

## A takarmánygyártás során használt expandálás és granulálás hatása a baromfi és sertés takarmánykeverékekre

### *The Effect of Expanding and Granulation Used During Feed Production on Poultry and Swinw Compound Feed*

Kiss Brigitta<sup>1\*</sup>, Erdélyi Márta<sup>2</sup>, Such Nikoletta<sup>3</sup>, Tewelde Kesete Goitom<sup>3</sup> és Duplecz Károly<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élettani és Takarmányozástani Intézet, Takarmányozástani és Takarmányozás-élettani Tanszék, Festetics Doktori Iskola, brigitta.kiss@ubm.hu,

<sup>2</sup> Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élettani és Takarmányozástani Intézet, Takarmánybiztonsági Tanszék, ballane.erdelyi.marta@uni-mate.hu

<sup>3</sup> Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élettani és Takarmányozástani Intézet, Takarmányozástani és Takarmányozás-élettani Tanszék such.nikoletta.amanda@uni-mate.hu, kesetehac@gmail.com, duplecz.karoly@uni-mate.hu

\*Levelezőszerző: brigitta.kiss@ubm.hu

**Összefoglalás:** A takarmánygyártás során különböző termikus és mechanikus kezeléseken esnek át a takarmánykeveréket alkotó takarmány alapanyagok, azonban a receptúrázaskor nem vesszük figyelembe ezen hatásokat, mint befolyásoló tényezőket. Kísérletünkben 19 db kereskedelmi takarmánykeveréket vizsgáltunk oldhatatlan (IDF), oldható (SDFP), neutrális detergens rost (NDF) vonatkozásában. Az üzemben a keverő után, az expander után, valamint a prés után történtek a mintavételek, így összesen 57 keveréktakarmány mintát vizsgáltunk. Analitikai módszerrel meghatároztuk a nyersrost mennyiségét, az IDF- és SDFP- tartalmat. Van Soest módszerrel vizsgáltuk a rostfrakciókat A gyártási technológia függvényében szignifikáns különbségek mutatkoztak IDF, SDFP, nyersrost tekintetében. Az összes takarmánykeverék IDF-tartalma dercés formában 13,24 % volt, mely szignifikánsan csökkent ( $P < 0,05$ ) 12 %-ra a granulátumban. Az összes takarmánykeverékre vonatkozó SDFP-tartalom a dercés keverékben 1,21 % volt, majd a granulátumban már, csak 0,94 % ( $P < 0,01$ ). Az összes takarmánykeverék figyelembevételével számított átlagos nyersrost-tartalom statisztikailag igazolható mértékben ( $P < 0,05$ ) különbözött a dercés keverék (4,44 %) és a granulátum között (4,52 %), továbbá az expandált keverék (4,46 %) és a granulátum (4,52 %) között. Az eredményekből arra következtettünk, hogy a termikus és mechanikus kezelések számottevően csökkentik az oldható és nem oldható rosttartalmat, melyet figyelembe kellene venni a receptúrázás során. Az oldható rosttartalom csökkenő tendenciája pozitívumként értékelhető, hiszen ezáltal a takarmány alapanyagokban lévő antinutritív hatás csökkenthető, ezáltal kedvezőbben alakulhat a takarmányértékesítés.

**Kulcsszavak:** vízben oldható rostok, vízben oldhatatlan rostok, takarmánygyártás, expandálás, granulálás

**Abstract:** During feed production, the feed raw materials that make up the feed mixture undergo various thermal and mechanical treatments, however, we do not consider these effects as influencing factors when formulating. In our experiment, we examined 19 compound feed with respect to insoluble (IDF), soluble (SDFP), and neutral detergent fiber (NDF). In the plant, the samples were taken after the mixer, after the expander, and after the press, so a total of 57

mixed feed samples were examined. We determined the amount of crude fiber, the IDF and SDFP content using an analytical method. We examined the fiber fractions using the Van Soest method. Depending on the production technology, significant differences were observed regarding IDF, SDFP, and raw fiber. The IDF content of all feed mixtures was 13.24% in the pellets, which significantly decreased ( $P<0.05$ ) to 12% in the pellets. The SDFP content for all feed mixtures was 1.21% in the expanded mixture, and only 0.94% in the pellets ( $P<0.01$ ). The average crude fiber content, calculated taking into account all compound feed, was statistically verifiable ( $P<0.05$ ) different between the dry mixture (4.44 %) and pellets (4.52 %), as well as the expanded mixture (4.46 %) and pellets (4.52 %). From the results, we concluded that the thermal and mechanical treatments significantly reduce the soluble and insoluble fiber content, which should be taken into account during formulation. The decreasing trend of the soluble fiber content can be evaluated as a positive thing, since the anti-nutritive effect in the feed ingredients can be reduced, there by improving feed sales.

**Keywords:** *water-soluble fibers, water-insoluble fibers, feed production, expanding, granulation*

## 1. Bevezetés

A mai modern takarmánykeverék-gyártás alapjául szolgáló eljárásokkal lehetőségünk van adott állatfaj, valamint adott korcsoport igényeinek megfelelő táplálóanyag-tartalmú és fizikai paramétereknek megfelelő granulátumot készíteni. A granulált takarmány a gyártási folyamat során több hőkezelésen esik át. Az első pont, ahol hőkezeljük a dercés takarmányt a kondicionálás, ezt követően expandáljuk a takarmányt, ekkor a takarmányalkotók struktúrája megváltozik. Végül a préselés során kívánt méretnek megfelelően mechanikai nyomás segítségével pelletet készítünk. Számos pozitív hatása ismert ezen termikus eljárásoknak, mint például: fokozzák a keményítő feltárását, fehérjék és vitaminok esetében kíméletes kezelést biztosítanak, növelik a nehezen préselhető anyagok pelletálhatóságát (Babinszky et al. 2019, Abdollahi et al. 2013). A viszkózus gabonaféléken alapuló takarmányokban a táplálóanyagok hozzáférhetőségét negatívan befolyásolhatja az anyag viszkozitásának növekedése, amely vagy az oldható szénhidrát-koncentráció növekedése, vagy az oldható rostok változása vagy, mindkettő eredménye a pelletálás következtében (Abdollahi et al. 2013). A hidrotermikus kezelések növelik a rostok oldhatóságát és viszkozitását, ami negatív hatással lehet a táplálóanyagok emészthetőségére. Ugyanakkor különböző antinutritív hatások (enzimgátlók, lektinek, fitátok) csökkenthetők a hőkezelés által, ami pozitív hatással lehet a táplálóanyagok emészthetőségére. Összeségében ezeket a hatásokat úgy kell értékelni, hogy figyelembe vesszük a takarmány alapanyagok összetételét, antinutritív anyag koncentrációját (Boroojeni et al. 2016.). Peisker azt találta, hogy a hőkezelés hatására csökken az oldhatatlan, és növekszik az oldható rostok részaránya, átlagosan két százalékkal. Ez azt jelenti, hogy monogasztrikus állatok esetében 1,5-2 %-al növelhető a rost részaránya a teljesítmény visszaesése nélkül (Erdélyi 2007). Yavuz kutatásában arról ír, hogy ezen termikus kezelések befolyásolják a takarmányok rosttartalmát, változik a részecskeméret, módosul a szállkomponensek szerkezete, oldható-, oldhatatlan rostok aránya (Yavuz, 2017). Az NSP anyagok hatására megnő az epesavak bakteriális metabolizációjának mértéke, ami azt eredményezi, hogy kevesebb epesav szívódik vissza a vékonybél hátulsó szakaszából, tovább csökkentve ezzel a zsíremésztés hatékonyságát. Összeségében tehát az antinutritív hatás következtében csökken a takarmányok metabolizálható energiatartalma (Babinszky et al. 2019). A szakirodalomban élelmi rostnak (TDF) hívják együttesen az oldható (sNSP) és oldhatatlan rostokat, közös tulajdonságuk, hogy

ellenállnak a vékonybélben lévő enzimes emésztésnek, és részben vagy teljes egészében fermentálódhatnak a vakbélben, vastagbélben (Zhang et al. 2013). 2020-ban egy kutatásban azt vizsgálták, hogy milyen hatással vannak az oldható (inulin) és oldhatatlan rostok (lignocellulóz) a választási malacok növekedési teljesítményére, táplálóanyagok emészthetőségére, a bélflóra mikrobiom összetételére. Abban a csoportban, ahol 0,5 % volt mind az oldható mind az oldhatatlan rostok aránya, magasabb ( $P < 0,05$ ) volt a rövid szénláncú (SCFA) zsírsavak koncentrációja a vakbélben. Ez arra utal, hogy hatékonyabb volt a mikrobiális fermentáció, tehát jótékony hatással bírtak a hasznos baktériumok szaporodására. Továbbá az oldhatatlan rostok vízmegkötő képességük miatt csökkentették a hasmenés előfordulását (Chen et al. 2020). Zhuo és kutatócsoportja 2017-ben azt vizsgálta, hogy milyen hatása van az oldható rost kiegészítésnek a szaporodásbiológiai mutatókra a kocasüldőkben. A kezelt csoport korábban kezdett ivarzni a kontroll csoporthoz képest, azonban a született malacok számát, az élve születések számát, átlagos születési súlyt nem befolyásolta a kezelés (Zhuo et al. 2017.). Sarikhan kutatásában azt vizsgálták, hogy milyen hatással vannak az oldhatatlan rostok a brojlercsirkék növekedési erélyére, a carcass-ra, valamint az ileum morfológiai paramétereire. Az oldhatatlan rost javítja a bél morfológiai állapotát, ezáltal hatékonyabb lesz a táplálóanyagok felszívódása (Sarikhan et al. 2010). Az irodalmi adatok és kutatások némiképp ellentmondásosak, hogy a termikus kezelések hatását miként vegyük figyelembe a takarmánykeverék-gyártás során. Kutatásunkat ezért úgy építettük fel, hogy megvizsgáljuk, hogy a takarmánykeverékek rostalkotóira (nyersrost, semleges detergens rost, vízben oldható rostfrakció, vízben oldhatatlan rostfrakció) milyen hatással vannak ezen termikus kezelések. Célunk, hogy a receptúrázás során kalkulálhassunk ezekkel a változásokkal. Továbbá egy olyan adatbázis létrehozása, mely tartalmazza a legfontosabb takarmány alapanyagok oldható és oldhatatlan rosttartalmát.

## **2. Anyag és módszer**

### **2.1. Takarmánygyártás folyamata**

A gyártás során sertés és baromfi keveréktakarmányokat készítettünk, különböző korcsoportoknak. A receptúrázásánál olyan alapanyagokat használtunk, melyeknek különböző a rosttartalma: kukorica, búza, árpa, extrahált szójadara, búzatakarmányliszt, extrahált napraforgódara, szárított répaszelet, búzakorpa, kukoricaliszt, napraforgómag, extrahált repcedara, DDGS, HiPro full-fat szója, soyprime, SunPro46, hidegen sajtolt repcedara. Összesen 19 takarmánykeverék készült. A takarmánykeverék gyártás első lépése a receptúrának megfelelő takarmány alapanyagok, premix, mikro-, makro-komponensek összemérése a különböző tartályokból. A pontos mennyiségek kimérését különböző pontokon beépített kalibrált mérlegek teszik lehetővé. A darálendő takarmány alapanyagokat eljuttatjuk a darálóra rédlerek segítségével. A jó minőségű granulátum előállításához kalapácsos darálót használunk, melynek a típusa: P15/800 S. A daráló 1 óra alatt 30 tonna takarmány alapanyag darálására képes. A darálást követően a keverő előtartályba kerülnek a már ledarált takarmány alapanyagok, premix, mikro-, makro-komponensek. A keverőberendezés, egy horizontális lapátos adagkeverőgép, típusa: ALK-6000, melynek a hasznos térfogata 6000 l és 3000 kg anyagot tud homogénen összekeverni 2 perc keverési idő alatt. A keverőgép alján bomba ajtó található, így az összekevert takarmányunk egyszerre jut a keverő utótartályba, ahonnan szállító rédlerek segítségével juttatjuk a kondicionáló egységhez. A kondicionálás során egy zárt csőbe kerül a takarmány ahová 60-70 C°-os gőzt vezetünk. A csőben egy egytengelyes csigarendszer

található, amiben a csigák egyre közelebb helyezkednek el egymáshoz, majd a végén a gravitáció segítségével átjut az anyag az expanderre. Itt 40 bar nyomásnak és 110-130 °C-os hőmérsékletnek vetjük alá a takarmányt. Az expander egy ALMEX expander, melynek típusa: AL 300/1/200AC/LD4, teljesítménye 15 t/h. Innen a prégépbe kerül a hőkezelt takarmány. Az üzemben lévő prégép egy CPM gyűrűsmatricás granuláló gép, melynek a típusa: California 7726-7 és a teljesítménye 15 t/h. Ezután le kell hűteni a takarmányt ezért a hűtőberendezéshez továbbítjuk. A hűtő után készárutartályba kerül a takarmány. Mintavételezés során minden keverésből vettünk egy darab dercés mintát a keverő után, expander után és a prés után, így 57 mintával dolgoztunk.

## 2.2. Laboratóriumi vizsgálatok

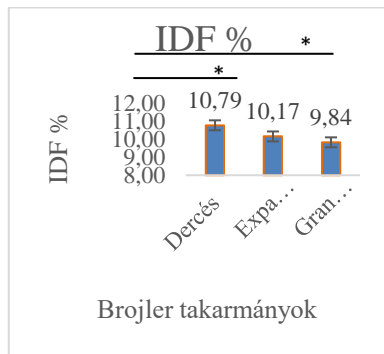
A nyersrost mennyiségét úgy határoztuk meg, hogy a zsírtalanított takarmánymintákat híg kénsavval főztük, majd szűrtük, mostuk, és kálium-hidroxid-oldattal kezeltük, majd ismét szűrtük, mostuk, szárítottuk. A maradék tömeget elhamvasztottuk, és a különbséget megfelelt a minta nyersrosttömegének (Magyar Takarmánykódex 2004). Az NDF rostfrakciót van Soest-féle módszerrel vizsgáltuk. 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 különbséget alapján számítottuk a mennyiségét (Babinszky et al. 2019.). A vízben oldható és oldhatatlan rostalkotók meghatározását analitikai módszerrel végeztük, AOAC 2011.25 (Megazyme 2013). A minta-előkészítés során az üzemből hozott 57 mintát 5 mikron átmérőjűre daráltuk. A vizsgálat során üvegedénybe 1 g mintát kimértünk, majd hozzáadtunk 1 ml 96%-os etanolt, és 40 ml pankréász enzimet és 37°C-on 16 órán át vízfürdőbe tettük, amely folyamatosan mozgatta az oldatot. A következő lépésben a mintákhoz 3 ml TRIS puffert adtunk, majd 95°C-os vízfürdőbe tettük ezeket 20 percen át. Amikor az oldatunk visszahűlt 60 °C-ra 100 µl proteázt adtunk hozzá, és 60°C-os vízfürdőbe tettük 30 percen keresztül. Miután kivettük a mintákat a vízfürdőből szobahőmérsékletre hűtöttük őket, és hozzáadtunk az oldathoz 4 ml ecetsavat. Ezt követően a cellitszűrőn vákuum segítségével átszűrtük az oldatot, és a fennmaradó frakció lett a vízben oldhatatlan rost (IDF). A maradék oldatot hígítottuk 70 ml desztillált vízzel, majd 60°C-os vízfürdőbe helyeztük 20 percig. Ezután hozzáadtunk 285 ml 96%-os etanolt, és szobahőmérsékletig hagytuk hűlni. Vákuum segítségével ugyanúgy átszűrtük az oldatokat a cellitágyon és a fennmaradó rész lett a vízben oldódó rostfrakció (SDFP). Ezt követően visszamaradt IDF és SDFP frakciókat szárítószekrénybe helyeztük 12 órára, ahol a hőmérséklet 105°C volt. Majd tömegmérlegem lementük, mind az IDF frakciót, mind az SDFP frakciót, és kiszámítottuk, hogy a kezdeti 1 g mintának hányad részét jelentette a két frakció.

Statisztikai elemzést készítettünk SPSS és Graphpad prism 5 programok segítségével, ahol párosított t-tesztet alkalmaztunk. A táblázatokat, diagrammokat excel programban készítettük.

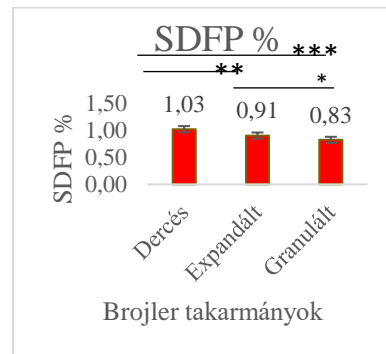
## 3. Eredmények

A brojler takarmányoknál szignifikánsan csökkent ( $P < 0,05$ ) az IDF-tartalom (1.ábra) a dercés forma (10,79 %) és az expandált forma (10,17 %) között, valamint szignifikáns csökkenés ( $P < 0,05$ ) látható az expandált forma (10,17 %) és a granulált forma (9,84 %) között. Az SDFP-tartalom vonatkozásában (2.ábra) szignifikáns különbség mutatkozott a kezelések között. A dercés (1,03 %) és az expandált (0,91 %) forma között szignifikáns ( $P < 0,01$ ) csökkenés látható, a dercés (1,03 %) és a granulált (0,83 %) forma között szintén szignifikáns csökkenés

mutatkozott ( $P < 0,001$ ). Tovább szignifikáns csökkenés ( $P < 0,05$ ) látható az expandált (0,91 %) és granulált (0,83 %) keverékek között.

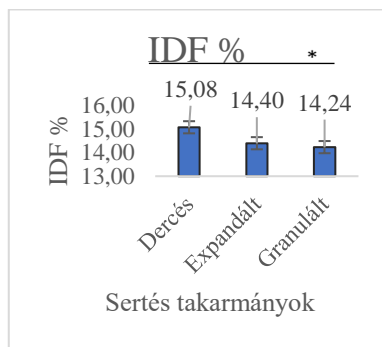


1. ábra: Brojler takarmányok IDF-tartalma

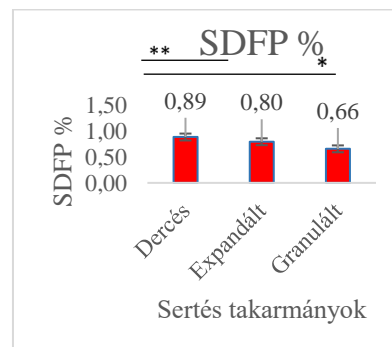


2. ábra: Brojler takarmányok SDFP-tartalma

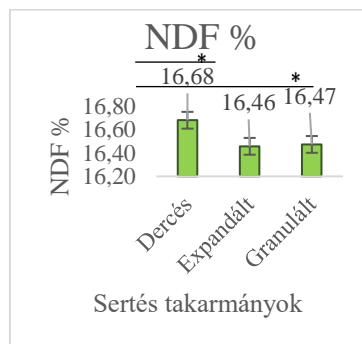
A sertéstakarmányokból az IDF-tartalomban (3. ábra) szignifikáns csökkenés ( $P < 0,05$ ) volt a dercés keverék (15,08 %), és a granulált keverék (14,24 %) között. Az expandált keverék IDF-tartalma 14,4 % volt. Az SDFP-tartalom (4. ábra) mérésénél szignifikánsan csökkenés ( $P < 0,01$ ) látható a dercés keverék (0,89%) és az expandált keverék (0,8 %) között. Szintén szignifikáns csökkenés ( $P < 0,05$ ) van a dercés keverék (0,89 %) és a granulált keverék (0,66 %) között. Az NDF-tartalom (5. ábra) szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) csökkent a dercés keverék (16,68 %) és az expandált keverék (16,46 %) között, ahogy a dercés keverék (16,68 %) és a granulált keverék (16,47 %) között is.



3. ábra: Sertés takarmányok IDF-tartalma



4. ábra: Sertés takarmányok SDFP-tartalma



5. ábra: Sertés takarmányok NDF-tartalma

#### 4. Értékelés

A brojler takarmánykeverékek összetevői voltak: kukorica, búza, HiPro full-fat szója, extrahált szójadara, kukoricaliszt. Szignifikáns különbség mutatkozott az IDF-tartalomban, ugyanis már az expandálás során jelentősen csökkent a mennyisége 10,79 %-ról 10,17 %-ra, majd a granulálás során még tovább csökkent 9,84 %-ra. A szakirodalomban Peisker is ugyanezt tapasztalta (Erdélyi 2007). Liu leírta, hogy a hüvelyesekben lévő oldhatatlan rostok jótékony hatással vannak a bél mikrobiota állapotára, segítik a kedvező baktériumok elszaporodását (Liu et al. 2024). Sarikan is az oldhatatlan rostok pozitív hatásairól számolt be, miszerint jobb termelési eredményt értek el azok a madarak, melyek takarmánya tartalmazott oldhatatlan rostot (Sarikan et al. 2010). Az eredményeinket összevetve a szakirodalmi eredményekkel, azt mondhatjuk, hogy a hidrotermikus kezelések és a nyomás nem befolyásolja olyan mértékben az oldhatatlan rostokat, amely miatt azok elveszítenék pozitív értéküket a hasznosulás során. Hasonló tendenciát láthatunk az SDFP-tartalom vonatkozásában, a kezelések során 1,03 %-ról 0,83 %-ra csökkent a tartalma. Ez az eredményünk ellentmond a szakirodalomban leírtakkal, miszerint a pelletálás növeli az oldható rostok arányát (Abdollahi et al. 2013, Borojeni et al. 2016, Erdélyi 2007). Babinszky azt írja, hogy az NSP-anyagok rontják a zsíremésztés hatékonyságát, viszont jelen kísérletünkben, az látszik, hogy a takarmánygyártás során expandálással + granulálással jelentősen csökkenthető ezen anyagok antinutritív hatása. A granulátumban lévő NSP anyagok hasznosulhatnak a vakbélbeli fermentáció során (Zhang et al. 2013).

Sertés takarmányok összetétele kukorica, búza, árpa, extrahált szójadara, extrahált napraforgódara, BTL, szárított répaszelet volt. Az IDF-tartalom 15,08 %-ról 14,24 %-ra csökkent, mely statisztikailag igazolható ( $P < 0,05$ ), ami Peisker korábbi kutatását is igazolja, miszerint hőkezelés hatására csökkennek az oldhatatlan rostok (Erdélyi 2007). Az IDF-tartalom a vakbélben, vékonybélben fermentálódik (Zhang et al. 2013), modulálja a bélmikrobiom összetételét (Liu et al. 2024), vízmegkötő képességük miatt csökkenthetik a hasmenés kialakulását (Chen et al. 2020), tehát ez jótékony hatásnak tekinthető. Az oldható rostoknál is szignifikáns különbség mutatkozott ugyanis a dercés keverékben 0,89 %-ot mértünk, az expandált keverékben 0,8 %-ot, míg a granulátumban 0,66 %-ot. Vizsgálatunk szerint a kezelések hatására csökken az oldható rost-tartalom a sertés takarmánykeverékekben a gyártás során, ez ellentmond az irodalomban leírtakkal, miszerint a pelletálás során növekszik az oldható rostok mennyisége (Abdollahi et al. 2013, Borojeni et al. 2016, Erdélyi 2007). Az oldható rosttartalom csökkenés pozitívumként értékelhető, ugyanis ezáltal javul a táplálóanyagok emészthetősége, leginkább a zsíremésztés (Babinszky et al. 2019), továbbá a vakbélbe jutó oldható rostok fermentálódhatnak (Zhang et al. 2013), rövid szénláncú zsírsavak keletkezhetnek, melyek bekapcsolódhatnak a különböző élettani folyamatokba (Chen et al. 2020). Zhou kutatásában már 0,8 % oldható rostot tartalmazó takarmánnyal pozitív szaporodásbiológiai eredményeket értek el kocasüldőknél (Zhuo et al. 2017), tehát érdemes úgy alakítani a kocasüldők takarmányát, hogy kerüljön bele oldható rost-ot tartalmazó takarmány alapanyag, például: szárított répaszelet. A kezelések hatására szignifikáns csökkenés mutatkozott az NDF-tartalom tekintetében, mivel 16,68 %-ról lecsökkent 16,47 %-ra. Az NDF-tartalom a hemicellulózt, cellulózt, lignint tartalmazza, és arra következtettünk, hogy a strukturális rostok csökkennek ezen eljárások hatására, ahogyan Yavuz is írja, hogy a termikus kezelések hatására változik a szálfkomponensek szerkezete (Yavuz 2017).

## 5. Következtetések

Kísérletünk tervezésekor arra számítottunk, hogy kutatásunk igazolni fogja a szakirodalomban tapasztaltakat, miszerint növekszik a takarmányokban lévő NSP- anyagok koncentrációja a hidrotermikus kezelések következtében. A takarmánykeverékeknel nagyon érdekes, hogy minden szakirodalommal ellentétben a mi vizsgálataink szerint a hidrotermikus kezelések csökkentik az NSP-anyag tartalmát, ami arra enged következtetni, hogy esetlegesen olyan takarmány alapanyagok is felhasználhatók haszonállatok takarmányaiban, melyek akár nagyobb mennyiségű oldható és oldhatatlan rost-tartalommal rendelkeznek. Ahhoz, hogy ennek mértékével a receptúrálás során számolni tudjunk, még további kísérletekre lenne szükség. Ha bekerülnek a takarmányba olyan olcsóbb alapanyagok melyeknek jó a táplálóanyag-tartalma, de esetlegesen magasabb NSP-anyag tartalommal rendelkeznek, mégis a gyártás során ezen antinutritív hatás csökkenthető, és a takarmány emészthetősége nem romlik a feletetés során, akkor összeségében elérhető ugyanaz a termelési színvonal, egy olcsóbb takarmány alapanyag bázissal. Ennek a pontos meghatározását állatfajonként, korcsoportonként hasznosítási típusonként külön-külön kell kezelni.

## Köszönetnyilvánítás

A kutatást támogatta: „Kulturális és Innovációs Minisztérium, Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap, Kooperatív Doktori Program.; „A Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-1/2/3/4/5 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési És Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.”; „UBM Feed Zrt.; UBM Szeleste Zrt.”; „MA-KA Kft.”; Festetics Imre Bioinnovációs Központ”

## Irodalom

- Abdollahi Mr. R., Ravindran V., Svihus B. 2013. Pelleting of broiler diets: An overview with emphasis on pellet quality and nutritional value. *Animal Feed Science and Technology*. **179** (1–4), 1–23.
- Babinszky L., Halas V. (szerk.) 2019. Innovatív takarmányozás. Akadémiai Kiadó, Budapest, 995 p. <https://doi.org/10.1556/9789634540571>
- Borojeni F. G., Svihus B., Reichenbach H., Zentek J. 2016. The effects of hydrothermal processing on feed hygiene, nutrient availability, intestinal microbiota and morphology in poultry—A review. *Animal Feed Science and Technology*, **220**, 187–215. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.07.010>
- Chen T., Chen D., Tian G., Zheng P., Mao X., Yu J., He J., Huang Z., Luo Y., Luo J., Yu B. 2020. Effects of soluble and insoluble dietary fiber supplementation on growth performance, nutrient digestibility, intestinal microbe and barrier function in weaning piglet. *Animal Feed Science and Technology*. **260**, 114335. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114335>
- Erdélyi, I. 2007. Az expandálás hatása a pulykahizláló takarmányok gyártásától felhasználásáig. Doktori disszertáció, Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Debrecen
- Yavuz 2017. Heat applications in feed and food processing. Proceedings of 72nd The IRES International Conference, Mecca, Saudi Arabia 10 p.; 14 p.
- Liu T., Zhen X., Lei H., Li J., Vang J., Gou D., Zhano J. 2024. Investigating the physicochemical characteristics and importance of insoluble dietary fiber extracted from legumes: An in-

- depth study on its biological functions. *Food Chemistry: X*, **22**. 101424  
<https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101424>
- Magyar Takarmánykódex 2004. Gazdasági állatok táplálóanyag-szükséglete, takarmányok kémiai összetétele és mikotoxin határértékek a takarmánykeverékekben (II–III. kötet) Budapest, OMMI
- Megazyme 2013. Integrated Total dietary fiber. Megazyme International, 24 p.
- Sarikhan M., Shahryar H. A., Gholizadeh B., Hosseinzadeh M., Beheshti B., Mahmoodnejad A. 2010. Effects of Insoluble Fiber on Growth Performance, Carcass Traits and Ileum Morphological Parameters on Broiler Chick Males. *International Journal of Agriculture & Biology*, **12** (4) 1560–8530.
- Zhang W., Li D., Liu L., Zang J., Duan Q., Yang W., Zhang L 2013. The effects of dietary fiber level on nutrient digestibility in growing pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, **4** (17). <https://doi.org/10.1186/2049-1891-4-17>
- Zhuo Y., Shi X., Lv G., Hua L., Zhou P., Che L., Fang Z., Lin Y., Xu S., Li J., Feng B., Wu D. 2017. Beneficial effects of dietary soluble fiber supplementation in replacement gilts: Pubertal onset and subsequent performance. *Animal Reproduction Science* **186**, pp. 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2017.08.007>

*A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:  
CC-BY-NC-ND-4.0.*

*This work is licensed under a  
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*

