

# **DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI**

**HORVÁTH ÉVA RITA**

**MOSONMAGYARÓVÁR**

**2025**

**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
ALBERT KÁZMÉR MOSONMAGYARÓVÁRI KAR  
ÁLLATTUDOMÁNYI TANSZÉK  
WITTMANN ANTAL NÖVÉNY-, ÁLLAT- ÉS ÉLELMISZER-  
TUDOMÁNYI MULTIDISZCIPLINÁRIS  
DOKTORI ISKOLA**

**UJHELYI IMRE ÁLLATTUDOMÁNYI DOKTORI PROGRAM**

**DOKTORI ISKOLAVEZETŐ:  
PROF. DR. VARGA LÁSZLÓ, DSC**

**PROGRAMVEZETŐ:  
PROF. DR. SZABÓ FERENC, DSC**

**TÉMAVEZETŐK:  
DR. TÓTH TAMÁS, PhD**

**PROF. DR. FÉBEL HEDVIG, CSC**

**REPCEPOGÁCSA FELHASZNÁLÁSÁNAK KOMPLEX  
ÉRTÉKELÉSE A MONOGASZTRIKUS ÁLLATOK  
TAKARMÁNYOZÁSÁBAN**

**KÉSZÍTETTE:  
HORVÁTH ÉVA RITA**

**MOSONMAGYARÓVÁR  
2025**

## 1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

A világ növekvő élelmiszer szükségletének kielégítéséhez az alternatív fehérjeforrások alkalmazása nélkülözhetetlen tényező a gazdasági haszonállatok fenntartható takarmányozásában. Az olajipar melléktermékeként keletkező hidegen sajtolt repcepogácsa megvalósítható lehetőséget kínál a környezeti fenntarthatóság előmozdításában, hazai előállítású, olcsó és értékes takarmány-alapanyag, amely csökkentheti a nem fenntartható szójadarától való függőséget. A repcepogácsa minőségét alapvetően befolyásolja a benne lévő antinutritív összetevők (pl.: glükozinolátok) jelenléte, illetve feldolgozásának módja. Mivel jelentős eltérések tapasztalhatók az egyes repcefajták/- hibridek antinutritív tartalmát illetően, ezért biztonságos felhasználásukhoz hatékony kezelésük elengedhetetlen.

A disszertáció célja olyan egyedi, kémiai kezelési eljárás alkalmazása, amely hatásmechanizmusán keresztül lehetővé teszi a repce melléktermékben esetlegesen jelenlévő antinutritív hatás csökkentését. A PhD kutatás vizsgálatai komplex megközelítésben több hasznosítási irányt (brojlercsirke, hízósertés, tojótyúk) is átfognak. Ennek célja, hogy minél pontosabban meghatározható legyen a natúr, illetve a kémiai kezelésű („Peelko” takarmánykiegészítő, M1101164 azonosítószámú védjegy, gyártó: ROP Kft., Magyarország) repcepogácsa monogasztrikus állatok takarmányozásában való felhasználása.

A doktori munka vizsgálatai az alábbi kérdések megválaszolására irányultak:

1. Igazolható-e a kezelés hatékonysága élettani vizsgálatok segítségével?

2. A natúr, illetve kezelt, hidegen sajtolt repcepogácsa felhasználásával készített takarmány befolyásolja-e a brojlercsirke, a sertés, illetve a tojótyúk pajzsmirigyműködését?

3. A natúr, illetve kezelt, hidegen sajtolt repcepogácsa alkalmazása milyen hatást gyakorol az állatok termelési paramétereire, az állati termékek (csirkehús, serteshús, tojás) minőségére (táplálóanyag-tartalom, zsírsavösszetétel), a hús eltarthatóságára (lipidperoxidációra utaló malondialdehid koncentráció), illetve a hús/tojás érzékszervi (organoleptikus) tulajdonságaira?

A kutatómunka eredményei iránymutató adatokat szolgáltathatnak a gyakorlat számára a repcepogácsa megfelelő bekeverési arányáról. Mindez hozzájárulhat a natúr, illetve a kezelt repce biztonságos felhasználásához a monogasztrikus állatfajok (brojlercsirke, sertés, tojótyúk) takarmányozásában.

## **2. ANYAG ÉS MÓDSZER**

### **2.1. TAKARMÁNYOZÁSI KÍSÉRLET BROJLERCSIRKÉKKEL**

#### **2.1.1. ÁLLATOK ÉS ELHELYEZÉSÜK**

A brojlercsirkék repceetetési kísérletét a Széchenyi István Egyetem Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar állatkísérleti telepén végeztük el. 600 db Ross-308 típusú brojler kakast napos korban 24 fülkébe helyeztünk (25 madár/fülke, 12,5 csirke/m<sup>2</sup> férőhely, n= 8 fülke/kezelés).

#### **2.1.2. TAKARMÁNYOK ÉS KEZELÉSEK**

A brojlerek takarmányozását indító (1-21. nap), nevelő (22-32. nap) és befejező (33-42. nap) szakaszokra osztottuk. Az indító szakaszban minden fülkében azonos takarmányt fogyasztottak a madarak, majd három kezelést alakítottunk ki kontroll (K): extrahált szójadarával; natúr repcepogácsa kezelés (R): 10%-15% hidegen sajtolt repcepogácsával (nevelő-befejező, sorrendben); kezelt repcepogácsa (R+): 9,62%-14,62% hidegen sajtolt repcepogácsa + 0,38% „Peelko” kiegészítés (nevelő-befejező, sorrendben). A repcepogácsa hideg sajtolási technológiával (horizontális tengelyű csavarprés, gőz használata nélkül, V+V Szövetkezet, Héreg) készült és 1,85 µmol/g volt a glükozinolát-tartalma (Bonafarm-Bábolna Takarmány Kft., Nagyigmánd, Magyarország; HPLC: High Performance Liquid Chromatography módszerrel). A Peelko takarmánykiegészítőt (HU 16100063 számú védjegy) a gyártó (ROP Kft., Érd, Magyarország) felhasználási javaslatának megfelelően alkalmaztuk.

A brojlercsirkék takarmánykeverékeinek összeállítását Bestmix® szoftverrel (Adifo, Industrielaan 11B, 9990 Maldegem, Belgium) végeztük, amit azonos metabolizálható energiatartalom (ME, MJ/kg),

illetve standardizált ileálisan emészthető aminosavtartalom (SID) alapján optimalizáltunk.

### 2.1.3. VIZSGÁLATOK

Az állatok súlyának mérésére fülként, egyedileg BAT 1 mérleg segítségével (Veit Electronics, Moravany, Cseh Köztársaság) került sor az 1., 21., 32. és 43. napon. A súlymérések egybeestek a takarmányváltásokkal. Erre az időszakra vonatkozó adatok (súly, takarmány, elhullás) alapján készült el a **termelési paraméterek** elemzése.

A **pajzsmirigyhormonok** (T3, T4) meghatározásához vért gyűjtöttünk csoportonként 10-10 állat szárnyvénájából (*vena cutenea ulnaris*) a kísérlet végén (43. nap). Humán célra előállított, de különböző madárfajokra módosított és validált I-RIA módszerrel (T3: I-T3 RIA kit; T4: I-T4 RIA kit) állapítottuk meg a hormonszinteket.

A vérvételt követően a madarak extermináltuk és eltávolítottuk a **pajzsmirigyet** (*glandula thyreoidea*), amit lemértünk (NB-600, Demandy, Budapest hitelesített labormérleg), majd mintát vettünk a **szövetteni vizsgálat**hoz, amelyet az Autopsy Path Kft (Budapest, Magyarország) végzett el.

A húsminták (csirkecomb, -mell) **kémiai összetételének** (szárazanyag-, fehérje- és zsírtartalom) megállapításához (MSZ 6920-4:1987 szerint) kezelésként 10-10 izommintát gyűjtöttünk. A **zsírsavösszetételt** gázkromatográfiás módszerrel elemeztük (MSZ ISO 5508:1992 szabványnak megfelelően, Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA gázkromatográfal, Supelco SPTM 2560 (Merck KGaA, Darmstadt, Németország, 100 m×0,25 mm×0,2 µm elválasztó oszloppal).

Az izomszövet **oxidációs stabilitását** a malondialdehid (MDA) koncentráció mérésével határoztuk meg (*Ramanathan és Das, 1992*). Az MDA vizsgálatokat a vágást követő 1 órán belül (friss minta), a mélyhűtőben (-16°C) egy hónapig (MDA 1), illetve két hónapig (MDA 2) tartó tárolást követően végeztük el.

A húsminták (comb- és mellizom) **színének** vizsgálatát a Széchenyi István Egyetem Gépészmérnöki, Informatikai és Villamosmérnöki Kar Fizikai és Kémiai Tanszékének laboratóriumában végeztük el MiniScan XE Plus (HunterLab, Virginia, USA) koloriméter segítségével (EasyMatch vezérlőszoftver, CIE D65 xenonlámpa megvilágítással, CIE színkoordinátákon: L\*, a\*, b\*).

A brojlerhús **organoleptikus értékelését** a Campden BRI Hungary (Budapest) regisztrált (NAT-1-1152/2007) laboratóriuma végezte MSZ ISO 6685:2007 5.4.3 módszerrel (5 fő szakértő, kódolt mintákon, két ismétlésben Williams Latin Square intenzitásskála alapján).

A **statisztikai elemzéseket** a Windows operációs rendszerre fejlesztett IBM SPSS Statistics 23.0 szoftverrel végeztük (IBM Corp., Armonk, NY, USA). A paraméteres adatok csoportjai közötti szignifikáns különbségek meghatározására egyváltozós általános lineáris modellt (GLM) alkalmaztunk, Tukey-féle post hoc teszttel kiegészítve. A nem paraméteres adatok elemzésére Kruskal–Wallis próbát használtunk, amelyet Bonferroni-korrekcióval ellátott páronkénti összehasonlítás követett a statisztikailag szignifikáns eltérések azonosítása céljából. Minimum  $P < 0,05$  értéket tekintettünk szignifikáns különbségnek.

## **2.2. TAKARMÁNYOZÁSI KÍSÉRLET HÍZÓSERTÉSEKKEL**

### **2.2.1. ÁLLATOK ÉS ELHELYEZÉSÜK**

A kísérletet az Állattenyésztési-, Takarmányozási és Húsipari Kutatóintézet (Herceghalom) sertéstelepén végeztük 27 magyar nagy fehér × lapály F<sub>1</sub> kocasüldővel (n=9 sertés/kezelés). A felül nyitott, 1 m<sup>2</sup> alapterületű beton rácspadlós egyedi kutricákban a sertések szabadon fértek hozzá az etetőhöz és itatóhoz (Schauer Agrotronic GmbH, Prambachkirchen, Ausztria). A süldőket 94 napos korukban állítottuk kísérletbe, ami 67 napig tartott.

### **2.2.2. TAKARMÁNYOK ÉS KEZELÉSEK**

A kísérletben 94 napos kortól (39 kg induló átlagsúlytól) 161 napos korig (~90 kg záró súlyig) egyfázisú hízó takarmányt alkalmaztunk, amely során három kezelést alakítottunk ki. A kontroll (K) csoport takarmánykeveréke extrahált szójadarát tartalmazott. Az R kezelés esetében az extrahált szójadarát részlegesen helyettesítettük 8% hidegen sajtolt, natúr repcepogácsával. Az R+ csoportban pedig kezelt, hidegen sajtolt repcepogácsát alkalmaztunk (7,62% repcepogácsa + 0,38% „Peelko” kiegészítő). A sertéskísérlet kísérleti takarmányaiban lévő repce feldolgozásának módja, valamint a kezelés összetétele megegyezik a *2.1.2. fejezetben* leírtakkal. A repcepogácsa glükoszínolát-tartalma 3,1 µmol/g volt (Bonafarm-Bábolna Takarmány Kft., Nagyigmánd, Magyarország; HPLC módszer). A sertéstakarmányok összeállítását a *2.1.2. fejezetben* ismertetett módon, Bestmix® szoftverrel végeztük.

### 2.2.3. VIZSGÁLATOK

Az állatok egyedi mérlegelése a kísérlet beállításakor, a süldők 94 napos életkorában, majd 124, illetve 161 napos korban történt. Az elfogyasztott takarmányt folyamatosan, naponta mértük, amelyből kiszámoltuk a **termelési mutatókat** (súlygyarapodás, takarmányfelvétel és fajlagos takarmányértékesítés).

A hizlalási kísérlet végén (67. hizlalási nap) vért vettünk (9 sertés/kezelés, összesen 27) az elülső üres vénából (*vena cava cranialis*). A **T3 és T4 hormon** vizsgálati módszere megegyezett a 2.1.3 fejezetben írtakkal. Az állatok vágása után eltávolítottuk és lemértük a **pajzsmirigyet** (*glandula thyreoidea*).

Minden egyed **vágóhídi húsminősítése** a SEUROP minősítési rendszer „a vágósertések vágás utáni minősítéséről és a hasított féltetek kereskedelmi osztályba sorolásáról szóló 136/2011 (XII.22) VM rendeletben” foglaltaknak megfelelően történt.

A **zsírsavösszetétel** vizsgálatához a mintákat a combizomból (*m. semimembranosus*) vettük a vágóhídi húsminősítést követően. A zsírsavösszetétel gázkromatográfiás módszerrel történő elemzése a 2.1.3. fejezetben leírt módon történt.

Az adatok **statisztikai értékelését** az IBM SPSS Statistics 23.0 szoftverrel végeztük (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Az egyes változók közötti összefüggések vizsgálatára normáeloszlást és szóráshomogenitást mutató adatok esetén egytényezős varianciaanalízist (one-way ANOVA) alkalmaztunk. Amennyiben a változók normáeloszlást mutattak, de a szórások nem voltak homogének, Welch-próbát használtunk. A kategóriák közötti páronkénti összehasonlításokat azonos szórás esetén Bonferroni-, eltérő szórás esetén Dunnett C post hoc teszttel végeztük. A normalitás

ellenőrzésére Kolmogorov–Szmirnov-próbát, míg a szórások homogenitásának vizsgálatára Levene-tesztet alkalmaztunk.

## **2.3. TAKARMÁNYOZÁSI KÍSÉRLET TOJÓTYÚKOKKAL**

### **2.3.1. ÁLLATOK ÉS ELHELYEZÉSÜK**

A kísérletben 96 Lohmann Brown tojóhibridet használtunk, amelyeket 21 hetesen a Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar Tangazdaságában helyeztünk el. A madarakat három szintes Big Dutchman Eurovent 1250/a-EU típusú ketrecben tartottuk. Szintenként 8-8 fülkét alakítottak ki, fülkénként 4 madárral. A fülkék mérete 60 cm×63 cm×50 cm volt. A vizsgált időszakban napi 16 órás világítási programot biztosítottunk a tyúkok számára.

### **2.3.2. TAKARMÁNYOK ÉS KEZELÉSEK**

A 21 hetes madarak 24 hetes korukig előkészítő takarmányt kaptak, majd három különböző tojó takarmánykeveréket az 56. élethétig. A takarmányozási kezelések: kontroll (K): 25% extrahált szójadara; natúr repcepogácsa kezelés (R): 15% hidegen sajtolt repcepogácsa; kezelt repcepogácsa (R+): 14,62% hidegen sajtolt repcepogácsa + 0,38% „Peelko” kiegészítés voltak. A repcetartalmú takarmánykeverékek glükozinoláttartalma 2,5-3,1  $\mu\text{mol/g}$  közötti volt. A tyúkok naponta adagoltan 120 g takarmányt (480 g/fülke) kaptak valamennyi kezelésben 24-33. élethétig, majd 130 g takarmányt (520 g/fülke) a 34-56. élethetek között. Egy kezelés takarmányát 8 fülke, azaz 32 madár fogyasztotta (n=96 tojó/kísérlet, n=32 tojó/kezelés, n=4 tojó/fülke, n=8 fülke/kezelés).

### 2.3.3. VIZSGÁLATOK

A kísérlet befejezésekor, a tyúkok 56 hetes korában a szárnyvénából vért vettünk kezelésként 10 állatból. A **T3 és T4 hormon vizsgálat** módszere megegyezett a *2.1.3. fejezetben* írtakkal.

A kísérletben naponta feljegyeztük a termelt **tojások mennyiségét** és heti három alkalommal mértük a **tojások súlyát** (BluMagix BM-KSC615 konyhai mérlegen).

A tojások **táplálóanyagtartalmát** (szárazanyag-, fehérje-, zsír-, és hamutartalom) a Magyar Takarmánykódex (2004) szerint elemeztük. A kémiai összetétel alapján számítással határozták meg a tojások energiatartalmát a Magyar Élelmiszerkönyv 1-1-90/496 számú előírása alapján (152/2009. (XI. 12.) FVM rendelet 1. melléklet). A tojások **zsírsavösszetételét** a minta előkészítése (zsírkioldás, elszappanosítás, metilészterezés, hexánban való mintafelvétel) után Agilent Technologies 689N Network típusú lángionizációs detektorral (FID) felszerelt gázkromatográfval állapították meg (Supelco SpTM 2560 Fused Silica, 100 mm×0,25 mm×0,2 µm elválasztó oszlop, Supelco TM 37 Component FAME Mix standard).

A **tojássárgája színének** megállapítását a *2.1.3. fejezetben* részletezett módszer szerint végeztük el.

A **tojások érzékszervi tulajdonságainak** meghatározása megegyezik a *2.1.3. fejezetben* leírtakkal.

Az érzékszervi tulajdonságok **statisztikai elemzését** varianciaanalízissel (ANOVA, 5%) értékeltük, majd az átlagértékeket Newman-Keuls (5%) módszerrel hasonlítottuk össze. A tyúkok teljesítményére (tojástermelés, tojás súly, tojásmassza), valamint a tojások kémiai és zsírsav-összetételére vonatkozó adatok értékelésekor az SPSS

23.0 program (IBM Corp., Armonk, NY, USA) segítségével egytényezős varianciaanalízist végeztük  $P < 0,05$  szignifikanciaszint mellett.

A vizsgálatok az Európai Bizottság irányelve (86/609/EEC) és a kutatásban résztvevő állatok védelméről szóló törvény (XXVIII. Törvény 32. cikke) előírásainak megfelelően történt a brojlercsirkékkel, a hízósertésekkel és a tojótyúkokkal elvégzett kísérletekben.

### **3. EREDMÉNYEK**

#### **3.1. BROJLERCSIRKÉKKEL VÉGZETT KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK**

A kontrollhoz viszonyítva a kezelések szignifikánsan csökkentették a brojlercsirkék 43. napon mért **átlagsúlyát**. Jól lehet a natúr és kezelt repcepogácsa csoportokban (R és R+) a madarak súlya kisebb volt, a napi súlygyarapodás értékei egyik mérési időpontban sem mutattak szignifikáns eltérést. A kísérlet nevelő és befejező szakaszában, valamint a két fázist együttesen értékelve az R+ kezelés javította a **fajlagos takarmányértékesítést** ( $P < 0,05$ ) és az elhullás mértéke is itt volt a legkisebb a csoportok között.

**Pajzsmirigy** megnagyobbodást (struma) figyeltünk meg a hidegen préselt repce takarmányozás (R és R+ csoport) hatására. A legnagyobb pajzsmirigysúlyt az R csoportban találtuk. Az R+ kezelés az R csoporthoz képest szignifikánsan csökkentette a struma mértékét, de a szerv súlya továbbra is szignifikánsan nagyobb volt a kontrollhoz viszonyítva ( $P < 0,05$ ).

A csoportok **T3** átlagértékei szinte leképezték a pajzsmirigy súlyában talált változást. A kezelt repcepogácsát tartalmazó takarmánnyal az R csoporthoz viszonyítva már szignifikánsan kisebb T3 koncentrációt (3,92

nmol/l) mértünk, de ez az érték még szignifikánsan nagyobb volt a kontrollcsoporttal összehasonlítva. A **T4** koncentrációja a natúr repcefogácsát fogyasztó (R csoport) csirkékben volt a legnagyobb. A kontroll, illetve az R+ csoport madaraiban közel azonos T4 szintet tapasztaltunk. A fenti eredmények (struma mértéke, T3 és T4 hormonszintek) azt jelzik, hogy a kémiai kezelés (R+) képes volt ellensúlyozni a repcefogácsa tireosztatis hatását ( $P < 0,05$ ).

Az R csoport madarainak **szöveti** képében az acinusok szerkezete megváltozott, míg az R+ metszetekben az acinus átmérők nem mutattak eltérést a kontrollcsoportéhoz képest ( $P < 0,05$ ).

A vizsgálatban alkalmazott kezelések (R, R+) nem befolyásolták a **húsminták** (comb és mell) **szárazanyag-tartalmát**. Az R kezelés szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) csökkentette a mellizomminták **fehérje-** és növelte a comb **zsírtartalmát** a kontroll vagy R+ kezeléshez képest.

Az R és R+ csoportok húsmintáinak (comb és mell) **zsírsavprofil** eredményei között nem találtunk eltérést. Ez azt mutatja, hogy a zsírsavak változásában a hidegen préselt repcefogácsaolaj zsírsavösszetétele a meghatározó. A telített zsírsavak csökkenését a palmitinsav kisebb aránya idézte elő. A PUFA-k közül a linolsav, illetve a linolénsav aránya mutatott markáns emelkedést a repcefogácsatartalmú csoportokban. Az összes egyszeresen telítetlen zsírsavaknak (MUFA) aránya nem változott. Humán táplálkozás-egészségügyi szempontból fontos eredmény, hogy jól lehet az n-3 és n-6 többszörösen telítetlen zsírsavak arányát is növelte a repcefogácsa etetése (R, R+), de az n-6 és n-3 zsírsavak egymáshoz viszonyított aránya szűkült a kontrollhoz viszonyítva ( $P < 0,05$ ).

A lipidperoxidációt jelző **MDA** szintek minden vizsgálati időpontban az R csoportban voltak a legnagyobbak. A doktori munkában vizsgált

kémiai kezelés (R+) megakadályozta a húsmintákban a lipidperoxidációt. Etetésekor (R+) a csirkék húsmintáiban a kontrollal azonos MDA értéket mértünk. Vagyis a kiegészítőben lévő ásványianyagok a kettős kötést tartalmazó, azaz oxidációra rendkívül hajlamos zsírsavak jelenlétében is képesek voltak a lipidperoxidáció megakadályozására.

A repcefogácsa (R kezelés) befolyásolta a mellminták **színparamétereit**. Az R csoportban a világossági index és a vörös-zöld színindex eltért a kontrolltól és az R+ kezeléshez képest. A b\* színindex értéke az R+ csoportban szignifikánsan kisebb volt, mint a kontrollcsoportban ( $P < 0,05$ ).

Repcefogácsa alkalmazásakor (R, R+) a bírálók egyes **érzékszervi tulajdonságokat** (zsíros utóíz és rostosság) szignifikánsan rosszabbnak ítélték meg az R hatására a többi csoporthoz (K, R+) viszonyítva.

### **3.2. HÍZÓERTÉSEKKEL VÉGZETT KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK**

A repcefogácsa etetése szignifikánsan csökkentette a sertések napi **súlygyarapodását**, amelynek következtében a 124, illetve 161 napos életkorban mért súlyok kisebbek ( $P < 0,05$ ) voltak. Így az R+ és K takarmányt fogyasztó hízósertések kedvezőbb **élősúlyt** értek el az R kezeléssel összehasonlítva. A takarmány-felvételben nem található eltérés a csoportok között. A **fajlagos takarmányértékesítés** az egész etetési időszakban az R+ csoportban volt a legkedvezőbb ( $P < 0,05$ ).

A hidegen préselt natúr repcefogácsa etetése (R csoport) szignifikánsan növelte a **pajzsmirigyet** ( $P < 0,05$ ). A struma mértékét az R+ kezelés mérsékelte. Az R+ és a K csoportban a pajzsmirigy súlya között nem találtunk szignifikáns eltérést. Az R csoportban talált struma ellenére a

pajzsmirigyhormonok (**T3**, **T4**) szérumban szintjében nem tapasztaltunk mérhető változást a csoportok között.

A **vágóhídi minősítés** során egyik paramétert sem befolyásolták szignifikánsan a repcefogácsa kezelések, az eredmények közel azonosak voltak a csoportokban (K, R, R+).

A sertések combmintáiban a **telített zsírsavak** aránya a kontrollcsoportban volt a legnagyobb (42,76%), ami szignifikánsan csökkent az alkalmazott kémiai kezelés hatására (40,69%). Az összes PUFA %-os mennyiségét az R+ kezelés megnövelte, szignifikáns mértékben az R csoporthoz viszonyítva. Az n-6, illetve az n-3 zsírsavak aránya az R+ csoport combmintáiban volt a legnagyobb. Az R+ kezelés alkalmazása eredményezte a legszűkebb n-6/n-3 zsírsavarányt (22,96), ami szignifikánsan kisebb volt az R és K csoporthoz viszonyítva ( $P < 0,05$ ).

### 3.3. TOJÓTYÚKOKKAL VÉGZETT KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK

A tyúkok **tojástermelését** a kezelések nem befolyásolták, közel azonos termelési %-ot mértünk. A **tojás súlyok** kereskedelmi besorolása alapján a kontroll és a repcefogácsa kezelések (R, R+) tojásai is az „L” kategóriába tartoztak (*Európai Bizottság Szabályozása*, 2008).

A szérumban **T3** koncentrációja közel azonos volt a mintákban és a tiroxinszintekben sem találtunk szignifikáns eltérést, de az átlagértékeket figyelembevéve a repcefogácsa etetése függetlenül a kémiai kezelés (R+) alkalmazásától kismértékben megnövelte a **T4**-szintet a kontrollal összehasonlítva.

A tojás **kémiai összetételének** vizsgálatakor nem találtunk különbséget egyik paraméter esetében sem, mindhárom csoportban hasonló értéket kaptunk.

A tojásokban a **telített zsírsavarány** (SFA) a kísérleti csoportokban szignifikánsan csökkent (R, R+) a kontrollcsoport értékéhez képest. Az olajsav, a vakcénsav valamint a MUFA %-os mennyisége az R és R+ takarmányozás hatására a kontrollénál szignifikánsan nagyobb volt. A tojássárgájában a PUFA aránya a kontrollcsoportban szignifikánsan nagyobb volt, mint a repcefogácsa etetésekor. Az n-6 zsírsavak aránya szignifikánsan kisebb volt az R és R+ csoportokban, valamint a legnagyobb n-3 zsírsavarányt a kezelt repcefogácsa (R+) esetében mértük, ami szignifikánsan eltért a kontrollcsoporttól ( $P < 0,05$ ).

A világossági index ( $L^*$ ) nagyon közeli értéket mutatott a csoportokban, amelyek összességében azt mutatják, hogy a **kolorimetriás méréssel** az R+ tojások színe volt a legélénkebb a kezelések közül.

Kísérletünkben az organoleptikus vizsgálatok eredményét összegezve elmondható, hogy a repcefogácsa etetése, illetve a kémiai kezelés alkalmazása a főtt tojás, valamint a rántotta bírálati értékeit kis mértékben befolyásolta, markáns eltérést ugyanakkor nem okozott.

### **3.4. AZ ÁLLATKÍSÉRLETEK VIZSGÁLATAINAK ÖSSZESÍTETT EREDMÉNYE**

A repcefogácsa antinutritívanyag-tartalmának csökkentésére irányuló kémiai kezelés (R+) a brojlerlek élősúlyára nem, míg a sertésére kedvező hatást gyakorolt az R kezeléshez képest ( $P < 0,05$ ). A tojástermelésben nem találtunk eltérést. Az R+ kezelés, az állatfajtól függetlenül, javította a fajlagos takarmányértékesítést. Ez a kedvező eredmény nemcsak az R hanem a kontrollcsoporttal összehasonlítva is megmutatkozott.

A brojlercsirkékkel, valamint hízósertésekkel végzett etetési kísérletekben a pajzsmirigy súlyát, függetlenül a kezeléstől, a hidegen préselt repcefogácsa alkalmazása (R és R+ csoportok) növelte a

kontrollhoz képest. A kezelt repcepogácsa hatására a struma mérete csökkent (szignifikánsan kisebb szervsúly az R-hez viszonyítva), de a pajzsmirigy súlya nem csökkent le a kontroll értékére. A pajzsmirigy hisztológiai képe ugyanakkor azt jelezte, hogy az R+ csoport madaraiban az acinusok átmérői a kontrollétól nem tértek el. A natúr repcepogácsa etetésekor a pajzsmirigymetszetekben szignifikánsan nagyobb átmérőjű acinusokat találtunk.

Az n-6/n-3 zsírsavarány javult a repcepogácsa alkalmazásával minden vizsgált állati termékben. A legszűkebb n-6/n-3 többszörösen telítetlen zsírsavarányt az R+ takarmányt fogyasztó sertések combjában, illetve a tojássárgájában mértük. A nagyobb MDA-tartalom következtében a csirkehúsminták eltarthatóságát a hidegen sajtolt, natúr repcepogácsa (R) csökkentette. Ez a csirkehúsminták nagyobb többszörösen telítetlen zsírsavarányával áll szoros összefüggésben.

#### **4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK**

Összességében megállapítható, hogy a vizsgált monogasztrikusok termelését az R+ kezelés ellensúlyozta a natúr repcepogácsa termelési paraméterekre gyakorolt negatív hatását. A természetes mutatókban talált eredmények alapján javasolható a gyakorlatban a hidegen sajtolt repcepogácsa kémiai kezelése („Peelko” takarmánykiegészítő 0,38%-ban történő hozzáadásával) az intenzíven termelő monogasztrikusok teljesítményromlásának elkerülése érdekében.

A pajzsmirigy vizsgálatok eredményeiből arra lehet következtetni, hogy jól lehet a brojlerek takarmánykeverékeiben használt repce glükózinoláttartalma (1,85  $\mu\text{mol/g}$ ) tireosztatikus hatást gyakorolt a repcepogácsát fogyasztó csirkékre (R és R+ csoport), de a kezelés képes

volt ezt mérsékelni. A csirkékben mért szérum T3 és T4 szintek is ezt támasztják alá. A hízósertésekkel etetett repcében mértük a legnagyobb glükozinoláttartalmat (3,1  $\mu\text{mol/g}$ ), ami szignifikánsan megnövelte a pajzsmirigy súlyát. Itt is megmutatkozott az etetési idő hossza és a kezelés pajzsmirigy méretét csökkentő pozitív hatása közötti összefüggés. Ugyanis ellentétben a brojlercsirkékkel, a hízósertésekkel végzett kísérlet időtartama (67 nap) lehetővé tette, hogy a kezelés kedvező hatása jelentkezessen. Sertésekben a kontroll, illetve az R+ csoport pajzsmirigy súlya nem mutatott szignifikáns különbséget.

Mivel a gyakorlatban jelentős eltérések lehetnek a repce glükozinolát-tartalmában, eredményeink alapján az alkalmazott kémiai kezelés megfelelő és hatékony eszköz lehet a repce tiroosztikus hatásának enyhítésére.

Az állati termékek minőségvizsgálatában a brojlerok húsmintáiban mért nagyobb PUFA arány és az MDA-tartalom közötti összefüggést nem tudjuk igazolni az R+ csoport mintái esetében. Ugyanis az ásványianyagokat tartalmazó takarmánykiegészítő (kémiai kezelés), a csirkehúsmintákban mért nagyobb PUFA arány ellenére sem találtunk a lipidperoxidációt mutató MDA-szint emelkedést. A hús és a tojás színparamétereiben, valamint az érzékszervi vizsgálatok többségében a kísérleti kezelés kedvező hatása mérhető a natúr repcepogácsa etetésével (R csoport) szemben. Mindebből arra lehet következtetni, hogy az R+ kezelés hozzájárul a dietetikai szempontból kedvezőbb állati termék előállításához, ezért alkalmazása a hidegen sajtolt repcepogácsa kezelésére perspektivikus módszer lehet.

## 5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

- 1) A natúr, illetve a kémiai kezelésű repceporácsa is növelte brojlercsirkékben a pajzsmirigy súlyát, valamint a T3 hormon koncentrációt a kontrollhoz viszonyítva. Az alkalmazott kémiai kezelés ellensúlyozta a natúr repceporácsa tireosztatisz hatását, mivel hatására csökkent a kialakult struma mérete, valamint mérséklődött a szövettani elváltozás súlyossága.
- 2) A kémia kezelés megszüntette a hidegen préselt repceporácsa csirkemell fehérjetartalmát csökkentő, illetve a combminták zsírtartalmát növelő hatását. A kémiai kezelésű repceporácsa etetésekor a brojlerhúsminták kémiai összetétele nem tért el a kontrollmintáktól.
- 3) A natúr, valamint a kémiai kezelésű repceporácsa etetése szignifikánsan csökkentette a húsmintákban (csirkemell és comb, sertéscomb), illetve a tojássárgájában az n-6:n-3 többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) arányát. Az alkalmazott kémiai kezeléssel tovább szűkült ez az arány, a legkedvezőbb érték a sertéscomb- és a tojássárgája-mintákban volt.
- 4) A mell-, illetve a combminták nagyobb PUFA aránya ellenére a repceporácsa kémiai kezelése megakadályozta a lipidperoxidációt. Ezt a brojler húsminták kontrollcsoporttal közel azonos malondialdehid-tartalma jelzett.
- 5) A repceporácsa kémiai kezelése kedvezően befolyásolja a tojássárgája színét, amit a szignifikánsan nagyobb a\* és b\* érték tükrözött.

## **6. A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK**

### **Tudományos közlemény, nemzetközi, idegen nyelvű lektorált folyóiratban**

Tóth, T., Horváth, R. É., Dóka, O., Kovács, M., Fébel, H. (2024): The effects of mineral supplementation in rapeseed cake diet on thyroid function and meat quality in broiler chickens. *Agriculture*, 14:12, 2333. doi: 10.3390/agriculture14122333.

### **Tudományos közlemény, lektorált szakfolyóiratban, Magyarországon megjelent**

Horváth, É. R., Tóth, T., Fébel, H. (2014): A repcedara- és pogácsa felhasználási lehetőségei a monogasztrikus állatok takarmányozásában. Utilization possibilities of rapeseed meal and rapeseed cake in feeding of monogastric animals. Review. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 63:2, 165-183.

Horváth, R. (2017): Az extrahált repcedara és repcepogácsa felhasználása hízósertések takarmányozásában. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 63:1, 44-58.

### **Tudományos közlemény, lektorált szakfolyóiratban, Magyarországon közlésre elfogadva**

Horváth, É. R., Tóth, T., Fébel, H. (2025): A natúr és kezelt repce melléktermékek takarmányozási potenciálja: lehetőségek és kihívások (Irodalmi áttekintés). *Acta Agronomica Óváriensis*, 66:1.

**Idegen nyelvű konferenciaközlemény, folyóiratban vagy konferenciakötetben**

**Horváth, R.**, Zsédely, E., Fébel, H., Tóth, T. (2013): The effect of treated rapeseed cake on productive performance of broiler chickens and sensory profile of meat. ASD, Padova, Italy. 09-18-20-2013, 20.

Zsédely, E., **Horváth, R.**, Fébel, H., Tóth, T. (2018): Rapeseed cake alone or in combination with „Peelko” in the nutrition of laying hen. Animal Physiology, Nutrition and Welfare, 14-23.

**Magyar nyelvű konferenciaközlemény, folyóiratban vagy konferenciakötetben**

**Horváth, É. R.**, Tóth, T., Fébel, H. (2012): Speciális adalékanyaggal kezelt repcepogácsa etetésének hatása a brojlersirkék fontosabb termelési mutatóira és a hús érzékszervi tulajdonságaira. XVIII. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely. 2012-04-12.

**Horváth, R.**, Tóth, T., Fébel, H. (2012): Kezelt repcepogácsa hatása a tojótyúk termelési mutatóira és a tojás fontosabb tulajdonságaira. Óvári Tudományos Napok, Mosonmagyaróvár 2012-10-05.

**Horváth, É. R.**, Fébel, H., Tóth, T. (2013): Kezelt repcepogácsa etetésének hatása a brojlersirkék egyes termelési mutatóira és a hús érzékszervi tulajdonságaira. 16. Nemzetközi Takarmányozási Szimpózium: A klímaváltozás hatása a takarmányozásra, Kaposvár 2013-08-30, 97-104.

**Horváth, É. R.**, Tóth, T., Hermán I., Fébel H. (2014): Kezelt és kezeletlen repcepogácsa etetésének hatása a hízósertések fontosabb termelési mutatóira. XXXV. Óvári Tudományos Nap. A magyar és nemzetközi

agrár- és élelmiszer-gazdaság lehetőségei, Mosonmagyaróvár 2014-11-13, 486-491.

**Horváth, R.**, Zsédely, E., Lelovics, Zs., Fébel, H., Tóth, T. (2016): A tojás, mint funkcionális élelmiszer – Az egészséges táplálkozás költséghatékony fejlesztései és marketingüzenetei. Marketing, public relations és reklám az egészségügyben. 19. országos konferencia, Budapest 2016-02-18, 8-9.

### **Ismeretterjesztő folyóiratban megjelent**

Tóth, T., **Horváth, É. R.**, Fébel, H. (2014): A repcetermékek takarmányozási célú felhasználása a sertések és baromfifajok takarmányozásában. AgroNapló 2014/4, 153-154.