

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**A HŐ-STRESSZ KÁROS HATÁSA A PECSENYEKACSAK
NÉHÁNY ANTIOXIDÁNS- ÉS TERMELÉSI
PARAMÉTERE ÉS EZEK CSÖKKENTÉSE A
TAKARMÁNY E-VITAMIN, C-VITAMIN, SZELÉN ÉS
CINK KIEGÉSZÍTÉSÉVEL**

Horváth Márta

Témavezető

Prof. Dr. Babinszky László



DEBRECENI EGYETEM

ÁLLATTENYÉSZTÉSI TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

Debrecen, 2021

1. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITŰZÉSEI

A klímaváltozás hatására emelkedő környezeti hőmérséklet és a rendszertelen időjárás bizonyítottan hatással van a mezőgazdaságra, befolyásolja a takarmánynövény termesztést, a haszonállatok termelését és ezen keresztül az állati eredetű termékek minőségét is.

A termoneutrális zóna az a hőmérsékleti tartomány, ahol a madarak a testhőmérsékletüket állandó szinten tudják tartani a hőszabályozás segítségével. Amennyiben az állatok kikerülnek a termoneutrális zónából hidegebb, vagy melegebb környezetbe, bár eltérő okok miatt, de a hőtermelésük és így az energia veszteségük növekszik, az energia értékesülés hatékonysága pedig romlik. A legalacsonyabb hőmérsékletet a termoneutrális zóna alsó határánál az „alsó kritikus hőmérsékleti értéknek” nevezzük (LCT). Ha a hőmérséklet ezen érték alá esik, akkor a madarak a takarmányból származó energia nagyobb hányadát fogják felhasználni testhőmérsékletük fenntartására, és ez által több takarmányra van szükségük. A legmagasabb hőmérsékletet a termoneutrális zóna felső határánál „felső kritikus értéknek” nevezzük (HCT). Ha a hőmérséklet ennél magasabbra emelkedik, akkor a madár nem képes a termelt hőt a környezetében leadni, ez pedig ún. hőtorlódással (hő-sokkal) jár (BABINSZKY et al., 2019; NOBLET ET AL., 2001).

A szakirodalmi adatok bizonyítják, hogy a magas környezeti hőmérséklet esetén hő-stressz alakulhat ki a baromfiban, amennyiben a madár a termelt hőt nem tudja leadni a környezetében. Hő-stressz során romlik az állatok ellenálló képessége, antioxidáns státusza, zavart szenved az energia és táplálóanyag metabolizmus, csökken a teljesítmény, nő az elhullás, mely végső soron a termék minőségének romlásához vezet (AKBARIAN et al, 2015; ATTIA et al., 2011; BABINSZKY et al., 2011 A,B; HABIBIAN et al, 2014; HARSINI et al, 2012; HORVÁTH AND BABINSZKY, 2019; LI, 2011; LIAO et al, 2012; KUMAR et al, 2017; YANG et al, 2010). Ismeretes az is, hogy a baromfi, különösképpen a kacsák sokkal érzékenyebbek a hő-stresszel szemben, mint más gazdasági állatfajok, mivel gyors anyagcserével rendelkeznek, magas a testhőmérsékletük, testük tollakkal borított és nincs izzadságmirigyük (AVILÉS-ESQUIVEL et al., 2018; LARA AND ROSTAGNO, 2013).

Ezen alapismeretek ellenére jelenleg azonban a nemzetközi szakirodalomban alig található szisztematikusan felépítette kísérlet és ennek okán kevés megbízható

szakirodalmi adat áll rendelkezésre azzal kapcsolatban, hogy a magas környezeti hőmérséklet esetén, milyen fiziológiai változások történnek a kacsák szervezetében és ilyen körülmények között hogyan kell a kacsákat takarmányozni.

Általánosságban ismert, hogy az állatok esetében a hő-stressz káros hatása csökkenthető biológiai (pl. genetika, magas környezeti hőmérséklethez „szoktatás”, takarmányozás) (DAGHIR, 2008; LIN et al., 2006) és tartástechnológiai eszközökkel (pl. légkondicionálás, intenzív ventilláció, párasítás) (ARMSTRONG, 1994; WOLFENSON et al., 2001). A tartástechnológiai módszerek megvalósítása és fenntartása is költséges és általában ne minden esetben elegendő. Ezért a gazdaságos termelés érdekében rendkívül fontos annak ismerete, hogy a hő-stressz negatív biokémiai és fiziológiai hatásai miképpen csökkenthetők különböző takarmányozási módszerekkel. Az ide vonatkozó kevés számú kutatási eredmény alapján kiválasztottuk azokat a legfontosabb vitamin és ásványi anyagokat, melyeket a hő-stressz kivédésére általánosságban a takarmányozásban, mint takarmány kiegészítőket alkalmaznak (DAGHIR, 2009; GOUS és MORRIS, 2005; LEESON, 1986; LIN et al., 2006; MUJAHID, 2011; SAHIN et al., 2009).

A vizsgálatok célja

A disszertáció célja, annak vizsgálata volt, hogy a takarmány C- és E-vitamin, valamint a cink és szelén kiegészítése állandó magas környezeti hőmérséklet esetén ($30\pm 1^{\circ}\text{C}$ 24 órán keresztül 28 napig) miképpen befolyásolja a pecsenye kacsák:

- néhány élettani paraméterét beleértve az antioxidáns védelmi rendszert;
- a táplálóanyagok átalakulását, az emészthetőség és energia valamint fehérje hasznosítást,
- továbbá a termelési paramétereket és az értékes kacsák húsrészek kémiai összetételét a nevelés 14 és 42 napja között.

Ezen kívül a disszertáció bemutatja a hőstressz negatív hatásának csökkentését a takarmány vitamin és ásványi anyag kiegészítésével (C-vitamin, E-vitamin, cink, szelén) a kacsák takarmányozásában.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. Állatkísérleti engedély

A kísérlet elvégzése az 1998. évi XXVIII. “Az állatok védelméről és kíméletéről” szóló törvény 3§ alapján történt.

2.2. Kísérleti állatok és kísérleti elrendezés

Kísérleti állatok. A kísérletben 900 vegyes ivarú 14 napos Cherry Valley pecsenye kacsát állítottunk be, a kacsák 1 és 14 napos kor között azonos körülmények között nevelkedtek a Tranzitker Zrt. protokollja alapján. A kacsák azonos összetételű és táplálóanyag tartalmú indító tápot fogyasztanak, az NRC, 1994 (kacsa) ajánlásnak megfelelően az első 14 napban, mielőtt véletlenszerűen szétosztottunk őket 3 különböző takarmányozási csoportba (3 kezelési csoport). Mindegyik kezelési csoportban, fülként 20 vegyes ivarú kacsát helyeztünk el, öt ismétlésben (n=100 kacsa/kezelési csoport; n=300/kísérlet). A kísérletet még kétszer ismételtük meg (n=300; 3x300 kacsa= 900 kacsa összesen). A madarak egyedi szárnyjelölést kaptak.

Elhelyezés. A madarak 1 és 14 napos kor között azonos körülmények között nevelkedtek. Az állatházban 28 napon keresztül (14-42 napos korig) állandó hőmérsékletet biztosítottunk: magas környezeti hőmérséklet: $30\pm 1^{\circ}\text{C}$ (24 órán keresztül), $62\pm 5\%$ relatív páratartalom mellett. A hőmérséklet és páratartalom naponta 2 óránként került feljegyzésre az állatház különböző részeiben. 15 fülke volt az állatházban. Mindegyik fülkében (3x3x1, 5m) 20 madár volt elhelyezve. A világítást CHERRY és MORRIS, 2008 ajánlása alapján határoztuk meg: 23L:1D (2LUX). A fülkékben szalma almot alkalmaztunk.

A kísérlet időtartalma: a madarak 14-42 napos életkora között (nevelési időszak).

Takarmány és ivóvíz: minden madár számára ad libitum állt rendelkezésre.

Kísérleti takarmányok, a takarmányok kémiai összetétele és vizsgált táplálóanyag tartalom: A korábban említettek alapján a kísérleti takarmányokat két vitaminnal (C és E-vitamin) és két mikroelemmel (cink és szelén) egészítettük ki.

A vizsgálatban három kukorica-szója alapú kísérleti takarmányt etettünk, melynek az energia és táplálóanyag tartalma az NRC kacsa (1994) ajánlásának felel meg. A takarmányok összetétele és vizsgált táplálóanyag tartalma az 1-es Táblázatban látható.

Egy kontroll takarmány került felhasználásra (évszaktól függetlenül általában ezt alkalmazzák a hús típusú kacsatartó telepeken) és két kísérleti (antioxidáns takarmány kiegészítők használata). A K1-es kezelésben kontroll takarmány került felhasználásra mely 0,5%-os premixben az alábbiakat tartalmazta: E-vitamin: 40 mg/kg; C-vitamin: 0 mg/kg; szelén: 0,45 mg/kg; cink: 50 mg/kg. A K2-es kezelésben megnöveltük a vitaminok és mikroelemek mennyiségét. Ebben a kezelésben az E-vitamin tartalom 540 mg/kg tak., C-vitamin tartalom 998 mg/kg tak., szelén tartalom 0,60 mg/kg tak. és cink tartalom pedig 97 mg/kg tak. volt. A K3-as kezelésben a K2-es kezelésben adott vitamin és mikroelem mennyiségét tovább növeltük, így a takarmány előbb említett vitamin és mikroelem tartalma a következő volt: E-vitamin (1540 mg/kg tak.), C-vitamin (1996 mg/kg tak.), szelén (0.90 mg/kg tak.) és cink (148 mg/kg tak.) (2. Táblázat).

1. Táblázat

Kísérleti takarmányok, a takarmányok kémiai összetétele és vizsgált táplálóanyag tartalom

Összetétel (%)	Takarmány		
	1 (K1) ^T	2 (K2) ^T	3 (K3) ^T
Kukorica	25.0	38.7	35.0
Búza	20.0	10.0	10.0
Tritikálé	25.5	20.0	20.0
Ext. szójabab liszt (CP: 46%)	3.6	14.2	10.6
Full fat szója	5.0	5.0	5.0
Ext. napraforgó gran.	13.5	6.3	10.2
Búzaliszt	3.0	3.0	6.0
Premix ¹	0.5	0.5	0.5
Egyéb ²	3.9	2.3	2.7
Antioxidáns kiegészítés	-	+	++
Számított energia és táplálóanyag tartalom (100g szárazanyag)			
ME baromfi(MJ/kg)	12.3	12.11	12.0
Ny. fehérje (%)	16.2	16.2	16.6
Ny. rost (%)	4.2	4.2	4.3
Ny. zsír (%)	3.5	3.3	3.8
Lizin (%)	1.0	1.0	1.0
Methionin (%)	0.42	0.47	0.52
Ca (%)	0.58	0.58	0.68
Si ₂ O (%)	0.5	0.5	0.5

^T A kezelések és rövidítések jelentése a 2. táblázatban található.

¹ 1 kg premix összetétele: A-vitamin (retinyl acetát): 2 000 000 NE; D3- vitamin (kolekalciferol): 600 000 NE; E- vitamin (all-rac-alfa-tokoferil acetát): 8 000 mg; K3- vitamin: 600 000 mg; tiamin: 400 mg; riboflavin: 1400 mg; pantoténsav (kálcium D-pantotenát): 2000 mg; piridoxin: 1000 mg; B12- Vitamin: 4 mg; niacin: 7 999 mg; folsav: 200 mg; biotin: 20 mg; vas (vas-II-szulfát-monohidrát): 10 000 mg; mangán (mangán-II-oxid): 20 000 mg; cink (cinc-oxid): 10 000 mg; jód (granulált anhidrous kalcium-jodid): 400 mg; szelén: 90 mg; réz (metionin-hidroxil-analóg réz-kelát): 4000 mg; cink (metionin-hidroxil-analóg cink-kelát): 10 000 mg; butil-hidroxi-toluol (BHT): 1 440 mg; propil gallát (E310): 738 mg; szalicilsav (BHA): 1 152 mg.

² Aminosav kiegészítés : L-lysine HCl, DL- metionin, L-treonin; napraforgó olaj; mészke; MCP; só; NaHCO₃; premix (0.5%)

	Kezelések		
	K1	K2	K3
Kiegészítés*	-	+	++
E-vitamin (mg/kg) ¹	40	540	1540
C-vitamin (mg/kg) ²	-	998	1996
szelén (mg/kg) ³	0.45	0.60	0.90
cink (mg/kg) ⁴	50	97	148

*Analizált
¹ all-rac-alfa-tokoferil acetát
² aszkorbinsav
³ szerves szelenometionin
⁴ szervetlen cink-oxid

2.3. Mintavétel és a minták előkészítése

15 kacsát kezelésként véletlenszerűen választottunk ki és cervikális diszlokációval vérbélár és hús mintavétel céljából leöltük.

Vérminta. A plazmát EDTA-csövekben gyűjtöttük össze (BD, Franklin Lakes, NJ, USA). A mintákból 1 ml mintát 4°C 10 percig 1000xg-n centrifugáltunk. A felülúszót 500 µl aliquot részre osztottuk és -20°C-on tároltuk a vizsgálatok megkezdéséig (n=15 kacs/kezelés).

Bélsár minta. A táplálóanyagok vékonybélbeli emészthetőségét jelzőanyag (szilícium dioxid- SiO₂), ún. post mortem emészthetőségi vizsgálatokkal állapítjuk meg. A SiO₂ homok segítségével növeltük a HCl-ban oldhatatlan hamu mennyiségét. A bélsarat a duodéniumtól az ileocekális átmenetig (vagyis a teljes ileumból) Jin et al (2000) vizsgálata alapján. A mintákat -20°C-on tároltuk a vizsgálatok megkezdéséig (n=15 kacs/kezelés).

Húsminta. A bőr nélküli comb- és mellhús részeket egyedileg gyűjtöttük össze és helyeztük műanyag zacskókba a kísérlet 42.-ik napján. A mintákat -20°C-on tároltuk a vizsgálatok megkezdéséig (n=15 kacs/kezelés).

2.4. Mérések

Testhőmérséklet. A testhőmérséklet mérése hőmérővel történt, melyet 3cm-re helyeztünk a végbélbe 10-15 másodpercig. A testhőmérséklet (RT) ivaronként került megmérésre (n=2 ivar/fülke) naponta kétszer (9 órakor és délután 4-kor), háromszor egy héten (hétfő, szerda, péntek) (n=240 adat/kezelés).

Termelési paraméterek. A kacsák testtömege (BW) egyedileg került meghatározásra (n=300) a kísérlet 14. és 42.-ik napján. A napi súlygyarapodás (dWG) szintén egyedileg került kiszámításra. A napi takarmányfelvétel (FI) fülkénként került meghatározásra (n=15, 3-szor ismétlés=45 fülke adata összesen) és egyedileg lett kiszámítva (g/nap/madár). A fajlagos takarmányértékesítés (FCR) valamint az energia- és fehérje értékesítés ugyancsak fülkénként került meghatározásra (n=15). Az állatorvos boncolás során meghatározta az elhullás okát, ezen adatok feljegyzésre kerültek.

Antioxidáns státusz. A következő antioxidáns paraméterek kerültek meghatározásra: szuperoxid-dizmutáz (SOD), vízzoldékony antioxidáns vegyületek (ACW), zsírozoldékony antioxidáns vegyületek (ACL), glutation-reduktáz (GR), glutation-peroxidáz (GPx), redukált glutation (GR), aszkorbinsav (AsA), E-vitamin és malondialdehid (MDA).

2.5. Kémiai analízis

Takarmány. A takarmány táplálóanyag, vitamin és ásványi anyag tartalmát az AOAC szabványban (2012) meghatározott takarmány analitikai módszer szerint került elvégzésre.

Vér. A SOD, ACL, ACW meghatározása egy kereskedelmi forgalomban kapható kit-tel történt (Analytik Jena AG, Jena, Germany) PhotoChem© segítségével (POPOV és LEWIN, 1999). A GR, GPx, GSH aktivitás szintén egy kereskedelmi forgalomban elérhető kit használatával történt (Abcam, Cambridge, UK). A GR-t SpectroStar^{Nano} microplate olvasóval mértük meg (BMG Labtech, Offenburg, Germany), a számításokat pedig a kit protokoll szerint végeztük el. Az MDA koncentrációt kit használatával határoztuk meg (Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri). Az E vitamin koncentrációt ELISA-val (Blue Gene Biotech LTD, Shanghai, China) határoztuk meg. A plazma C-vitamin koncentrációjának meghatározásához előkezeltük a mintákat a nagymértékű fehérjetartalom miatt. A felülúszót használtuk a C-vitamin tartalom meghatározására egy kit segítségével (Abcam, Cambridge, UK).

Bélsár. A bélsár mintákat (szárazanyag, nyers fehérje) az AOAC (2012) szabványban meghatározott módszerek alapján végeztük el. Indikátor anyagként SiO₂-ot (Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri, USA) használtunk. A szilícium meghatározás az AOAC, 2006-os szabvány szerint történt (AOAC Official Method 920.08).

Hús. A húsmintákat (szárazanyag, fehérje, zsír) az AOAC (2012) szabványban meghatározott módszerek alapján végeztük el. A minták glikogén tartalmának meghatározása DALRYMPLE és HAMM (1973) leírása alapján történt.

2.6 Számítások

Termelési paraméterek.

A fajlagos takarmányértékesítés, az energia- és fehérje értékesítés valamint a fajlagos takarmányköltség az alábbi módon került meghatározásra:

n=15 (1 adat/fülke):

- Fajlagos takarmány értékesítés=Tak. felvétel (kg) / súlygyarapodás (kg)
- Energia értékesítés=felhasznált energia (MJ AME_n) / súlygyarapodás (kg)
- Fehérje értékesítés=felhasznált fehérje (g) / súlygyarapodás (kg)
- Takarmány költség= ár (US \$) x súlygyarapodás (kg)

Emészthetőség.

Az alábbi képletet használtuk a látszólagos táplálóanyag emészthetőség meghatározására (ELBERTS et al., 1989 és REFSTIE et al., 1999 nyomán):

Táplálóanyag emészthetőség= $1 - (\text{indikátor mennyisége a tak.-ban} / \text{indikátor mennyisége a bélsárban}) \times (\text{bélsár táplálóanyag tartalma} / \text{takarmány táplálóanyag tartalma})$

2.7. Statisztikai analízis

Az adatok elemzésének első lépése a normalitás teszt elvégzése volt Kolmogorov-Smirnov (K-S) teszttel (SAS 2010, version 9.3). A kísérleti adatok statisztikai analízisét PROC GLM (mix modell) használatával, a SAS programmal végezzük el. Mivel az ismétlés és ismétlés-kezelés interakciók nem voltak szignifikánsak, ezért töröltük a modellből és a statisztika analízist újra elvégeztük. Az ivar és a napszak szintén nem

volt szignifikáns, ezért ezeket a változókat is eltávolítottuk a modellből. A teljesítmény adatokat (takarmányfelvétel, fajlagos takarmányértékesítés, energia és fehérje értékesítés, takarmány költség) fülként vizsgáltuk meg, míg a súlygyarapodás, élő súly, testhőmérséklet vér-, bél- és húsmintákból egyedi adatok álltak rendelkezésre. Szignifikáns hatás esetén az átlagok közötti különbségeket Tukey-teszttel határoztuk meg. A szignifikáns kezeléshatást $P < 0,05$ szinten vizsgáltuk (SAS, 2010). A korreláció analízist a SAS program segítségével végeztük el (SAS 2010, version 9.3) az alábbi változók között:

- “A” (takarmány kiegészítés: vitamin és ásványi anyagok g/nap) és “B” (antioxidáns paraméterek) valamint
- “C” (takarmány kiegészítés) és “D” (termelési paraméterek) között.

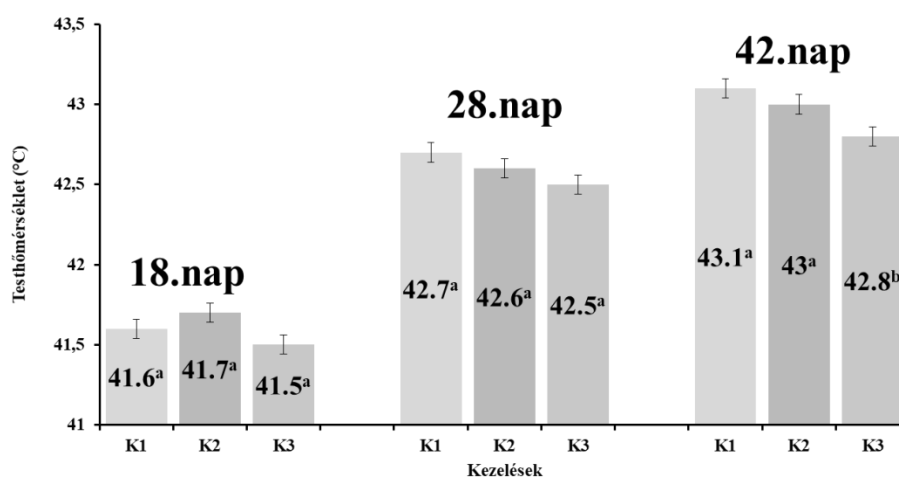
3. EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

3.1 Testhőmérséklet

Az eredmények alapján azt tapasztaltuk, hogy hőstressz során a kacsák testhőmérséklete szignifikánsan csökkent ($P < 0,05$) 42.-ik napon, de csupán néhány fokkal (1. ábra) a K3-as kezelésekben. A 28.-ik napon nem volt szignifikáns különbség a kezelések (K1, K2 és K3) között. Ennek valószínű oka lehet, hogy a kacsák alkalmazkodtak a magasabb hőmérséklethez. Az eredmények azt is mutatják, hogy tartósan magas környezeti hőmérséklet esetén a kacsák ezen alkalmazkodóképessége csökkent, ezért hosszútávon ajánlott a takarmány kiegészítés, hogy csökkenteni tudjuk a testhőmérsékletet. Más kísérletekben azt tapasztalták, hogy nőtt a baromfi testhőmérséklete rövid ideig tartó hőstressz hatására (ALTAN et al., 1999; XIE et al., 2014), hosszú időn át fennálló (konstans) magas környezeti hőmérséklet esetén nem tapasztaltak emelkedést (XIE et al., 2014).

1. ábra A hőstressz hatása a kacsák testhőmérsékletére a kísérlet 18., 28.-ik és 42.-ik napján (LS means $\pm$ SEM⁺)

(n=240 adat/kezelés)



⁺ LS means= legkisebb négyzetek elve alapján korrigált átlag; SEM=átlag standard hibája.

^{a, b} A különböző felső indexek az azonos sorokban a szignifikáns különbséget mutatják $P < 0.05$ szinten.

3.2. Antioxidáns védelmi mechanizmusok

Az antioxidáns paraméterek eredményei a 3. Táblázatban láthatók.

3. Táblázat

A hőstressz hatása a kacsák antioxidáns paramétereire (LS means $\pm$ SEM[†])

Antioxidáns paraméterek (n=15/kezelés)	Kezelések ^T			P-érték	szignifikancia
	K1	K2	K3		
MDA (nMol/ μ l)	13.2 $\pm$ 1.45 ^a	4.4 $\pm$ 1.87 ^b	4.7 $\pm$ 1.45 ^b	0.001	***
E-vitamin (μ g/ml)	1.15 $\pm$ 0.08 ^a	0.98 $\pm$ 0.08 ^{ab}	0.84 $\pm$ 0.08 ^b	0.02	*
C-vitamin (μ g/ μ l)	2.2 $\pm$ 0.30 ^a	3.3 $\pm$ 0.30 ^b	2.8 $\pm$ 0.30 ^a	0.05	*
SOD (U/ml)	104.2 $\pm$ 8.22 ^a	113.2 $\pm$ 8.22 ^a	70 $\pm$ 9.19 ^b	0.005	**
ACW (μ g/ml aszkorbin sav)	19.6 $\pm$ 3.95 ^a	31.01 $\pm$ 3.95 ^b	68.2 $\pm$ 4.16 ^c	0.0001	***
ACL (μ g/ml trolox)	21.05 $\pm$ 1.36 ^a	22.1 $\pm$ 1.52 ^a	33.9 $\pm$ 1.36 ^b	0.0001	***
GPx (mU/ml)	88.95 $\pm$ 2.91 ^a	70.4 $\pm$ 3.06 ^b	79.3 $\pm$ 3.06 ^c	0.001	***
GR (mU/ml)	46.01 $\pm$ 4.26 ^a	40.6 $\pm$ 4.26 ^a	36.3 $\pm$ 4.49 ^a	0.3	NS
GSH (μ M/ml)	14.4 $\pm$ 2.28 ^a	22.1 $\pm$ 2.28 ^b	13.2 $\pm$ 2.28 ^a	0.02	*

^T A kezelések és rövidítések jelentése a 2. táblázatban található.

[†] LS means= legkisebb négyzetek elve alapján korrigált átlag; SEM=átlag standard hibája.

^{ab} A különböző felső indexek az azonos sorokban a szignifikáns különbséget mutatják P<0.05 szinten.

***P<0.001; **P<0.01; *P<0.05; NS=nem szignifikáns (P>0.05).

Ismeretes, hogy a hő-stressz emelkedett lipid peroxidációt okoz, mely növeli az MDA koncentrációt továbbá zavart szenved az antioxidáns rendszer. Irodalmi adatok szerint E-vitaminnal, C-vitaminnal, szelénnel és krómmal kiegészített takarmányok alkalmazása esetén MDA koncentráció csökkenést mutattak baromfiban (LESCOVEC et al., 2018; MAINI et al., 2007; SAHIN et al., 2001a, 2001b; 2002a, 2002b). Az általunk elvégzett kísérletben a várakozásunknak megfelelően az MDA koncentráció szignifikánsan csökkent a K2-es és K3-as kezelésben (P<0,05) a kontrolhoz képest. A kiegészítések hatására csökkent a lipid peroxidáció továbbá javult az enzimatikus és nem enzimatikus antioxidáns rendszerek működése is (HARSINI et al., 2012; MAINI et al., 2007; SAHIN et al., 2002b).

A vér E-vitamin koncentrációja az MDA-val párhuzamosan csökkent a K1 és K3-as kezelésben (P<0,05), azonban a K2 és K3-as kezelések esetén a különbség nem volt szignifikáns (P>0,05).

Míg a vér E-vitamin és a szeléntartalma között mérsékelt negatív korrelációt (-0,77) állapítottunk meg, addig a C-vitamin és cink között nagyon erős negatív korrelációt mutatott a vér MDA koncentrációjával (<0,8) (4. Táblázat). Ez azt jelenti, hogy az alkalmazott takarmány kiegészítők alkalmazása csökkentette az MDA mennyiségét, és a C-vitaminnak és a cinknek van nagy szerepe az oxidatív stressz csökkentésében (HARSINI et al., 2012; LESCOVEC et al., 2018; MAINI et al., 2007; SAHIN et al., 2001a; 2002 a, b).

4. Táblázat

A takarmány kiegészítők és néhány antioxidáns paraméter közötti korreláció analízis eredménye

Kiegészítés	Antioxidáns paraméterek	y-érték	Determinációs együttható (R ²)	Pearson féle korrelációs koefficiens
E-vitamin	ACL	y=0.0088x+20.13	0.99	0.99
C-vitamin	ACW	y=0.0243x+15.317	0.91	0.96
E-vitamin	GR	y=-0.0035x+44.698	0.66	-0.81
C-vitamin		y=-0.003x+45.213	0.82	-0.91
szelén		y=-11.644x+49.798	0.66	-0.81
cink		y=0.0602x+48.148	0.80	-0.90
E-vitamin	MDA	y=0.0049x+11.043	0.59	-0.77
C-vitamin		y=-0.0043x+11.837	0.77	-0.88
szelén		y=-16.353x+18.206	0.59	-0.77
cink		y=-0,0858x+16,012	0.75	-0.87
szelén	E-vitamin	y=-0.6731x+1.4266	0.94	-0.97

y= függő változó
x=független változó

A kísérletben a takarmány C-vitaminnal történő kiegészítése hatására a vér C-vitamin koncentrációja - hasonlóan más publikált kísérletek eredményeihez- (KUMAR et al., 2017; MAHMOUND et al., 2004; SAHIN et al., 2002a) , szignifikánsan növekedett a K2 és K3-as kezelésben (P<0,05).

A SOD mennyisége a K2-es kezelésben nem változott (P>0,05), de szignifikánsan csökkent a K3-as kezelésben (P<0,05). Ennek oka azzal magyarázható, hogy a takarmányhoz adott aszkorbinsav gyorsan reakcióba lépett a O₂⁻-dal, és emiatt a SOD enzim kevésbé volt aktív. Más baromfival végzett kísérletekben a takarmány antioxidánssal való kiegészítése esetén szintén csökkent SOD aktivitásról számolnak be hőstressz esetén (LIN et al., 2006; MAINI et al., 2007).

Az ACW mennyisége szignifikáns növekedést mutatott a K2-es és K3-as kezelésben ($P < 0,05$). Az ACL mennyisége nem változott ($P < 0,05$) a K2-es kezelésben, azonban növekedett a K3-asban ($P < 0,05$). A korreláció analízis eredményei azt mutatták, hogy a takarmány E-vitamin tartalma – a szérumban ACL és a takarmány C-vitamin tartalma – szérumban ACW között erős, pozitív korreláció áll fenn ($> 0,9$). A megnövelt E-vitamin a takarmányban növelte az ACL koncentrációt (TOMAZIN et al., 2013), hasonló volt tapasztalható a takarmány megnövelt C-vitamin koncentrációja és az ACW között (KUMAR et al., 2017; MAHMOUD et al., 2004; SAHIN et al., 2002a). Ez azzal magyarázható, hogy az alkalmazott vitaminok a víz- és lipidoldékony antioxidáns vegyületek közé tartoznak, vagyis a takarmányban történő koncentráció növekedés a vérben is a növekvő-koncentrációt eredményez.

A H_2O_2 lebontását a GPx végzi, GSH felszabadulás mellett. A GPx szignifikánsan csökkent a K2 és K3-as kezelésben ($P < 0,05$). A GPx enzim működése folyamatos és a GSH jelenlététől függő. A GR felelős a glutation-diszulfidból (GSSG) történő GSH regenerációért, melyhez NADPH-ra van szükség (SISEIN, 2014). A takarmány E-vitamin, C-vitamin, szelén és cink tartalma és a GR között erős negatív korrelációt tapasztaltunk. ($> -0,8$) (4. Táblázat). Az alkalmazott vitamin és ásványi anyag kiegészítés hatására a GR koncentrációja csökkent, vagyis kevesebb GSH termelődött (MAINI et al., 2007), ami csökkent GPx aktivitáshoz vezetett. A C és E-vitamin, melyek kis molekulatömegű antioxidánsok „átvették” az elsődleges antioxidáns aktivitást az enzimatisz utvonaltól. A GR felelős a C-vitamin átalakításáért, ezért ha több C-vitaminnal egészítjük ki a takarmányt, megnő az „aktív” C-vitamin koncentráció a vérben, vagyis kisebb GR aktivitás szükséges. A cink kiegészítés nagyobb SOD aktivitáshoz vezetett, így a SOD „vette át” az elsődleges antioxidáns funkciót a GPx-től. A megnövelt szelén kiegészítés, mely kofaktora a GPx-nek, megnövelte a GPx aktivitását, ezáltal kisebb GR aktivitásra van szükség (LIN et al., 2006; MAINI et al., 2007, SAHIN et al., 2006). Ezzel magyarázható, hogy a GR aktivitással párhuzamosan a K2-es, K3-as kezelésben csökkent a GPx aktivitása ($P < 0,05$). A megnövekedett GSH nem befolyásolta a GPx aktivitását a K2-es kezelésben. Feltételezzük, hogy a GSH jelenléte egy másik H_2O_2 lebontási útvonalra van hatással, melyet az aszkorbát-peroxidáz katalizál, azonban hőstressz során broilerek esetében csökkent GSH koncentrációt találtak E-vitamin kiegészítés hatására (MAINI et al., 2007).

A takarmány szeléntartalma és a vér E vitamin koncentrációja között erős negatív korrelációt állapítottunk meg (4. Táblázat), azaz a nagyobb szelén kiegészítés csökkentette az E-vitamin koncentrációt a vérben. Ez azzal magyarázható, hogy a szelén a GPX enzim kofaktora (HARSINI et al, 2012), vagyis a szelén megnövelt mennyisége az enzim aktivitását is növelte, és ezáltal a háromszintű antioxidáns védelmi rendszerben az ún. enzimatis út vonal dominált. Ennek következtében kevesebb E-vitaminra (kis molekulájú, nagy antioxidáns kapacitású vegyületre) volt “szükség” a vérben ahhoz, hogy a madár semlegesítse a hő-stressz hatására megnőtt szabadgyökök koncentrációt.

3.3. A táplálóanyagok emészthetősége

Az eredmények azt mutatták, hogy hő-stressz során, az alkalmazott takarmány kiegészítés hatására a szárazanyag és nyers fehérje emészthetőség a kezelések között szignifikánsan nem változott (5. Táblázat).

5. Táblázat

A hőstressz hatása a szárazanyag és nyers fehérje emészthetőségre (LS means $\pm$ SEM[†])

Emészthetőség (%) (n=15/kezelés)	Kezelések ^T			szignifikancia
	K1	K2	K3	
Szárazanyag	77.9 $\pm$ 0.60	79.0 $\pm$ 0.54	79.6 $\pm$ 0.54	NS
Nyers fehérje	73.1 $\pm$ 1.00	74.3 $\pm$ 0.91	73.5 $\pm$ 0.91	NS

^T A kezelések és rövidítések jelentése a 2. táblázatban található.

[†] LS means= legkisebb négyzetek elve alapján korrigált átlag; SEM=átlag standard hibája.

NS=nem szignifikáns (P>0.05).

A kapott nyers fehérje eredmény más kísérletek eredményei közötti értékeket mutat, ahol az emészthetőség 67% (BONNET et al. 1997; SEVEN és SEVEN 2011) és 80-84% (HOSSEINI et al., 2016) között változik. C-vitamin kiegészítés hatására általában javulás tapasztalható a táplálóanyagok emészthetőségében, de ebben a kísérletben nem volt számottevő. A szárazanyag és nyers fehérje emészthetőségre nem volt hatással az általunk alkalmazott takarmány kiegészítés konstans hő-stressz esetén, szignifikáns változást nem tapasztaltunk (P>0,05). Más kísérletek eredményei hő-stressz során romló táplálóanyag emészthetőséget tapasztaltak (DAGHIR, 2008; HAI et al., 2000). Meg kell azonban jegyezni, hogy kevés számú és ellentmondásos eredményeket találtunk a kacsák táplálóanyagának emészthetőségére vonatkozóan hő-stressz során. Brojlerek

esetében a szárazanyag emészthetőség 66% (BONNET et al., 1997) és 73% (SEVEN és SEVEN, 2011) között változik.

3.4. Termelési paraméterek és a táplálóanyagok fajlagos hatékonysága

A termelési paraméterek eredményei a 6. Táblázatban találhatók.

Az elhullás az egész kísérlet során nagyon alacsony ($n=2/\text{kezelés}$) volt és nem volt szignifikáns különbség a kezelések között ($P>0,05$). A takarmányfelvétel szignifikánsan növekedett a K2 és K3-as kezelésekben ($P<0,05$) a K1-es kontroll csoporthoz képest. A 14 napos élősúly nem különbözött a kezelések között ($P>0,05$). A 42 napos élősúly (végsúly) szignifikánsan nagyobb volt a K2 és K3-as kezelésekben ($P<0,05$) mint a K1-ben. A napi súlygyarapodás a K2 és K3-as kezelésben ugyancsak nőtt ($P<0,05$) a K1-hez viszonyítva. A fajlagos takarmány értékesítés javult a K2 és K3-as kezelésekben a kontrollnak tekintett K1 csoport értékeihez képest ($P<0,05$). A fajlagos energia- és fehérjeértékesítés valamint a fajlagos takarmányköltség szignifikánsan csökkent a K2 és K3 kezelésben ($P<0,05$). Az egyik legfontosabb gazdasági mutató a takarmány költség, mely csökkent a K2 és K3-as kezelésben ($P<0,05$) a kiegészítések hatására.

6. Táblázat

A hőstressz hatása a termelési paraméterekre (LS means $\pm$ SEM [†])						
Termelési paraméterek	Kezelések ^T			P-érték	szignifikancia	n
	K1	K2	K3			
Elhullás	2 $\pm$ 0.43	2 $\pm$ 0.43	1 $\pm$ 0.43	0.81	NS	300
Tak.felvétel (g/nap/madár)	125 $\pm$ 0.44 ^a	127 $\pm$ 0.44 ^b	126 $\pm$ 0.44 ^b	0.002	**	15 ^x
Élő súly 14 nap (g/madár)	692 $\pm$ 16.49	687 $\pm$ 16.49	672 $\pm$ 16.49	0.69	NS	300
Élő súly 42.nap (g/madár)	1899 $\pm$ 47.84 ^a	2127 $\pm$ 46.21 ^b	2176 $\pm$ 46.21 ^b	0.0003	**	300
Napi súlygy. (g/nap/madár)	40.6 $\pm$ 2.41 ^a	49.1 $\pm$ 2.32 ^b	51.8 $\pm$ 2.32 ^b	0.005	**	300
Fajl.tak.ért. (kg/kg súlygy.)	2.8 $\pm$ 0.08 ^a	2.6 $\pm$ 0.08 ^b	2.4 $\pm$ 0.08 ^b	0.009	**	15 ^x
Fajl.energia (MJ AMEn/ kg súlygy.)	345.3 $\pm$ 10.11 ^a	309.2 $\pm$ 9.76 ^b	285.1 $\pm$ 9.76 ^b	0.0005	***	15 ^x
Fajlagos fehérje (g protein/ kg súlygy.)	459.9 $\pm$ 14.43	449.9 $\pm$ 13.94	428 $\pm$ 13.94	0.28	NS	15 ^x
Tak.költség (\$/súlygy.)	0.83 $\pm$ 0.58	0.71 $\pm$ 0.58	0.68 $\pm$ 0.58	0.2	NS	15 ^x

^T A kezelések és rövidítések jelentése a 2.táblázatban található.

^x=5 adat/kezelés (1 adat/fülke).

[†] LS means= legkisebb négyzetek elve alapján korrigált átlag; SEM=átlag standard hibája.

^{a, b} A különböző felső indexek az azonos sorokban a szignifikáns különbséget mutatják $P<0.05$ szinten.

*** $P<0.001$; ** $P<0.01$; * $P<0.05$; NS=nem szignifikáns ($P>0.05$).

Több vizsgálatban változó magas hőmérséklet esetén, a baromfi takarmányát C-vitaminnal (ATTIA et al., 2011; FAROOQI et al., 2005; SAHIN et al., 2001a; 2002a) és E-vitaminnal (HABIBIAN et al., 2014; HARSINI et al., 2012; HASHIZAWA et al., 2013; SAHIN et al., 2001a) egészítették ki. A szerzők azt tapasztalták, hogy javultak a termelési paraméterek baromfi esetében, mely javulás az alkalmazott vitaminok szabadgyök megkötő képességének köszönhető. Cink kiegészítés hatására javulást tapasztaltak a baromfi teljesítményében (pl. takarmány felvétel, súlygyarapodás, fajlagos takarmányértékesítés) (KUCUK, 2008; NOVA és ZEIN, 2020; SAHIN et al., 2003, 2006, 2009). Ez azzal magyarázható, hogy a cink kofaktorként funkcionál az antioxidáns enzimeknél. Szelén kiegészítés hatására, a kofaktor tulajdonsága miatt szintén jelentős javulást tapasztaltak a brojlerok termelési paramétereiben (HARSINI et al., 2012; NIU et al., 2009; SUCHY et al., 2014).

Az eredményeink alapján az energia fajlagos hatékonysága csökkent a kiegészítés hatására. Ennek magyarázata, hogy a kacsák nagyobb energiát igényelnek a létfenntartáshoz, főképp a testhőmérséklet szabályozásához. A termoreguláció egy összetett folyamat a madarakban, amely emelkedett energiaráfordítást és alacsony energia hatékonyságot eredményez (DE SOUZA et al., 2016). A fehérje fajlagos hatékonysága az energia értékesítéssel párhuzamosan csökkent. A takarmányköltség csökkent az emelt vitamin és ásványi anyag kiegészítés hatására, mivel a fajlagos takarmányértékesítés javulása meghaladta a takarmánykiegészítés közötti árkülönbséget.

A takarmány E-vitamin, C-vitamin, szelén és cink tartalma és a 42 napos élősúly ($>0,85$) valamint a napi súlygyarapodás ($>0,88$) között erős pozitív korreláció áll fent (7. Táblázat). Ez azt jelenti, hogy a magas környezeti hőmérséklet esetén a kísérletben alkalmazott kiegészítések növelték a napi súlygyarapodást. A takarmány E-vitamin, szelén és cink tartalma és a fajlagos takarmányértékesítés között nagyon erős negatív korrelációt találtunk ($-0,9$) (7. Táblázat). Ezek az eredmények azt is jelentik, hogy tartós magas környezeti hőmérséklet ($30\pm 1^{\circ}\text{C}$) esetén is számíthatunk a takarmány E-vitaminnal, valamint szelénrel és cinkkel való kiegészítése esetén a fajlagos takarmány értékesítés javulására. Ezen eredmények más kísérletek eredményeihez hasonlóak (ATTIA et al., 2011; FAROOQI et al., 2005; HABIBIAN et al., 2014; HARSINI et al., 2012; NIU et al., 2009).

A takarmány kiegészítők és néhány termelési paraméter közötti korreláció analízis eredménye

Kiegészítés	Termelési paraméterek	y-érték	Determinációs együttható (R^2)	Pearson féle korrelációs koefficiens
E-vitamin		$y=0.1653x+1950,5$	0.73	0.85
C-vitamin	élő súly	$y=0.1388x+1928.8$	0.88	0.93
szelén	42. napon	$y=550.95x+1709.2$	0.73	0.85
cink	(g/madár)	$y=2.8001x+1792$	0.86	0.93
E-vitamin		$y=0.0068x+42.371$	0.78	0.88
C-vitamin	napi súlygy.	$y=0.0056x+41.567$	0.91	0.95
szelén		$y=22.619x+32.464$	0.78	0.88
cink		$y=0.1134x+36.014$	0.90	0.95
E-vitamin		$y=0.0003x+2.7817$	0.94	-0,98
szelén	fajl.tak.ért.	$y=-0.8571x+3.1571$	0.96	-0,98
cink		$y=-0.0041x+3.0011$	0.99	-0,99

y= függő változó
x=független változó

3.5. Az értékes húsrészek kémiai összetétele

A kacsacomb szárazanyag- és zsírtartalmát az emelt C, E-vitamin, szelén és cink kiegészítés nem befolyásolta hő-stressz esetén (8. Táblázat). Az eredményeink alapján a vitamin és ásványi anyag kiegészítés nem volt hatással a kacsacomb kémiai összetételére. Hasonló eredményt kaptunk a mellhús esetében (9. Táblázat). A paraméterek többségére nem volt hatással a kiegészítés, azonban a szárazanyag tartalom csökkent a K2-es kezelésben ($P<0,05$). Ismeretes, hogy különböző körülmények (pl. hő-stressz, takarmány megvonás, szállítás) befolyásolják a baromfihúsok összetételét és minőségét (BERRI et al, 2005; FLETCHER, 2002; SANDERCOCK et al., 2001; ZABOLI et al., 2018). Korábbi kísérletek eredményei (GALAL et al., 2011; HEO et al., 2015) azt mutatták, hogy termoneutrális körülmények között, emelt takarmány kiegészítés nélkül, a kacsamell kémiai összetétele az alábbiak szerint alakul: 20-21% fehérje- és 1,5-3% zsírtartalom. TANKSON et al (2001) eredményei alapján magas környezeti hőmérséklet csökkentette a baromfihús fehérjetartalmát.

Az eredményeink alapján a kacsacomb- és mellhús glikogén tartalma szignifikánsan csökkent a K2 és K3-as kezeléseknél. Ez azt jelenti, hogy a megnövelt vitamin és ásványi anyag kiegészítés nem akadályozta meg a glikogénszint csökkenését. A

szakirodalom alapján a hő-stressz negatív hatással van az izom glikogén szintjére, mivel nő a glikogén lebontása (FLETCHER, 2002; KHAN, 1971).

8. Táblázat

A hő-stressz hatása a kacs combhúsának kémiai összetételére (LS means $\pm$ SEM⁺)

Combhús összetétel (%) (n=15/kezelés)	Kezelések ^T			szignifikancia
	K1	K2	K3	
Eredeti szárazanyag tartalom (%)	23.8 $\pm$ 0.21	23.5 $\pm$ 0.21	23.6 $\pm$ 0.24	NS
Fehérje ¹	83.6 $\pm$ 0.92	84 $\pm$ 0.99	86.3 $\pm$ 1.03	NS
Zsír ¹	9.9 $\pm$ 0.94	9.9 $\pm$ 0.91	7.9 $\pm$ 0.98	NS
Glikogén ¹	0.56 $\pm$ 0.02 ^a	0.49 $\pm$ 0.02 ^b	0.48 $\pm$ 0.02 ^b	*

^T A kezelések és rövidítések jelentése a 2.táblázatban található.

⁺ LS means= legkisebb négyzetek elve alapján korrigált átlag; SEM=átlag standard hibája.

¹ 100g szárazanyagra vonatkoztatva.

^{a,b} A különböző felső indexek az azonos sorokban a szignifikáns különbséget mutatják P<0.05szinten.

*P<0.05; NS=non-significant (P>0.05).

9. Táblázat

A hő-stressz hatása a kacs mellhúsának kémiai összetételére (LS means $\pm$ SEM⁺)

Combhús összetétel (%) (n=15/kezelés)	Kezelések ^T			szignifikancia
	K1	K2	K3	
Eredeti szárazanyag tartalom (%)	23.6 $\pm$ 0.18 ^a	22.9 $\pm$ 0.19 ^b	23.5 $\pm$ 0.19 ^a	*
Fehérje ¹	90.3 $\pm$ 0.57	89.8 $\pm$ 0.57	90.8 $\pm$ 0.59	NS
Zsír ¹	2.5 $\pm$ 0.42	3.3 $\pm$ 0.44	2.2 $\pm$ 0.46	NS
Glikogén ¹	0.85 $\pm$ 0.03 ^a	0.69 $\pm$ 0.03 ^b	0.7 $\pm$ 0.03 ^b	**

^T A kezelések és rövidítések jelentése a 2.táblázatban található.

⁺ LS means= legkisebb négyzetek elve alapján korrigált átlag; SEM=átlag standard hibája.

¹ 100g szárazanyagra vonatkoztatva.

^{a,b} A különböző felső indexek az azonos sorokban a szignifikáns különbséget mutatják P<0.05szinten.

*P<0.05; NS=non-significant (P>0.05)

4. AZ ÉRTEKEZÉS ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEI

1. A szérumban antioxidáns kapacitása (melyet az ACL=zsíroldékony antioxidáns vegyületek és ACW=vízoldékony antioxidáns vegyületek határoznak meg) szignifikánsan javult továbbá a lipid peroxidáció (melyet az MDA=malondialdehid koncentráció jelez) szignifikánsan csökkent hús típusú kacsák esetén, $30 \pm 1^\circ\text{C}$ -os állandó hőmérsékleten az alábbi takarmány kiegészítés alkalmazásakor: E-vitamin: 1540 mg/kg tak., C-vitamin: 1996 mg/kg tak., szelén: 0.90 mg/kg tak. és cink: 148 mg/kg tak.
2. A hús típusú kacsák esetében, tartós hő stressz során a takarmánynak E-vitaminnal, C-vitaminnal, szelénnel és cinkkel való kiegészítése esetén javuló a termelési paraméterekkel lehet számolni.
3. A takarmány E-vitamin tartalma és pecsenyekacsák szérumban lipidoldékony antioxidáns vegyületei (ACL), valamint a takarmány C-vitamin kiegészítése és a szérumban vízoldékony antioxidáns vegyületei (ACW) között erős, pozitív korreláció van ($>0,9$) tartósan magas környezeti hőmérséklet esetén ($30 \pm 1^\circ\text{C}$). A takarmány E-vitamin, szelén tartalma és a szérumban malondialdehid (MDA) koncentrációja között közepes negatív korreláció állapítható meg ($-0,77$), míg a takarmány C-vitamin, cink tartalma és a szérumban MDA koncentrációja között erős, negatív korreláció áll fent ($>-0,8$) hő-stressz esetén ($30 \pm 1^\circ\text{C}$).
4. Tartós hő-stressz esetén ($30 \pm 1^\circ\text{C}$) a takarmány E-, C-vitamin, szelén és cink tartalma valamint a hús típusú kacsák 42 napos élősúlya ($>0,85$), és a napi súlygyarapodása ($>0,88$) között erős, pozitív, míg a takarmány E-vitamin, szelén és cink kiegészítése és a kacsák fajlagos takarmányértékesítése között nagyon erős negatív korreláció ($-0,9$) áll fent.
5. Tartósan magas környezeti hőmérséklet esetén ($30 \pm 1^\circ\text{C}$) a takarmány nyersfehérje és szárazanyag tartalmának emészthetősége továbbá a kacsahús (comb, mell) kémiai összetétele nem változik az alkalmazott takarmány kiegészítés hatására (E-vitamin: 1540 mg/kg tak., C-vitamin: 1996 mg/kg tak., szelén: 0.90 mg/kg tak., cink: 148 mg/kg tak.).
6. Emelt mennyiségű antioxidáns kiegészítők hatására (E-vitamin: 1540 mg/kg tak., C-vitamin: 1996 mg/kg tak., szelén: 0.60 mg/kg tak., cink: 97 mg/kg tak.) hús típusú kacsákban csökkenthető a hő-stressz hatására emelkedett testhőmérséklet és nő a vér víz- (ACW) és zsíroldékony (ACL) antioxidáns vegyületeinek kapacitása.

5. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

1. A hő-stressz során a pecsenyekacsák termelési paramétereinek (takarmány felvétel, súlygyarapodás, fajlagos takarmányértékesítés) szignifikáns romlása megelőzhető, amennyiben a takarmányt a gyakorlatban a jelenleg ajánlotthoz képest nagyobb mennyiségben egészítjük ki C-és E-vitaminnal, valamint szelén és cinkkel.
2. A kísérleti eredményeink alapján állandóan magas környezeti hőmérséklet esetén ($30 \pm 1^\circ\text{C}$) javasoljuk a gyakorlati kacsatakarmanyozás során az alábbi vitamin és ásványi anyag kiegészítést: E-vitamin E: 540 mg/kg tak., C-vitamin C: 998 mg/kg tak., szelén: 0.60 mg/kg tak. and cink: 97 mg/kg tak.
3. Egy „speciális nyári” premix bekeverését javasoljuk (megtört E-, C–vitamin, szelén és cink) a pecsenyekacsák takarmányában, annak érdekében, hogy a magas környezeti hőmérséklet (hő-stressz) káros hatásait csökkentsük.

6. IRODALOMJEGYZÉK

1. AKBARIAN, A., A. GOLIAN, H. KERMANSHAHI, S. DE SMET ÉS J. MICHELIS. (2015). Antioxidant enzyme activities, plasma hormone levels and serum metabolites of finishing broiler chickens reared under high ambient temperature and fed lemon and orange peel extracts and Curcuma xanthorrhiza essential oil. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 99(1), 150-162.
2. ALTAN, Ö., PABUÇCUOĞLU, A., ALTAN, A., KONYALIOĞLU, S. ÉS BAYRAKTAR, H. (2003). Effect of heat stress on oxidative stress, lipid peroxidation and some stress parameters in broilers. *British poultry science*. 44(4), 545-550.
3. AOAC (2012). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 19th edition. 2012. AOAC International, Gaithersburg, Maryland, USA. www.eoma.aoc.org.
4. AOAC Authors. (2006). *Official methods of analysis Minerals Analysis Silicate, gravimetric - item 48*. Association of Analytical Communities, Gaithersburg, MD, 17th edition. Reference data: Method 920.08; NFNAP; MIN; SI.
5. ARMSTRONG, D. (1994). Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*. 77(7), 2044-2050.
6. ATTIA, Y. A., HASSAN, R. A., TAG EL-DIN, A. E. ÉS ABOU-SHEHEMA, B. M. (2011). Effect of ascorbic acid or increasing metabolizable energy level with or without supplementation of some essential amino acids on productive and physiological traits of slow-growing chicks exposed to chronic heat stress. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 95(6), 744-755.
7. AVILÉS-ESQUIVEL, D. F., M. A. MONTERO, H. ZURITA-VÁSQUEZ ÉS M. BARROS-RODRÍGUEZ (2018). Animal welfare and poultry productivity, a short review. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 21(1).
8. BABINSZKY, L., DUNKEL, Z. TÓTHI, R. KAZINCZI, G. ÉS NAGY, J. (2011a). The impacts of climate change on agricultural production. *Hungarian Agricultural Research* 2: 14-20.
9. BABINSZKY, L., HALAS, V. ÉS VERSTEGEN, M.W.A. (2011b). Impacts of climate change on animal production and quality of animal food products. In: Blanco,

H. and Kheradmand, H. (Eds). Climate change – Socioeconomic effects. InTech Publisher. pp. 165-190.

10. BABINSZKY, L., HORVÁTH, M., REMENYIK, J. ÉS VERSTEGEN, M.W.A (2019). The adverse effects of heat stress on the antioxidant status and performance of pigs and poultry and reducing these effects with nutritional tools. In: Hendriks, Wouter H.; Verstegen, Martin W.A.; Babinszky, L. Poultry and pig nutrition. Wageningen, Wageningen Academic Publishers, pp. 187-208. , 22 p.

11. BERRI, C., M. DEBUT, V. SANTÉ-LHOUTELLIER, C. ARNOULD, B. BOUTTEN, N. SELLIER, E. BAÉZA, N. JEHL, Y. JÉGO, M.J. DUCLOS ÉS LE BIHAN-DUVAL, E. (2005). Variations in chicken breast meat quality: implications of struggle and muscle glycogen content at death. British Poultry Science. 46(5), 572-579.

12. BONNET, S., P. A. GERAERT, M. LESSIRE, B. CARRE ÉS S. GUILLAUMIN. (1997). Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. Poultry Science. 76(6), 857-863.

13. CHERRY, P. ÉS T.R. MORRIS. (2008). Domestic duck production: science and practice. Wallingford, Oxfordshire, UK CABI.

14. DAGHIR, N. J. (2009). Nutritional strategies to reduce heat stress in broilers and broiler breeders. Lohmann information, 44(1), 6-15.

15. DAGHIR, N.J. (2008). Broiler feeding and Management in Hot Climates, in: DAGHIR, N.J. (Ed.) Poultry Production in Hot Climate, Vol. pp. 227-260. CAB International, Cromwell Press, Trowbridge.

16. DALRYMPLE, R. H. ÉS R. HAMM. (1973). A method for the extraction of glycogen and metabolites from a single muscle sample. International Journal of Food Science and Technology. 8(4), 439-444.

17. ELBERS A.R.W., L.A. DEN HARTOG, M.W.A. VERSTEGEN AND T. ZANDSTRA. (1989). Between and within-herd variation in the digestibility of feed for growing-finishing pigs. Livestock Production Science. 23. 1: 183-193

18. FAROOQI, H. A. G., M.S. KHAN, M. A. KHAN, M. RABBANI, K. PERVEZ ÉS J.A. KHAN. (2005). Evaluation of betaine and vitamin C in alleviation of heat stress in broilers. International Journal of Agriculture and Biology. 5, 744-746.

19. FLETCHER, D. L. (2002). Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal*. 58(2), 131-145.
20. GALAL A., W. A. H. ALI, A. M. H. AHMED, K. A. ALI. (2011). Performance and carcass characteristics of Dumyati, Muscovy, Peking and Sudani duck breeds. *Egyptian Journal of Animal Production*. 48. 2: 191-202.
21. GOUS, R. M., A. MORRIS, T. R. (2005). Nutritional interventions in alleviating the effects of high temperatures in broiler production. *World's Poultry Science Journal*. 61(3), 463-475.
22. HABIBIAN, M., S. GHAZI, M. M. MOEINI A. ABDOLMOHAMMADI. (2014). Effects of dietary selenium and vitamin E on immune response and biological blood parameters of broilers reared under thermoneutral or heat stress conditions. *International Journal of Biometeorology*. 58(5), 741-752.
23. HAI L., D. RONG A. Z.Y. ZHANG. (2000). The effect of thermal environment on the digestion of broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 83: 57-64.
24. HARSINI, S. G., M. HABIBIAN, M. M. MOEINI A. R. ABDOLMOHAMMADI. (2012). Effects of dietary selenium, vitamin E, and their combination on growth, serum metabolites, and antioxidant defense system in skeletal muscle of broilers under heat stress. *Biological Trace Element Research*. 148(3), 322-330.
25. HASHIZAWA, Y., M. KUBOTA, M. KADOWAKI A. S. FUJIMURA. (2013). Effect of dietary vitamin E on broiler meat qualities, colour, water-holding capacity and shear force value, under heat stress conditions. *Animal Science Journal*. 84(11), 732-736.
26. HEO K.N., E.C. HONG, C. D. KIM, H.K. KIM, M.J. LEE, H.J. CHOO A. J.H. KIM. (2015). Growth performance, carcass yield, and quality and chemical traits of meat from commercial Korean native ducks with 2-way crossbreeding. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 28. 3: 382-390.
27. HORVÁTH, M. A. L. BABINSZKY. (2019). Impact of selected antioxidant vitamins (Vitamin A, E and C) and micro minerals (Zn, Se) on the antioxidant status and performance under high environmental temperature in poultry. A review. *Acta*

28. HOSSEINI-MANSOUB, N., CHEKANI-AZAR, S., TEHRANI, A., LOTFI, A., MANESH, M. (2010). Influence of dietary vitamin E and zinc on performance, oxidative stability and some blood measures of broiler chickens reared under heat stress (35°C). *Journal of Agrobiology*. 27(2), 103-110.
29. JIN, L. Z., Y. W. HO, N. ABDULLAH & S. JALALUDIN. (2000). Digestive and bacterial enzyme activities in broilers fed diets supplemented with *Lactobacillus* cultures. *Poultry Science*. 79(6), 886-891.
30. KHAN, A. W. (1971). Effect of temperature during post-mortem glycolysis and dephosphorylation of high energy phosphates on poultry meat tenderness. *Journal of Food Science*. 36(1), 120-121.
31. KUCUK, O. (2008). Zinc in a combination with magnesium helps reducing negative effects of heat stress in quails. *Biological Trace Element Research*. 123(1-3), 144-153.
32. KUMAR, K., A. MISHRA, A. A. SHEIKH, P. PATEL, M. K. AHIRWAR, S. M. BASHIR & A. ALI. (2017). Effect of Ascorbic Acid on Some Biochemical Parameters during Heat Stress in Commercial Broilers. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6(11), 5425-5434.
33. LARA, L. & M. ROSTAGNO. (2013). Impact of heat stress on poultry production. *Animals*. 3(2), 356-369.
34. LEESON, S. (1986). Nutritional considerations of poultry during heat stress. *World's Poultry Science Journal*, 42(1), 69-81.
35. LESKOVEC, J., A. LEVART, A. NEMEC SVETE, L. PERIĆ, M. ĐUKIĆ STOJČIĆ, D. ŽIKIĆ, J. SALOBIR & V. REZAR. (2018). Effects of supplementation with α -tocopherol, ascorbic acid, selenium, or their combination in linseed oil-enriched diets on the oxidative status in broilers. *Poultry Science*. 97(5), 1641-1650.
36. LI, Y. R. (2011). Free radicals and related reactive species. In *Free Radical Biomedicine: Principles, Clinical Correlations, and Methodologies*, Chapter 2:10-39. Bentham Science Publishers, Sharjah, United Arab Emirates.

37. LIAO, X., L. LU, S. LI, S. LIU, L. ZHANG, G. WANG ÉS X. LUO. (2012). Effects of selenium source and level on growth performance, tissue selenium concentrations, antioxidation, and immune functions of heat-stressed broilers. *Biological Trace Element Research*. 150(1-3), 158-165.
38. LIN, H., H. C. JIAO, J. BUYSE ÉS E. DECUYPERE. (2006). Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poultry Science Journal*. 62(1), 71-86.
39. MAHMOUD, K. Z., F. W. EDENS, E. J. EISEN ÉS G. B. HAVENSTEIN. (2004). Ascorbic acid decreases heat shock protein 70 and plasma corticosterone response in broilers (*Gallus gallus domesticus*) subjected to cyclic heat stress. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*. 137(1), 35-42.
40. MAINI, S., S. K. RASTOGI, J. P. KORDE, A. K. MADAN ÉS S. K. SHUKLA. (2007). Evaluation of oxidative stress and its amelioration through certain antioxidants in broilers during summer. *The Journal of Poultry Science*. 44 (3), 339-347.
41. MUJAHID, A. (2011). Nutritional strategies to maintain efficiency and production of chickens under high environmental temperature. *The Journal of Poultry Science*. 48(3), 145-154.
42. NIU, Z., F. LIU, Q. YAN L. ÉS LI. (2009). Effects of different levels of selenium on growth performance and immunocompetence of broilers under heat stress. *Archives of Animal Nutrition*. 63(1), 56-65.
43. NOBLET, J., LE DIVIDICH, J. ÉS VAN MILGEN, J. (2001). Thermal environment and swine nutrition, In: *Swine Nutrition*, A.J. Lewis and L.L. Southern (Eds), pp. 519-544, CRC Press, ISBN:0-8493-0696-5, Boca Ration, Florida, US.
44. NOVA, T. D.,ÉSR. ZEIN. (2020). The optimization of ginger and Zinc in feed to preventing heat stress at tropical in local duck. *E&ES* 454.1. 012064.
45. NRC, 1994. (National Research Council) *Nutrient requirements of Poultry*. The National Academies Press. Washington DC, USA.
46. POPOV, I. ÉS LEWIN, G. (1999). Antioxidative homeostasis: characterization by means of chemiluminescent technique. In *Methods in Enzymology*. Vol. 300, pp. 437-456. Academic Press.

47. REFSTIE, S., SVIHUS, B., SHEARER, K. D., ÉS STOREBAKKEN, T. (1999). Nutrient digestibility in Atlantic salmon and broiler chickens related to viscosity and non-starch polysaccharide content in different soyabean products. *Animal Feed Science and Technology*, 79(4), 331-345.
48. SAHIN, K. ÉS KUCUK, O. (2001a). Effects of vitamin C and vitamin E on performance, digestion of nutrients and carcass characteristics of Japanese quails reared under chronic heat stress (34 C). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 85.11-12: 335-341.
49. SAHIN, K., ÉS KUCUK, O. (2001b). Effects of vitamin E and selenium on performance, digestibility of nutrients, and carcass characteristics of Japanese quails reared under heat stress (34 C). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 85(11-12), 342-348.
50. SAHIN, K., KUCUK, O., SAHIN, N. ÉS SARI, M. (2002a). Effects of vitamin C and vitamin E on lipid peroxidation status, serum hormone, metabolite, and mineral concentrations of Japanese quails reared under heat stress (34°C). *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*. 72(2), 91-100.
51. SAHIN, K., M. ONDERCI, N. SAHIN, F. GULCU, N. YILDIZ, M. AVCI ÉS O. KUCUK. (2006). Responses of quail to dietary vitamin E and zinc picolinate at different environmental temperatures. *Animal Feed Science and Technology*. 129(1-2), 39-48.
52. SAHIN, K., N. SAHIN, M. SARI ÉS M. F. GURSU. (2002b). Effects of vitamins E and A supplementation on lipid peroxidation and concentration of some mineral in broilers reared under heat stress (32°C), *Nutritional Research*. 22, 723–731
53. SAHIN, K., SAHIN, N. ÉS KUCUK, O. (2003). Effects of chromium, and ascorbic acid supplementation on growth, carcass traits, serum metabolites, and antioxidant status of broiler chickens reared at a high ambient temperature (32 C). *Nutrition Research*. 23(2). 225-238.
54. SAHIN, K., SAHIN, N., KUCUK, O., HAYIRLI, A. ÉS PRASAD, A. S. (2009). Role of dietary zinc in heat-stressed poultry: A review. *Poultry science*, 88(10), 2176-2183.

55. SANDERCOCK, D. A., R. R. HUNTER, G. R. NUTE, M. A. MITCHELL ÉS P. M. HOCKING. (2001). Acute heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broiler chickens at two ages: Implications for meat quality. *Poultry Science*. 80(4), 418-425.
56. SAS 2010. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
57. SEVEN P.T. ÉS I. SEVEN. (2008). Effect of dietary Turkish propolis as alternative to antibiotic on performance and digestibility in broilers exposed to heat stress. *Journal of Applied Animal Research*. 34. 2: 193-196.
58. SISEIN, E. A. (2014). Biochemistry of free radicals and antioxidants. *Scholars Academic Journal of Biosciences*. 2(2), 110-118.
59. SUCHÝ, P., E. STRAKOVÁ ÉS I. HERZIG. (2014). Selenium in poultry nutrition: a review. *Czech Journal of Animal Science*. 59(11), 495-503.
60. TANKSON J.D., Y. VIZZIER-THAXTON, J. P. THAXTON, J. D. MAY ÉS J.A. CAMERON. (2001). Stress and nutritional quality of broilers. *Poultry Science*, 80. 9: 1384-1389.
61. TOMAŽIN, U., T. FRANKIČ, M. VOLJČ, V. REZAR, A. LEVART ÉS J. SALOBIR. (2013). The potency of α -and γ -tocopherol, and their combination, in reducing dietary induced oxidative stress in vivo and improving meat lipid stability in broilers. *Archiv fur Geflugelkunde*. 77, 266-274.
62. WOLFENSON, D., D. BACHRACH, M. MAMAN, Y. GRABER ÉS I. ROZENBOIM. (2001). Evaporative cooling of ventral regions of the skin in heat-stressed laying hens. *Poultry Science*. 80(7), 958-964.
63. XIE, J., L. TANG, L. LU, L. ZHANG, L. XI, H. C. LIU, J. ODLE ÉS X. LUO. (2014). Differential expression of heat shock transcription factors and heat shock proteins after acute and chronic heat stress in laying chickens (*Gallus gallus*). *PLoS One*. 9(7), e102204.
64. YANG, L., G. Y. TAN, Y. Q. FU, J. H. FENG ÉS M. H. ZHANG. (2010). Effects of acute heat stress and subsequent stress removal on function of hepatic mitochondrial respiration, ROS production and lipid peroxidation in broiler chickens. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology and Pharmacology*. 151(2), 204-208.

65. ZABOLI, G., X. HUANG, X. FENG ÉS D. U. AHN. (2018). How can heat stress affect chicken meat quality?—a review. *Poultry Science*. 98(3), 1551-1556.

7. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN



**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/203/2021.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Horváth Márta
Doktori Iskola: Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10056754

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Idegen nyelvű, külföldi könyvrészletek (1)

1. Babinszky, L., **Horváth, M.**, Gálné Remenyik, J., Verstegen, M. W. A.: The adverse effects of heat stress on the antioxidant status and performance of pigs and poultry and reducing these effects with nutritional tools.
In: Poultry and pig nutrition. Eds.: Wouter H. Hendriks, Martin W. A. Verstegen, László Babinszky, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 187-208, 2019. ISBN: 9789086863334

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

2. **Horváth, M.**, Pesti-Asbóth, G., Gálné Remenyik, J., Babinszky, L.: A hőstressz káros hatása a brojler antioxidáns státuszára és ezen hatás csökkentése takarmányozással: I. rész A hőstressz és az antioxidáns védelmi rendszer.
Magy. Allatorv. Lapja. 138, 471-481, 2016. ISSN: 0025-004X.
IF: 0.189
3. **Horváth, M.**, Pesti-Asbóth, G., Gálné Remenyik, J., Babinszky, L.: A hőstressz káros hatása a brojler antioxidáns státuszára és ezen hatás csökkentése takarmányozással: II. rész A hőstressz csökkentése takarmányozási módszerekkel.
Magy. Allatorv. Lapja. 138, 559-564, 2016. ISSN: 0025-004X.
IF: 0.189

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

4. **Horváth, M.**, Babinszky, L.: Impact of chronic heat stress on digestibility of nutrients and performance of meat type ducks.
Agrártud. Közl. 73, 51-55, 2017. ISSN: 1587-1282.





Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (2)

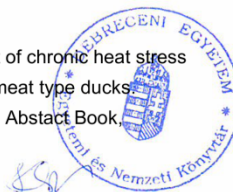
5. **Horváth, M.**, Pesti-Asbóth, G., Gálné Remenyik, J., Babinszky, L.: Effect of dietary antioxidant supplementations on antioxidant parameters, rectal temperature, digestibility of nutrients, performance and chemical composition of meat in Cherry Valley type ducks under chronic heat stress.
Europ. Poult. Sci. 84, 1-15, 2020. ISSN: 1612-9199.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1399/eps.2020.306>
IF: 0.685 (2019)
6. **Horváth, M.**, Babinszky, L.: Impact of selected antioxidant vitamins (Vitamin A, E and C) and micro minerals (Zn, Se) on the antioxidant status and performance under high environmental temperature in poultry. A review.
Acta Agric. Scand. Sect. A-Anim. Sci. 68 (3), 152-160, 2019. ISSN: 0906-4702.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09064702.2019.1611913>
IF: 0.323

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (1)

7. **Horváth, M.**, Pesti-Asbóth, G., Gálné Remenyik, J., Babinszky, L.: A tartós hő-stressz káros hatásának csökkentése takarmányozási módszerekkel a pecsényekacsa tartásban.
In: XXXVI. Óvári Tudományos Nap - Hagyomány és innováció az agrár- és élelmiszergazdaságban: Tudományos Nap Összefoglalók. Szerk.: Bali Papp Ágnes, Szalka Éva, Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Mosonmagyaróvár, 264, 2016. ISBN: 9786155391798

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (3)

8. **Horváth, M.**, Pesti-Asbóth, G., Gálné Remenyik, J., Babinszky, L.: Effects of chronic heat stress on performance of meat type ducks.
In: Krmiva 2018 : Book of abstracts of the 25th International Conference. Ed.: Mario Modric, [s.n.], Zagreb, 39, 2018.
9. Babinszky, L., **Horváth, M.**: Climate change and non-ruminant nutrition: Eliminating the harmful effect of heat stress by nutrition tools.
In: BIT's 5th World Congress of Agriculture-2017, Shenyang : Conference Abstract Book, [s.n.], [Shenyang], 46, 2017.
10. **Horváth, M.**, Pesti-Asbóth, G., Gálné Remenyik, J., Babinszky, L.: Impact of chronic heat stress on digestibility of nutrients, performance, and antioxidant capacity of meat type ducks.
In: 2nd World Conference on Innovative Animal Nutrition and Feeding Abstract Book, AKCongress, Budapest, 61-62, 2017.





További közlemények

Magyar nyelvű könyvrészletek (1)

11. **Horváth, M.**, Babinszky, L.: A takarmányok kémiai összetétele: Vitaminok és kölcsönhatásaik.
In: Innovatív takarmányozás. Szerk.: Babinszky László, Halas Veronika, Akadémiai Kiadó,
Budapest, 55-104, 2019. ISBN: 9789634540571

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

12. **Horváth, M.**, Babinszky, L.: A hőstressz káros hatásának csökkentése nagy genetikai kapacitású
hízósertésekben speciális diétákkal.
Magy. Allatorv. Lapja. 142, 145-158, 2020. ISSN: 0025-004X.
IF: 0.107 (2019)

Magyar nyelvű konferencia közlemények (1)

13. **Horváth, M.**, Pesti-Asbóth, G., Gálné Remenyik, J., Babinszky, L.: Mikrobiális fermentációs
eljárással előállított új probiotikum felhasználásának lehetősége a brojler takarmányozásban.
In: Tavasz szél 2018 : Tanulmánykötet. Szerk.: Szabó Csaba, Doktoranduszok Országos
Szövetsége, Budapest, 44-53, 2018. ISBN: 9786155586316

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (1)

14. **Horváth, M.**, Pesti-Asbóth, G., Gálné Remenyik, J., Babinszky, L.: Egy új mikrobiális
fermentációs eljárással előállított probiotikum felhasználásának lehetősége a brojler
takarmányozásban.
In: Tavasz szél konferencia 2018 Nemzetközi multidiszciplináris konferencia :
Absztraktkötet. Szerk.: Keresztes Gábor, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest,
53-54, 2018. ISBN: 9786155586262

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 1,493

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 1,386

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai
ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján
elvégezte.

Debrecen, 2021.04.19.

