívül fontos tényező a túlélés és a termelés szempontjából a víz- és elektrolitegyensúly fenntartása. Az elektrolitegyensúly (DEB – Dietary Elektrolit Balance) kulcsfontosságú a szervezet sav-bázis egyensúlyában, biztosítva az intra- és extracelluláris terek homeosztázisát (24). A homeosztázis felborulása során nő a szabadgyökök mennyisége (11).

Összességében tehát megállapítható, hogy hőstressz során romlik a táplálóanyagok emészthetősége, az emésztőenzimek aktivitása, a fehérjeszintézis minősége is. A környezeti hőmérséklet emelkedése növeli a vízfelvételt, amely az elektrolit- és sav-bázis egyensúly felborulásához vezethet.

HŐSTRESSZ CSÖKKENTÉSE TAKARMÁNYOZÁSI MÓDSZEREKKEL

Az idevonatkozó szakirodalom általában a következő fontosabb takarmányozási lehetőségeket ajánlja a hőstressz káros hatásainak csökkentésére:

ZSÍRKIEGÉSZÍTÉS

Tekintettel arra, hogy a magas környezeti hőmérséklet esetén mind a takarmányfelvétel, mind pedig a táplálóanyagok emészthetősége csökken, koncentráltabb, emészthető táplálóanyagban gazdagabb takarmányokat kell etetni. Brojlerekkel végzett vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy célszerű a takarmány energiatartalmának nagyobb hányadát takarmányzsírral (5% hozzáadott zsír) biztosítani, az állatok hőtermelésének csökkentése és így az ún. hőszök kialakulásának az elkerülése érdekében (33, 44). GHAZALAH és mtsai (2008) vizsgálatában három különböző metabolizálható energiatartalmú (ME1 = 3100 kcal „kicsi”, ME2 = 3200 kcal „ajánlott”, ME3 = 3300 kcal „nagy”) és mindhárom energiakoncentráció esetén izokalorikusan 0%, 2,5%, 5% mennyiségben tartalmazott a takarmány baromfiszírt. Valamennyi kezelés azonos hőstresszben (29–36 °C) részesült. A vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy mindkét tényező (ME = 3300 kcal és 5% baromfiszír) szignifikáns javulást okozott a brojlerek termelési paramétereiben (testtömeg-gyarapodás, takarmányfelvétel, fajlagos takarmányértékesítés). A kísérlet eredményei azt is mutatták, hogy a takarmányba kevert nagyobb (5%) zsírmennyiség szignifikánsan csökkentette a madarak hőtermelését (44). A nagyobb adagú zsír etetése esetén tapasztalt kisebb hőtermelés azzal magyarázható, hogy az állatok takarmányzsírból kevesebb metabolikus lépcsőn keresztül képesek testzsírt

Hő vagy hideg stressz esetén C-vitamin- és krómtartalmú takarmánykiegészítő használata növeli a táplálóanyagok emészthetőségét, a szérumban peroxidációs státuszát, valamint a vér vitamin- és ásványianyag-tartalmát.

Az E-vitamin-kiegészítés szintén pozitív hatással van a termelési mutatókra.

előállítani, mint szénhidrátból (15).

ANTIOXIDÁNS TULAJDONSÁGÚ ANYAGOK

Alkalmazhatók olyan takarmánykiegészítők, amelyek direkt vagy indirekt antioxidáns tulajdonságúak. Ezek az adalékok általában javítják a gazdasági haszonállatok lipidperoxidáció elleni védelmét, immunállapotát és így a termelési paramétereket. Magas környezeti hő vagy hideg stressz esetén C-vitamin- és krómtartalmú takarmánykiegészítő használata növeli a táplálóanyagok emészthetőségét, a szérumban peroxidációs státuszát, valamint a vér vitamin- és ásványianyag-tartalmát. Így végső soron javítja a baromfi termelési paramétereit (testtömeg-gyarapodás, takarmányértékesítés) is. Csökkenti továbbá a madár által kibocsátott nitrogén mennyiségét, ami környezetvédelmi szempontból fontos tényező (78). FAROOQI és mtsai (2005) hőstressz során (a kísérlet első hetében 35 °C, majd 32,5 °C a következő héten) a C-vitamin (200 mg/kg takarmány) alkalmazásakor javulást tapasztaltak a testtömeg-gyarapodásban és takarmányfelvételen (37).

Hőstressz esetén a C-vitaminnal (150 mg/kg takarmány) kiegészített takarmány etetésekor javultak a termelési paraméterek, azonban ezek az értékek jóval elmaradtak a termoneutrális zónában lévő madarak értékeitől. A magasabb hőmérséklet esetén (34 °C) a kezelés pozitív hatása csak a C-vitamin-kiegészítés nélküli csoporthoz képest volt szignifikáns. C-vitamin-kiegészítés hatására hőstressz során csökkent a madarak hőtermelése. Ennek lehetséges magyarázata, hogy csökken az RQ-érték (mint korábban említettük, hőstressz hatására akár a tízszeresére is emelkedhet), továbbá fokozódik a glükoneogenezis és a zsírsav-oxidáció, amelyeknek hőtermelést csökkentő hatásuk van (63). További kísérletek alapján 250 mg/kg koncentrációban a takarmányhoz adagolt C-vitamin csökkenti a hőstressznek (32 °C, 6–10 óra/nap 4 hétig, valamint 38 °C, 4 óra/nap) a brojlerek termelési paramétereire (testtömeg-gyarapodás, takarmányfelvétel) gyakorolt negatív hatását (9, 55).

SAHIN és KUCUK (2001c) brojlerekkel végzett kísérletükben a C-vitamin és E-vitamin hatását vizsgálták ugyancsak hőstressz (32 °C) esetén. Vizsgálatukban a 200 mg C-vitamin/kg takarmánykiegészítés javította a takarmányfelvételt, a testtömeget, a takarmányértékesítést. Az E-vitamin- (DL α -tokoferol-acetát) kiegészítés (250 mg/kg) szintén pozitív hatással volt a termelési mutatókra. A két vitamin együttes alkalmazása esetén a vágósúly szignifikánsan növekedett (77).

A króm elsődleges élettani szerepe, hogy segítse elő az inzulin működését a glükóztolerancia faktor jelenlétében (GTF – Glucose Tolerance Factor) (75). Az inzulin szerepet játszik a lipidperoxidációban (43), ezért a króm az inzulin kofaktoraként antioxidáns szerepű (73). Mindemellett a króm számos olyan enzim aktivitásáért felelős, amelyek a fehérje és nukleinsavak stabilizációjában fontosak (6). Króm hiányában zavart szenved a szénhidrát- és fehérjemetabolizmus, csökken a perifériás szövetek inzulinérzékenysége és a növekedés (34). SAHIN és mtsai (2003) azt tapasztalták, hogy brojlerek esetén, hőstressz során (32 °C), krómkiegészítéssel (CrPic – króm-pikolinát) (400 μ g/kg takarmány) javult a takarmányfelvétel, nőtt a vágási súly és a húsmínőség (nagyobb színhúskihozatal, nagyobb tömegű belső szervek, csökkent hasi zsírmennyiség). Ebben a kísérletben a C-vitamin-kiegészítés önmagában nem bizonyult hatékonyabbnak a krómtartalmúnál, viszont együttes alkalmazásuk szignifikánsan javított a termelési paramétereken (78).

A cink nélkülözhetetlen elem, amely szükséges a növekedéshez, a fejlődéshez, az immunkompetenciához, és legalább 200 enzim felépítésében és működésében vesz részt. Szerepe van a szénhidrát- és energia-anyagcserében, a fehérje lebontásában és szintézisében, a CO₂-transzportban (71). Hőstressz során az előbb említett rendszerek és élettani folyamatok zavart szenvednek, amelyek cinktartalmú kiegészítéssel csökkenthetők. Az A-vitamin fontos szerepet tölt

**Cink- és A-vitamin-
kiegészítés javítja a
brojlerek termelési
mutatóit magas környe-
zeti hőmérséklet esetén**

**Az egyértékű ionoknak a
takarmányba való pótlá-
sával az állati szerve-
zet vízvisszatartásának
csökkenése enyhíthető**

**Brojlerek esetében a
betain 1–1,5 g/kg
koncentrációban való
bekeverésének hatására
magasabb környezeti
hőmérséklet esetén
sem csökken
a takarmányfelvétel**

be a cink anyagcseréjében, így valószínűsíthető, hogy ez jelenti a kapcsolatot kettőjük között. Az A-vitamin elősegíti a cink felhalmozódását és szállítását a baromfi csípőbél-nyálkahártyájában és serkenti a cink felszívódását (31), azonban az A-vitamin felszívódását, szállítását és felhasználását a cinkstátusz befolyásolja (22). A cink felszívódása során egy specifikus A-vitaminfüggő cinkkötő szállítófehérjéhez kapcsolódik, amely rendkívül specifikus a cinkionok tekintetében. A cink normál plazmabeli koncentráció esetén képes a májból a plazmába történő A-vitamin-mobilizációra (82). Kucuk és mtsai (2003) vizsgálatában hőstressz esetén (34 °C), cink (hidratált ZnSO₄) (30 mg/kg takarmány) használatával és A-vitamin- (retinol-) kiegészítéssel (4,5 mg/kg takarmány) szignifikánsan jobb termelési paramétereket (testtömeg, takarmányfelvétel, fajlagos takarmányértékesítés) kaptak a kiegészítés nélküli kontrollcsoporthoz képest. A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy a cink és az A-vitamin közel azonos mértékben javította a brojlerek termelési mutatóit magas környezeti hőmérséklet esetén. Együttes alkalmazásuk bizonyítottan csökkentette a hőstressz okozta termelési paraméterek romlását is (54). Az A-vitamin mindezekon felül csökkenti az oxidatív sérüléseket (58) és nagyobb mennyiségben (15 ezer IU/kg) növeli a vágósúlyt, javítja a testtömeg-gyarapodást, a takarmányfelvételt és a húsmínőségét (csökkent hasi zsírmennyiség, nagyobb színhúskelet) (54).

EGYÉRTÉKŰ IONOK, ELEKTROLITOK

Az egyértékű ionoknak a takarmányba való pótlásával az állati szervezet vízvisszatartásának csökkenése enyhíthető. Az elektrolitok ivóvízbe vagy az egyértékű ionok takarmányba való keverése fokozza a madarak vízfelvételét, ezáltal javítja a hőstresszel (30 °C) szembeni ellenálló képességet (19, 25). Erre alkalmas sókészítmények többek között az ammónium-klorid (NH₄Cl), nátrium- és kálium-hidrogén-karbonát (NaHCO₃, KHCO₃). Az ammónium-klorid 1–3 g/l ivóvíz (85), a nátrium-hidrogén-karbonát 2–8 g/l ivóvíz (51), a káliumvegyületek (KCl, KHCO₃) 1,5–2 g/l ivóvíz (86) bekeverési arány esetén javította a termelési paramétereket (testtömeg-gyarapodás, fajlagos takarmányértékesítés) 30 °C felett. FERKET és QURESHI (1992) brojlerekkel végzett vizsgálatai alapján, magas hőmérséklet (35 °C, 41–43.napig) esetén az ivóvízbe kevert vegyületek: mangán (MnO), vas (FeSO₄·7 H₂O), réz (CuO) és jód [Ca(IO₃)₂] hatását vizsgálták. Megállapították, hogy a brojlernevelés befejező szakaszában ezen kiegészítés hatására javultak a termelési paraméterek (41).

BETAIN

A betain, mint azt korábban is említettük, a kolinnak egy anyagcsereterméke, amelynek fontos szerepe van a szervezetben mint metilcsoport (–CH₃) donor és így hatással van a sejtek ozmolaritására. A takarmányok betainnal történő kiegészítése esetén csökkent a hőleadás és a létfenntartásra fordított energia mennyisége (80). ATTIA és mtsai (2009) vizsgálata során 21 napos közepes növekedési intenzitású brojlereket (El-Salam fajta), termoneutrális hőmérsékleten (28 °C ± 4 °C) és magas környezeti hőmérsékleten (38 °C ± 1,4 °C) helyeztek el, és azt tapasztalták, hogy a termelési paraméterek csökkentek a hőstressz során. A brojlernevelés ideje alatt (21–84 nap) a termelési paraméterek a kontrollcsoportban voltak a legjobbak. A tartósan magas hőmérséklet esetén a madarak C-vitamin- (250 mg/kg takarmány) és betain- (0,5 és 1 g/kg takarmány) kiegészítést kaptak. A testtömeg, a takarmányfelvétel és a fajlagos takarmányértékesítés az 1 g/kg betainkiegészítés mellett volt a legkedvezőbb. A táplálóanyagok emészthetősége is javult, azonban a különbség nem volt szignifikáns (10). Az eddigi vizsgálatok tehát azt mutatják, hogy brojlerek esetében a betain 1–1,5 g/kg koncentrációban való bekeverése csökkenti a baromfi hőtermelését, minek következtében a magasabb környezeti hőmérséklet esetén sem csökken a takar-

mányfelvétel. ABHAY és TAPAN (2015) vizsgálatában hőstressz esetén (28 °C este, 35 °C nappal) a betain-hidroklorid-kiegészítéssel (1,3 és 2 g/kg takarmány) jelentős javulást értek el a termelési paraméterekben. Vizsgálatukban azt is tapasztalták, hogy csökkent továbbá a madarak rektális hőmérséklete, ami arra enged következtetni, hogy a betain csökkenti a brojlerek hőtermelését (1).

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A feldolgozott szakirodalmi adatok alapján az alábbi fontosabb megállapítások és következtetések vonhatók le:

1. Brojlerek esetén a takarmányba kevert **5% állati eredetű zsír** (baromfizsír) szignifikánsan csökkenti a madarak hőtermelését, enyhítve ezzel a hősokk okozta negatív hatásokat, ami a testtömeg-gyarapodás és takarmányfelvétel javulásában nyilvánul meg.
2. Alkalmazhatók olyan takarmányadalékok is, amelyek direkt vagy indirekt antioxidáns tulajdonságúak, ezáltal javítják a brojlerek lipidoxidáció elleni védelmét. A **C-vitamin** (150–500 mg/kg takarmány), az **A-vitamin** (4–15 mg/kg takarmány), valamint az **E-vitamin** (250–500 mg/kg takarmány) alkalmazása önmagában vagy más elemekkel, pl. a **krómmal** (200–400 µg/kg takarmány) és/vagy a **cinkkel** (20–60 mg/kg takarmány) együtt hőstressz esetén javítja a brojlerek termelési paramétereit.
3. Az **elektrolitok, egyértékű ionok** ivóvízbe vagy takarmányba való keverése fokozza a brojlerek vízfelvételét, javítva ezáltal a hőstresszel szembeni ellenálló képességet. Erre a célra alkalmazott sókészítmények többek között az ammónium-klorid (NH₄Cl), nátrium- és kálium-hidrogén-karbonát (NaHCO₃, KHCO₃).
4. Az eddigi vizsgálatok alapján a **betain** (1–1,5 g/kg takarmány) alkalmazása csökkenti a madarak hőtermelését és javítja a termelési paramétereket.
5. Bár a hőstressznek a brojlerek termelési paramétereire gyakorolt káros hatását számos kísérlet bizonyítja, de e hatás kivédésének takarmányozási lehetőségeit még további szisztematikus vizsgálatokkal kell megerősíteni és egyértelművé tenni.

IRODALOM

Lásd I. cikk vége.