



**SZENT ISTVÁN
EGYETEM**

GÖDÖLLŐ

MEZŐGAZDASÁG- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR

**A DDGS ETETHETŐSÉGE ÉS ANNAK
HATÁSA A CSIRKE ÉS A PULYKA
TERMELÉSÉRE ÉS HÚSMINŐSÉGÉRE**

Doktori értekezés (PhD) tézisei

Heincinger Mónika

Gödöllő
2015

A doktori iskola

megnevezése: Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola

tudományága: Állattenyésztés-tudomány

vezetője: Dr. Mézes Miklós

egyetemi tanár, az MTA levelező tagja

SZIE, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,

Állattudományi Alapok Intézet, Takarmányozástani

Tanszék

témavezető: Dr. Mézes Miklós

egyetemi tanár, az MTA levelező tagja

SZIE, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,

Állattudományi Alapok Intézet, Takarmányozástani

Tanszék

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

1.1. A munka előzményei

Az 1950-es évektől kezdődően mutatkozott érdeklődés a gabonából készített etanol gyártás során képződő melléktermék felhasználásával kapcsolatban. A takarmányipar számára fontos melléktermék a gabonatörköly, amely a kérődzők mellett a monogasztrikus állatok takarmánykeverékébe is beilleszthető, mivel nagy nyersfehérje tartalma miatt akár a kukorica és a szója kiváltásra szolgáló alternatíva is lehet.

Szarvasmarhán kívül sertéssel és baromfi fajokkal is folytattak vizsgálatokat annak megállapítására, hogy milyen maximális mennyiségben adagolható a takarmánykeverékbe a szárított gabonatörköly (DDGS), amely még nem okoz termeléses csökkenést. Emellett a húsminőség egyes elemeinek változását is figyelemmel kísérték, tekintettel arra, hogy a DDGS nagy telítetlen zsírsav tartalma miatt a szalonna és az izomszövet textúrája is megváltozhat.

Annak ellenére azonban, hogy közel 50 éve vizsgálják a DDGS-t, mint takarmány alapanyagot, még mindig nem tisztázott felhasználásának minden aspektusa, úgy a termelési, mint a húsminőségi paraméterekre vonatkozólag, különösen nem baromfi fajok esetében. Kutatásomban ezért célul tűztem ki, hogy brojlercsirkére és hízópulykára meghatározzam a DDGS etethetőségének ésszerű és a gyakorlatban is alkalmazható mennyiségét.

1.2. A kitűzött célok

- Választ kerestem arra, hogy a DDGS milyen mennyiségben keverhető brojlercsirkék takarmányába a termelési paraméterekben kimutatható negatív változások nélkül.
- Vizsgáltam továbbá, hogy a növekvő mennyiségű DDGS kiegészítés milyen hatással van a húsminőségi és lipidperoxidációs paraméterekre a mellizomban.

- Választ kerestem arra, hogy pulyka esetében a takarmányokba milyen mennyiségben keverhető DDGS a termelési paraméterek csökkenése nélkül.
- Vizsgáltam továbbá, a pulyka mellhús minőségi és lipidperoxidációs paraméterei miként változnak különböző mértékű DDGS kiegészítés hatására.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A mintagyűjtés módszere

2.1.1. Takarmányminták gyűjtése

Mind brojler csirkével mind pulykával végzett kísérleteim során alkalmazott takarmányok táplálóanyag tartalmának meghatározásához az indító, nevelő és a befejező szakaszokban etetett teljes értékű keveréktakarmányokból is történt mintavétel.

2.1.2. Vér- és szövetminták minták gyűjtése és kezelése

A vérmintákat az elvéreztetés során vettem véralvadásgátlót tartalmazó vérvételi csövekbe.

A máj- és izommintákat post mortem, a darabolás során gyűjtöttem, amelyeket a felhasználásig -18°C -on tároltam. Az izom mintákat brojlercsirke esetében a m. pectoralis superficialis-ból, pulykákkal végzett kísérleteim során pedig a musculus pectoralis minor-ból gyűjtöttem.

A biokémiai paraméterek méréséhez a vizsgálandó szövetekből a mérés napján homogenizátumot készítettem 9-szeres mennyiségű hideg ($+4^{\circ}\text{C}$) fiziológiás sóoldattal (0,65 % (w/v) NaCl). A natív homogenizátumból a MDA-koncentráció mérésére került sor, míg a GSH- és a fehérje-tartalom, valamint a GPx aktivitás meghatározásához a homogenizátum 10.000 g szupernatans frakcióját használtam fel.

2.2. Termelési paraméterek mérése és számítása

Brojlercsirkékkel végzett kísérleteim során hetente, pulykákkal végzett kísérleteim során pedig kéthetente mértem a madarak egyedi testtömegét és az egyes csoportok takarmányfogyasztását. Az így kapott testtömeg értékekből számítottam a testtömeg gyarapodást, a takarmányfogyasztási és testtömeg-gyarapodási értékekből pedig a takarmányértékesítést.

2.3. Takarmányvizsgálatok

A kísérletekhez felhasznált DDGS és a kísérleti teljes értékű takarmánykeverékek táplálóanyag tartalmának meghatározásához weendei analízist, keményítő- és összcukor tartalom meghatározást, továbbá zsírsav analízist, aminosav vizsgálatot és mikotoxin tartalom (DON) vizsgálatot végeztem.

2.4. Biokémiai módszerek

A tiobarbitursav-reaktív anyagok (malondialdehid, MDA) koncentrációt a vérplazmában és a vvs-hemolizátumban, valamint a szövetek (máj, izom) natív homogenizátumában mértem Matkovics *et al.* (1988) által módosított Placer *et al.* (1966) módszer szerint.

A redukált glutation-koncentráció (GSH) a vérplazmában, a vvs-hemolizátumban és a szövetekből (máj, izom) készített 1:9 homogenizátum 10.000 szupernatans frakciójában mértem Sedlak és Lindsay (1968) módszerével.

A glutation-peroxidáz (E.C. 1.11.1.9) (GPx) aktivitását a vérplazmában, a vvs-hemolizátumban és a szövetekből (máj, izom) készített 1:9 homogenizátum 10.000 g szupernatans frakciójában mértem Matkovics *et al.* (1988) módszere szerint.

A vérplazmában és a vvs-hemolizátumban biuret-reakcióval határoztam meg a fehérje-koncentrációt (Weichselbaum, 1948). A szövethomogenátumok 10.000 g szupernatans frakciójának fehérjetartalmát pedig Folin-fenol reagenssel adott színreakciója alapján mértem (Lowry *et al.*, 1951). Mindkét módszer esetében szarvasmarha szérum albumin szolgált standardként.

2.5. Húsminőségi paraméterek vizsgálata

2.5.1 pH

A pH érték meghatározása az elvéreztetést követő 45. percben, majd az előhűtés után, darabolás előtt, a 24. órában történt szűrő-elektrodával ellátott elektromos pH mérővel (pH-STAR, Firma Matthäus, Németország).

2.5.2 Szín

A hús színét jelző ún. reflektancia spektrometria CIELab értékeket (L^* , a^* , b^*) Minolta kromaméterrel (Minolta CR-330, Minolta Co) mértem a darabolást követően a mellizom friss metszésfelületén.

2.5.3 Porhanyósság és sütési veszteség

A nyíróerő érték meghatározásához a -70 °C-on tárolt csirke és pulyka mell izom mintákat 24 órával a mérés előtt 4 °C-on felengedtettem. A kiolvadt mintát szűrőpapírra helyeztem és lemértem, majd kontakt grill sütőben (Cucina HD 2430, Philips, Németország) 72 °C maghőmérsékletig sütöttem, amelyet a mell középpontjába helyezett maghőmérő (TESTO 926, TESTO AG., Németország) segítségével ellenőriztem. A hőkezelt mintát ismét lemértem, ezt követően $1,5$ órán át tartó szobahőmérsékletre történő hűtés után vizsgáltam. A hőkezelt, szobahőmérsékletre lehűtött mell mintából éles kés segítségével két 8×8 mm oldalhosszú négyzet alapú hasáb alakú próbatestet vágtam. A próbatestekről eltávolítottam a grillsütés során képződött kéreg réteget, majd a próbatesteken öt-öt vágást ejtettem. A méréseket Warner-Bratzler pengével (60° -os szögű, 1 mm vastag, előtolás 250 mm/perc) felszerelt TA.XT Plus texture analyser-rel végeztem. Az így meghatározott nyíróerő értéket Texture Exponent 32 számítógépes program segítségével számítottam ki, a megadott erő/idő (kg/s) diagram alapján.

2.5.4 Csepegési veszteség

A csepegési veszteséget a módosított Honikel próba szerint (Honikel, 1987) határoztam meg egy-egy mell izom szeletből. A kontrollált körülmények között ($+4$ °C, 96 óra) kizárólag gravitációs úton eltávozó, elcsepegett víz mennyiséget a friss hússzelet súlyának százalékában adtam meg (Lesiak et al., 1995).

2.5.5 Kémiai összetétel

A vizsgálatok során a mell izom minták zsír-, fehérje-, hamu- és szárazanyag tartalmát határoztam meg. A csirke mell mintákat a vágás alkalmával történt daraboláskor vettem, a pulyka mell mintákat vágás után a $24.$ órában, a darabolást követően vettem majd az analízis elvégzéséig -70°C -on tároltam.

2.6. Matematikai és statisztikai módszerek

Az eredmények statisztikai értékeléséhez az SPSS 16.0 programcsomagot használtam. Az adatokból általános statisztikai elemzést készítettem. A vizsgálati eredmények összehasonlításához elsőként homogenitás vizsgálatot, majd varianciaanalízist (ANOVA) végeztem. Az átlagok összehasonlítására Tukey, illetve Tamhane tesztet végeztem, a homogenitás vizsgálat eredményeitől függően. Az egyes paraméterek összefüggéseinek igazolására korreláció analízist alkalmaztam.

A vizsgálatok eredményeiből minden kísérlet esetében a kísérleti csoportokon, azon belül pedig az egyes mintavételi időpontokban vett minták eredményeinek számtani átlag és szórás (S.D.) értékeit számítottam az egyes mérési paraméterek esetében.

2.7. Kísérleti elrendezés

Brojlercsirkékkel végzett kísérleteimet a Szent István Egyetem, Állattudományi Alapok Intézet, Takarmányozástani Tanszékének kísérleti terén végeztem. Hízópulykákkal végzett kísérleteimet a Galli-Farm Kft. telepén, Kerekegyházán végeztem B.U.T. 6 bakokkal. A vonatkozó állatvédelmi előírásokat kísérleteim során mindenkor betartottam.

1. kísérlet: *Eltérő mennyiségben etetett DDGS hatása Ross 308 kakasok teljesítményére és húsminőségére*

Tulajdonság/csoport	0	10	15	20
<i>genotípus</i>	ROSS 308 broiler			
<i>létszám (db)</i>	50	50	50	50
<i>indító tak.kev. DDGS tartalma (%)</i>	0	10	15	20
<i>befejező tak.kev. DDGS tartalma (%)</i>	0	10	15	20
<i>kísérletbe állítás napja</i>	1	1	1	1
<i>kísérlet záró napja</i>	42	42	42	42
<i>tartástechnológia</i>	faforgács mélyalom, <i>ad libitum</i> takarmány és víz			

2. kísérlet: *Eltérő mennyiségben etetett DDGS hatása Ross 308 kakasok teljesítményére és húsminőségére*

Csoport/tulajdonság	0	15	20	25
<i>genotípus</i>	ROSS 308			
<i>létszám (db)</i>	50	50	50	50
<i>indító tak.kev. DDGS tartalma (%)</i>	0	15	15	15
<i>befejező tak.kev. DDGS tartalma (%)</i>	0	15	20	25
<i>kísérletbe állítás napja</i>	1	1	1	1
<i>kísérlet záró napja</i>	42	42	42	42
<i>tartástechnológia</i>	faforgács mélyalom, <i>ad libitum</i> takarmány és víz			

3. kísérlet: *DDGS (10%) etetésének hatása B.U.T. Big 6 bakokra*

Csoport/tulajdonság	0	10
<i>genotípus</i>	B.U.T. Big 6	
<i>létszám (db)</i>	140	140
<i>nevelő 1-2 tak.kev. DDGS tartalma (%)</i>	0	10
<i>befejező 1-2 tak.kev. DDGS tartalma (%)</i>	0	10
<i>kísérletbe állítás napja</i>	43	43
<i>kísérlet záró napja</i>	136	136
<i>tartástechnológia</i>	szalma mélyalom, <i>ad libitum</i> takarmány és víz	

4. kísérlet: DDGS (15%) etetésének hatása B.U.T. Big 6 bakokra

Csoport/tulajdonság	0	15
<i>genotípus</i>	B.U.T. Big 6	
<i>létszám (db)</i>	70	70
<i>nevelő 1-2 tak.kev. DDGS tartalma (%)</i>	0	15
<i>befejező 1-2 tak.kev. DDGS tartalma (%)</i>	0	15
<i>kísérletbe állítás napja</i>	35	35
<i>kísérlet záró napja</i>	140	140
<i>tartástechnológia</i>	szalma mélyalom, <i>ad libitum</i> takarmány és víz	

3. EREDMÉNYEK

3.1. Eltérő mennyiségben etetett DDGS hatása Ross 308 kakasok teljesítményére és húsminőségére - 1. kísérlet

A *termelési paraméterek* eredményei azt mutatják, hogy a vizsgált csoportok között sem a 21. napos, sem a 42. napos élősúlyban nem volt statisztikailag kimutatható különbség. Ez a megállapítás összhangban van Waldroup et al. (1981) eredményével, amely szerint még 25%-ban DDGS-t tartalmazó takarmány sincs negatív hatással az élősúlyra, abban az esetben, ha az energia tartalom megfelelő. A nevelési fázisonként és a teljes időszak alatt mért *takarmányfogyasztás* megegyezik a ROSS 308 hibridre megadott standard értékekkel (Aviagen Group, 2012). A *takarmányértékesítés* azonban némileg meghaladta az itt megadott értékeket (21. nap - 1,28 kg/kg és 42. nap - 1,70 kg/kg).

Megállapítottam, hogy a takarmányok DDGS-el történt kiegészítése nem volt szignifikáns hatással a *grill súly*, a *mell súly* és a *comb súly* értékekre, amely megegyezik a korábbi irodalmi adatokkal (Lumpkins et al., 2004).

A vágást követő 24. órában mért *pH értékek* (5,8 – 6,2) a normál értéktartomány (Van Laack et al., 2000 Woelfel et al., 2002) alsó határát közelítik, a csoportok között azonban nem volt különbség.

A mell friss metszéspfelületén mért, a hús színének kifejezésére használt L^* (*világosság*) és a^* (*vörösség*) értékek statisztikailag igazolható módon nem különböztek egymástól a vizsgált csoportok között. A b^* (*sárgaság*) értékek azonban szignifikánsan nagyobbak voltak a 20% DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó madarak mintáiban. Ennek oka a DDGS jelentős xantofill tartalma lehet. Emiatt a hús színének sárga árnyalata, a xantofill tartalom növekedésével párhuzamosan mélyül, ami a fogyasztók számára kedvező tulajdonság (Ouart et al., 1988; Perez-Vendrell et al., 2001; Leeson et al, 2004).

A 20% DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportból származó mell izom minták *porhanyóosság* értéke szignifikánsabb alacsonyabb volt, mint a kontroll és a 10-15% DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportokból származó madarak mellizom mintáinál. A kontroll és kezelt csoportokban mért *sütési veszteség* értékek között nem volt kimutatható szignifikáns mértékű eltérés.

A mell izom minták *szárazanyag* tartalmát szignifikáns mértékben befolyásolta a DDGS-t tartalmazó takarmány etetése. A 15 %-os csoport mintáinak volt a legalacsonyabb a szárazanyag tartalma, amely a kontroll és a 10 %-os csoport eredményétől statisztikailag is eltért. A vizsgált csoportok közül a 10 %-ban DDGS-t fogyasztó madarak mell izom mintáinak *nyerszír* tartalma volt a legmagasabb. A többi három csoport (0, 15, 20% DDGS) eredményei között nem volt statisztikailag kimutatható különbség. Az izom minták *nyersfehérje* tartalmára vonatkozólag megállapítható, hogy a 15 % DDGS kiegészítést tartalmazó takarmánnyal etetett állatok esetében volt a legmagasabb, ami a 0 és 10% DDGS tartalmú takarmánnyal nevelt állatokból származó minták nyersfehérje tartalmához képest szignifikáns mértékben is különbözik. A 15 %-os csoport izom mintáinak *hamu* tartalma volt a legnagyobb, amely szignifikáns mértékben eltért a 20 %-os csoport értékeitől. Nagy mennyiségű (20%) DDGS kiegészítés hatására a *vérplazma* MDA tartalma szignifikánsan nagyobb volt, mint a kontroll és 10% DDGS-t fogyasztó csoportokban mért értékek. A *vvs. hemolizátumban* és *máj homogenizátumban* ugyanakkor nem változott az MDA tartalom.

A *vérplazma* GSH tartalma nem tért el statisztikailag igazolható mértékben a kísérletbe vont csoportok között. A 15% DDGS-t fogyasztó állatok *vvs. hemolizátumának* GSH koncentrációja viszont szignifikánsan nagyobb volt, mint a 20% DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztóké. A *máj homogenizátumban* mért GSH tartalom a kontroll csoportban volt a legalacsonyabb, szignifikánsan kisebb, mint a kezelt csoportokban, amelyek között nem volt kimutatható különbség.

A különböző mennyiségű DDGS kiegészítés hatására nem volt szignifikáns különbség a GPx aktivitásban a *vérplazmában*, a *vvs. hemolizátumban*, sem pedig a *máj homogenizátumban*.

3.2. Eltérő mennyiségben etetett DDGS hatása Ross 308 kakasok teljesítményére és húsminőségére - 2. kísérlet

Az eredmények szerint a *21. napos élősúlyban* nem volt statisztikailag kimutatható különbség, míg a *42. napos élősúly* a kontroll csoportban szignifikánsan nagyobb volt a kezelt csoportokhoz képest. A növekvő mértékű DDGS kiegészítés hatására csökkent az élősúly, amely a 15% és 25%-os csoportok között statisztikailag is igazolható mértékű volt. A nevelési fázisonként és a teljes időszak alatt mért *takarmányfogyasztás* megegyezik a

ROSS 308 hibridre megadott standard értékekkel (Aviagen Group, 2012), a *takarmányértékesítés* azonban némileg meghaladta a megadott értékeket (21. nap - 1,28 kg/kg és 42. nap - 1,70 kg/kg).

A kontroll csoport szignifikánsan nagyobb *grill súlyt* mutatott a kezelt csoportokhoz képest, a 25%-os csoport grill súly értéke szignifikánsan kisebb volt, a 15%-os és 20%-os csoportokhoz viszonyítva. A *mell súly* tekintetében megállapítható volt, hogy a 15% DDGS-t tartalmazó takarmánykeveréket fogyasztó állatokból származó minták nem térnek el statisztikailag igazolható mértékben a kontroll csoport értékeihez képest, a 20 és 25% DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportokból származó madarak mell súlya azonban szignifikánsan kisebb volt. A *comb súlya* a mell izom mennyiségének alakulásával megegyező eltéréseket mutatott. A kontroll és 15%-os csoport között nem volt kimutatható különbség, a 20 és 25%-os csoportok viszont szignifikánsan kisebb értéket mértem, úgy a kontroll, mint a 15%-os csoportokhoz képest.

A vágást követő 24. órában mért *pH értékek* (5,8-6,2) a normál értéktartomány (Van Laack et al., 2000 Woelfel et al., 2002) alsó határát közelítik, a vizsgált csoportok között azonban nem volt kimutatható különbség. A mell friss metszésfelületén mért, a *hús színének* kifejezésére használt *L** (*világosság*) és *a** (*vörösség*) valamint *b** (*sárgaság*) értékek statisztikailag igazolható módon nem különböztek egymástól a vizsgált csoportokban. A vizsgált csoportok között nem volt szignifikáns különbség a 96 óra alatt bekövetkező *csepegési veszteségben*. A DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportokból származó mell izom minták *porhanyóosság* értéke szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a kontrollban. A *sütési veszteség* a kontroll csoportban szignifikánsan nagyobb volt, mint a kísérleti csoportokban.

A mell izom minták *szárazanyag* tartalma a 20 %-os csoport mintáiban volt a legalacsonyabb, amely az összes többi csoport eredményétől statisztikailag igazolhatóan eltért. A 0 %-ban DDGS-t fogyasztó madarak mell izom mintáinak *nyerszír* tartalma volt a legmagasabb, amely szignifikáns mértékben eltért valamennyi kezelt csoport értékektől. A 15 és 20%-ban DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportok eredményei között viszont nem volt kimutatható különbség. Az izom minták *nyersfehérje* tartalma a 15 % DDGS kiegészítést tartalmazó takarmánnyal etetett állatok esetében volt a legmagasabb. A *hamu* tartalom tekintetében a 15 %-os csoport izom mintáinak volt a legmagasabb.

Számos zsírsav tekintetében szignifikáns különbség volt a kontroll és kezelt csoportok között. Amíg azonban a telített zsírsavak (SAT) aránya minden vizsgált csoportban közel azonos volt, addig az egyszerűen telítetlen zsírsavak (MUFA) aránya a DDGS kiegészítés hatására szignifikáns mértékben kisebb volt, mint a kontrollban. A többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) aránya ugyanakkor szignifikáns mértékben nagyobb volt a DDGS-t tartalmazó takarmánykeveréket fogyasztó csoportokban a kontrollhoz viszonyítva. Az n6/n3 zsírsavak aránya nem különbözött a vizsgált csoportok között.

A malondialdehid tartalomban, ellentétben az 1. kísérlet eredményeivel, nem volt kimutatható különbség egyik vizsgált szövetben sem. A *vérplazma* glutation tartalma sem tért el egymástól szignifikáns mértékben a csoportok között, a *vvs. hemolizátumban* azonban a nagyobb mennyiségben (20-25%) DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó állatokból származó mintákban szignifikánsan magasabb volt, amely megegyezik az 1. kísérlet során kapott eredménnyel. A *máj homogenizátum* glutation tartalma dóziszfüggően változott a növekvő DDGS kiegészítéssel összhangban, amely a DDGS PUFA tartalmára bekövetkező fokozott lipidperoxidáció által kiváltott növekvő GSH szintézisre utal.

A *vérplazma* glutation peroxidáz aktiviása a 20%-os és 25%-os csoportok esetében alacsonyabb volt, mint a kontroll. A *máj homogenizátumban* pedig a kezelt csoportokban szignifikánsan nagyobb volt, mint a kontrollban, ami a nagyobb PUFA tartalom hatására bekövetkező lipidperoxidációs folyamatok által indukált fokozott antioxidáns védelemmel lehet összefüggésben.

A *mellizom* esetében egyik vizsgált paraméter tekintetében sem találtam szignifikáns mértékű eltéréseket.

3.3. DDGS (10%) etetésének hatása B.U.T. Big 6 bakok teljesítményére és húsminőségére – 3. kísérlet

Az *élő súly* értékek azt mutatják, hogy a vizsgálat kezdetén (43. napi és 59. napi *élő súly*) nem volt szignifikáns különbség a kontroll és kezelt csoportok között. A vizsgálat közepén szignifikáns magasabb értéket mutatott a DDGS tartalmú takarmányt fogyasztó csoport. A nevelés végére (136. napi *élő súly*) csak matematikailag, de statisztikailag nem igazolható mértékben nagyobb *élő súlyt* mértem a 10% DDGS-t tartalmazó takarmánykeveréket fogyasztó csoport esetében a kontrollhoz viszonyítva.

A nevelés teljes időszaka alatt mért *takarmányfogyasztás* valamint *takarmányértékesítés* megegyezik a B.U.T. 6 hibridre megadott standard értékkel.

A vizsgált paraméterek alapján megállapítható volt, hogy a DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportból származó pulykák *grill súlya*, valamint az *értékes húsrészek* mennyisége egyaránt nagyobb volt a kontroll csoportból származó pulykák mért értékeihez képest. A vágást követő 45. percben és 24. órában mért *pH értékek* a normál értéktartományban voltak, a vizsgált csoportok között nem volt különbség. A *CIELab értékek* tekintetében sem volt statisztikailag kimutatható eltérés a csoportok között. A *csepegési veszteség* sem tért el szignifikánsan a vizsgált csoportok között. A DDGS-t tartalmazó takarmánykeveréket fogyasztó csoportokból származó mell izom minták *porhanyósság* és *sütési veszteség* értéke szignifikánsan nagyobb volt, mint a kontroll.

A mellizom minták *szárazanyag tartalma* a kezelt csoportban statisztikailag igazolhatóan nagyobb volt, mint a kontrollban. A *nyerszír* tartalom a kezelt csoportban nem szignifikáns mértékben nagyobb volt a kontrollhoz képest. A mell izom minták *nyersfehérje* tartalma a kezelt és kontroll csoportok között nem tért el statisztikailag igazolható mértékben.

3.4. Nagyobb mennyiségű (15%) DDGS etetésének hatása B.U.T. Big 6 bakok teljesítményére és húsminőségére – 4. kísérlet

Az *élő súly* a vizsgálat teljes ideje alatt, a 126. napon mért élő súly kivételével, nem tért el statisztikailag igazolható mértékben a kezelt és a kontroll csoportok között. A befejező 1. fázis végén (*126. napi élő súly*) viszont szignifikánsan nagyobb volt a 15% DDGS-t tartalmazó csoportban, mint a kontroll csoportban. A fázisonként, illetve kumulált *takarmányfogyasztás* és *takarmányértékesítés* statisztikailag nem tért el a 15% DDGS-t tartalmazó és a kontroll csoportok között.

A *grill*-, a *mell*- és az *alsó comb súlyának* vonatkozásában az eltérés statisztikailag nem volt igazolható, a *felső comb súly* esetében viszont a különbség szignifikáns mértékű volt.

A *hús színében* (L^* , a^* és b^*) sem volt szignifikáns mértékű változás a 15% DDGS -t tartalmazó takarmány fogyasztásának hatására. A 96 óra alatt bekövetkező *csepegési veszteség* a kezelt és kontroll csoportok között nem tért el szignifikáns mértékben. A DDGS-t tartalmazó takarmánykeveréket

fogyasztó csoportokból származó mell izom minták *porhanyósság* értéke szignifikánsan nagyobb volt, míg a sütési veszteség értéke szignifikánsabb kisebb, mint a kontroll takarmányt fogyasztó csoportokban.

A *szárazanyag, nyerszsír és hamu tartalmat* nem befolyásolta szignifikáns mértékben a DDGS kiegészítést tartalmazó takarmány etetése. A mell izom mintákban mért *nyersfehérje* tartalom viszont a 15% DDGS kiegészítésben részesült csoportban szignifikánsan nagyobb volt.

A vizsgált egyedi zsírsavak közül mindössze két esetben (*linolsav* és *eikozatriénsav* aránya), volt szignifikáns mértékű különbség a kontroll és a DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportok között.

Az összes *telített zsírsav (SAT)* aránya a DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportból származó pulykák mell izmában szignifikáns mértékben kisebb volt, mint a kontrollban. Emellett az *egyszeresen telítetlen zsírsavak (MUFA)* aránya is kisebb volt, bár nem szignifikáns mértékben, a kontroll csoporthoz viszonyítva. A többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) aránya ugyanakkor nőtt a DDGS kiegészítés hatására, amely annak jelentős linolsav tartalmával magyarázható. A nagyobb linolsav tartalom miatt az $n6/n3$ zsírsavak aránya szintén nagyobb volt a 15% DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoport mell izom mintáiban, mint a kontroll csoportban, bár az eltérés statisztikailag nem volt igazolható.

A *malondialdehid* tartalom valamennyi vizsgált szövetben (vérplazma, vvs. hemolizátum, máj homogenizátum) szignifikánsan nagyobb volt a kezelt csoportban. A vérplazmában és vvs. hemolizátumban mért *glutation* tartalom a kezelt csoportban szignifikánsan alacsonyabb volt a kontroll csoporthoz viszonyítva. A máj homogenizátum *glutation* tartalma azonban a DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportban szignifikáns mértékben nagyobb volt a kontrollhoz képest. A vérplazma és vvs. hemolizátum *glutation peroxidáz aktivitása* a 15% DDGS kiegészítést tartalmazó takarmányt fogyasztó csoport esetében kisebb volt, mint a kontrollban, amely eltérés a vérplazma tekintetében szignifikáns mértékű volt. A máj homogenizátum GPx aktivitása viszont a DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportban szignifikáns mértékben nagyobb volt, mint a kontrollban. A mellizom vas-indukálta MDA tartalma a kiinduláskor azonos volt, a 45. percben azonban a DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportban szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a kontrollban.

3.5. Új tudományos eredmények

1. Megállapítottam, hogy brojlercsirkék esetében a takarmánykeverék 15% mértékben DDGS-el történő kiegészítésekor volt a legnagyobb a mellizom fehérje tartalma – összehasonlítva a 10-20-25% DDGS kiegészítést tartalmazó takarmánykeveréket fogyasztó csoportokkal –, amely annak tápláléértékét növeli.
2. Megállapítottam, hogy pulykák számára a termelési- és húsminőségi paraméterek kedvezőtlen változása nélkül tolerálható a takarmánykeverék 15% DDGS-el történő kiegészítése, amely mennyiség a gyakorlat számára is javasolható a nevelés 6. hetétől a vágásig terjedő időszakban. Pulykáknál is megállapítottam, hogy a mellizom fehérje tartalma a 15% bekeverési arány mellett jelentősen nőtt, amely annak tápláléértékét növeli.
3. Megállapítottam, hogy a mellizom zsírsav összetétele brojlercsirkéknél 15-20-25% DDGS bekeverési arány mellett növeli annak többszörösen telítetlen zsírsav tartalmát (2,83%, 12,04% és 10,28% sorrendben), de a humán egészségvédelmi szempontból lényeges n6/n3 zsírsavak arányát lényegesen még nem befolyásolja. Pulyka esetében az eltérések, szintén 15% bekeverési arány mellett, kisebb mértékűek voltak (2,31%).
4. Megállapítottam, hogy brojlercsirkék és pulykák esetében a 15% mennyiségben DDGS-t tartalmazó takarmány etetése nem csökkentette a mellizom oxidatív stabilitását.
5. Megállapítottam, hogy a takarmány DDGS-el történő kiegészítése 15% mennyiségben, sem brojlercsirkében sem pulykában nem befolyásolta lényegesen a szervezetben zajló lipidperoxidációs folyamatok intenzitását, illetve annak hatását az antioxidáns védelmi rendszerre, tekintettel arra, hogy az általam vizsgált glutation redox rendszer hatékonyan kompenzálta az okozott oxidatív stresszt, elsősorban a májban.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

4.1. Termelési paraméterek változása brojlercsirkékben

Brojlercsirkékkel végzett kísérleteim eredményei alapján megállapítottam, hogy a DDGS kiegészítés szignifikáns hatással van az élősúlyra. A 15%-os kiegészítés a nevelés teljes ideje alatt negatív súlybeli változás nélkül tolerálható, az ennél nagyobb mennyiség azonban már szignifikáns mértékben csökkenti az élősúlyt.

A takarmányfogyasztás és takarmányértékesítés tekintetében az a következtetés vonható le, hogy 15% bekeverési mennyiség felett a DDGS-t tartalmazó takarmány hatására számottevően nő a takarmányfogyasztás, mind pedig a takarmányértékesítés.

Megállapítottam továbbá, hogy a DDGS kiegészítés nem befolyásolja az elhullás mértékét.

4.2. Húsminőségi paraméterek változása brojlercsirkékben

DDGS-t tartalmazó takarmány fogyasztás hatására egyes húsminőségi paraméterek tekintetében szignifikáns változás mutatkozott. A mellizom kémiai összetétele tekintetében a legkedvezőbb értéket a fehérje tartalom szempontjából a 15% bekeverési arány mellett tapasztaltam. A húsipar számára a legjelentősebb tényezők a víztartó képesség, és a hús színe. Csirke mell esetében a porhanyósság ugyanakkor a fogyasztói minőség szempontjából kevésbé kiemelt tulajdonság.

A víztartó képességet a DDGS tartalmú takarmány etetése szignifikáns mértékben növelte, ezért ebben a tekintetben akár a 25%-os kiegészítés is elfogadható. A csirkemell színének a* és b* értékeit, azaz a pirosságot és sárgaságot kifejező adatok a DDGS tartalom emelésével növekvő tendenciát mutatnak. Fontos megjegyezni azonban, hogy ez a megállapítás az egyes DDGS gyártási tételek között eltérő lehet, mivel az annak aktuális színanyag (xantofill) tartalmának függvénye, amely viszont jelentős varianciát mutat.

4.3. Lipidperoxidációs és glutation redox rendszer paraméterek változása brojlercsirkékben

A 0-25% DDGS tartalmú takarmány etetésének hatására a lipidperoxidációs folyamatok metastabil végterméke, a malondialdehid, tartalom nem mutatott jelentős különbséget a vizsgált szövetekben (vérplazma, vvt. hemolizátum, máj, mellizom). A redukált glutation tartalom a vérplazmában nem, a vvs. hemolizátumban és a májban azonban nőtt a DDGS kiegészítés hatására. A glutation peroxidáz aktivitás a vérplazmában dóziszfüggően csökkent, míg a májban nőtt, amely a DDGS-t tartalmazó takarmánykeverék nagyobb PUFA tartalmával, illetve a fokozott glutation szintézissel lehet összefüggésben.

A mellizom vas-indukálta lipid peroxidációs folyamatok hatására bekövetkező MDA tartalmának emelkedésében dózis-függő eltéréseket nem tapasztaltam, azaz a DDGS kiegészítés nem befolyásolta a hús oxidatív stabilitását.

4.4. Termelési paraméterek változása pulykában

Megállapítottam, hogy a DDGS kiegészítés szignifikáns hatással van az élősúlyra. Úgy a 10%, mint a 15%-os kiegészítés a nevelő szakasz kezdetétől a vágásig tartó teljes időszak alatt elfogadható, és kedvezőbb testsúlyt eredményez.

A takarmányfogyasztás és takarmányértékesítés tekintetében az a következtetés vonható le, hogy akár 15% DDGS-t tartalmazó takarmány hatására sem nő az elfogyasztott takarmány mennyisége, illetve romlik a takarmány értékesítés.

Brojlercsirkéhez hasonlóan megállapítottam, hogy a DDGS kiegészítés pulykában sem befolyásolta az elhullás mértékét.

4.5. Húsminőségi paraméterek változása pulykában

DDGS-t eltérő mennyiségben tartalmazó takarmány etetésének hatására egyes húsminőségi paraméterek tekintetében szignifikáns változást találtam. A pulykamell színének piros és sárga szín árnyalatát szignifikánsan növelte a DDGS-t tartalmazó takarmány fogyasztása, ami javítja annak fogyasztói minőségét.

A víztartó képességet a DDGS kiegészítést tartalmazó takarmány etetése befolyásolta, a 10%-os bekeverési szint csökkentette, a 15% viszont már

növelte. DDGS kiegészítés hatására a pulykamell zsírsav összetétele, bár nem szignifikáns mértékben, de a telítetlen zsírsavak arányába tolódott el, ami a lipidperoxidációs folyamatokra is hatással lehet.

4.6. Lipidperoxidációs és glutation redox rendszer paraméterek változása pulykában

A 15% mennyiségben DDGS-t tartalmazó takarmány etetésének hatására a malondialdehid tartalom valamennyi vizsgált szövetben (vérplazma, vvs. hemolizátum, máj homogenizátum) szignifikáns mértékben nőtt, amelynek oka a DDGS nagymennyiségű linolsav tartalma lehet.

A vérplazma és vvs. hemolizátum glutation tartalma a DDGS kiegészítés hatására szignifikánsan csökkent, míg a máj homogenizátumban nőtt. Ennek az eltérésnek az oka az etetett takarmányok eltérő aminosav és energia tartalma lehet, amely a májban igen, a periférián azonban nem jelentkezik. Hasonló tendenciájú változások voltak megfigyelhetők a glutation peroxidáz aktivitásban is, amelynek oka az eltérő mennyiségű ko-szubsztrát kínálat, azaz az eltérő mértékű glutation szintézis lehet.

A mellizom alap, illetve vas-indukálta MDA tartalmát a DDGS kiegészítés érdemben nem változtatta meg, amely arra utal, hogy a 15% DDGS kiegészítés még nem csökkentette a pulykahús oxidatív stabilitását.

4.7. Javaslat brojlercsirke és pulyka takarmánykeverékének DDGS tartalmára

Összességében megállapítható, hogy brojlercsirkék esetében a nevelés teljes ideje alatt, maximálisan 15% DDGS bekeverése ajánlott a takarmánykeverékbe. Pulykák esetében DDGS kiegészítés a nevelés 6. hetétől ajánlott. A kukoricatörköly mennyisége a 15%-ot is elérheti, a termelési paraméterek negatív irányba való befolyásolása nélkül.

5. MEGJELENT KÖZLEMÉNYEK

5.1. Az értekezés témakörében megjelent közlemények

Közlemények referált tudományos folyóiratban

Heincinger M., K. Balogh, H. Fébel, M. Erdélyi, M. Mézes (2011): Effect of diets with different inclusion levels of distillers dried grain with solubles combined with lysine and methionine supplementation on the lipid peroxidation and glutathione status of chickens. *Acta Veterinaria Hungarica* 59 (2) 195-204.

Heincinger M., K. Balogh, M. Mézes, H. Fébel (2012): Effects of Distillers Dried Grain with Soluble (DDGS) on Meat Quality, Lipid Peroxide and Some of Antioxidant Status Parameters of Fattening Turkey. *Journal of Poultry Science* 49: 268-272.

Egyéb lektorált folyóiratban megjelent tudományos közlemények

Weber M., Balogh K., **Heincinger M.**, Borbély A., Ábrahám Cs., Forgó G., Mézes M. (2008): E-vitamin kiegészítés hatása a pulykák termelési eredményeire és a hús porhanyósságára, eltarthatóságára. *A Baromfi XI. évf.* 1.

Konferencia kiadványban teljes terjedelemben megjelent közlemények

Heincinger M., M. Mézes (2009): Effect of different DDGS inclusion levels on chicken breast quality. XXI International Poultry Symposium PB WPSA, Jelenia Góra, Poland, 2009.

Heincinger M., M. Mézes (2009): Productivity and meat quality aspect of feeding DDGS to broilers. IV. International Scientific PhD. Students Conference Nitra, 2009.

Konferencia kiadványban összefoglalóként megjelent közlemények

Borbély A., Weber M., Balogh K., Ábrahám Cs., **Heincinger M.**, Mézes M. (2008): E-vitamin adagolás hatása pulyka mellhús minőségére. XIV. Ifjúsági Tudományos Fórum, április 3. Keszthely

Heincinger M., Mézes M. (2009): Különböző mennyiségben etetett DDGS hatása brojler csirkék és pulykák teljesítményére. Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola V. fórum, április 15. Gödöllő.

Heincinger M., Mézes M. (2009): Különböző mennyiségben etetett DDGS hatása brojler csirkék teljesítményére. XV. Ifjúsági Tudományos Fórum, április 16. Keszthely

Balogh K. , M. Weber, **M. Heincinger**, J. Seenger, M. Mézes (2011): Lipid peroxide and glutathion redox status of liver, spleen, and kidney in different genotypes of pigs Fatty Pig Science and Utilisation International Conference, Herceghalom, 2011.

5.2. Az értekezés témaköréhez szorosan nem kapcsolódó tudományos közlemények

Egyéb lektorált folyóiratban megjelent tudományos közlemények

Heincinger M., Seenger J., Ábrahám Cs., Radnóczy L. (2007): Genotype effect on the palatability of the pork loin. Bulletin of the Szent István University 15-22.

Heincinger M., Ábrahám Cs., Weber M., Balogh K., Kiss Z., Mézes M. (2007): A vágottárú minőségének javítása hizósertések takarmányának E-, illetve C-vitamin kiegészítésével. A Hús 2007/4.

Heincinger M., Weber M., Balogh K., Seenger J., Ábrahám Cs., Mézes M. (2008): Egyes hazai sertésfajták és hibridek húsminőségi paramétereinek összehasonlítása. A sertés 2008/1. 34-38.

Konferencia kiadványban teljes terjedelemben megjelent közlemények

Heincinger M., Weber M., Seenger J., Balogh K., Ábrahám Cs., Mézes M. (2008): Magyarországon széles körben alkalmazott sertés fajták és hibridek

összehasonlítása a karaj nyíróerő értéke és sütési vesztesége alapján. 1.Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Napok, Gödöllő, 2008.

Konferencia kiadványban összefoglalóként megjelent közlemények

Heincinger M., Seenger J., Ábrahám Cs., Mézes M. (2007): A genotípus hatásának vizsgálata a sertéskaraj porhanyóosságára. XIII. Ifjúsági Tudományos Fórum, március 22. Keszthely.

Heincinger M., Weber M., Seenger J., Balogh K., Ábrahám Cs., Mézes M. (2008): Magyarországon széles körben alkalmazott sertés fajták és hibridek összehasonlítása a karaj nyíróerő értéke és sütési vesztesége alapján. I. Gödöllői Állattenyésztési Napok, április 11-12, Gödöllő.

Seenger J., H. Fébel, Cs. Ábrahám, M. Weber, K. Balogh, M. Horvainé Szabó, **M. Heincinger**, M. Mézes (2011): Performance test results of Swallow Bellied Mangalitza compared to modern genotypes. Fatty Pig Science and Utilisation International Conference, Herceghalom, 2011.