



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus**

**A BÚZA ALAPÚ DDGS FELHASZNÁLÁSÁNAK LEHETŐSÉGE
A BROJLERCSIRKE TAKARMÁNYOZÁSÁBAN EGY ÚJ
MIKROBIÁLIS KEZELÉS EREDMÉNYEKÉNT**

TDK DOLGOZAT

Belső konzulens: **Balláné Dr. Erdélyi Márta**
habil. egyetemi docens

Készítette: **Kiss Brigitta**
Takarmányozási és
Takarmánybiztonsági mérnök
MSc, nappali tagozat, II.
évfolyam

Intézet/Tanszék: Élettani és Takarmányozástani
Intézet, Takarmánybiztonsági
Tanszék

Gödöllő, 2021

Tartalom

1. Bevezetés.....	3
2. Célkitűzés	3
3. Irodalmi áttekintés	5
3.1. COBB500 TM hibrid jellemzése, produkciós képesség, baromfihús minőség.....	5
3.2. Gazdaságossági számítások alapjai	7
3.3. Brojlercsirke takarmányozása.....	7
3.4. A brojlercsirke táplálóanyag-ellátása.....	10
3.5. A brojlercsirke takarmányozásban használatos hagyományos és új alapanyagok	11
3.6. DDGS (dried distillers grains with solubles-száraz gabonatörköly)	12
3.7. Kísérletek DDGS felhasználásával	14
3.8. NSP-bontó enzimek, valamint kísérletek NSP-bontó enzimek alkalmazásával	15
3.9. Ragacsos ürülékszindróma, talpfekély.....	17
4. Anyagok és Módszerek	20
4.1. Kísérleti elrendezés.....	20
4.2. Kísérlet során alkalmazott tartástechnológia.....	20
4.3. Kísérlet során alkalmazott takarmányozás	21
4.4. A DDGS prebiotizációja	22
4.5. Vizsgálati paraméterek.....	22
4.5.1. Takarmányok táplálóanyag-tartalmának vizsgálata	22
4.5.2. Termelési paraméterek	23
4.6. Vágási paraméterek.....	24
4.6.1. Húsminőség	24
4.6.2. Hússzín vizsgálat.....	24
4.6.3. pH-vizsgálat	25
4.6.4. Porhanyóosság vizsgálat.....	26
4.6.5. Konyhatechnikai veszteségek	26
4.7. Hús táplálóanyag-tartalmának vizsgálata.....	27
4.8. Talpfekély vizsgálat	27
4.9. Statisztikai értékelés.....	27
4.10. Gazdaságossági számítás	28
5. Eredmények és értékelésük	28
5.1. Takarmány táplálóanyag-tartalmának vizsgálata	28
5.2. Termelési eredmények	29
5.2.1. Elhullás	29

5.2.2.Súlygyarapodás	30
5.2.3.Takarmányfogyasztás	32
5.2.4.Takarmányértékesítés	32
5.3. Vágási eredmények	33
5.3.1.Húsminőség	33
5.3.1.1.Szín vizsgálat	33
5.3.1.2.pH vizsgálat	35
5.3.1.3.Porhanyósság vizsgálat	36
5.3.1.4.Konyhatechnikai veszteségek	36
5.3.1.5.Hús táplálóanyag-tartalmának vizsgálata	38
5.4. Talpfekély vizsgálat	38
5.5. Gazdaságossági eredmények	39
5.6. Takarmány értékelése	40
5.7. Elhullás értékelése	41
5.8. Súlygyarapodás értékelése	41
5.9. Takarmányfogyasztás, takarmányértékesítés értékelése	42
5.10. Vágási paraméterek, húsminőség értékelése	43
5.11. Talpfekély vizsgálat értékelése	43
5.12. Gazdaságossági értékelés	44
5.13. Konklúzió	44
6. Összefoglalás	45
7. Irodalomjegyzék	46
7.2. Fotó jegyzék	49
8. Köszönetnyilvánítás	49

*„Amíg meg nem tapasztaltuk, milyen érzés szeretni egy állatot,
lelkünk egy része mélyen alszik.”
Anatole France*

1. Bevezetés

Földünk minden részén fogyasztanak az emberek baromfihúst. Régebben a családok megtermelték azt a húsmennyiséget, amelyre szükségük volt. Jelenleg nincs mindenkinek lehetősége az állattartásra, nagyon sokan hentesnél, szupermarketekben tudják beszerezni az értékes portékát. Innen erednek a vevői igények, melyeket az állattenyésztés igyekszik maximálisan kiszolgálni.

Az elmúlt 50 évben óriási fejlődésen ment keresztül a baromfitartás. Lerövidült a hizlalási idő, sokkal nagyobb végtömegre tudjuk hizlalni a csirkéinket, kevesebb takarmányt használnak fel egy kg élősúly előállításához. Mindezen változások mellett továbbra is alapvetés, hogy a baromfihús előállítás költségeinek legnagyobb hányadát a takarmány teszi ki. Különösen fontos ezt hangsúlyozni napjainkban, amikor - sajnálatos módon - egy árrobbanásnak vagyunk tanúi a takarmányiparban. Ez - legalább részben - a folyamatosan növekvő alapanyagáraknak köszönhető.

A hagyományos takarmány-alapanyagok mellett egyre nagyobb jelentőségre tesznek szert a különböző melléktermékek. Számos értékes melléktermék keletkezik a biodízel-, bioetanolgyártás során, sőt a malomiparban, sörgyártásban is. Bár ezek az anyagok jó potenciállal rendelkeznek a baromfifélék takarmányozásában, azonban használatuk, egyes esetekben még nem általános. Az új melléktermékek takarmányozási felhasználásának nehézségét jelenti, hogy általában nem tudjuk velük teljes egészében kiváltani az eredeti alapanyagot, mindeközben pedig potenciális kockázatot jelenthetnek az állataink számára. Alkalmazásuknak azonban több előnye is van: a legnagyobb az, hogy az ipari folyamatban veszélyes hulladéknak minősülő anyagok felhasználásra kerülhetnek, táplálóanyaguk hasznosulhat. Segítségükkel költséghatékonyabbá tehető a takarmányozás, miközben csökken a pazarlás mértéke.

2. Célkitűzés

Az egyik leggyakrabban használt melléktermék a DDGS (dried distiller's grain with solubles = szárított szeszipari törköly), mely különböző gabonamagvakból képződhet. Mivel az etanolgyártás során a gabonamagvak keményítőtartalmát hasznosítjuk, a visszamaradó melléktermékben koncentrálódik az eredeti nyersfehérje tartalom. Ennek köszönhetően a DDGS alapvetően fehérjeforrásként hasznosítható, ezért elsősorban a szója egy részét törekszünk vele

kiváltani. A szakirodalomban eltérő eredmények olvashatók, arról, hogy milyen arányban lehet alkalmazni baromfi takarmányokban. Jelentős NSP-anyag (non starch polysaccharides = nem keményítő poliszacharid) tartalma miatt bizonyos mennyiség felett enzim kiegészítéssel célszerű használni.

Kísérletünkben az etethetőség felső határát kívántuk kitolni brojlercsirkék takarmányában. A korábbi kutatások eredményei arra utalnak, hogy baromfi takarmányokban a DDGS legnagyobb bekeverési aránya 20% lehet. Ezért egy olyan félüzemi kísérletet állítottunk be, ahol a törköly, a keveréktakarmány 30%-át adta és vizsgáltuk milyen hatással van a termelési eredményekre és vágási paraméterekre. Továbbá vizsgáltuk, hogy ilyen nagy arányú bekeveréskor a nyersrost potenciális kedvezőtlen hatásait milyen mértékben tudja ellensúlyozni egy NSP-bontó enzim-kiegészítés, vagy a DDGS prebiotizálása. Kíváncsiak voltunk, hogy a prebiotizáció hogyan befolyásolja a termelési és húsmínőségi paramétereket, valamint segíthet-e a talpfekély kialakulásának megelőzésében? Továbbá arra, hogy gazdaságilag megtérül-e a prebiotizáció alkalmazása a termelés végén? A prebiotizáció egy új eljárás, amelynek potenciális hatása, a szeszmoslék rosttartalmának csökkentése, összetételének megváltoztatása. Amennyiben ez a hatás beigazolódik, az eredmény egy nagyobb biológiai értékű takarmány előállítása.

Takarmányozási és takarmányozásbiztonsági mérnök hallgatóként úgy vélem nagyon izgalmas területre nyertem betekintést. Hiszen, az ipar fejlődésével hamarosan előtérbe fognak kerülni olyan takarmányforrások, olyan eljárások, olyan módszerek melyek eddig nem szerepeltek a gyakorlatban, de olcsóbbá teszik a takarmányozást, miközben nem okoznak élelmiszerbiztonsági kockázatot. Ezért kiemeltem fontos, hogy mi legyünk az „az első fecskék”, akik megismerik ezeket az újdonságokat és így segíteni tudjuk azok elterjedését, megismertetését a termelőkkel. Így lesz lehetőség arra, hogy miközben a termelők a lehető legkevesebb ráfordításból szeretnék előállítani termékeiket, teljesülhessen a fogyasztók azon igénye is, hogy kiváló minőségű húsok kerüljenek az asztalukra (1.ábra).



1. ábra: Baromfihús (<http7>).

3. Irodalmi áttekintés

3.1. COBB500™ hibrid jellemzése, produkciós képesség, baromfihús minőség

A COBB500™ brojlercsirke (2.ábra) jellemzője, hogy rendkívül gyors növekedésű, jó takarmány-értékesítőképességgel rendelkezik, kiváló húsminőséget produkál, mindemellett a nemesítő munkából adódó genetikai előrehaladásnak köszönhetően javult a kardiovaszkuláris funkció, valamint a testszerkezet, és egyenletesebb lett a testméret. 35 napos korra eléri a 2153-2273g testtömeget. A takarmányértékesítő-képesség optimális körülmények között akár 1,5 kg/kg is lehet. Öt-hat hetes korban 73,56% a húskihozatala, ezen belül pedig a mellhús-kihozatal 24,49%, a combok 23,07%-, a szárnyak 4,57% -ot mutatnak (http2). Testét fehér tollak borítják, bőre sárga színű. 1983 óta kereskednek ezzel a hibriddel, eredetileg Angliában tenyésztették ki. Az erőteljesebb mellizmot, a kevésbé kiálló mellcsonttal érik el (http3). Legnagyobb konkurensa a Ross 308 hibridnek. Előnye, hogy a Cobb hibridnek nagyobb a testtömeg-gyarapodása, ugyanakkor, azonban rosszabb a fajlagos takarmány felhasználása. Az emészthető lizin szükséglete is nagyobb a Cobb hibrideknek, mint a Ross-nak (Fehér et al. 2019).

A brojlercsirke produkciójának jellemzésére számos paraméter használható. Hústermelő képességen ($h^2=0,55-0,60$) a hízóalapanyag-előállítást és a végtermékhizlalás (hizodalmasság, húsformák, vágóérték) összességét értjük. A hizodalmasságot a növekedési erély intenzitásával, a takarmányértékesítés mértékével, valamint a fejlődés jellegével jellemezhetjük. A vágóérték összetett fogalom, amelybe a vágott test minősége (hasított test összetétel, húsminőség, zsírminőség) és az értékesülő másod-, illetve melléktermékek aránya egyaránt beletartozik. A takarmányértékesítő-képesség azt jelenti, hogy a baromfinál 1 kg súlygyarapodásra jutó metabolizálható (ME, MJ) energia mennyi (Szabó et al. 2015).

Amikor a húsminőséget kívánjuk jellemezni beszélhetünk higiéniás minőségről, ami a hús mikrobiológiai állapotát jelzi; technológiai minőségről, amely a hús ipari feldolgozhatóságát jelenti; étkezési minőségről, amely a fizikai állapotot takarja; és a tápláléértékkel kapcsolatos minőségről (Babinszky et al. 2019).

A vágott csirke minőségét a vágási kihozatal, a hús:csont aránya és az értékes testrészek (mell, comb) aránya jellemzi leginkább. A takarmányozással módosíthatjuk az elzsírosodás mértékét, a fehérje és a zsír arányát, a telítetlen zsírsav-, ásványi anyag-, vitamin-tartalmát, valamint a bőr színét. Minél nagyobb a takarmány energiatartalma, annál nagyobb lesz a vágott áruban a zsírtartalom. A fehérjében, aminosavakban szegény takarmányozás is fokozza a zsírbeépülést a megemelkedő takarmányfogyasztás miatt. A limitáló aminosavak mennyisége és

szükségletehöz viszonyított aránya is befolyásolja a zsírbeépülést. A metionin és lizin koncentrációjának növelése egy bizonyos szintig javítja a fehérjebeépülést, a mellhúskihozataalt, és mérsékli a zsírlerakódást. Ugyanakkor a túlzott fehérje- ill. aminosav-ellátás hozzájárulhat a megnövekedett zsírszintézishez. A hasúri zsír mennyiségének növelése a termelés gazdaságosságát veszélyezteti. Ugyanakkor a bőrben lerakódott kis mennyiségű zsír kedvezően befolyásolja a baromfi hús ízét. Egyes növények (ánizs, kömény), növényi kivonatok, készítmények is kedvező ízt adhatnak a húsnak, emellett azonban javíthatják a hús porhanyósságát, eltarthatóságát is (Gippert et al. 2006).

A csirkehús humán táplálkozási szempontból előnyös, mivel jelentős mennyiségű, kiváló minőségű és könnyen emészthető fehérjét és kevés zsírt tartalmaz. Ezért fogyasztása minden korcsoport számára ajánlott (Kralik et al. 2017).

A csirkehús minőségét az egyes húsrészek (mell és comb) arányát különböző technológiai paraméterek befolyásolhatják (tartási feltételek, takarmányozás, szállítás, vágás előtti stressz stb.) Ugyanakkor az is ismert, hogy a csirkehús összetétele bizonyos mértékben befolyásolható a takarmány összetételének módosításával (különböző típusú olajok, vitaminok, mikroelemek és aminosavak hozzáadásával), ezért vannak olyan törekvések, hogy funkcionális összetevőkkel (n-3 PUFA, karnozin, szelén és E-vitamin) dúsított húst állítsunk elő. Ily módon a csirkehús hozzáadott értékű élelmiszerré válik, amely kiváló minőségű táplálkozási összetétel mellett, olyan összetevőket is tartalmaz, amelyek előnyösek az emberi egészségre (Kralik et al. 2017). A félintenzív tartástechnológia mellett az izomszövet-arány növekedik (kb. 1,2-1,5%-kal), míg intenzív tartás mellett a csontok és a bőr aránya lesz némiképpen nagyobb (0,8%-kal és 0,65%-kal). Ha a feldolgozást megelőzően hosszú ideig éri stressz a madarakat (pl. hosszú távolságra való szállítás, a takarmány túl korai megvonása, túlszűfolt szállítóketrecek, túl magas vagy alacsony istálló, illetve szállítási hőmérséklet esetén) kimerülnek, és az izomzatukban tárolt glikogén tejsavvá alakul, amely a vágást követően az izmok hirtelen pH-csökkenését idézi elő annak ellenére, hogy a baromfitest még meleg. Ez a fehérjék denaturálódásához vezet, amelynek további hatása, hogy a hús vízmegkötő képessége csökken. A hosszabb stressz a szervezet glikogén tartalékainak csökkenését idézi elő. Ezáltal magasabb pH alakul ki, amely színhibát és rövidebb eltarthatóságot eredményez, miközben a fehérje denaturálódása és a csepegési veszteség kisebb mértékű (Zoltán et al. 2020).



2. ábra: Cobb500 (<http8>).

3.2. Gazdaságossági számítások alapjai

A baromfi genetikai képessége, higiéniai és állategészségügyi státusza – beleértve a naposbaromfi minőségét és takarmányozását – alapvetően befolyásolja az elérhető termelési paramétereket és az önköltséget (Zoltán et al. 2020). Nagyszámú elemzés igazolja, hogy a legkisebb erőforrásigény és a legalacsonyabb környezetterhelés mellett, egységnyi mennyiségű baromfiterméket a legnagyobb teljesítményű típusokkal, a legnagyobb mértékben a termelési környezetet kontroll alatt tartó tartási rendszerek alkalmazásával lehet biztosítani (Horn 2014).

A pénzáramlás (cash flow) azt jelenti, hogy valahonnan, valamikor, valamennyi pénz áramlik, mozog. A pénzáramlás bevételek és kiadások sora, amely a piac, a szállítók, a termelő és a vevő között alakul ki. A termelési költséghez tartoznak azok a tényezők, amelyeket felhasználunk a termelés során, ilyen például a napos baromfi, takarmány, állategészségügy, energia (víz, gáz, villany), humán erőforrás, amortizáció, trágyázás, fertőtlenítés, karbantartás, alom, egyéb. Ezzel szemben a bevételi oldalon számolhatunk a vágóhídi értékesítésből származó bevétellel. A brojler index az a mutató, amely a termelés minden paraméterének figyelembevételével jellemzi a termelés gazdaságosságát, oly módon, hogy az elhullást, a súlygyarapodást és a takarmányértékesítést sűríti egyetlen értékbe. A különböző üzemek brojler indexét összehasonlítva megállapítható, hogy a kiváló táplálóanyag-tartalmú takarmányok használatát az állatok meghálálják, és a többlet takarmányköltség megtérül a jobb fajlagos eredményeken keresztül. Tapasztalat szerint 310 és a feletti brojlerindex mellett már elfogadható jövedelmezőség (8%) (Bárány et al. 2013).

3.3. Brojlercsirke takarmányozása

Gazdasági állataink takarmányozásában ma a legmodernebb felfogás a „Total Nutrition” koncepciója, amely teljeskörű célirányos takarmányozást jelent. Ez a rendszer átfogja és ellenőrzi a teljes takarmányláncot, a takarmánykomponensek minőségétől kezdve, az állati szervezetben lejátszódó anyagcsere-folyamatokon keresztül, egészen az állati eredetű humán élelmiszer-alapanyag minőségig. A táplálóanyagok átalakítása során figyelembe veszi az állat egészségi állapotát, és azokat a stresszfaktorokat melyek befolyásolják a táplálóanyagok konverzióját a szervezetben, azaz a takarmányozás hatékonyságát (Babinszky et al. 2019). Ez az elv érvényesül a baromfi takarmányozásában is.

A baromfi takarmányozásának elsődleges célja, hogy a keveréktakarmányokban használt gabonák, fehérjehordozók, melléktermékek, és adalékanyagok a baromfin keresztül kiváló

minőségű élelmiszerekké (hús, tojás) konvertálódjanak (Zoltán et al. 2020). A korszerű, egy termelési célra tenyésztett hibridek genetikai adottságai jóval nagyobb termelést tesznek lehetővé, mint a kiindulási fajtáké, de ezek az adottságok csak akkor bontakoznak ki, ha az állat igényét minden tekintetben ki tudjuk elégíteni (Mézes et al. 2008). A receptúra készítése során figyelembe kell venni a fehérje-, energia-, ásványi anyagok, aminosavak optimális arányát. Ma már a precíziós takarmányozásnak köszönhetően lehetővé vált, hogy az adott hibridet speciálisan, igényeink megfelelően takarmányozzuk (Bárány et al. 2013).

A hibridekkel a korábbiakban 41-42. életnapra 2,45-2,50 kg átlagsúly mellett, 1,62-1,66 kg-os fajlagos takarmányértékesítést tudtak produkálni (Bárány et al. 2013). A legújabb hizlalási módszerekkel azonban már 35 napos korban elérhetik a madarak a vágósúlyt (Mézes et al. 2008) 1,50-1,60 kg takarmányértékesítés mellett. A gyakorlatban több hizlalási formával találkozhatunk. A két ivar eltérő növekedése miatt célszerű az állatokat ivar szerint elkülönítve nevelni. Ebben az esetben lehetőség van arra, hogy a kakasok nagyobb növekedési erélyét energiában és fehérjében gazdagabb takarmánnyal hatékonyan kihasználjuk (Mézes et al. 2008). Leggyakrabban azonban mindkét ivar számára azonos takarmánysort szoktak használni és a két ivar közötti különbséget úgy veszik figyelembe, hogy a jércék esetében hamarabb (már 25 napos korban) megkezdjük a befejező táp etetését ([http1](#)).

A fejlődés további támogatásának legújabb lehetősége a keltetés során végrehajtott, *in ovo* táplálóanyag-ellátás. Több kísérlet is igazolta, ha szénhidrátokat, aminosavakat fecskendeznek a tojásokba a keltetés 17-19. napja körül, akkor kedvezően befolyásolja a bél morfológiai fejlődését és érést, ezáltal növekszik a felszívófelület. Azt is igazolták, hogy növekszik az izomszövetben a mioblasztok száma, aminek hatására intenzívebb a mellizomzat fejlődése és később a mellhús kihozatal is (Babinszky et al. 2019).

Olyan takarmányozási technológia is ismert, amikor a teljesértékű keveréktakarmány mellett szemes gabonát is etetünk. Ez csökkentheti a takarmány tonnára vetített költségeit, tehát megtakarítási lehetőséget kínál a takarmánygyártásban. A szemestakarmány etetése javítja a vékonybélben lévő mikrobiom állapotát, javítja az emésztés hatékonyságát, az alom állapotát. Hátránya azonban, hogy a grillhús- és a mellhús-kihozatal csökken. Szemes gabona etetésekor a takarmányt szerves savakkal kell kezelni a *Salmonella* fertőzés megelőzése érdekében. Indító keverékben nem alkalmazzuk ezt, nevelő fázisban a szemes bekeverési aránya maximum 15% lehet, befejező fázisban ezt fokozatosan emelhető 20%-ig ([http1](#)).

A fiatal csirkék az első hetekben sok fehérjét és kevés zsírt építenek be a testükbe, a kor előrehaladtával viszont a zsírbeépülés növekszik. Ezért az állatok energiaszükséglete a nevelés során nő. A nagy növekedési erély egyben nagy nyersfehérje- és aminosav-szükségletet is

eredményez. A nyersfehérje:energia arányt, illetve az aminosav:energia arányt is szükségletnek megfelelően kell beállítani a keveréktakarmányokban. Általában három-fázisos takarmányozást alkalmazunk, de napjainkban elterjedt a négy vagy öt fázisú takarmányozás is (Mézes et al. 2008).

1. táblázat: Négy fázisú takarmányozás, takarmányformája és méretei

Kor	Takarmánytípus	Takarmány formája és mérete
0-10.nap	Indító	Morzsázott (1,5-3 mm átmérő)
11-18.nap	Nevelő I.	Morzsázott (1,5-3 mm átmérő) vagy apró granulátum (1,6-2,4 mm átmérő)
19-24.nap	Nevelő II.	Granulátum (3-4 mm átmérő)
25.naptól vágásig	Befejező	Granulátum (3-4 mm átmérő)

Négy fázis esetén a nevelés időszakában hatékonyabban tudjuk kielégíteni a madarak aktuális szükségletét (1. táblázat). Az indító takarmányt általában 10 napon keresztül etetik, de akár 14 napos korig is adható, ha nem sikerült elérni a megcélzott testsúlyt. A brojler nevelő takarmányt általában 14-16 napon keresztül etetik. Az indítóról a nevelő takarmányra való átállás egyben a morzsázott/apró granulátumról, a granulátumra való átállást is jelenti, és a táplálóanyagtartalom is megváltozik. A befejező takarmányokat általában a 25 napos életkor után etetik. A brojler befejező takarmányok számával kapcsolatos döntés függ a kívánt életkortól és a vágási súlytól, valamint a takarmánygyártási lehetőségektől. A végleges testsúly pozitív korrelációt mutat a korai növekedési erővel (pl. a 7 napos súllyal); ezért a csibék megfelelő indítása kiemelten fontos. Ez indokolhatja egy prestarter takarmány használatát (öt fázisú takarmányozás), amely akkor éri el célját, ha jól emészthető alapanyagokat (pl. pelyhesített gabonát, szójafehérje-koncentrátumot stb.) tartalmaz, és nagyobb a táplálóanyag-tartalma, mint az indító keveréké, különösen aminosavak tekintetében. Előnye, hogy hatékonyan elősegíti a brojlerek korai fejlődését és javítja a későbbi vágási eredményeket. A prestarter keverékben gyakran használnak nagy dózisú E-vitamin és cink kiegészítést, pre- és probiotikumokat, immunstimuláns hatóanyagokat (pl. illóolajokat, nukleotidokat) (http 1).

A takarmány fizikai formája is befolyásolja a termelést. A granulálás javítja a hizlalás hatékonyságát, mivel a hőkezelés hatására a keményítő és a fehérje módosul így javul az emészthetőség, nem osztályozódik szét a takarmány (Mézes et al. 2008), a patogén mikroorganizmusok megsemmisülnek és ízletesebb lesz a takarmány. A szemcseméret-vizsgálatok azt mutatják, hogy a finom (1 mm-nél kisebb) szemcsék minden 10%-os növekedése, 40 grammal csökkenti a 35 napos testsúlyt, ezért törekedni kell a finom szemcsék mennyiségének csökkentésére a takarmányokban (http1). Az emésztés hatékonyságának javulásához az a tényező is hozzájárulhat, hogy a pelletált formájú takarmány növeli az áthaladási időt az emésztőkészülékben (Dublecz 2011).

3.4. A brojlercsirke táplálóanyag-ellátása

A brojlerhizlalás területén napjainkban számítógépes szimulációs modelleket használunk a receptúrák összeállítása során, amelyek lehetőséget adnak az állat szükségletének és a gazdasági megfontolások egyidejű figyelembevételére (Zoltán et al. 2020).

A szénhidrátok és a zsírok szolgáltatják a takarmány energia tartalmát, amelyet elsődlegesen a gabonamagvakkal juttatunk be a baromfi keverékekbe. A brojlercsirke takarmányozásában azonban gyakran használunk növényi és újabban állati eredetű zsírokat is (Mézes et al. 2008). A baromfifajok esetében a bélsár és a vizelet együttes ürítése miatt a takarmányok energiatartalmának és az állatok energiaszükségletének jellemzésére a metabolizálható energia (ME) használata terjedt el (Zoltán et al. 2020). A felvett takarmány bruttó energiaértékének és az ürülék energiatartalmának különbsége adja a látszólagos metabolizálható energiát (AME). Az ürülék nitrogéntartalmának zömét a húgysav adja, amelynek jelentős az energiatartalma. Ezért a gyakorlatban a húgysav égéshőjével korrigáljuk a metabolizálható energia értékét, így kapjuk a nulla nitrogénretencióra korrigált metabolizálható energiát (AMEn). Ezt használjuk a gyakorlatban (Gyenis 2017).

A brojlercsirke nagy fehérjetartalmú takarmányt igényel, amelyet elsődlegesen növényi eredetű fehérjehordozókkal (pl. extrahált darákkal) biztosítunk, azonban szigorú feltételekkel, de állati eredetű melléktermékek is felhasználhatók e célból (Mézes et al. 2008). A legújabb Európai Unió szabályozás szerint ugyanis használhatunk: *nem kérődző haszonállatok esetén, feldolgozott állati fehérjét, vérkészítményeket, állati eredetű hidrolizált fehérjét...* (Bizottság EU 2021/1372 rendelete). Amennyiben a szükségletnél kevesebb fehérjét biztosítunk, nem tudjuk a baromfiállomány genetikai képességét kihasználni, míg, ha luxus ellátás történik, akkor ez terhelni fogja az állat szervezetét a fehérjebontás anyagcseretermékeivel, az állat zsírtermelése megnövekedhet és jelentősen megdrágul a termelés. Manapság a baromfifajok fehérjeellátását aminosav-szükségletre alapozva biztosítjuk az ideálisfehérje-elv alapján, amely arra ad iránymutatást, hogy az egyes esszenciális aminosavakat az adott takarmány milyen arányban tartalmazza (Zoltán et al. 2020). Az energia-aminosav arány mindenkori betartása a növekedés (súlygyarapodás), a takarmányértékesítés és a testösszetétel kedvező alakulásának legfontosabb feltétele. A szükségesnél tágabb aminosav-energia arány aminosav hiányt jelent. Következésképpen a fehérjebeépülés csökken, a többlet energia zsír formájában raktározódik, mérséklődik a növekedés. A szükségesnél szűkebb energia-aminosav arány fehérje túletetést jelent. Következésképpen a feleslegesen adott fehérje dezaminálás után, energiapótlásra fordítódik, zsír képződik belőle, romlik a vágott test minősége. Degussa (1997) ajánlása szerint indítótápanyagban

1 MJ metabolizálható energiára 0,94g, nevelőtápban 0,83g összlizin javasolható. A fehérjeforrások helyettesítésekor figyelembe kell venni az alapanyagok komplementer hatásait, nyersrost-tartalmát, antinutritív anyag tartalmát, energiatartalmát, fehérjemolekula szerkezetét is (Babinszky et al. 2002).

A legfontosabb nyers táplálóanyagok mennyiségének optimalizálása mellett fontos az ásványi anyagok és vitaminok megfelelő ellátásának biztosítása is. Az ásványianyag-ellátás tekintetében legkritikusabb a kalcium és a foszfor mennyisége és egymáshoz viszonyított aránya. A foszfor esetében tekintettel kell lenni arra is, hogy a takarmány alapanyagainkban található foszfor jelentős része fitin-kötésben (fitátok) van jelen, amely rosszul hasznosul (Mézes et al. 2008), ráadásul kationok megkötésére képes, ezért másodlagos Ca-, Zn- és Mn-hiányt okozhat (Fekete et al. 2003). E problémák kiküszöbölésére manapság már általános a baromfitakarmányok exogén fitázenzimmel történő kiegészítése. Sőt az utóbbi időben egyre elterjedtebb az ún. szuper-dózis használata, amikor az enzim alap dózisának 3-4-szeres mennyiségét is alkalmazzák (Zoltán et al. 2020).

A vitamin ellátás biztosításában fontos szerepet játszhatnak a takarmányok természetes vitaminjai. Ugyanakkor a takarmány-alapanyagok valós vitamintartalma nagy változatosságot mutat és kevés pontos adattal rendelkezünk. A gyakorlati takarmányozásban ezért a vitamintartalom tekintetében az ajánlásokat nagy biztonsági rátartással és csak a hozzáadott vitaminokra vonatkoztatva adják meg (Gyenis 2017).

3.5. A brojlercsirke takarmányozásban használatos hagyományos és új alapanyagok

A brojlercsirke takarmányozását minden fázisban a gabonamagvakra alapozzuk. Az egyik legjobb alapanyag a kukorica, amely kiemelkedő energia-(keményítő + csíraolaj) és csekély nyersrost-tartalmával, több mint 80%-os emészthetőségével a legértékesebb energiaforrás. Emellett - a nyersfehérjében valamivel gazdagabb - búzának és a tritikálénak van számottevő jelentősége hazánkban (Schmidt et al. 2015). A búza előnye lehet, hogy csírizesedik, ezért a granulátum minőségét javíthatja. Továbbá szemes etetési technológia esetén is a búza rendelkezik potenciállal, hatására a nagyobb szemcseméret miatt a zúzógyomor hatékonyabban dolgozik, több emésztőenzimet termel, aminek következtében a táplálóanyagok emészthetősége javul. Ugyanakkor a búza, tritikálé és tölünk északra az árpa használata esetén figyelemmel kell lenni azok vízben oldódó rostalkotóira (sNSP), amelyek növelik a béltartalom viszkozitását, ragacsos ürüléket eredményezhetnek és egészségi problémák kiindulópontját jelenthetik. Ezért nagy

arányú (rendszerint 20% feletti) használatuk esetén ezen anyagok bontására képes exogén enzimek bekeverése ajánlott (Zoltán et al. 2020).

A fehérjehordozó takarmányok között legnagyobb jelentősége a különböző melléktermékeknek van. Hagyományosan leginkább az extrahált darák használata a jellemző. Ezek 38-46% nyersfehérje tartalommal rendelkeznek és így a legjobb növényi fehérjehordozók (Gippert et al. 2006). Fontos azonban felhasználásuk során figyelemmel lenni antinutritív anyagaikra: a szójabab melléktermékei tripszin inhibítort és szaponinokat tartalmazhatnak, a napraforgó melléktermékek használatát a nyersrosttartalma korlátozhatja, míg a repce melléktermékekben egyebek mellett golyvásító anyagok lehetnek jelen (Mézes et al. 2008). A brojlércsirke számára jól hasznosítható fehérjeforrást jelenthet a takarmány/sőrélesztő is, azonban bár a fehérjetartalma kiemelkedő (45-50%) az ára miatt manapság gyakran kiszorul a receptúrákból (Gippert et al. 2006).

Az új iparágak előretörésével, megjelenésével új melléktermékek váltak elérhetővé és hasznosíthatóvá az új évszázadban. Ezek közül az egyik legnagyobb potenciállal rendelkező melléktermék a bioetanol gyártás során képződő szárított gabonatörköly. A bioetanol gyártás komoly konkurenciát jelent az állattartók számára az alapanyag tekintetében, hiszen a hazai etanol gyárak kukoricából és búzából kiindulva termelnek etanolt.

3.6. DDGS (dried distillers grains with solubles-száraz gabonatörköly)

A benzint részben helyettesítő bioetanol gyártása során képződő értékes melléktermék a szárított gabonatörköly (Distillers Dried Grains with Soluble, DDGS) (Zoltán et al. 2020). Mivel az alkohol gyártása a szemes termények keményítőjéből indul ki, ezért a képződő melléktermék keményítőtartalma jelentősen csökken, ugyanakkor az egyéb táplálóanyagok mennyisége feldúsul (Fébel 2021). Így a DDGS nagy fehérje-, foszfor-, és energiatartalommal rendelkezik. A kukorica alapú DDGS emészthető energiatartalma megközelíti az alapanyagét, kétszer több zsírt és háromszor több rostot tartalmaz az alapanyaghoz képest, amennyiben a nedves gabonatörköly szárítása előtt nem nyerik ki a csíraolajat. Ebben az esetben kiváló linolsav forrás is. Legértékesebb táplálóanyaga a nyersfehérje, nem szabad azonban megfeledkezni arról, hogy ez a fehérje lizinhiányos. Az aminosav emészthetősége a triptofán kivételével rosszabb. Nyersrosttartalma 12-14% közepesnek mondható, emészthetőségét enzimkiegészítéssel (xilanáz, glükánáz) lehet javítani. Emészthető foszfor-tartalma 0,5% körül van, a fermentáció során lényegesen javul az emészthetősége, sőt fitáz-kiegészítéssel még tovább javítható. Mikotoxin-tartalma az alapanyaghoz képest háromszorozódhat. A DDGS optimális aránya 5-25 % között változhat

(Babinszky et al. 2019). A DDGS-sel végzett kísérlet szerint úgy találták, hogy még a 25%-os bekeverési arány sincs jelentős hatással a brojlercsirkék bélmikroflórájára, E-vitamin és oregánó olaj kiegészítés mellett (Özyürek et al. 2019). Mások arra a következtetésre jutottak, hogy 30%, sőt 45% DDGS sem befolyásolta negatívan a szárazanyag-felvételt és a húskihozatazt, amennyiben egyidejűleg 1% lizin-kiegészítést adtak (Kumar et al. 2017). A DDGS bekeverési arányát alapvetően nyersfehérje- és - különösen búza alapanyag esetében - nyersrosttartalmának értéke befolyásolja. Előnye, hogy bekeverésével kevesebb foszfor kiegészítésre van szükség a tápokban. Összességében azonban a hazai gyakorlatban indító fázisban nem használatos, azonban nevelő és befejező fázisban 2-10%-os arányban is bekeverhető (Fébel 2021).

Fontos megemlíteni, hogy az alapanyag szennyezettsége esetén háromszorosára nő az eredeti mikotoxin-tartalom a DDGS-ben, ezért folyamatos toxinmonitorozása szükséges felhasználás előtt (Zoltán et al. 2020). Így előfordulhat, hogy a bioetanolgyártás szempontjából még elfogadható toxintartalmú alapanyagból egy olyan DDGS képződik, amelynek etethetősége a magas mikotoxin-tartalom miatt rendkívül kockázatos.

A gabonafélékben jelen lévő keményítőt az etanol gyártási folyamata alatt csaknem teljesen fermentálják és a fennmaradó aminosavak, zsírok, ásványi anyagok (pl.: Ca 1,7 g/kg sz.a.; P 9,5 g/kg sz.a.; Mg 3,9 g/kg sz.a.; K 12,2 g/kg sz.a) és vitaminok körülbelül kétszeres-háromszoros koncentrációban maradnak vissza a melléktermékben a kiindulási anyaghoz viszonyítva. Így pl. a búza DDGS tartalmaz 17-22% fehérjét, 7% nyerszsírt, 13% keményítőt (Árendás 2018).

Kukorica DDGS eredetileg 24-25% nyersfehérjét, 9-10% nyerszsírt, 6-7% nyersrostot tartalmaz. A legújabb gyártási technológiában azonban a melléktermékből a szárítás előtt kinyerik az olajat, így a nyersfehérjetartalom tovább koncentrálódik, 32-35% lesz. A fehérje minősége megegyezik a kiindulási gabonáéval, azonban az aminosavak emészthetősége a hőkezelés miatt rosszabb. Ugyanakkor foszfortartalmának emészthetősége jobb, mint az alapanyagé (Schmidt 2015).

Cirok DDGS alacsony fitát-tartalommal és magas tannintartalommal rendelkezik. Egyes kísérletekkel igazolták, főként halaknál, hogy 30% vagy annál nagyobb bekeverési arány is elfogadható. A kukorica DDGS-nél nagyobb a fehérje-tartalma és leucinban gazdag (Lochmann 2016). Körülbelül 20% nem-keményítő poliszacharidot tartalmaz, amely korlátozza hasznosíthatóságát a baromfi takarmányozásban. Kimutatták, hogy a cirok DDGS magas szintje csökkenti a takarmányértékesítést, ennek oka lehet a nagy rosttartalom. 20-30%-os bekeverési arány mellett megnövekedett a gyomor- és béltraktus súlya, valamint a szervsúlyok is (Barekatin et al. 2013), ugyanakkor kevesebb zsírt termeltek a madarak (Barekatin et al. 2014).

3.7. Kísérletek DDGS felhasználásával

A DDGS-sel (3.ábra) számos kutatást végeztek baromfiféléken. Így például egy átfogó kísérletben egyetlen gyártótól (ENSUS Biorefinery, Wilton) származó hat különböző búza DDGS-t vizsgáltak a kémiai összetételük szerint, valamint a takarmányhoz adott rostbontó enzimek hatását elemezték. A kísérletben 15%-os búza DDGS-t tartalmazó keveréktakarmányt etettek, amelyhez egyes kísérleti csoportokban NSP-bontó enzimkészítményt is adtak. A DDGS analízise során kiderült, hogy a keményítőtartalom nagy varianciát mutat és a pentozánok 58%-ban fordultak elő az NSP-anyagok között. A DDGS-minták átlagos AMEn-e 13,20 MJ/kg volt. Tapasztalat szerint az exogén enzimek jelentősen javították a takarmány az emészthetőségét, ezen keresztül a metabolizálható energia koncentrációt. Összeségében megállapították, hogy a legnagyobb poliszacharid-tartalmú DDGS-re volt legnagyobb hatással az enzimkiegészítés (Whiting 2017).

Egy másik kísérletben kukorica DDGS hatásait vizsgálták a brojlerok teljesítményére, húskihozatalára. Az indító fázisban 3%-os bekeverési aránnyal dolgoztak, a nevelő fázisban 3% és 6% volt a bekeverési arány, befejező fázisban 3%, 6%, 9%, 12%-os bekeverést vizsgáltak. Azt tapasztalták, hogy a DDGS arány növelése nem volt hatással az élősúlyra, súlygyarapodásra, takarmányfelvételre, takarmányértékesítésre. Ugyanakkor a DDGS arány növelésével szignifikánsan nőtt ($P>0,05$) a szárny súlya, de az elsődleges húsrészekre nem volt hatással. Érdekeség, hogy a DDGS-használat alkalmazása minden fázisban csökkentheti a takarmányozás költségeit, ugyanis részlegesen kiválthatjuk vele a szóját (Calik et al. 2020).

Egy hasonló kísérletben a DDGS a brojlerok teljesítményére, húsmínőségére, bélflórájára gyakorolt hatásait vizsgálták, azonban ezúttal a bekeverési arány más volt. Az indító és nevelő fázisban 8%, míg a befejező fázisban 7%, 14%, 21%, 28% DDGS-t tartalmaztak a kísérleti keverékek. A súlygyarapodás 28 és 42 napos kor között jelentősen csökkent azoknál az állatoknál, ahol 21% vagy 28% DDGS szerepelt a takarmányban, a kontrollhoz, és a 7%-os bekeverési arányhoz viszonyítva. Ezt bizonyítja, hogy a takarmányfelvétel ezekben a csoportokban szignifikánsan ($P>0,005$) kisebb volt. Megfigyelték, hogy a mellhús kihozatal lineárisan csökken a DDGS-szint emelésével. Megállapították, hogy a 28%-nyi DDGS-t fogyasztó csirkék zúzaja és vastagbele lényegesen nehezebb a többi csoporthoz viszonyítva, amely feltehetően a nagyobb rostbevitellel magyarázható. Összességében az eredmények alapján a befejező fázisban a DDGS-t 14%-nál nagyobb mennyiségben nem célszerű szerepeltetni, különben negatív hatással lehet a takarmányfelvételre, hústermelésre, és a mellhús-kihozatalra. A DDGS befolyásolja vakbélbeli és ileális mikroflóra összetételét és a mikróbák szaporodását. A vizsgálatokból kiderült, hogy ahol

28%-ban szerepelt DDGS a takarmányban, szignifikánsan kisebb mennyiségben találtak az ileumban *E.coli* baktériumokat, a kontrollhoz viszonyítva (Loar et al. 2011).

Egy ázsiai kísérletben rizs DDGS-t használtak 7%, 5%, 10%, 12,5%, 15%-os arányban bekeverve. A rizs DDGS-nek igen magas a nyersfehérje-tartalma 44,68 %. Szignifikáns változást ($P < 0,05$) a 15% rizs DDGS-t fogyasztó csoportnál találtak, ahol a súlygyarapodás, táplálóanyagok hasznosítása gyengébb lett a többi csoportnál. A vágási kihozatal tekintetében nem mutattak szignifikáns különbséget a kontroll csoporthoz viszonyítva egyik kísérleti csoport esetében sem. Az 1 kg élősúlyra jutó termelési költség és húshozam jelentősen alacsonyabb volt 7,5 %-os kiegészítés felett. Összességében a szerzők 12,5%-os bekeverési arányig javasolják a rizs DDGS-t, mint alternatív fehérjeforrást (Dinani et al. 2019).



3. ábra: Kezeletlen búza DDGS (Kiss 2021)

3.8. NSP-bontó enzimek, valamint kísérletek NSP-bontó enzimek alkalmazásával

A kukorica kevesebb, a kalászos gabonamagvak azonban jelentős mennyiségű vízben oldódó, nem keményítő típusú összetett szénhidrátot tartalmaznak, amelyek jelentősen korlátozzák egyes gabonamagvak hasznosíthatóságát a brojlercsirke takarmányozásában. Ezek a vegyületek megnövelik a béltartalom viszkozitását, elfolyósítják a béltartalmat, befolyásolják a bélnyák mennyiségét, összességében rontják a táplálóanyagok, elsősorban a zsírok emészthetőségét. Kedvezőtlenül befolyásolják a bél mikroflóráját és a nagyobb víztartalmú bélsár ürítésén keresztül rontják az alomminőséget (Schmidt 2015). A nem keményítő poliszacharidok közé tartoznak: cellulóz, vegyes 1-3, 1-4 kötésű β -glükánok, pentozánok, galaktomannánok, és a pektin. Közös jellemzőjük, hogy a magasabb rendű élőlények nem rendelkeznek a bontásukhoz szükséges enzimekkel (Babinszky et al. 2019).

Az oldható rostalkotók antinutritív hatásának kiküszöbölésére a jelenlegi gyakorlatban két megoldás áll rendelkezésre: egyrészt kerüljük ill. korlátozottan etetjük azokat a takarmány alapanyagokat, amelyek nagy mennyiségű sNSP-t tartalmaznak, másrészt exogén enzimek készítmények adagolásával segítjük a kritikus anyagok lebontását a bélcsatornában megelőzve ezzel, azok káros hatásának érvényesülését.

Az NSP-bontó enzimek alkalmazását a baromfitakarmányokban az indokolja, hogy számos - a baromfi számára kedvező alapanyag - jelentős mennyiségben tartalmaznak olyan NSP anyagokat, amelyek nem emészthetők, illetve antinutritív hatással bírnak, csökkentik egyes létfontosságú táplálóanyagok emészthetőségét, és hozzájárulnak az ún. ragacsos ürülék szindróma kialakulásához. Ez utóbbi jelenség esetén amellet, hogy az ürülék jelentős mennyiségű meg nem emésztett szerves anyagot tartalmaz, nagy nedvességtartalma miatt, az alom víztartalmát is megnöveli, ami ezáltal táptalaja lehet számos patogén mikroorganizmusnak. Az NSP anyagok hatására továbbá megnő az epesavak bakteriális metabolizációjának mértéke, ami azt eredményezi, hogy kevesebb epesav szívódik vissza a vékonybél hátulsó szakaszából, tovább csökkentve ezzel a zsíremésztés hatékonyságát. Összességében tehát az antinutritív hatás következtében csökken a takarmányok metabolizálható energiatartalma (Babinszky et al. 2019).

NSP-bontó enzimek hatására azonban a felsorolt antinutritív hatások csökkenthetők, vagyis javul a táplálóanyagok hasznosulása és nő a takarmány metabolizálható energiatartalma. A gyakorlatban leginkább a multienzimek készítmények terjedtek el (Babinszky et al. 2019), amelynek háttérében az az elképzelés áll, hogy a keveréktakarmányokban többféle alapanyag, így többféle NSP anyag található meg, így hatékonyan csak egy többféle enzimet tartalmazó készítménnyel lehet csökkenteni az NSP anyagok mennyiségét. Ezek a készítmények rendszerint tartalmazznak a β -glükánázt, amely az 1,4 β - és az 1,3 β -glükánokat bontja és/vagy xilanázt, amely az oldható pentozánokat (arabinoxilánokat) bontja hatékonyan (Mézes 2014). Az előbbi az árpára, utóbbi a búzára, szójára jellemző rostalkotó. A legtöbb készítmény tartalmaz pektinázt is, amely a pektin bontását katalizálja poli-, majd oligoszacharidokká. Ez ugyanis alapvetően meghatározza a többi enzim hatékonyságát is, mivel, ha a pektin nem bomlik le, az egyéb sejtfalalkotók is ellenállnak az enzimatis hidrolízisnek. Emellet gyakran megtalálható az exogén enzimek készítményekben a celluláz is, valamint olyan kiegészítő enzimek, mint a galaktanáz, mannanáz (Schmidt et al. 2015), amelyek tovább csökkentik a takarmány rosttartalmát.

Az NSP enzimekkel számos kutatást végeztek a korábbiakban. Ezek között vannak olyanok, amelyek a különböző mikrobák által termelt egyes enzimek hatékonyságát vizsgálták. Ilyen pl. Ghayour-Najafabadi és munkatársainak (2017) kísérlete is, amelyben két különböző mikroba által termelt xilanáz hatásait vizsgálták kukorica vagy búza alapú takarmányozás esetén.

Az egyiket *Bacillus subtilis* baktériummal termeltették, a másikat *Apergillus niger* gombából nyerték. A vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy nincs különbség a bakteriális és a gombaforrásból származó xilanáz hatásai között. Azonban csökkent a csípőbél súlya, megnövekedett a vakbél hossza és a máj súlya, xilanáz kiegészítés hatására. Megállapították, hogy a búza alapú takarmányozás esetén a madarak jobb súlygyarapodást, takarmányfelvételt, kedvezőbb bélmorfológiai állapotot értek el (Ghayour-Najafabadi et al. 2017). Hasonló eredményeket értek el búzakorpa jelenlétében xilanázzal (0,1 g/kg Econase-XT), jobb takarmányértékesítést tapasztaltak és javította az állomány termelési eredményeit (Singh et al. 2021).

Munyaka és munkatársai (2016) egy β -glükánáz és xilanáz keveréket használtak kísérleteikben, amely 2500 U xilanázt és 250 U β -glükánázt tartalmazott. A búza alapú takarmányt fogyasztó csoport súlygyarapodása 4%-kal, takarmányértékesítése 7%-kal haladta meg a kontroll csoport értékeit, de a kukorica alapú, enzimkiegészítést tartalmazó takarmányt fogyasztó csoportot is megelőzte. A takarmányfelvételben nem volt különbség ($P < 0,05$). Kölcsönhatás volt ($P < 0,001$) a takarmány fajtája és az enzimkeverék között a vastagbélben lévő bélsár viszkozitása és a keményítő emészthetősége között. Az enzimkeverék hatására csökkent a bélsár viszkozitása a vastagbélben búza alapú táp esetében 31, kukorica alapú táp esetében 10%-kal. Az eredmények arra utalnak, hogy az NSP bontó enzimek megváltoztathatják az ileális és vakbélbeli mikrobiótát a brojlerszirkékben (Munyaka et al. 2016).

Mivel egyes takarmányok – így pl. a DDGS - oldható rosttartalma komoly korlátozó tényező a baromfi takarmányokban történő hasznosítás szempontjából és az ezek megelőzésére használható NSP enzimkészítmények esetenként jelentősen drágítják a takarmányozást, ezért a dolgozatban bemutatásra kerülő kísérlet, egy olyan új eljáráshoz kapcsolódik, amely élő mikroorganizmusok felhasználásával csökkenti a káros rostalkotók mennyiségét. Ez az eljárás azon az alaphipotézisen alapul, hogy egyes mikróbák képesek a vízóldékony és hidrolizálható rostalkotókat bontani, amelynek következtében csökkenthető az antinutritív rosttartalom és egyidejűleg prebiotikus hatású oligoszacharidok is képződhetnek.

3.9. Ragacsos ürülékszindróma, talpfekély.

Az oldódó NSP anyagok okozta antinutritív hatások között az egyik legfontosabb, hogy megnövelik az ürülék és ebből adódóan az alom nedvességét. Az elnedvesedett, elhasznált almon tartott baromfiállományban az FPD (food pad disease) első jelei már néhány hetes korban kezdenek kialakulni. Az első jel az ujjak végén kialakuló, a karmokra szorosan tapadó, beszáradt

ürülék-golyócskák megjelenése. Ez többnyire a nem megfelelően kezelt etetők körül felgyülemlett ürülekből származik, amely a nedves almon ragacsossá válik, és az ujjak végére rakódik. Az FPD alapvetően egy felületi hatásra létrejövő bőrgyulladás, amely a baromfi lábának talpi felületét érinti. A talppárnán a sérüléseket követően először kivörösödés, majd elszíneződés, a szaruréteg túlburjánzása és gyakran nekrosis következik be. Súlyos esetben mély fekélyek alakulnak ki (4.ábra), sőt a betegség ráterjedhet a láb inaira, pólyáira, ízületeire (Ribács 2018). További problémát jelent, hogy a sérülés kaput nyit a baktériumoknak, melyek a vérárammal eljuthatnak a legkülönbözőbb szervekbe, szövetekbe és ronthatják a termék minőségét (A.A. El-Wahab & J. Kamphues 2013). Ebben az esetben az állatok súlygyarapodása csökken, melyet a fájdalom kiváltotta étvágytalanság okoz (A.A. El-Wahab & J. Kamphues 2013). Már a tiszta víz jelenléte is erősen hajlamosít az FPD kialakulására, mivel felpuhítja az állatok talppárnáját, így az sérülékenyebbé válik (Ribács 2018). Tapasztalat szerint 35%-os alom nedvességtartalomnál már észlelhetők a talpfekély első tünetei. A túlzott nátrium bevitel hajlamosíthat a tünetek kialakulására, mivel megnövelheti a brojlerek vízfogyasztását, így növekedhet az alomnedvesség. Hasonló hatású lehet a rossz minőségű poros takarmányok etetése, mivel ezek megnövelik a vízfelvételt. Fehérje túletetés esetén a felesleges nitrogént az állat metabolizálja és kiválasztja, mely negatív hatással lehet, a béltraktus egészségére és nedves alomhoz vezet. Hasonlóképpen, rossz minőségű zsírok etetése is gyakran eredményez ragacsos, nyálkás almot és következményesen talpfekélyt (A.A. El-Wahab & J. Kamphues 2013). A takarmány rostalkotói, elsősorban a vízben oldódó hemicellulózok is okozhatnak ragacsos ürülék szindrómát a béltartalom viszkozitásának megváltoztatása útján (Boling & Firman, 1997). De a technológiai előírásokat lényegesen meghaladó telepítési sűrűség, az alom idő előtti elhasználásához vezet, ami segíti az FPD kialakulását. Sőt lábminták vágóhídi vizsgálata alapján évszakhatás is megfigyelhető, mivel szignifikánsan kevesebb súlyos tüneteket mutató mintát találtak a júniusban, augusztusban betelepített állományok esetében, mint a decembertől márciusig telepítettek között (I. C. de Jong et al 2012).

Az FPD és a ragacsos ürülék szindróma megelőzésében fontos, hogy megőrizzük, az alom semleges kémhatását, ezért arra kell törekedni, hogy a – lúgos kémhatású – ammóniát minél nagyobb mértékben megkössük. Kerülni kell minden rosszul emészthető alapanyagot, különösen a nagy rosttartalmú komponenseket, mert azok kedvezőtlenül hatnak a bélműködésre, és ezáltal rontják az alomminőséget. Ilyen alapanyagok használata esetén a megfelelő exogén enzimkiegészítés javítja az NSP emészthetőségét, ezáltal segíthet a ragacsos ürülék szindróma elkerülésében (Cengiz et al. 2012), habár a vonatkozó kísérletben nem találtak összefüggést az említett eredmények és az FPD gyakorisága között. Ugyanakkor más szerzők, búza alapú tápok

esetében kimutatták, hogy az enzimekészítmények alkalmazása nemcsak a takarmányhasznosítást javítja, hanem jobb alomminőséget is eredményez (Classen & Bedford, 1991). A biotin fontos szerepet játszik a bőr egészségének fenntartásában, illetve hiánya FPD-t idézhet elő (Ribács 2018). Hasonlóképpen bizonyították a cink kedvező hatását a talpfekély kialakulásának megelőzésében. A preventív kokcidiosztatikumok alkalmazása kedvező a bélmikrobióta állapotára, ezáltal elősegítik a jó alomkörülmények fenntartását és hozzájárulnak a talpfekély kialakulásának megelőzéséhez is (A.A. El-Wahab & J. Kamphues 2013).

A már kialakult FPD betegséget a legtöbb gazdaságban antibiotikumokkal kezelik, viszont érdekes módon egy hosszútávú vágóhídi screening vizsgálat eredményei szerint vágáskor kevesebb volt a talpfekély és betegség súlyossága is enyhébb volt azokban az állományokban, amelyeket nem kezeltek antibiotikummal ($P=0,055$) (I. C. de Jong et al 2012).



4. ábra: Súlyos talpfekély a talppárnákon (Kiss 2021)

4. Anyagok és Módszerek

4.1. Kísérleti elrendezés

Kísérletünk 2021.január.07.-én került beállításra, az időtartama 42 nap volt, így 2021.február.18.-án került sor a csirkék vágására. A kísérletben Cobb500TM hibrid, napos csibéket állítottunk be (n=450) és vizsgáltuk, hogy milyen hatásai vannak a húscsirkék termelési paramétereire, ha a keveréktakarmányban búza DDGS, a prebiotizált búza DDGS, valamint NSP-bontó enzim és búza DDGS szerepel 30-30%-os bekeverési aránnyal. A csoportokat úgy alakítottuk ki, hogy a T1-csoport negatív kontrollként szerepelt, ugyanis ezen madarak takarmánya kezeletlen búza DDGS-t tartalmazott. T2-csoportba tartoztak azok a csirkék, amelyek prebiotizált búza DDGS-t fogyasztottak. A T3-csoport a pozitív kontroll volt, hiszen a csoport tagjai NSP-bontó enzimmel kezelt búza DDGS-sel voltak takarmányozva. A kezeléseket háromszori ismétlésben végeztük el, a vizsgálatok az egyes csoportokban egymással párhuzamosan zajlottak. Minden kezelésben 150 db brojlercsirke szerepelt, amelyeket három fülkében helyeztünk el (n=50). Összesen 9 db fülkében dolgoztunk, 450 db brojler kakassal (5.ábra). A fülkék mélyalmos tartásban üzemi tartási körülményeknek megfelelően kerültek elhelyezésre. A telepítési sűrűség 14 madár/m² volt.



5. ábra: Cobb500 hibridek a kísérlet 6.hetén (Kiss 2021)

4.2. Kísérlet során alkalmazott tartástechnológia

Alomanyagként friss, száraz puhafa-forgácsot választottunk a kedvező nedvszívó hatása miatt, ezt 8 cm-es vastagságban terítettük szét a fülkékben. Köszönhetően a korszerű berendezéseknek a hőmérsékletet, relatív páratartalmat, világítást szabályozni tudtuk. Betelepítéskor 33°C teremhőmérsékletet biztosítottunk az istállóban, ezt fokozatosan csökkentettük az életkor előrehaladásának megfelelően. Hétről-hétre 3°C-kal csökkentettük a hőmérsékletet, így a hizlalási időszak 6. hetén már 19°C-ot mértünk. A relatív páratartalom

betelepítéskor 30-50% volt. A 2. és 4. hét között 40-60%-ra emeltük, majd az utolsó két hétben 50-70% relatív páratartalmat mértünk. A fényprogramot úgy állítottuk be, hogy a betelepítéskor 24 órás megvilágítást kaptak az állatok, majd az 5. napig naponta 1-1 órával nőtt a sötét órák száma. A 6.-37. nap között 18 óra megvilágítást alkalmaztunk. Végül a vágás előtti 5.naptól folyamatosan 1-1 órával csökkentettük a sötét órák számát, minden nap.

4.3. Kísérlet során alkalmazott takarmányozás

A kísérlet során kétfázisú takarmányozást alkalmaztunk, mivel a létszám és a befejező keverék rövid etetési ideje miatt, a befejező keveréktakarmány gyártása nehézségbe ütközött. A takarmány és az ivóvíz minden csoport számára *ad libitum* elérhető volt. Itatásra a számos gazdaságban elterjedt szelepes önitatókat használtuk. Az indító keveréket 0-21 napos korig fogyasztották az állatok. A nevelő keveréket pedig 21-42 nap között. A takarmány dercés formában került az állatok elé. A pontos takarmány összetételt a 2.táblázat, és a garantált táplálóanyag-tartalmat a 3. táblázat tartalmazza. A DDGS-t 30%-os arányban kevertük mindhárom csoport nevelő keverékébe függetlenül attól, hogy prebiotizált, vagy kezeletlen anyagot használtunk. A T3 csoport keverékében Ekonáz® XT25L (Panadditiv Kft) volt, amelynek fő aktivitását hőstabil endoxilánáz adja. Bekeverési aránya a kísérletben a gyártó által ajánlott 100g/t volt.

2. táblázat: Takarmány összetevők

Összetevők (%)	Indító	Nevelő
	(1-21 nap)	(21-42 nap)
Kukorica	36,5	42
Búza	20	-
Extrahált szója (46%)	29	15
Extrahált napraforgó (37%) (hántolatlan)	3	3
Búza DDGS	-	30
Kukorica glutén (60%)	4	-
Napraforgó olaj	2	5
Brojler premix 3%	3	3
Takarmánymész	0,3	-
L-lysine	0,4	0,4
DL-Methionine	0,3	0,3
MCP	1,3	1,1
NaCl	0,2	0,2
Összesen	100	100

3. táblázat: Számított táplálóanyag-tartalom

Számított táplálóanyag-tartalom (%)		
	Indító (1-21 nap)	Nevelő (21-42 nap)
Sza	88,032	89,640
AMEn MJ/kg	12,138	12,644
Nyersfehérje	22,372	19,700
Nyerszsír	4,787	8,288
Nyersrost	3,450	4,544
Hamu	7,542	7,123
Lys	1,358	1,236
Meth	0,771	0,765
Meth+C	1,069	1,015
Thre	0,845	0,807
Tryp	0,270	0,277
Arg	1,228	1,216
Val	1,131	1,260
Ca	1,162	1,033
P	0,810	0,871
P értékesíthető	0,480	0,547

4.4. A DDGS prebiotizációja

A DDGS kezeléséhez a NAIK-AKK Környezeti és Alkalmazott Mikrobiológiai Osztályán folyó korábbi munkák alapján egy baktérium és egy gombatörzs került kiválasztásra: a *Pseudomonadaceae* sp K07 (Kukolya et al. 2005) baktérium, és *Aspergillus oryzae* DSMZ 1862. Az *Aspergillus oryzae* a kutatások szerint legalább két különböző hőstabil, pH 4-10 között aktív endoxilanázt termel (He et al. 2015). A projekt során részben genomikai adatokból (Kukolya et al. 2011) részben tenyésztési módszerekkel felmérésre került a két mikroba cellulóz- és hemicellulóz-bontó potenciálja. A K07 törzs esetében a rendelkezésre álló genom szekvenciákban 11 különböző endoxilanázt és xilozidáz gént találtak. A kiválasztott két törzs mellett szólt a DDGS-en való megfelelő növekedés és a tenyésztési körülmények hasonlósága. Mindkét mikroorganizmus tenyésztési tesztek alapján hidrolizálja a DDGS poliszacharid frakcióját és a xilánt is.

A prebiotizáció során 1 kg DDGS-hez 130 g Na_2HPO_4 került a megfelelő kémhatás (pH=6) kialakítása érdekében. Az így kezelt DDGS spórazsákokba került és zsákonként 100-100 ml inokulumot desztillált vízzel 500 ml-re kiegészítve kevertünk hozzá. A kezelt mintákat 5 napig inkubáltuk (*Pseudomonadaceae* sp. K07- 40 °C, *Aspergillus oryzae* DSMZ 1862: 28 °C). Az emésztést követően a zsákokat 121°C-on 30 percig sterilizáltuk, majd szárítószekrénybe légszáraz állapotig szárítottuk. Ez az anyag (6.ábra) került felhasználásra az etetési tesztben (Kukolya 2021).



6. ábra: Prebiotizált DDGS (Kiss 2021)

4.5. Vizsgálati paraméterek

4.5.1. Takarmányok táplálóanyag-tartalmának vizsgálata

Az egyes takarmányokon weendei-analízist végeztünk, valamint a DDGS minták esetében a rostfrakciókat (NDF-semleges detergens rost, ADF-savdetergens rost, ADL-savdetergens lignin) is vizsgáltuk. A weende-i rendszerben hat különböző paramétert vizsgálunk a takarmányban: nedvesség, nyershamu, nyersfehérje, nyersrost, nyerszsír, és a nitrogénmentes kivonható anyagtartalom.

A nedvességtartalom mérése szárítószekrényben, 103°C-os hőmérsékleten súlyállandóságig szárítással történt. A nyershamu-tartalom meghatározásakor a mintákat elhamvasztottuk, 550 °C-on, majd a visszamaradt hamu mennyiségét visszamértük (MSZ ISO 5984). A nyersfehérje-tartalmat, Kjeldahl módszerrel határoztuk meg. A mintákat katalizátor segítségével, tömény kénsavval roncsoltuk, így az összes nitrogéntartalom ammóniumsóvá alakult. Az ammóniát lúggal felszabadítottuk, átdestilláltuk kénsavba, majd a savfelesleget titráltuk (MSZ 6830/4-81). A zsírtartalmat Soxhlet-eljárással vizsgáltuk, ehhez zsíroldószeres kioldásra, majd sósavas hidrolízisre volt szükség, végül extrakcióra. A visszamaradó zsírt tömegállandóságig szárítottuk (MSZ ISO 1444). A nyersrost mennyiségét úgy kaptuk meg, hogy a zsírtalanított takarmánymintákat híg kénsavval főztük, majd szűrtük, mostuk, és kálium-hidroxid-oldattal kezeltük, majd ismét szűrtük, mostuk, szárítottuk. A maradék tömeget elhamvasztottuk, és a különbség megfelelt a minta nyersrostitőmegének (Magyar Takarmánykódex 2004). A nyershamu, nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost mennyiségét kivonva a szárazanyag-tartalomból kaptuk meg a nitrogénmentes kivonható anyagok mennyiségét.

A rostfrakciókat a van Soest-féle módszerrel határoztuk meg. Először egy semleges detergensben oldottuk a mintákat, amely eltávolította a fehérjéket, keményítőt, az oldható pektint, és az egyéb vízoldható rostokat. A maradékot savdetergens oldatban oldottuk, és a hemicellulózt extraháltuk, szárítottuk, elégettük majd a különbség alapján számítottuk a mennyiségét. Az ADF-mérésben visszamaradt anyagot, ami a lignint, és a cellulózt tartalmazta, 72%-os kénsavval extraháltuk, így a cellulózt is oldatba vittük, így a visszamaradó anyag formájában nyertük az ADL, a savdetergens lignin mennyiségét (Babinszky et al. 2019).

4.5.2. Termelési paraméterek

A vizsgálat során heti rendszerességgel mértük az állatok testsúlyát egyedenként. Így ki tudtuk számolni a napi egyedi súlygyarapodást. A takarmányfogyasztást heti rendszerességgel mértük, feljegyeztük fülként. Ebből számítottuk az átlagos napi takarmányfogyasztást. Az átlagos napi takarmányfogyasztást elosztottuk az egy madárra jutó súlygyarapodással és megkaptuk a takarmányértékesítést. A hat hetes időtartam alatt, minden héten kiszámoltuk ezeket az értékeket, végül csoportonként értékeltük a súlygyarapodást, takarmányfogyasztást, takarmányértékesítést. Az elhullásokat napi rendszerességgel rögzítettük. A rutin megfigyelések közé tartozott az elhullási, selejtezési, boncolási jegyzőkönyvek vezetése és a nem várt események rögzítése. Az adatokat excel-táblázatba gyűjtöttük.

4.6. Vágási paraméterek

A kísérlet befejeztével a csirkéket laborvágás során extermináltuk. A laborvizsgálatokat a Magyar Agrár- és Élettudomány Egyetem gödöllői campusán végeztük. A 450 db brojlerből véletlenszerűen került kiválasztásra csoportonként 20-20 db egyed, a három párhuzamos ismétlésből egyenlő arányban. A koppasztás során lefejtettük a tollakat, eltávolítottuk a fejet. A lábakat hűtve tároltuk, a talpfekély vizsgálat céljából. A zsigerek eltávolítása után lefejtettük a mellcsontról a mellizmot, amelyen további vizsgálatokat végeztünk. A mell filéket két részre osztottuk és mindkét filé súlyát minden csoportban megmértük. Az így kapott adatainkat excel-táblázatban rögzítettük.

4.6.1. Húsminőség

Minden baromfifeldolgozó üzemben az Élelmiszerkönyv előírásait követik, objektív minősítésnek vetik alá a baromfihúsokat. Vágást követően a húspan biokémiai változások indulnak, ezért a húsminőség vizsgálatok kapcsán a kialakuló fizikai, kémiai, biológiai, tulajdonságok összességét mérjük. A húsminőségnek négy fő tulajdonságát különböztetjük meg: érzékszervi; táplálkozás; élelmiszerbiztonsági; technológiai. A kísérletben NIR (közeleli infravörös tartományú spektroszkópia) vizsgálattal a nedvesség-, fehérje- és zsírtartalom meghatározását végeztük el. Ezek közül a laboratóriumi vizsgálatok során egyes technológiai, érzékszervi és táplálkozási paramétereket vizsgáltunk.

Ehhez a felületes és mély mellizmot (*m. pectoralis superficialis* és *m. profundus*) használtuk. Csoportonként 20 db mellizom mintán végeztünk a méréseket. A pH-mérést, *post mortem* 24 órás hűtve (+3°C) tárolást követően végeztük el. A mellizom minták friss vágási felületén végeztük a hússzínvizsgálatot. A porhanyósság megállapításához a mellizom mintákat lefagyasztottuk (-20°C), ezt követően fagyasztási, olvadási, sülési veszteséget mértünk, majd 1x1 cm-es hasábokat formáztunk és nyíróerő-mérő segítségével mértük a szakítószilárdságukat.

4.6.2. Hússzín vizsgálat

A hússzín vizsgálata, azért lehet gyakorlati szempontból fontos, mert a vevők részben szín alapján vásárolnak húst. A színestabilitásnak nevezzük, hogy a hús, a kívánatos színét milyen hosszú ideig képes megőrizni. A vizsgálathoz 20-20 db mellizom mintát használtunk. Az élelmiszeriparban is gyakran használt Konica Minolta kromaméterrel végeztük a mérést (7.ábra).

A műszer 8 mm-es és 50 mm-es mérőnyílással rendelkezik, szokványos vagy attól eltérő színű, illetve textúrájú mintákhoz készült. Az emberi látásnak megfelelően méri a színeket, és egyszerű $L^*a^*b^*$ formátumban jeleníti meg (http 4). Az L^* értéke (0-100) jelenti a hús fényvisszaverő képességét, mely részben a myofibrilláris fehérje szerkezetétől függ. Az a^* (vörös, +60_-60), b^* (sárga, +60_-60) értéke a hús színének intenzitását mutatja meg, mely az oxidációtól, illetve a hem pigment koncentrációjától függ (Ouhayoun és Della Zotte 1996).



7. ábra: Hússzín mérése Konica Minolta kromaméterrel (Kiss 2021)

4.6.3.pH-vizsgálat

A hús pH értékének módosulása a vágás utáni glikolízisen alapszik. Az élő állat húsnak pH értéke 7 fölött van és röviddel vágás után a glikolízis hatására csökken. A postmortális glikolízis alatt az izomglikogén tejsavvá történő anaerob enzimes lebontását értjük. A glikolízis sebessége az izomszövet glükóz és glikogén tartalmától, továbbá a tárolási hőmérséklettől függ. Vágást követően felgyorsult glikolízis hatására már az első órában a mellizomzat pH értéke 5,8 alá csökken. Késleltetett glikolízisnél a pH érték 6,2 fölött marad. (A brojlerek mellizomzata, amennyiben 6,2 fölött marad jobb szaftosságú, mint az 5,8 pH érték alatti). Normális körülmények között a pH érték változás 24 órával a vágás után megszűnik. Valamennyi baromfifajra vonatkozóan normálisnak kell tekinteni, ha a mellizom pH értéke 5,8-6,0 között stabilizálódik (http5). A PSE jelleg a csirkében is kialakuló húsérési hiba, amelynek következtében a hús halvány, puha, szakadékony, vizenyős (pale, soft, exudative, PSE) tulajdonságú. Leginkább az értékes húsrészekben, így a mellizomokban fordul elő. A hús elveszti a vízmegtartó és a vízkötő képességét, levét enged, nagy főzési veszteséget és rossz emulzióképzési tulajdonságokat mutat. Ez arra vezethető vissza, hogy a glikogén jelentős része 45 perc alatt lebomlott, így nagy az izom tejsavtartalma és következményként alacsony a pH-ja ($\leq 5,8-6,0$). A DFD- (dark, firm, dry) típusú érés is előfordulhat. Jellemzője, hogy az izomban kevés a glikogén és ezáltal a pH-csökkenés mértéke korlátozott. A kiváltó oka általában a vágás előtti fizikai megterhelés, a pihentetés hiánya,

de esetenként idült betegség is előidézhetheti az izomglikogén mennyiségének csökkenését. A DFD-hús színe sötét, állománya feszes, levét nem ereszt, tapintása ragadós. A DFD-húst a vágást követően 12-48 órával mérhető, $\geq 6,0$ - $6,2$ végső pH jellemzi (Jávor és Szigeti 2011). A pH-vizsgálatokat a mellizomból vett mintákon HI 99163 pH-mérő műszerrel végeztük (8.ábra) a vágást követően, valamint a vágás után 36 óra elteltével. A szűrőelektrodát az izomba szúrva vártunk az érték stabilizálódásáig, majd a mért értéket feljegyeztük.



8. ábra: pH-mérés HI 99163 pH-mérő műszerrel (Kiss 2021)

4.6.4. Porhanyósság vizsgálat

A porhanyósság a hús rágása során szerzett érzékszervi benyomás, amelyet szubjektív módon ítél meg a fogyasztó, azonban objektív módon, műszeres mérési eredményekkel is jellemezhető (Jávor és Szigeti 2011). A csoportonkénti 20-20 mellizom mintát felengedtetést ($+4^{\circ}\text{C}$, 24 órán keresztül) követően, kontakt grillsütőben, 72°C maghőmérsékletig sütöttük. Testo 926 digitális maghőmérőt használtunk a maghőmérséklet megállapításához. Amint a minták elérték a kívánt maghőmérsékletet, egy tálcán gyűjtöttük őket és 20°C -ig hagytuk kihűlni. Ezt követően a mintákból 1×1 cm keresztmetszetű hasábokat készítettünk, melyeket a Warner-Bratzler pengével felszerelt TA XT Plus nyíróerő-érték mérő műszerrel vizsgáltunk. Minden hasábon a mérést, háromszor (eltérő pontokban) hajtottunk végre. A próbát követően megkaptuk azt a nyíróerőértéket, amely a hasáb átvágásához szükséges, ezzel a porhanyósságot jellemezni tudtuk.

4.6.5. Konyhatechnikai veszteségek

A konyhatechnikai veszteségeket egyszerű képletek segítségével tudtuk meghatározni. Mérési eredményeink származtak olvadás-, sülés után, valamint a szobahőmérsékletre való visszahűlést követően. A mért adatokból a számításra az alábbi képleteket használtuk:

$$\text{Olvasztási veszteség} = 100 - (m_1 - m_2) / m_1 * 100$$

m_1 = a minta fagyott súlya

m_2 = a minta súlya felengedtetés után

$$\text{Sülési veszteség} = 100 - (m_2 - m_3) / m_2 * 100,$$

m_2 = a minta felengedtetett súlya

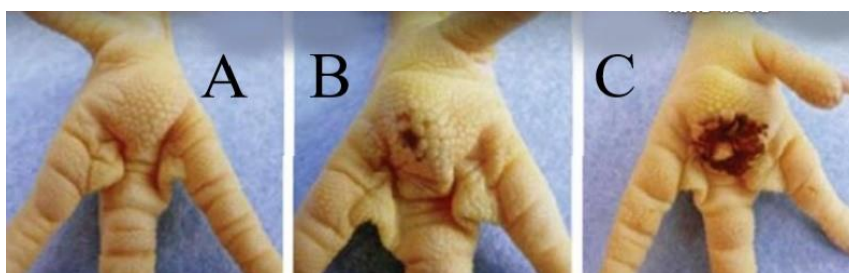
m_3 = a minta súlya sütés után

4.7. Hús táplálóanyag-tartalmának vizsgálata

A mellizom mintákat háztartási aprítógéppel homogén péppé daráltuk, minden csoportból véletlenszerűen hat minta került kiválasztásra, a mérést egy mintán háromszori ismételtsben végeztük el. A hús táplálóanyag-tartalmának meghatározásához DICKEY- John[®] INSTALAB 600 közeli infravörös tartományban mérő műszert (NIR analizátorral) használtunk. A vizsgálat során a nedvesség-, fehérje-, zsírtartalom mennyiségét mértük. A készülék egy önálló optikai fényvisszaverő eszköz, amelyet arra terveztek, hogy az alkotóelemek koncentrációjának százalékat gyorsan, és pontosan meghatározza. Pontossága annak függvénye, hogy a kalibráció milyen méretű adatbázison alapul. A műszert a takarmány- és az élelmiszeriparban használják nedvesség, fehérje, olaj, keményítő, rost, hamu mérésére (<http> 6).

4.8. Talpfekély vizsgálat

Számos pontozási rendszert fejlesztettek ki, hogy értékelni tudják a talpfekély előfordulását és súlyosságát az egyes brojlerállományokban. Az európai országokban a háromszintű pontozási rendszer az elfogadott (9. ábra), mely a madarak lábát szemrevételezés alapján értékeli. 0 pont, ha nincs elváltozás, nem, vagy csak nagyon kis felületi sérülés van, enyhe elszíneződés, enyhe hyperkeratosis (A kép). 1 pont, ha enyhe sérülés, elszíneződés a talp párnán, felületi sérülések, sötét papillák (B kép). 2 pont, ha súlyos sérülés, fekély vagy hegesedés jelei, vérzések vagy duzzadt talp párnákat látunk (C kép.) (A.A. El-Wahab & J. Kemphues 2013). Ezen pontozási rendszer szerint, az egyes csoportok lábmintáit pontoztuk, majd az eredményeket kiértékeljük.



9. ábra: talpfekély- 0 pont: A kép; 1 pont: B kép; 2 pont: C kép. Baromfi Hírmondó 2013/1. A.A. El-Wahab & J. Kemphues

4.9. Statisztikai értékelés

Az elvégzett vizsgálatok során kapott eredményeket GraphPad Prism 5 for Windows programmal elemeztük. Először a normál eloszlás vizsgálatára Kolmogorov-Szmirnov-próbát végeztünk, majd a csoportok közötti eltérést parametrikus teszttel, és varianciaanalízissel, a csoporton belüli változást pedig egymintás t-próbával hasonlítottuk össze, 5%-os szignifikancia szinten. Az ábrák GraphPad Prism 5 for Windows programmal készültek, a táblázatok Microsoft Excel programmal.

4.10. Gazdaságossági számítás

Pénzügyi számításaink alapjául a takarmányozási költségekből eredő különbségeket vizsgáltuk a különböző kezelésben részesülő csoportok között. A keveréktakarmányokban felhasznált alapanyagok költségeit a 4.táblázatban foglaltuk össze. A prebiotizálás kísérleti eljárás jelen pillanatban. A pontos költségek meghatározása éppen ezért, egy már üzemi méretű eljárásra nehéz. Ezért jelen számításban egy várható nagyüzemi termelési költség, becsült értéke szerepel.

4. táblázat: Keveréktakarmányokban felhasznált alapanyagok költségei (Ft/kg)

Keveréktakarmányokban felhasznált alapanyagok költségei (Ft/kg)	
Kukorica	70
Búza	65
Extrahált szójadara	140
Extrahált napraforgódara	110
DDGS	100
Glutén	150
Olaj	450
Premix	350
NSP enzim	0,26
DDGS prebiotizálás	1

Ezek alapján a nettó költségek a következőképpen alakultak: az indító keveréktakarmány ára 116,70 Ft/kg, a nevelő keverék a T1 csoport számára 123,70 Ft/kg, T2 csoport esetében 123,85 Ft/kg, míg a T3 csoportnál 123,98 Ft/kg. A naposcsibe ára 105 Ft/db. Az adatok alapján kiszámoltuk a takarmányozási költséget csoportonként. A bevételeknél az utolsó mérésnél mért előtömegből és a vágócsirke termelői nettó piaci árának szorzatából határoztuk meg a teljes értékesíthető csirkehús tömegét, minden csoportban. A csirkehús árának a piaci árat vettük alapul 304,23 Ft-ot (*Piaci Árinformációs Rendszer (PÁIR) – AKI Agrárközgazdasági Intézet (gov.hu)*). Végül a csirkehúsból származó bevételekből kivontuk a takarmányozási költségeket, és az így kapott nyereség alapján összehasonlítottuk a csoportokat.

5. Eredmények és értékelésük

5.1. Takarmány táplálóanyag-tartalmának vizsgálata

A kísérlet során felhasznált takarmányok táplálóanyag-tartalmát, rost-tartalmát a 5.táblázat szemlélteti. A prebiotizált és a kezeletlen DDGS táplálóanyag-tartalmát összehasonlítva elmondható, hogy a nyersfehérje, nyersrost, nyershamu tekintetében a prebiotizált DDGS-nél mértünk nagyobb értékeket, míg az abszolút szárazanyag, nyerszsír és a nitrogénmentes kivonható anyagok mennyisége a kezeletlen DDGS-ben bizonyult nagyobbak. A három nevelő

keveréktakarmány között számottevő különbség nem mutatkozott táplálóanyag-tartalom tekintetében.

A DDGS- mintákban vizsgáltuk a rostfrakciók értékét is. Ennek eredményeiből látszik, hogy a prebiotizált DDGS esetén, az NDF-tartalom minimális mértékben, míg az ADF-, ADL-tartalom számottevően meghaladta a kezeletlen DDGS-ben mért értékeket. Ezek alapján kiszámolva a két melléktermék hemicellulóz (NDF-ADF), cellulóz (ADF-ADL) értékeit, megállapítottuk, hogy az előbbi mennyisége 60%-kal kisebb volt a prebiotizált DDGS-ben (202,0g/kg sza.) a kezeletlenhez (323,7 g/kg sza.) viszonyítva, míg a cellulóz és a lignin éppen ellentétesen változott a prebiotizáció során. Azaz a cellulóz-tartalom a kezeletlen DDGS-ben 69,0 g/kg sza, a prebiotizáltban 88,9 g/kg sza, ami 22,4% eltérést jelent. A lignin-tartalom (rostban kötött hamuval együtt, azaz ADL) pedig 77,2%-kal nagyobb a prebiotizált DDGS-ben a kezeletlen alapanyaghoz viszonyítva.

5. táblázat: Takarmányok táplálóanyag-tartalma

	Abszolút sz.a.	Nyers- fehérje	Nyers- zsír	Nyers- rost	Nyers- hamu	Nmka	NDF	ADF	ADL
Megnevezés	g/kg tak.	g/kg sz.a.							
PREBIOTIZÁLT búza DDGS	902,9	191,3	30,2	146,1	62,1	570,4	462,9	261,0	172,1
Kezeletlen DDGS	919,0	177,1	41,6	85,4	56,2	639,7	431,8	108,1	39,2
Brojler indító 2021.01.07-28	867,70	251,35	66,38	41,95	83,44	808,2			
Búza DDGS kontroll nevelő (T1)	933,00	194,96	86,28	78,46	76,42	758,8			
Prebiotizált DDGS nevelő (T2)	932,30	197,79	81,09	80,02	80,88	758,0			
Búza DDGS enzim nevelő (T3)	937,30	199,94	85,14	81,40	74,47	759,0			

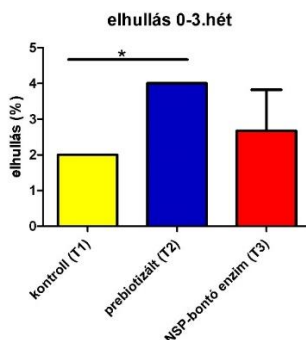
5.2. Termelési eredmények

5.2.1. Elhullás

Az elhullásban a kezelés ideje alatt a csoportok között számottevő eltérés nem jelentkezett. Ugyanakkor az indító fázisban szignifikáns különbség volt, a T1 és a T2, valamint a T1 és a T3 csoport között ($P < 0,05$), ahogy ez a 6. táblázatban, és a 10. ábrán is látható. A boncolások során kiderült, hogy az elhullások nagy részét bélgyulladás okozta. A kísérleti időszakban egyetlen elhullás történt. A kezeletlen DDGS-t fogyasztó csoportban (T1) hirtelen szívhalál miatt pusztult el egy állat. Összességében, a hizlalás teljes idejére vonatkoztatva 2,67-4,00% között alakult az elhullás, amely a technológiai tűréshatáron belül van.

6. táblázat: Elhullás (%) azonos oszlopban eltérő betűvel jelölt értékek szignifikáns eltérést mutatnak $p < 0,05$

Elhullás (%)									
Kezelés	0-1.hét	1-2.hét	2-3.hét	3-4.hét	4-5.hét	5-6.hét	0-3.hét	0-6.hét	3-6.hét
T1	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	2,00 ^a	2,67	0,68
T2	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00 ^b	4,00	0,00
T3	2,00	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00	2,67	2,67	0,00
p	-	0,4219	-	-	-	0,4219	0,0270	0,2160	0,4219



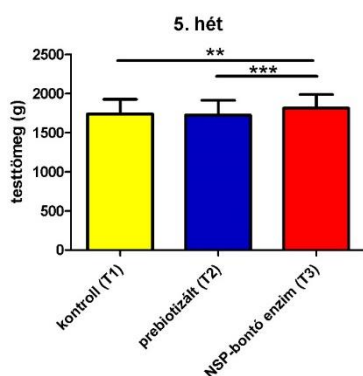
10. ábra: Elhullás 0-3.hét

5.2.2. Súlygyarapodás

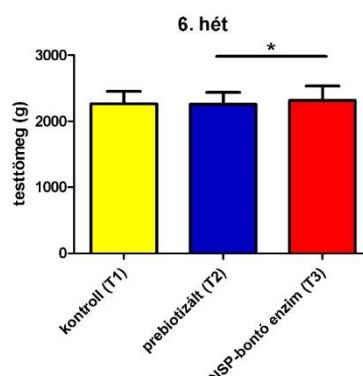
A kísérlet során a harmadik héten a három csoport egyedeinek testsúlya közel azonos volt, ahogyan a 7. táblázatban is szerepel, majd a különböző kezelések következtében az 5. hétre az enzim kiegészítés hatására a T3-csoport egyedeinek a súlya lett a legnagyobb, és ez az eltérés a vágásig meg is maradt. A különbség statisztikailag szignifikáns volt ($P < 0,0001$) a T2-csoporthoz viszonyítva, valamint a T1-csoporthoz viszonyítva ($P < 0,001$). A prebiotizált DDGS-t fogyasztó egyedek (T2) súlya, a kezeletlen DDGS-t tartalmazó takarmányt fogyasztó egyedekéhez (T1) hasonló volt. A különbségeket a 11. és 12. ábrán mutatjuk be. A 6. héten szignifikáns különbség ($P < 0,05$) megmaradt a prebiotizált DDGS-t fogyasztó, (T2) valamint az NSP-bontó enzimmel kezelt DDGS-sel takarmányozott csoport (T3) között. Ugyanakkor a kezeletlen DDGS-t fogyasztó csoport (T1) egyedeinek átlagos végsúlya már nem különbözött szignifikáns mértékben az enzimmel kezelt DDGS-sel takarmányozott csoport (T3) értékétől sem.

7. táblázat: Átlagos élő súly (g/madár) azonos oszlopban eltérő betűvel jelölt értékek szignifikáns eltérést mutatnak $p < 0,05$ szignifikancia szinten

Átlagos élő súly (g/madár)							
Kezelés	napos	1.hét	2.hét	3.hét	4.hét	5.hét	6.hét
T1	41,27	172,54	400,44	884,39	1345,01	1740,08 ^b	2261,19 ^{ab}
T2	41,53	175,59	390,46	890,38	1360,57	1724,24 ^b	2256,63 ^b
T3	41,61	171,39	407,80	872,47	1344,57	1814,42 ^a	2312,53 ^a
p	0,3918	0,1474	0,0824	0,4655	0,5774	<0,0001	<0,05



11. ábra: Súlygyarapodás az 5. héten

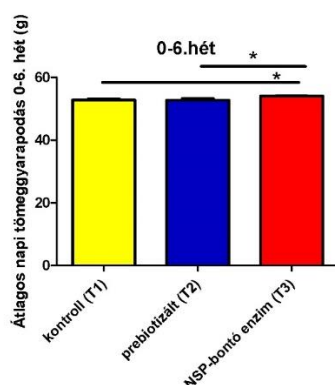


12. ábra: Súlygyarapodás a 6. héten

Az átlagos napi súlygyarapodás értékeit az 8. táblázat tartalmazza. A T3-csoport, mind a T2-, mind a T1-csoport gyarapodását szignifikáns mértékben ($P < 0,05$) meghaladta. A 13. ábrán is jól látható, hogy a pozitív kontroll csoport (T3) érte el a legjobb átlagos napi tömeggyarapodást, míg a negatív kontroll (T1) és a prebiotizált DDGS-t fogyasztó csoport (T2) hasonlóképpen gyarapodtak a hízolás teljes idejére vetítve. Érdekes módon ugyanakkor az egyes hetek súlygyarapodásai között szignifikáns eltérés nem volt kimutatható. Fontos megjegyezni, hogy míg a kezelés első hetén közel azonos volt a súlygyarapodás, addig a második hetén a T3 csoport gyarapodása volt a legkedvezőbb, majd az utolsó héten a prebiotizált csoport gyarapodott a legjobban.

8. táblázat: Átlagos napi tömeggyarapodás (g/madár) azonos oszlopban eltérő betűvel jelölt értékek szignifikáns eltérést mutatnak $p < 0,05$ szignifikancia szinten

Átlagos napi tömeggyarapodás (g/madár)									
Kezelés	0-1.hét	1-2.hét	2-3.hét	3-4.hét	4-5.hét	5-6.hét	0-3.hét	0-6.hét	3-6.hét
T1	18,63	32,56	69,14	65,80	56,44	72,69	40,11	52,83 ^b	65,26
T2	19,14	30,46	71,42	67,17	51,95	76,06	40,34	52,70 ^b	65,06
T3	18,42	33,61	66,33	67,49	67,07	71,20	39,50	54,04 ^a	68,59
p	0,5353	0,3951	0,4448	0,9115	0,0966	0,7409	0,6732	0,0121	0,0590



13. ábra: Átlagos napi tömeggyarapodás 0-6. hét (g)

5.2.3. Takarmányfogyasztás

A takarmányfogyasztás minden csoportban hasonlóan alakult. Szignifikáns eltérések nem mutatkoztak a csoportok között. Az egyes csoportok átlagos napi takarmányfogyasztását a 9.táblázat tartalmazza. A kísérlet időtartama alatt a T1-csoport összesen 654,775 kg-nyi takarmányt fogyasztott. A T2-csoport valamennyivel kevesebbet evett, összesen 648,310 kg-ot. A T3 csoport takarmány felvétele volt a legalacsonyabb, mindösszesen 638,780 kg. A takarmányfogyasztásban látható eltérés elsődlegesen a kezelési időszak alatt, a nevelési fázisban megjelent különbségekből adódik. Hiszen az első három hétben mindhárom csoportban közel azonos volt a takarmányfelvétel, majd a 4. héten a prebiotizált DDGS-t tartalmazó keverékből fogyott a legtöbb (T2), az 5. héten ez jelentősen visszaesett, végül az utolsó héten ismét ebből a takarmányból fogyasztottak legtöbbet a madarak.

9. táblázat: Átlagos napi takarmányfogyasztás (g/madár)

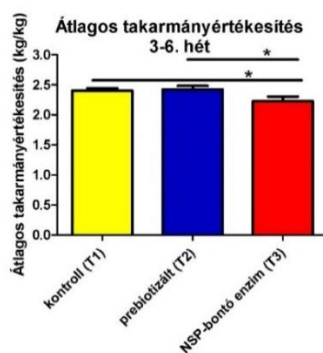
Átlagos napi takarmányfogyasztás (g/madár)									
Kezelés	0-1.hét	1-2.hét	2-3.hét	3-4.hét	4-5.hét	5-6.hét	0-3.hét	0-6.hét	3-6.hét
T1	24,56	50,01	94,43	124,32	145,00	199,30	56,34	106,78	156,83
T2	24,91	46,22	99,16	128,55	136,12	208,20	56,76	107,19	157,62
T3	24,00	51,70	91,53	119,46	146,30	192,03	55,80	104,20	152,60
p	0,2210	0,1856	0,2280	0,2615	0,4503	0,4367	0,8568	0,3338	0,5070

5.2.4. Takarmányértékesítés

A takarmányértékesítés tekintetében a nevelés utolsó három hetében statisztikailag értékelhető eltérés volt a csoportok között. A 10.táblázatban láthatóak az eredmények, az egyes csoportokra vonatkoztatva. Legkedvezőbbben ismét az enzim kiegészítés (T3) esetében alakultak az eredmények ($P < 0,05$), mivel itt mindösszesen 2,22 kg takarmányra volt szükség 1 kg élőtömeg előállításához. A kezeletlen (T1) és a prebiotizált (T2) DDGS hatására hasonló hatékonyságot értek el. Míg a kísérleti csoport (T2) 2,42 kg takarmányból állított elő 1 kg élőtömeget, addig a negatív kontroll csoport (T1) 2,40 kg takarmányból tette ugyanazt. A szignifikáns különbségeket a 14. ábrán ábrázoltuk.

10. táblázat: Átlagos takarmányértékesítés (kg takarmány/kg élő súly), azonos oszlopban eltérő betűvel jelölt értékek szignifikáns eltérést mutatnak $p < 0,05$ szignifikancia szinten

Átlagos takarmányértékesítés (kg takarmány/kg élő súly)									
Kezelés	0-1.hét	1-2.hét	2-3.hét	3-4.hét	4-5.hét	5-6.hét	0-3.hét	0-6.hét	3-6.hét
T1	1,32	1,54	1,36	1,89	2,58	2,75	1,40	2,02	2,40 ^b
T2	1,30	1,52	1,39	1,91	2,64	2,75	1,41	2,03	2,42 ^b
T3	1,31	1,54	1,38	1,78	2,20	2,70	1,41	1,93	2,22 ^a
p	0,9567	0,9725	0,8576	0,0869	0,0623	0,8497	0,9485	0,0662	0,0135



14. ábra: Átlagos takarmányértékesítés 3-6.hét

5.3. Vágási eredmények

5.3.1. Húsminőség

5.3.1.1. Szín vizsgálat

A szín mérésre egy L*, a*, b* jelrendszert használtunk, ahol a jelek jelentése, a következő: L*- világosság; a*- piros-zöld; b*- sárga-kék. A mérési eredményeket a 11. táblázat, valamint a 12. táblázat tartalmazza. A mért értékek értelmezéséhez, illetve következtetések levonásához szükség volt a következő képletre, $\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$ (Lukács, 1982), ezért számításaink során alkalmaztuk. Ez megmutatja, hogy az egyes színparaméterekben mért eltérések szabad szemmel is látható különbségeket eredményeznek-e, azaz fogyasztói szinten is jelentőséggel bírnak-e.

11. táblázat: A hússzínmérés eredményei közvetlenül vágást követően, azonos oszlopban eltérő betűvel jelölt értékek szignifikáns eltérést mutatnak $p < 0,05$ szignifikancia szinten

0 h.	L*		a*		b*	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
T1	55,373	2,713	0,871	0,708	5,835	1,240
T2	58,678	3,277	0,968	0,633	6,526	1,522
T3	57,195	4,352	1,084	0,717	6,014	1,182

12. táblázat: A hússzínmérés eredményei 36 óra elteltével vágás után, azonos oszlopban eltérő betűvel jelölt értékek szignifikáns eltérést mutatnak $p < 0,05$ szignifikancia szinten

36 h.	L*		a*		b*	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
T1	57,518	5,519	0,653	0,639	5,625	1,476
T2	58,464	5,506	1,030	0,804	6,222	1,709
T3	56,361	3,855	1,278	0,784	5,149	1,434

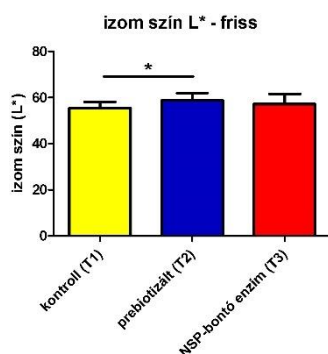
A mérési eredményeink alapján összevetettük az egyes csoportok színparamétereit. Közvetlenül a vágás után T2-T1 csoport között a színbeli különbség $\Delta E^*_{ab}=3,38$; a T2-T3 csoport

között $\Delta E^*_{ab}=1,57$ lett. Majd kiszámoltuk a vágást követő 36 óra elteltével ugyanezeket az értékeket. Ekkor, a T2-T1 csoport közötti eltérés $\Delta E^*_{ab}=1,18$; a T2-T3 csoport között $\Delta E^*_{ab}=2,37$ lett. Az eredmények értelmezésében a 13. táblázat segített. Eszerint közvetlenül a vágás után a prebiotizált DDGS-sel takarmányozott csoport (T2) húsának színe, a kezeletlen DDGS-t fogyasztó (T1) és az NSP-bontó enzimmel kezelt (T3) csoporttól is, szemmel érzékelhetően különbözött, ami az egyes paraméterek értékei alapján elsősorban annak tulajdonítható, hogy a T2 csoport húsának színe némiképp világosabb és sárgább. A különbség a T1 csoporttal szemben sokkal intenzívebb, mint a T3-mal. Bár az eltérés 36 óra elteltével is megmaradt a csoportok között, fontos megjegyezni, hogy a T1 csoport esetében a különbség intenzitása már gyengébb, míg a T3 csoporthoz viszonyítva a különbség erőteljesebb, amely leginkább abból adódik, hogy a világosság és sárga szín intenzitása közötti különbség mellett a vörös szín intenzitásában is jelentősebb eltérés van a két csoport között, mint közvetlenül a vágás után.

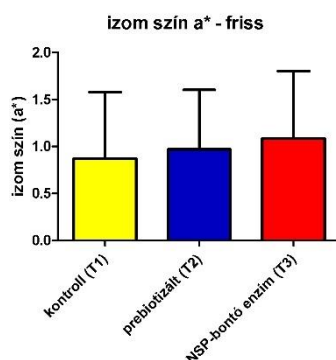
13. táblázat: A hússzín vizsgálat paramétereinek ($L^*a^*b^*$) komplex értékelése

Értéktartomány	Szemmel érzékelhető eltérés
$\Delta E^*_{ab} \leq 0,5$	Nem észrevehető
$0,5 \leq \Delta E^*_{ab} \leq 1,5$	Alig észrevehető
$1,5 \leq \Delta E^*_{ab} \leq 3,0$	Észrevehető
$3,0 \leq \Delta E^*_{ab} \leq 6,0$	Jól észrevehető
$6,0 \leq \Delta E^*_{ab}$	Nagy

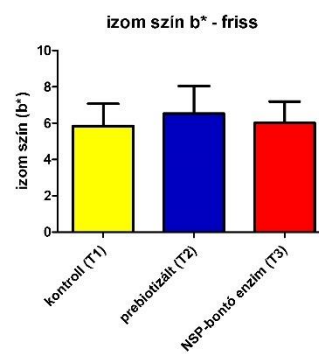
Az egyes színvizsgálati paraméterek között szignifikáns eltérés látható (15.,18.,19., ábra). Az L^* - világosságnál szignifikáns különbség ($P<0,05$) mutatható ki a negatív kontroll (T1), és a kísérleti (T2) csoport között, ez megfigyelhető közvetlenül a vágás után (15. ábra), és a vágás utáni 36. órában is (18. ábra). A vágást követő 36. órában történt mérésakor az a^* -piros-zöld, paraméternél (19. ábra), a negatív kontroll csoport (T1), valamint a pozitív kontroll csoport (T3) között szignifikáns különbséget találtunk ($P<0,05$). Azonban nem volt szignifikáns eltérés a vágást követő mérés után a^* , b^* , ill. a vágást követő 36. órában mért b^* paraméterekben (16., 17., 20. ábra). Ugyan, ezek a mérések statisztikailag igazolhatók, gyakorlati szempontból, nincs igazán jelentőségük, mivel 36 óra elteltével a különbségek erőssége jellemzően csökkent.



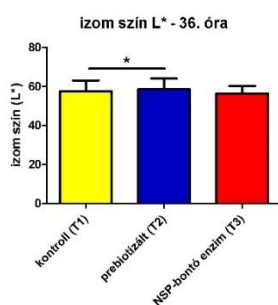
15. ábra: izom szín L*-friss



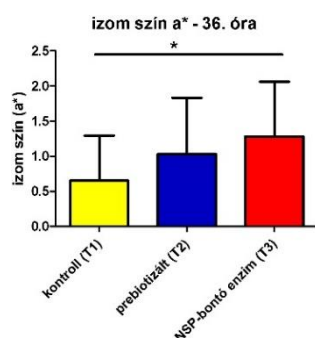
16. ábra: izom szín a*-friss



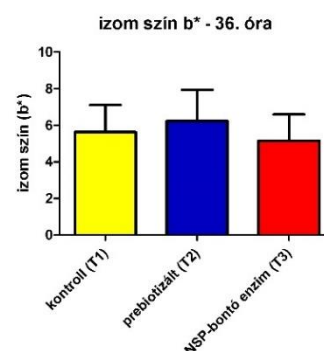
17. ábra: izom szín b*-friss



18. ábra: izom szín L*-36. óra



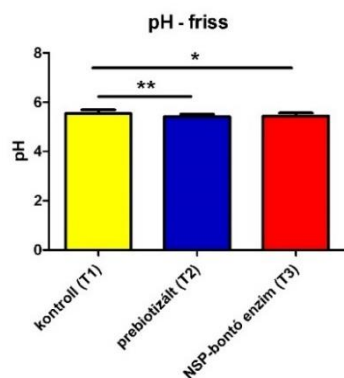
19. ábra: izom szín a*- 36 óra



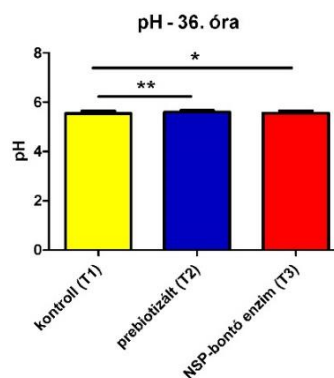
20. ábra: izom szín b*- 36 óra

5.3.1.2.pH vizsgálat

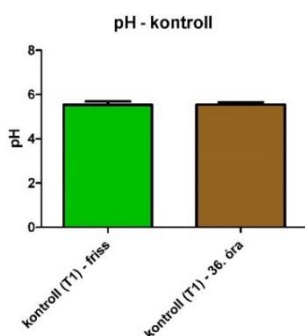
A kísérlet során kétszer végeztünk pH-mérést. A vágás után közvetlenül került sor először a pH-mérésre (az eredményeket a 21.ábrán ábrázoltuk). A vágást követően 36 óra múlva újból megmértük a húsminták kémhatását (22.ábra). Szignifikáns különbség van ($P < 0,001$) a negatív kontroll csoport (T1), és a kísérleti csoport (T2) első pH-mérése között, valamint a negatív (T1) és pozitív (T3) kontroll csoportok között ($P < 0,05$), a vágás után közvetlenül, valamint a vágást követő 36. órában is. A 23., 24., 25., ábrákat készítettünk, csoporton belül a két mérés összehasonlításra. A kezeletlen DDGS-t fogyasztó csoportban (T1) pH nem változott jelentősen a 36 órás hűtve tárolás során. A prebiotizált DDGS-t fogyasztó csoportban (T2) ugyanakkor a két időpontban mért pH érték jelentős eltérést mutatott ($P < 0,001$). Hasonlóképpen az NSP-bontó enzimmel kiegészített takarmányt fogyasztó csoportban (T3) is szignifikáns különbség volt a két mérés között ($P < 0,0001$). Az eltérések ugyan statisztikailag igazolhatóak, mégis gyakorlati szempontból nem jelentősek, mivel a baromfi-húsban szokásos, elvárt tartományban mozognak az értékek.



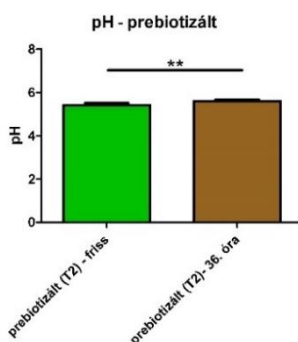
21. ábra: pH vágást követően



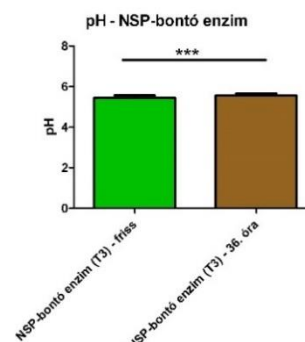
22. ábra: pH vágás után 36 órával



23. ábra: pH 0. órában és 36. órában, T1-csoport



24. ábra: pH 0. órában és 36. órában, T2-csoport



25. ábra: pH 0. órában és 36. órában, T3-csoport

5.3.1.3. Porhanyósság vizsgálata

A Warner-Bratzler féle pengével felszerelt Texture Analyser műszerrel elvégzett nyíróerő próba vizsgálatot követően, egyértelműen látszik, hogy a kezeletlen DDGS-t fogyasztó csoport (T1) húsmintáinak átmetszéséhez nagyobb nyíróerő volt szükséges, mint akár a prebiotizált (T2), akár az enzim kiegészítés (T3) csoporthoz viszonyítva. Legkisebb nyíróerőt az NSP-bontó enzimmel kezelt DDGS-t fogyasztó csoportban (T3) mértünk. Az eredményeket a 14. táblázat szemlélteti. A csoportok között azonban nincs szignifikáns eltérés.

14. táblázat: Az átlagos nyíróerő alakulása az egyes csoportok húsmintáiban

	Nyíróerő (kg/cm ²)	Szórás
T1	3,672	0,935
T2	3,568	0,782
T3	3,277	0,774

5.3.1.4. Konyhatechnikai veszteségek

A bal oldali mellizom minták felengedtetését (+4°C) követően az eredeti súlyból kivonva az olvadás utáni súlyt számítottuk az oladási veszteséget. A sülési veszteséget úgy kaptuk, hogy

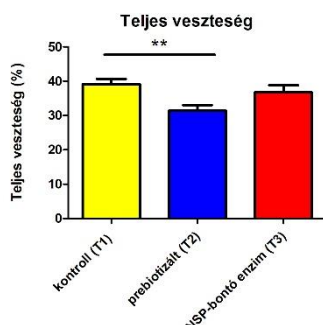
sütés (72°C) után közvetlenül megmértük a hús mintákat. A hűlési veszteség jelentette a sütést követő szobahőmérsékletre (24°C) való visszahűlés során tapasztalt súlyvesztést.

A jobb oldali felületes mellizom (*m. pectoralis superficialis*) mintákból származtak a hűtve tárolási veszteségek, ugyanis ezeket, vágást követően 24 órán keresztül hűtve (4°C) tároltuk, majd a kiindulási súlyokból kivontuk a tárolás utáni súlyokat. A csepegési veszteség meghatározásához a jobb oldali mély mellizom (*m. profundus*) mintákat 24 órán keresztül függőleges irányban hűtve tároltuk (4 °C), majd a kiindulási súlyból kivontuk a kezelés utáni súlyt. Az összes veszteséget összeadtuk, így megkaptuk a teljes konyhatechnikai veszteséget, csoportonként. Az eredményeket a 15. táblázat tartalmazza.

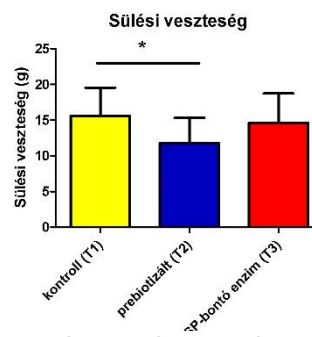
15. táblázat: Konyhatechnikai veszteségek (%), azonos oszlopban eltérő betűvel jelölt értékek szignifikáns eltérést mutatnak $p < 0,05$ szignifikancia szinten

%	Olvasztási veszteség	Szórás	Sülési veszteség	Szórás	Hűlési veszteség	Szórás
T1	7,496	2,740	15,582	3,950	5,650	0,980
T2	7,956	2,940	11,751	3,570	5,923	1,400
T3	8,824	2,120	14,590	4,130	5,813	1,760
	Csepegési veszteség	Szórás	Hűtve tárolási veszteség	Szórás	Teljes veszteség	Szórás
T1	8,946	4,310	1,447	0,690	39,120	5,640
T2	6,863	3,300	1,540	0,360	31,349	6,190
T3	7,393	2,820	2,280	3,230	36,702	7,830

Szignifikáns különbséget ($P < 0,05$) a negatív kontroll csoport (T1), valamint a kísérleti csoport (T2) sülési veszteségei között találtunk, ezt a 26. ábrán mutatjuk be. Továbbá szignifikáns különbség ($P < 0,001$) mutatkozott a teljes veszteség tekintetében, ugyanezen csoportok között (27. ábra). A többi veszteséget nem befolyásolta egyik kezelés sem, az viszont kedvező lehet, hogy a prebiotizált DDGS-t fogyasztó csoportban (T2) mutatható ki a legkisebb veszteség.



26. ábra: Teljes veszteség (%)



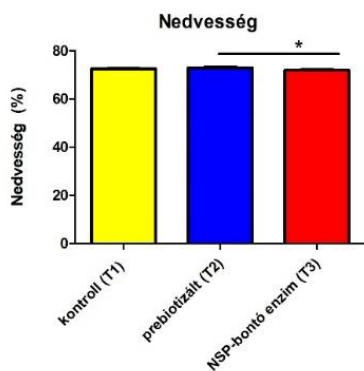
27. ábra: Sülési veszteség (g)

5.3.1.5. Hús táplálóanyag-tartalmának vizsgálata

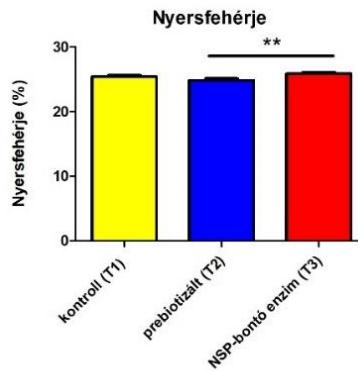
A táplálóanyag-tartalom vizsgálat eredményeit a 16. táblázat tartalmazza. Szignifikáns eltérés mutatkozott a prebiotizált DDGS-t fogyasztó csoport (T2), valamint az NSP-bontó enzimmel kezelt DDGS-t fogyasztó csoport (T3) között nedvesség ($P < 0,05$) és nyersfehérje ($P < 0,001$) tartalom tekintetében. Az eltéréseket a 28., 29., ábrán jelenítettük meg. Fontos azonban kiemelni, hogy bár a különbség statisztikailag igazolható, az eltérés körülbelül 1% mindkét paraméter esetében, ezért gyakorlati szempontból nincs jelentősége.

16. táblázat: Hús táplálóanyag-tartalma (%) azonos oszlopban eltérő betűvel jelölt értékek szignifikáns eltérést mutatnak $p < 0,05$ szignifikancia szinten

%	Nedvesség (%)		Nyersfehérje (%)		Nyerszsír (%)	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
T1	72,483	0,930	25,403	0,900	2,345	0,220
T2	72,860 ^a	1,280	24,840 ^a	1,160	2,329	0,270
T3	71,917 ^b	1,190	25,859 ^b	0,870	2,326	0,220



28. ábra: Nedvesség (%)



29. ábra: Nyersfehérje (%)

5.4. Talpfekély vizsgálat

A talpfekély vizsgálatot a laborvágás során végeztük el a háromszintű pontozási rendszer segítségével. A pontozás alapján számított eredmények a 17. táblázatban láthatók. Szignifikáns különbség nem található a csoportok között. Elmondható, hogy a kezeléstől függetlenül, a csoportokban 55% vagy annál nagyobb %-ban, fordult elő súlyos talpfekély. Felületi sérülések a legnagyobb százalékban (45%) a kezeletlen DDGS-sel takarmányozott csoportban (T1) fordultak elő (30. ábra), míg legkisebb százalékban (35%) az NSP-bontó enzimmel kiegészített takarmányt fogyasztó csoportban (T3) (32. ábra). Érdekes, hogy sem a negatív kontroll csoportban (T1), sem pedig a prebiotizáció hatására (T2) (31. ábra) nem találtunk elváltozás nélküli talppárnákat. Ezzel szemben az enzimkiegészítés esetében (T3) a madarak 10%-ának nem volt megfigyelhető elváltozás a talppárnáján.

17. táblázat: talpfekély vizsgálat (%)

	T1	T2	T3
2 pont	55%	57,15%	55%
1 pont	45%	42,80%	35%
0 pont	0%	0%	10%
Pontszám átlag	1,55	1,57	1,45
Szórás	0,51	0,53	0,69



30. ábra: Kezeletlen DDGS-t fogyasztó csoportnál kialakult talpfekély (Kiss 2021)



31. ábra: prebiotizált DDGS-t fogyasztó csoportnál kialakult talpfekély (Kiss 2021)



32. ábra: NSP-bontó enzimmel kezelt DDGS-t fogyasztó csoportnál kialakult talpfekély (Kiss 2021)

5.5. Gazdaságossági eredmények

A negatív kontroll csoport (T1) a hizlalási időszak alatt az indító keveréktakarmányból 173,905 kg mennyiséget fogyasztott, a nevelő tápból 480,870 kg mennyiséget, az összes takarmányfelvétel 654,775 kg volt. A kísérleti T2 csoport az indító takarmányból 171,655 kg-ot vett fel, míg a nevelőfázisból 476,655 kg-ot evett, összesen 648,310 kg-ot. A pozitív kontroll csoport (T3) az indító takarmányból 171,131 kg-ot evett, a nevelőből 467,650 kg-ot fogyasztott, összesen pedig 638,780 kg volt a takarmányfogyasztásuk a teljes időszak alatt. A T1 csoport takarmányozási költsége 79 778,33 Ft, a T2 csoporté 79 065,86 Ft volt. Míg a T3 csoport takarmányozási költsége 77 950,23 Ft lett. A 6. héten mért élősúly, valamint a 6. heti darabszám szorzatából, megkaptuk a csoportonkénti összes élősúlyt, amely a következőképpen alakult: T1= 330,13 kg; T2= 324,95 kg; T3= 337,63 kg. Ezeket az adatokat megszoroztuk az 1kg-nyi vágócsirke árral, mely 304,23 Ft volt, így megkaptuk a potenciális bevételt. Ez a T1 csoport esetében 100 436,59 Ft volt, a T2 csoporté 98 860,97 Ft, míg a T3 csoport esetében 102 716,99 Ft. Majd a bevételeinkből kivontuk a takarmányozási költségeket, így az nyerségünk a következőképpen

alakult: T1 csoport= 20 658,26 Ft; T2= 19 795,11 Ft; T3= 24 766,75 Ft. Számításainkat a 18. táblázat tartalmazza. Természetesen a kapott értékek nem valós profitot jelentenek, hiszen az energiafogyasztás, alom, vízfogyasztás költségeivel nem számoltunk, azonban alkalmasak arra, hogy a három kezelés gazdaságosságát reálisan összehasonlíthassuk.

18. táblázat: Gazdaságossági számítás

Csoportok	Elfogyasztott takarmány összesen (kg)	Elfogyasztott takarmány összesen (Ft)	Élősúly a 6.héten. (kg)
T1	654,775	79 778,33	2,26119
T2	648,31	79 065,86	2,25663
T3	638,78	77 950,23	2,31253
Csirkék db száma a 6.héten	Élősúly* db szám	Élősúly*1 kg vágócsirke ár (304,23 Ft)	Termékár-takarmányozási költségek (Ft)
146	330,13374	100 436,59	20 658,26
144	324,95472	98 860,97	19 795,11
146	337,62938	102 716,99	24 766,75

5.6. Takarmány értékelése

A takarmányvizsgálat eredményei alapján a prebiotizálás hatására megnőtt a DDGS nyersfehérje- és nyersrost-tartalma. Ez feltehetően, legalább részben azzal magyarázható, hogy a szárított prebiotizált DDGS tartalmazta a fermentációs eljárásban használt inokulumot is, amely a mikroorganizmus tömeg révén növelte a táplálóanyag-tartalmat. Hipotézisünk alapján azt vártuk, hogy a kezelés hatására csökken a DDGS-ben a nyersrost, illetve ezen belül az oldható NSP anyagok mennyisége. Ezzel ellentétben itt is növekedést tapasztaltunk. Az egyes rostfrakciók és ebből számítva az egyes rostalkotók mennyisége is váratlan eredményeket mutatott hiszen, bár a hemicellulóz-tartalom valóban kisebb lett a kezelés hatására, ezzel szemben a cellulóz és a lignin tartalom jelentősen nagyobb lett. Ehhez járult még az a tapasztalat, hogy a prebiotizált DDGS-ben a nitrogénmentes kivonható anyagok mennyisége kisebb lett, mint a kezeletlen anyagban. A hemicellulóz-tartalom csökkenése a prebiotizált melléktermékben vélhetően azt jelzi, hogy a prebiotizálás sikeres volt, azaz a felhasznált mikrobák a hemicellulózok egy részét lebontották. Ugyanakkor a nyersrost- és lignin-tartalom növekedése azt mutatja, hogy a kezelést követően nagyobb arányban voltak jelen savas detergenseknek ellenálló anyagok. Ennek oka lehet, hogy a fermentációt követő sterilizálás során alkalmazott hőkezelés hatására Maillard reakció indult be az anyagban. Ennek lényege, hogy hő hatására a takarmány cukortartalma képes hozzákapcsolódni a takarmány egyéb táplálóanyagaihoz – elsődlegesen a rostalkotókhoz és a fehérjékhez. Ezen

kötések révén a rostalkotók ellenállóbbá válhatnak. Így az ADL frakció, ill. az összes nyersrost mennyiségének növekedése ennek a szerkezeti változásnak a köszönhető. Ennek bizonyítására további vizsgálatok szükségesek. Az eltérések pontos okainak feltérképezése azonban további vizsgálatokat igényel (pl. fontos lenne megvizsgálni a prebiotizált DDGS táplálóanyag-tartalmát és rostösszetételét a sterilizálás előtt, közvetlenül a fermentáció után). A kezelt és kezeletlen DDGS táplálóanyag-tartalmában mutatkozó különbségek a keveréktakarmányokban már nem okoztak látható eltérést sem a nyersfehérje, sem a nyersrost mennyiségében.

5.7. Elhullás értékelése

Kizárólag a nevelés első három hetében mutatkozott számottevő elhullás és a csoportok között ekkor volt jelentős eltérés, ez azonban a kísérlet szempontjából irreleváns, mivel az állatok tartási és takarmányozási körülményei ebben az időszakban teljesen azonosak voltak. A boncolások során kiderült, hogy az elhullások nagy részét ebben az időszakban bélgyulladás okozta, amely – lévén, hogy jellemzően az első héten jelentkezett – vélhetően a kezdeti fejlődés egyedi eltéréseiből adódik. A kísérleti periódusban – 3-6. hét között – egyetlen elhullást tapasztaltunk, amelynek oka a hirtelen szívmegállás volt, amely a mai gyors növekedésű hibridek esetében egy jellegzetes halálok, mivel a gyors növekedés komoly terhelést jelent a szív számára. Ezért vélhetően ez az elhullás sem releváns a kezelések hatásainak összevetése szempontjából. A szakirodalmi cikkek egyikében sem találtunk utalást arra nézve, hogy a DDGS bekeverési aránya, hatással lett volna az elhullásra. Jelen kísérletünk ezt alátámasztja, hiszen még az esetünkben alkalmazott nagy (30%-os) bekeverési arány esetén sem volt összefüggésbe hozható a DDGS a mortalitással.

5.8. Súlygyarapodás értékelése

Mindenképpen ki kell emelni, a DDGS mellett NSP-bontó enzimet is tartalmazó takarmányt fogyasztó csoport (T3) súlygyarapodását, valamint a madarak végsúlyát, mely a másik két csoporthoz viszonyítva a legnagyobb volt. Úgy véljük ez a hatás az NSP-bontó enzimnek tulajdonítható, hiszen ezek a csirkék jobban tudták emészteni, hasznosítani a rendelkezésükre álló takarmányt. Vélhetően annak látszólagos metabolizálható energiatartalma is nagyobb volt. Ezek az eredmények összhangban vannak az irodalomban leírtakkal (*NSP-bontó enzimek c. fejezet, hivatkozás: Mézes 2014*). Munyaka és munkatársai (2016) által elvégzett kísérletben is azt tapasztalták, hogy xilanáz és β -glükánáz enzimkiegészítés hatására a csirkék súlygyarapodása 4%-kal, takarmányértékesítésük 7%-kal meghaladta kontroll csoportét. Abból, hogy a kísérleti (T2) és a negatív kontroll csoport (T1) között nem volt szignifikáns eltérés a súlygyarapodásban, arra

következtettünk, hogy a prebiotizálás nem volt negatív, de pozitív hatással sem erre a paraméterre. Továbbá 30%-os bekeverési aránya sem befolyásolta negatívan a súlygyarapodást. Ugyanígy látták Calik és kutatótársai (2020), akik 3%, 6%, 9%, 12%-os bekeverési arányt alkalmaztak.

Az átlagos napi súlygyarapodás tendenciái teljesen megegyeznek a testsúllynál leírtakkal. Azaz, az NSP-enzim kiegészítés hatására jelentősen javult a napi súlygyarapodás, miközben a prebiotizálás nem eredményezett javulást etekintetben. Loar és kutatótársai (2011) munkájukban arról számoltak be, hogy 14%-nál nagyobb DDGS bekeverési arány már negatív hatással lehet termelésre. A mi vizsgálataink szerint, azonban még a 30%-os arány sem befolyásolta számottevően az állatok gyarapodását.

5.9. Takarmányfogyasztás, takarmányértékesítés értékelése

A takarmányfogyasztást egyik kezelés sem, valamint a DDGS bekeverési aránya sem befolyásolta negatív, vagy pozitív irányba. Etekintetben az irodalmi források ellentmondásosak. A jelen kísérletben tapasztaltakhoz hasonló következtetésre jutottak Kumar és munkatársai (2017), Calik és társai (2020), hiszen az ő kísérleteikben sem változott a takarmányfelvétel 30%-os, sőt a 40%-os bekeverési arány esetén sem. Munyaka és kutatótársai (2016) - hozzánk hasonlóan – szintén nem tapasztaltak a takarmányfelvételben különbséget NSP-bontó enzim kiegészítés hatására DDGS-tartalmú takarmányokkal. Ugyanakkor Loar és munkatársai (2011) azt az eredményt kapták, hogy már 28%-os DDGS arány korlátozhatja a takarmányfelvételt.

A takarmányértékesítésben az NSP-bontó enzim kiegészítést is tartalmazó takarmányt fogyasztó csoport (T3) érte el a legjobb eredményt, amelyet egyértelműen az enzim kiegészítés hatásának tulajdonítunk. Ezt több kutató eredményei is alátámasztják (Calik et al. (2020); Singh et al (2021); Munyaka et al (2016)). A kezeletlen DDGS-t fogyasztó csoport (T1), valamint a prebiotizált DDGS-t fogyasztó csoport (T2) eredményei szinte azonosak voltak, azaz a prebiotizálás nem hozta azt a javulást, amelyre hipotézisünk alapján számítottunk. Fontos azonban kiemelni, hogy a szakirodalomban leírtakkal ellentétben (1,5-1,6 kg/kg takarmányértékesítés), kezeléstől függetlenül minden csoport majdnem, egy 1kg-mal több takarmányból állított elő 1kg élősúlyt. Ennek hátterében részben a dercés etetés áll. Ugyanakkor vélhetően szerepe lehet DDGS nagy bekeverési arányának. A nagy mennyiségben bekevert DDGS hatására ugyanis a nyersrost-tartalom 8% körül alakult, amely a brojlercsirke számára túlzott mennyiség. Ennek következtében feltehetően csökkent a táplálóanyagok felszívódásának hatékonysága, amely hatást még az enzim kiegészítés sem tudta ellensúlyozni. Ennek következménye az elvártnál gyengébb takarmányértékesítés mindhárom csoportban. Ennek igazolására azonban további kísérlet beállítására lenne szükség.

5.10. Vágási paraméterek, húsmínőség értékelése

A hússzín vizsgálatok során ugyan mutatkoztak eltérések a csoportok között, ezeknek azonban gyakorlati szempontból meghatározó jelentősége nincs. Mindazonáltal az eredményekből arra lehet következtetni, hogy a prebiotizálás eredményeként a hús világosabb és némiképp nagyobb sárga színintenzitással rendelkezik, azonban a változás szabad szemmel észlelhető ugyan, de nem erőteljes.

A pH-vizsgálati eredmények ugyan statisztikailag igazolhatók voltak, gyakorlati szempontból azonban nem jelentősek, mivel minden érték a baromfihús esetében elvárt tartományban volt vágáskor és 36 órás hűtve tárolás után is.

A porhanyósság vizsgálata kapcsán a brojlersirke húsról jellemző nyíróerő értékeket mértünk. Érdekes azonban, hogy a leginkább porhanyós húsa a pozitív kontroll csoportnak (T3) volt. A kísérleti csoport (T2) húsa is porhanyósabb volt a negatív kontroll csoporthoz viszonyítva (T1). Úgy véljük, ezek a különbségek a kezelésekből adódhattak, de ennek megerősítésére további vizsgálatok elvégzése szükséges.

A konyhatechnikai veszteségekből arra lehet következtetni, hogy a prebiotizálás kedvező hatással lehet a hús víztartó-képességére, mivel a kísérleti csoportban (T2) volt a legkisebb a csepegési, a sülési veszteség, valamint a teljes veszteség is.

Bár a hús táplálóanyag-tartalmának vizsgálata során ugyan statisztikailag értékelhető eltérés mutatkozott a kísérleti (T2), és a pozitív kontroll csoport (T3) között, mivel a különbség mindössze 1%, ezért ennek gyakorlati jelentősége nincs. Talán a legfontosabb következtetés etekintetben az lehet, hogy a nagyarányú DDGS használat nem okozott jelentős változást a hús összetételében, mivel a csirkehúsról jellemző eredményeket kaptunk mindhárom csoportban.

Az irodalomban nem találtunk utalást arra vonatkozóan, hogy a DDGS bekeverési aránya, vagy az NSP-bontó enzimek negatív hatással lennének a húsmínőségre, amelyet többnyire a bemutatott kísérletünk is alátámaszt.

5.11. Talpfekély vizsgálat értékelése

A talpfekély vizsgálat eredményeiből arra következtettünk, hogy az NSP-bontó enzimekkel történő takarmány kiegészítésnek valóban van pozitív hatása a talpfekély kialakulásának megelőzésében, hiszen kizárólag ebben a csoportban volt egészséges talpú baromfi. Ez megegyezik az irodalomban, más kutatók által leírt eredményekkel Mézes (2014), Ghayour-Najafabadi (2017), Boling és Firman (1997). Ugyanakkor, az 55% feletti súlyos talpfekély komoly problémát jelent. Feltételezésünk szerint ennek oka a takarmány nagy arányú DDGS-tartalma lehet, hiszen ezzel a nagy rosttartalmú komponenssel, megnövekedett a takarmánnyal bevitt rost

mennyisége. Túlzott rostbevitel esetén felgyorsul a bélperisztaltika, amely csökkenti a vízviasszaszívódást és ebből adódóan megnő az ürülék nedvességtartalma. Ezt a hatást tovább súlyosbítja az oldható rostalkotók nagy arányú jelenléte, amely a búza DDGS-re jellemző. Az irodalomban leírtaknak megfelelően ezek a vegyületek növelik a béltartalom viszkozitását, elfolyósítják a béltartalmat, befolyásolják a bélnyák mennyiségét, ezzel hozzájárulnak az alom elnedvesedéséhez. Az enzim kiegészítés hatására ez utóbbi rostalkotók aránya csökkenhetett, így az ürülék nedvességtartalma kedvezőbben alakulhatott e csoportban és ez okozza a kedvezőbb lábállapotot. Sajnos ezek az eredmények arra utalnak, hogy a prebiotizálás nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket, nem csökkentette számottevően az oldható rostok arányát és következményesen az ürülék nedvességtartalmát. Ennek a feltételezésnek az igazolására, azonban további vizsgálatokra lenne szükség.

5.12. Gazdaságossági értékelés

Gazdaságossági számításainkból, arra a következtetésre jutottunk, hogy a DDGS mellé NSP-bontó enzim kiegészítést is tartalmazó tápot fogyasztó T3 csoport, ért el legjobb eredményt, ugyanis ebben a csoportban volt a legkevesebb a takarmányozási költség, a legnagyobb élősúly a 6. héten, a legnagyobb bevétel, így a legnagyobb haszon is itt realizálódott. A T1 csoport, amely a kezeletlen DDGS-sel kiegészített keveréket fogyasztotta, érte el a második eredményt, és legkevesebb hasznunk a prebiotizált DDGS-t fogyasztó csoportból T2 származott. Ennek következtében a prebiotizálás, nem bizonyult költségcsökkentő eljárásnak.

5.13. Konklúzió

Választ kaptunk arra kérdésre, hogy hogyan befolyásolja a prebiotizálás a termelési és húsminőségi paramétereket. Vizsgálataink szerint, a prebiotizálás nem igazolta hipotézisünket. A termelési paraméterekben és a termelés gazdaságossági mutatóiban nem eredményez javulást. A húsminőség egyes paramétereire ugyanakkor kedvezően hat. Ezek között leginkább a konyhatechnikai veszteségek csökkentésének lehet gyakorlati jelentősége. Egyértelműen bizonyítottuk, hogy a talpfekély kialakulásának megelőzésében az általunk használt prebiotizációs eljárás nem bizonyult sikeresnek. Gazdasági számításaink alapján a kidolgozott új eljárás jelen formájában nem javítja a termelés gazdaságosságát. Ezért további vizsgálatok és az eljárás módosítása szükséges.

A kísérlet eredményei alapján megállapítható, hogy a búza alapú DDGS 30%-os arányban sem okoz jelentős romlást a termelési paraméterekben, bár ennek igazolására szükséges lenne egy olyan kísérlet beállítására, amelyben egy DDGS-t nem tartalmazó kontroll csoport is beállításra

kerül. Xilanáz enzim kiegészítéssel hatékonyan javíthatók a termelési és így a gazdasági mutatók egyaránt. A nagy bekeverési arány okozta lábproblémák enyhítésére szintén jól használható a xilanáz enzim kiegészítés, azonban a teljes megelőzésre nem képes.

Annak ellenére, hogy a bemutatott kísérletben a prebiotizáció nem hozott átütő eredményt, az eljárás és hatásainak további vizsgálata mindenképpen célszerű. Tapasztalataink alapján úgy tűnik, hogy a használt sterilizálás túlzott hőhatást eredményez. Erre utal az a tény is, hogy a prebiotizált DDGS színe sötétbarna volt, szemben a kiindulási alapanyag világos karamellre emlékeztető színével. A túlzott hőkezelés következtében vélhetően megnőtt a rostalkotók és az általuk megkötött anyagok ellenálló-képessége, a kémiai analízis során használt oldószerekkel szemben. További problémát jelenthet – és ez is lehet legalább részben oka a prebiotizált DDGS-t fogyasztó csoport gyenge termelési eredményeinek – ha feltételezésünk helytálló, akkor a hőkezelés a táplálóanyagok emészthetőségét is rontja. Mindazonáltal eredményeink alapján vitathatatlan, hogy az oldható rostfrakció, a hemicellulózok aránya csökkent a prebiotizációs kezelés hatására. Ezért mindenképpen érdemes az eljárás további fejlesztése, finomhangolása és az állatkísérlet megismétlése.

6. Összefoglalás

Az egyik leggyakrabban használt melléktermék a DDGS, mely különböző gabonamagvakból képződhet. Mivel az etanolgyártás során a gabonamagvak keményítőtartalmát hasznosítjuk, a visszamaradó melléktermékben koncentrálnak az eredeti nyersfehérjetartalom. Ennek köszönhetően a DDGS alapvetően fehérjeforrásként hasznosítható, ezért elsősorban a szója egy részét törekszünk vele kiváltani.

A korábbi kutatások eredményei arra utalnak, hogy baromfi takarmányokban a DDGS legnagyobb bekeverési aránya 20% lehet. Ezért egy olyan félüzemi kísérletet állítottunk be, ahol a törköly a keveréktakarmány 30%-át adta a hizlalás második szakaszában (3-6. héten) és vizsgáltuk milyen hatással van a termelési eredményekre és vágási paraméterekre. Továbbá vizsgáltuk, hogy ilyen nagyarányú bekeverés esetén, a keverék nyersrost-tartalmának és összetételének potenciális kedvezőtlen hatásait, milyen mértékben tudja ellensúlyozni egy NSP-bontó enzim kiegészítés, vagy egy kísérleti eljárás, a DDGS prebiotizálása. A prebiotizáció egy új eljárás, amelynek potenciális hatása, a gabonatörköly rosttartalmának csökkentése, összetételének megváltoztatása.

A kísérletben Cobb500TM hibrid, napos csibéket állítottunk be (n=450). Minden kezelésben 150 db brojlercsirke szerepelt, amelyeket három fülkében helyeztünk el (n=50). Összesen 9 db fülkében dolgoztunk, 450 db brojler kakassal. A kísérlet során kétfázisú takarmányozást alkalmaztunk, *ad libitum*, dercés formában. Az indító keveréket 0-21 napos korig fogyasztották az

állatok. A nevelő keveréket - amely 30% DDGS-t tartalmazott - pedig 21-42 nap között. A csoportjaink: T1-csoport negatív kontrollként szerepelt, ugyanis ezen madarak takarmánya kezeletlen búza DDGS-t tartalmazott. A T2-csoportban a csirkék prebiotizált búza DDGS-t tartalmazó keveréket fogyasztottak. A T3 csoport keverékében (pozitív kontrollnak is tekinthető) a DDGS mellett NSP-bontó enzimekészítményt is szerepeltettünk. A kísérlet során megvizsgáltuk a termelési paramétereket, az elhullást, takarmányfogyasztást, takarmányértékesítést, súlygyarapodást. Laboratóriumi analízis során mértük a keveréktakarmányok táplálóanyag-tartalmát. Egyes vágási paramétereket is megvizsgáltunk, így mértük a húsminőség jellemzésére alkalmas hússzint, pH-t, porhanyósságot, konyhatechnikai veszteségeket és a hús táplálóanyag-tartalmát. Továbbá talpfekély vizsgálatot tartottunk és gazdaságossági számítást is készítettünk.

Vizsgálataink szerint, a prebiotizálás nem igazolta hipotézisünket. A vizsgált termelési paraméterekben és a termelés gazdaságossági mutatóiban nem eredményezett javulást. A húsminőség egyes paramétereire azonban kedvező hatást gyakorolt. A talpfekély kialakulásának megelőzésében az általunk használt prebiotizációs eljárás nem bizonyult sikeresnek. Gazdasági számításaink alapján a kidolgozott új eljárás jelen formájában nem javítja a termelés gazdaságosságát. Fontos azonban azt is kiemelni, hogy a T3 csoportban alkalmazott enzimekészítmény hatékonynak bizonyult, amelyet alátámaszt az a tény, hogy minden termelési paraméter és a gazdaságossági számítás tekintetében is ez a csoport bizonyult a legjobbnak. Azaz NSP-bontó enzim jelenlétében akár 30%-os arányban is használható a búza DDGS a brojlercsirke takarmányozásában a termelési paraméterek romlása nélkül.

7. Irodalomjegyzék

- A.A. El-Wahab & J. Kemphues (2013): Talpfekély kialakulásának okai. Baromfi Hírmondó, 2013 (1): 9-13 p.
- Árendás E. (2018): Hamarosan bővül a hazai DDGS kínálat: búza DDGS. Hírlevél, XVIII. évfolyam (7): 27.
- Babinszky L. (szerk.) (2002): Magyarország fehérjegyártásának helyzete és a fejlesztés stratégiája. Agroinform Kiadó, Budapest, 205 p.
- Babinszky L. & Halas V. (szerk.) (2019): Innovatív takarmányozás. Akadémiai Kiadó, Budapest, 995 p.
- Barekatain M. & C. Antipatis & M. Choct & P.A. Iji (2013): Interaction between protease and xylanase in broiler chicken diets containing sorghum distillers dried grains with solubles. Anim. Feed Sci. Technol., 182 (2013), pp. 71-81
- Barekatain M. & J. Noblet & M. Choct & P.A. Iji & S.B. Wu & R.A. Swick (2014): Effect of sorghum distillers dried grains with solubles and microbial enzymes on metabolizable and net energy values of broiler diets. Poultry Science, 93(11), 2793-2801 p.
- Bárány L. & Pupos T. & Szöllősi L. (szerk.) (2013): Versenyképes brojlertenyésztés. Szaktudás Kiadó Ház Zrt, Budapest, 291 p.

- Calik A. & Palaz M. (2020): Investigation of effect of dietary DDGS supplementation on compound feed costs and broiler performance and carcass parameters. *Journal of the Turkish Veterinary Medical Society* 91 (1) 70-79 p.
- Dinani O. P & Tyagi Pramod K. & Mandal A.B. & Tyagi Praveen K. & Dutta N (2019): Evaluation of feeding value of rice based Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS) for broiler chickens. *Indian Journal of Animal Research*, 53 (7): 901-906 p.
- Dublecz K. (2011): Baromfitakarmányozás. Pannon Egyetem, Kaposvár, 33p.
- Európai Unió Bizottság (2021): 2021/1372 RENDELETE a 999/2001/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet IV. mellékletének a prémes állatoktól eltérő, nem kérődző haszonállatok állati eredetű fehérjével való takarmányozásának tilalma tekintetében történő módosításáról. Az Európai Unió Hivatalos Lapja, Brüsszel, 21 p.
- Fehér K. & Horváth P. & Wellesz T. (szerk) (2019): Tudásvagyunk UBM az agrárvilág újdonságainak nyomában. UBM Csoport, Pilisvörösvár, 412 p.
- Fekete S. (szerk) (2003): Állatorvosi Takarmányozástan és dietetika. A/3 Nyomdaipari és Kiadói Szolgáltató Kft, Budapest, 663 p.
- Fébel H.: Búza DDGS Tudományos ajánlat és etetési javaslat, Agromenza. Termék - Búza DDGS pellet - AgroMenza (2021.09)
- Ghayour-Najafabadi P. & Khosravinia H. & Gheisari A. & Azarfar A. & Khanahmadi M. (2017): Productive performance, nutrient digestibility and intestinal morphometry in broiler chickens fed corn or wheat-based diets supplemented with bacterial- or fungal-originated xylanase. *Italian Journal of Animal Science*, 17 (1): 165-174 p.
- Gippert T. & Körösiné Molnár A. (2006): A baromfi takarmányozása intenzív és szabad tartásban. Gazda Kiadó, Budapest, 196 p.
- Gyenis J.: Korszerű baromfitakarmányozás, Agrárium7. Korszerű baromfi-takarmányozás > Agrárium7 (agrarium7.hu) (2021.09.)
- He H, & Qin Y, & Li N, & Chen G, & Liang Z. (2015): Purification and characterization of a thermostable hypothetical xylanase from *Aspergillus oryzae* HML366. *Appl Biochem Biotechnol*. 175: 3148-61.
- Horn P. & Sütő Z. (2014): A világ baromfihús-termelése és az előállítás versenyképessége *Acta Agraria Kaposvariensis* 18 (1): 14-29 p.
- I.C. de Jong & J. van Harn, & H. Gunnik, & V.A. Hindle, & A. Lorens (2012): Footpad dermatitis in Dutch broiler flocks: Prevalence and factors of influence. *Poultry Science* 91 (7), 1569-1574 p
- Jávor A. & Szigeti J. (2011): Termékminősítés és termékhygiéna. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem, 97 p.
- Kralik G. & Kralik Z. & Grčević M. & Hanžek D. (2017): Quality of Chicken Meat. *Animal Husbandry and Nutrition IntechOpen* 72865, 63-94 p.
- Kukolya J. (2021): Beadott, jelenleg vizsgálati szakaszban lévő szabadalom: „Mikroba oltóanyag keverék és eljárás szennyezett takarmányok detoxifikálására és szimultán prebiotizálására” bejelentés időpontja: 2021 február 28.
- Kukolya, J. & Dobolyi, C. & Alföldi, A. & Tóth, E. & Márialigeti, K (2005): Isolation and taxonomic investigation of a stable cellulolytic co-culture from mesophilic compost. *ACTA MICROBIOLOGICA ET IMMUNOLOGICA HUNGARICA* 52: 87-88.
- Kukolya J, & Tóth Á, & Nagy I, & Horváth B, & Barna T, & Szoboszlai S, & Tánicsics A, & Kriszt B, & Nagy I, (2011): Complete genome sequence of the lignocellulose-degrading compost inhabiting bacterium, strain K07. *ACTA MICROBIOLOGICA ET IMMUNOLOGICA HUNGARICA* 58: 230-231.(2011)

- Kumar S. & Z. S. Sihag & S. Sihag & N. Singh (2017): Effect substituting soybean meal with DDGS on nutrient metabolizability and carcass traits of broiler chicken. *Haryana Vet.* 56 (1), 50-54
- Loar R.E. II. & J. R. Donaldson & A. Corzo (2011): Effects of feeding distillers dried grains with solubles to broilers from 0 to 42 days posthatch on broiler performance, carcass characteristics, and selected intestinal characteristics. *Journal of Applied Poultry Research*, 21 (1): 48-62 p.
- Lochmann R.: Sorghum Distillers Dried Grains as an alternative protein source in diets of channel catfish, Sorghum the smart choice. Sorghum distillers dried grains as an alternative protein source in diets of channel catfish | United Sorghum Checkoff (2021.09.)
- Mézes M. (2014): Enzimek felhasználása a baromfi-takarmányozásában- ehetőségek és korlátok. *Agronapló, Enzimek felhasználása a baromfi - takarmányozásban - ehetőségek és korlátok - Agro Napló - A mezőgazdasági hírportál (agronaplo.hu)* (2021.09.)
- Mézes M. (szerk.) (2008): Részletes Takarmányozástan. Egyetemi Jegyzet. Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Gödöllő, 94 p.
- Munyaka P.M. & Nandha N.K. & Kiarie E. & Nyachoti C.M. & Khafipour E. (2016): Impact of combined β -glucanase and xylanase enzymes on growth performance, nutrients utilization and gut microbiota in broiler chickens fed corn or wheat-based diets. *Poultry Science*, 95 (3): 528-540 p.
- Ouhayoun J, Dalle Zotte A. (1996): Harmonization of muscle and meat criteria in rabbit meat research. *World Rabbit Sci.* 1996;4(4):211–218
- Özyürek M. & Konca Y. & Ildiz N. & Büyükkilic Beyzi S. (2019): Effects of Dried Distilled Grains with Soluble (DDGS) and Essential Oil and Vitamin E Supplementation on Gut Microflora and Short Chain Fatty Acids in Broilers. 11. International Animal Science Conference Cappadocia, Turkey, 464-468 p.
- Ribács A. (2018): A baromfi talpfekélyéről (foot pad dermatitis, FPD). *Őstermelő Gazdálkodók lapja, A baromfi talpfekélyéről (foot pad dermatitis, FPD) (ostermelo.com)* (2021.10).
- Schmidt J. (szerk.) (2015): A takarmányozás alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 449 p.
- Singh A.K. & Mandulák R.K. & Bedford M.R. & Jha R. (2021): Xylanase improves growth performance, enhances cecal short-chain fatty acids production, and increases the relative abundance of fiber fermenting cecal microbiota in broilers. *Animal Feed Science and Technology* 277 (114956)
- Szabó F. (szerk.) (2015): Általános állattenyésztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 465 p.
- Whiting M. & V. Pirgozliev & S.P. Rózsa & J. Wilson & A.M. Amerah & S.G. Ivanova & G.P. Staykova & O.O. Oluwatosin, A.O. Oso (2017): Nutrient availability of different batches of wheat distillers dried grains with solubles with and without exogenous enzymes for broiler chickens. *Poultry Science*, 96(3), 574-580 p.
- Zoltán P. (szerk.) (2020): A korszerű baromfi-takarmányozás és baromfitelepi menedzsment alapvető feladatai. UBM Feed Zrt.-Pilisvörösvár, 75 p.
- [http 1 Aviagen. Ross-BroilerHandbook2018-EN.pdf \(aviagen.com\)](http://aviagen.com/Ross-BroilerHandbook2018-EN.pdf) (2021.09.)
- [http 2 Cobb-Vantress. Layout 1 \(cobb-vantress.com\)](http://cobb-vantress.com/Layout1) (2021.10.)
- [http 3 The Big Book Project. Cobb 500 Broiler: A Quick Beginner's Guide - The Big Book Project](http://thebigbookproject.com/Cobb500Broiler) (2021.10).
- [http 4 Primet Méréstechnikai Kft. https://primet.hu/termek/cr-400-cr-410/](https://primet.hu/termek/cr-400-cr-410/) (2021.10.)
- [http 5 Agr.Unideb. A húsmínőség faktorainak jellemzése \(unideb.hu\)](http://unideb.hu/husminoseg) (2021.10)

http 6 Dickey-John. http://www.dickey-john.com/_media/1-1455.pdf (2021.10)

7.2. Fotó jegyzék

http 7 Baromfihús. Emelkedik a baromfihús ára (kiszó.net) (2021.11)

http 8 Cobb500. Cobb-Vantress bejelentette Cobb500™ tanúsított kóser - Zootechnica International (2021.11)

8. Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni konzulensemnek, Balláné Dr. Erdélyi Mártának, hogy legjobb tudásával, szakértelmével segítette munkámat ismét. Immár, 4 éve dolgozunk együtt, ez idő alatt számtalan mennyiségű új ismerettel gazdagodtam jóvoltából. Általa megismertem a baromfi takarmányozás legapróbb részleteit, valamint a melléktermékek jelentőségét a takarmányiparban. Innen eredt a témaválasztásunk, melyet igyekeztem részletesen kidolgozni. Mindemelett, az élet bármely területén számíthattam rá, ha tanácsra volt szükségem, jóindulata, önzetlensége példaértékű számomra, igazán értékes embert ismerhettem meg személyében. Köszönök mindent, amit kaptam tőled!

Köszönettel tartozom a MATE-ÉTI Takarmánybiztonsági Tanszék munkatársainak, Dr. Balogh Krisztián Tanár Úrnak, Kulcsár Szabinának, hogy laboratóriumi, statisztikai munkáimban segítségemre voltak.

Szeretném megköszönni Dr. Orosz Szilviának és Szabó-Majos Józsefnek, az ÁT Kft. munkatársainak, hogy a takarmányvizsgálatban segítettek, Takarmányvizsgáló laboratóriumukat használhattuk.

Köszönöm szépen Dr. Kukolya József úrnak, hogy rendelkezésünkre bocsájtotta a prebiotizálás módszerének leírását.

Köszönöm az Új Nemzeti Kiválóság Programnak, hogy pályázatomat eredményesnek ítélték, ezzel támogatták munkámat. A dolgozatban szereplő állatkísérlet az NVKP_16-1-2016-0009 pályázat keretében valósult meg, míg a húsminták feldolgozása és az eredmények értékelése az ÚNKP program támogatásával történt.

Szeretném megköszönni munkahelyemnek, az UBM Feed Zrt.-nek, főnökkasszonyomnak Szentimrey Hajnalkának, kollégáimnak, hogy megfelelő munkakörnyezetben dolgozhatok, tanulhatok, valamint, hogy számíthattam rájuk, ha az egyetemi tanulmányimat, TDK-dolgozatot előtérbe kellett helyezni.

Végül, de nem utolsó sorban köszönöm Családomnak és Barátaimnak, hogy mindig mellettem állnak és támogatnak.

„AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM ÚNKP-21-2 KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.”