

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

MEZŐLAKI ÁKOS

**GEORGIKON CAMPUS
KESZTHELY**

2024



MAGYAR AGRÁR ÉS ÉLETTUDOMÁNYI
EGYETEM

GEORGIKON CAMPUS

**AZ EXTRAHÁLT NAPRAFORGÓDARA
TAKARMÁNYÉRTÉKÉNEK ÉS
ETETHETŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA
JÉRCÉKKEL ÉS TOJÓTYÚKOKKAL**

DOI: 10.54598/005010

Mezőlaki Ákos

Keszthely

2024

A doktori iskola megnevezése: Festetics Doktori Iskola

tudományága: Állattenyésztési tudományok

vezetője: Dr. Anda Angéla DSc, egyetemi tanár, MTA doktora
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus,
Növénytermesztési-tudományok Intézet, Agronómia Tanszék

Témavezető: Dr. Dubleczy Károly CSc, egyetemi tanár
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, Élettani és
Takarmányozástani Intézet, Takarmányozási és Takarmányozás-élettani
Tanszék

A jelölt a Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, ezért az értekezés védési eljárásra bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

1. A munka előzményei, célkitűzések

A baromfihús és a tojás a legnagyobb mennyiségben előállított állati eredetű terméknek számít, és napjainkban az emberiség legjelentősebb fehérjeforrása. Az emberiség létszámának és élelmiszerigényének növekedésével a baromfiipar szerepe még tovább erősödik, hiszen rendkívül hatékonyan, alacsony környezeti lábnyommal, vallási tilalmak nélkül képes kitűnő minőségű és magas tápláléértékű terméket előállítani (Zoltán, 2023).

A baromfitakarmányokban felhasznált főbb nyersanyagok ára a baromfitermelés jövedelmezőségének kulcsfontosságú eleme. Az időjárási körülmények és a globális kereslet növekedése azonban folyamatos változásokat okoz a nyersanyagárakban, ami kihívás elé állítja a takarmányozási szakembereket. A gyakorlatban az egyik alkalmazott módszer a takarmányadagok átalakítása a költség hatékonyabb alternatív alapanyagok felhasználásával, mint például az extrahált napraforgódara, mint szója alternatíva (Nardone et al., 2010). Az extrahált napraforgódara (ND), egy olcsó, agráripari eredetű melléktermék, az egyik ígéretes alternatív takarmány-összetevő, amely részben helyettesítheti az extrahált szójadarát a baromfitápokban (Bilal et al., 2017). Az ND baromfitakarmányokban való felhasználását azonban korlátozhatja a kémiai összetétele, amelynek két fő összetevője korlátozza a felhasználását: nevezetesen a magas rost- és az alacsony lizin tartalom (Nolte et al., 2021; Saleh et al., 2021a). Számos kutatás során vizsgálták már a ND a tojótakarmányokba való különböző mértékű beépítését. A legtöbb ilyen vizsgálatban az ND képes volt a szójafehérje 50-100%-át helyettesíteni anélkül, hogy hátrányosan befolyásolta volna a tojótyúkok termelési teljesítményét.

A fentiek alapján a dolgozat célkitűzései a következőkben foglalhatók össze:

A PhD munkám során kísérleteimben arra kerestem a választ, hogy a hazánkban is rendelkezésre álló és viszonylag mérsékelt áron beszerezhető extrahált napraforgódara (ND) táplálóanyagainak milyen a változékonysága és a takarmányminősítésben általánosan használt NIR készülék milyen pontosan képes az ND táplálóanyag összetételénke becslésére. Arra is kíváncsiak voltunk, hogy a napraforgódara táplálóanyagai között van-e korreláció. Mivel az ND elsősorban fehérjetakarmány azt is vizsgálni terveztük, hogy a napraforgó fehérje aminosavösszetétele mennyiben tekinthető konstansnak és aminosav összetétele milyen viszonyban van a jércék és tyúkok aminosav szükségletével.

Az állatkísérletek elvégzésével arra voltunk kíváncsiak, hogy tojó típusú jércék és tyúkok esetében van-e a napraforgódarának aminosav emészthetőséget csökkentő bekeverési korlátja. Mivel az ND-re vonatkozóan ezidáig döntően brojlersírkékkal végeztek ileális emésztési vizsgálatokat, célunk volt a jércékre és tyúkokra vonatkozó aminosav emésztési együtthatók meghatározása is.

Az ND rostösszetétele nagyon heterogén, nem rendelkezünk kifejezetten a napraforgó alapú tápokra kifejlesztett enzimkiegészítővel. Ezért arra is választ kerestünk, hogy a jelenleg használt exogén enzimek és azok kombinációi befolyásolják-e az ND tartalmú tápok esetében az aminosavak ileális emészthetőségét, a béltartalom viszkozitását és tyúkok esetében a tojástermelést és a tojások minőségét.

2. Anyag és módszer

2.1. Az extrahált napraforgó táplálóanyag tartalma

Az első vizsgálatom során Magyarországról különböző forrásokból beszerzett, összesen 20 db extrahált napraforgódara (ND) mintát vontam vizsgálat alá, mely során klasszikus laboratóriumi módszerekkel és közeli infravörös spektroszkópiával (NIRS) vizsgáltam azok táplálóanyagtartalmát. A mérési eredményekből meghatároztuk a táplálóanyagok varianciáját, a NIRS készülék becslési pontosságát és a különböző táplálóanyagok kölcsönhatását.

2.1.1. Takarmányanalitikai módszerek

Munkánk során reprezentatív mennyiségű ND mintákat gyűjtöttünk a hazai piacról. Összesen 20 mintát elemeztünk, amelyeknél a NIR méréseket az Agrofeed Kft. Szalkszentmárton melletti üzemében végeztük el, Foss NIR BS 2500 berendezéssel, napraforgódarára megfelelő kalibrációval (Evonik GmbH, AminoNIR AA Calibration, 26.06.2015, ID: 9414). Majd a NIR becsléshez használt táplálóanyag kategóriákkal megegyező laboratóriumi mérések következtek, standard módszerekkel, a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, Élettani és Takarmányozástani Intézet Élelmiszer- és Takarmányanalitikai Laboratóriumában. A nyersrost, nyerszsír, nyersfehérje, nyershamu mellett az ADF, NDF (ISO 6865: 2001), összes cukor (Luff Schoorl módszer, EG 152. 2009), az összes foszfor (ISO 6491: 2001), a fitinfoszfor (Megazyme, K-Phyt 5/17), az aminosavak (Ingos Amino Acid Analyzer AAA 400; ISO 13903:2005) és a bruttó energia (GE; IKA C6000, IKA-Werke GmbH & Co. KG Janke-Kunkel Str. 10. 79219 Staufen, Németország) tartalmát is meghatároztuk az ND mintáknak. A vizsgált aminosavak neveit az alábbi

módon rövidítettük a dolgozatban: cisztin - CYS, aszparaginsav - ASP, metionin - MET, treonin - THR, szerin - SER, glutaminsav - GLU, prolin - PRO, glicin - GLY, alanin - ALA, valin - VAL, izoleucin - ILE, leucin - LEU, tirozin - TYR, fenilalanin - PHE, lizin - LYS, tirozin - TYR, hisztidin - HIS, arginin - ARG.

2.1.2. Statisztikai analízis és számítások

Kiszámítottuk a táplálóanyagok átlagát, minimum-maximum szintjét és szórását. A táplálóanyagok szórását a variációs koefficienssel (CV) értékeltük. A mért és a NIR által előre jelzett táplálóanyag kategóriák közötti kapcsolatot kétváltozós korrelációs számítással vizsgáltuk. A különböző táplálóanyagok közötti, valamint az ND nyersfehérje és az egyes aminosavak közötti kölcsönhatásokat Pearson-féle korrelációval értékeltük. Az ND, az extrahált szójadara, a kukorica és a búza fehérje minőségét a kémiai pontszám (CS) és az esszenciális aminosavindex (EAAI) számításával értékeltük. Ehhez az összehasonlításhoz a búza-, kukorica- és szójalisztfehérjék aminosav-összetételét az Evonik Kft. európai alapanyagtermelés-jelentésének adatbázisa alapján határoztuk meg (Evonik Nutrition and Care Ltd. 2017). A CS esetében a takarmányfehérjék esszenciális aminosavtartalmát a tojótyúkok szükségleteinek megfelelő esszenciális aminosavtartalommal osztottuk. A tojótyúkok szükségleteit a keveréktakarmány fehérjéjének aminosav-összetételében fejeztük ki. Az EAAI-t a CS-számítás aminosav arányainak geometriai átlagaként számítottuk ki. Minden statisztikai elemzést az SPSS 23.0 statisztikai szoftvercsomaggal végeztünk.

2.2. Első állatkísérlet

Az első állatkísérletem során jércékkel és tojótyúkokkal végeztem emésztési kísérletet, ahol az ND-t 10, 20 és 30%-ban használtuk a tápokban és megvizsgáltuk a különböző dózisok hatását az aminosavak ileális emészthetőségére. A kapott értékeket összehasonlítottuk a gyakorlatban használt táblázati értékekkel.

2.2.1. Állatok és kezelések

Az állatkísérletet az Intézményi Etikai Bizottság (Állatvédelmi Bizottság, Georgikon Kar, Pannon Egyetem) a MÁB-11/2019 engedélyszám alatt hagyta jóvá.

Az kísérlet első részében összesen 32 Tetra SL jércét helyeztünk el anyagcsereketrecekben. A speciális etetők lehetővé tették a napi takarmányfelvétel pontos mérését. A víz ad libitum állt rendelkezésre szelepes itatókon keresztül. A vizsgálat kezdetekor a jércék 10 hetesek voltak, átlagos testtömegük 638 gramm volt. A kukorica, búza és kukoricakeményítő-alapú kontrolltáp (K) mellett három, fokozatosan adagolt ND-t tartalmazó tápot alkalmaztunk. Ehhez a piacon aktuálisan beszerezhető kommersz ND-t használtuk, melynek az aránya 10, 20 és 30% volt (ND10, ND20, ND30). Mindegyik tápot 8 ismétléssel etettük. A napraforgódarát a búzakeményítő rovására etettük, következésképpen a kísérleti takarmányok fehérje- és aminosavtartalmának növekedése kizárólag az ND-ből származott. A titán-dioxidot (TiO_2) 0,5%-ban emészthetetlen markerként használtuk. Valamennyi takarmányt dercés formában etettük és a napi takarmánybevitelt a technológiai ajánlásokhoz igazítottuk (Tetra Ltd. 2019). A világos és sötét időszakok hossza 10, illetve 14 óra volt. A kísérlet során a technológiai ajánlásoknak megfelelő,

számítógép által ellenőrzött klimatikus körülményeket tartottunk fenn (Tetra Ltd. 2019).

A kísérlet második részében összesen 32 Tetra SL tojótyúkot használtunk, amelyeket a kísérlet első felében leírtakkal megegyező egyedi ketrecekben helyeztünk el. A kísérlet kezdetén a tyúkok 50 hetesek voltak, átlagos testtömegük 1941 gramm volt. A világos időszak ebben az esetben 16 óra volt 8 óra sötétséggel. Minden tartási és technológiai körülmény megegyezett az első kísérletben leírtakkal.

2.2.2. Béltartalom mintavétel

Az ötnapos szoktatási időszak alatt a mind a jércék, mint a tojótyúkok alkalmazkodtak az egyedi ketrecekhez és teljes mértékben elfogyasztották a napi adagjukat. A 7. napon a madarakat széndioxiddal történő kábítást követően levágtuk és béltartalom gyűjtést végeztünk. A mintákat a Meckel-divertikulumtól 1 cm-re, az ileo-caecalis beszájadzás előtt vettük. Az ileumot rövid darabokra vágtuk, majd a béltartalmat óvatosan kinyomtuk, homogenizáltuk és Eppendorf-csövekben -20 °C-on tároltuk a további elemzésig.

2.2.3. Analitikai módszerek, számítások és statisztika

Az ND és a takarmányok analízisét a hivatalos módszerekkel végeztük. A takarmány és béltartalomminták aminosavtartalmát automata aminosav-analizátorral (Ingos Amino Acid Analyzer AAA 400) határoztuk meg 24 órás savas hidrolízist követően 6 M vizes HCl-lel 110 °C-on. A metionin (MET) és cisztin (CYS) veszteség elkerülése érdekében a hidrolízis előtt a mintákat hangyasavval oxidáltuk. A triptofán-tartalmat nem határoztuk meg. A takarmányok látszólagos aminosav-emészthetőségét a

takarmányok ileálisan emészthető aminosav és TiO_2 -tartalmából számítottuk ki. A TiO_2 -tartalmat spektrofotométerrel (Jenway 6100) határoztuk meg 410 nm-en, Short, Wiseman and Boorman (1996) módszere szerint.

Az aminosavak emészthetőségi együtthatóját (DC) az egyes takarmányok esetében a következő egyenlet szerint számítottuk ki:

$$\text{DC}_{\text{AA Táp}}: (\text{AA}_{\text{Táp}} - (\text{AA}_{\text{Béltartalom}} \times \text{TiO}_2 \text{ Táp} / \text{TiO}_2 \text{ Béltartalom})) / \text{AA}_{\text{Táp}}$$

A napraforgódara ileális aminosav-emészthetőségét a Rodehutsord *et al.* (2004) munkája alapján a napi aminosav-bevitel és az előzetesen felszívódó aminosavak mennyisége közötti lineáris regresszióval számítottuk ki. Az aminosavak napi bevitelét (mg/nap) úgy számítottuk ki, hogy a takarmányfelvételt (g/nap) megszoroztuk a takarmány aminosav tartalmával (mg/g). A precaecálisan felszívódó aminosavak mennyiségét úgy számoltuk ki, hogy az aminosav bevitelt (mg/nap) megszoroztuk a takarmányok ileális emészthetőségével (DCAA Táp). Az ND aminosav emészthetősége ebben az esetben a lineáris regressziós egyenlet meredeksége volt. Az ND mért aminosav emészthetőségét összehasonlítottuk a táblázatokban (NRC, 1994; Redshaw *et al.*, 2010; Blok and Dekker, 2017) szereplő adatokkal.

A takarmányok aminosav emészthetőségét egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA), míg a mért és a táblázatos értékeket páros mintás t-próbával hasonlítottuk össze az SPSS 24.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) szoftvercsomag segítségével. A különbségeket $P < 0,05$ értéknél tekintettük szignifikánsnak.

2.3. Második állatkísérlet

A 3. kísérletet szintén jércékkel és tojótyúkokkal végeztük. A jércéknél 16, a tojóknál 20%-ban szerepeltettük a tápokban az ND-t, emellett különböző enzimkiegészítések hatását vizsgáltuk az aminosavak ileális emészthetőségére, a jércék testtömeggyarapodására, a tojótyúkok termelési paramétereire, a tojásmínőségre, az aminosavak ileális emészthetőségére és az éhbél- és csípőbél-tartalom viszkozitására.

2.3.1. Állatok és kezelések

A kísérlet engedélyszáma MÁB-3/2020. A kutatás során szintén 2 részre bontottuk a kísérletet, melyekhez 48 db Tetra SL jércét és 48 db tojótyúkot alkalmaztunk. A kísérlet első felében a jércéket 10 hetes korban egyedi anyagcsere ketrecekben helyeztük el. Ezt követően 5 napos szoktatás során fokozatosan cseréltük le a tápjukat a korábban fogyasztott kommersz telepi tápról a kísérleti tápokra. A jércék esetén a kísérlet 7 hétig tartott, mely során hetente mértük az állatok testtömegét. A napi világítási és sötét időszak 16 és 8 óra volt. Az állatok tartási és kísérleti körülményei megegyeztek a második kísérletben leírtakkal.

A kísérlet második felében a tojótyúkokat 50 hetes korban egyedi anyagcsere ketrecekbe helyeztük el, majd a szoktatás a jércéknél leírtaknak megfelelően zajlott. A tyúkok esetén a kísérlet 4 hétig tartott, amelynek során naponta mértük a tojások tömegét és kétnaponta az elfogyasztott táp mennyiségét. A tyúkok induló átlagsúlya 2,09 kg, zárósúlya pedig 2,19 kg volt.

A kísérletet 1 kontroll és 5 kezelési csoporttal állítottuk be: kontroll, kukorica és szója alapú táp (K); 16 és 20% napraforgót tartalmazó táp

(ND); 16 és 20% napraforgó + NSP bontó enzim kiegészítés (NSP); 16 és 20% napraforgó + proteáz kiegészítés (P); 16 és 20% napraforgó + NSP bontó enzim + proteáz enzim (NSP+P); 16 és 20% napraforgó extra fitáz kiegészítéssel (F) a jérce és tojótápoknál. A jércetápok azért tartalmaztak csupán 16% ND-t, mert a gyakorlati körülményekhez hasonló, olajkiegészítés nélküli tápokot alkalmaztunk. A 16%-nál több napraforgódara esetén már szükség lett volna energiakiegészítésre, ami a kontrol táppal összehasonlítva befolyásolta volna a jércék növekedését. Az NSP bontó enzim kiegészítés endo-1,4-béta-xilanázt és endo-1,3(4)-béta-glükanázt (Aextra® XB 201 TPT, Danisco Animal Nutrition, Marlborough, UK) tartalmazott. Az extra fitáz enzim kiegészítés Buttiauxella baktériumfaj által termelt enzim volt (Aextra PHY 20000 TPT2, Danisco Animal Nutrition, Marlborough, UK), ami az alaptáp 300 FTU tartalmát növelte. A proteáz enzimek készítmény (dehidratált élesztőkultúra, szárított Bacillus licheniformis fermentációs oldat, búzakorpa; Eazypro®, JEFO Nutrition Inc. Saint-Hyacinthe, Canada). A tápokhoz kevert enzimek a következő enzimaktivitást jelentették: Aextra® XB 201 TPT: 2440 U endo-1,4-beta -xilanáz; 304 U endo-1,3(4)-beta-glükanáz; Aextra PHY 20000 TPT2: 1000 FTU; Eazypro®: 15000 U.

A madarak számára a vízhez ad libitum hozzáférést biztosítottunk. Az enzimek a gyártó ajánlása szerint kerültek be a tápok receptúrájába. Látható, hogy a leglényegesebb eltérés a tápok összetételében abban volt, hogy a napraforgó alapú tápok kevesebb búzát, viszont több olajkiegészítést tartalmaztak. Ennek eredményeképpen a napraforgót tartalmazó tápok nyerszsír és rosttartalma nagyobb, keményítőtartalma pedig kisebb volt, mint a kontrol tápé. A tápok fehérje és aminosavtartalmában nem volt lényeges eltérés. Az aminosavak közül

lizinből a kontrol táp, metioninból pedig az ND tartamú tápok tartalmaztak többet. Az aminosavak valamennyi esetben fedezték a jércék és a tojótyúkók szükségleteit.

2.3.2. Takarmányanalitikai módszerek

A takarmányanalitikai módszerek megegyeztek az előző kísérletben leírtakkal. A viszkozitás mérés során a fagyasztott mintákat kiengedés után centrifugáltuk (12,000 G for 10 perc). A felülúszó viszkozitását (0.5ml) Brookfield DV II+ viszkoziméterrel (Brookfield Engineering Laboratories, Stoughton, MA, USA) mértük 25 C°-on CP 40 kónuszfejjel és 60-600s-1 nyírási sebességgel.

2.3.3. Tojásminőség vizsgálat

A tojás minőségének vizsgálata során madaranként 2 hetente 1 tojást vizsgáltunk, összesen 3 időpontban: a kísérlet kezdetén, 2 hét elteltével, és a kísérlet befejezésekor (összesen 4 hetes időtartam). A kísérlet kezdeti időpontjában vett minták a napraforgó etetés megkezdésekor történtek, ez a mintavétel a kontroll mérés, ahol még nem a napraforgó etetésének a hatása látható. A tojásvizsgálatokat DET6000 tojásvizsgálóval végeztük (19. ábra), és a következő paramétereket mértük: tojás tömege (Wt), tojáshéj szilárdság (Str), fehérje magassága (ht), Haugh-egység (HU), sárgája színe (YF), sárgája magassága (YH), sárgája átmérője (YD), sárgája index (YI) és a tojáshéj vastagsága (Thk). A sárgájaindex a tojássárgája magasságának és a sárgája átmérőjének hányadosa, amely egyben a tojás frissességének jelzője, és hasonlóan változik a Haugh egységgel.

2.3.4. A béltartalomból végzett mintavételek

A jércéknél a 7. hét végén, tojótyúkknál a 4. hét végén mind a két esetben a mintavétel a csípőbél teljes szakaszából, a Meckel-féle divertikulumtól a vakbél beszájadzása előtti 1 cm-ig történt. A mintavétel során a csípőbelet, rövid 5-6 cm-es darabokra vágtuk, majd a béltartalmat óvatosan eltávolítottuk, homogenizáltuk, majd Eppendorf csövekben -20 °C-on tároltuk a további felhasználásig. A jejunum-tartalmat a bél proximális szakaszából vettük. Az aminosav emészthetőség vizsgálati módszere és az elemzések megegyeztek az előző kísérlet során leírtakkal.

2.3.4. Statisztikai analízis

Az eredmények statisztikai értékelését az ileális aminosav emészthetőségi értékek esetében kéttényezős-varianciaanalízissel végeztük, Tuckey teszt használatával. A statisztikailag igazolható különbséget $p \leq 0,05$ -ös szinten határoztuk meg. A két vizsgált tényező a kezelés és az állatok kora volt. A viszkozitás vizsgálat esetén a statisztikai analízis során a kezelések és a korcsoportok közötti különbségek megállapítására szintén többtényezős varianciaanalízist végeztünk Tukey teszt alkalmazásával ($p < 0.05$). Itt a főhatások a mintavétel helye, az állatok kora, valamint a kezelések voltak. A tojásmínőség vizsgálata esetén szintén kéttényezős varianciaanalízist alkalmaztunk Tukey tesztel, itt a két változó a kezelések és az eltelt idő volt. A statisztikai számításokhoz az SPSS 24.0 programcsomagot használtuk.

3. Eredmények és azok értékelése

A laboratóriumi körülmények között mért minták átlagosan 38,5% nyersfehérjét, 1,1% nyerszsírt és 16,6% nyersrostot tartalmaztak 34,3-46,5%; 0,61-1,78% és 6,96-23,02% között. Mind a mért, mind a NIR által becsült eredményekben a legnagyobb szórást (CV%) a nyerszsír 20,3%, a nyersrost 21,9%, az ADF 21,3% és az NDF 18,7% esetében figyeltük meg. A nyersfehérje, a cukor és a foszfor esetében kisebb eltérést találtunk. A bruttó energia volt a legalacsonyabb variabilitású paraméter. A NIR-bebecslésekhez képest valamennyi CV-érték magasabb volt a mért paramétereknél. A GE kivételével az előre jelzett és a mért táplálóanyagtartalom közötti kapcsolat szignifikáns volt. Az "r" értékek nagy pontosságot mutattak a nyersfehérje, a különböző rostfrakciók és a foszfor esetében. A nyerszsír, a szárazanyag és a fitin foszfor esetében az alacsonyabb korrelációs együtthatók a NIR alacsonyabb pontosságát jelentik.

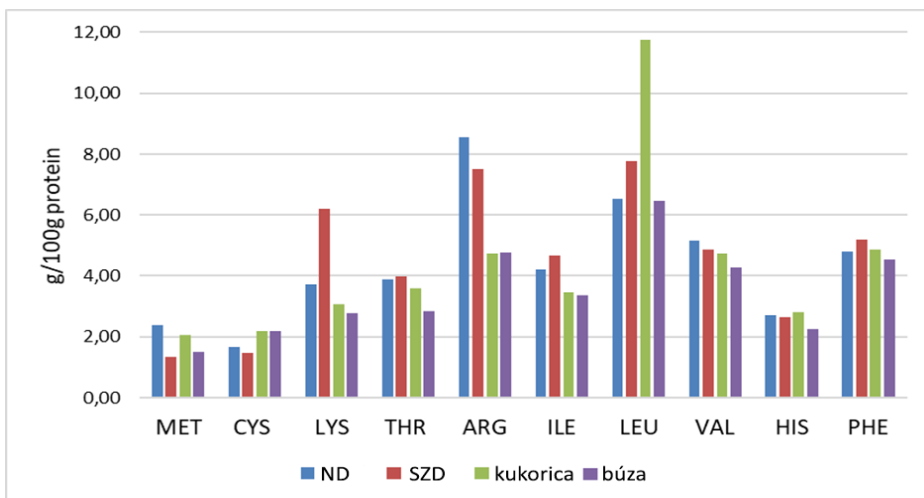
Az ND-minták mért aminosavtartalma nagyobb szórást mutatott és a szórás mértéke aminosavfüggő volt. Az esszenciális aminosavak közül a MET, LYS, THR és HIS szórása volt a legnagyobb, míg a CYS, TYR, ARG, LEU, ILE és VAL szórása kisebb volt. A NIR-eredmények varianciája minden aminosav esetében alacsonyabb és kiegyensúlyozottabb volt (CV% = 7,74-9,53). A variációs együtthatók közötti különbségek ellenére a NIR-előrejelzés pontossága minden esetben szignifikáns volt, magas r-értékekkel.

A különböző táplálóanyagok között több szignifikáns kölcsönhatást találtunk. A várakozásoknak megfelelően negatív korreláció áll fenn a nyersfehérje-tartalom és a különböző rostfrakciók között. Másrészt a cukor, a foszfor és a fitin foszfor pozitívan korrelált a napraforgóőrlemények nyersfehérje-tartalmával.

Mivel az ND fontos fehérjeforrás az állati takarmányozásban, a napraforgófehérje esszenciális aminosavai és az aminosav-összetétel állandósága közötti összefüggést is értékeltük. A MET negatív korrelációt mutatott a TYR-nal, az ARG-nal, LEU-nal, VAL-nal és PHE-vel és pozitív kapcsolatot a HIS-szel. A HIS változása a napraforgófehérjében pozitív korrelációt mutatott a THR-rel és MET-vanl, valamint negatív korrelációt a CYS-szel, TYR-rel, ARG-vel, LEU-val, VAL-nal és ILE-vel.

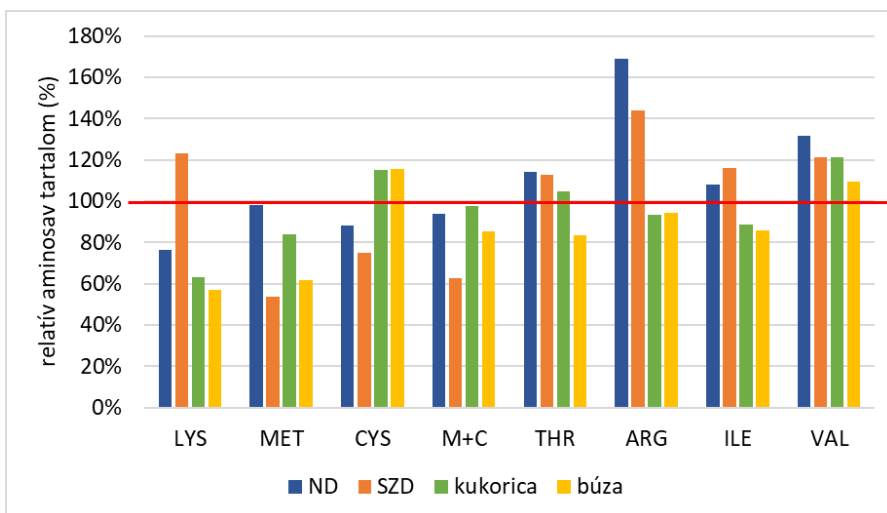
Az ND nyersfehérje-tartalmának változása nem befolyásolta a relatív LYS- és THR-tartalmat. A relatív MET- és HIS-tartalom azonban nőtt, ha a fehérje magasabb volt. Szignifikáns negatív korrelációt találtunk az egyéb esszenciális aminosavak relatív aránya és a nyersfehérje között.

Az ND-fehérje esszenciális aminosav-összetételét összehasonlítva más takarmányokéval, kevesebb lizint, viszont több kéntartalmú aminosavat és arginint tartalmaz, mint a szójadara (*1. ábra*). Az ND fehérje egyéb esszenciális aminosavtartalma közel áll a kukoricáéhoz és a búzáéhoz, kivéve az ARG-t, amelynek aránya közel kétszer magasabb az ND-ben, valamint a LEU-t, amely a kukoricafehérje domináns esszenciális aminosava.



1. ábra. A napraforgódara (ND), a szójadara (SZD), a kukorica és a búza aminosav összetétele

A különböző takarmányfehérjék relatív aminosavtartalmát összehasonlítottuk a tojótyúkok aminosavszükségletével is (2. ábra). Minél közelebb vannak az esszenciális aminosavak arányai a szükséglethez (100%, piros vonal), annál kiegyensúlyozottabb a fehérje, vagyis kevesebb a hiány és a többlet. A grafikonon látható, hogy mindkét extrahált dara arginintartalma kb. 60-80%-kal magasabb a csirkék szükségleténél. Ugyanez igaz a kukorica leucintartalmára is. Az összes többi aminosav aránya 100% körül vagy az alatt van. A grafikon azt is mutatja, hogy a szójadara lizin hányadosa és a napraforgódara MET hányadosa egyaránt fedezi a tyúkok szükségletét.



2. ábra. A napraforgódara (ND), a szójadara (SZD), a kukorica és a búza aminosavainak aránya a tojótyúkok szükségletéhez viszonyítva

Az első állatkísérlet során a K, ND10, ND20 és ND30 csoportokban a jércék átlagos napi takarmányfelvétele 53 g, 59 g, 58 g és 58 g volt. A madarak tehát valamivel többet fogyasztottak az ND-t tartalmazó takarmányokból, de ez a különbség nem volt szignifikáns. A jércék esetében a takarmányok aminosav emészthetősége 58,6% és 88,9% között mozgott, a legalacsonyabb és legmagasabb értékeket a treonin és a glutaminsav esetében határoztuk meg. Az ND-t tartalmazó takarmányok magasabb rosttartalma ellenére egyes aminosavak felszívódása jelentősen javult. Az esszenciális aminosavak közül az ND jelentősen növelte a THR, VAL, LYS ARG emészthetőségét. THR esetén az ND bekeverési arányával arányosan nőtt az emészthetőség, a 30%-os bekeverési aránynál már összesen 12,6%-kal ($p=0,000$). VAL esetén ez az emészthetőség javulás a 10 és 30%-os bekeverésnél csupán tendenciális volt, a 20%-osnál azonban 5,8%-kal javult ($p<0,030$) az emészthetőség. LYS-nél hasonló

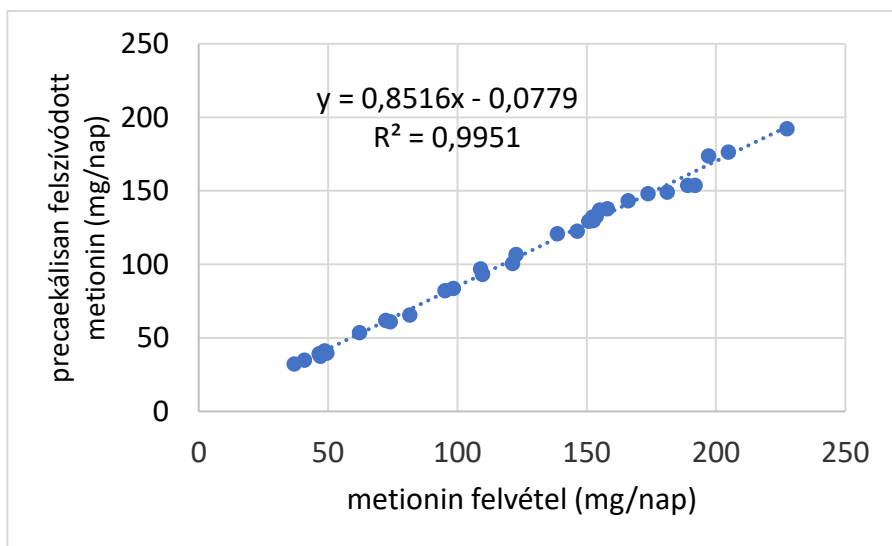
tendenciát láthatunk, csak a 30%-os bekeverhetőségnél igazolható statisztikailag a 6%-os javulás ($p < 0,027$). Az ARG-nél a szignifikáns eredmény két esetben is, a 20 és 30%-os bekeverésnél is kimutatható ($p = 0,001$) volt. A LEU volt az egyetlen esszenciális aminosav, amelynek az emészthetőségét negatívan befolyásolta. A három nem esszenciális aminosav, a GLY (5,9%-kal, $p = 0,031$), és az ASP (6,7%-kal, $p = 0,007$) emészthetősége csak az ND20 kezelés hatására nőtt a jércetápokban. A tojótyúk kísérletben a napi átlagos takarmányfelvétel csökkent az ND arányának növekedésével (kontroll: 117 g, ND10: 101 g, ND20: 86 g és ND30: 77 g). Az ND20 kezelésnél 31%-kal, az N30-as kezelésnél pedig 34%-kal ($p = 0,000$) fogyasztottak kevesebb takarmányt a madarak. Az aminosavak emészthetőségi intervalluma 73,6% és 93,6% között volt. A tojótyúkokkal végzett kísérletben az ND etetése nem változtatta meg az aminosavak emészthetőségét. Az egyetlen szignifikáns különbség az ILE emészthetőségének romlása volt a 20%-os bekeverésnél a 10%-oshoz képest (7,33%-kal, $p = 0,025$), azonban a C kezeléstől nem különbözött.

A regressziós elemzések részleteit a *1. táblázat* tartalmazza. A napi aminosavbevitel és a vakbél előtt felszívódó aminosavak mennyisége közötti lineáris regresszió minden esetben szignifikáns volt. A táblázat a meredekségeket, az állandókat és a korrelációs együtthatók négyzeteit mutatja. Ebben a módszertanban a meredekségek az ND aminosavak emészthetőségét jelentik. Mint látható, a jérce kísérletben a regressziós egyenesek meredekségei 0,70 (THR) és 0,86 (ARG, GLU) között mozogtak. A tojótyúkoknál a legalacsonyabb meredekség szintén a THR-hez (0,74), míg a legmagasabb a MET-hez és az ARG-hez (0,89) tartozott. Minden aminosav esetében magasabb meredekséget kaptunk a tojótyúkoknál, mint a jércénél. A két állatcsoport közötti különbség a

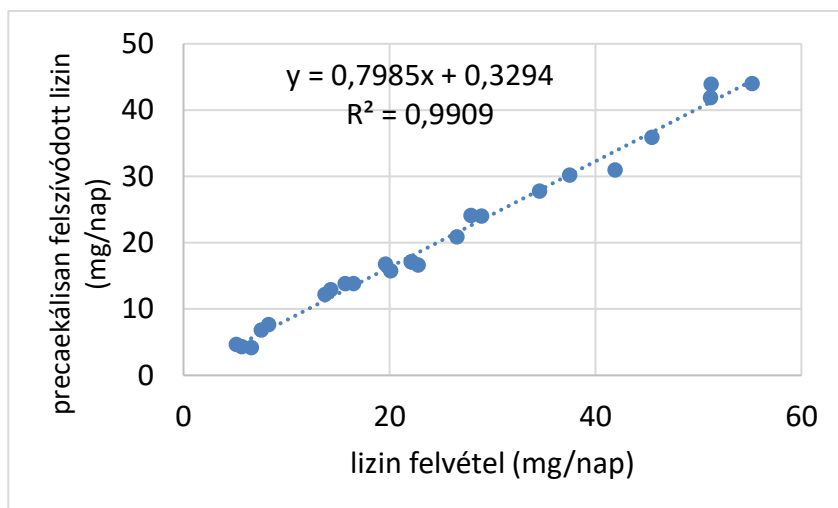
TYR (1,4%), a GLU (2,0%), a PRO (2,2%) és a VAL (2,9) esetében alacsony, a CYS (9,1%) és a LEU (8,8%) esetében pedig magas volt. A lineáris regresszióra bemutatott két példa a 13. és a 14. ábrán látható

1. táblázat. A napi aminosav felvétel (x) és a napi ileálisan felszívódó aminosavak (y) viszonyát leíró lineáris regressziós egyenletek paraméterei.

	Jérce			Tojóttyúk		
	együttható	állandó	r ²	együttható	állandó	r ²
Cisztin	0,7371	0,1628	0,9873	0,8278	0,1086	0,9958
Aszparagin	0,7664	-5,8059	0,9943	0,8208	0,4473	0,9952
Metionin	0,8516	-0,0779	0,9951	0,8902	0,0972	0,9970
Treonin	0,7007	-9,9535	0,9895	0,7482	0,2153	0,9883
Szerin	0,7502	-3,5986	0,9888	0,8038	0,2252	0,9898
Glutamin	0,8646	13,639	0,9938	0,8846	3,6644	0,9974
Prolin	0,8293	-5,1777	0,9890	0,8516	0,8581	0,9972
Glicin	0,7441	-3,3842	0,9938	0,7948	0,3901	0,9897
Alanin	0,7664	3,5366	0,9905	0,8195	0,8044	0,9938
Valin	0,8056	-7,8719	0,9923	0,8350	0,3577	0,9932
Izoleucin	0,8095	-1,6082	0,9936	0,8469	0,2460	0,9951
Leucin	0,7758	21,214	0,9905	0,8639	0,3352	0,9938
Tirozin	0,8300	-9,2035	0,9913	0,8436	0,0835	0,9942
Fenilalanin	0,8225	1,0595	0,9934	0,8619	0,5313	0,9973
Hisztidin	0,7730	-0,1798	0,9906	0,8289	0,2909	0,9933
Lizin	0,7508	-4,0101	0,9931	0,7985	0,3294	0,9909
Arginin	0,8610	-8,3682	0,9971	0,8918	-0,0051	0,9976



3. ábra A metionin felvétel és az ileális felszívódás kapcsolata, jércék esetén.



4. ábra. A lizin felvétel és az ileális felszívódás kapcsolata tojótyúkok esetén.

Összehasonlítva eredményeinket néhány gyakran használt táblázatos értékkel (Redshaw et al. 2010, National Research Council 1994, Blok and Dekker 2017), látható, hogy a jérccel mért emészthetőségi együtthatók a hisztidin (CVB) és cisztin (CVB) kivételével minden esetben kisebbek

voltak, mint a táblázatban szereplő értékek. Tojóttyúk esetén a LEU, VAL, PHE és a HIS mutatta a legnagyobb eltérést ($p=0,000$) a nemzetközi ajánlásokhoz viszonyítva (2. táblázat). A mért és a táblázatos értékeket egymintás t-próbával összehasonlítva, a legnagyobb hasonlóságot tyúkokkal mért együttható a CVB-értékek között kaptuk (3. táblázat).

2. táblázat A napraforgódara minták mért aminosav emészthetőségi értékeinek és a nemzetközileg használt irodalmi értékek összehasonlítása egymintás t-próbával jércék esetén.

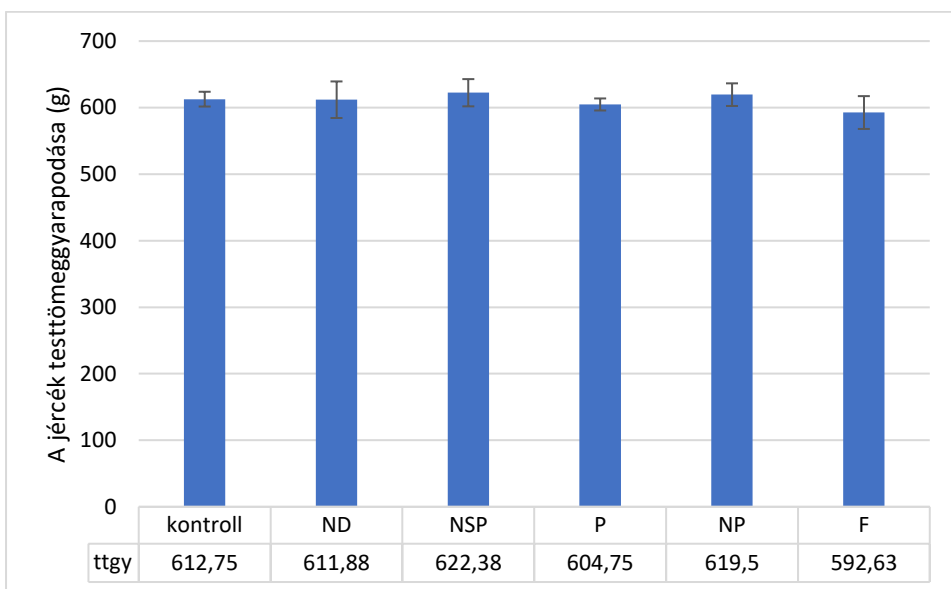
	Nemzetközileg használt értékek			Mért értékek
	Evonik (2017)	CVB (2017)	NRC (1994)	Jérce
lizin	0,87	0,82	0,84	0,75
<i>p-érték</i>	0,000	0,000	0,000	
metionin	0,92	0,92	0,93	0,85
<i>p-érték</i>	0,000	0,000	0,000	
cisztin	0,80	0,73	0,78	0,74
<i>p-érték</i>	0,000	0,091	0,000	
treonin	0,82	0,76	0,85	0,70
<i>p-érték</i>	0,000	0,000	0,000	
arginin	0,93	0,91	0,93	0,86
<i>p-érték</i>	0,000	0,000	0,000	
izoleucin	0,89	0,85	0,90	0,81
<i>p-érték</i>	0,000	0,000	0,000	
leucin	0,88	0,84	0,91	0,78
<i>p-érték</i>	0,000	0,006	0,000	
valin	0,87	0,83	0,86	0,81
<i>p-érték</i>	0,000	0,000	0,000	
hisztidin	0,88	0,77	0,87	0,77
<i>p-érték</i>	0,000	0,700	0,000	
fenilalanin	0,90	0,87	0,93	0,82
<i>p-érték</i>	0,000	0,000	0,000	

3. táblázat A napraforgódara minták mért aminosav emészthetőségi értékeinek és a nemzetközileg használt irodalmi értékek összehasonlítása egymintás t-próbával tojóttyúk esetén.

	Nemzetközileg használt értékek			Mért értékek
	Evonik (2017)	CVB (2017)	NRC (1994)	Tojóttyúk
lizin	0,87	0,82	0,84	0,80
<i>p-érték</i>	0,000	0,644	0,054	
metionin	0,92	0,92	0,93	0,89
<i>p-érték</i>	0,001	0,001	0,000	
cisztin	0,80	0,73	0,78	0,83
<i>p-érték</i>	0,011	0,000	0,000	
treonin	0,82	0,76	0,85	0,75
<i>p-érték</i>	0,001	0,606	0,000	
arginin	0,93	0,91	0,93	0,89
<i>p-érték</i>	0,000	0,036	0,000	
izoleucin	0,89	0,85	0,90	0,85
<i>p-érték</i>	0,005	0,183	0,000	
leucin	0,88	0,84	0,91	0,86
<i>p-érték</i>	0,000	0,000	0,000	
valin	0,87	0,83	0,86	0,84
<i>p-érték</i>	0,000	0,000	0,000	
hisztidin	0,88	0,77	0,87	0,83
<i>p-érték</i>	0,000	0,000	0,000	
fenilalanin	0,90	0,87	0,93	0,86
<i>p-érték</i>	0,000	0,000	0,000	

A második állatkísérletünkben a jércék a tenyésztői ajánlásnak megfelelő, azonos mennyiségű takarmányt kaptak. A 10 hetes állatok napi 53 g-os takarmányadaggal indultak, ami a 14. hétre 68 g-ra nőtt. A jércék az adagolt takarmányt maradéktalanul elfogyasztották. Az állatok átlagsúlyában nem volt szignifikáns különbség a kísérlet kezdetén (K: 682,1 g; ND: 674,1 g; NSP: 702,5 g; P: 749,5 g; NP: 717,8 g; F: 724,6 g) és a különböző kezelések

a kísérlet végén sem eredményeztek eltérést ($p=0,906$) az átlagsúlyokban (K: 1294,8 g; ND: 1286,0 g; NSP: 1324,8 g; P: 1354,2 g; NP: 1337,3 g; F: 1317,2 g). Ennek ellenére megállapíthatjuk, hogy meglepő módon az F kezelés esetén tapasztaltuk a legalacsonyabb, valamint az NSP kezelés esetén a legmagasabb értékeket, ahol a két kezelés átlagában 29,7 g különbség volt (5. ábra). Ez a különbség azonban nem szignifikáns ($p=0,906$).



5. ábra. A kezelések hatása a jércék átlagos testtömeg gyarapodására

A főhatásokat tekintve látható, hogy a különböző enzim kezelések és az életkor is nagy mértékben befolyásolta az aminosavak emészthetőségét.

Az enzimkezelési főátlagok között a fitáz kezelés esetén kaptuk a legjobb emészthetőségi értékeket minden aminosav tekintetében. A C kezelés összesen 7 aminosavnál okozta a statisztikailag kimutatható leggyengébb emészthetőségi eredményeket. Ez a javulás a C-hez képest az F kezelésnél az ASP-nál 6,3%, a THR-nél 11,0%, a GLY-nél 6,3%, a VAL-nál 5,5%, a

TYR-nél 11,0%, a LYS-nél 5,5%, az ARG-nél 6,3% jelentett ($p=0,000$). A LEU volt az egyetlen aminosav, ahol a C kezelés során kapott eredmény nem különbözött az F kezelés eredményétől, az ND, NSP, P és NP kezelésnél is szignifikánsan gyengébb emészthetőséget mértünk ($p=0,000$). Ez az ND-nél 2,2%, az NSP-nél 2,1%, a P-nél 2,1% és az NP-nél szintén 2,2%-os különbséget jelentett. A MET-nél a P kezelés nem különbözött az F-től, de a C, ND, NSP és NP kezelésnél is rosszabb értékeket kaptunk ($p=0,000$), hasonlóan a PHE-hez ($p=0,000$). A SER és GLU esetében az NP kezelésnél kaptuk a leggyengébb értékeket az F kezeléshez képest (SER-nél 4,6%, GLU-nál 2,8%, $p=0,000$). A PRO minden kezelésnél szignifikánsan jobban emésztődött az F kezelésnél (2,5-3,6%, $p=0,000$). Az ALA-nál minden kezelés szignifikánsan különbözött az F-től (2-3,9%, $p=0,000$). Az ILE-nél csak az ND kezelés nem különbözött az F-től, a HIS-nél pedig a C és ND, minden más kezelés szignifikánsan rosszabb emészthetőségi értéket eredményezett (ILE-nél 1,3-2,6%, $p=0,000$, HIS-nél 2-3,4%, $p=0,002$).

A kor hatás tekintetében kijelenthető, hogy a tojótyúk aminosav emésztése kettő aminosav kivételével (MET, GLU) szignifikánsan magasabb volt, mint a jércéké.

A kezelés x kor interakció vizsgálat során megállapítható, hogy minden aminosav emészthetőségének vizsgálata esetén kivétel nélkül szignifikáns eredményeket találtunk, melynek oka, hogy a fiatal, 10 hetes állomány esetén az NSP kezelés esetén kaptuk a leggyengébb értékeket, tojótyúk esetén 50 hetes korban azonban már a kontroll táp aminosav emészthetősége bizonyult a leggyengébbnek.

A takarmányfelvételt, a tojások átlagsúlyát, az összes tojás tömeget és a fajlagos takarmányfelhasználást tekintve, eredményeink szerint az extrahált napraforgó etetésének, valamint az enzimkiegészítéseknek nem volt kimutatható hatása ezekre a paraméterekre. Tendenciájában megfigyelhető, hogy a napraforgódara alapú tápokból többet fogyasztottak a tyúkok, fajlagos takarmányértékesítésük pedig nőtt, de a különbségek nem voltak szignifikánsak. Eredményünk alapján a 20%-os ND bekeverés is biztonságosan megvalósítható, ha a tápok energia, fehérje és aminosav szintjei fedezik a tyúkok szükségletét.

A tojásminőség vizsgált eredményei szerint a kezelések hatására a kilenc vizsgált mennyiségi és minőségi paraméter közül csupán két esetben, a tojások tömege (Wt) és a sárgája színe (YF) eredményeinél volt szignifikáns eltérés. A tojástömegnél az ND kezelés eredményezte a legnagyobb tojásokat ($p=0,034$), a C csoporttól 6,5 %-kal különbözött. Az NSP, P, NP és F kezelés átlaga nem különbözött. A sárgája színe esetén minden kezelés szignifikánsan magasabb értékeket eredményezett C kezeléstől ($p=0,000$). Ezzel szemben a mintavétel ideje a vizsgált paraméterek közül hét esetben (héjszilárdság (Str), fehérjemagasság (Ht), Haugh egység (HU), sárgája színe (YF), sárgája átmérője (YD), sárgája index (YI) és a héjvastagság (Thk) eredményezett szignifikánsan kimutatható különbséget a mintavételi időpontok között. A héj szilárdság és a héj vastagságánál is az első vizsgált időpontban volt a legmagasabb a kapott átlagérték ($p=0,015$ és $p=0,000$). Hasonlóan alakult a fehérje magasságnál és a Haugh egységnél is, azonban ezek esetén csak a 2. mért időponthoz képest volt statisztikailag igazolható a különbség ($p=0,016$ és $p=0,009$), a 3. időponthoz képest nem. A sárgája színe és a sárgája indexnél az első időpont eredményezte a magasabb értékeket és szignifikánsan

különbözött a 2. és 3. időponttól is ($p=0,000$ és $p=0,000$). Az egyetlen kivétel, ahol az alacsonyabb értéket az első időpont eredményezte, az a sárgája átmérője volt, mindkét későbbi mérésnél magasabb értékeket kaptunk ($p=0,000$).

A két főhatás vizsgálatának interakciójában (kezelés x mintavételi időpont) megállapítható, hogy a kilenc vizsgált különböző mennyiségi és minőségi paraméter közül összesen kettő esetben a sárgája index (YI) és a héjvastagság (Thk) esetén volt szignifikáns a kölcsönhatás.

A jércék és tojók ileum és jejunum mintavételéből történt viszkozitás vizsgálati adatok esetében az önálló helyhatás, korcsoport hatás és kezelés hatás vizsgálat, valamint ezek interakcióinak vizsgálatai alapján megállapítható, hogy a mintavételi helyek között nem volt különbség (4. táblázat). A korcsoport hatás és a kezelés hatás esetében szignifikáns különbségeket kaptunk. A tojótyúkok vékonybél tartalom viszkozitása a jércékhez képest magasabb volt ($p=0,000$). A keveréktakarmányok szójatartalmának csökkentésével és azt 20% ND-vel történt kiegészítés hatására a vékonybél viszkozitása 29,8%-kal, az ezen felüli NSP kiegészítés hatására pedig 23,2%-kal csökkent ($p=0,000$). A P, NP és F kezelés eredménye nem különbözött a C kezeléstől. A kezelés hatás vizsgálata során azt tapasztaltuk, hogy a kontroll csoport szignifikánsan különbözött az ND és az NSP kezelésektől. Továbbá az F kezelésnél is statisztikailag igazolhatóan magasabb viszkozitási értékeket rögzítettünk, mint az ND-as kezelésnél ($p=0,000$). A kísérletünkben a legalacsonyabb viszkozitás értékeket az ND kezelés esetén kaptuk, ez a kezelés 20% extrahált napraforgódarát tartalmazott. Az NSP, P és NP kezelés viszkozitás értékei nem különböztek az ND kezeléstől, csak a K és F

kezelések között volt szignifikáns eltérés. Feltételezhető, hogy a takarmány-összetétel különbsége legalább részben okozhatta ezt az eltérést, mivel a K kezelés tojótyúkrok esetén 10%-kal több búzát tartalmazott, ami a benne lévő oldható arabinoxilán miatt xilanáz enzimkiegészítés nélkül megnövelheti a béltartalom viszkozitását (Smits and Annison 1996, Choct and Annison 1992, Parsaie et al. 2007). Az F kezelés magasabb viszkozitás értékeit pedig az okozhatta, hogy a fitáz enzim nem csupán a fitinsavakat bontja, hanem a fitátokkal kötésben lévő fehérjéket, keményítőt és rostokat is. Ennek során a mirigyes és zúzó gyomorban a savas pH viszonyok között megemelkedhet a szabaddá váló oldható rostok aránya. Az NSP, P és NP kezelések nem befolyásolták a napraforgót tartalmazó tápok etetését követően mért viszkozitás értékeit. Ennek oka, hogy a napraforgó rostösszetétele nagyon változatos és relatíve kevesebbet tartalmaz az oldható béta-glükánból, arabinoxilánból, amelyek bontására a kísérletünkben szereplő exogén enzimeket kifejlesztették (Choct 2006).

4. táblázat. Jércék és tojótyúkok ileum és a jejunum tartalmának viszkozitás értékei

Ileum				Jejunum			
(mPas)							
jérce		tojó		jérce		tojó	
K	3,991	K	5,127	K	3,800	K	5,043
ND	3,144	ND	3,484	ND	3,100	ND	4,228
NSP	3,462	NSP	3,849	NSP	3,587	NSP	3,633
P	4,250	P	3,511	P	3,805	P	3,608
NP	3,805	NP	4,213	NP	3,458	NP	4,308
F	3,934	F	5,005	F	4,070	F	4,493
Helyhatás							
Ileum						3,965	
Jejunum						3,949	
Korhatás							
Jérce						3,721 ^b	
Tojó						4,181 ^a	
Kezeléshatás							
K						4,492 ^a	
ND						3,461 ^c	
NSP						3,647 ^{bc}	
P						3,803 ^{abc}	
NP						3,991 ^{abc}	
F						4,307 ^{ab}	
Átlag szórása						0,987	
p-érték							
Mintavételi hely						0,702	
Korcsoport						0,000	
Kezelés						0,000	
Mintavételi hely * Korcsoport						0,598	
Mintavételi hely * Kezelés						0,881	
Korcsoport * Kezelés						0,012	
Mintavételi hely * Korcsoport * Kezelés						0,688	

^{a, b} Az eltérő betűvel jelzett értékek szignifikáns különbséget jelölnek. A statisztikailag szignifikáns értékek félkövér betűvel vannak szedve.

4. Következtetések

Az extrahált napraforgódara az extrahált szójadara lokálisan könnyen elérhető alternatívája számos országban. Kutatásaink során megállapítottuk, hogy az extrahált napraforgódara táplálóanyag tartalmának NIR készülékekkel történő becslése megfelelő pontosságú, a kapott korrelációs együtthatók a nyerszsír és a bruttó energia kivételével valamennyi táplálóanyag kategóriánál és az aminosavaknál is magasak voltak. A napraforgódara fehérje aminosav összetétele viszont nem konstans. Az esszenciális aminosavak közül a lizin és a treonin aránya nem változik. A fehérje metionin és hisztidin aránya nő, míg a többi esszenciális aminosav aránya csökken a napraforgódara fehérjetartalmának növekedésekor. Ennek gyakorlati jelentősége abban van, hogy a takarmány alapanyagok aminosavtartalmát általában a nyersfehérjetartalom alapján számítják regressziós egyenletekkel.

Az emésztési kísérlet eredményei alapján a jércék és a tojótyúkok tolerálják a napraforgódara magasabb rostját. Még a 30%-os bekeverése sem befolyásolja negatívan a takarmánykeverékek aminosav-emészthetőségét. Fiatal jércék esetében több aminosav emészthetősége is növekedett a napraforgó etetés hatására, amit valószínűleg a napraforgó strukturális rostjainak zúzóműködést stimuláló hatásával lehet magyarázni. Ez a hatás nem volt kimutatható a tojótyúkoknál. Eredményünk felhívja a figyelmet az életkor és a fajspecifikus aminosav emésztési együtthatók fontosságára a rostosabb takarmányok esetében. A napraforgódara aminosavainak mért és táblázatokban publikált emésztési együtthatói között eltéréseket tapasztaltunk. Ennek oka elsősorban az emészthetőség-meghatározás állatmodelljei közötti eltérés. Figyelemreméltó, szignifikáns különbséget

tapasztaltunk a jércék és a tyúkok aminosav emésztő képességében. Ennek figyelembevétele gyakorlati szempontból úgyszintén fontos lenne. A napraforgódarát tartalmazó tápok etetésekor a jércéknél és a tyúkoknál is a fitáz javította legnagyobb mértékben az aminosavak emészthetőségét.

A második állatkísérletünk eredményeiből levonhatjuk azt a következtetést, hogy megfelelő energia és aminosav kiegészítés mellett az extrahált napraforgódara 20%-os arányban biztonságosan felhasználható mind a jércék, mind a tyúkok takarmányozásában. Ez a bekeverési arány nem módosítja sem a jércék növekedését, sem a tyúkok tojástermelését. A napraforgó etetése növelte a tojástömeget és a sárgája színárnyalatát is fokozta. A napraforgó tartalmú tápok extra fitázzal, NSP-bontó enzimekkel vagy proteázzal történő kiegészítése nincs hatással a termelési eredményekre. A napraforgódara etetése a várakozásainkkal ellentétben nem növelte, hanem csökkentette a vékonybél-tartalom viszkozitását. A viszkozitást az exogén enzimek közül a fitáz növelte, de a többi exogén enzim nem befolyásolta. A különböző enzimkészítmények hatékonysága a fentiek miatt a napraforgó etetésekor csupán limitált.

5. Új tudományos eredmények

1. Az extrahált napraforgódara fehérjetartalmának változása nem befolyásolja a fehérje lizin és treonin szintjét. A fehérje metionin és hisztidin tartalma ugyanakkor nő, a többi esszenciális aminosavé pedig csökken, ha a napraforgódara fehérjetartalma nő.
2. Jércetápok 10-20-30%-ban történő napraforgódara kiegészítése javítja a tápok treonin, valin, lizin és arginin emészthetőségét, rontja viszont a leucin felszívódását. Tojótyúkoknál a napraforgódara hatása kis mértékű, csupán az izoleucin emészthetőségére volt hatással a napraforgódara etetése.
3. Az extrahált napraforgódara aminosavainak mért és táblázatokban található emészthetőségi értékeit összehasonlítva megállapítható, hogy az általunk mért értékek általában kisebbek. A jércékkel meghatározott emésztési együtthatók valamennyi összehasonlításban szignifikánsan kisebbek voltak.
4. Az extrahált napraforgódarát tartalmazó jérce és tojótápok esetében az extra fitáz-kiegészítés okozza a legnagyobb javulást az aminosavak emészthetőségében.
5. A 20% napraforgódarát tartalmazó tojótáp etetésekor nő a tojástömeg és a sárgája szintónusa.
6. A 20% napraforgódara etetésekor jércékben és tyúkokban is csökken a vékonybél tartalom viszkozitása. A tyúkok éhbél és csípőbél tartalmának viszkozitás értékei szignifikánsan magasabbak, mint a jércéké. A napraforgó tartalmú tápok extra fitáz kiegészítése növeli a béltartalom viszkozitását.

6. Az értekezés témaköréhez kapcsolódó publikációk

I. Szakcikk idegen nyelvű, impakt faktoros folyóiratban:

1. **Mezőlaki Á.**, Such, N., Wágner, L., Rawash, M. A., Tewelde, K. G., Pál, L., Poór, J., Dublec, K. (2023): Evaluation the nutrient composition of extracted sunflower meal samples, determined with wet chemistry and near infrared spectroscopy. Journal of Central European Agriculture, 2023, 24(3), p.613-623 (Q4; IF: 0.7)
2. Such N, **Mezőlaki A**, Tewelde KG, Pál L, Horváth B, Poór J and Dublec K (2024): Feeding sunflower meal with pullets and laying hens even at a 30% inclusion rate does not impair the ileal digestibility of most amino acids. Front. Vet. Sci. 11:1347374. doi: 10.3389/fvets.2024.1347374. (D1, IF: 3.2)

II. Konferencia kiadványban teljes terjedelemben megjelent:

3. **Mezőlaki Á.**, Such N., Pál L., M. A. Rawash, Márton A., Horváth B., Strifler P., Dublec K. (2022): NIR készülékkel és laboratóriumi módszerekkel mért extrahált napraforgó darák táplálóanyag-tartalmának összehasonlító értékelése. In: Simon-Gáspár, Brigitta; Simon, Szabina (szerk.) Ifjúság a tudományért: Tanulmánykötet. Keszthely, Magyarország: MATE, Georgikon Campus, pp. 159-163.
4. Such, N., **Mezőlaki, A.**, Kiss, B., Pál, L. Rawash, M. A., Tewelde, K. G., Dublec, K. (2024): Effect of feeding extracted sunflower meal-based diets, with and without NSP degrading enzyme, on the viscosity of the jejunal and ileal intestinal content of pullets and laying hens. 22. Boku-Symposium Tierernährung, 29. Februar, Wien, Proceedingbook, pp.184-187.