



MEZŐGAZDASÁG- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR

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

Doktori (PhD) értekezés

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

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK	3
Rövidítések jegyzéke	7
1. BEVEZETÉS	9
1.1. Célkitűzések.....	9
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	10
2.1. Bioetanol előállítás a világban.....	10
2.2. Bioetanol előállítás Magyarországon.....	12
2.3. A DDGS előállítása.....	14
2.3.1. Száraz őrlés.....	15
2.3.2. Nedves őrlés.....	16
2.4. Táplálóanyag tartalom.....	17
2.4.1. Energia tartalom.....	17
2.4.2. Fehérje tartalom.....	19
2.4.3. Zsirtartalom.....	22
2.4.4. Nyersrost tartalom.....	23
2.4.5. Ásványi anyag tartalom.....	24
2.4.6. Mikotoxin tartalom.....	27
2.4.7. Színanyagok.....	28
2.5. A DDGS etetés tapasztalatai különböző baromfi fajokban.....	29
2.5.1. Brojlersírkéssel végzett kísérletek.....	29
2.5.2. Pulykákkal végzett kísérletek.....	30
2.6. DDGS-t tartalmazó takarmány etetésének hatása az alom- és az istálló levegőjének minőségére.....	31
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	33
3.1. Kísérleti állatok.....	33
3.1.1. Brojlersírkék elhelyezése.....	33
3.1.2. Pulykák elhelyezése.....	33

3.2. A mintagyűjtés módszere	33
3.2.1. Takarmányminták gyűjtése.....	33
3.2.2. Vérminták gyűjtése és kezelése	34
3.2.3. Szövetminták gyűjtése és kezelése	34
3.3. Termelési paraméterek mérése és számítása	34
3.4. Takarmányvizsgálatok.....	34
3.4.1. Weendei analízis és keményítő tartalom	34
3.4.2. Összcukortartalom	35
3.4.3. Zsírsvav analízis	35
3.4.4. Aminosav vizsgálat.....	35
3.4.5.Mikotoxin vizsgálat	36
3.5 Biokémiai módszerek	36
3.5.1 A tiobarbitursav-reaktív anyagok (malondialdehid) mennyiségének meghatározása	36
3.5.2 A redukált glutation-koncentráció meghatározása	36
3.5.3 A glutation-peroxidáz (E.C. 1.11.1.9) aktivitás meghatározása	36
3.5.4 A fehérje-koncentráció mérése	37
3.6. Húsminőségi paraméterek vizsgálata	37
3.6.1 pH	37
3.6.2 Szín	37
3.6.3 Porhanyósság és sütési veszteség	37
3.6.4 Csepegési veszteség.....	38
3.6.5 Kémiai összetétel	38
3.6.5.5. Zsírsvav analízis	39
3.7. Matematikai és statisztikai módszerek	39
3.8. Kísérleti elrendezés	39
1. kísérlet: Eltérő mennyiségben etetett DDGS hatása Ross 308 kakasok teljesítményére és húsminőségére	39

2. kísérlet: Eltérő mennyiségben etetett DDGS hatása Ross 308 kakasok teljesítményére és húsminőségére	41
3. kísérlet: DDGS (10%) etetésének hatása B.U.T. Big 6 bakok teljesítményére és húsminőségére	43
4. kísérlet: DDGS (15%) etetésének hatása B.U.T. Big 6 bakok teljesítményére és húsminőségére	47
4. EREDMÉNYEK ÉS MEGBESZÉLÉS.....	52
4.1. Eltérő mennyiségben etetett DDGS hatása Ross 308 kakasok teljesítményére és húsminőségére - 1. kísérlet.....	52
4.1.1. Termelési paraméterek.....	52
4.1.2. Vágási kihozatal.....	54
4.1.3. Hús kémiai összetétele.....	56
4.1.4. Biokémiai vizsgálatok eredményei.....	58
4.2. Eltérő mennyiségben etetett DDGS hatása Ross 308 kakasok teljesítményére és húsminőségére – 2. kísérlet	59
4.2.1. Termelési paraméterek.....	60
4.2.2. Vágási kihozatal.....	62
4.2.3. Hús kémiai összetétele.....	64
4.2.4. Biokémiai vizsgálatok eredményei.....	68
4.3. DDGS (10%) etetésének hatása B.U.T. Big 6 bakok teljesítményére és húsminőségére – 3. kísérlet	70
4.3.1. Termelési paraméterek.....	70
4.3.2. Vágási kihozatal.....	71
4.3.3. Hús kémiai összetétele.....	73
4.4. Nagyobb mennyiségű (15%) DDGS etetésének hatása B.U.T. Big 6 bakok teljesítményére és húsminőségére – 4. kísérlet.....	74
4.4.1. Termelési paraméterek.....	74
4.4.2. Vágási kihozatal.....	75
4.4.3. Hús kémiai összetétele.....	77

4.4.4. Biokémiai vizsgálatok eredményei.....	80
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	82
5.1 . Termelési paraméterek változása brojlercsirkékben	82
5.2. Húsminőségi paraméterek változása brojlercsirkékben	82
5.3. Lipidperoxidációs és glutation redox rendszer paraméterek változása brojlercsirkékben	82
5.4. Termelési paraméterek változása pulykában.....	83
5.5. Húsminőségi paraméterek változása pulykában.....	83
5.6. Lipidperoxidációs és glutation redox rendszer paraméterek változása pulykában	83
5.7. Javaslat brojlercsirke és pulyka takarmánykeverékének DDGS tartalmára.....	84
6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	85
7. ÖSSZEFOGLALÁS.....	86
8. SUMMARY	89
M1. Irodalomjegyzék.....	92
M2. Mellékletek.....	100
1. kísérlet elrendezése	100
2. kísérlet elrendezése	100
3. kísérlet elrendezése	101
4. kísérlet elrendezése	101
Köszönetnyilvánítás.....	102

Rövidítések jegyzéke

absz. – abszolút
ADF – sav detergens rost
AFB₁ - aflatoxin B₁
CGF - corn gluten feed
CGM - corn gluten meal
CHPO - kumol-hidroperoxid
DDGS - dried distillers grain with solubles
DON - deoxinivalenol
EDTA-Na₂ - etilén-diamin-tetraecetsav dinátrium sója
Feh. – fehérje
FUM – fumonizin
GSH - redukált glutation
GPx - glutation-peroxidáz
GSSG - glutation diszulfid
HPLC – magasnyomású folyadékkromatográfia (High Pressure Liquid Chromatography)
MDA - malondialdehid
NaCl - nátrium-klorid
NAD⁺ - nikotinamid-dinukleotid
NADH - nikotinamid-dinukleotid redukált forma
NDF- neutrális detergens rost
NIR - near-infrared spectrometer
N-m.k.a. - nitrogénmentes kivonható anyagok
TBARS - tiobarbitursav reaktív anyagok
TCA - triklór-ecetsav
vvs. - vörösvérsejt
ZEA – zearalenon

1. BEVEZETÉS

Az 1950-es évektől kezdődően mutatkozott érdeklődés a gabonából készített etanol gyártás során képződő melléktermék felhasználásával kapcsolatban. Ebben az időben a szesziparból származó törköly jelentette az elsődleges mellékterméket, az 1980-as évektől kezdődően azonban az üzemanyag célú bioetanol előállítás átvette a termelés jelentős volumenét. A takarmányipar számára mindig is fontos mellékterméknek minősült a gabonatorköly, amely elsősorban a kérődzők takarmánykeverékébe illeszthető be kedvezően, és az állatok által is szívesen fogyasztott takarmány.

Szarvasmarhán kívül sertéssel és baromfival is folytattak vizsgálatok - a korai 50-es évektől kezdődően egészen napjainkig - arra vonatkozólag, hogy milyen maximális mennyiségben adagolható a takarmánykeverékbe a melléktermék, amely még nem okoz termelésesökkenést. Ezen túlmenően a húsminőség egyes elemeinek módosulását is figyelemmel kísérték, tekintettel arra, hogy a szárított gabonatorköly (DDGS) nagy telítetlen zsírsav tartalma miatt a szalonna és esetleges az izomszövet textúrája is megváltozhat.

Az USA-ban a 90-es évek második felétől ugrásszerűen nőtt a bioetanol előállítás volumene és ezzel együtt a DDGS kibocsátás mértéke is. Az így létrejött jelentős mennyiségű takarmány alapanyag felhasználása inentől fogva már nem csak lehetőség, de szükséges lépés is volt. Azon túlmenően, hogy hatalmas mennyiségben volt jelen a piacon, tehát könnyen beszerezhető volt, a kukorica törköly, emellett viszonylag nagy nyersfehérje tartalma miatt a kukorica, sőt a szója kiválásra szolgáló alternatívaként is jelentkezett.

Annak ellenére, 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 baromfi fajok esetében. Kutatásomban ezért célul tűztem ki, hogy brojlersirkére és hízópulykára meghatározzam a DDGS etethetőségének ésszerű és a gyakorlatban is alkalmazható mennyiségét.

1.1. Célkitűzések

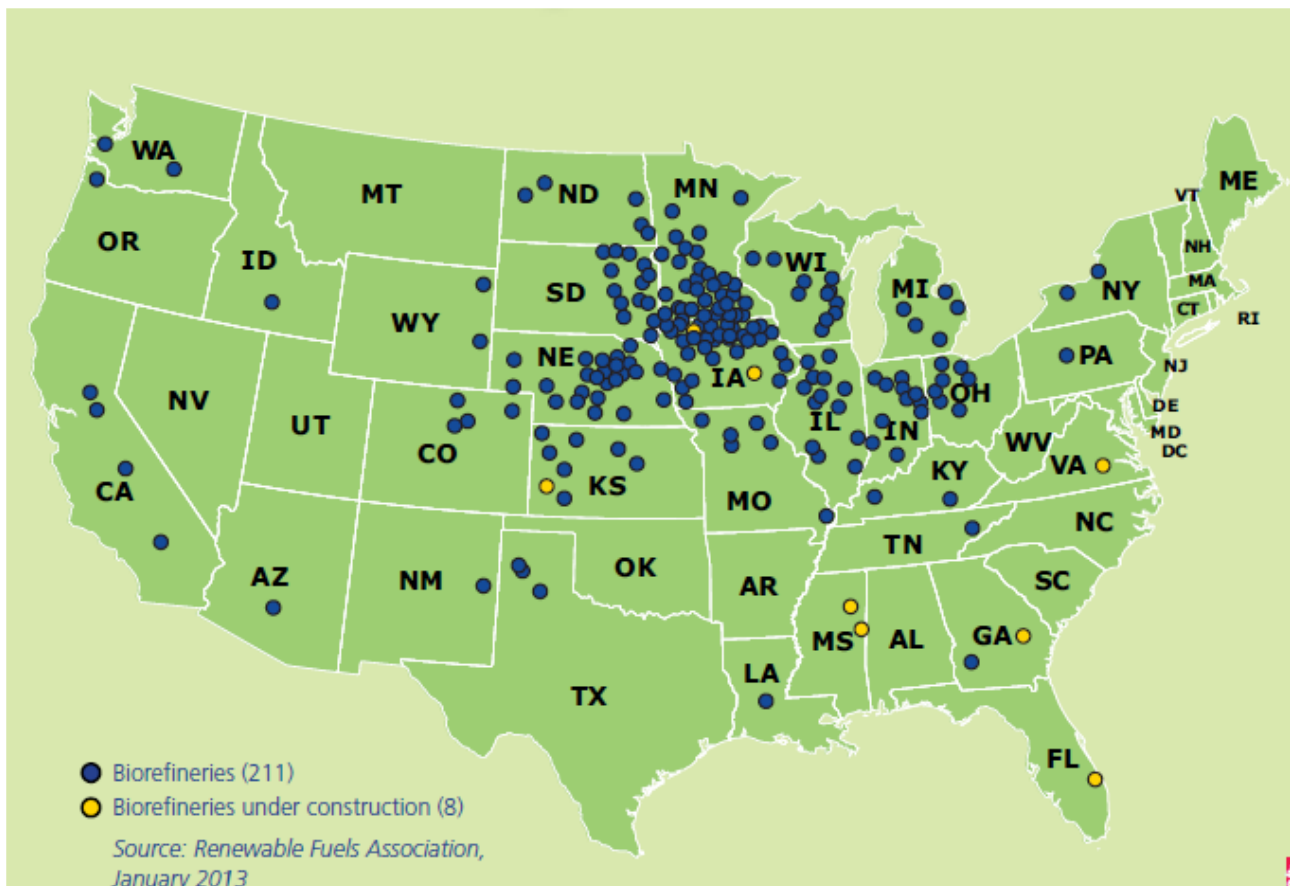
- Választ kerestem arra, hogy a DDGS milyen mennyiségben keverhető brojlersirkék takarmányába a termelési paraméterekben kimutatható negatív változások nélkül.
- Vizsgáltam továbbá, hogy a növekvő mennyiségű DDGS kiegészítés milyen hatással van a húsminőségi és lipidperoxidációs paraméterekre a mellizomban.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

2.1. Bioetanol előállítás a világban

A világ első számú bioetanol előállítója az USA, ahol 1980-ban 787 millió litert, míg 2012-ben már 58 milliárd litert termeltek. Az előállított mennyiség 6%-a került exportra, legnagyobb mennyiségben az Egyesült Királyságba, Kanadába, Mexikóba, Hollandiába, az Egyesült Arab Emírátsokba és Nigériába. Brazília és az Európai Unió viszont erős védelmi politikát folytat a más országokból származó bioetanol importálása ellen.

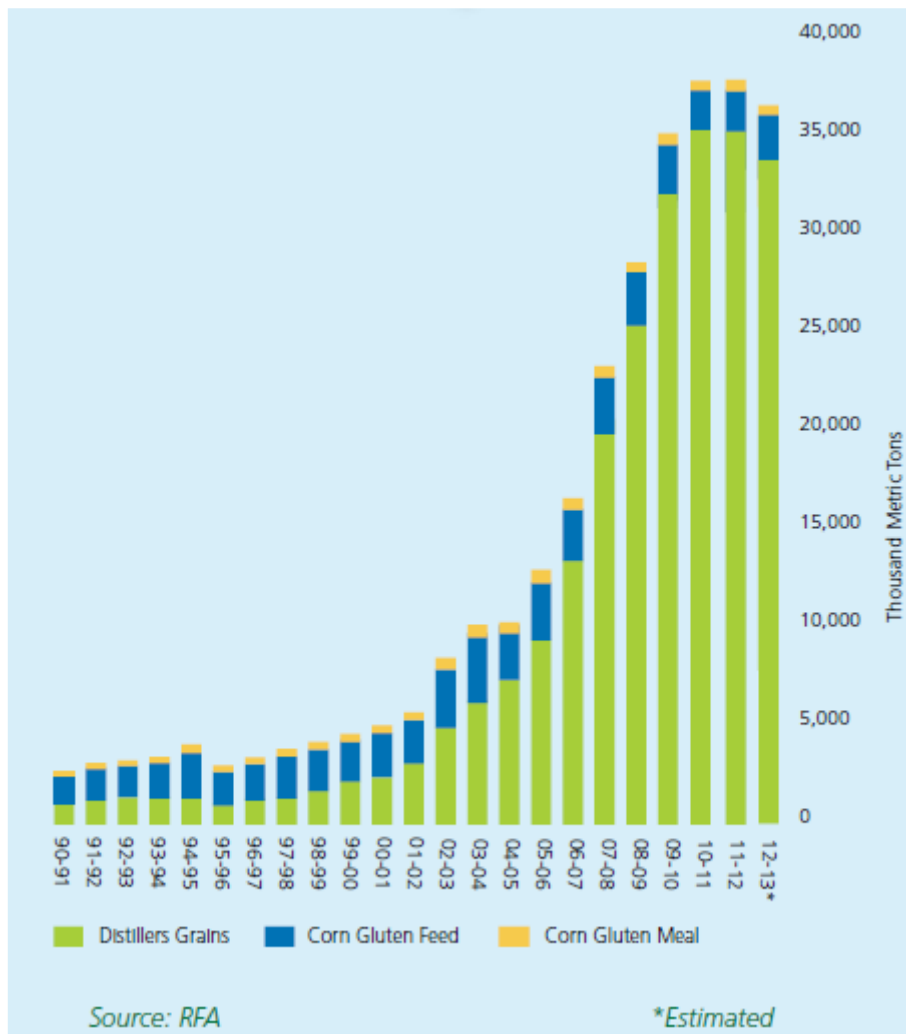
Az Egyesült Államokban 2012-ben 211 üzem működött, valamint 8 folyamatban lévő beruházás volt megtalálható (1. ábra).



1. ábra: 2012-ben működő és építés alatt álló bioetanol üzemek az USA-ban

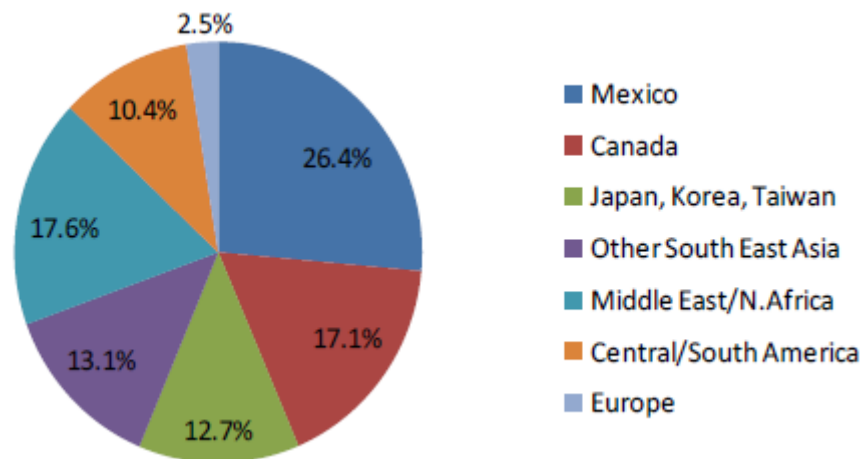
Ezekben összesen 170 milliárd kilogramm kukoricát dolgoztak fel, amiből 58 milliárd liter etanol és 33,3 millió tonna DDGS valamint 3,4 millió tonna CGF és CGM keletkezett. A DDGS 59%-a szárított formában került forgalomba.

Az 1990-es években a bioetanol gyártás melléktermékei közül a CGF előállítás volt a legjelentősebb, a 2000-es évektől azonban ez az arány, egyre növekvő mértékben, a DDGS javára változott (2. ábra).



2. ábra: A bioetanol gyártás során keletkező melléktermékek mennyisége az USA-ban

A megtermelt DDGS mennyiségével arányosan az export is növekvő tendenciát mutatott, a 2009-2010-es évektől kezdődően már elérte a 20%-ot. Míg az 1990-es években az Európai Unió (azon belül is Írország) a legjelentősebb felvevő piacot jelentette az amerikai DDGS számára, addig az Európai Unió a géntechnológiával módosított élelmiszerekről és takarmányokról szóló 1829/2003/EK rendeletének (EU, 2003) hatályba lépése után minimális mennyiségre csökkent az USA-ból behozott DDGS mennyisége. Az így felszabadult DDGS közel-keleti és ázsiai országokban került felhasználásra (Fox, 2009). Az USA-ban 2009-ben termelt DDGS export arányát a 3 ábra mutatja.

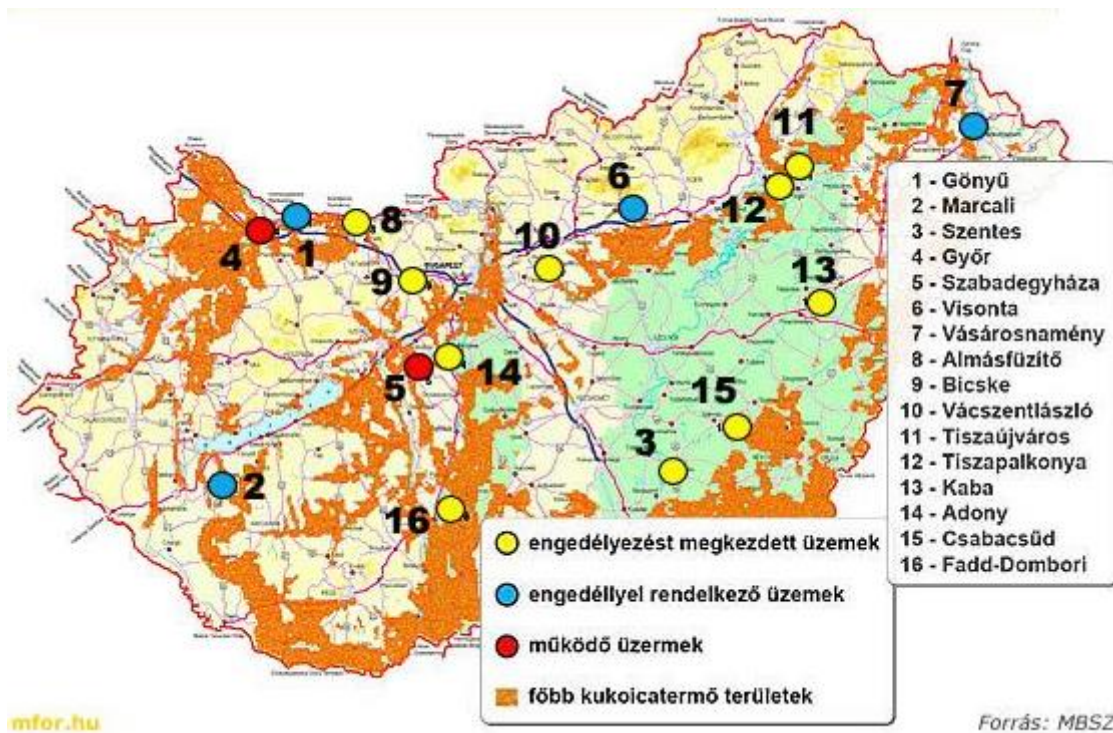


3. ábra: DDGS export megoszlása 2009-ben

Az Európai Unió területén Németországban, Ausztriában, Spanyolországban és Franciaországban található bioetanol üzemek a kukorica mellett búzát is felhasználnak kiindulási anyagként az etanol gyártáshoz. Magyarországon található az egyetlen üzem, ahol kizárólag kukoricából, kiváló minőségben állítanak elő DDGS-t.

2.2. Bioetanol előállítás Magyarországon

Hazánk az Európai Parlament és a Tanács *a közlekedési ágazatban a bio-üzemanyagok, illetve más megújuló üzemanyagok használatának előmozdításáról* szóló 2003. május 8-i 2003/30/EK irányelvében meghatározott célok teljesítése érdekében a 2058/2006 (III. 27.) számú Kormányhatározatot hozta a bioüzemanyagok gyártásának fejlesztéséről és azok közlekedési célú alkalmazásuk ösztönzéséről. A rendelet kimondja, hogy 2010-ig a forgalomba hozott közlekedési célú üzemanyagok energiatartalmának legalább 5,75%-át bioüzemanyagoknak kell szolgáltatniuk. Ennek megfelelően 2006-ban intenzív tervezés indult különböző méretű és kapacitású bioetanol üzemek létesítésére, amelynek eredményeként összesen 38 üzem tervét jelentették be. Természetesen ebből a nagyszámú ötletből csak néhány jutott el az engedélyezési eljárásig. A hazai, már üzemelő és tervezett, bioetanol előállító üzemeket mutatja be a 4. ábra. A megújuló üzemanyagok használatának további fokozása érdekében született meg a „Stratégia a magyarországi megújuló energiaforrások felhasználásának növelésére 2008-2020” c. dokumentum. Ennek értelmében 2020-ra az üzemanyagok 20%-át bioüzemanyagok kell, hogy szolgáltatassák. E cél elérése érdekében viszont már körülbelül 1,8 millió tonna kukorica ilyen irányú feldolgozására lesz szükség. Amennyiben a három folyamatban lévő gyár elkészül az említett mennyiségű kukorica bioetanol célú feldolgozása biztosítható lesz Magyarországon.



4. ábra: Engedélyezési eljárás alatt álló bioetanol üzemek Magyarországon 2006-ban
 (<http://enfo.agt.bme.hu/drupal/node/3171>)

Az elmúlt években azonban a hazai és világgazdasági események hatására drasztikusan csökkent a bioetanol előállító üzem beruházási szándék. Az Agrárgazdasági Kutatóintézet felmérése szerint leginkább a kukorica árának emelkedése csökkentette a vállalkozói kedvet. Jelenleg három működő üzem és három folyamatban lévő beruházás van Magyarországon (1. táblázat).

- A nagy múltra visszatekintő szabadegyházi üzem, a *Hungrana Kft.* tulajdona, amely évi 1 millió tonna kukoricát dolgoz fel. Többnyire nedves őrléses eljárást alkalmaznak, amivel keményítőt, szőlőcukrot, izocukrot, alkoholt, nedves és száraz CGF-et, kukorica glutén port és csíraolajat állítanak elő. Az alapanyag 30-40%-a kerül bioetanol előállítására, azonban DDGS mellékterméket nem forgalmaz a cég.
- A másik tradicionális feldolgozó a *Győri Szeszgyár és Finomító Zrt.*, ahol azonban csak elhanyagolható mennyiségben dolgoznak fel kukoricát bioetanolnak, így DDGS-t sem értékesítenek.
- 2012 áprilisában kezdte meg működését a *Pannonia Ethanol Mohács Zrt.* dunaföldvári gyára. Az üzem a tervek szerint évente 575 000 tonna kukoricát fog feldolgozni, amelyből 240 millió liter bioetanol és 175 000 tonna gabonatörkölyt állít elő.

1. táblázat: Jelenleg Magyarországon folyamatban lévő bioetanol beruházások főbb adatai

<i>Helység</i>	<i>Dunaalmás</i>	<i>Kaba</i>	<i>Mohács</i>
	<i>DUNA-ETANOL Zrt.</i> Bioetanol-Biogáz- Kiserőmű	<i>Első Magyar Bioetanol Kft.</i> Bioetanol-Biogáz- Kiserőmű	<i>Pannonia Ethanol Mohács Zrt.</i>
Tervezett üzem kezdés	Ismeretlen	Ismeretlen	2013. december
Tervezett input/év	340 000 t kukorica	300 000 t kukorica	600 000 t kukorica
Tervezett output/év	124 000 m ³ bioetanol 70 488 Mw villamos energia 2772 t csíraolaj	100 000 m ³ bioetanol 100 000 t biokomposzt 55 400 Mw villamos energia 2376 t csíraolaj	240 millió l bioetanol 175 000 t DDGS

2.3. A DDGS előállítása

A bioetanol gyártása során keletkező egyik értékes mellékterméket nevezzük DDGS-nek (Distillers Dried Grain with Solubles), melynek magyar megfelelője a szeszipari száraz alapanyag az oldható anyagokkal, egyszerűbben a gabona vagy kukorica törköly. A bioetanol előállítás leggyakoribb alapanyaga a kukorica, azonban a búza, a rozs és az árpa, hasonló célú feldolgozása szintén ismert. A világ egyes területein erre a célra más alapanyagokat is hasznosítanak, így például Brazíliában a cukornádat, Magyarországon a cukorrépat vagy cukorcirkot. A legújabb kutatások viszont már nem csak a takarmánynövények, hanem fás szárú növények ilyen irányú felhasználását is vizsgálják.

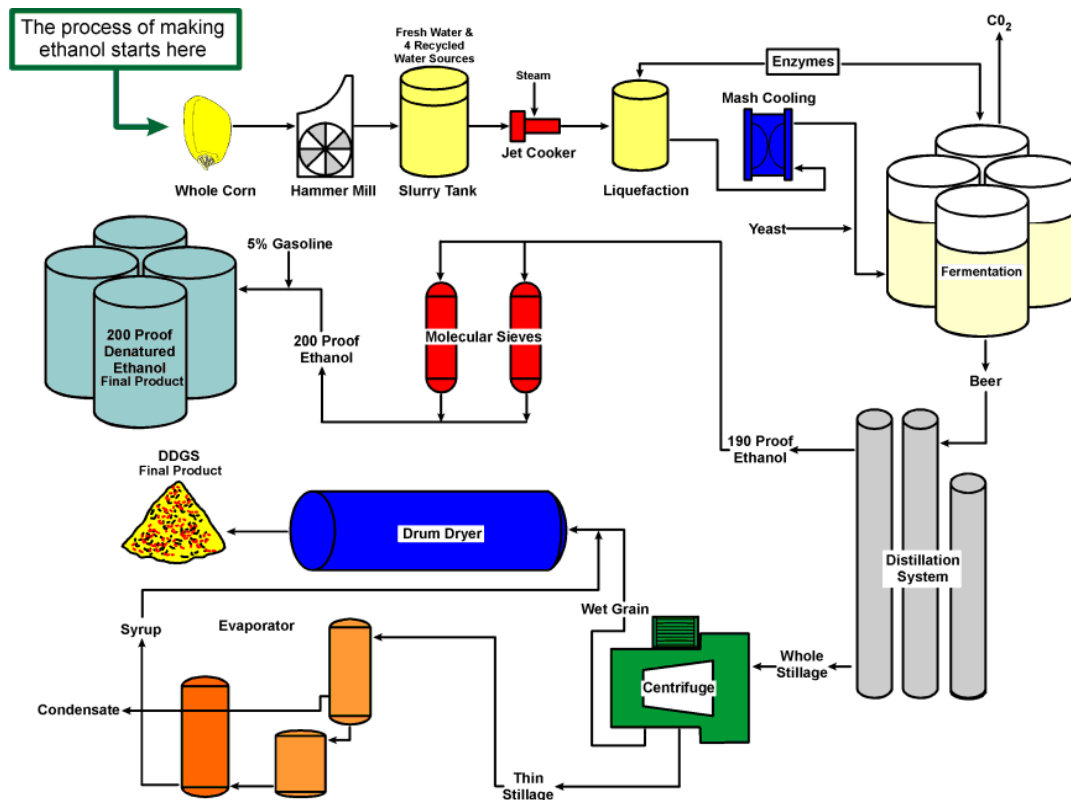
Az etanol előállításakor a keményítőt alkohollá fermentálják és így a megmaradó magban (endospermium, csíra) többszörösére koncentrálódik a nyersfehérje, nyerszsír és a foszfor tartalom a kukoricaszem kiindulási táplálóanyag tartalmához viszonyítva. A technológia szerint ezeket a megmaradó anyagokat újra összegyűjtik és a takarmányipar számára alkalmas termékeket állítanak elő belőlük. Ezen komponensek szárított keveréke a DDGS, amely minden piacon elérhető és a kérődzőkön túl a sertésen át baromfi fajokkal is etethető. Az elmúlt évek során az amerikai és európai bioetanol ipar ugrásszerű fejlődése következtében egyre inkább növekszik a rendelkezésre álló melléktermékek mennyisége. A két alapvető technológia az ún. dry-mill, azaz száraz őrlés, és a wet-mill, azaz nedves őrlés, sok tekintetben eltér egymástól és az ezek által létrejövő

melléktermékek is eltérő táplálóanyag tartalommal rendelkeznek. Az alábbiakban bemutatom a két bioetanol előállítási technológiát.

2.3.1. Száraz őrlés

A kukoricából történő bioetanol előállítás világszerte növekvő tendenciát mutat, amely egy igen egyszerű eljárás alapul, amit száraz őrlésnek neveznek (5. ábra). A száraz kukoricát megdarálják, majd víz hozzáadásával elegyet képeznek. Ehhez adják a fermentációt elősegítő enzimeket, és az elegyet 90-165°C hőmérsékletre hevítik az etanos fermentáció szempontjából kedvezőtlen hatású tejsav baktériumok eltávolítása érdekében. Ezt követően visszahűtik a keveréket és újabb adag enzim hozzáadásával biztosítják, hogy a keményítő a lehető legnagyobb arányban cukorra alakuljon. Ezt követően az élesztő (*Saccharomyces cerevisiae*) hozzáadása után beindul az alkoholos erjedés folyamata, azaz a keményítőtől felszabaduló cukorból etanol és CO₂ keletkezik. Az így létrejött cefréből az etanolt desztillációs eljárással kinyerik, majd molekulaszűrők segítségével 99,9% tisztaságú etanolt nyernek. A megmaradó szeszmoslékból centrifugálással különválasztják a nedves, daraszerű részt (törköly) a híg, folyadék fázistól. A törkölyt 127-621°C hőmérsékleten megszáritják, míg a híg elegyet bepárlással teszik szilárd halmazállapotúvá. Az így létrejött anyagot hozzákeverik a leszárított daraszerű részhez, azaz kialakul a DDGS. Az előírások szerint a DDGS a híg, folyadék fázis szárazanyag tartalmának legalább 75%-át tartalmazza (Shon et al., 2007).

Számítások szerint ezzel a technológiával 100 kg kukoricából körülbelül 32,5 kg etanol, 28,8 kg DDGS és 30 kg CO₂ állítható elő (Hajdú 2009).

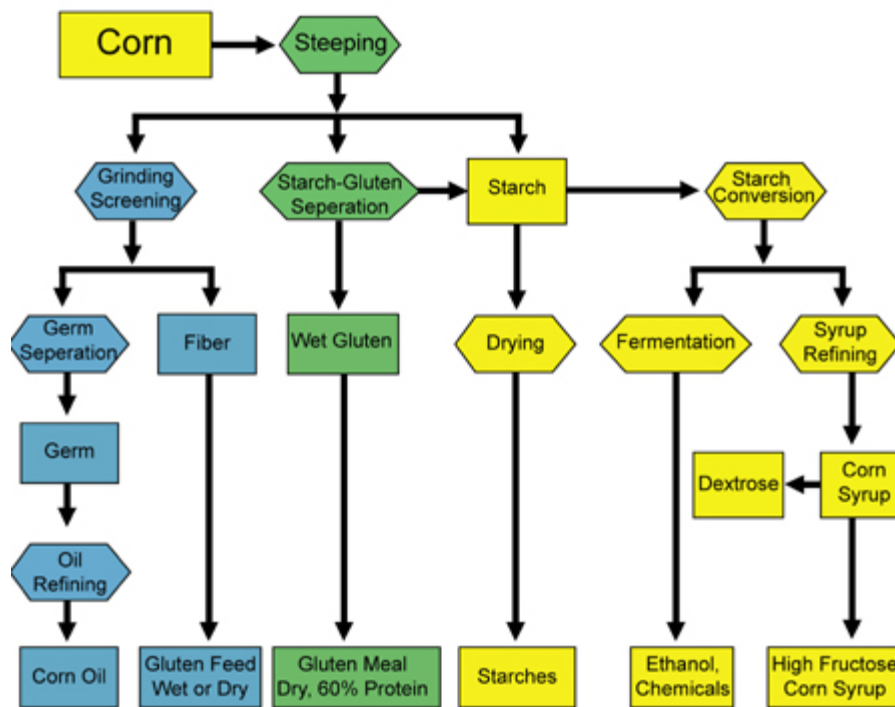


5. ábra: A száraz őrléses bioetanol gyártás folyamata

2.3.2. Nedves őrlés

A nedves őrlés első lépéseként 28-48 órán keresztül áztatják a kukoricaszemeket körülbelül 52°C hőmérsékleten a szem felpuhítása érdekében, aminek következtében a fehérje és a keményítő közti kötések fellazulnak, míg bizonyos oldható anyagok az áztatóvízbe jutnak (6. ábra). A kivezetett áztatóvíz dehidrált követően 30-55% szárazanyagot tartalmaz, amelyben nagy mennyiségű (35-45%) fehérje található. Ezt később a kukorica glutén takarmány (corn gluten feed, CGF) melléktermékhez keverik. Ezzel egy időben nedves őrléssel szétválasztják a kukoricaszemet a külső héjra (korpa), illetve csírára és endospermiumra. Az elegyből a csírarészt elválasztják, ami tisztítást, víztelenítést és szárítást követően nagy kukoricaolaj tartalmú terméként értékesíthető, illetve visszakeverhetik a CGF-be is. A megmaradt elegyből további darálással és szűréssel elkülönítik a nagy rosttartalmú részeket, ami a CGF alapját adja. Általában két lépcsős centrifugálással választják külön az alacsonyabb sűrűségű glutént, ami körülbelül 60-70% nyersfehérjét tartalmaz. Víztelenítést és szárítást követően az így kialakított termék a szárított kukoricaglutén (corn gluten meal) takarmányozási célra értékesíthető. A megmaradó keményítő frakciót számos módon hasznosíthatják. Szárítást követően kukorica keményítőként, abból erjesztéssel etanol állíthatnak elő, továbbá magas dextróz vagy magas fruktóz tartalmú szirupként is értékesíthetik (http_2).

Számítások szerint ezzel az eljárással 100 kg kukoricából körülbelül 29,3 kg etanol, 3,3 kg csíraolaj, 4,7 kg siker, 20,1 kg CGF és 28,3 kg CO₂ állítható elő (Hajdú 2009).



6. ábra: A nedves őrléses eljárás folyamata

2.4. Táplálóanyag tartalom

2.4.1. Energia tartalom

Először a '70-es években az Egyesült Államokban határozták meg a DDGS energia tartalmát kakasokkal végzett etetési kísérletekben (Sibbald, 1976, 1986). Újabb kutatások eredményei szerint (Lumpkins et al., 2004) a DDGS TME_n értéke 12,78 MJ/kg. Ugyanezen szerzők egy későbbi munkájuk során hat különböző gyárból származó 17 mintát analizáltak, amelynek eredményei alapján megállapították, hogy a DDGS valódi metabolizálható energia tartalma 10,96 – 14,03 MJ/kg között változott, 12,40 MJ/kg átlagos értékkel. Fastinger et al.(2006) öt gyárból származó 5 mintát vizsgált, melyek átlagos TME_n értéke 12,63 MJ/kg volt, de jelentős szórással. Parsons (2006) is hasonló eredményre jutott, 20 DDGS minta elemzése során, átlagosan 12,60 MJ/kg látszólagos metabolizálható energia tartalmat számított, számottevő varianciával az egyes minták között. Waldroup et al. (2007) egy általuk készített összesített felmérés alapján azt javasolták, hogy a DDGS TME_n átlagos értékének a 12,54 MJ/kg legyen elfogadott. Roberson et al. (2005) egyetlen DDGS minta alapján határozták meg a látszólagos metabolizálható energia tartalmat (12,18 MJ/kg) tojótúykkal végzett kísérleteik eredményeire alapozva. Eredményeik alapján a DDGS metabolizálható energia tartalma 4%-al alacsonyabb, mint annak TME_n értéke. Ez összhangban van a kukoricaszemre meghatározott ME és TME_n értékekkel. Roberson (2003) pulykákkal végzett kísérletei alapján arra a következtetésre jutott, hogy a 12,63 MJ/kg metabolizálható energia tartalom

túlzottan magas, és a $ME_n = 12,34$ MJ/kg érték használatát javasolta. Ez az érték 3%-al alacsonyabb, mint a Waldroup (2007) által ajánlott TME_n érték.

Fastinger et al. (2006) öt DDGS mintából határozták meg az átlagos bruttó energia tartalmat (21,56 MJ/kg) és a TME_n értéket (12,63 MJ/kg). A többi magas fehérje tartalmú takarmány esetében is hasonlóan alakul e két energia egymáshoz viszonyított értéke, azaz a TME_n közel 60%-a a bruttó energiának (Leske et al., 1991). Habár ebben a konkrét vizsgálatban az egyik DDGS minta valódi metabolizálható energia tartalma határozottan kisebb volt (51%), ezért a TME_n meghatározása a bruttó energia érték alapján nem javasolható, még akkor sem, ha ez egy egyszerű, gyors és olcsó megoldás lenne. Ezek helyett inkább a táplálóanyag tartalom alapján történő becslés javasolható, még abban az esetben is, ha ez sem szolgáltat teljes mértékben pontos eredményt. Batal és Dale (2006) a DDGS TME_n tartalmát a mért beltartalmi értékek (fehérje, zsír, rost, hamu) alapján próbálták meghatározni, de még a legmagasabb korrelációs érték is alacsony volt ($r^2 = 0,45$). Mivel a dry-mill technológia során az oldható anyagokat üzemtől függően más-más arányban keverik a szárított daraszerű részhez, ezért a DDGS TME_n tartalma is eszerint, ráadásul jelentős mértékben, változik. Az oldható anyagnak ugyanis hozzávetőlegesen háromszoros az olajtartalma, mint a daraszerű résznek, így ennek a frakciónak a mennyisége közvetlen hatással, és szoros korrelációban ($r^2 = 0,88$), van a DDGS tényleges metabolizálható energia tartalmára (Noll et al., 2007). A TME_n tartalom meghatározását tovább nehezíti, hogy a DDGS zsírtartalma, a technológiától függően, 2,5%-tól akár 16%-ig is terjedhet.

2. táblázat: Különböző szerzők által publikált eredmények a DDGS energia tartalmára vonatkozólag

Energia tartalom (MJ/kg)		
AMEn	TME_n	Hivatkozás
12,67	-	Potter, 1966 (pulyka)
10,91	12,60	NRC, 1994 (baromfi)
12,12	12,34	Roberson, 2003 (pulyka)
-	12,78	Lumpkins et al., 2004 (brojler csirke)
-	12,45 (Batal and Dale, 2004 (tojótyúk)
	10,47-13,54)	
12,14	13,11	Noll et al., 2005 (pulyka)
12,18	12,68	Roberson et al., 2005 (tojótyúk)
-	12,60	Parsons et al., 2006 (tojótyúk)
	(11,47-13,43)	
-	12,40	Batal and Dale, 2006 (tojótyúk)
	(10,96-14,03)	
-	12,63	Fastinger et al., 2006 (tojótyúk)
	(10,92-13,40)	
12,18	12,54	Waldroup et al., 2007 (brojlercsirke)
-	12,77	Hong et al., 2008 (brojlercsirke)
	(12,59-13,09)	
11,11	-	Applegate et al., 2009 (brojlercsirke)

A táplálóanyag tartalom túl a DDGS színét is vizsgálták, mint egy lehetséges, a TME_nérték becslésére alkalmas, módszer. Noll et al. (2007) két különböző kísérletükre alapozva közölték, hogy a DDGS L* (CIELab) értéke szoros negatív korrelációban van a DDGS-hez kevert oldható anyagok mennyiségével. Ebből azt a következtetést vonták le, hogy a sötétebb színű DDGS-nek magasabb a valódi metabolizálható energia tartalma. Ennek némileg ellentmond a Fastinger et al. (2006) által közöltek, amely szerint a DDGS világossági mutatója (L*) és TME_n tartalma között csak pozitív közepes korreláció ($r^2 = 0,52$) áll fenn. Az egymásnak némiképp ellentmondó eredmények tehát arra utalnak, hogy a szín önmagában még becslési szinten sem megbízható indikátora a DDGS energia tartalmának.

2.4.2. Fehérje tartalom

A DDGS fehérje tartalmát több tényező együttesen befolyásolja:

- *A kiindulási anyag, azaz a gabonamag, fehérje tartalma, amelyből a bioetanolt előállítják.* Kukorica esetében a fermentációt követően a teljes gabonamag beltartalmi értékei, a keményítő kivételével, hozzávetőlegesen háromszorosára nőnek azok koncentrációja miatt a DDGS-ben.

Így például a kukoricaszem 7-8% fehérjét tartalmaz, ami az erjesztés során csak minimális mértékben bomlik le, ezért a DDGS-ben, a közel háromszoros koncentráció miatt átlagosan 27% nyersfehérje tartalom található. A mért értékek alapján azonban a DDGS nyersfehérje tartalma jelentős varianciát mutat, 23-32% között.

- *A fermentáció minősége, ami a DDGS-ben visszamaradó keményítő mennyiségét befolyásolja.* A fehérje tartalom növekedése szoros negatív korrelációban van a keményítő tartalommal, azaz minél nagyobb a reziduális keményítő tartalom, annál kisebb lesz a DDGS fehérje tartalma (Belyea et al., 2004; Martinez-Amezcuca et al., 2007; Babcock et al., 2008).
- *A bioetanol gyártás technológiai változatossága, tekintettel a folyadék fázis visszakeverési arányára a szilárd daraszerű részhez.* A folyadék fázisnak a daraszerű fázishoz viszonyítva lényegesen magasabb a fehérje- (~29%) és alacsonyabb annak nyersrost tartalma (~4%), (Tangendjaja, 2008), így a folyadék fázis visszakeverésének mértéke jelentősen növelheti a DDGS fehérje tartalmát. Az általánosan elfogadott előírás szerint a folyadék fázis szárazanyag tartalmának legalább 75%-át szükséges hozzá keverni a szilárd daraszerű részhez (Shon et al., 2007).
- *A technológia másik kulcsfontosságú tényezője a szárítás módja és minősége.* A szárítási folyamat minőségét befolyásolhatja a szárítási hőmérséklet, a hőtartási idő és a szárítás módja. A melléktermékben ugyanis a folyamat során forró gócpontok alakulhatnak ki, illetve a tétel túlhevítése is bekövetkezhet, amely károsíthatja a fehérjéket. A fehérjék, illetve az aminosavak, hőkárosodásáért a technológia elején lezajló elő-főzés (a nem kívánatos mikro-biológiai szennyeződések eliminálása) is felelős lehet. Ez ugyanis a DDGS aminosav tartalmának a kukoricaszemhez viszonyítva alacsonyabb emészthetőségét eredményezi. Hőhatásra a Maillard-reakció során például a lizin ϵ -amino csoportja reakcióba lép a redukált cukrokkal, és mivel a baromfifajok nem rendelkeznek olyan enzimekkel, amelyek ezt a kötést bontani tudják, így számukra az ilyen formában felvett lizin nem hasznosítható. Az aminosav-cukor komplex ugyanis nem szívódik fel, hanem a bélsárral ürül (Bregendahl, 2008).

A fent említett tényezők hatására a DDGS fehérje tartalma jelentős varianciát mutat nemcsak az eltérő üzemekből származó tételek, de még az azonos gyártási helyről származó különböző minták között is. Számos kísérlet alkalmával vizsgálták a kukorica törköly fehérje tartalmát. Batal és Dale (2005) vizsgálataik során úgy találták, hogy a DDGS fehérje tartalma 24% és 29% között változik. Egy nagyszabású kutatás során 395 minta fehérje tartalmát mérték, és arra az eredményre jutottak, hogy a DDGS fehérje tartalma átlagosan 27,1%, amely 23,87% és 30,41% szélsőértékek között változik (Salim et al., 2010). Más kutatók is hasonló eredményekről számoltak be a DDGS fehérje tartalmát illetően, ami 23% és 32% között változott (Batal és Dale, 2006; Fastinger et al., 2006). Ezen eredményekkel összhangban van Spiels et al. (2002) mérési eredményei, akik 30,2% átlagos fehérje tartalmat találtak a kukorica törkölyben.

Annak ellenére, hogy az üzemek a technológiai fegyelem szigorú betartásával igyekeznek csökkenteni a tételek közti eltéréseket, jól látható, hogy a különböző DDGS minták fehérje-, illetve aminosav tartalma is tág határértékek között változik. Az aminosav tartalom ismerete mellett azonban nélkülözhetetlen információ az aminosavak emészthetősége is. A DDGS esetében ugyanis az eltérő aminosav tartalom egyúttal változó emészthetőségi értékekkel is társul. Ennek legmeghatározóbb kiváltója a már említett hőkárosodás (Fontaine et al., 2007). A lizin hőhatásokra

való kimagasló érzékenysége következtében ingadozó emészthetőségi értékekkel bír, még azonos üzemből származó tételek között is (Stein et al., 2006; Fontaine et al., 2007). Parsons et al. (1983) elsők között határozták meg a kukoricatörköly lizin tartalmának emészthetőségét. Ileális kanüllel ellátott White Leghorn kakasokkal végezték kísérleteiket, amelyben 82% átlagos lizin emészthetőségi értéket kaptak. Hasonló (75%) átlagértéket találtak Lumpkins et al. (2005) is. Ezen megállapításoktól viszont némileg eltérnek Batal és Dale (2006) eredményei. Nyolc DDGS minta valódi ileális lizin emészthetőségét mérték kakasokban. Azt találták, hogy a lizin emészthetősége 46-78% között változott, az átlagérték 70% volt. Emellett azt is megállapították, hogy a teljes lizin tartalom is tág határok között változott 0,39%-tól (alacsony emészthetőséggel) egészen 0,86%-ig (magas emészthetőséggel). Az aminosav részleges hőkárosodásával magyarázták, hogy az amúgy is alacsony lizin tartalom rosszul is hasznosul madarakban (Cromwell et al., 1993; Fontaine et al., 2007; Martinez-Amezcuca et al., 2007). A vizsgált DDGS mintákban ugyan az összes aminosav emészthetősége eltérő volt, azonban a legnagyobb varianciája a lizin emészthetőségének volt. Ez az eredmény arra enged következtetni, hogy a más-más üzemből származó kukoricatörköly tételek aminosav tartalma eltérő mértékben károsodott a szárítási folyamat alatt. Egyes vizsgálatok alapján a lizin valódi ileális emészthetősége 65% és 82% között változott, a DDGS lizin tartalmának függvényében (Fastinger et al., 2006). Parsons et al. (2006) eredményei alapján 59-84% között alakult a lizin emészthetősége. Pahm et al. (2009) 22 minta alapján, 45 hetes ileális fisztulával ellátott Leghorn kakasokkal végzett kísérleteik alapján azt találták, hogy a DDGS lizin tartalmának emészthetősége átlagosan 61,4%. Ergul et al. (2003) szintén 22 minta alapján határozták meg a DDGS emészthető lizin hányadát, ami átlagosan 0,53% volt, 0,38-0,65% szélsőértékek között.

A különböző módszerekkel végzett vizsgálatok eredményei alapján tehát eltérő eredmények láttak napvilágot a DDGS lizin emészthetőségével kapcsolatban. Wang et al. (2007a,b) az Immobilized Digestibility Enzyme Assay (IDEA) módszer alkalmazásával határozták meg a DDGS aminosavainak emészthetőségét. Az egyes aminosavak közül a lizin tekintetében igen magas emészthetőségi értéket, 88,6%, találtak. A módszer megbízhatóságát igazolta ($r^2 = 0,88$) egy 28 DDGS mintával végzett kísérlet eredménye is (Tangendjaja 2008). Újabb módszer a Front Face Fluorescence (FFF) spektroszkópiás vizsgálat, amelynek alkalmazásával 37 DDGS mintával végzett kísérlet eredményei alapján, még a fent hivatkozott vizsgálatnál is megbízhatóbb ($r^2 = 0,98$) eredményt kaptak (Urriola et al., 2007). Ezek a vizsgálatok azonban speciális laboratóriumi felszereltséget igényelnek, mindamelllett rendkívül időigényesek. Többek között ezért is mutatkozik igény a DDGS felhasználók részéről egy olyan módszerre, amellyel könnyen, gyorsan és megbízhatóan lehet annak aminosav tartalmát és emészthetőségét meghatározni.

A szín, mint indikátor alkalmazása kézenfekvő megoldást jelentene, azonban a kutatási eredmények ezt nem támasztották alá. A sötétebb barna színű, tehát feltehetően jelentősebb hőhatásonak kitett DDGS általában alacsonyabb emészthető lizin tartalommal rendelkezik, mint a világosabb sárga színű. Ez volt az egyik elsődleges feltevés, még a kilencvenes évek elején (Cromwell et al., 1993). A DDGS sárga színe ugyan legfőképp a kukoricában található xantofillektől származik, de a technológia során hozzákevert folyadék fázis, a szárítás hossza és hőmérséklete (Stein et al., 2006; Fontaine et al., 2007), a Maillard-reakció végtermékei (Babcock et al., 2008) és a teljes lizin tartalom (Fastinger et al., 2006) is befolyásolják. A CIELab módszerrel (reflektancia spektrometria) történő szín meghatározás során azt találták, hogy a L^* (világosság)

érték közepes-szoros ($r^2 = 0,52-0,87$) korrelációban van a DGGS emészthető lizin tartalmával (Fastinger et al., 2006; Batal et al., 2006). Baromfi számára megfelelő minőségűnek a Batal et al. (2006) által meghatározott $L^* > 55-57$ értékkel bíró DDGS tekinthető. Minél több hozzáadott folyadék fázist tartalmaz viszont a DDGS, annál sötétebb annak színe (alacsonyabb L^* és b^* értékek), mert a nagyobb mennyiségű folyadék fázis eltávolítása szárítással magasabb hőmérsékletet igényel, így nagyobb az esélye a hőkárosodásnak. A szín (L^* , b^*) feltehetően ezért mutat viszonylag szoros korrelációt az aminosavak emészthetőségi értékével (Noll et al., 2007; Noll et al., 2007). Ennek a feltételezésnek azonban ellent mondanak Martinez –Amezcuca et al. (2007) eredményei, amelyekben csak laza korreláció volt kimutatható a hozzáadott folyadék fázis mennyisége és a DDGS emészthető aminosav tartalma között.

A lizin, mint a monogasztrikus gazdasági állatfajok számára limitáló aminosav mellett, a többi esszenciális aminosav tartalmára és emészthetőségére vonatkozólag is rendelkezésre állnak adatok, bár nem olyan mértékben, mint a lizin esetében. A DDGS metionin tartalma például 0,42%-tól 0,65%-ig változhat (Spiehs et al., 2002). Batal és Dale (2006) mérései szerint pedig a DDGS cisztein (átlagosan 73,9%) és a treonin (átlagosan 74,5%) tartalma is számottevő eltéréseket mutat.

2.4.3. Zsírtartalom

A DDGS zsírtartalmát a kiindulási kukoricaszem zsír (olaj) tartalma határozza meg. Erre a táplálóanyagra is érvényes az a korábban már jelzett megállapítás, hogy a végtermékben körülbelül háromszorosára koncentrálódik. A száraz őrléses eljárás során a keményítő cukorrá, majd alkohollá történő átalakulásának mértéke befolyásolja a kukorica törkölyben a zsír arányát a többi táplálóanyaghoz viszonyítva. Megállapítható, hogy minél hatékonyabb a fermentáció, annál nagyobb lesz a DDGS zsírtartalma.

Számos adatot közöltek már a DDGS zsírtartalmát illetően. Spiehs et al. (2002) 118 minta mérési eredménye alapján arra a megállapításra jutott, hogy az átlagosan 10,9 % zsírtartalom mellé 7,8 CV% társul. A Dairy One Lab felmérése szerint a DDGS zsírtartalma 9,4-15,7 % között változik, átlagosan 12,6 %. Jól látható, hogy a DDGS zsírtartalma is magas egyedi varianciát mutat.

3. táblázat: Különböző szerzők által publikált eredmények a DDGS zsír tartalmára vonatkozólag

Zsírtartalom (DM%)	Mintaszám (db)	Hivatkozás
10,9	118	Spiehs et al., 2002
11,9	235	Belyea et al., 2004
11,2	49	UMN, 2009
12,6	4819	Dairy One Lab, 2011
(9,4-15,7)		
10,4	31	Song et al., 2011
(7,3-12,0)		

A kukorica törköly nyerszsír tartalmán túl takarmányozási szempontból annak zsírsav összetétele is fontos lehet. Sertésekkel végzett vizsgálatok alapján a DDGS nagy telítetlen, azon belül elsősorban linolsav (C18:2n6) tartalma például, nagy mennyiségben adagolva, kedvezőtlen hatással lehet a szalonna és a hasúri zsír keménységére (White et al., 2009; Simpson 2011.). Teheneknél a nagy mennyiségű DDGS a tej zsírtartalmának csökkenését okozhatja, ha a takarmányhoz kevert DDGS hatására a napi adag szárazanyag tartalmán belül 50%-nál kevesebb tömegtakarmányt, vagy annak rostfrakciói közül 22%-nál kevesebb NDF-et tartalmaz (Royón et al., 2012).

4. táblázat: Különböző szerzők által publikált eredmények a DDGS zsírsav összetételére vonatkozólag

Zsírsav	Ranathunga et al. (2010)	Anderson et al. (2006)	Nyoka (2010)	Tang et al. (2011)	Martinez-Amezcu et al. (2007)	Owens (2009)	Átlag
C 12:0	NA	0,8	NA	0,0	0,0	0,0	0,2
C 14:0	0,4	2,4	3,9	0,1	0,1	0,4	1,2
C 16:0	14,7	15,5	16,9	16,7	12,8	12,5	14,9
C 16:1	0,1	NA	2,5	0,2	0,2	0,1	0,6
C 18:0	2,0	2,4	2,8	2,6	2,0	1,7	2,2
C 18:1	26,9	17	21,4	23,1	23,2	38,2	25,0
C 18:2	50,7	52,5	40,2	53,7	56,3	40,3	49,0
C 18:3	1,6	4,8	1,4	0,4	1,5	1,0	1,8
C20:0	0,4	1,4	0,5	2,0	0,4	0,3	0,8
C 20:1	0,2	NA	3,5	0,3	0,23	0,1	0,9
C 20:2	0,0	NA	0,1	NA	0,1	0,0	0,1

2.4.4. Nyersrost tartalom

A DDGS nyersrost tartalmát a kiindulási kukoricaszem rosttartama határozza meg. Annak zsírtartalmához hasonlóan erre a táplálóanyagra is igaz, hogy a hagyományos eljárással előállított melléktermékben körülbelül háromszorosára koncentrálódik. Ettől eltérően napjainkban, a profit orientált gyártási technológia során a nyerszsírtartalom egy részét különválasztják a törkölytől, és az így keletkező DDGS-nek ezáltal alacsonyabb zsírtartalma, valamint magasabb fehérje tartalma lesz. Ezzel a módszerrel készült DDGS-t nevezik magas fehérje tartalmú azaz HP-DDGS-nek.

Az Egyesült Államokban található üzemek rendszeresen ellenőrzik a melléktermék beltartalmi paramétereit, a 2011-2012. évekből származó minták ADF és NDF tartalmát az 5. táblázat mutatja be.

5. táblázat: Különböző szerzők által publikált eredmények a DDGS rost összetételére vonatkozólag

NDF (%)	ADF (%)	Mintaszám (db)	Hivatkozás
25,35	10,68	34	Pomerenke et al., 2010
27,51 - 35,57	NA	34	Lincolnland Agri-energy (http_3)
22,46 - 34,65	NA	57	Cardinal Ethanol (http_3)
22,00 - 32,83	NA	56	Homeland Energy Solutions (http_3)
24,49 - 36,94	NA	33	Bushmills Ethanol (http_3)
22,63 - 34,11	NA	55	Nugen Energy (http_3)

NA = nincs adat

A vizsgálati eredmények alapján, a DDGS NDF tartalmára vonatkozólag megállapítható, hogy különböző gyártóhelyek között nincs jelentős eltérés, azonban egy üzemen belül, a különböző tételek között akár 60%-ot meghaladó különbség is fellelphet a mért értékek tekintetében.

2.4.5. Ásványi anyag tartalom

Számos kutatást végeztek arra vonatkozólag, hogy meghatározzák a DDGS ásványi anyag összetételét, amely jelentős varianciát mutatott a különböző ásványi anyagokat illetően (6. táblázat).

6. táblázat: Különböző szerzők által publikált eredmények a DDGS ásványi anyag összetételére vonatkozóan

Ásványi anyag	NRC (1994)		Spiels et al. (2002)		Batal és Dale (2003)		Parsons et al. (2006)		Waldroup et al. (2007)		Salim et al. (2010)	
	átlag	CV %	átlag	CV %	átlag	±SD	átlag	CV %	átlag	átlag	CV %	
Ca, %	0,17	0,05	57,2	0,29	0,27	0,03	38,4			0,04	150	
P, %	0,72	0,79	11,7	0,68	0,07	0,73	5,3			0,76	10,53	
Na, %	0,48	0,21	70,5	0,25	0,15	0,11	32,8	0,07		0,17	41,18	
K, %	0,65	0,84	14,0	0,91	0,11	-	-	0,77		0,91	12,09	
Mg, %	0,19	0,3	12,1	0,28	0,04	-	-	0,20		-	-	
S, %	0,30	0,48	37,1	0,84	0,21	-	-	0,85		-	-	
Cu (ppm)	57,0	5,2	20,4	10,0	4,30	-	-	-	0,84	3,86	27,98	
Zn (ppm)	80,0	96,7	80,4	61,0	13,0	-	-	-	-	57,26	12,84	
Fe (ppm)	80,0	106,5	41,1	149,0	86,0	-	-	-	-	81,54	37,45	
Mn (ppm)	24,0	14,0	32,7	22,0	12,0	-	-	-	-	10,37	37,61	

Foszfor

A kukoricaszem átlagosan 0,3% összes foszfort tartalmaz, ám ennek jelentős része a baromfi fajok által nehezen hasznosítható fitin-foszfor, mivel a foszfor felszabadításához szükséges fitáz enzim a madarakban nem termelődik. Mivel a brojlersirkék igen érzékenyek a foszfor hiányra, ezért kiemelt figyelmet szükséges fordítani annak kiegészítésére. A bioetanol gyártás kiindulási alap-anyagához képest a DDGS-ben körülbelül 0,7-0,8% összes foszfor található, amelynek azonban jól része hozzáférhető, mivel a feldolgozás során annak nagy része felszabadul a fitin kötésből. Azonban, éppúgy, mint a többi táplálóanyag esetében, a foszfor is nagyon változó mennyiségben van jelen a kukoricatörkölyben, annak értéke 0,59-0,95% között változik (Spiels et al., 2002; Batal et al., 2003; Martinez Amezcua et al., 2004; Stein et al., 2006). Ennek oka a kiindulási kukoricaszem eltérő foszfor tartalma, a DDGS keményítő tartalmának változása, valamint a híg, folyadék fázis, eltérő bekeverési aránya a daraszerű részhez. A híg folyadék fázis ugyanis legalább háromszor annyi foszfort tartalmaz, mint a szilárd (daraszerű) rész (Martinez Amezcua et al., 2007; Noll et al., 2007). A híg folyadék fázis DDGS-hez történő keverésének aránya tehát szoros korrelációban áll a DDGS színe mellett annak foszfor foszfor tartalmával is ($r^2=0,96-0,98$). Minél sötétebb tehát a DDGS (alacsonyabb L^* érték), annál magasabb lesz annak foszfor tartalma (Noll et al., 2002; 2007). A kukoricaszem foszfortartalmának csak mindössze 30%-a nem fitin-foszfor, azaz hozzáférhető a madarak számára, a DDGS-ben azonban ez sokkal nagyobb

arányú, mert a szárítás alatt fellépő hőhatásra a fitát részben bomlik, ezáltal a foszfor a madarak számára is hasznosítható formába kerül (Noll et al., 2004; Martinez Amezcua et al., 2007).

A baromfitakarmányozás számára meghatározó tényező a foszfor hozzáférhetősége az adott alapanyagban, mivel annak fiziológiás jelentőségén túl a fajlagosan egyik legdrágább takarmány adalékanyag is (Kim et al., 2008). Dale és Batal (2005) kutatásaik során azt találták, hogy egy 0,74% foszfort tartalmazó DDGS mintának 54% és 68% között volt a foszfor hozzáférhetősége két különböző vizsgálat alkalmával. Mások (Martinez-Amezcua et al., 2004) is hasonló eredményre jutottak (62%) a DDGS foszfor tartalmának hozzáférhetőségét illetően. Az NRC (1998) ajánlása alapján az említett paraméter értéke 77%. Ezek alapján a DDGS hozzáférhető foszfor tartalma nagyobb, mint a gabonában átlagosan megtalálható mennyiség (Lumpkins et al., 2005). Ez annak köszönhető, hogy a gabonaszemekben a foszfor nagy része fitin-foszfor formájában van jelen (Nelson et al., 1968). A DDGS-ben azonban a foszfor a baromfi által is jól hasznosítható (nem fitin-foszfor) formában van jelen, ami részben a fermentációs folyamat, részben a szárítás alatti magas hőmérséklet eredménye (Carlson és Poulson, 2003). Egyes feltevések szerint a fermentációhoz felhasznált élesztő által termelt fitáz enzim is hozzájárulhat a foszfor hatékonyabban hasznosítható formába történő alakításához (Dale és Batal 2005).

Nátrium

A foszfor mellett a másik esszenciális, de szintén rendkívül változó mennyiségben előforduló ásványi anyag a DDGS-ben a nátrium. A DDGS nátrium tartalma tág határok között változik, 0,09%-tól akár 0,52%-ig (Spiehs et al., 2002; Batal et al., 2003). Más oldalról viszont annak maximális értéke általában nagyobb a monogasztrikus gazdasági állatfajok számára ideális értéknél. A kiindulási kukoricaszem nátrium tartalmának akár háromszorosát is meghaladó mennyiségű nátrium tartalom oka nem teljesen ismert. Egyes feltételezések szerint a technológia során alkalmazott víz minőségétől függ (Batal et al., 2003). Annak ellenére, hogy a baromfi fajok nagy része, a pulyka és a kacsza kivételével, jól tolerálja a takarmány nagy nátrium tartalmát a takarmányban, mindenképpen célszerű figyelembe kell venni a DDGS nátrium tartalmát, különösen nagy bekeverési arány esetén. A takarmány túlzottan nagy sótartalma ugyanis a vízfogyasztás növekedését idézheti elő, ami az alom nedvesedéséhez, valamint tojómadarak esetében nagyobb számban előforduló ürülékkel szennyezett tojásokhoz vezethet (Leeson et al., 1995; Klasing et al., 2003). Emiatt a nátrium tartalom rendszeres vizsgálatát javasolják a DDGS alkalmazása során (Waldroup et al., 2007).

Kalcium, kálium és kén

A kukoricaszem *kalcium*, *kálium* és *kén* tartalma nem túlzottan magas. A DDGS-ben viszont – a fent említett okok miatt – akár meg is háromszorozódhat a mennyiségük. A kén tartalom pedig akár még ennél is magasabb lehet. A DDGS „extra” kén tartalma a bioetanol előállítás technológiájából ered. Az élesztő, az ipari víz, valamint a pH érték beállításához alkalmazott kénsav együttesen azt eredményezi, hogy a DDGS kéntartalma 0,3%-tól egészen 1%-ig terjedhet (Spiehs et al., 2002; Batal et al., 2003). A szarvasmarha, ezen belül a tejelő tehének, számára akár már a 0,4% kéntartalom is toxikusnak tekinthető, a brojlercsirkék azonban még 0,5%-ot is képesek tolerálni, sőt a tojótyúkók még ennél nagyobb kéntartalmat is elviselnek. Emiatt nagy kéntartalmú DDGS a

szarvasmarhánál nagyobb mennyiségben etethető baromfi fajokkal. Megjegyzendő ugyanakkor, hogy a túlzottan nagy mennyiségű kén felszívódása a vékonybélből csökkenti a kalcium felszívódását, így a csontok és tojásbéj szilárdságának csökkenését idézheti elő.

Mikroelemek

A DDGS mikroelem tartalmáról viszonylag kevés információ áll a rendelkezésünkre. Batal és Dale (2003) vizsgálata nyomán megállapítható, hogy a kiindulási kukoricaszem mikroelem tartalma általában szintén megháromszorozódik a DDGS-ben. Megjegyzendő azonban, hogy jelentős szórás mutatkozik a különböző évekből származó minták között. Ez az eltérés az évszakhatáson túl részben a technológiai folyamatokra vezethető vissza. A nagy távolságra történő szállítás és az ebből adódó előállítás-tól-felhasználásig eltelt idő szintén hatással lehet a DDGS mikroelem tartalmára.

2.4.6. Mikotoxin tartalom

A mikotoxinok a fonalas gombák másodlagos anyagcsere termékei, amelyek az ENSZ Élelmiszer és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) becslése szerint a világ gabona termésének évente akár 25 %-át is károsíthatják (CAST, 1989). Jelenlétük a takarmányokban számos nem kívánatos hatással bír, mint például májkárosodás, csökkent termelékenység, betegségekkel szembeni csökkent ellenálló képesség (Wyatt, 1991).

Egy átfogó vizsgálat alkalmával, amely főképp Amerikából és Ázsiából származó, 103 DDGS mintára terjedt ki meglehetősen sok adatot eredményezett (Rodrigues 2007). A mintákban az aflatoxin B₁ (AFB₁), a zearalenon (ZEA), a deoxinivalenol (DON), a T-2 toxin és a fumonizín (FUM) mikotoxinok mennyiségét mérték ausztriai és szingapuri laboratóriumokban. Az eredményeket a 7. táblázat mutatja be.

7. táblázat: A vizsgált 103 DDGS minta mikotoxin tartalma

	AFB₁	ZEA	DON	FUM (B1+B2)	T-2
Vizsgált minták száma	103	103	103	103	103
Pozitív minták száma	8	95	66	90	27
Max. szennyezettség (µg/kg)	89	8107	12000	9042	218
Átlagos szennyezettség (µg/kg)	24	333	2130	596	113
Kukorica és melléktermékek határérték (µg/kg)	50 ¹	3000 ²	12000 ²	60000 ²	250 ³

¹ 574/2011/EK rendelet

² 2006/576/EK ajánlás

³ 2013/165/EU ajánlás

A vizsgált minták 99%-a legalább egyféle mikotoxinnal, de 96%-a két, vagy több, különböző mikotoxinnal volt szennyezett. Mindössze egy, az összes vizsgált mikotoxinra negatív, DDGS mintát találtak, ami búzából készült.

A melléktermékek, így a DDGS, minősége is a kiindulási anyag, jelen esetben kukoricaszemek épségétől és minőségétől függ. Ha a szemek nagy része sérült, a melléktermékben is általában magasabb mikotoxin értékeket lehetett találni, ugyanis a penészgombák főképp a sérült szem felületeken telepsznek meg és növekednek. A fermentációs folyamat során további mikotoxin termeléssel ugyan már nem kell számolni, de annak hatására a kiindulási anyag mikotoxin szennyezettsége akár háromszorosára is nőhet a DDGS-ben (Murthy et al., 2005).

A fent közölt eredményekből jól látszik, hogy a fermentáció során a mikotoxinok nem bomlanak le, sőt feltehetően könnyebben felszívódó állapotba jutnak. Emiatt, ha egy átlagos brojlercsirke takarmányt veszünk alapul, ami 10-20% DDGS-t tartalmaz, akkor a fentiek figyelembevételével a takarmánykeverék egyidejűleg körülbelül 1216 µg/kg ZEA-t, 1800 µg/kg DON-t, 33 µg/kg T-2 toxint, 1356 µg/kg FUM és 13 µg/kg aflatoxint tartalmazhat.

2.4.7. Színanyagok

A karotinoidok a természetben előforduló pigmentek egyik csoportját alkotják, sárgától a pirosig tartó színárnyalatok képeznek. A kukoricában, legnagyobb mennyiségben, a zeaxanthin és a lutein található meg. Ezek a karotinoidok fontos szerepet játszanak számos biológiai folyamatban (Isler, 1971). A karotinoidok különösen érzékenyek a fényre, oxigénre és a hőmérsékletre (Kerrer and Jucker, 1950). Az állatok nem képesek karotinoid szintézisre, ezért ellátottságuk teljes mértékben a környezetből felvett mennyiségtől függ (Goodwin, 1984). A baromfi fajok az elfogyasztott xantofilleket bőrük mellet a zsírszövetekben és a tojás sárgájában raktározzák, ami kedvezően befolyásolja ezen szövetek színét, ami a fogyasztók számára lehet előnyös tulajdonság (Ouart et al., 1988; Perez-Vendrell et al., 2001; Leeson et al., 2004). A kukoricaszemben körülbelül 20 mg/kg xantofill található (Leeson and Summers, 2005), ami a többi táplálóanyag alapján kalkulálva háromszorosára koncentrálódik a DDGS-ben. A mért eredmények azonban azt mutatják, hogy - vélhetően a hőkárosodás hatására - csökken ezen színanyagok mennyisége (Salim et al., 2010).

Roberson et al. (2005) két DDGS mintát analizált, melyekben 29,75 illetve 3,48 mg/kg xantofill volt kimutatható. Ez azt sugallja, hogy a különböző tételek között óriási különbség az egyes technológiai lépésekből adódhat, mint például a szárítás, amely eltérő mértékű hőkárosodást eredményezhet. Egy másik, 16 mintából származó, vizsgálat eredménye szerint a DDGS átlagos xantofill tartalma 36,72 mg/kg (Salim et al., 2010). A hagyományos kukorica és szója alapú baromfi takarmányok általában nem tartalmazzak elegendő mennyiségű xantofillt ahhoz, hogy markáns sárga árnyalatúra színezzék a tojás sárgáját illetve a bőr színét. Emiatt a DDGS, mint színanyag forrás ideális lehet, mindaddig, amíg a hőkárosodás mértékét az elfogadható szinten tartják.

2.5. A DDGS etetés tapasztalatai különböző baromfi fajokban

A kukorica törköly már évtizedek óta a baromfi takarmányok részét képezi. Amíg a 60-80-as években a szesziparból megmaradó mellékterméket hasznosították, addig a 90-es években az üzemanyagcélú gyárakból, mára pedig az "új generációs" bioetanol előállítás során képződő DDGS a takarmány keverékek alkotója. Korai publikációk arról számoltak be, hogy a kérődző állatok mellett a sertés és baromfi számára is kiváló takarmány, azonban figyelembe kell venni, hogy az ezekben a vizsgálatokban alkalmazott törköly minták nagyon változékony beltartalmi értéket mutatnak, ezáltal a jelenleg alkalmazott DDGS-el csak nehezen összevethető eredményeket szolgáltatnak.

2.5.1. Brojlercsirkékkel végzett kísérletek

Runnels (1966; 1968) az elsők között tanulmányozta a DDGS hatását brojlercsirkék termelési paramétereire, és azt találta, hogy a 20% DDGS tartalmú takarmánnyal nevelt állomány akár jobb termelési értékeket is elérhet, mint a kontroll csoport egyedei. Ehhez hasonlóan Waldroup et al. (1981) szerint akár 25% DDGS kiegészítés mellett sem csökkennek az állatok termelési paraméterei, amíg a szükséges energia szint biztosított számukra. Ilyen nagy mennyiségű DDGS-sel azóta is csak néhány vizsgálatot végeztek. Wang et al. (2007a) első kísérletükben 0-5-10-15-20-25% DDGS tartalmú takarmányt etetettek 600 db csirkével, 49 napon át tartó vizsgálatában. A kísérleti takarmányok emészthető aminosav tartalom alapján kerültek meghatározásra. Megállapították, hogy az élősúlyra nem, de a takarmányértékesítésre negatív hatással volt a nagy mennyiségű (25%) DDGS. A vágási kihozatalt a 15% és 25% DDGS tartalmú takarmány fogyasztása egyaránt szignifikáns mértékben csökkentette, ugyanakkor 20% DDGS tartalmú és a kontroll takarmánnyal etetett csoportok között nem volt statisztikailag igazolható különbség. Javaslatuk szerint a 15-20% DDGS kiegészítés még nincs negatív hatással a termelésre, azonban az alkalmazandó kukoricatörköly beltartalmi értéke alapján szükséges a receptúrák összeállítására. Wang et al. (2007bc) második kísérletükben tovább emelték a DDGS kiegészítés mértékét, a brojlerek által maximálisan tolerálható mennyiség meghatározása érdekében. Egyenletes, illetve növekvő mennyiségben adagoltak 15% és 30% DDGS-t a takarmánykeverékhez, tekintettel arra, hogy korábbi eredmények alapján az indító fázisban alacsonyabb, míg a nevelő és befejező szakaszokban magasabb bekeverési arány sem okozott negatív hatást a termelési és húsminőségi paraméterekre. Az élősúlyt és a takarmányértékesítést negatívan befolyásolta a folyamatos nagy mennyiségű (30%) DDGS kiegészítés, a 15%-os bekeverési arányú csoport eredményei azonban nem tértek el statisztikailag igazolható mértékben a kontroll csoporttól. Wang et al. (2007bc) eredményeik alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a növekvő mennyiségű DDGS kiegészítés abban az esetben alkalmazható, ha az indító és nevelő fázisokban a bekeverési arány mértéke nem haladja meg a 15%-ot. Ebben az esetben a befejező fázisban akár 30% DDGS sem idéz elő szignifikáns mértékben gyengébb termelési paramétereket a kontroll, illetve a folyamatosan 15% DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó állatokhoz képest.

Egyéb vizsgálatok során általában csak kisebb arányban adagolták a kukoricatörkölyt a kísérleti takarmányokhoz. Shim et al. (2011) 0-8-16-24% DDGS-t tartalmazó takarmánnyal etetettek 864 brojlercsirkét háromfázisos nevelés során, amely a 42. életnapig tartott. A kísérleti csoportok között szignifikáns eltérés nem volt kimutatható a vizsgált paraméterek (élősúly, takarmányértékesítés,

grill-, mell- és combsúly) tekintetében. Szintén 24% maximális DDGS bekeverési arány mellett, 6-12-18% köztes csoportok húsminőségi paramétereit vizsgálták Schilling et al. (2010). Megállapították, hogy a kezelt csoportok között kismértékű, de szignifikáns emelkedés következett be a 24. órában mért pH értékekben, azonban a szín ($L^*a^*b^*$), a porhanyósság, a sütési veszteség, valamint a mell- és combizom kémiai összetétele tekintetében nem volt statisztikailag igazolható eltérés a kontroll és kísérleti csoportok között.

Közepes mennyiségű DDGS kiegészítés hatásáról számoltak be Lumpkins et al. (2004). Első kísérletükben 18 napon át 15% DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó brojlercsirkék élősúlyát és takarmány értékesítését vizsgálták. Nem találtak szignifikáns eltérést a két csoport értékei között. Ennek ismeretében második kísérletükben 0-6-12-18% DDGS bekeverési arányt alkalmaztak a 42 napon át tartó, három-fázisos nevelés alatt. Arra a megállapításra jutottak, hogy az indító fázisban 6%, a nevelő és befejező fázisokban pedig 12% DDGS adható biztonságos mennyiségben, ugyanis a 18%-os kiegészítés hatására már szignifikáns mértékben csökkent az állatok élősúlya és az indító fázisban a takarmányértékesítés is. Az értékes húsrészek arányában ugyanakkor nem találtak szignifikáns mértékű eltérést. Ez a megállapítás némileg eltér a korábban hivatkozott Wang et al. (2007abc) és Shim et al. (2011) által publikált eredményektől, aminek egyik magyarázata az lehet, hogy Lumpkins et al. (2004) vizsgálataiban használt takarmányok esetében az emészthető helyett az összes aminosav tartalommal számoltak. Foltyn et al. (2013) azonos DDGS bekeverési arányokat (0-6-12-18%) alkalmaztak első kísérletükben, amely a brojlercsirkék 9. életnapjától a 35. életnapig tartott. A vizsgálat végén mért élősúly a 6% és 12% DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó állatok esetében szignifikánsan nagyobb volt, mint a kontroll és 18% DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportokban, ami összhangban van Lumpkins et al. (2004) megállapításával. Második kísérletükben tovább növelték a DDGS bekeverési arányt 20%-ra, aminek hatására azt tapasztalták, hogy a brojlercsirkék 23. napos koruktól a kísérlet végéig, azaz 35. napos korukig, szignifikáns mértékben kisebb élősúlyt értek el a kontrollcsoport egyedeihez viszonyítva. Ennek ellenére a grill súly tekintetében sem ez első, sem a második kísérletben nem volt szignifikáns mértékű különbség a vizsgált csoportok között. Choi et al. (2008) rövid ideig tartó kísérletükben (8-29. napos életkor között), két fázisban neveltek 3200 brojlercsirkét. A takarmány 0-5-10-15% DDGS-t tartalmazott. A termelési- (élősúly, takarmány felvétel, takarmányértékesítés), valamint egyes húsminőségi paraméterek (szín, porhanyósság) tekintetében nem volt kimutatható különbség a DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó és kontroll csoportok között, amely megállapítás összhangban áll a korábban bemutatott eredményekkel.

Corzo et al. (2009) 42 napon át tartó kísérletükben kis mennyiségű (8%) DDGS-t tartalmazó takarmány etetésének hatását vizsgálták a húsminőségi mutatókra. Megállapították, hogy a kukorica törköly, ilyen kis mennyiségben keverve a takarmányhoz, nem befolyásolta a színt, a pH-t, a nyíróerőt és a sütési veszteség értékeit, a húsok zsírsav összetételét azonban kis mértékben módosította, az összes többszörösen telítetlen zsírsav tartalmat ugyanis 23%-ról 25%-ra emelte.

2.5.2 Pulykával végzett kísérletek

Napjainkig csak viszonylag kisszámú publikáció jelent meg a DDGS etethetőségének hatásairól a termelési és húsminőségi paraméterekre pulyka fajban. A korai eredmények arról számoltak be, hogy az 5%-os kiegészítés kedvezően, 17-32%-ban javítja a növekedési erélyt (Couch et al., 1957).

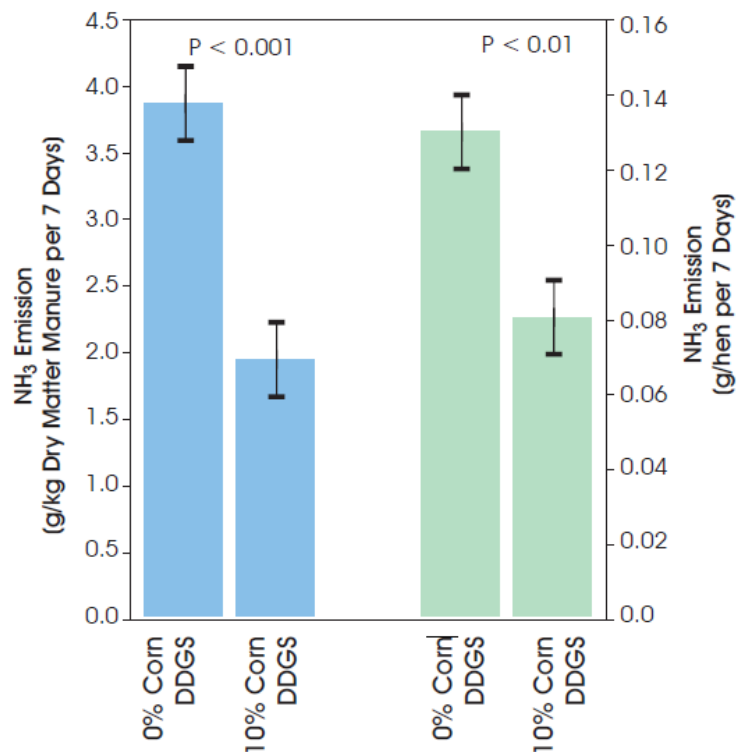
Később (Potter 1966) azt is megállapították, hogy a pulyka esetében nagy mennyiségnek számító 20% DDGS-t tartalmazó takarmánykeverék etetésének nincs negatív hatása az élősúlyra és a takarmányértékesítésre, mindaddig, amíg a takarmány energia és lizin tartalma megfelelő szinten van. Noll et al. (2005) kutatásukban szintén 20%-os DDGS kiegészítést vizsgáltak, és azt találták, hogy a nevelő és befejező fázisokban ez a bekeverési arány a termelési paraméterekre gyakorolt káros hatás nélkül alkalmazható, de csak a takarmány fehérje tartalmának a szükségleti értéken tartása mellett. Ezzel együtt azt is megállapították, hogy magas fehérjetartalmú takarmány etetése esetében a 15% DDGS kiegészítés javasolható. Roberson (2003) első kísérletében 56. életnaptól 105. életnapig, 27% DDGS-t tartalmazó takarmánnyal etetett pulykákat. A takarmány összetétele az emészthető aminosav tartalom alapján került meghatározásra. Az élősúly a DDGS kiegészítést tartalmazó takarmányt fogyasztó csoport esetében alacsonyabb volt a kontrollhoz viszonyítva. A hivatkozott szerző megállapítása szerint az eredmény feltehetően az emészthető lizin tartalom túlértékelése miatt következett be. Második kísérletében a nevelő és befejező fázisokban közepes mennyiségű, 10% DDGS-t tartalmazó, takarmányt etetett. Az élősúly és takarmányértékesítés szignifikáns mértékben nem tért el a kezelt és a kontroll csoportok között. Ezzel megegyező eredményre jutottak Noll et al. (2004) is. A nevelő és befejező szakaszokban 20% DDGS-t tartalmazó takarmány etetése nem csökkentette az élősúlyt, de rontotta a takarmányértékesítést. Megállapították továbbá, hogy a takarmányba kevert 10% és 15% DDGS kedvezően befolyásolja az élősúlyt. A DDGS kiegészítést tartalmazó takarmány fogyasztása nem volt negatív hatással a mell súlyára, ha a takarmány aminosav tartalma az aktuális szükségleti értékekhez igazodik (Noll et al., 2002).

2.6. DDGS-t tartalmazó takarmány etetésének hatása az alom- és az istálló levegőjének minőségére

A DDGS viszonylag alacsony aminosav emészthetősége, valamint a szójától eltérő aminosav összetétele miatt a DDGS tartalmú takarmányok nyersfehérje tartalma általában nagyobb, mint a hasonló kukorica és szója alapú takarmányoké. Ennek következtében a DDGS bekeverési arányától függően a nitrogén felvétel és kiadás emelkedése is várható (Roberts et al., 2007b; Pineda et al., 2008). Annak ellenére azonban, hogy a DDGS alkalmazása esetén az ürülék nitrogén tartalmából jelentős mennyiségű ammónia felszabadulás lenne várható, számos vizsgálat során azt állapították meg, hogy összességében nem növekszik meg az istálló levegőjének ammónia koncentrációja (Summers, 1993; Kerr and Easter, 1995; Keshavarz and Austic, 2004). A DDGS kiegészítés ugyanis számos megfigyelés szerint nem növeli, hanem ellenkezőleg, csökkenti az ürülből az ammónia felszabadulás mértékét (Roberts et al., 2007a). Ennek hátterében az áll, hogy a baromfi fajok nyersrost emésztése elhanyagolható mértékű, ezért a vastagbélbe kerülő rostalkotó anyagok egy része a mikrobiális fermentáció során ugyan rövid szénláncú zsírsavakká alakul, ezek azonban csak kis mértékben szívódnak fel, savas karakterüknel fogva azonban csökkentik az ürülék pH értékét. Az alacsonyabb pH érték viszont az ammónia/ammóniumion egyensúlyt ($\text{NH}_3 + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{NH}_4^+$) a vízdoldékony karakterű és kevésbé illékony ammóniumion irányába tolja el (Babcock et al., 2008).

A fentiek értelmében tehát a DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó baromfi minden bizonnyal több nitrogént ürít, de az ürülék alacsonyabb pH értékű, így a nitrogén kibocsátás ugyan

nő, de annak ammónia formájában való eltávozása csökken. Először sertésekkel végzett kísérletek során bizonyították egyes rostfrakciók hatását a trágya pH értékének és az ammónia kibocsátás mértékének csökkenésére (Canh et al.,1998a,b). Később, Roberts et al. (2007a) DDGS tartalmú takarmányt fogyasztó tojótyúkat vizsgálva is hasonló eredményre jutottak (7. ábra). Első megközelítésben tehát úgy tűnhet, hogy a DDGS tartalmú takarmányok nagyobb nyersfehérje tartalmuk miatt kedvezőtlen hatást gyakorolnak a levegő- és a környezet-minőségére, a fokozott nitrogén kibocsátás következményeként. A kiürülő többlet nitrogén azonban a trágyában marad, javítva ezzel nemcsak a trágya minőségét és értékét, hanem a megfelelően kezelt és felhasznált anyag szántóföldre való kijuttatásával a termőterület tápanyag ellátottságát is.



7. ábra: Eltérő mennyiségű (0 vagy 10%) DDGS-vel kiegészített takarmányt fogyasztó tojótyúkok ammónia kibocsátása (Babcock et al., 2008 és Roberts et al., 2007a nyomán)

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Kísérleti állatok

3.1.1. Brojlercsirkék elhelyezése

Brojlercsirkékkel végzett kísérleteimet a Szent István Egyetem, Állattudományi Alapok Intézet, Takarmányozástani Tanszékének kísérleti terén végeztem, egyedi szárnyjelzővel ellátott ROSS 308 kakasokkal.

Az állatok a kísérlet teljes ideje alatt dercés takarmányt fogyasztottak. Az 1. kísérletben alkalmazott takarmányt a Galli-Farm Kft., míg a 2. kísérletben alkalmazott takarmányt a SOMA-TÁP Kft. gyártotta. Az ivóvíz és takarmány adagolása minden esetben *ad libitum* történt.

Az állatokat mélyalmos tartásban (faforgács alomanyag) tartottam. Az istálló klíma és megvilágítási program a ROSS 308 hibridre meghatározott technológiai ajánlás szerint történt (Broiler Management Manual 2009).

3.1.2. Pulykák elhelyezése

Hízópulykákkal végzett kísérleteimet a Galli-Farm Kft. telepén, Kerekegyházán végeztem B.U.T. 6 bakokkal.

Az állatok a kísérlet teljes ideje alatt granulált takarmányt fogyasztottak, amelyet a Galli-Farm Kft. gyártott. Az ivóvíz és takarmány adagolása minden esetben *ad libitum* történt.

Az állatokat mélyalmos tartásban (szalma alomanyag) tartottam. Az istálló klíma és megvilágítási program a végtermék előállításra használt hibrid pulykákra meghatározott technológiai ajánlás szerint történt (Management Essentials for Commercial Turkeys).

A vonatkozó állatvédelmi előírásokat kísérleteim során mindenkor betartottam. A különböző vizsgálatok során alkalmazott állatlétszámot és az egyes kísérleti takarmányok alapanyag összetételét és táplálóanyag tartalmát a 3.8. *Kísérleti elrendezés* című fejezet tartalmazza.

3.2. A mintagyűjtés módszere

3.2.1. Takarmányminták gyűjtése

Brojlercsirkékkel végzett kísérleteim során hetente mértem az egyes kísérleti csoportok takarmányfogyasztását. A takarmányok táplálóanyag tartalmának meghatározásához az indító és a befejező szakaszokban etetett teljes értékű keveréktakarmányokból is történt mintavétel.

Pulykákkal végzett kísérleteim során az egyes nevelési szakaszoknak megfelelő teljes értékű keveréktakarmányok (nevelő 1 és 2, befejező 1 és 2) váltásakor történt a takarmányminták vétele.

3.2.2. Vérminták gyűjtése és kezelése

A vérmintákat minden egyedből az elvéreztetés során vettem a nyaki érkomplexumból (*aa. carotis ext. et int., v. jugularis*) véralvadástgátlót tartalmazó (0,2 mol/L EDTA-Na₂ 0,05 ml/ml vér mennyiségben) vérvételi csövekbe. A biokémiai vizsgálatokhoz a vérplazmát az alakos elemektől centrifugálással (2500 rpm, 15 perc) választottam el. A vérplazma leszívását követően a vörösvérsejteket 1:1 (v/v) arányban hideg (4 °C) fiziológiás sóoldattal (0,65 % w/v NaCl) mostam, majd 1:9 (v/v) mennyiségű kétszerdesztillált vízzel, valamint fagyasztással (-18 °C, 18 óra) és felengedéssel (25 °C, 3 óra) hemolizáltam. A vérplazma és vörösvérsejt-hemolizátum mintákat maximálisan 2 hónapig tároltam -18°C-on, a felhasználásig, azaz a malondialdehid (MDA), redukált glutation (GSH) és fehérje koncentráció, valamint a glutation-peroxidáz (GPx) aktivitás méréséhez.

3.2.3. Szövetminták gyűjtése és kezelése

A máj- és izommintákat *post mortem*, a darabolás során gyűjtöttem.

A májmintákat a bal oldali lebény csúcsi részéből nyertem. A mintákat felhasználásig -18°C-on tároltam maximálisan 3 hónapig.

Az izom mintákat brojlercsirke esetében a *musculus pectoralis major* és *minor* (*m. pectoralis superficialis*) egészéből gyűjtöttem. Pulykákkal végzett kísérleteim során pedig a *musculus pectoralis minor*t használtam fel a további vizsgálatokhoz.

Az egyes biokémiai paraméterek méréséhez a vizsgálandó szövetekből a mérés napján homogenizátumot készítettem 9-szeres mennyiségű hideg (+4°C-os) fiziológiás sóoldattal (0,65 % (w/v) NaCl) 800 rpm fordulatszámon Ultra Thurrax homogenizátorral. 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 (10000 rpm, +4°C) alkalmaztam (Mézes, 1999).

3.3. Termelési paraméterek mérése és számítása

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

3.4. Takarmányvizsgálatok

3.4.1. Weendei analízis és keményítő tartalom

A kísérletekhez felhasznált DDGS és kísérleti teljes értékű takarmánykeverékek táplálóanyag tartalmának meghatározása a 8. táblázatban meghatározott módszerek szerint történt.

8. táblázat: *Weendei analízis és keményítő tartalom mérési módszerei*

Mintaelőkészítés	MSZ ISO 6496:1993
Eredeti szárazanyag	MSZ ISO 6496:1993
Nyersfehérje	MSZ 6830-4:1981
Nyerszsír	MSZ 6830-6:1984
Nyersrost	MSZ 6830-7
Nyershamu	MSZ ISO 5984
N-m.k.a.	számítás
Keményítő	MSZ 6830/18-1988

3.4.2. *Összcukortartalom*

Az egyes kísérletek során felhasznált DDGS és a kísérleti teljes értékű keveréktakarmányok összecsukor tartalmának meghatározását a Vitafort Labor Kft. (Dabas) végezte a Magyar Takarmánykódex 10. melléklet XIII. fejezetében leírt módszerrel.

3.4.3. *Zsírsav analízis*

A kísérleti teljes értékű keveréktakarmányok zsírsav analízise az Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet Élettani Osztályán (Herceghalom) történt. A lipideket Folch et al. (1957) módszere alapján extrahálták. A lipidek kinyerése után a zsírsavak metilészter származékait bórtrifluoriddal állították elő (Morrison és Smith, 1964). A zsírsav metilésztereket gázkromatográfiás módszerrel elemezték, amelyhez AOC-20 automata mintaadagolóval és lángionizációs detektorral felszerelt Shimadzu 2010 készüléket (Shimadzu., Japán) használtak. A zsírsavak szétválasztása SP-2380 (30 m x 0,25 mm, 0,25 µm; Supelco, Inc. Bellefonte, PA, USA) kapilláris oszlopon történt. Az eredményeket a csúcsterületek arányában, tömegszázalékos megoszlásban adták meg. A mintában lévő zsírsav metilészter csúcsokat ismert összetételű standard (Mixture Me 100, Larodan Fine Chemicals AB, Svédország) keverékben lévő zsírsavak retenciósideje alapján azonosították.

3.4.4. *Aminosav vizsgálat*

A felhasznált DDGS minták aminosav tartalmát a Mezőlabor Kft. (Pápa), a kísérleti teljes értékű keveréktakarmányok aminosav tartalmát pedig a Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar Kémiai-Biokémiai Tanszék Analitikai Laboratóriuma végezte a 44/2003. (IV.26) FVM rendelet 10. mellékletében meghatározottak szerint.

3.4.5. Mikotoxin vizsgálat

A felhasznált DDGS minták deoxinivalenol (DON) toxin tartalmát a Food Analytica Kft. (Békéscsaba) határozta meg VICAM DON-test HPLC módszerrel.

3.5 Biokémiai módszerek

3.5.1 A tiobarbitursav-reaktív anyagok (malondialdehid) mennyiségének meghatározása

A MDA-koncentrációt a vérplazmában és a vvs-hemolizátumban, valamint a szövetek (máj, izom) natív homogenizátumában mértem (Placer *et al.*, 1966; Matkovics *et al.*, 1988). A mérés elve, hogy a malondialdehid 2-tiobarbitursavval 100°C-on, 20 perc alatt savanyú közegben sárgás-vörös színű komplexet alkot, amelynek 535 nm-en adszorpciós maximuma van, amely hullámhosszon spektrofotometriásan mérhető. A méréshez standardként 1,1,3,3-tetraetoxi propánt (Fluka, Buchs) alkalmaztam. Az izom minták esetében vas-indukálta MDA mérések is történtek, amelyek során az izom homogenizátumot Fe-puffer oldattal (foszfát puffer (pH:7,4) 55,6 mg FeSO₄ x 7H₂O/100 ml tartalommal) inkubáltam 37 °C-on és az elegendő idő után az inkubáció 0., 15., 30. és 45. percében történt mintavétel. A vas indukálta lipid peroxidációs folyamatot 10% (v/v) ecetsavval (pH: 3,5) állítottam le, a további lipidperoxidációt pedig 0,8% butil-hidroxi toluol (BHT) etanolos oldatával gátoltam. A 2-tiobarbitursav reakciót követően a MDA-TBA komplexet n-butanollal extraháltam és végeztem el a mennyiségi meghatározást.

3.5.2 A redukált glutation-koncentráció meghatározása

A GSH-koncentrációt a vérplazmában, a vvs-hemolizátumban és a szövetekből (máj, izom) készített 1:9 homogenizátum 10.000 szupernatans frakciójában mértem (Sedlak és Lindsay, 1968). A fehérje-szulfhidril csoportok eltávolítása érdekében a reakciót 10 % (w/v) TCA oldattal történő fehérjekicsapást követően végeztem el. A nem-fehérje szulfhidrilcsoportokkal színes komplexet képező reagens 5,5'-ditiobis-(2-nitro-benzoésav) volt, amely a Tris-pufferrel (pH: 8,9) történő 8,0-8,2 pH beállítását követően 412 nm-en adszorpciós maximumot mutat, így spektrofotometriásan mérhető. A mennyiségi meghatározás a GSH adott rendszerben meghatározott moláris extinkciós koefficiens értéke ($E_{1\text{cm}}^{1\%} = 13100$) alapján történt.

3.5.3 A glutation-peroxidáz (E.C. 1.11.1.9) aktivitás meghatározása

A GPx enzim 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). A módszer azon alapul, hogy a GSH glutation-diszulfiddá (GSSG) dimerizálódik az enzim által katalizált oxidációs folyamatban, oxigén szabadgyökök jelenlétében. A mérést kumulatív hidroperoxid (CHPO) és GSH ko-szubsztrátok jelenlétében végeztem, ahol Tris-pufferrel (pH 7,6) történt az inkubációs közeg megfelelő kémhatásának beállítása. Az inkubációs idő 10 perc volt szobahőmérsékleten. A reakciót 10% (w/v) TCA oldattal állítottam le. A glutation oxidációjának (a GSH fogyás mértékének) mérésére ebben az esetben is 5,5'-ditiobis-(2-nitro-benzoésav) szulfhidrilreagenst alkalmaztam, amely a Tris-pufferrel történő 8,0-8,2 pH beállítását követően 412

nm-en spektrofotometriásan mérhető sárga komplexet képez a maradék reaktív nem-fehérje SH-csoportokkal.

3.5.4 A fehérje-koncentráció mérése

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.

3.6. Húsminőségi paraméterek vizsgálata

3.6.1 pH

A pH érték meghatározása a húsiparban általánosan alkalmazott két időpontban történt, az elvéreztetést követő 45. percben, majd az előhűtés után, darabolás előtt, a 24. órában, amelyhez szűrő-elektrodával ellátott elektromos pH mérőt (pH-STAR, Firma Matthäus, Németország) használtam.

3.6.2 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.

3.6.3 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, lemértem, a mérés eredményét feljegyeztem (súly 1), majd kontakt grill sütőben (Cucina HD 2430, Philips, Németország) 72 °C maghőmérsékletig sütöttem. A mell középpontjába helyezett maghőmérő (TESTO 926, TESTO AG., Németország) segítségével ellenőriztem a hőmérsékletet. A hőkezelt mintát ismét lemértem (súly 2), 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, hogy elkerüljem a nyíróerő érték torzulását. A próbatesteken egyenként 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. A kilogramm mértékegységben meghatározott nyíróerő érték az a maximális erő, amely a próbatest teljes átvágásához szükséges. Az így meghatározott nyíróerő értéket Texture Exponent 32 számítógépes program segítségével számítottam ki, a megadott erő/idő (kg/s) diagramm alapján. A sütési veszteséget a következőképpen számoltam:

$$\text{Sütési veszteség (\%)} = \frac{\text{Szelet súlya 1} - \text{Szelet súlya 2}}{\text{Szelet súlya 1}} * 100$$

3.6.4 Csepegési veszteség

A csepegési veszteséget a módosított Honikel próba szerint (Honikel, 1987) határoztam meg 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).

3.6.5 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 azanalízis elvégzéséig -70°C-on tároltam.

3.6.5.1. Nedvességtartalom meghatározása

A húsminták nedvességtartalmát a „Hús és hústermékek. A nedvességtartalom meghatározása” c. Magyar Szabvány (MSZ ISO 1442) alapján végeztük. Az eljárás során a mintákat ledaráltuk, és homokkal keverve szárítószekrényben 2 órán át 103°C-onszárítószekrényben szárítottuk. A minta nedvességtartalmát a szárított és a nedves mintatömegének arányában adtuk meg.

3.6.5.2. Zsírtartalom meghatározása

A húsminták zsírtartalmát a „Hús és húskészítmények. Az összes zsírtartalom meghatározása” c. Magyar Szabvány (MSZ ISO 1443) alapján végeztük. A meghatározás petroléteres extrahálással történt. A mintavétel után a szöveteket ledaráltuk és Soxhlet berendezéssel 4 órán át extraháltuk. Az extraháló lombikot szárítószekrényben visszaszárítottuk. Az extrahált zsírtartalmat a visszaszárítás utáni zsír tömegéből határoztuk meg friss (nedves) minta súlyára vetítve.

3.6.5.3. Fehérjetartalom meghatározása

A húsminták fehérjetartalmát „A húskészítmények vizsgálati módszerei. Fehérjetartalom meghatározása” c. Magyar Szabvány (MSZ 5874/8-78) alapján végeztük. A minták fehérjetartalmát nitrogéntartalom alapján határoztuk meg Kjeldahl roncsolásos eljárással. A megfelelően előkészített és homogenizált mintát hidrogén-peroxiddal, mint oxidáló szerrel, kálium szulfáttal, mint forráspont emelővel, valamint katalizátor (réz (II)-szulfát) jelenlétében tömény kénsavval forralás közben elroncsoltuk. Az ionos formában megkötött ammóniát lúggal felszabadítottuk, bórsavban elnyelettük, majd visszatitráltuk, így megkapva a nitrogén tartalmat. A kapott eredményből kiszámoltuk a fehérjetartalmat.

3.6.5.4. Hamutartalom meghatározása

A húsminták hamutartalmát a „Hús és húskészítmények. Az összes hamu meghatározása” c. Magyar Szabvány (MSZ ISO 936) alapján végeztük. A homogenizált mintát szárítottuk, elszenesítettük, majd izzítókemencében hamvasztottuk 550°C-on. Az összes hamutartalmat a hamvasztás után kapott maradék, és a friss minta tömegének arányából számítottuk.

3.6.5.5. Zsírsav analízis

Az izom minták zsírsav analízise a 3.4.3 pont alatt leírt módszerrel történt.

3.7. 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 szemléltető diagramokat Microsoft Office 2003 programcsomag Excel programjával készítettem. Homogén varianciák esetén a post-hoc Tukey, heterogén varianciák, azaz ha a homogenitás vizsgálat szignifikáns különbséget igazolt, a Tamhane tesztet 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.

A szignifikancia-szinteket minden esetben a következőképpen jelöltem:

a-b: $P < 0,05$ szignifikáns eltérés a kontroll és vizsgált csoportok között;

c-d: $P < 0,05$ szignifikáns eltérés a vizsgált csoportokon belül.

3.8. Kísérleti elrendezés

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

A vizsgálathoz 200 darab Ross 308 kakast állítottam kísérletbe az 1. életnapon. Az állatokat véletlenszerűen 4 csoportra osztottam, 50 állat/csoport elrendezésben. Az 1. (K) csoport kontroll takarmánya 0% DDGS-t, a 2. (10) csoport 10 % DDGS-t, a 3. (15) csoport 15% DDGS-t, míg a 4. (20) csoport 20% DDGS-t tartalmazó teljes értékű keveréktakarmányt fogyasztott. A takarmánygyártás során alkalmazott DDGS beltartalmi értékeit a 9. táblázatban tüntettem fel.

A nevelés két fázisban történt. Az indító (1-21 nap) és befejező (22-42 nap) szakaszok során etetett takarmányok összetételét és táplálóanyag tartalmát a 10. és 11. táblázatokban tüntettem fel.

A kísérleti elrendezés összefoglaló tábláját az M2 melléklet tartalmazza.

9. táblázat: DDGS táplálóanyag tartalma – 1. kísérlet

Vizsgált komponens (%)	
Szárazanyag	91,4
Nyersfehérje	28,3
Nyerszsír "B"	14,4
Nyersrost	7,5
Nyershamu	5,3
N-m.k.a.*	44,5
Összcukor	1,9
Keményítő	3,1

* Számított érték

10. táblázat: Indító takarmány keverék összetétele, számított- és mért táplálóanyag tartalma
1. kísérlet

Összetevők	DDGS bekeverési arány (%)			
	0	10	15	20
DDGS	0,0	10,0	15,0	20,0
kukorica	35,38	31,48	29,0	26,83
extrahált szója 46%	36,50	33,0	31,62	30,0
búza	20,0	17,40	16,24	15,0
napraforgó olaj	3,80	3,80	3,80	3,80
takarmány mész	1,60	1,60	1,60	1,60
MCP	1,10	1,10	1,10	1,10
Premix ¹	1,0	1,0	1,0	1,0
Enzim ²	0,02	0,02	0,02	0,02
L-Lizin HCl 78%	0,30	0,30	0,32	0,35
DL-Metionin 99%	0,32	0,32	0,32	0,32
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00
	Számított táplálóanyag tartalom(MJ/kg)			
AME	12,08	12,09	12,08	12,08
	Mért táplálóanyag tartalom (%)			
Száraz anyag	91,3	91,8	92,0	92,2
Nyersfehérje	26,3	26,1	26,2	26,3
Nyerszsír "B"	8,1	8,1	8,0	8,3
Nyersrost	3,2	3,4	3,6	3,7
Nyershamu	6,4	6,6	6,7	6,8
N-m.k.a.*	55,9	55,8	55,5	54,9
Összcukor	6,4	5,9	6,0	5,6
Keményítő	32,6	30,6	29,9	26,7

¹takarmány kg-onként: vitamin A 10000 IU; vitamin D₃ 2800 IU; vitamin E 56 mg; betain 141 mg; Ca 91mg; P 91 mg; Na 156 mg; Fe 50 mg; Zn 80 mg; Mn 100 mg; Cu 8 mg.

²takarmány kg-onként: Biostrong™ 15 mg; Kemzyme™ 5 mg.

* Számított érték

11. táblázat: Befejező takarmány keverék összetétele, számított- és mért táplálóanyag tartalma
1. kísérlet

Összetevők	DDGS bekeverési arány (%)			
	0	10	15	20
DDGS	0,0	10,0	15,0	20,0
kukorica	42,50	40,50	39,48	38,45
extrahált szója 46%	20,0	17,50	16,24	15,0
búza	20,0	15,0	12,5	10,0
repce dara	5,0	5,0	5,0	5,0
Florisoy protein	4,0	3,5	3,25	3,0
napraforgó olaj	4,50	4,50	4,50	4,50
takarmány mész	1,60	1,60	1,60	1,60
MCP	0,80	0,80	0,80	0,80
Premix ¹	1,00	1,00	1,00	1,00
Enzim ²	0,02	0,02	0,02	0,02
L-Lizin HCl 78%	0,20	0,20	0,22	0,25
DL-Metionin 99%	0,20	0,20	0,20	0,20
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00
Számított táplálóanyag tartalom (MJ/kg)				
AME	12,49	12,52	12,54	12,55
Mért táplálóanyag tartalom (%)				
Száraz anyag	90,9	91,6	91,9	92,0
Nyersfehérje	21,2	21,6	22,0	22,5
Nyerszsír "B"	7,3	8,3	9,0	9,7
Nyersrost	3,5	3,8	4,1	4,5
Nyershamu	6,5	6,8	6,4	6,6
N-m.k.a.*	61,5	59,5	58,6	56,8
Összcukor	4,8	4,6	4,7	4,7
Keményítő	44,1	38,8	37,4	34,9

¹takarmány kg-onként: vitamin A 10000 IU; vitamin D3 2800 IU; vitamin E 56 mg; betain 141 mg; Ca 91mg; P 91 mg; Na 156 mg; Fe 50 mg; Zn 80 mg; Mn 100 mg; Cu 8 mg.

²takarmány kg-onként: Biostrong™ 15 mg; Kemzyme™ 5 mg.

* Számított érték

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

A vizsgálathoz 200 Ross 308 kakast állítottam kísérletbe az 1. életnapon. Az állatokat véletlenszerűen négy csoportra osztottam, 50 állat/csoport elrendezésben. A kétfázisos nevelés első szakaszában (1-21 nap) a kontroll csoport 0% DDGS-t, a kezelt állomány pedig egységesen 15% DDGS-t tartalmazó teljes értékű keveréktakarmányt fogyasztott. A befejező szakaszban (21-42 nap) az 1. (K) csoport kontroll takarmányt (0% DDGS), a 2. (15) csoport 15 % DDGS-t, a 3. (20) csoport 20% DDGS-t míg a 4. (25) csoport 25% DDGS-t tartalmazó teljes értékű keveréktakarmányt fogyasztott. Az alkalmazott DDGS beltartalmi értékeit a 12. táblázat tartalmazza.

Az indító és befejező szakaszok során etetett takarmányok összetételét és táplálóanyag tartalmát a 13. és 14. táblázatok tartalmazzák. A kísérleti elrendezés összefoglaló tábláját az M2 melléklet tartalmazza.

12. táblázat: DDGS táplálóanyag tartalma – 2. kísérlet

Vizsgált komponens (%)	
Száraz anyag	90,7
Nyersfehérje	28,4
Nyerszsír "B"	13,0
Nyersrost	7,6
Nyershamu	5,0
N-m.k.a.*	45,9
Összcukor	1,7
Keményítő	7,5

* Számított érték

13. táblázat: Indító takarmány keverék összetétele, számított- és mért táplálóanyag tartalma
2. kísérlet

Összetevők	DDGS bekeverési arány (%)	
	0	15
DDGS	0,0	15,0
kukorica	57,68	49,33
extrahált szója 46%	34,93	28,00
napraforgó olaj	2,95	3,0
takarmány mész	1,60	1,60
MCP	1,20	1,40
Premix ¹	1,0	1,0
Enzim ²	0,02	0,02
L-Lizin HCl 78%	0,24	0,40
DL-Metionin 99%	0,33	0,30
L-Treonin 98%	0,05	0,05
Összesen	100,00	100,00
	Számított	táplálóanyag
	tartalom (MJ/kg)	
AME	12,59	12,59
	Mért	táplálóanyag
	(%)	tartalom
Száraz anyag	90,5	91,0
Nyersfehérje	24,9	24,0
Nyerszsír "B"	5,9	8,1
Nyersrost	3,0	3,2
Nyershamu	6,3	6,3
N-m.k.a.*	59,9	58,4
Összcukor	6,0	4,6
Keményítő	42,4	35,9

¹takarmány kg-onként: vitamin A 10000 IU; vitamin D3 2800 IU; vitamin E 56 mg; betain 141 mg; Ca 91mg; P 91 mg; Na 156 mg; Fe 50 mg; Zn 80 mg; Mn 100 mg; Cu 8 mg.

²takarmány kg-onként: Biostrong™ 15 mg; Kemzyme™ 5 mg.

* Számított érték

14. táblázat: Befejező takarmány keverék összetétele, számított- és mért táplálóanyag tartalma
2. kísérlet

Összetevők	DDGS bekeverési arány (%)			
	0	15	20	25
DDGS	0,0	15,0	20,0	25,0
kukorica	61,11	56,53	56,48	53,70
extrahált szója 46%	24,50	17,8	15,7	13,42
búza	6,69	2,9	0,0	0,0
napraforgó olaj	3,50	3,35	3,35	3,30
takarmány mész	1,60	1,60	1,60	1,60
MCP	1,10	1,20	1,20	1,25
Premix ¹	1,00	1,00	1,00	1,00
Enzim ²	0,02	0,02	0,02	0,02
L-Lizin HCl 78%	0,15	0,30	0,36	0,43
DL-Metionin 99%	0,28	0,25	0,24	0,23
L-Treonin 98%	0,05	0,05	0,05	0,05
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00
Számított táplálóanyag tartalom (MJ/kg)				
AME	13,14	13,14	13,17	13,15
Mért táplálóanyag tartalom (%)				
Száraz anyag	91,4	92,0	92,5	92,4
Nyersfehérje	18,4	19,0	18,7	19,2
Nyerszsír "B"	6,4	8,0	9,7	9,1
Nyersrost	2,6	2,8	2,8	3,1
Nyershamu	5,7	5,7	5,6	5,7
N-m.k.a.*	67,0	64,5	63,3	62,8
Összcukor	4,2	3,6	3,1	2,9
Keményítő	47,6	43,0	41,5	40,3

¹takarmány kg-onként: vitamin A 10000 IU; vitamin D3 2800 IU; vitamin E 56 mg; betain 141 mg; Ca 91mg; P 91 mg; Na 156 mg; Fe 50 mg; Zn 80 mg; Mn 100 mg; Cu 8 mg.

²takarmány kg-onként: Biostrong™ 15 mg; Kemzyme™ 5 mg.

* Számított érték

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

A vizsgálathoz 280 B.U.T. Big 6 bakot állítottam kísérletbe a 43. életnapon. Az állatokat véletlenszerűen két csoportra osztottam, 140 állat/csoport elrendezésben. Az 1. (K) csoport kontroll takarmányt (0% DDGS), a 2. (10) csoport 10 % DDGS-t tartalmazó teljes értékű keverék-takarmányt fogyasztott.

Az alkalmazott DDGS beltartalmi értékeit a 15. táblázat tartalmazza.

A nevelés négy fázisban történt. A két nevelő és két befejező szakasz során etetett takarmányok összetételét és táplálóanyag tartalmát a 16-19 sz. táblázatok tartalmazzák. A kísérleti elrendezés összefoglaló tábláját az M2 melléklet tartalmazza.

15. táblázat: DDGS táplálóanyag tartalma – 3. kísérlet

Vizsgált komponens (%)	
Száraz anyag	91,0
Nyersfehérje	28,3
Nyerszsír "B"	14,6
Nyersrost	7,1
Nyershamu	5,3
N-m.k.a.*	44,6
Összcukor	1,7
Keményítő	61,1

*számított érték

16. táblázat: Nevelő 1. takarmány keverék összetétele, számított- és mért táplálóanyag tartalma
3. kísérlet

Összetevők	DDGS bekeverési arány (%)	
	0	10
DDGS	0,0	10,0
kukorica	20,0	19,0
búza	20,0	15,0
napraforgó dara	5,0	5,0
tritikálé	14,07	10,07
extrahált szója 46%	14,50	14,50
florisoy protein	11,0	11,0
repce expeller	4,0	4,0
CGF	4,0	4,0
napraforgó olaj	3,0	3,0
takarmány mész	1,70	1,70
MCP	0,70	0,70
Premix ¹	1,0	1,0
Enzim ²	0,20	0,20
L-Lizin HCl 78%	0,60	0,60
DL-Metionin 99%	0,18	0,18
L-Treonin 98%	0,05	0,05
Összesen	100,00	100,00
Számított táplálóanyag tartalom (MJ/kg)		
AME	11,31	11,24
Mért táplálóanyag tartalom (%)		
Száraz anyag	89,2	89,3
Nyersfehérje	25,1	24,0
Nyerszsír "B"	5,4	6,5
Nyersrost	2,7	5,2
Nyershamu	8,7	8,3
N-m.k.a.*	58,0	55,9
Összcukor	5,9	4,7
Keményítő	34,7	37,2

¹takarmány kg-onként: vitamin A 10800 IU; vitamin D3 4000 IU; vitamin E 80 mg; Ca 0.71 g; Na 1.14 g; Cu 16 mg; ²Biostrong™ 15 mg; Kemzyme™ 5 mg * Számított érték

17. táblázat: Nevelő 2. takarmány keverék összetétele, számított- és mért táplálóanyag tartalma
3. kísérlet

Összetevők	DDGS bekeverési arány (%)	
	0	10
DDGS	0,0	10,0
kukorica	20,0	20,0
búza	20,0	15,0
napraforgó dara	6,0	6,0
tritikálé	19,08	14,28
extrahált szója 46%	5,0	5,0
florisoy protein	10,0	10,0
repce expeller	7,0	7,0
CGF	5,0	5,0
napraforgó olaj	3,5	3,5
takarmány mész	1,80	1,80
MCP	0,6	0,6
Premix ¹	1,0	1,0
Enzim ²	0,2	0,2
L-Lizin HCl 78%	0,45	0,45
DL-Metionin 99%	0,12	0,12
L-Treonin 98%	0,05	0,05
Összesen	100,00	100,00
Számított táplálóanyag tartalom (MJ/kg)		
AME	11,60	11,57
Mért táplálóanyag tartalom (%)		
Száraz anyag	90,6	90,3
Nyersfehérje	23,9	21,9
Nyerszsír "B"	6,2	6,7
Nyersrost	5,7	5,5
Nyershamu	8,3	6,7
N-m.k.a.*	55,8	59,0
Összcukor	4,4	4,4
Keményítő	29,6	31,8

¹takarmány kg-onként: vitamin A 10800 IU; vitamin D3 4000 IU; vitamin E 80 mg; Ca 0.71 g; Na 1.14 g; Cu 16 mg.

²Biostrong™ 15 mg; Kemzyme™ 5 mg.

* Számított érték

18. táblázat: Befejező 1. takarmány keverék összetétele, számított- és mért táplálóanyag tartalma
3. kísérlet

Összetevők	DDGS bekeverési arány (%)	
	0	10
DDGS	0,0	10,0
kukorica	20,0	20,0
búza	20,0	15,0
napraforgó dara	5,0	5,0
tritikálé	25,08	20,08
extrahált szója 46%	2,0	2,0
florisoy protein	8,0	8,0
repce expeller	7,0	7,0
CGF	5,0	5,0
napraforgó olaj	4,2	4,2
takarmány mész	1,80	1,80
MCP	0,48	0,48
Premix ¹	0,70	0,70
Enzim ²	0,20	0,20
L-Lizin HCl 78%	0,50	0,50
DL-Metionin 99%	0,12	0,12
L-Treonin 98%	0,07	0,07
Összesen	100,00	100,00
Számított táplálóanyag tartalom (MJ/kg)		
AME	12,05	12,0
Mért táplálóanyag tartalom (%)		
Száraz anyag	88,7	90,6
Nyersfehérje	20,3	19,7
Nyerszsír "B"	4,8	8,7
Nyersrost	3,4	5,1
Nyershamu	8,4	8,1
N-m.k.a.*	63,0	58,3
Összcukor	4,1	3,2
Keményítő	49,7	40,4

¹takarmány kg-onként: vitamin A 9450 IU; vitamin D3 3500 IU; vitamin E 70 mg; Ca 0.82 g; Na 1.14 g; Cu 14 mg.

² Biostrong™ 15 mg; Kemzyme™ 5 mg.

* Számított érték

19. táblázat: Befejező 2. takarmány keverék összetétele, számított- és mért táplálóanyag tartalma
3. kísérlet

Összetevők	DDGS bekeverési arány (%)	
	0	10
DDGS	0,0	10,0
kukorica	20,0	20,0
búza	20,0	15,0
napraforgó dara	4,0	4,0
tritikálé	27,35	22,35
extrahált szója 46%	2,0	2,0
florisoy protein	6,0	6,0
repce expeller	7,0	7,0
CGF	5,0	5,0
napraforgó olaj	5,0	5,0
tak.armány mész	1,80	1,80
MCP	0,48	0,48
Premix ¹	0,70	0,70
Enzim ²	0,20	0,20
L-Lizin HCl 78%	0,32	0,32
DL-Metionin 99%	0,15	0,15
Összesen	100,00	100,00
Számított táplálóanyag tartalom(MJ/kg)		
AME	12,31	12,25
Mért táplálóanyag tartalom (%)		
Száraz anyag	90,4	90,5
Nyersfehérje	17,0	18,5
Nyerszsír "B"	8,5	9,5
Nyersrost	4,4	4,9
Nyershamu	7,3	8,0
N-m.k.a.*	62,7	59,0
Összcukor	3,4	3,4
Keményítő	49,4	48,1

¹takarmány kg-onként: vitamin A 9450 IU; vitamin D3 3500 IU; vitamin E 70 mg; Ca 0.82 g; Na 1.14 g; Cu 14 mg.

² Biostrong™ 15 mg; Kemzyme™ 5 mg.

* Számított érték

4. kísérlet: DDGS (15%) etetésének hatása B.U.T. Big 6 bakok teljesítményére és húsminőségére

A vizsgálathoz 140 B.U.T. Big 6 bakot állítottam kísérletbe az 35. életnapon. Az állatokat véletlenszerűen két csoportra osztottam, 70 állat/csoport elrendezésben. Az 1. (K) csoport kontroll takarmányt (0% DDGS), a 2. (15) csoport 15 % DDGS-t tartalmazó teljes értékű keveréktakarmányt fogyasztott.

Az alkalmazott DDGS beltartalmi értékeit a 20. táblázat tartalmazza.

A nevelés négy fázisban történt. A két nevelő és két befejező szakasz során etetett takarmányok összetételét és táplálóanyag tartalmát a 21-24 sz. táblázatok tartalmazzák. A kísérleti elrendezés összefoglaló tábláját az M2 melléklet tartalmazza.

20. táblázat: DDGS táplálóanyag tartalma – 4. kísérlet

Vizsgált komponens (%)	
Száraz anyag	90,7
Nyersfehérje	28,4
Nyerszsír "B"	13,0
Nyersrost	7,6
Nyershamu	5,0
N-m.k.a.*	45,9
Összcukor	1,7
Keményítő	7,5

21. táblázat: Nevelő 1. takarmány keverék összetétele, számított- és mért táplálóanyag tartalma
4. kísérlet

Összetevők	DDGS bekeverési arány (%)	
	0	15
DDGS	0,00	15,00
kukorica	20,00	20,02
szójadara	20,5	13,30
búza	20,40	17,00
napraforgó dara	15,00	15,00
tritikálé	16,07	11,50
napraforgó olaj	3,50	3,50
takarmány mész	1,70	1,70
MCP	0,80	0,80
Premix ¹	1,00	1,00
Enzime ²	0,20	0,20
L-Lizin HCl 78%	0,60	0,70
DL-Metionin 99%	0,18	0,13
L-Treonin 98%	0,05	0,15
Összesen	100,00	100,00
Számított táplálóanyag tartalom (MJ/kg)		
AME	11,41	11,40
Mért táplálóanyag tartalom (%)		
Száraz anyag	91,5	92,2
Nyersfehérje	22,8	22,3
Nyerszsír "B"	5,2	6,9
Nyersrost	4,9	5,2
Nyershamu	6,2	6,0
N-m.k.a.*	52,4	51,79
Összcukor	4,5	3,7
Keményítő	38,4	33,8

¹takarmány kg-onként: vitamin A 10800 IU; vitamin D3 4000 IU; vitamin E 80 mg; Ca 0.71 g; Na 1.14 g; Cu 16 mg.

² BiostrongTM 15 mg; KemzymeTM 5 mg.

* Számított érték

22. táblázat: Nevelő 2. takarmány keverék összetétele, számított- és mért táplálóanyag tartalma
4. kísérlet

Összetevők	DDGS bekeverési arány (%)	
	0	15
DDGS	0,00	15,00
kukorica	30,22	22,27
szójadara	12,50	5,00
búza	35,00	35,00
napraforgó dara	15,00	15,00
napraforgó olaj	2,80	3,20
takarmány mész	1,80	1,80
MCP	0,80	0,80
Premix ¹	1,00	1,00
Enzim ²	0,20	0,20
L-Lizin HCl 78%	0,45	0,55
DL-Metionin 99%	0,15	0,10
L-Treonin 98%	0,08	0,08
Összesen	100,00	100,00
Számított táplálóanyag tartalom (MJ/kg)		
AME	11,41	11,40
Mért táplálóanyag tartalom (%)		
Száraz anyag	90,9	91,7
Nyersfehérje	19,5	18,5
Nyerszsír "B"	4,3	6,6
Nyersrost	4,8	5,2
Nyershamu	5,7	5,8
N-m.k.a.*	56,6	55,7
Összcukor	4,0	3,5
Keményítő	41,3	36,7

¹takarmány kg-onként: vitamin A 10800 IU; vitamin D3 4000 IU; vitamin E 80 mg; Ca 0.71 g; Na 1.14 g; Cu 16 mg.

² Biostrong™ 15 mg; Kemzyme™ 5 mg.

* Számított érték

23. táblázat: Befejező 1. takarmány keverék összetétele, számított- és mért táplálóanyag tartalma
4. kísérlet

Összetevők	DDGS bekeverési arány (%)	
	0	15
DDGS	0,0	15,0
kukorica	34,20	26,5
búza	35,00	35,0
napraforgó dara	14,0	14,0
extrahált szója 46%	8,0	0,0
napraforgó olaj	4,0	4,40
takarmány mész	1,80	1,80
MCP	1,0	0,80
Premix ¹	1,0	1,0
Enzim ²	0,20	0,20
L-Lizin HCl 78%	0,57	0,62
DL-Metionin 99%	0,15	0,10
L-Treonin 98%	0,08	0,08
Összesen	100,00	100,00
Számított táplálóanyag tartalom (MJ/kg)		
AME	11,83	11,82
Mért táplálóanyag tartalom (%)		
Száraz anyag	91,7	92,7
Nyersfehérje	17,8	17,9
Nyerszsír "B"	6,5	8,6
Nyersrost	5,1	4,9
Nyershamu	6,2	5,9
N-m.k.a.*	64,4	62,4
Összcukor	3,6	3,0
Keményítő	51,2	48,8

¹takarmány kg-onként: vitamin A 9450 IU; vitamin D3 3500 IU; vitamin E 70 mg; Ca 0.82 g; Na 1.14 g; Cu 14 mg.

² BiostrongTM 15 mg; KemzymeTM 5 mg.

* Számított érték

24. táblázat: Befejező 2. takarmány keverék összetétele, számított- és mért táplálóanyag tartalma
4. kísérlet

Összetevők	DDGS bekeverési arány (%)	
	0	15
DDGS	0,0	15,0
kukorica	20,0	20,0
búza	53,35	45,48
napraforgó dara	12,0	10,0
extrahált szója 46%	5,0	4,78
napraforgó olaj	5,0	4,8
takarmány mész	1,60	1,60
MCP	1,20	1,20
Premix ¹	1,0	1,0
Enzim ²	0,20	0,20
L-Lizin HCl 78%	0,45	0,55
DL-Metionin 99%	0,20	0,17
Összesen	100,00	100,00
Számított táplálóanyag tartalom (MJ/kg)		
AME	11,83	11,82
Mért táplálóanyag tartalom (%)		
Száraz anyag	91,8	92,7
Nyersfehérje	17,2	17,0
Nyerszsír "B"	6,9	9,2
Nyersrost	4,7	4,4
Nyershamu	5,8	6,1
N-m.k.a.*	65,2	63,2
Összcukor	3,8	3,2
Keményítő	52,4	49,4

¹takarmány kg-onként: vitamin A 9450 IU; vitamin D3 3500 IU; vitamin E 70 mg; Ca 0.82 g; Na 1.14 g; Cu 14 mg.

² Biostrong™ 15 mg; Kemzyme™ 5 mg.

* Számított érték

4. EREDMÉNYEK ÉS MEGBESZÉLÉS

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

Brojlercsirkékkel végzett első kísérletem során azért döntöttem a 10-15-20% mértékű DDGS kiegészítés mellett a nevelés teljes időtartama alatt, mert a korábbi kutatási eredmények alapján nem volt egyértelmű, hogy mi az a maximális mennyiség, ami még nincs negatív hatással a termelési- és húsminőségi paraméterek értékeire.

4.1.1. *Termelési paraméterek*

A termelési paraméterek értékeinek változását az egyes kísérleti csoportokban a 25. táblázatban mutatom be. A takarmányfogyasztás, a takarmányértékesítés, valamint az elhullás esetében csak a csoportok átlagos értékeit volt módom feltüntetni, mivel a kísérlet során alkalmazott tartástechnológia jellege miatt egyedi értékek ezeknek a paramétereknek a tekintetében nem voltak mérhetőek.

Az eredmények 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) egy korai kutatási eredményével, amely szerint akár még 25%-ban DDGS-t tartalmazó takarmány sincs negatív hatással az élősúlyra, abban az esetben, ha a kísérleti takarmány megfelelő energia tartalma biztosított. Hasonló eredményre jutott Wang et al. (2007a) is, akik szintén 0-25% DDGS-t tartalmazó takarmánnyal etetett brojlereket vizsgáltak 49 napos életkorig. Loar et al. (2009a) kutatása során alacsony mennyiségű (8%) DDGS bekeverési arány mellett vizsgálta brojlerek teljesítményét és azt találta, hogy sem a nevelés félidejében (21. nap), sem annak végén (42. nap) mért élősúlyra nem volt szignifikáns hatással a DDGS tartalmú takarmány fogyasztása.

A fent idézett eredményekkel szemben Liu et al. (2010) viszont azt találták, hogy 10 vagy 20% DDGS-t tartalmazó takarmánnyal nevelt brojlerek élősúlyát szignifikánsan csökkentette úgy a 10%, mint a 20% DDGS kiegészítés a nevelés első (1-21 nap) és második (22-42 nap) fázisában egyaránt. Ennek az eltérő eredménynek a hátterében, feltevésem szerint, a kísérlet során alkalmazott DDGS jelentős mértékben eltérő táplálóanyag tartalma, valamint a táplálóanyagok csökkent mértékű emészthetősége, illetve értékesülése lehetett.

A nevelési fázisonként és a nevelés teljes időszaka 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). Különböző szerzők által publikált takarmányfogyasztási és -értékesítési eredmények szintén alacsonyabbak voltak saját 1. kísérletem során mért adatokhoz képest. Ennek hátterében, a DDGS

eltérő táplálóanyag tartalma, annak emészthetősége és értékesülése mellett az eltérő tartási körülmények is állhattak. Lumpkins et al. (2004) például rövid ideig tartó (0-18. életnap) vizsgálatukban 15% DDGS tartalmú takarmány hatását vizsgálták brojlerek teljesítményére, és azt találták, hogy a takarmány felvételben nem volt szignifikáns különbség a vizsgált csoportok között. Erre alapozva második vizsgálatukban emelkedő koncentrációban (6-12-18%) DDGS-t tartalmazó takarmánnyal neveltek állatokat. Arra a megállapításra jutottak, hogy a 18% DDGS kiegészítés az indító fázisban szignifikánsan csökkenti a takarmányértékesítést, míg a nevelő és befejező fázisokban már nincs szignifikáns hatása. Wang et al. (2007a) megállapítása ezzel részben megegyezik, miszerint az alacsony (5-10%) és közepes (15-20%) mennyiségben DDGS-el kiegészített takarmány hatására a takarmányfelvétel és takarmányértékesítés sem különbözik statisztikailag igazolható mértékben a kontroll csoportban mért értékektől.

A fenti eredményektől eltérően Liu et al. (2010) szerint viszont a 10 és 20% DDGS tartalmú takarmány etetésének hatására szignifikánsan csökken nem csak a takarmányfelvétel, de a takarmány értékesítés is a 42. napos nevelés teljes ideje alatt. Ennek az eltérő eredménynek a hátterében, amint arra korábban már utaltam, a kísérlet során alkalmazott DDGS eltérő táplálóanyag tartalma, valamint a táplálóanyagok csökkent mértékű értékesülése állhat.

25. táblázat: Eltérő mennyiségben DDGS-t tartalmazó takarmányok etetésének hatása brojlercsirkék egyes termelési paramétereire (átlag \pm SD; n=50/csoport)

	DDGS mennyisége (%)			
	0	10	15	20
Élősúly (kg)				
21. nap	0,92 \pm 0,14	0,93 \pm 0,11	0,96 \pm 0,08	0,95 \pm 0,08
42. nap	2,61 \pm 0,31	2,59 \pm 0,30	2,57 \pm 0,25	2,58 \pm 0,22
Takarmány fogyasztás (kg/madár)				
0-21. nap	1,36	1,45	1,37	1,37
21-42. nap	3,33	3,77	3,53	3,53
0-42. nap	4,75	5,22	4,90	4,90
Takarmány értékesítés (kg/kg)				
0-21. nap	1,55	1,64	1,50	1,54
21-42. nap	2,06	2,27	2,24	2,16
0-42. nap	1,92	2,05	1,93	1,94
Elhullás (%)				
0-42. nap	6	2	8	4

Az *elhullás* mértéke egyik vizsgált csoportban sem haladta meg a brojlercsirkék esetében még elfogadható technológiai maximumot, azaz a 8%-ot. Hasonló eredményre jutottak Foltyn et al. (2013) is, akik 6-12-18% DDGS-vel kiegészített takarmányt etetettek 9-35. napos életkorig Ross 308 hibridekkel, amely időtartam alatt a kontroll és 6% DDGS-t fogyasztó csoportban volt a legmagasabb, 6%, az elhullás aránya. Wang et al. (2007a,b) által publikált adatok szerint a

különböző mennyiségben adagolt (5-10-15-20-25% illetve 0-15-30%) DDGS nincs szignifikáns hatással az elhullás mértékére.

4.1.2. Vágási kihozatal

A 0-20% DDGS-t tartalmazó takarmánnyal etetett kakasok értékes húsrészeinek mennyiségét a 26. táblázatban mutatom be. A vizsgált paraméterek alapján megállapítható, hogy a takarmányok DDGS-el történt kiegészítése nem volt szignifikáns hatással a *grill súly*, a *mell súly* és a *comb súly* értékekre. Korábbi irodalmi adatok hasonló eredményekről számolnak be. Lumpkins et al. (2004) kísérleteinek eredménye alapján az indító fázisban maximum 12%, míg a nevelő és befejező fázisokban maximum 15% DDGS-t tartalmazó takarmány etetése még nem idézte elő az értékes húsrészek arányának csökkenését. Ez az eredmény összhangban van Wang et al. (2007a) megállapításával is, mely szerint az 5, 10, 15 és 20% mennyiségben DDGS-t tartalmazó takarmány etetése nincs szignifikáns hatással a mell és a comb súlyra, valamint azok élősúlyhoz viszonyított arányára, azonban a 25% DDGS már statisztikailag igazolható mértékben csökkenti a hús-csont arányt és a mell élősúlyhoz viszonyított arányát is. Hivatkozott szerzők további közleményeikben (Wang et al., 2007b,c) ezzel megegyezően azt találták, hogy a 15% DDGS nem csökkenti a mell és comb arányát. A 30% mennyiségben DDGS-t tartalmazó takarmány etetése azonban már szignifikáns mértékben csökkentette a mell arányát, viszont az élősúly százalékában kifejezett comb mennyiségre nincs negatív hatással. Foltyn et al. (2013) újabb eredményei alapján a takarmány alacsony-közepes mennyiségű DDGS (6-12-18%) kiegészítése nincs szignifikáns hatással a grill súlyra.

26. táblázat: Eltérő mennyiségben DDGS-t tartalmazó takarmányok etetésének hatása az értékes húsrészek mennyiségére és arányára brojlercsirkékben (átlag \pm SD; n=46/csoport)

	DDGS mennyisége (%)			
	0	10	15	20
Grill súly (kg)	1,84 \pm 0,17	1,84 \pm 0,18	1,84 \pm 0,13	1,80 \pm 0,12
Mell súly (g)	462 \pm 79	467 \pm 68	459 \pm 49	454 \pm 44
Mell / élősúly (%)	17,50 \pm 2,01	17,90 \pm 1,69	17,67 \pm 1,44	17,86 \pm 1,47
Comb súly (g)	561 \pm 46	560 \pm 44	547 \pm 34	539 \pm 48
Comb / élősúly (%)	21,41 \pm 1,48	21,55 \pm 0,97	21,08 \pm 0,86	21,19 \pm 0,95

Az eltérő mennyiségben (0-20%) DDGS-t tartalmazó takarmánnyal etetett kakasok húsminőségi paramétereit a 27. táblázatban mutatom be. 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 szignifikáns különbség. Corzo et al. (2009) kísérletükben 8% DDGS kiegészítést tartalmazó takarmánnyal nevelt brojlerek húsminőségi paramétereit mérték, amely alapján hasonló eredményre jutottak, azaz nem találtak eltérést a pH értékekben.

Ezzel ellentétes eredményre jutottak viszont Schilling et al. (2010), amikor 6-12-28-24% DDGS-t tartalmazó takarmány hatását vizsgálták. Eredményeik alapján már a minimális mennyiségben (>6%) DDGS-t tartalmazó takarmány fogyasztásának hatására is szignifikánsan nőtt a 24. órában mért pH érték. Megjegyzendő ugyanakkor, hogy bár az eltérések statisztikailag szignifikánsak voltak, de a vizsgált összes csoportból származó értékek (sorrendben 5,81; 5,92; 5,96; 5,99; 5,99) mind a normál értéktartományon belül voltak, így biológiailag nem tekinthetők különbözőnek.

A mell friss metszéspelületén mért, a hús színének kifejezésére használt L^* (világosság) és a^* (vörösség) értékek statisztikailag igazolható módon nem különböztek egymástól a vizsgált csoportok között. Schilling et al. (2010) szintén erre a megállapításra jutottak, amikor 6-24% DDGS etetés hatására azonos L^* értékeket mértek a vizsgálatba vont összes csoportban.

A b^* (sárgaság) értékek azonban szignifikánsan magasabbak voltak a 20% DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó madarak mintáiban, mint a többi vizsgált csoportban. Ennek oka az lehet, hogy a DDGS xantofill tartalma a kiindulási kukoricaszemhez képest akár háromszorosára is koncentrálódhat, a technológiai kezelésektől függően. Ennek következtében a hús színének sárga árnyalata, a xantofill tartalom növekedésével párhuzamosan mélyülhet, ami a fogyasztók számára kedvező tulajdonság (Ouart et al., 1988; Perez-Vendrell et al., 2001; Leeson et al., 2004). Choi et al. (2008) kísérletük során 0, 5, 10 és 15% DDGS-t tartalmazó takarmánnyal etetettek brojlersirkéket, 8.-29. napos életkorig. Már a rövid ideig tartó kezelés hatására is matematikailag növekvő b^* értékeket mértek mind a mell, mind a comb mintákban. Ugyanerre az eredményre jutottak Foltyn et al. (2013) is, akik a kontroll csoporthoz viszonyítva nem szignifikáns mértékben nagyobb b^* értéket kaptak 18% DDGS tartalmú takarmány etetésének hatására.

27. táblázat: Eltérő mennyiségben DDGS-t tartalmazó takarmányok etetésének hatása egyes húsminőségi paraméterek értékeire brojlersirkékben (átlag \pm SD; n1-4=46/csoport; n5-7=15/csoport)

	DDGS mennyisége (%)			
	0	10	15	20
1) pH ₂	5,75 \pm 0,16	5,78 \pm 0,18	5,78 \pm 0,18	5,91 \pm 0,20
2) L^*	61,29 \pm 2,00	60,58 \pm 3,31	59,63 \pm 4,02	61,17 \pm 3,73
3) a^*	10,12 \pm 1,20	11,17 \pm 2,25	11,4 \pm 1,65	10,68 \pm 1,99
4) b^*	13,03 \pm 1,07 ^a	13,7 \pm 1,30 ^{ab}	13,58 \pm 1,47 ^{ab}	14,9 \pm 2,20 ^b
5) Csepegési veszteség 96 h (%)	4,45 \pm 2,39	3,47 \pm 2,31	3,64 \pm 1,95	3,44 \pm 2,00
6) Nyíróerő (kg)	1,67 \pm 0,67 ^a	1,65 \pm 0,73 ^{ab}	1,74 \pm 0,67 ^{ab}	1,46 \pm 0,69 ^b
7) Sütési veszteség (%)	15,18 \pm 3,62	14,90 \pm 2,75	14,94 \pm 2,28	13,94 \pm 1,79

^{a,b} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a kontroll és vizsgált csoportok között P<0,05 szinten

^{c,d} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a vizsgált csoportok között P<0,05 szinten

A hús víztartó képességének meghatározása többek között a gravitációs úton történő nedvesség tartalom veszteség mérésével történhet. Ezzel a módszerrel vizsgálva a vizsgált csoportok között nem volt szignifikáns különbség a 96 óra alatti *csepegési veszteség* értékében (27. táblázat).

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 (27. táblázat). Sertésekkel végzett kísérletek alapján megállapították, hogy a DDGS nagy telítetlen zsírsav, elsősorban linolsav (C18:2n6), tartalma, negatív hatással van a szalonna és a hasúri zsír keménységére (White et al., 2009; Simpson 2011). Tekintettel az intramuszkularis zsírtartalomra, illetve annak „keménységére” a baromfi esetében is számolni lehet DDGS hatására az egyes húsrészek nyíróerő értékének csökkenésével. Ezzel megegyező eredményre jutottak Choi et al. (2008) is, akik azt találták, hogy a mellizom porhanyóossága a takarmány DDGS tartalmának növekedésével párhuzamosan csökken. Corzo et al. (2009) kísérletük során viszont nem találtak eltérést a 0 és a 8% DDGS-vel kiegészített takarmánnyal etetett brojlerok mellizom mintáinak porhanyóosságában. Ez utóbbi negatív eredmény feltehetően az alacsony DDGS bekeverési aránnyal hozható összefüggésbe, mivel saját vizsgálatom során is csak a 20% bekeverési arány mellett volt az eltérés szignifikáns mértékű.

A kontroll és kezelt csoportokban mért *sütési veszteség* értékek között nem volt kimutatható szignifikáns mértékű eltérés. Corzo et al. (2009) kísérletükben kis mennyiségű (8%) DDGS hatását vizsgálták és szintén arra az eredményre jutottak, hogy a vizsgált csoportokban a sütési veszteség mértéke nem tér el statisztikailag igazolható mértékben. Hasonló eredményekről számoltak be Schilling et al. (2010) is, akik viszont a saját kísérletében is alkalmazott nagy mennyiségű (0-24%) DDGS kiegészítést tartalmazó takarmány etetésének hatására sem találtak szignifikáns mértékű eltérést a sütési veszteség mértékében.

Ezek az eredmények összefüggésben lehetnek azzal, hogy a csepegési veszteségben sem volt jelentős eltérés, ami arra utal, hogy az egyes csoportokból származó húsmintákban a fiziko-kémiaiilag kötött víz mennyisége közel azonos volt, amely viszont a sütés során részben eltávozik.

4.1.3. Hús kémiai összetétele

A 0-20% DDGS-t tartalmazó takarmánnyal etetett kakasokból származó mellizom minták beltartalmi értékeit a 28. táblázatban mutatom be. Korábbi, brojlercsirkékkel végzett, DDGS etetési vizsgálatok között nagyon kevés olyan található, amelyek adatai a hús beltartalom szempontjából összehasonlíthatóak lennének jelen vizsgálatom eredményeivel. Schilling et al. (2010) vizsgálatukban például NIR technikával mérték a mell és comb izom kémiai összetételét és arra a megállapításra jutottak, hogy a 0-6-12-18-24% DDGS kiegészítést tartalmazó takarmánnyal etetett brojlerokból származó minták nedvesség-, fehérje- és zsír tartalmában nem mutatható ki szignifikáns mértékű eltérés. Ebben az esetben az összehasonlítást némiképp nehezíti az eltérő módszerrel történt mérés, valamint a DDGS mennyiségének részben eltérő mértéke.

Saját vizsgálatom során a *szárazanyag* tartalmat szignifikáns mértékben befolyásolta a különböző mennyiségben 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 igazolhatóan eltért. A 20 % DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó állatok mellizom mintáinak szárazanyag tartalma viszont alacsonyabb volt, mint a 10% DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó állatokból származó mintákban. A szárazanyag tartalomban kimutatott eltérések egyúttal összefüggést mutatnak az adott kísérleti csoportok, azaz az adott DDGS tartalmú teljes értékű keveréktakarmányok, hatására a mellizomban bekövetkező zsír- és fehérje tartalomban kimutatott változásokkal.

A vizsgált csoportok közül a 10 %-ban DDGS-t fogyasztó madarak mell izom mintáinak *nyerszsír* tartalma volt a legmagasabb, amely szignifikáns mértékben eltért a kontroll csoportban mért értékektől. A többi három csoport (0, 15, 20% DDGS) eredményei között viszont nem volt statisztikailag kimutatható különbség. Ennek az eredménynek a hátterében az állhat, hogy a telítetlen zsírsavak, DDGS esetében a linolsav, hatására dóziszfüggően fokozódik a zsírsavak oxidációja, más oldalról viszont csökken a zsírdepozíció mértéke (Sanz et al., 2000). Eredményeim alapján tehát a 10% DDGS mennyiség hatására még nő a zsírdepozíció mértéke, ennél nagyobb mennyiség esetén azonban már nem.

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 nyers fehérje tartalmához képest szignifikáns mértékben is különbözik. Ez az eredmény összefüggésben lehet a takarmány esszenciális aminosav és energia tartalmának arányával, amely ezek szerint a legkedvezőbb értéket a 15% DDGS bekeverési arány mellett érte el, míg ez alatt, illetve e fölött már csökkentette az aminosavak beépülését, azaz az izom fehérje szintézisének mértékét.

A 15 %-os csoport izom mintáinak *hamu* tartalma bizonyult a legmagasabbnak, amely szignifikáns mértékben eltért a 20 %-os csoport értékeitől, amelynek pontos oka jelen vizsgálat eredményei alapján nem adható meg, de feltehetően összefüggésben lehet az eltérő mértékű zsír és fehérje beépüléssel.

28. táblázat: Eltérő mennyiségben DDGS-t tartalmazó takarmányok etetésének hatása brojlercsirke mellizom egyes beltartalmi paramétereinek értékeire (átlag \pm SD; n=10/csoport)

	DDGS mennyisége (%)			
	0	10	15	20
Szárazanyag	29,15 \pm 1,77 ^{ac}	29,61 \pm 0,80 ^a	27,06 \pm 0,89 ^b	27,37 \pm 0,97 ^{bc}
Nyerszsír	0,91 \pm 0,06 ^a	0,98 \pm 0,03 ^b	0,95 \pm 0,06 ^{ab}	0,89 \pm 0,13 ^{ab}
Nyersfehérje	23,23 \pm 0,38 ^a	23,52 \pm 0,32 ^{ab}	24,12 \pm 0,38 ^b	23,69 \pm 0,93 ^{ab}
Hamu	1,19 \pm 0,05 ^a	1,20 \pm 0,06 ^{ab}	1,29 \pm 0,12 ^b	1,13 \pm 0,03 ^b

^{a,b} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a kontroll és vizsgált csoportok között P<0,05 szinten

^{c,d} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a vizsgált csoportok között P<0,05 szinten

4.1.4. Biokémiai vizsgálatok eredményei

A 0-20% DDGS tartalmú takarmány etetésének hatását a lipidperoxidációs folyamatokra és a glutation redox rendszer mennyiségére/aktivitására a 29. táblázatban mutatom be. Nagy mennyiségű (20%) DDGS kiegészítés hatására a *vérplazma* MDA tartalma szignifikánsan nagyobb volt, mint a kontroll és 10% DDGS-t fogyasztó csoportokban mért mennyiségek. Ennek háttérében a DDGS jelentős linolsav tartalma állhat, amely fokozottan érzékeny az oxidációra (Varst, 2001), így a lipidperoxidációs folyamatok metastabil végtermékének, a malondialdehidnek, a mennyisége is megnő a szisztémás keringésben. A *vvs. hemolizátumban* és *máj homogenizátumban* ugyanakkor nem változott meg statisztikailag értékelhető mértékben a MDA tartalom. Ennek háttérében az a mechanizmus állhat, hogy a sejtmembránokban végbemenő lipidperoxidációs folyamatok során keletkező kis molekulatömegű termékek, így például a MDA, viszonylag gyorsan az extracelluláris térbe, majd onnan a keringésbe jut (Zimmerman et al., 1995). A *mell izomból* történt vas-indukálta lipidperoxidációs mérések eredményei között viszont nem volt kimutatható különbség a kontroll, a 15% és a 20% DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportokból származó madarak mintáiban. A 10% DDGS-t tartalmazó takarmánnyal etetett állatokból származó mintáknál viszont szignifikáns mértékben fokozott lipid peroxidációt tapasztaltam vizsgált többi csoporthoz képest, azaz a mellizom esetében a DDGS hatása nem dóziszfüggően növelte a vas-indukálta lipid peroxidációt. Ezt az eredményemet erősíti meg Corzo et al. (2009) vizsgálatának eredménye is, amelyben a combizom TBARS értékét mérték 1, 3 és 5 napig történő tárolást követően. A 8% DDGS kiegészítést tartalmazó takarmányt fogyasztó állatokból származó mintákban mért tiobarbitursav reaktív anyagok mennyisége az 5. napon szignifikánsan magasabb volt a kontroll csoporthoz képest. A szerző arra a következtetésre jutott, hogy a DDGS fogyasztás hatására, kísérletükben a combizom, érzékenyessége az oxidatív károsodás iránt nő. Saját vizsgálatom során ugyan nem a tárolás hatását mértem, de a vas-indukálta MDA mérés ennek modellezésére szolgál, azaz a hús oxidatív stabilitásának felmérését célozza. Érdekes módon a nagyobb (15, illetve 20%) mértékű DDGS bekeverési arány nem változtatta meg a hús oxidatív stabilitását a kontrollhoz viszonyítva, ez az eredmény azonban egybevág azon eredményemmel, mely szerint a hús nyerszír tartalma a 10% DDGS bekeverési arány mellett volt a legnagyobb, amely viszont irodalmi adatok szerint hatással van az hús alap és vas-indukálta MDA tartalmára (Dworschák et al., 1988).

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. Ennek a különbségnek a magyarázata az lehet, hogy a DDGS telítetlen zsírsav tartalma, annak mennyiségétől függő mértékben, fokozott mértékű lipid peroxidációt indukált a vörösvérsejtekben, amelynek hatására viszont aktiválódott az antioxidáns védelem, ezen belül például a GSH szintézis. A *máj homogenizátumban* mért GSH tartalom a kontroll csoportban volt a legalacsonyabb, szignifikánsan kisebb, mint a kezelt csoportokban, amelyek között viszont nem volt kimutatható különbség. Ez az eredmény is magyarázható az antioxidáns védelem fokozódásával, első lépésben a GSH szintézis, jelen esetben nem dóziszfüggő, növekedésével.

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

fokozott GSH szintézis aktiválja a GPx aktivitást, de vizsgálatom eredményei szerint ennek mértéke nem érte el a szignifikáns mértéket.

29. táblázat: Eltérő mennyiségben DDGS-t tartalmazó takarmányok etetésének hatása brojlercsirke vérének, májának és mellizmának MDA és GSH tartalmára és GPx aktivitására (átlag \pm SD; n=5/csoport)

	DDGS mennyisége (%)			
	0	10	15	20
Vérplazma				
MDA ($\mu\text{mol/L}$)	13,26 \pm 3,92 ^b	11,03 \pm 2,33 ^b	14,58 \pm 1,98 ^{ab}	17,36 \pm 3,53 ^a
GSH ($\mu\text{mol/g}$ fehérje)	8,04 \pm 1,66	7,7 \pm 0,75	7,39 \pm 0,75	7,27 \pm 0,61
GPx (U/g fehérje)	2,24 \pm 0,45	1,94 \pm 0,57	2,19 \pm 0,25	2,10 \pm 0,80
Vvs. hemolizátum				
MDA ($\mu\text{mol/L}$)	2,13 \pm 4,86	17,25 \pm 3,08	21,60 \pm 2,09	20,84 \pm 4,73
GSH ($\mu\text{mol/g}$ fehérje)	11,34 \pm 2,95 ^{ab}	12,61 \pm 1,91 ^{ab}	13,14 \pm 2,41 ^a	10,01 \pm 1,28 ^b
GPx (U/g fehérje)	1,63 \pm 0,29	1,32 \pm 0,63	1,66 \pm 0,27	1,55 \pm 0,41
Máj homogenizátum				
MDA ($\mu\text{mol/g}$)	15,63 \pm 3,58	14,16 \pm 2,77	12,90 \pm 2,78	16,56 \pm 5,68
GSH ($\mu\text{mol/g}$ fehérje)	1,30 \pm 0,45 ^b	1,94 \pm 0,52 ^a	2,05 \pm 0,26 ^a	1,95 \pm 0,53 ^a
GPx (U/g fehérje)	1,76 \pm 0,50	2,07 \pm 0,31	1,78 \pm 0,13	1,93 \pm 0,15
Mell izom				
MDA ₀ ($\mu\text{mol/g}$)	21,92 \pm 5,68 ^b	56,31 \pm 17,64 ^a	24,65 \pm 5,44 ^b	28,23 \pm 11,44 ^b
MDA ₁₅ ($\mu\text{mol/g}$)	53,39 \pm 25,32	67,05 \pm 26,30	56,99 \pm 15,54	72,33 \pm 28,15
MDA ₃₀ ($\mu\text{mol/g}$)	68,84 \pm 13,73 ^b	105,96 \pm 29,62 ^a	59,14 \pm 18,8 ^b	79,60 \pm 30,29 ^b
MDA ₄₅ ($\mu\text{mol/g}$)	76,75 \pm 19,86 ^b	148,83 \pm 48,54 ^a	69,40 \pm 12,05 ^b	80,52 \pm 17,60 ^b

^{a,b} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a kontroll és vizsgált csoportok között P<0,05 szinten

^{c,d} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a vizsgált csoportok között P<0,05 szinten

4.2. Eltérő mennyiségben etetett DDGS hatása Ross 308 kakasok teljesítményére és húsmínőségére – 2. kísérlet

Brojlerekkel végzett második kísérletem során az első kísérlet eredményei, valamint irodalmi adatok alapján, egységesen 15% DDGS kiegészítést alkalmaztam az indító, de 15-20-25% DDGS kiegészítést a befejező fázisban.

4.2.1. Termelési paraméterek

A termelési paraméterek értékeinek változását az egyes kísérleti csoportokban a 30. táblázatban mutatom be. A takarmányfogyasztás, a takarmányértékesítés, valamint az elhullás esetében csak a csoportok átlagos értékeit volt módomban feltüntetni, mivel a kísérlet során alkalmazott tartástechnológia jellege miatt egyedi értékek ezeknek a paramétereknek a tekintetében nem voltak mérhetőek.

Az eredmények azt mutatják, hogy a vizsgált csoportok között a 21. napos élősúlyban nem volt statisztikailag kimutatható különbség, amelynek alapján levonható az a következtetés, hogy az indító fázisban a 15% DDGS kiegészítés még tolerálható mennyiségnek tekinthető brojlerok számára. Ez összhangban áll Lumpkins et al. (2004) megállapításával, akik szintén 12-15% DDGS kiegészítést ajánlanak az indító fázisban.

A 42. napos élősúly tekintetében viszont a kontroll csoport szignifikánsan nagyobb értéket mutatott 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. Ez a megfigyelésem összhangban van Liu et al. (2010) eredményeivel, amely szerint mind a 10%, mind a 20% DDGS kiegészítés a nevelés első (1-21 nap) és második (22-42 nap) fázisában egyaránt szignifikáns mértékben csökkentette az élősúlyt. Tang et al. (2011) kísérletükben 5-10-15-20% DDGS kiegészítést alkalmaztak a 42 napos vizsgálat teljes ideje alatt. Azt találták, hogy a 21. napos élősúlyt szignifikáns mértékben csökkentette a 10% és 20% DDGS kiegészítés, a 42. napos élősúly tekintetében azonban már nem volt statisztikailag kimutatható különbség a csoportok között. Ezen eredményekkel ellentétes megállapítást tettek ugyanakkor Waldroup et al. (1981), valamint Wang et al. (2007a), akik szerint még a 25%-ban DDGS-t tartalmazó takarmány etetése sincs negatív hatással az élősúlyra, amíg a kísérleti takarmány megfelelő energia tartalma biztosított.

Ezeknek az eltérő eredményeknek a hátterében, feltevésem szerint, a kísérletek során alkalmazott DDGS jelentős mértékben eltérő táplálóanyag tartalma, valamint a táplálóanyagok csökkent mértékű emészthetősége, illetve értékesülése lehetett.

A nevelési fázisonként és a nevelés teljes időszaka 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 különböző szerzők által publikált takarmányfogyasztási és -értékesítési eredmények szintén alacsonyabbak voltak saját kísérletem adataihoz képest. Ennek hátterében, a DDGS eltérő táplálóanyag tartalma, annak emészthetősége és értékesülése mellett az eltérő tartási körülmények is állhattak. Lumpkins et al. (2004) például rövid ideig tartó (0-18. életnap) vizsgálatában 15% DDGS tartalmú takarmány hatását vizsgálta brojlerok teljesítményére, és azt találták, hogy a takarmány felvételben nem volt szignifikáns különbség a vizsgált csoportok között. Erre alapozva második vizsgálatukban emelkedő koncentrációban (6-12-18%) DDGS-t tartalmazó takarmánnyal neveltek állatokat. Arra a megállapításra jutottak, hogy a 18% kiegészítés az indító fázisban szignifikánsan csökkent a takarmányértékesítést, míg a nevelő és befejező fázisokban annak nincs szignifikáns mértékű hatása. Wang et al. (2007a) eredményei ezzel részben megegyeznek, mivel az alacsony (5-10%) és közepes (15-20%) mennyiségben DDGS-el kiegészített takarmányok etetésének hatására a

takarmányfelvételen és a takarmányértékesítésben nem találtak statisztikailag igazolható különbséget a kontroll csoportban mért értékektől.

Tang et al. (2011) növekvő mennyiségű (5-10-15-20%) DDGS kiegészítést tartalmazó takarmánnyal neveltek brojler csirkéket és szintén azt találták, hogy sem a 21. napos, sem a 42. napos takarmányfogyasztási értékek nem tértek el egymástól statisztikailag igazolható mértékben. Ugyanakkor a befejező fázisra (22-42 nap), valamint a nevelés teljes időszakára (1-42 nap) vetített takarmányértékesítés értékeiben úgy a 15%, mint a 20% DDGS kiegészítést fogyasztó csoportok szignifikánsan magasabb eredményeket mutattak. Hasonló eredményre jutottak Liu et al. (2010) is, akik megállapították, hogy a 10 és 20% DDGS tartalmú takarmány etetésének hatására szignifikánsan csökkent nem csak a takarmányfelvétel, de a takarmány értékesítés is 42 napos nevelés teljes ideje alatt. Saját vizsgálatom megállapításai összhangban állnak a fent idézett eredményekkel.

Az *elhullás* mértéke valamennyi kísérletbe vont csoportban 2% volt, amely nem érte el a brojlercsirkék esetében még elfogadhatónak tekintett technológiai maximumot, azaz a 8%-ot. Különböző szerzők által publikált eredmények szintén arról számolnak be, hogy a DDGS kiegészítés nincs szignifikáns hatással az elhullás mértékére, függetlenül a kiegészítés mértékétől illetve a vizsgálat időtartamától (Foltyn et al., 2013; Wang et al., 2007a,b).

30. táblázat: Termelési paraméterek értékeinek alakulása eltérő mennyiségű DDGS-t tartalmazó takarmány etetésekor (átlag \pm SD; n=50/csoport)

	DDGS mennyisége a befejező fázisban (%)			
	0	15	20	25
Élő súly (kg)				
21. nap	0,81 \pm 0,13	0,85 \pm 0,15	0,80 \pm 0,11	0,79 \pm 0,11
42. nap	2,68 \pm 0,14 ^a	2,57 \pm 0,15 ^{bc}	2,50 \pm 0,11 ^b	2,47 \pm 0,15 ^{bd}
Takarmány fogyasztás (kg/madár)				
0-21. nap	1,32	1,32	1,20	1,43
21-42. nap	3,39	3,27	3,29	3,46
0-42. nap	4,71	4,60	4,50	4,99
Takarmány értékesítés (kg/kg)				
0-21. nap	1,69	1,65	1,59	1,91
21-42. nap	2,06	2,07	2,14	2,16
0-42. nap	1,95	1,98	1,91	2,12
Elhullás (%)				
0-42. nap	2	2	2	2

^{a,b} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a kontroll és vizsgált csoportok között P<0,05 szinten

^{c,d} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a vizsgált csoportok között P<0,05 szinten

4.2.2. Vágási kihozatal

A 0-25% DDGS-t tartalmazó takarmánnyal etetett kakasok értékes húsrészeinek mennyiségét a 31. táblázatban mutatom be. A vizsgált paraméterek alapján megállapítható, hogy a takarmányok DDGS-el történt kiegészítése szignifikánsan csökkentette a *grill*, a *mell* és a *comb* súlyát egyaránt.

A kontroll csoport szignifikánsan nagyobb grill súlyt mutatott a kezelt csoportokhoz képest, továbbá a 25%-os csoport grill súly értéke szignifikánsan kisebb volt, mint a 15%-os és 20%-os csoportból származó madarak grill súlya. Ennek alapján levonható az a következtetés, hogy a DDGS dóziszfüggő mértékben csökkentette a brojlercsirkék grill súlyát. Ez az eredmény egybevág Foltyn et al. (2013) eredményeivel, amely szerint a takarmány alacsony-közepes mennyiségű DDGS (6-12-18%) kiegészítése még nincs szignifikáns hatással a grill súlyra.

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. Amennyiben azonban élősúly százalékában kifejezett mell súly értékét vizsgáljuk, már nem volt szignifikáns különbség kimutatható a kontroll és kezelt csoportok között, a kisebb, 15% DDGS kiegészítést tartalmazó takarmányt fogyasztó csoport esetében azonban szignifikánsan nagyobb értéket találtam, mint a 20% és 25% DDGS-t tartalmazó takarmánykeveréket fogyasztó csoportoknál.

Az értékes húsrészek másik összetevője a *comb*, amely 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 már szignifikánsan kisebb értéket mutattak úgy a kontroll, mint a 15%-os csoportokhoz képest. Az élősúlyhoz viszonyított *comb* súly vonatkozásában is hasonló eltéréseket találtam, mint a mell súlynál, azaz nem volt szignifikáns különbség a kontroll és kezelt csoportok között, de a 15% DDGS kiegészítést tartalmazó takarmányt fogyasztó csoport szignifikánsan nagyobb értéket mutatott, mint a 20% és a 25% DDGS-t tartalmazó takarmánykeveréket fogyasztó csoportok.

Ezeknek a paramétereknek a tekintetében az irodalmi adatok is hasonló eredményekről számolnak be. Lumpkins et al. (2004) kísérleteinek eredményei alapján az indító fázisban maximum 12%, míg a nevelő és befejező fázisokban maximum 15% DDGS-t tartalmazó takarmány etetése még nem idézte elő az értékes húsrészek arányának csökkenését. Ez az eredmény összhangban van Wang et al. (2007a) megállapításával is, mely szerint az 5, 10, 15 és 20% mennyiségben DDGS-t tartalmazó takarmány etetése még nincs szignifikáns hatással a mell és a *comb* súlyára, valamint azok élősúlyhoz viszonyított arányára, azonban a 25% DDGS kiegészítés már statisztikailag is igazolható mértékben csökkenti a hús-csont arányt és a mell élősúlyhoz viszonyított arányát. Hivatkozott szerzők későbbi munkáikban (Wang et al., 2007b,c) ezzel megegyezően azt találták, hogy a 15% DDGS kiegészítés még nem csökkenti a mell és *comb* arányát. A 30% DDGS azonban már szignifikáns mértékben csökkenti a mell arányát, az élősúly százalékában megadott *comb* mennyiségére azonban nincs negatív hatással.

31. táblázat: Eltérő mennyiségben DDGS-t tartalmazó takarmányok etetésének hatása az értékes húsrészek mennyiségére és arányára brojlercsirkékben (átlag \pm SD; n=49/csoport)

	DDGS mennyisége a befejező fázisban (%)			
	0	15	20	25
Grill súly (kg)	1,81 \pm 0,12 ^a	1,76 \pm 0,12 ^{bc}	1,68 \pm 0,09 ^{bc}	1,62 \pm 0,11 ^{bd}
Mell súly (kg)	0,44 \pm 0,06 ^a	0,44 \pm 0,05 ^c	0,40 \pm 0,03 ^{bd}	0,39 \pm 0,04 ^{bd}
Mell / élősúly (%)	16,49 \pm 1,86	17,13 \pm 1,19 ^c	16,10 \pm 0,38 ^d	16,26 \pm 1,28 ^d
Comb súly (kg)	0,53 \pm 0,04 ^a	0,52 \pm 0,04 ^c	0,48 \pm 0,03 ^{bd}	0,47 \pm 0,02 ^{bd}
Comb / élősúly (%)	19,77 \pm 0,86	20,22 \pm 0,97 ^c	19,42 \pm 0,93 ^d	19,49 \pm 0,81 ^d

^{a,b} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a kontroll és vizsgált csoportok között P<0,05 szinten

^{c,d} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a vizsgált csoportok között P<0,05 szinten

Az eltérő mennyiségben (0-25%) DDGS-t tartalmazó takarmánnyal etetett kakasok húsmínőségi paramétereit a 32. táblázatban mutatom be. 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 szignifikáns különbség. Egy korábbi kutatási eredmény (Corzo et al., 2009) is arról számol be, hogy kis mennyiségű (8%) DDGS etetés hatására nem volt kimutatható különbség a kontroll és kísérleti csoportokból származó húsminták pH értékében

Ezzel ellentétes megállapításra jutottak viszont Schilling et al. (2010), amikor 6-12-18-24% DDGS-t tartalmazó takarmány hatását vizsgálták. Kutatásaik alapján már a minimális mennyiségben (>6%) DDGS-t tartalmazó takarmány etetésének hatására is szignifikáns mértékben nőtt a 24. órában mért pH érték. Lényeges, hogy bár az eltérések statisztikailag szignifikánsak voltak, de a vizsgált összes csoportból származó értékek (sorrendben 5,81; 5,92; 5,96; 5,99; 5,99) mind a normál értéktartományon belül voltak, így biológiailag nem tekinthetők különbözőnek.

A mell friss metszéspfelületén mért, a hús színének kifejezésére használt *L** (világosság) és *a** (vörösség) valamint *b** (sárgaság) értékek statisztikailag igazolható módon nem különböztek egymástól a vizsgált csoportokban.

Korábbi kutatások egy részében szintén arról számoltak be, hogy kis és közepes mennyiségű DDGS etetés hatására nem tapasztalható szignifikáns mértékű eltérés a mell izom *L** illetve *b** értékében. Schilling et al. (2010) kísérleti eredményei alapján a 6-24% DDGS etetés hatására közel azonos *L** értékeket mértek a vizsgálatba vont összes csoportban.

Choi et al. (2008) 21 napon át tartó kísérletük során 0-5-10-15% DDGS-t tartalmazó takarmánnyal etetettek brojlercsirkéket. A rövid ideig tartó kezelés hatására tendenciaszerűen, de nem szignifikáns mértékben növekvő *b** értékeket mértek mind a mell, mind a comb mintákban. Ugyanerre az eredményre jutottak Foltyn et al. (2013) is, akik a kontroll csoporthoz viszonyítva nem szignifikáns mértékben nagyobb *b** értéket kaptak 18% DDGS tartalmú takarmány etetésének hatására.

32. táblázat: Eltérő mennyiségben DDGS-t tartalmazó takarmányok etetésének hatása egyes húsminőségi paraméterek értékeire brojlersirkékben (átlag \pm SD; n1-4=46/csoport; n5-7=15/csoport)

	DDGS mennyisége a befejező fázisban (%)			
	0	15	20	25
1) pH ₂	5,90 \pm 0,21	5,77 \pm 0,53	5,74 \pm 0,60	6,16 \pm 0,12
2) L*	61,85 \pm 2,36	57,68 \pm 3,33	53,39 \pm 4,03	53,65 \pm 2,55
3) a*	10,54 \pm 2,33	11,69 \pm 1,25	12,16 \pm 1,78	13,50 \pm 1,75
4) b*	17,73 \pm 1,52	16,22 \pm 2,40	17,01 \pm 2,53	16,58 \pm 2,09
5) Csepegési veszteség 96 h (%)	5,31 \pm 3,11	3,41 \pm 2,37	4,61 \pm 3,74	2,79 \pm 2,96
6) Nyíróerő (kg)	1,80 \pm 0,42 ^a	1,54 \pm 0,43 ^b	1,42 \pm 0,34 ^b	1,58 \pm 0,39 ^b
7) Sütési veszteség (%)	15,50 \pm 1,55 ^a	12,30 \pm 2,01 ^{bc}	10,37 \pm 2,37 ^{bd}	11,10 \pm 1,39 ^b

^{a,b} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a kontroll és vizsgált csoportok között P<0,05 szinten

^{c,d} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a vizsgált csoportok között P<0,05 szinten

A vizsgált csoportok között nem volt szignifikáns különbség a 96 óra alatt bekövetkező *csepegési veszteség* értékében, azonban jól látható, hogy a kezelt csoportok átlagértékei matematikailag alacsonyabbak voltak (32. táblázat).

A DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportokból származó mell izom minták *porhanyósság* értéke szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a kontroll takarmányt fogyasztó csoportokból származó madarak mellizom mintáinál (32. táblázat). Ennek oka, amint arra a korábbiakban már utaltam, az lehet, hogy a DDGS magas telítetlen zsírsav (linolsav, C18:2n6) tartalma, negatív hatással van a zsír keménységére, amely az intramuszkularis zsírtartalom tekintetében sertés mellett (White et al., 2009; Simpson 2011) baromfiban is befolyásolhatja az egyes húsrészek nyíróerő értékét. Ezzel megegyező eredményre jutottak Choi et al. (2008), akik azt találták, hogy a mellizom porhanyóssága a takarmány DDGS tartalmának növekedésével csökken.

A *sütési veszteséggel* kapcsolatban megállapítottam, hogy a kontroll csoportban mért értékek szignifikánsan magasabbak a kísérleti csoportokhoz viszonyítva. Korábbi vizsgálatok eredményei szerint viszont sem a kis mennyiségű (8%) DDGS (Corzo et al., 2009), sem annak nagyobb (0-24%) mennyisége (Schilling et al., 2010) nem befolyásolta szignifikáns mértékben a sütési veszteséget. Jelen húsminőségi paraméter eredményei összhangban állnak a csepegési veszteséggel kapcsolatban megállapított tendenciaszerű változással, azaz a DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportokban alacsonyabb volt a csepegési és a sütési veszteség is mint a kontroll csoportban.

4.2.3. Hús kémiai összetétele

A 0-25% DDGS-t tartalmazó takarmánnyal etetett kakasokból származó mellizom minták beltartalmi értékeit a 33. táblázatban mutatom be. A *szárazanyag* tartalmat ebben a kísérletben is

szignifikáns mértékben befolyásolta a különböző mennyiségben DDGS-t tartalmazó takarmány etetése. Megállapítottam, hogy a 20 %-os csoport mintáinak volt a legalacsonyabb a szárazanyag tartalma, amely a vizsgált összes csoport eredményétől statisztikailag igazolhatóan eltért. A szárazanyag tartalomban kimutatott eltérések ebben a kísérletben is összefüggést mutatnak az adott DDGS tartalmú teljes értékű keveréktakarmányok hatására a mellizomban bekövetkező zsír- és fehérjetartalom változásokkal.

A 0 %-ban DDGS-t fogyasztó madarak mell izom mintáinak *nyerszsír* 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. A 25% DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoport mell izom mintáinak *nyerszsír* tartalma viszont szignifikánsan kisebb volt, mint a 15% és 20% DDGS kiegészítésben részesült csoportokban. Ennek az eredménynek a hátterében, amint arra már korábban is utaltam, a DDGS linolsav tartalma állhat, amelynek hatására fokozódik a zsírsavak oxidációja, ugyanakkor csökken a zsírdepozíció mértéke (Sanz et al., 2000). Ez a kísérlet is megerősítette azon korábbi megállapításomat, hogy a 10-20% DDGS mennyiség hatására még nő a zsírdepozíció mértéke, ennél nagyobb mennyiség esetén azonban már nem.

Az izom minták *nyersfehérje* tartalma a 15 % DDGS kiegészítést tartalmazó takarmánnyal etetett állatok esetében volt a legmagasabb. Ez az eltérés, amint arra már előző kísérletem eredményeinek értékelésekor is utaltam, összefüggésben lehet a takarmány esszenciális aminosav és energia tartalmának arányával, amely az eredmények szerint a legkedvezőbb 15% DDGS bekeverési arány mellett volt.

A *hamu* tartalom tekintetében a 15 %-os csoport izom mintáinak volt a legmagasabb.

33. táblázat: Beltartalmi paraméterek értékei a mell izomban (átlag \pm SD; n=10/csoport)

	DDGS mennyisége a befejező fázisban (%)			
	0	15	20	25
Száraz anyag	27,92 \pm 0,41 ^a	28,16 \pm 0,37 ^c	26,42 \pm 0,30 ^{bd}	28,40 \pm 0,36 ^{bc}
Nyerszsír	3,04 \pm 0,66 ^a	1,43 \pm 0,48 ^{bc}	1,68 \pm 0,25 ^{bc}	0,82 \pm 0,16 ^{bd}
Nyers fehérje	21,79 \pm 0,27 ^a	23,71 \pm 0,16 ^{bc}	22,47 \pm 0,38 ^{bd}	23,50 \pm 0,14 ^{bc}
Hamu	5,22 \pm 0,45 ^a	3,93 \pm 0,32 ^{bc}	3,46 \pm 0,36 ^{bd}	4,63 \pm 0,47 ^{be}

^{a,b} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a kontroll és vizsgált csoportok között P<0,05 szinten

^{c,d,e} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a vizsgált csoportok között P<0,05 szinten

A 0-25% DDGS tartalmú takarmány etetésének hatását a mell izom zsírsav összetételére a 34. táblázatban mutatom be. Számos zsírsav tekintetében szignifikáns különbség volt kimutatható 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 kontroll takarmányt fogyasztó

állatokból származó mintákban. A többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) aránya ugyanakkor szignifikáns mértékben nagyobb volt a DDGS-t tartalmazó takarmánykeveréket fogyasztó csoportokban, mint a kontrollban. Az n6/n3 zsírsavak aránya viszont nem különbözött statisztikailag igazolható mértékben a vizsgált csoportok között.

Tang et al. (2011) 0-5-15-15-20% DDGS kiegészítés hatását mérték csirke mell zsírsav összetételére, de saját vizsgálatom eredményeitől eltérően nem találtak szignifikáns eltérést a MUFA és PUFA tartalomban. Ennek az eltérő eredménynek a hátterében, feltevésem szerint, a szerzők által alkalmazott DDGS jelentős mértékben eltérő táplálóanyag tartalma lehetett, mivel annak nyerszsír tartalma lényegesen alacsonyabb volt az általam használttól (sorrendben 6,4%; 13,0%).

34. táblázat: Mellizom minták zsírsav összetétele (zsírsav az összes zsírsav %-ban; átlag±SD; n=6/csoport)

	DDGS mennyisége (%)			
	0	15	20	25
Laurilsav(C12:0)	0,02 ± 0,00	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,00
Mirisztinsav(C14:0)	0,39 ± 0,04 ^a	0,35 ± 0,03 ^c	0,3 ± 0,02 ^{bd}	0,36 ± 0,06 ^c
Mirisztoleinsav(C14:1)	0,11 ± 0,02 ^a	0,08 ± 0,02	0,05 ± 0,02 ^{bc}	0,10 ± 0,03 ^d
Pentadekánsav (C15:0)	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,07 ± 0,01 ^c	0,05 ± 0,01 ^d
Palmitinsav(C16:0)	22,96 ± 0,56 ^a	21,3 ± 0,85 ^b	20,93 ± 0,93 ^{bc}	21,94 ± 0,96 ^{bd}
Palmitoleinsav(C16:1n-7)	4,54 ± 0,51 ^a	3,27 ± 0,79 ^b	2,28 ± 0,81 ^{bc}	4,07 ± 1,17 ^d
Heptadekánsav(C17:0)	0,11 ± 0,02 ^a	0,12 ± 0,03	0,14 ± 0,02 ^{bc}	0,10 ± 0,01 ^d
Sztearinsav(C18:0)	8,66 ± 0,76	9,16 ± 0,90	9,79 ± 1,12 ^c	8,39 ± 1,25 ^d
Olajsav(C18:1 cis)	32,01 ± 1,96 ^a	28,21 ± 2,73 ^{bc}	24,72 ± 2,48 ^{bd}	29,27 ± 3,21 ^c
Linolsav(C18:2 cis)	21,18 ± 1,58 ^a	24,19 ± 1,53 ^{bc}	26,68 ± 2,41 ^{bd}	24,13 ± 1,72 ^{bc}
γ-Linolénsav(C18:3n-6)	0,23 ± 0,02	0,25 ± 0,03	0,23 ± 0,01	0,25 ± 0,03
α-Linolénsav(C18:3n-3)	0,48 ± 0,05	0,52 ± 0,05 ^c	0,42 ± 0,06 ^d	0,48 ± 0,07
Arachidsav(C20:0)	0,07 ± 0,01	0,07 ± 0,01 ^c	0,05 ± 0,03 ^d	0,06 ± 0,02
Eikozénsav(C20:1n-9c)	0,45 ± 0,06 ^a	0,45 ± 0,09 ^c	0,35 ± 0,05 ^{bd}	0,37 ± 0,05 ^{bd}
Eikozadiénsav(C20:2n-6)	0,83 ± 0,13 ^a	1,22 ± 0,44	1,47 ± 0,51 ^b	1,00 ± 0,47
Eikozatriénsav(C20:3n-3)	1,28 ± 0,29	1,41 ± 0,32	1,44 ± 0,23	1,40 ± 0,46
Eikozatriénsav(C20:3n-6)	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,02	0,04 ± 0,01
Arachidonsav(C20:4n-6)	5,73 ± 1,00 ^a	8,14 ± 1,43 ^b	9,72 ± 1,94 ^{bc}	7,04 ± 2,68 ^d
Eikozapentaénsav(C20:5n-3)	0,18 ± 0,04 ^a	0,28 ± 0,04 ^b	0,26 ± 0,03 ^{bc}	0,19 ± 0,08 ^d
Dokozapentaénsav(C22:5n-3)	0,44 ± 0,07 ^a	0,55 ± 0,08	0,61 ± 0,10 ^{bc}	0,45 ± 0,14 ^d
Dokozahexaénsav(C22:6n-3)	0,28 ± 0,07 ^a	0,34 ± 0,07	0,46 ± 0,12 ^{bc}	0,32 ± 0,15 ^d
Σ SAT	32,26 ± 0,76	31,08 ± 1,32	31,28 ± 1,57	30,91 ± 0,43
Σ MUFA	37,10 ± 2,37 ^a	32,01 ± 3,39 ^{bc}	27,41 ± 3,29 ^{bd}	33,80 ± 4,38 ^c
Σ PUFA	30,64 ± 2,37 ^a	36,91 ± 2,72 ^{bc}	41,32 ± 2,53 ^{bd}	35,28 ± 4,10 ^{bc}
n6/n3	10,73 ± 1,55	11,03 ± 1,04	12,02 ± 1,09	11,83 ± 1,83

^{a,b} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a kontroll és vizsgált csoportok között P<0,05 szinten

^{c,d} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a vizsgált csoportok között P<0,05 szinten

4.2.4. Biokémiai vizsgálatok eredményei

A 0-25% DDGS tartalmú takarmány etetésének hatását a lipidperoxidációs folyamatokra és a glutation redox rendszer mennyiségére/aktivására a 35. táblázatban mutatom be. A *malondialdehid* - a lipid peroxidációs folyamat metastabil végterméke – tartalomban, ellentétben az 1. kísérlet eredményeivel, nem volt kimutatható különbség egyik vizsgált szövetben sem (35. táblázat).

A vérplazma *glutation* tartalma sem tért el egymástól szignifikáns mértékben a csoportok között, a vvs. hemolizátumban azonban a nagy mennyiségben (20-25%) DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó állatokból származó minták szignifikánsan magasabb értékeket mutatnak, amely megegyezik az 1. kísérlet során kapott eredménnyel.

A máj homogenizátum *glutation* tartalma dózisfüggő változást mutat a növekvő DDGS kiegészítéssel összhangban, amely a DDGS PUFA tartalmára bekövetkező fokozott lipiperoxidáció 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.

35. táblázat: MDA és GSH tartalom és GPx aktivitás a vizsgált szövetekben (átlag \pm SD; n=6/csoport)

	DDGS mennyisége a befejező fázisban (%)			
	0	15	20	25
Vérplazma				
MDA (μ mol/L)	17,96 \pm 8,04	11,11 \pm 2,81	11,52 \pm 1,08	12,09 \pm 6,05
GSH (μ mol/g fehérje)	7,34 \pm 2,14	10,24 \pm 2,59	8,52 \pm 0,31	9,78 \pm 4,20
GPx (U/g fehérje)	12,46 \pm 3,00 ^b	12,70 \pm 2,48 ^d	10,34 \pm 2,42 ^{cd}	8,64 \pm 1,70 ^{ac}
Vvs. hemolizátum				
MDA (μ mol/L)	14,69 \pm 2,01	16,28 \pm 5,05	14,34 \pm 2,41	13,26 \pm 1,12
GSH (μ mol/g fehérje)	11,67 \pm 1,51 ^a	11,89 \pm 1,77 ^{abc}	14,73 \pm 1,92 ^{bd}	13,35 \pm 3,97 ^{ab}
GPx (U/g fehérje)	6,01 \pm 0,86	6,00 \pm 1,29	7,04 \pm 0,81	6,38 \pm 1,63
Máj homogenizátum				
MDA (μ mol/g)	14,23 \pm 2,12	14,25 \pm 1,72	12,87 \pm 2,12	13,49 \pm 5,40
GSH (μ mol/g fehérje)	1,76 \pm 0,37 ^a	2,35 \pm 0,13 ^b	2,55 \pm 0,25 ^b	2,60 \pm 0,25 ^b
GPx (U/g fehérje)	1,28 \pm 0,23 ^a	1,57 \pm 0,09 ^{ab}	1,79 \pm 0,40 ^b	1,64 \pm 0,29 ^b
Mell izom				
MDA ₀ (μ mol/g)	67,39 \pm 20,75	87,78 \pm 46,84	71,91 \pm 25,91	74,11 \pm 31,62
MDA ₁₅ (μ mol/g)	110,15 \pm 23,78	110,15 \pm 39,74	107,37 \pm 60,91	117,69 \pm 47,53
MDA ₃₀ (μ mol/g)	93,42 \pm 26,76	107,49 \pm 32,18	116,87 \pm 83,55	77,93 \pm 27,53
MDA ₄₅ (μ mol/g)	87,67 \pm 49,90	152,69 \pm 79,04	115,25 \pm 52,59	110,73 \pm 50,08

^{a,b} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a kontroll és vizsgált csoportok között P<0,05 szinten

^{c,d} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a vizsgált csoportok között $P < 0,05$

A mellizom vas-indukálta lipid peroxidációs folyamatok hatására bekövetkező MDA tartalmának emelkedésében egyértelmű dózis-függő eltéréseket nem tapasztaltam. A kiindulási MDA értékek azonban a DDGS bekeverés hatására matematikailag, bár nem szignifikáns mértékben, nagyobbak voltak. Ez az eredmény a DDGS relative nagyobb PUFA tartalmával magyarázható, amely növelheti a húsok oxidatív károsodásokkal szembeni érzékenységét, azaz csökkentheti azok oxidatív stabilitását (Loar et al., 2009b).

A 0-25% DDGS-t tartalmazó takarmánykeverék nyerszsír és zsírsav tartalma valamint a glutation redox rendszer paramétereit közötti szignifikáns korrelációk értékeit a 36. táblázatban mutatom be. A vérplazma GPx aktivitás kizárólag a takarmánykeverék lizin tartalmával áll szoros, negatív korrelációban.

A máj homogenizátumban mért GPx aktivitás ezzel szemben szoros, pozitív korrelációt mutat a takarmány nyerszsír, továbbá szoros, negatív kapcsolatban van a takarmány metionin tartalmával, a metionin/cisztein arányával, valamint az n3 zsírsavak mennyiségével.

A GPx aktivitás növekedésének háttere jelenleg még nem tisztázott, azaz nem egyértelmű, hogy az aktuális energia szükségletnek megfelelő zsírtartalmú takarmány etetése során tapasztalt nagyobb aktivitás arra utal-e, hogy az adott szövet hatékonyabb válaszra képes az oxidatív stressz hatásokkal szemben (Kuratko és Pence, 1991).

A máj homogenizátum GSH tartalma ugyanakkor szoros, pozitív korrelációban van a takarmány nyerszsír, olajsav (C18:1n9c) és MUFA tartalmával. Ezzel szemben szoros, negatív korreláció áll fent a máj homogenizátum GSH tartalma és a takarmánykeverék metionin/cisztein aránya valamint annak eikozatriénsav (C20:3n3) tartalma között.

A GSH tartalom és a negatív kapcsolat a takarmányok metionin mennyiségével, illetve a metionin/cisztein arányával, azzal a jól ismert ténnyel magyarázható, hogy a májban végbemenő GSH szintézis mértékét a takarmányok aktuális metionin és cisztein tartalma jelentős mértékben befolyásolja (Németh et al., 2004).

36. táblázat: Szignifikáns korreláció ($P < 0,05$) a takarmány nyerszsír és zsírsav tartalma valamint a glutation redox rendszer egyes paramétereit között

	<i>Vérplazma</i>	<i>Máj homogenizátum</i>	
	GPx	GSH	GPx
Nyerszsír		0,955	0,983
Lizin	-0,985		
Metionin			-0,982
Metionin/Cisztein		-0,958	-0,995
C18:1n9c		0,960	
C20:3n3		-0,966	
Σ MUFA		0,958	
Σ n3			-0,993

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

3. kísérlet

A növendék pulykákkal végzett első kísérletem során azért döntöttem a 10% mértékű DDGS kiegészítés mellett a nevelés teljes időtartama alatt, mert a korábbi kutatási eredmények alapján nem volt egyértelmű, hogy mi az a maximális mennyiség, ami még nincs negatív hatással a termelési- és húsminőségi paraméterek értékeire.

4.3.1. Termelési paraméterek

A termelési paraméterek értékeinek változását a vizsgált csoportokban a 37. táblázatban mutatom be. A takarmányfogyasztás, a takarmányértékesítés, valamint az elhullás esetében csak a csoportok átlagos értékeit volt módomban feltüntetni, mivel a kísérlet során alkalmazott tartástechnológia jellege miatt egyedi értékek ezeknek a paramétereknek a tekintetében nem voltak mérhetőek.

Az eredmények azt mutatják, hogy a vizsgálat kezdetén (43. napi és 59. napi élősúly) nem volt szignifikáns különbség a kontroll és kezelt csoportok között. A nevelő 1. takarmány etetésének végére azonban, a 72. napi élősúly tekintetében szignifikáns magasabb értéket mutatott a DDGS tartalmú takarmányt fogyasztó csoport. Ez a különbség a későbbiekben, a nevelő 2. takarmány etetésének teljes ideje alatt (87. napi és 105. napi élősúly) megmaradt, azaz szignifikánsan nagyobb élősúlyt mutatott a DDGS-el kiegészített takarmányt fogyasztó csoport a kontrollhoz képest. A befejező 1. takarmány etetésének végén, a 120. napon mért élősúlyban, viszont ismét nem volt kimutatható statisztikailag is igazolható eltérés a két vizsgált csoport között. A befejező 2. takarmány etetésének végén (136. napi élősúly) csak matematikailag, de statisztikailag nem igazolható mértékben nagyobb élősúlyt mértem a 10% DDGS-t tartalmazó takarmánykeveréket fogyasztó csoport esetében a kontrollhoz viszonyítva.

Ennek alapján levonható az a következtetés, hogy a 10% DDGS bekeverése nem befolyásolta a hizlalás teljes időtartama alatt a pulykák testtömegét.

A nevelés teljes időszaka alatt mért *takarmányfogyasztás* megegyezik a B.U.T. 6 hibridre megadott standard értékkel, amelynek alapján a 19. hétre 47,55 kg takarmány/madár takarmányfogyasztás a meghatározott érték. A DDGS kiegészítés, 10% mértékben, tehát érdemben nem befolyásolta a pulykák takarmányfogyasztását.

A *takarmányértékesítés* tekintetében szintén megállapítható volt, hogy annak értéke megegyezik a B.U.T. 6 hibridre megadott standard értékkel, ami a 19. hétre - 2,40 kg/kg (Aviagen Turkeys, 2012). Ebből az a következtetés vonható le, hogy a takarmánykeverék 10% DDGS-el történt kiegészítésének hatására nem növekedett a takarmányértékesítés a standard értékhez képest.

Az *elhullás* mértéke nem haladta meg a 4%-ot, amely a pulykák esetében még elfogadható technológiai maximum, azaz 10%-on belül van.

37. táblázat: Termelési paraméterek értékei a vizsgált csoportokban (átlag \pm SD; n=15/csoport)

	DDGS mennyisége (%)	
	0	10
Élősúly (kg)		
43. nap	3,16 \pm 0,13	3,28 \pm 0,22
59. nap	5,22 \pm 0,55	5,62 \pm 0,53
72. nap	7,17 \pm 0,49 ^a	7,61 \pm 0,54 ^b
87. nap	10,85 \pm 0,71 ^a	11,07 \pm 0,64 ^b
105. nap	13,53 \pm 0,81 ^a	13,85 \pm 0,74 ^b
120. nap	16,71 \pm 0,99	16,72 \pm 1,05
136. nap	19,06 \pm 1,23	19,30 \pm 0,91
Takarmány fogyasztás (kg/madár)		
43 - 136 nap	48,77	46,22
Takarmány értékesítés (kg/kg)		
43 - 136 nap	2,55	2,39
Elhullás (%)		
43 - 136 nap	2,85	3,57

^{a,b} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a csoportok között
P<0,05 szinten

4.3.2. Vágási kihozatal

A 10% DDGS-t tartalmazó takarmánnyal etetett pulykák értékes húsrészeinek mennyiségét a 38. táblázatban mutatom be. A mell-, az alsócomb-, valamint felsőcomb súlya esetében csak a csoportok átlagos értékeit volt módomban feltüntetni, mivel a vágás és darabolás során alkalmazott technológia jellege miatt egyedi értékek ezeknek a paramétereknek a tekintetében nem voltak mérhetőek.

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 grill súly vonatkozásában ez az eltérés statisztikailag is igazolható mértékű volt. A B.U.T. 6 végtermék hibrid termelési paramétereinek meghatározása szerint a 133. napos grill súly 14,70 kg, amelyet a DDGS kiegészítést tartalmazó takarmánykeveréket fogyasztó csoport eredménye túlteljesített. Az eddig megjelent publikációkban nem található olyan eredmény, amely DDGS-t fogyasztó pulykák értékes húsrészeinek arányát vizsgálta, így ez az eredményem újnak tekinthető.

Ennek alapján tehát levonható az a következtetés, hogy a takarmány 10% DDGS tartalma növeli grill súlyt, ami a pulyka hízlalás eredményességét javíthatja.

38. táblázat: 10% DDGS-t tartalmazó takarmány etetésének hatása az értékes húsrészek mennyiségére és arányára pulykában (átlag \pm SD; n=15/csoport)

	DDGS mennyisége (%)	
	0	10
Grill súly (kg)	14,55 \pm 0,90 ^a	14,80 \pm 0,48 ^b
Mell súly (kg)	1,36	1,40
Alsó comb súly (kg)	0,62	0,68
Felső comb súly (kg)	0,90	0,93

^{a,b} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a csoportok között $P < 0,05$ szinten

A 10% DDGS-t tartalmazó takarmánnyal etetett pulykák húsmínőségi paramétereit a 39. táblázatban mutatom be. A vágást követő 45. percben és 24. órában mért *pH* értékek a normál értéktartományban voltak, a vizsgált csoportok között nem volt kimutatható szignifikáns mértékű különbség.

A mellizom felszínén mért objektív szín paraméterek azaz *CIELab* értékek tekintetében sem volt statisztikailag kimutatható eltérés a csoportok között, azonban fontos megjegyezni, hogy matematikailag nagyobb L^* a^* és b^* értékeket mértem a DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó állatok esetében. Az eredmény alapján feltevésem szerint a 10% DDGS kiegészítés még nem volt elegendő ahhoz, hogy szignifikáns hatást gyakoroljon a hús színárnyalatára, de a szakirodalmi adatok és a saját, brojlercsirkékkel végzett kísérleteim során tapasztalt tendencia már ebben az esetben itt is megfigyelhető volt.

A hús víztartó képességének kifejezésére a 96 óra alatt bekövetkező *csepegési veszteség* adatok szolgálnak. A DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoport átlagértéke, nem szignifikáns mértékben, de tendenciaszerűen kisebb volt a kontroll csoportba tartozó pulykák azonos értékeihez képest (39. táblázat).

A DDGS-t tartalmazó takarmánykeveréket fogyasztó csoportokból származó mell izom minták *porhanyóosság* értéke szignifikánsan nagyobb volt, mint a kontroll takarmányt fogyasztó csoportokból származó madarak mellizom mintáinál (39. táblázat).

Ez az eredmény ellentétes a brojlercsirkék esetében kapott eredményekkel, amely arra utal, hogy pulykáknál a 10% mennyiségű DDGS annak ellenére nem csökkentette a porhanyóosságá értékét, hogy a zsírbeépülés mértéke a mellizomban némiképp nagyobb volt a kontrollhoz viszonyítva.

A *sütési veszteséggel* kapcsolatban megállapítottam, hogy a DDGS kiegészítésben részesült csoportban mért értékek szignifikánsan magasabbak a kontroll csoporthoz viszonyítva (39. táblázat). Tekintettel arra, hogy a kezelt csoportból származó mellizom minták nyerszsír tartalma is magasabb a kontroll csoportban mért értékekhez képest, ezért ez az eredmény összhangban áll azzal a megfigyeléssel, hogy a csirke mellizom nyerszsír tartalma közepes, pozitív korrelációban áll a sütési veszteséggel.

39. táblázat: 10% DDGS-t tartalmazó takarmány etetésének hatása egyes húsminőségi paraméterek értékeire pulykában (átlag \pm SD; n1-5 =48/csoport; n6-8=10/csoport)

	DDGS mennyisége (%)	
	0	10
1) pH1	6,05 \pm 0,41	6,14 \pm 0,35
2) pH2	5,74 \pm 0,16	5,66 \pm 0,08
3) L*	51,85 \pm 2,29	52,88 \pm 2,07
4) a*	16,87 \pm 1,21	17,33 \pm 0,96
5) b*	8,79 \pm 1,07	9,76 \pm 0,95
6) Csepegési vesz. 96 h (%)	6,58 \pm 3,18	6,29 \pm 2,17
7) Nyíróerő (kg)	2,64 \pm 0,47 ^a	2,83 \pm 0,51 ^b
8) Sütési vesz. (%)	12,49 \pm 4,26 ^a	13,70 \pm 3,74 ^b

^{a,b} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a csoportok között P<0,05 szinten

4.3.3. Hús kémiai összetétele

A 0-10% DDGS-t tartalmazó takarmánnyal etetett pulykákból származó mellizom minták beltartalmi értékeit a 40. táblázatban mutatom be. Korábbi pulykákkal végzett DDGS etetési vizsgálatok között nem található olyan, amely adatai a hús beltartalom szempontjából összehasonlíthatóak lennének jelen vizsgálatom eredményeivel.

A *szárazanyag tartalmat* - a brojlerekkel végzett kísérletek eredményeihez hasonlóan - ebben az esetben is szignifikánsan befolyásolta a DDGS kiegészítést tartalmazó takarmány fogyasztása. A kezelt csoport átlagértéke ugyanis statisztikailag igazolhatóan nagyobb volt, mint a kontroll csoportban mért érték.

A *nyerszír* tekintetében a kezelt csoport matematikailag, de nem szignifikáns mértékben, nagyobb értéket mutatott a kontroll csoporthoz képest.

A mell izom mintákban mért *nyersfehérje* tartalom vonatkozásában a kezelt és kontroll csoportok eredményei nem különböztek egymástól statisztikailag igazolható mértékben.

A hús minták *hamu* tartalma szignifikánsan nem tért el egymástól a vizsgált csoportokban.

40. táblázat: Mellizom minták beltartalmi értékei (átlag \pm SD; n=10/csoport)

	DDGS mennyisége (%)	
	0	10
Szárazanyag (%)	28,32 \pm 1,26 ^a	29,31 \pm 0,65 ^b
Nyerszír (%)	1,58 \pm 1,16	2,16 \pm 0,97
Nyersfehérje (%)	22,66 \pm 0,56	22,41 \pm 0,44
Hamu (%)	0,95 \pm 0,04	0,94 \pm 0,03

^{a,b} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a csoportok között P<0,05 szinten

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

Pulykával végzett második kísérletem során azért döntöttem a 15% mértékű DDGS kiegészítés mellett a nevelés teljes időtartama alatt, mert a 3. kísérletből valamint szakirodalmi adatokból származó eredmények alapján a 10-20% között lehet az optimális mennyiségű DDGS kiegészítés, amely még nincs negatív hatással a termelési- és húsminőségi paraméterek értékeire.

4.4.1. *Termelési paraméterek*

A termelési paraméterek értékeinek változását a vizsgált csoportokban a 41. táblázatban mutatom be. A takarmányfogyasztás, a takarmányértékesítés, valamint az elhullás esetében csak a csoportok átlagos értékeit volt módomban feltüntetni, mivel a kísérlet során alkalmazott tartástechnológia jellege miatt egyedi értékek ezeknek a paramétereknek a tekintetében nem voltak mérhetőek.

Az eredmények azt mutatják, hogy az élősúly tekintetében a vizsgálat teljes ideje alatt, a 126. napon mért élősúly kivételével, nem volt statisztikailag igazolható különbség a kezelt és kontroll csoportok között. A nevelő 1. fázis végén (70. napi élősúly) matematikailag, de nem szignifikáns mértékben alacsonyabb volt az élősúly átlagértéke a 15% DDGS kiegészítést tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportban a kontrollhoz viszonyítva.

A nevelő 2. fázis végén (98. napi élősúly) viszont a 15% DDGS kiegészítést tartalmazó takarmányt fogyasztó csoport átlagos élősúlya tendenciaszerűen, de nem szignifikáns mértékben nagyobb volt, mint a kontroll.

A befejező 1. fázis végén (126. napi élősúly) viszont szignifikánsan nagyobb volt a 15% DDGS-t tartalmazó csoport esetében, mint az ugyanezen a napon a kontroll csoportban mért átlagos érték.

A befejező 2. fázis végén (140. napi élősúly) viszont a korábban észlelt, statisztikailag is igazolt eltérés, már nem volt kimutatható.

Ennek alapján levonható az a következtetés, hogy a 15% DDGS-t tartalmazó takarmánykeverék etetése nem befolyásolta szignifikáns mértékben a pulykák élősúlyát.

A fázisonkénti illetve kumulált *takarmányfogyasztás* matematikailag alacsonyabb volt ugyan a 15% DDGS-t tartalmazó csoportban a kontroll csoportéhoz képest, a különbség azonban statisztikailag nem volt értékelhető, emellett mindkét csoportban kisebb volt, mint a B.U.T. 6 hibridre megadott standard érték (Aviagen Turkeys, 2012), azaz 20 hétre kumulált összes takarmányfogyasztás: 50,77 kg /madár.

A fázisonkénti illetve kumulált *takarmányértékesítés* viszont némileg meghaladta a forgalmazó által megadott értéket (20. hétre - 2,49) a kontroll csoportban azonban a DDGS kiegészítést fogyasztó egyedek tekintetében matematikailag alacsonyabb értéket számítottunk. Jelen vizsgálat eredményei azonban nehezen hasonlíthatóak össze a korábban publikált adatokkal, tekintettel arra, hogy az egyes vizsgálatok során saját kísérletemtől eltérő mértékű DDGS kiegészítést, illetve eltérő genotípusú és ivarú állatokat vizsgáltak.

Az *elhullás* mértéke jelentősen eltért ugyan a kontroll és a DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportok között, de még utóbbi esetben sem haladta meg a pulykák esetében még elfogadható technológiai maximum (10%) értéket.

41. táblázat: Termelési paraméterek értékei a vizsgált csoportokban (átlag \pm SD; n=15/csoport)

	DDGS mennyisége (%)	
	0	15
Élő súly (kg)		
35.nap	2,30 \pm 0,65	2,27 \pm 0,10
70.nap	8,18 \pm 0,36	8,09 \pm 0,40
98.nap	13,75 \pm 0,30	14,00 \pm 0,25
126.nap	16,15 \pm 0,16 ^a	16,86 \pm 0,24 ^b
140.nap	18,55 \pm 0,58	19,20 \pm 0,68
Takarmány fogyasztás (kg/madár)		
35 - 70 nap	12,85	10,10
70 - 98 nap	12,64	10,71
98 - 126 nap	12,60	10,75
126 - 140 nap	11,87	10,05
35 – 140 nap	49,96	41,61
Takarmány értékesítés (kg/kg)		
35 - 70 nap	2,19	1,72
35 - 98 nap	2,22	1,76
35 - 126 nap	2,70	2,15
35 - 140 nap	2,69	2,17
Elhullás (%)		
35 - 140 nap	4	8

^{a,b} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a csoportok között
P<0,05 szinten

4.4.2. Vágási kihozatal

A 15% DDGS-t tartalmazó, illetve kontroll takarmánnyal etetett pulykák értékes húsrészeinek mennyiségét a 42. táblázaban mutatom be. A vizsgált paraméterek alapján összességében megállapítható, hogy a DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportból származó minták grill súlya és az értékes húsrészek mennyisége nagyobb volt a kontroll csoportban mért értékekhez képest.

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 B.U.T. 6 végtermék hibrid termelési paramétereinek standard értékei szerint (Aviagen Turkeys, 2012) a 140. napos grill súly 15,70 kg, amelyet a DDGS kiegészítést tartalmazó takarmánykeveréket fogyasztó csoport eredménye megközelít. Az eddig megjelent publikációkban azonban nem találtam olyan eredményeket, amelyek DDGS-t fogyasztó pulykák értékes húsrészeinek arányát vizsgálta, így eredményeim ebben a tekintetben újnak tekinthetők.

42. táblázat: 15% DDGS-t tartalmazó takarmány etetésének hatása az értékes húsrészek mennyiségére és arányára pulykában (átlag \pm SD; n=15/csoport)

	DDGS mennyisége (%)	
	0	15
Grill súly (kg)	14,98 \pm 0,85	15,42 \pm 0,64
Mell súly (kg)	4,48 \pm 0,22	4,51 \pm 0,16
Alsó comb súly (kg)	0,90 \pm 0,07	0,93 \pm 0,08
Felső comb súly (kg)	1,29 \pm 0,06 ^a	1,37 \pm 0,06 ^b

^{a,b} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a csoportok között
P<0,05 szinten

A 15% DDGS-t tartalmazó takarmánnyal etetett pulykák húsmínőségi paramétereit a 43. táblázatban mutatom be. A vágást követő 45. percben és 24. órában mért *pH értékek* a normál értéktartományban voltak, a vizsgált csoportok között nem volt kimutatható szignifikáns különbség.

A hús színének meghatározására használt mutatók tekintetében megállapítottam, hogy egyik paraméter (L* a* és b*) esetében sem volt szignifikáns mértékű változás a 15% DDGS -t tartalmazó takarmány fogyasztásának hatására. A korábban, 1-3. kísérletek, bemutatott tendenciát, azaz DDGS kiegészítés hatására a mellizom felszínén mért matematikailag nagyobb L* a* és b* értékek, jelen vizsgálat eredményei nem támasztják alá, amely a jelen kísérlet során alkalmazott DDGS eltérő összetételével, azon belül, az általam nem vizsgált, xantofill tartalmával magyarázható.

A 96 óra alatt bekövetkező *csepegési veszteség* adatok a hús víztartó képességének kifejezésére szolgáló mérőszám. A kezelt és kontroll csoport átlagértékei között szignifikáns eltérés nem volt kimutatható (43. táblázat).

Ez az eredmény egybevág a kisebb mennyiségű (10%) DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó pulykáknál kapott eredményeimmel (3. kísérlet), ahol szintén nem találtam szignifikáns mértékű eltérést. Ennek alapján levonható az a következtetés, hogy a DDGS még 15% mennyiségben a takarmányhoz keverve sincs kedvezőtlen hatással a csepegési veszteségre.

A DDGS-t tartalmazó takarmánykeveréket fogyasztó csoportokból származó mell izom minták *porhanyósság* értéke szignifikánsan nagyobb volt, mint a kontroll takarmányt fogyasztó csoportokból származó madarak mellizom mintáinál (43. táblázat).

Ez az eredmény egybevág a 10% DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó pulykák esetében kapott értékekkel (3. kísérlet), ebben az esetben azonban (15% DDGS) az eredmény magyarázható a mellizom, igaz nem szignifikáns mértékben, de kisebb zsírtartalmával.

A *sütési veszteség* a 15% DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportban statisztikailag igazolhatóan alacsonyabb volt a kontroll csoporthoz képest (43. táblázat).

Ez az eredmény eltérő a kisebb mennyiségű (10%) DDGS bekeverési arány esetében általam (3. kísérleti) tapasztaltakkal, a 15% DDGS bekeverési arány esetében azonban a szignifikáns eltérés

szintén nem magyarázható a szárazanyag (víz) tartalom eltéréseivel a kiegészített és kontroll csoportok között, mivel annak értéke jelen kísérletben közel azonos volt, azaz közel azonos sütési veszteség volt feltételezhető.

43. táblázat: 15% DDGS-t tartalmazó takarmány etetésének hatása egyes húsminőségi paraméterek értékeire pulykában (átlag \pm SD; n=15/csoport)

	DDGS mennyisége (%)	
	0	15
pH1	6,98 \pm 0,36	7,12 \pm 0,23
pH2	6,22 \pm 0,04	6,25 \pm 0,05
L*	61,76 \pm 3,22	58,38 \pm 2,07
a*	15,66 \pm 1,91	15,77 \pm 0,97
b*	9,93 \pm 1,38	9,55 \pm 0,85
Csepegési veszteség 96 h (%)	17,71 \pm 2,29	19,44 \pm 3,09
Nyíróerő (kg)	3,08 \pm 0,60 ^a	3,42 \pm 0,64 ^b
Sütési veszteség (%)	15,73 \pm 2,15 ^a	14,03 \pm 4,30 ^b

^{a,b} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a csoportok között
P<0,05 szinten

4.4.3. Hús kémiai összetétele

A 0, illetve 15% DDGS-t tartalmazó takarmánnyal etetett pulykákból származó mellizom minták beltartalmi értékeit a 44. táblázatban mutatom be. Korábbi pulykákkal végzett DDGS etetési vizsgálatok között nem található olyan, amelynek adatai a hús beltartalom szempontjából összehasonlíthatóak lennének jelen vizsgálatom eredményeivel.

A *szárazanyag tartalmat* - a 3. kísérlettől (10% DDGS bekeverési arány) eltérően - nem befolyásolta szignifikáns mértékben a DDGS kiegészítést tartalmazó takarmány etetése.

A *nyerszír* tekintetében sem állapítható meg szignifikáns mértékű eltérés a vizsgált csoportok átlag értékei között, azaz a 15% DDGS kiegészítés sem befolyásolta lényegesen a zsírbeépülés mértékét a mellizomba.

A mell izom mintákban mért *nyersfehérje* tartalom vonatkozásában a 15% DDGS kiegészítésben részesült csoport szignifikánsan magasabb értéket mutatott a kontroll csoporthoz viszonyítva. Ez az eredmény összefüggésben lehet a takarmány esszenciális aminosav és energia tartalmának arányával, amely ezek szerint, eltérően a 10% DDGS bekeverési aránytól, a 15% mérték mellett érte el a hízópulykák számára kedvezőbb értéket.

Ez a vizsgálati eredményem egyúttal arra is utal, hogy 15% DDGS bekeverési arány hatására javul a pulykahús táplálkozási értéke, annak szignifikáns mértékben nagyobb fehérje tartalma miatt.

A hús minták *hamu* tartalma szignifikánsan nem tért el egymástól a vizsgált csoportokban.

44. táblázat: Mellizom minták beltartalmi értékei (átlag \pm SD; n=10/csoport)

	DDGS mennyisége (%)	
	0	15
Száranyag	25,43 \pm 1,26	25,01 \pm 0,41
Nyerszír	2,34 \pm 0,86	1,60 \pm 0,37
Nyersfehérje	22,67 \pm 0,56 ^a	23,42 \pm 0,23 ^b
Hamu	1,13 \pm 0,05	1,12 \pm 0,02

^{a,b} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a csoportok között P<0,05 szinten

A 0, illetve 15% DDGS tartalmú takarmány etetésének hatását a mell izom zsírsav összetételére a 45. táblázatban mutatom be. 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 a kontroll csoportban mért értékhez képest. 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 szakirodalomban fellelhető adatok között nem található olyan eredmény, amely összevethető lenne jelen vizsgálat eredményeivel. Saját, brojlersirkékkel végzett vizsgálatomból (2. kísérlet) származó eredmények viszont összhangban állnak a pulykák esetében tapasztalt tendenciával a SAT, MUFA és PUFA arányára valamint az n6/n3 arányra vonatkozólag.

45. táblázat: Mellizom minták zsírsav összetétele (zsírsav az összes zsírsav %-ban;

átlag \pm SD; n=6/csoport)

	DDGS mennyisége (%)	
	0	15
Laurilsav(C12:0)	0,041 \pm 0,004	0,033 \pm 0,003
Mirisztinsav(C14:0)	0,859 \pm 0,055	0,730 \pm 0,062
Mirisztoleinsav(C14:1)	0,116 \pm 0,030	0,080 \pm 0,027
Pentadekánsav (C15:0)	0,169 \pm 0,005	0,154 \pm 0,010
Palmitinsav(C16:0)	23,977 \pm 0,817	22,176 \pm 0,790
Palmitoleinsav(C16:1n-7)	2,254 \pm 0,565	1,512 \pm 0,528
Heptadekánsav(C17:0)	0,516 \pm 0,035	0,489 \pm 0,032
Heptadecénsav(C17:1)	0,222 \pm 0,018	0,207 \pm 0,040
Sztearinsav(C18:0)	15,110 \pm 0,920	15,188 \pm 1,101
Olajsav(C18:1 cis)	22,326 \pm 1,730	20,271 \pm 2,364
Linolsav(C18:2 cis)	22,764 \pm 0,716 ^a	26,527 \pm 1,152 ^b
γ-Linolénsav(C18:3n-6)	0,153 \pm 0,012	0,141 \pm 0,011
α-Linolénsav(C18:3n-3)	0,641 \pm 0,069	0,582 \pm 0,069
Eicosadiénsav(C20:2n-6)	0,336 \pm 0,042	0,405 \pm 0,071
Dihomo-γ-linolén-sav (C20:3n-3)	0,672 \pm 0,143	0,648 \pm 0,128
Eikozatriénsav(C20:3n-6)	0,019 \pm 0,006 ^a	0,036 \pm 0,005 ^b
Arachidonsav(C20:4n-6)	7,612 \pm 0,622	8,214 \pm 1,417
Eikozapentaénsav (C20:5n-3)	0,192 \pm 0,025	0,173 \pm 0,030
Dokozapentaénsav (C22:5n-3)	0,808 \pm 0,102	0,909 \pm 0,193
Dokozahexaénsav (C22:6n-3)	1,202 \pm 0,205	1,512 \pm 0,364
ΣSAT	40,677 \pm 1,179 ^a	38,774 \pm 0,813 ^b
ΣMUFA	24,919 \pm 2,269	22,072 \pm 2,906
ΣPUFA	34,402 \pm 1,493	39,153 \pm 2,414
n6/n3	8,783 \pm 0,796	8,986 \pm 1,116

^{a,b} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a csoportok között
P<0,05 szinten

Az eredményekből levonható az a következtetés, hogy néhány zsírsav esetében volt ugyan eltérés a 15% DDGS kiegészítés hatására, de ez összességében nem befolyásolta a pulyka mellizom zsírsav összetételét, így annak feltehetően nincs hatása sem a hús oxidatív stabilitására, sem annak táplálkozási értékére. Ez az eredmény ellentmondani látszik ugyan a DDGS relatív nagyobb PUFA tartalmának, amely növelheti a húsok oxidatív károsodásokkal szembeni érzékenységét, azaz csökkentheti azok oxidatív stabilitását (Loar et al., 2009b), de a húsok PUFA tartalmában az adott bekeverési arány mellett csak mérsékelt növekedés volt kimutatható.

4.4.4. Biokémiai vizsgálatok eredményei

A 0, illetve 15% DDGS tartalmú takarmány etetésének hatását a lipidperoxidációs folyamatokra és a glutation redox rendszer mennyiségére/aktivitására a 46. táblázatban mutatom be.

A *malondialdehid* tartalomban valamennyi vizsgált szövetben (vérplazma, vvs. hemolizátum, máj homogenizátum) szignifikáns eltérés volt kimutatható. A 15% DDGS kiegészítést tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportban nagyobb MDA koncentrációt mértem a kontroll csoporthoz viszonyítva (46.táblázat).

Ennek az eredménynek a hátterében a nagyobb mennyiségű DDGS bekeverése hatására nagyobb mértékű linolsav bevitel állhat, amely többszörösen telítetlen jellege miatt fokozottan érzékeny az oxidatív károsodásokra, így a szervezetben lipidperoxidációs folyamatokat indulálhat.

A vérplazmában és vvs. hemolizátumban mért *glutation* tartalom tekintetében a kezelt csoport átlagértékei szignifikánsan alacsonyabbak voltak a kontroll csoporthoz viszonyítva. A máj homogenizátum glutation tartalma azonban a DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportban szignifikáns mértékben nagyobb volt a kontroll csoportban mért átlagértékhez képest (46. táblázat).

A GSH szintézis elsődleges helye a máj és a vese (Shi et al., 1996), így a vérplazmában és a vörösvérsejtekben kimutatható GSH tartalom változás részben a májban zajló GSH szintézis intenzitását is tükrözi. Saját vizsgálatom eredményei alapján azonban úgy tűnik, hogy bár a májban növekedett a GSH szintézis, amely részben a takarmányok aminosav (Németh et al., 2004), részben energia tartalmával lehet összefüggésben, ez a hatás azonban a periférián még nem jelentkezett.

A vérplazma és vvs. hemolizátum *glutation peroxidáz aktivitása* a 15% DDGS kiegészítést tartalmazó takarmányt fogyasztó csoport esetében kisebb volt, mint a kontroll csoportban, 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 (46. táblázat).

A GPx aktivitás, valamint az aktuális GSH tartalom közötti összefüggést korábban már leírták (Balogh et al., 2007), amelynek oka az enzim alloszterikusan aktiválható jellege, azaz a szubsztrát, jelen esetben a GSH, koncentráció növekedése növeli az enzim aktivitását is.

A mellizom MDA tartalmát illetően a kiindulási értékek nem térnek el egymástól statisztikailag igazolható mértékben. A vas-indukálta lipid peroxidációs folyamat során a 45. percben mért MDA tartalom a DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportban szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a kontrollban (46. táblázat). Ez az eredmény arra utal, hogy a DDGS kiegészítés mértéke, illetve az annak hatására a PUFA tartalomban bekövetkező változások még nem érték el azt a mértéket, amely érdemben megnövelé húsok oxidatív hatásokkal szembeni érzékenységét.

46. táblázat: Malondialdehid (MDA) és redukált glutation (GSH) tartalom, valamint glutation-peroxidáz (GPx) aktivitás a vizsgált szövetekben (átlag \pm SD; n=10/csoport)

	DDGS mennyisége %	
	0	15
Vérplazma		
MDA ($\mu\text{mol/L}$)	7,90 \pm 1,76 ^a	9,85 \pm 1,42 ^b
GSH ($\mu\text{mol/g}$ fehérje)	6,66 \pm 0,60 ^a	5,34 \pm 0,30 ^b
GPx (U/g fehérje)	8,42 \pm 0,99 ^a	7,05 \pm 0,57 ^b
Vvs. hemolizátum		
MDA ($\mu\text{mol/L}$)	8,00 \pm 0,58 ^a	8,98 \pm 0,86 ^b
GSH ($\mu\text{mol/g}$ fehérje)	11,79 \pm 0,71	11,27 \pm 1,40
GPx (U/g fehérje)	7,87 \pm 0,72	6,80 \pm 2,21
Máj homogenizátum		
MDA ($\mu\text{mol/g}$)	6,80 \pm 2,28	7,59 \pm 1,00
GSH ($\mu\text{mol/g}$ fehérje)	0,91 \pm 0,13 ^a	1,47 \pm 0,46 ^b
GPx (U/g fehérje)	0,63 \pm 0,17 ^a	0,96 \pm 0,22 ^b
Mell izom		
MDA ($\mu\text{mol/g}$)		
0. perc	22,95 \pm 9,54	29,08 \pm 7,81
45. perc	54,78 \pm 50,62 ^a	30,60 \pm 11,03 ^b

^{a,b} Azonos sorban eltérő betűjelzés szignifikáns különbséget jelent a csoportok között P<0,05 szinten

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

5.1. 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 elfogadható és negatív súlybeli változás nélkül tolerálható az állatok számára, azonban az ennél nagyobb mennyiségben DDGS-t tartalmazó takarmány fogyasztása már szignifikáns mértékben csökkenti az élősúlyt.

A takarmányfogyasztás és takarmányértékesítés tekintetében az a következtetés vonható le, hogy 15% bekeverési mennyiség felett DDGS-t tartalmazó takarmány hatására számottevően nő mind az elfogyasztott takarmány mennyisége, mind a takarmányértékesítés, amely megállapítás statisztikailag ugyan nem volt igazolható, de a rendelkezésre álló szakirodalmi adatok alátámasztják ezt a következtetést.

Korábbi kutatási eredmények és saját vizsgálataim alapján is megállapítható volt, hogy a DDGS kiegészítés nem befolyásolja az elhullás mértékét.

5.2. Húsminőségi paraméterek változása brojlercsirkékben

DDGS-t tartalmazó takarmány fogyasztás hatására bizonyos 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, mint például a marhahús esetében, mivel szinte minden esetben a fogyasztó számára kedvezőnek ítélt tartományban található.

A víztartó képességet a DDGS tartalmú takarmány etetése szignifikáns mértékben növelte, ezért ebben a tekintetben akár a 25%-os kiegészítés is elfogadható lenne. A csirkemell színének a* és b* értékeit, azaz a pirosságot és sárgaságot kifejező adatok a DDGS tartalom emelésével növekvő tendenciát mutatnak. Fontos megjegyezni továbbá, 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.

5.3. 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.

5.4. Termelési paraméterek változása pulykában

Pulykákkal végzett kísérleteim alapján 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 értékesítése, amely megállapítás statisztikailag ugyan nem igazolt a rendelkezésre álló adatok alapján.

Brojlercsirkéhez hasonlóan saját vizsgálataim alapján is megállapítható volt, hogy a DDGS kiegészítés nem befolyásolja az elhullás mértékét pulyka fajban sem.

5.5. Húsminőségi paraméterek változása pulykában

DDGS-t eltérő mennyiségben tartalmazó takarmány etetésének hatására bizonyos húsminőségi paraméterek tekintetében szignifikáns változás mutatkozik. A pulykamell színének piros és sárga szín árnyalatát szignifikánsan emelte a DDGS-t tartalmazó takarmány fogyasztása, ami javítja annak fogyasztói minőségét.

A víztartó képességet a DDGS kiegészítést tartalmazó takarmány etetése befolyásolta, 10%-os szint mellett csökkentette, 15% mértékű kiegészítés esetében azonban már növelte. A DDGS kiegészítés hatására a pulykamell zsírsav összetétele, bár nem szignifikáns mértékben, de a telítetlen zsírsavak arányába tolódott el, ami a lipidperoxidációs folyamatokra, azaz a hús oxidatív stabilitására is hatással lehet.

5.6. 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 aktivitással kapcsolatban is, amelynek oka az eltérő mennyiségű ko-subsztrát 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.

5.7. 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.

6. 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 húsmínőségi 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.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Az 1950-es évektől kezdődően mutatkozott érdeklődés a gabonából készített etanol gyártás során képződő melléktermék felhasználásával kapcsolatban. Ebben az időben a szesziparból származó törköly jelentette az elsődleges kibocsátási forrást, az 1980-as évektől kezdődően azonban az üzemanyag célú bioetanol előállítás átvette a terelés volumenét. A takarmányipar számára mindig is fontos mellékterméknek minősült a gabona törköly, amely elsősorban a kérődzők takarmány keverékébe illeszthető be kedvezően, és az állatok által is szívesen fogyasztott takarmány.

A korai 50-es évektől kezdve egészen napjainkig folytattak vizsgálatok arra vonatkozóan, hogy szarvasmarha, sertés és baromfi fajok takarmányába milyen maximális mennyiségben adagolható a melléktermék, amely még nem idéz elő termelésesökkenést. Ezen túlmenően a húsminőség egyes elemeinek módosulását is figyelemmel kísérték, tekintettel arra, hogy a DDGS magas telítetlen zsírsav tartalma miatt a szalonna és esetleg az izomszövet textúráját is megváltoztathatja.

Az USA-ban a 90-es évek második felétől ugrásszerűen emelkedett a bioetanol előállítás, ezzel együtt a DDGS kibocsátás is. Az így létrejött takarmány alapanyag felhasználása innentől fogva nem csak lehetőség, de szükséges lépés is volt. Azon túlmenően, hogy hatalmas mennyiségben volt jelen a piacon, tehát könnyen beszerezhető volt, ezzel együtt a kukorica illetve szója kiváltására is alternatívaként szolgált.

Annak ellenére, 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 baromfi fajok esetében. Kutatásomban ezért célul tűztem ki, hogy brojlercsirkére és pulykára meghatározzam a DDGS etehetőségének ésszerű és a gyakorlatban is alkalmazható mennyiségét.

Vizsgálataim egyik célkitűzése az volt, hogy választ találjak arra a kérdésre, hogy a DDGS milyen mennyiségben keverhető brojlercsirkék és pulykák takarmányába a termelési paraméterekben kimutatható negatív változások nélkül. Céлом volt vizsgálni továbbá, hogy a növekvő mértékű DDGS kiegészítés milyen hatással van a húsminőségi és lipidperoxidációs paraméterekre brojlercsirke és pulyka mellizomban.

Brojlercsirkékkel végzett kísérleteimet ROSS 308 kakasokkal, hízópulykákkal végzett kísérleteimet pedig B.U.T. 6 bakokkal folytattam.

Az állatok a kísérleti időszakok során *ad libitum* fogyaszthattak takarmányt és ivóvizet. Valamennyi kíséretem során az állatokat mélyalmos tartásban tartottam, a vonatkozó állatvédelmi előírások betartásával.

Brojlercsirkékkel végzett kísérleteim eredményei alapján megállapítottam, hogy a DDGS kiegészítés szignifikáns hatással van az élősúlyra. A 15%-os kiegészítés a nevelés teljes ideje alatt (42 nap) elfogadható és negatív súlybeli változás nélkül tolerálható az állatok számára, azonban az

ennél nagyobb mennyiségben DDGS-t tartalmazó takarmány fogyasztása már szignifikáns mértékben csökkenti az élősúlyt.

A takarmányfogyasztás és takarmányértékesítés tekintetében arra a következtetésre jutottam, hogy a 15% felett DDGS-t tartalmazó takarmány hatására számottevően nő mind az elfogyasztott takarmány mennyisége, mind a takarmány értékesítése, amely megállapítás statisztikailag ugyan nem volt igazolható a rendelkezésre álló adatok alapján, de ezt a következtetést szakirodalmi adatok is alátámasztják.

Megállapítottam továbbá, összhangban a korábbi kutatási eredményekkel, hogy a DDGS kiegészítés brojlercsirkénél nem befolyásolja az elhullás mértékét.

A húsminőségi paraméterekkel kapcsolatban megállapítottam, hogy a víztartó képességet a DDGS tartalmú takarmány etetése szignifikáns mértékben csökkentette, ezért ebben a tekintetben akár a 25%-os kiegészítés is elfogadható. A csirkemell színének CIELab a* és b* értékeit, azaz a pirosságot és sárgaságot kifejező adatok, a takarmány DDGS tartalmának emelésével növekvő tendenciát mutatnak. Ez az eltérés azonban minden DDGS tétel esetében eltérő lehet, mivel az aktuális színanyag (xantofill) tartalom függvénye, amely viszont jelentős mértékben eltérő lehet.

A 0-25% DDGS tartalmú takarmány etetésének hatására a lipid peroxidációs 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, de a vvs. hemolizátumban és a májban nőtt a DDGS kiegészítés hatására. A glutation peroxidáz aktivitás a vérplazmában dóziszfüggően csökkent, míg a májban nőtt, amely a takarmányok 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.

Pulykákkal végzett kísérleteimeredményei alapján megállapítottam, hogy a DDGS kiegészítés hatására, 10%, illetve 15% mennyiségben, szignifikáns mértékben növeli az élősúlyt.

A takarmányfogyasztást és takarmányértékesítést még a 15% DDGS-t tartalmazó takarmány etetése sem befolyásolta. Ez a megállapítás a rendelkezésre álló adatok alapján statisztikailag ugyan nem volt igazolható, de ezt a következtetést korábbi szakirodalmi adatok is alátámasztják.

A DDGS kiegészítés 10%, illetve 15% mennyiségben pulykában sem befolyásolta az elhullás mértékét.

DDGS-t tartalmazó takarmány fogyasztás hatására a húsminőségi paraméterek közül szignifikáns mértékben nőtt a pulykamell színének piros és sárga szín árnyalata

A hús víztartó képességét a DDGS kiegészítést tartalmazó takarmány etetése 10% mennyiségben csökkentette, 15% mennyiségnél azonban már növelte. DDGS hatására a pulykamell zsírsav összetétele a telítetlen zsírsavak arányába tolódott el.

A 15% DDGS tartalmú takarmány etetésének hatására a malondialdehid tartalom valamennyi vizsgált szövetben (vérplazma, vvs. hemolizátum, máj homogenizátum) szignifikáns mértékben nőtt, amelynek oka a DDGS nagy mennyiségű linolsav tartalma lehet.

A vérplazma és vvs. hemolizátum glutation tartalma a DDGS kiegészítés hatására szignifikánsan csökkent, míg a máj homogenizátumban nőtt. Ennek oka az etetett takarmányok részben eltérő aminosav és energia tartalma lehet, amely a májban igen, a periférián azonban nem jelentkezik. Hasonló tendenciájú változásokat figyeltem meg a glutation peroxidáz aktivitásban is, amelynek oka az eltérő mértékű glutation szintézis lehet.

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

8. SUMMARY

From the 1950s there was interest about the use of by-products from cereal ethanol industry. In these ages the beverage alcohol industry was the primary source of DDGS, however from the 1980s the bio-ethanol industry took over the production. DDGS was a highly preferred feedstuff, which can be easily use in the feeding of ruminants and it was preferably to consume by the animals

From the early '50s till present besides ruminants, investigations were conducted with pig and poultry as well to evaluate the maximum inclusion rate of DDGS which not affect negatively the performance traits. Beyond these changes some meat quality parameters were also monitored considering the high PUFA content of DDGS which may reduce the texture of lard and muscle.

In the USA from the middle '90s bio-ethanol industry and thus the DDGS production raised fastly. From that period the use of DDGS was not just an option but a necessary issue. There was a huge amount of the by-product available in the market therefore the purchase was easy so DDGS can be use to replace corn or soybean meal.

In spite of the 50 years investigations about DDGS as feed ingredient, still not clear all aspects of its application to the performance traits and meat quality parameters, especially in poultry species. Therefore the main purpose of my investigations were to evaluate the reasonable and widely usable amount of DDGS can be incorporated into broiler chicken and turkey diets.

My research focused on evaluation of the effect of different amount of DDGS included in the diet of broiler chicken and turkey without negative effects on performance traits. Moreover my aim was to investigatethe effect of DDGS inclusion on breast meat quality and lipidperoxidation parameters of broiler chicken and turkey.

Experiments with broiler chicken were carried out with ROSS 308 cockerels, and with B.U.T. 6 toms.

Cockerels and toms were reared up in deep litter condition and the feed and water were given *ad libitum*. The experimental protocol of each investigation meets with the standard criteria of Scientific Ethics Committee for Animal Experiments of Szent István University.

Results of experiments with broiler chicken showed that DDGS inclusion has a significant impact on live weight. Moderate, 15%, inclusion rate has no adverse effect on body weight during the whole rearing period (42 days), however higher inclusion rate may decrease body weight.

As expected, feed consumption and feed conversion ratio (FCR) increase as the DDGS inclusion in the diet increase above the 15% DDGS level. These results statistically not proven according to the available dataset, but previous results are in agreement with these observations.

Mortality was not affected by the increasing amount of DDGS level that conclusion is parallel with previous studies.

Considering meat quality, it was found that DDGS water-holding capacity of meat is significantly reduced as the DDGS level increased in the diet up to 25% therefore this parameter is not a limiting factor in the inclusion rate. Among chicken breast meat colour parameters the CIELab a* as redness and b* as yellowness values are tend to increase as DDGS inclusion level increase. Worthy of note that different DDGS samples has different xanthophyll content – with high variance - which result different impact on breast meat colour.

There was no measurable differences malondialdehyde, meta-stable end-product of lipid peroxidation, content in the different tissues (blood plasma, red blood cell haemolysates, liver homogenate) of broiler chicken fed with diet containing 0-25% DDGS. Glutathione content of blood plasma did not differ significantly among the treatment groups but in red blood cell haemolysates it was significantly higher in groups fed DDGS containing diets at 20% and 25% inclusion levels with higher lysine and methionine+cysteine content. In liver homogenate GSH content showed dose-dependent increase with DDGS inclusion level and with increase of lysine and methionine+cysteine content. Glutathione peroxidase activity in blood plasma was lower at 20 and 25% DDGS inclusion level as compared to control and showed parallel tendency with the decrease of lysine/methionine ratio in the diet. However, it did not differ significantly in red blood cell haemolysates, but was not dose-dependently higher in all of the DDGS containing diets with amino acid supplementation fed groups as compared to the control in the 10,000 g supernatant fraction of liver homogenate.

MDA content of chicken breast meat did not show dose-dependent increase regarding the increasing DDGS level, thus there was not affected the meat oxidative stability.

Results of the experiments with turkey toms showed that DDGS has a significant impact on live weight. Moderate, 10% or 15%, inclusion rate in the grower-finisher diets have no adverse effect on body weight even it can be increase the live weight.

Experiments with turkeys revealed that feed consumption and feed conversion ratio (FCR) are not affected by DDGS inclusion in the diet. These results not proven statistically according to the available dataset although this are in agreement with previous observations.

Mortality was not affected by the moderate amount of DDGS level which is parallel with previous broiler chicken and turkey studies.

Considering meat quality, it is assumed that DDGS has a significant effect on breast meat colour parameters, for instance significantly increased the a* as redness and b* as yellowness values Water-holding capacity is affected by feeding DDGS containing diet, 10% inclusion level reduced, however 15% inclusion level increased the drip loss. Therefore further investigation should take to define the DDGS level which does not negatively affect water-holding capacity.

Feeding 15% DDGS containing diet significantly increased malondialdehyde content in all of the examined tissues (blood plasma, red blood cell haemolysates, liver homogenate), because of the high linoleic acid content of DDGS.

Glutathione content of blood plasma and red blood cell haemolysates significantly decreased, although in liver homogenate increased. Different amino acid and energy content of the diets what appears in the liver but not in the periphery may caused the difference among the tissues. Different rate of glutathione synthesis can be a reason to similar changes showed in the glutathione peroxidase activity.

MDA content of turkey breast meat did not affected by the moderate DDGS inclusion level in the diet, so 15% DDGS inclusion level does not affected the breast meat oxidative stability.

M1. Irodalomjegyzék

1. 574/2011 EU rendelet. A Bizottság 574/2011/EU rendelete (2011. június 16.) a 2002/32/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv I. mellékletének a nitrit, a melamin és az *Ambrosia* spp. maximális szintjének, valamint bizonyos kokcidiosztatikumok és hisztomonosztatikumok átvitelének tekintetében történő módosításáról, továbbá az irányelv I. és II. mellékletének egységes szerkezetbe foglalásáról. HL L 159., 2011.6.17., 7—24.
2. 2006/576/EK ajánlás. A Bizottság 2006/574 ajánlása (2006. augusztus 17.) a deoxinivalenol, a zearalenon, az ochratoxin-A, a T-2, a HT-2 és a fumonizinek állati takarmányozásra szánt termékekben való előfordulásáról. HL L 229/7, 1-4.
3. 2013/165/EU ajánlás. A Bizottság 2013/165/EU ajánlása (2013. március 27) a T-2 és HT-2 toxin gabonamagvakban és gabona termékekben való előfordulásáról. HL L 91/12 12-16.
4. Anderson, J.L., D.J . Schingoethe, K.F. Kalscheur, A.R. Hippen. 2006. Evaluation of dried and wet distillers grains included at two concentrations in the diets of lactating dair y cows. *J. Dairy Sci.*, 89:3133-3142.
5. Applegate, T.J., Troche, C., Jiang, Z., Johnson, T. 2009. The nutritional value of high protein corn distillers dried grains for broiler chickens and its effect on nutrient excretion. *Poult. Sci.* 88: 354-359.
6. Aviagen Group 2009. ROSS 308 Broiler Management manual.
7. Aviagen Group 2012. ROSS 308 Broiler Performance Objectives manual.
8. Aviagen Turkeys. Management Essentials fro Commercial Turkeys manual.
9. Aviagen Turkeys 2012. B.U.T. 6 Commercial Performance Objectives manual.
10. Babcock, B.A., Hayes, DJ.,Lawrence, J.D. (eds) 2008. Using Distillers Grains in the U.S. and international livestock and poultry industry. Midwest Agribusiness Trade Research and Information Center. First Edition, Ames, Iowa.
11. Balogh, K., Weber, M., Erdélyi, M., Mézes, M. 2007. Investigation of lipid peroxide and glutathione redox status of chicken concerning on high dietary selenium intake. *Acta Biol. Hung.* 58: 269–279.
12. Batal, A., Dale, N. 2003. Mineral composition of distillers dried grains with solubles. *J. Appl. Poult. Res.* 12: 400–403.
13. Batal, A.B., Dale, N.M. 2004. True metabolizable energy and amino acid digestibility of distillers dried grains with solubles. Joint Annual Meeting abstract pp 317-318.
14. Batal, A.B., Dale, N.M.. 2006. True metabolizable energy and amino acid digestibility of distillers dried grains with solubles. *J. Appl. Poult. Res.* 15: 89–93.
15. Belyea, R.L., K. D. Rausch, M. E. Tumbleson. 2004. Composition of corn and distillers dried grains with solubles from dry grind ethanol processing. *Biores. Technol.* 94: 293-298.

16. Bregendahl, K. 2008. Use of distillers co-products in diets fed to poultry. In: Using distillers grains in the U.S. and international livestock and poultry industry. Chapter 5, Midwest Agribusiness Trade Research and Information Center. First Edition, Ames, Iowa.
17. Canh, T.T., A.J.A. Aarnink, J.B. Schutte, A. Sutton, D.J. Langhout, M.W.A. Verstegen. 1998a. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing–finishing pigs. *Livest. Prod. Sci.* 56: 181–191.
18. Canh, T.T., A.J.A. Aarnink, M.W.A. Verstegen, J.W. Schrama. 1998b. Influence of dietary factors on the pH and ammonia emission of slurry from growing–finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 76: 1123–1130.
19. Carlson, D., Poulsen, H. D. 2003. Phytate degradation in soaked and fermented liquied feed-effect of diet, time of soaking, heat treatment, phytase activity, pH and temperature. *Anim. Feed Sci.Technol.*103: 141 – 154.
20. Choi, H.S., Lee, H.L., Shin, M.H., Cheorun, J., Lee, S.K., Lee, B.D. (2008) Nutritive and economic values of corn Distiller's Dried Grains with Solubles in broiler diets. *Asian- Austr. J.Anim.l Sci.*21: 414-419.
21. Corzo, A., M. W. Schilling, R. E. Loar II, V. Jackson, S. Kin, and V. Radhakrishnan. 2009. The effects of feeding distillers dried grains with solubles on broiler meat quality. *Poult. Sci.* 88:432-439.
22. Couch, J.R., A.A. Kurnick, R.L. Svacha and B.L. Reid, 1957. Corn distillers dried solubles in turkey feed - summary and new developments. In: Proceedings Distillers Feed Research Council Conference, pp: 71-81.
23. Council for Agriculture Science and Technology (CAST) (1989): Economic and Health Risks. Task Force Report No. 116, Ames, pp. 123.
24. Cromwell, G.L., K.L. Herkelman, T.S. Stahly. 1993. Physical, chemical, and nutritional characteristics of distillers dried grains with solubles for chicks and pigs. *J. Anim. Sci.* 71: 679–686.
25. Dairy One Forage Lab. 2011. Valores acumulados desde el 01/05/2000 hasta el 30/04/2011. Disponible online: <http://www.dairyone.com> . Acceso noviembre 2011.
26. Dale N., Batal A. B. 2005. Distiller's grains: Focusing on quality control. Poultry Science Department, University of Georgia, Athens, WATT Poultry USA, August, 2005.
27. Dworschák E., Lugasi A., Blázovics A., Biró Gy., Biacs P., Zsinka Á. (1988): Szabadgyök reakciók vizsgálata húsipari termékekben. *Élelmezési Ipar* 42: 342-345.
28. Ergul T., C. Martinez-Amezcuca, C. M. Parsons, B. Walters, J. Brannon and S. L. Noll 2003. Amino acid digestibility in corn distillers dried grains with solubles. *Poult. Sci.* 82 (Suppl.1): 70. (Abstract).
29. EU 2003. Az Európai Parlament és a Tanács 1829/2003/EK rendelete a géntechnológiával módosított élelmiszerekről és takarmányokról. HL 268/1

30. Fastinger, N.D., J.D. Latshaw, D.C. Mahan. 2006. Amino acid availability and true metabolizable energy content of corn distillers dried grains with sSolubles in adult cecectomized roosters. *Poult. Sci.* 85: 1212–1216.
31. Foltyn M., Rada V., Lichovnikova M., Dračková E. 2013. Effect of corn DDGS on broilers performance and meat quality. *Acta Univ.Agric. Silvicult. Mendelianae Brunensis* 61: 59-64.
32. Fontaine, J. U. Zimmer, P.J. Moughan, S.M. Rutherford. 2007. Effect of heat damage in an autoclave on the reactive lysine contents of soy products and corn distillers dried grains with solubles: Use of the results to check on lysine damage in common qualities of these ingredients. *J. Agric. Food Chem.* 55: 10737–10743.
33. Fox J. A. 2009. Export markets for distillers grains. Kansas State University Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension Service.
34. Goodwin, T. W. (1984). *The Biochemistry of the Carotenoids*. 2nd Edition, Vol. 2, Animals, Chapman & Hall, London.
35. Hong E. C., W. T. Chuang, G. H. Kang, H. D. Park, O. S. Suh, J. C. Na, W. Kim, W. G. Nho, J. Hwangbo 2008. Evaluation of true metabolizable energy and the effect of corn distillers dried grains with solubles in the diets on broiler performance and nutrient availability. *Korean J. Poult. Sci.*35: 381-389.
36. Isler, O. 1971. *Carotenoids*. Birkhauser Verlag, Basel.
37. Kerrer, P., Jucker, E. 1950. *Carotinoids*. Elsevier, New York.
38. Kim, E. J.,C., Martinez-Amezcu, P. L. Utterback, C.M. Parsons 2008. Phosphorus bioavailability, true metabolizable energy, and amino acid digestibilities of high protein corn distillers dried grains and dehydrated corn germ. *Poult. Sci.* 87: 700-705.
39. Klasing, K. C., Austic, R.E. 2003. *Nutritional Diseases*. In: Y.M. Saif (ed.): *Diseases of Poultry*, 11th ed.,... Iowa State University Press, Ames, IA:. pp. 1027–1053
40. Kuratko, C., Pence, B.C. 1991. Changes in colonic antioxidant status in rats during long-term feeding of different high fat diets. *J. Nutr.* 121: 1562-1569.
41. Leeson, S., G. Diaz, J.D. Summers. 1995. *Poultry Metabolic Disorders and Mycotoxins*. University Books, Guelph.
42. Leeson, S.,Caston, L. 2004. Enrichment of eggs with lutein. *Poult. Sci.* 83: 1709 – 1712.
43. Leeson, S., Summers, J. D. 2005. *Commercial poultry nutrition*, 3rd ed, University Books, Guelph.
44. Lesiak M.T., Olsen, D.G. Lesiak, C.A. Ahn D.U.. 1995. Effect of postmortem temperature and time on the water-holding capacity of hot-boned turkey breast and thigh muscle. *Meat Sci.* 43: 51-60.
45. Leske, K.L., O. Akavanichan, T.K. Cheng, C.N. Coon. 1991. Effect of ethanol extract on nitrogen-corrected true metabolizable energy for soybean meal with broilers and roosters. *Poult. Sci.* 70: 892–895.

46. Liu, N., Ru, Y. J., Tang, D. F., Xu, T. S., Partridge, G. G. 2010. Effect of corn distiller dried grains with solubles and xylanase on growth performance and digestibility of diet components in broilers. *Anim. Feed Sci. Technol.* 163: 260-266.
47. Loar II R. E., R. Srinivasan, M. T. Kidd, W. A. Dozier, A. Corzo 2009a. Effects of elutriation and sieving processing (Elusieve) of distillers dried grains with solubles on the performance and carcass characteristics of male broilers. *J. Appl. Poult. Res.* 18: 494-500.
48. Loar, R.E., Schilling, M.W., Corzo, A. 2009b. Organoleptic and compositional effects of feeding distillers dried grains with solubles on broiler meat. *Poult. Sci.* 88: (Suppl. 1), 149 (Abstract M53).
49. Lumpkins, B.S., A.B. Batal, N.M. Dale. 2004. Evaluation of distillers dried grains with solubles as a feed ingredient for broilers. *Poult. Sci.* 83: 1891–1896.
50. Lumpkins B. S., A. B. Batal 2005. The bioavailability of lysine and phosphorus in distillers dried grains with solubles. *Poult. Sci.* 84: 581-586.
51. Martinez-Amezcuca, C., C.M. Parsons, V. Singh, R. Srinivasan, G. S. Murthy. 2007. Nutritional characteristics of corn distillers dried grains with solubles as affected by the amounts of grains versus solubles and different processing techniques. *Poult. Sci.* 86: 2624–2630.
52. Martinez Amezcuca, C., C.M. Parsons, S.L. Noll. 2004. Content and relative bio-availability of phosphorus in distillers dried grains with solubles in chicks. *Poult. Sci.* 83: 971–976.
53. Morrison, W.R., Smith, L.M. 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethyl acetals from lipids with boron trifluoride-methanol. *J. Lipid Res.* 5: 600-608.
54. MSz 19928-86 Magyar Szabvány (1986): Zsírsvemetilésztetek előállítása gázkromatográfiás vizsgálatok céljára.
55. MSZ 5874/8-78. Magyar Szabvány. A húskészítmények vizsgálati módszerei. Fehérjetartalom meghatározása.
56. MSZ ISO 1442:2000: Magyar Szabvány. Hús és hústermékek. A nedvességtartalom meghatározása (Referencia Módszer).
57. MSZ ISO 1443:2002: Magyar Szabvány. Hús és húskészítmények. Az összes zsírtartalom meghatározása.
58. MSZ ISO 936. Magyar Szabvány. Hús és húskészítmények. Az összes hamu meghatározása.
59. Murthy, G. S., Townsend, D. E., Meerdink, G. L., Bargren G. L., Tumbleson, M. E. Singh, V. 2005. Effect of aflatoxin B1 on the dry-grind ethanol process. *Cereal Chem.* 82: 302 – 304.
60. Nelson, T. S. 1967. The utilization of phytate phosphorus by poultry: A review. *Poult. Sci.* 46: 862 – 871.
61. Nelson, T. S., Ferrara, L. W. Storer, N. L. 1968. Phytate phosphorus content of feed ingredients derived from plants. *Poult. Sci.* 47: 1372 –1374.

62. Németh, K., Mézes, M., Gaál, T., Bartos, Á., Balogh, K., Husvéth, F. 2004. Effect of supplementation with methionine and different fat sources on the glutathione redox system of growing chickens. *Acta Vet. Hung.* 52: 369–378.
63. Noll, S.L., J. Brannon, J. L. Kalbfleisch, K. D. Roberson 2005. Metabolizable energy value for corn distillers dried grains with solubles in turkey diets. *Poult. Sci.* 84 (suppl.1) Abstract.
64. Noll, S.L., J. Brannon, C. Parsons. 2007. Nutritional value of corn distiller dried grains with solubles (DDGS): Influence of solubles addition. *Poult. Sci.* 86 (Suppl. 1): 68 (Abstract).
65. Noll, S.L., C. Parsons, W. Dozier III. 2007. Formulating poultry diets with DDGS – How far can we go? *Proc. 5th Mid-Atlantic Nutrition Conference, College Park, MD*, pp. 91–99.
66. Nyoka, R. 2010. Fat and rumen undegradable protein for grazing cows: effect on composition of milk and quality of cheese. M.Sc. Thesis. South Dakota State University.
67. Ouart, M.D., D.E. Bell, D.M. Janky, M.G. Dukes, J.E. Marion. 1988. Influence of source and physical form of xanthophyll pigment on broiler pigmentation and performance. *Poult. Sci.* 67: 544–548.
68. Owens, T.M. 2009. Risk of milk fat depression for dairy cows fed high moisture corn and distillers grains in diets containing monensin. Ph.Sc. Thesis. South Dakota State University.
69. Pahm A. A., C. S. Scherer, J. E. Pettigrew, D. H. Baker, C. M. Parsons, H. H. Stein 2009. Standardized amino acid digestibility in cecotomised roosters and lysine bioavailability in chicks fed distillers dried grains with soluble. *Poult. Sci.* 88: 571-578.
70. Parsons C. M., D. H. Baker J. M. Harter 1983. Distillers dried grains with solubles as a protein source for the chick. *Poult. Sci.* 62: 2445-2451.
71. Parsons, C.M., C. Martinez, V. Singh, S. Radhakrishnan, S. Noll. 2006. Nutritional Value of conventional and modified DDGS for poultry. Multi State Poultry Nutrition and Feeding Conference, Indianapolis, IN. /www.ddgs.umn.edu/articles-poultry/2006-Parsons-%20Nutritional%20value%20of%20conventional--.pdf (accessed May 14, 2008).
72. Perez-Vendrell, J., Hernandez, M., Llaurodo, L., Schierle, J. Braufau, J. 2001. Influence of source and ratio of xantofills pigments on broiler chicken pigmentation and performance. *Poult. Sci.* 80: 320 – 326.
73. Pineda, L., S. Roberts, B. Kerr, R. Kwakkel, M. Verstegen, K. Bregendahl. 2008. Maximum dietary content of corn dried distiller's grains with solubles in diets for laying hens: Effects on nitrogen balance, manure excretion, egg production, and egg quality. Iowa State University Animal Industry Report 2008, Iowa State University, Ames.
74. Pomeranke, J.M., L.W.O. Souza, G.C. Shurson. 2010. Concentrations of β -glucans and mannan-oligosaccharides in corn dried distillers grains with solubles (DDGS) and its relationship to fiber components. *J. Anim. Sci.* 88 (E-suppl. 3) p. 206.
75. Potter, L. M., 1966. Studies with distillers feed in turkry rations. *Proc. Distinguished Feed Research Council* 21: 47-51.

76. Ranathunga, S.D., K.F. Kalscheur, A.R. Hippen., D.J. Schingoethe. 2010. Replacement of starch from corn with nonforage fiber from distillers grains and soyhulls in diets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93: 1086-1097.
77. Renewable fuels association, 2013 Ethanol industry outlook.
78. Roberson, K.D. 2003. Use of distiller's grains with solubles in growing-finishing diets of turkey hens. *Int. J. Poult. Sci.* 2: 389-393.
79. Roberson, K.D., J.L. Kalbfleisch, W. Pan, R.A. Charbeneau. 2005. Effect of corn distiller's dried grains with solubles at various levels on performance of laying hens and egg yolk color. *Int. J. Poult. Sci.* 4: 44-51.
80. Roberts, S.A., H. Xin, B.J. Kerr, J.R. Russell, K. Bregendahl. 2007a. Effects of dietary fiber and reduced crude protein on ammonia emission from laying-hen manure. *Poult. Sci.* 86: 1625-1632.
81. Roberts, S.A., H. Xin, B.J. Kerr, J.R. Russell, K. Bregendahl. 2007b. Effects of dietary fiber and reduced crude protein on nitrogen balance and egg production in laying hens. *Poult. Sci.* 86: 1716-1725.
82. Royón, F.D., Á. García., K. A. Rosentrater. 2012. Composition of fat in distiller grains. *Agric. Biosystems Eng.* 2012-02.
83. Royón, F.D., Á. García. 2012. Características de los lípidos en los granos de destilería. *Sitio Argentino de Producción Animal*. Disponible online: http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/66-lipidos_destileria.pdf
84. Runnels T.D., 1966. The biological nutrient availability of corn distillers dried grains with solubles in broiler feeds. *Proc. Distillers Res. Council*, 21: 11-15. Cincinnati.
85. Runnels T.D., 1968. Effective levels of distillers feeds in poultry rations *Proc. Distillers Res. Council*, 23: 15-22. Cincinnati
86. Salim, H. M., Z. A. Kruk, B. D. Lee 2010. Nutritive value of corn distillers dried grains with solubles as an ingredient of poultry diets: A review. *World's Poult. Sci. J.* 66:411-430.
87. Sanz, M., Flores, A., Lopez-Bote, C.J.(2000): The metabolic use of energy from dietary fat in broilers is affected by fatty acid saturation. *Br. Poult. Sci.* 41: 61-68.
88. Sibbald, I.R. 1976. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. *Poult. Sci.* 55: 303-308.
89. Sibbald, I.R. 1986. The T.M.E. system of feed evaluation: Methodology, feed composition data and bibliography." *Technical Bulletin 1986-4E*, Animal Research Centre, Agriculture Canada, Ottawa.
90. Simpson G. 2011. Feeding strategies with DDGS to improve carcass quality <http://www.AllAboutFeed.net>

91. Schilling M. W., V. Battula, R. E. Loar II, V. Jackson, S. Kin, A. Corzo 2010. Dietary inclusion level effects of distillers dried grains with solubles on broiler meat quality. *Poult. Sci.* 89 :752-760.
92. Shi, Z.Z., Carter, B.Z., Habib, G.M., He, X., Sazer, S., Lebovitz, R.M., Lieberman, M.W. 1996. A single mouse glutathione synthetase gene encodes six mRNAs with different 5' ends. *Arch. Biochem. Biophys.* 331: 215-224.
93. Song, R., A.S. Csallany, G.C. Shurson. 2011. Evaluation of lipid peroxidation level in corn dried distillers grains with solubles (DDGS). *J. Anim. Sci.* 89 (Suppl. 2) Abstr. 208.
94. Spiels, M.J., M.H. Whitney, G.C. Shurson. 2002. Nutrient database for distiller's dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. *J. Anim. Sci.* 80: 2639-2645.
95. Stein, H.H., M.L. Gibson, C. Pedersen, M.G. Boersma. 2006. Amino acid and energy digestibility in ten samples of distillers dried grain with solubles fed to growing pigs. *J. Anim. Sci.* 84: 853-860.
96. Tang, S. C., I. Zulkifli, M. Ebrahimi, A.R. Alimon, A.F. Soleimani, K. Filer. 2011. Effects of feeding different levels of corn dried distillers grains with solubles on growth performance, carcass yield and meat fatty acid composition in broiler chickens. *Int. J. Anim. Vet. Adv.*, 3(3): 205-211.
97. Tangendjaja B. 2008. Update on DDGS quality consideration. 16th Annual ASA-IM SEA Feed Technology and Nutrition Workshop, The Regent, Singapore.
98. UMN. 2009. Distillers Grains By-products in Livestock and Poultry Feeds. University of Minnesota. U.S. average compared to DDGS produced in Canada, China, Spain. Disponible online: <http://www.ddgs.umn.edu/profiles.htm>
99. Urriola, P.E., D. Hoehler, C. Pederson, H.H. Stein, L.J. Johnston, G.C. Shurson. 2007. Prediction of in vivo amino acid digestibility in dried distillers grains with solubles (DDGS) from crude protein, optical density and fluorescence. *J. Anim. Sci.* 85 (Suppl. 2): 31 (Abstract)
100. Van Hulzen S., L. Forster, Staff C., Robb T., Smith P., Sliffe T., Yates T., Host M. Reimann L. 2007. Evaluation of analytical methods for analysis of dried distillers grains with solubles. AFIA Sub-Working Group Final Report and Recommendations.
101. Van Laack R. L. J. M., C. H. Liu, M. O. Smith, H. D. Loveday. 2000. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. *Poult. Sci.* 79:1057-1061.
102. Varst, van der R. 2001. Antioxidánsok mint takarmányadalékanyagok, a nagy termelékenység biztosítása. *Takarmányozás* 4(4): 22-25.
103. Waldroup, P.W., Z. Wang, C. Coto, S. Cerrate, F. Yan. 2007. Development of a standardized nutrient matrix for corn distillers dried grains with solubles. *Int. J. Poult. Sci.* 6: 478-783.
104. White H. M., B. T. Richert, J. S. Radcliffe, A. P. Schinckel, J. R. Burgess, S. L. Koser, S. S. Donkin, M. A. Latour 2009. Feeding conjugated linoleic acid partially recovers carcass quality in pigs fed dried corn distillers grains with solubles. *J. Anim. Sci.* 87: 157-166.

105. Woelfel R. L., C. M. Owens, E. M. Hirschler, R. Martinez-Dawson, A. R. Sams. 2002. The characterization and incidence of pale, soft and exudative broiler meat in a commercial processing plant. *Poult. Sci.* 81:579-584.
106. Wyatt, R. D. 1991. Poultry, in: Smith, J. E. Henderson, R. S. (eds): *Mycotoxins and animal foods*, pp. 553 – 606, CRC Press, Boca Raton.
107. Zimmerman, G.A., Prescott, S.M., McIntyre, T.M. 1995. Oxidatively fragmented phospholipids as inflammatory mediators: the dark side of polyunsaturated lipids. *J. Nutr.* 125:1661S-1665S.
- 108.http_1 http://mno.hu/migr_1834/lazas_hazai_bioetanoluzem-epites-253567
- 109.http_2 <http://www.food-info.net/uk/>
- 110.http_3 <http://www.ddgs.umn.edu/GenInfo/NutrientProfiles/index.htm>

M2. Mellékletek*1. kísérlet elrendezése*

<i>Tulajdonság/csoport</i>	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 elrendezése

<i>Csoport/tulajdonság</i>	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 elrendezése

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 elrendezése

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	

Köszönetnyilvánítás

Hálás köszönettel tartozom témavezetőmnek, Dr. Mézes Miklósnak, aki elindított doktori pályámon, mindvégig segítette kísérleteim lefolytatását és a végsőkig kitartott doktori munkám eredményes befejezésében.

Köszönöm Dr. Fébel Hedvignek a laboratóriumi vizsgálatokban nyújtott segítségét.

Köszönetet mondok Dr. Kovács-Weber Máriának és Dr. Balogh Krisztiánnak, akik kísérleteim végrehajtásában, és az eredmények értékelésében egyaránt segítségemre voltak valamint hasznos tanácsaikkal segítették a munkámat.

Köszönöm Bócsai Andreának a laboratóriumi és terepi munkában nyújtott áldozatos, baráti segítségét.

Köszönettel tartozom Pálvölgyiné Györkös Elvirának és Ancsin Zsoltnak, akik a kísérletek gyakorlati kivitelezésében nyújtottak elengedhetetlen segítséget.

Nagyon köszönöm Férjemnek és Családomnak a türelmet és kitartást, amellyel hozzásegítettek a doktori munkám sikeréhez.