

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG- ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR
MOSONMAGYARÓVÁR

ÁLLATTUDOMÁNYI INTÉZET
TAKARMÁNYOZÁSTANI INTÉZETI TANSZÉK

MATEMATIKA, FIZIKA ÉS INFORMATIKA INTÉZET

**A REPCEPOGÁCSA ETETÉS HATÁSA BROJLERCSIRKÉK FONTOSABB
TERMELÉSI MUTATÓIRA ÉS A VÁGOTT ÁRU HÚSMINŐSÉGÉRE**

Készítette:

KOVÁCS MIHÁLY

II. évfolyam

Agrármérnöki mesterszak (MSc)

Konzulensek:

DR. TÓTH TAMÁS

egyetemi docens

DR. DÓKA OTTÓ

egyetemi tanár

Mosonmagyaróvár

2013

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	2
2. Szakirodalmi áttekintés	3
2.1 A repce termesztéstechnológiája.....	3
2.2 A repce alapú olajgyártás helyzete.....	4
2.3 A repce alapú olajgyártás folyamata	5
2.4 A repceolajgyártási melléktermékek takarmányértéke	7
2.5 A repceolajgyártási melléktermékekkel folytatott brojler takarmányozási kísérletek.....	9
3. Anyag és módszer	11
3.1 A vizsgált egyedek és a kísérleti körülmények	11
3.2 Húskémiai és zsírsavösszetételi vizsgálatok	14
3.3 A vágott hús fizikai vizsgálatai	15
3.3.1 Színmérés (kolorimetria) a CIELab rendszerben	15
3.3.2 A HunterLab MiniScan XE Plus típusú reflexiós spektrokoloriméter	19
3.4 A vágott hús organoleptikus vizsgálatai	21
3.5 A vizsgálatok célkitűzései.....	22
4. Eredmények.....	23
4.1 A termelési mutatók vizsgálatának eredményei.....	23
4.2 A vágott hús kémiai vizsgálatainak eredményei	26
4.3 A vágott hús fizikai vizsgálatainak eredményei.....	33
4.4 A vágott hús organoleptikus vizsgálatainak eredményei	37
5. Következtetések	40
6. Összefoglalás.....	42
Köszönetnyilvánítás	44
7. Felhasznált irodalom	45

1. Bevezetés

Napjainkban a repce termőterülete világszerte megnövekedett (Magyarországon közel 300 ezer ha), mivel a fontos alapanyaggá vált a biodízel gyártásban. Ennek hatására a feldolgozási melléktermékekből (pl. a repcepogácsából, az extrahált repcedarából, és a glicerinből) sok áll rendelkezésre, ami kedvező feltételeket teremt ezek takarmányozási felhasználására.

A korábbi takarmányozási gyakorlat a repce melléktermékeket csak korlátozottan használta fel, mivel a repcében található antinutritív anyagok (erukasav, glükoszínolát, tannin) ezt nem tették lehetővé. Az új nemesített fajták és hibridek antinutritív anyag tartalma már olyan kicsi, hogy ez a probléma megoldódott.

A repcepogácsa és az extrahált repcedara fehérjetartalma nagy (~35-38%), így alkalmasak a drága, importból származó szójadara részleges kiváltására. Az utóbbi két-három évtizedben számos tanulmány született a repce melléktermékek takarmányozási tapasztalatairól.

Tanulmányunkban azt vizsgáltuk meg, hogy a 10 és 15%-os részarányban alkalmazott kezelés nélküli (natúr), illetve a ROP (Repce-Olaj-Pellet) Kft. által forgalmazott kiegészítővel (PEELKO, Pellet előkeverék koncentrátum) kezelt repcepogácsa a nevelő- és a befejező szakaszban milyen hatása van a brojlersírkék fontosabb természetes termelési mutatóira, és a húsminőségére (értékes húsrészek kémiai összetétele, zsírsavprofilja, a hús színe, stb.) a hagyományos, extrahált szójadara alapú takarmányozáshoz képest.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1 A repce termesztéstechnológiája

A repce (*Brassica napus* var. *oleifera*) őshazája a Földközi-tenger medencéje. Két változata van: az őszi és a tavaszi repce. A tavaszi repce a növény termesztésének a 2/3-át teszi ki, az őszi repcét döntően Európában termesztik. Magyarországon kizárólag csak a repce őszi fajtáit termesztik, mert termőképessége és olajtartalma nagyobb, mint a tavaszi fajtáké, és az éghajlati adottságok lehetővé teszik az őszi fajták termesztését.

Termése sokmagvú becő, amiben 19-22 darab mag található. A magok olajtartalma az őszi fajtáknál 42-48%. (ANTAL, 2005). A repceolaj 51-56 %-a olajsav, 17,5-25%-a linolsav (n-6 zsírsav), 7-12,5%-a linolénsav (n-3 zsírsav), 3-4,5%-a palmitinsav, 1,8-5%-a eikozénsav 3-4,5%-a pedig sztearinsav (ANTAL, 2005). Magyarországon kizárólag erukasavmentes fajtákat vetnek, amelyek erukasav-tartalma 0-2%. A repce termésátlaga 1,5-1,8 t/ha (ANTAL, 2005).

Az őszi vetésű repce korán betakarítható növény. Az előveteménnyel szemben nem igényes, de úgy kell tervezni, hogy az elővetemény lekerülése után legalább 5-6 hét legyen a talajművelés elvégzésére. A legjobb előveteményei a legkorábbi betakarítású kalászosok, rossz vetemények pedig azok a növények, amelyek július 25-30. után kerülnek le. Önmaga után legalább négy évig nem szabad vetni.

Hazánkban a Dunántúl és az Északi-középhegység környezete alkalmas legjobban a repcetermesztésre. Az Alföldön rendszerint öt évből csak kétszer kedvezők az időjárási feltételek.

A talaj kémhatása meghatározza a termést. A gyengén lúgos talajok a legjobbak, ezért a savanyú talajokon rendszeres meszezés szükséges. Tenyészideje során bőséges, könnyen felvehető tápanyagot igényel.

Optimális vetésideje szeptember 1-15. Szeptember 30.-a után már nem érdemes vetni az áttelelés kockázata miatt. Hagyományosan dupla gabonasortávra (24-30 cm) és 2-3 cm vetésmélységre vetik. Az optimális csíraszám vetéskor - hibrid repcéknél - 0,6-0,8 millió csíra/ha.

A tél beálltaig megerősödött, de nem túl buja repce elég jól bírja a száraz téli fagyokat, ám főleg a későn vetett, így későn kelt, tehát gyenge fejlettségű repce megsínyli a fagyokat.

A repce hosszan virágzik, így érése is elhúzódik, ezért az egymenetes betakarítás feltétele, - ami meghatározza a betakarítás idejét is-, a deszikkálás, illetve defóliálás. A betakarítása országrésztől függően június vége - július eleje. Ezt követően a termést - tisztítás után- maximum 50°C-on 8-10 %-os nedvességtartalomra kell szárítani (ANTAL, 2005).

2.2 A repce alapú olajgyártás helyzete

A repce (*Brassica napus* var. *oleifera*) a világon a harmadik (11-13%-os részesedés a világ növényolaj termeléséből), Magyarországon pedig a napraforgó (*Helianthus annuus*) után a második legfontosabb olajnövény (SINÓROS et al., 2007). A világon a repce vetésterülete körülbelül 25 millió hektár, aminek döntő része (52%) Ázsiában található.

Magyarországon a XVIII. század óta termesztik, vetésterülete a XIX. század végére elérte a 180 ezer hektárt a történelmi Magyarországon. A XX. században vetésterülete lecsökkent, az 1970-es, '80-as években 30-70 ezer hektár között ingadozott, az ezredforduló környékén kezdődő kedvező piaci folyamatok hatására 100-150 ezer hektárra, majd pedig az évtized közepétől 200-300 ezer ha-ra körülire nőtt. A repce vetésterülete a 2007-2011-es évek átlagában 250 ezer ha, 2011-ben 240, 2012-ben 272 ezer ha volt, ám a 2011-2012-es őszi és téli folyamán több, mint 100 ezer hektáron nem kelt ki, vagy kifagyott az állomány (ANTAL, 2005, KSH, 2012, AKI, 2012).

Olaját már évezredek óta használják világításra, manapság már csak többnyire a fejlődő országokban. Étkezési olajként csak az utóbbi évtizedekben nőtt meg a jelentősége, miután gyakorlatilag erukasavmentes fajtákat és hibrideket sikerült nemesíteni.

A XIX. századtól kezdődően fontos vegyipari alapanyaggá vált. A repceolaj motorhajtóanyagként való használatával széleskörűen az 1970-es évek olajválságai után kezdtek el foglalkozni. Később ez környezetvédelmi törekvésekkel is kiegészült. A fejlettebb országok mezőgazdaságának túltermelése szintén támogatta a biohajtóanyagok gyártását és felhasználását. Az Európai Unió 2003/30/EC dízel direktívája értelmében, a tagállamoknak 2010-ig az üzemanyagban 5,75%, 2020-ra 8% bioüzemanyag arányt kell elérniük (KOVÁCS, 2011).

2007 óta forgalmazza a MOL-csoport a B5 dízelt (kénmentes és 4,4 % biodízel tartalmaz) Magyarországon. A régióban a legnagyobb biodízelgyártó üzemek Leopoldov-ban (Újvároska; Szlovákia) és Komáromban vannak. A komáromi üzem éves kapacitása 150 ezer tonna, Leopoldov-i pedig 100 ezer tonna. A komáromi gyár 2007 decemberében, a leopoldovi 2008 márciusában kezdte meg a termelést. A biodízel termékeket főleg csővezetéken szállítják Komáromból a százhalombattai Dunai Finomítóba (URL¹).

2.3 A repce alapú olajgyártás folyamata

A repceolaj kinyerése általában két lépésben történik: préseléssel (melegsajtolással), majd ezt követően további fizikai vagy kémiai olajkinyeréssel (OROSZ és TÓTH, 2010). A melegítés nélküli, ún. hidegsajtolást csak néhány különleges étolaj (pl. olívaolaj) gyártására használják, mivel ez a technológia csak az összes olajtartalom 50-70%-át vonja ki az alapanyagból (LEMING és LEMBER, 2005).

A repcemagot megtisztítják és amennyiben szükséges szárítják, őrlik, majd általában egy közvetett fűtésű kondicionálóban előmelegítik (50-60 °C). Az előkészített magokat ezután mechanikusan sajtolják egy csigas prégép segítségével. A sajtolás melléktermékeként kapott repcepogácsa olajtartalma körülbelül 18%. A repcepogácsa közvetlenül is felhasználható lenne takarmányozásra, de általában fizikai vagy kémiai módszerekkel még további olajt nyernek ki belőle.

A fizikai olajkinyerés során a pogácsát száraz extrudálás után (120-130 °C, 20 mp) továbbcsajtolják. A folyamat eredményeként a pogácsa olajtartalma 10% alá csökken. Ezzel párhuzamosan csökken a metabolizálható energiatartalom, illetve a nyersfehérje emészthetősége, és nő a nyerszsír emészthetősége (SMULIKOWSKA et al., 2006, URL²).

A kémiai olajkinyerés oldószeres extrakcióval történik. Az olajkinyerés során legelterjedtebben használt oldószer a hexán. Az extrakció a mag teljes olajtartalmának 98%-os kinyerését teszi lehetővé. Az extraktorban az előzetes feldolgozást követően a magokat maximum 80°C-on többlépcsős ellenáramú folyamatban oldószerrel kezelik, amíg a magvak olajtartalma minimálisra csökken. Ezután az ún. tószterezési eljárás következik, aminek lényege, hogy a hexán tartalmú extrahált darát közvetett fűtésű gőzbefúvással (110-115 °C) kezelik. A tószterezésnek három célja van. Egyrészt visszanyerik az extrahált darából az oldószert, másrészt az antinutritív anyagok (glükozinolátok, tripszin inhibitorok) mennyiségének csökkentésével megnövelik az extrahált dara tápértékét, harmadrészt pedig minimalizálják a mikrobiológiai veszélyt. Az extrakció mellékterméke az extrahált dara (SCHMIDT, 2003). Az extrahált darát szárítják és hűtik, hogy tárolásra alkalmas és szállítható takarmány legyen.

Az olaj és oldószer elegyét desztillációval két alkotóelemre, olajra és oldószerre választják szét. Ezután az olajt szűrik, a leválasztott oldószert pedig visszajuttatják az extrakciós folyamatba. A nyers repceolajt legtöbbször finomítják, ám esetenként közvetlenül felhasználhatják élelmiszerként, vagy takarmányként. A finomítás biztosítja, hogy a nyersolaj ne tartalmazzon olyan alkotókat, amelyek kedvezőtlenül befolyásolják az érzékszervi, fizikai és kémiai tulajdonságait, vagy akadályozzák a további feldolgozását (foszfatidok, szénhidrátok, fehérjék, fémek, színyanyagok, viaszok, zsírsavak oxidációs termékei, policiklusos aromás

szénhidrogének (PAH: Polycyclic aromatic hydrocarbon), növényvédőszer-maradékok, fizikai szennyezőanyagok). A finomítás négy lépése a következő: nyálkátlanítás (eltarthatóság növelése; feltétele egyes technológiai lépéseknek), savtalanítás (rövidláncú zsírsavak eltávolítása), halványítás (színanyagok eltávolítása) és dezodorálás (aromás olajok és illatanyagok eltávolítása).

A kivont melléktermékeket pl. a nyálkaanyagokat (nyers lecitineket), a derítőföldet, a szappanokat, vagy a szűrőpogácsát közvetlen, vagy közvetlen módon hozzáadhatják az extrahált darához, ami javítja a takarmány értékét (URL²).

A repceből előállított biodízel készítése során a finomított olajt észterezni kell, vagyis metanol és katalizátorok hozzáadásával repce-metil-észter (RME) képződik. Hulladék zsiradékok is felhasználhatók ehhez a folyamathoz, ahol észterezéssel zsírsav-metil-észter (FAME) keletkezik. Melléktermékként glicerint képződik, ami szintén takarmányozásra használható (URL²; URL³).

2.4 A repceolajgyártási melléktermékek takarmányértéke

Korábban az repceolaj-gyártási melléktermékek- így a repcepogácsa és az extrahált repcedara – nem vagy csak alig kerültek a gazdasági állatok takarmánykeverékébe, mivel a repce antinutritív összetevői – az erukasav, a glükozidok és a tanninok- ez meggátolták. Antinutritív anyagoknak azokat az alkotókat nevezzük, amelyek rontják a takarmány az ízletességét és az emészthetőségét, illetve gátolják a tápanyagok hasznosulását (KÁLLAI és KRALOVÁNSZKY, 1978; SCHMIDT, 2003).

A hagyományos repcében található glikozidokból (mustárolaj-glikozidokból; glükozinolátokból) enzimek hatására mustárolaj szabadul fel, ami nem csak az ízletességet rontja, hanem nagyobb mennyiségben élettani elváltozásokat is okozhat (ANKE et al., 1982; ATLE és ROSSITER, 2006). A glükozinolátok gátolják a jód beépülését a tiroxinba, aminek hatására a pajzsmirigy-hipertrófia (pajzsmirigy-megnagyobbodás, golyvaképződés) alakul ki, mivel a szervezet a tiroxin hiányát így igyekszik kompenzálni. A pajzsmirigy-hipertrófia ellenére az anyagcsere tovább hanyatlik, ami elsősorban a fiatal állatok növekedésének feltűnő lemaradásában nyilvánul meg (SCHMIDT, 2003).

A hagyományos repcefajták olajtartalmának 40-45%-a hosszú szénláncú (C_{22}) erukasav volt. Azon túl, hogy az erukasav a repceolaj-gyártási melléktermékek íz és szaghibáját okozta, a koleszterinfogalomra gyakorolt kedvezőtlen hatásával szív és érrendszeri megbetegedéseket idézhetett elő.

A nemesítéssel gyakorlatilag erukasavmentes, és alacsony glükozinolát-tartalmú ún. duplanullás fajtákat, hibrideket sikerült előállítani, ami a repce negatív élettani hatásait jelentősen lecsökkentette (KAKUK és SCHMIDT, 1988). A duplanullás fajták erukasavtartalma 0 és 2% közötti, glükozinolát tartalma pedig kevesebb, mint 30 $\mu\text{mol/g}$ (szemben a hagyományos fajták 150 $\mu\text{mol/g}$ feletti glükozinolát tartalmával). Magyarországon napjainkban már csak kizárólag duplanullás fajtákat termesztene (ANTAL, 2005).

A repcepogácsa nyerszsírtartalma az olajgyártási technológiától függően 90-180 g/kg szárazanyagra vonatkoztatva. A nyersfehérje tartalma körülbelül 350 g/kg szárazanyagra vonatkoztatva. Fehérjéjében a lizin és a kéntartalmú aminosavak aránya éppen kielégíti a növendék állatok igényét. Nyersrost tartalma körülbelül 110 g/kg szárazanyag, nyershamu tartalma pedig 70 g/kg körüli, szárazanyagra vonatkoztatva. A repcepogácsa foszforban gazdag (8-9 g/kg szárazanyagra vonatkoztatva) (SCHMIDT, 2003; OROSZ és TÓTH, 2010 MÁRKUS, 2011).

A hagyományos repcefajtákból származó repcepogácsát és repcedarát szarvasmarhákkal etették maximálisan az abrak 7%-áig. A duplanullás repcetermékekkel folytatott takarmányozási kísérletek alapján baromfi esetében maximum 10-20%-os részarány javasolható.

Az állati fehérje lisztek etetésének jelentős korlátozása, és az Európai Unió 2003/30/EC dízel direktívája szintén elősegíti, hogy a repce részlegesen kiválthassa az importált szóját a takarmányozásban (SCHMIDT, 2003).

2.5. A repceolajgyártási melléktermékekkel folytatott brojler takarmányozási kísérletek

A brojlercsirkékkel folytatott takarmányozási kísérletekben különböző arányban használtak fel olajipari repce melléktermékeket – repcepogácsát, extrahált repcedarát - e takarmányok húsrá - mennyiségi és minőségi jellemzőkre -, és a termelési mutatókra gyakorolt hatásának megállapításához.

JAVED et al. (1999) már az indító szakasztól alkalmaztak repcedarát a Hubbard brojlercsirkékkel végzett takarmányozási kísérletükben 0-15 %-os részarányban. A vizsgálat eredményei alapján sem a takarmányfelvételben, sem a takarmányértékesítésben nem találtak szignifikáns eltérést a csoportok között, így véleményük szerint a repcedara 15 %-os részarányig felhasználható a pecsenyecsirkék takarmányozásában.

KAMINSKA et al. (2000) brojlercsirke hízlalási kísérletében a nevelő és befejező szakaszban a szójadarát részlegesen, vagy teljesen repcedarával helyettesítették. A repcedarával etetett csoport testtömeg gyarapodása, és takarmányértékesítése kis mértékben elmaradt a kontrollcsoportétól (csak szójadarával etetett csoport), de az eltérések nem voltak szignifikánsak.

BANASZKIEWICZ és OSEK (1996) az indító és nevelő fázisban 10 % részarányban repcedarát, illetve olajos repcemag darát használt. Az előbb említett repceforrások etetésének hatására a hasúri zsír mennyisége csökkent, a zsírsavösszetétel pedig előnyösen változott.

NASCIMENTO et al. (1998) 0-40 %-os részarányban alkalmaztak repcedarát. Eredményeik alapján a 20 % feletti repcedara részarány lineárisan csökkentette a termelési mutatókat.

DENG et al. (1993) szintén a nevelő és a befejező szakaszban alkalmaztak kezelt - előzetesen detoxikált - repcedarát 0-30 %-os részarányban. Megállapították, hogy a vizsgált repcekiegészítések nem befolyásolták szignifikánsan az állatok súlygyarapodását és takarmányfelvételét, továbbá a máj- és a pajzsmirigy súlyát.

PÁL et al. (2011) 0-30% részarányban alkalmaztak repcepogácsát a nevelő és a befejező szakaszban. A kísérleti állatok (Ross 308-as kakasok) takarmányfogyasztásában nem volt szignifikáns különbség a csoportok között. A kontrollhoz (repcepogács nélküli csoport) viszonyítva a 30%-os részarányban repcepogácsával etetett csoport takarmányértékesítése volt a legrosszabb. Ugyanakkor az említett repcekiegészítés következtében a hasúri zsír mennyisége szignifikánsan kisebb volt a kontroll csoporthoz képest.

ABAYNÉ et al. (2008) a nevelő tápba 5%-os, a befejező tápba 10%-os részarányban keverték repcepogácsát. A Ross 308-as kakasok vizsgált termelési mutatóit az alkalmazott repcepogácsa részarány nem rontotta.

TADELLE et al. (2003) Hubbard brojlereken végzett kísérletében teljes nevelés alatt 0-35%-os részarányban alkalmaztak repcepogácsát. Eredményeik alapján, a repcepogácsa etetés nem csökkentette szignifikánsan a tömeggyarapodást a kontroll (0% részarány) csoporthoz képest.

Az elvégzett kísérletek eredményei összefoglalóan azt jelzik, hogy a pecsenyecsirkék takarmányozásában a repce melléktermékek kedvező alternatívái lehetnek a szójadarának.

3. Anyag és módszer

3.1 A vizsgált egyedek és a kísérleti körülmények

Vizsgálatainkat ROSS 308-as kakasokkal végeztük a Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának Állatkísérleti telepén. A vizsgálat során összesen 12 fülkében, fülkénként 50 madarat tartottunk. A vizsgálatban 3 kezelést alakítottunk ki: a kontroll (búza-, kukorica-, extrahált szójadara alapú takarmány), a kezeletlen repcés (kezeletlen repceporogácsával etetett) és a kezelt repcés (kezelt repceporogácsával etetett) csoportot. Minden kezelés takarmányát négy fülke fogyasztotta, így összesen egy vizsgálati csoport induláskor 200 kakasból állt.



1. fotó: A brojler takarmányozási kísérlet helyszínéül szolgáló egyik fülke.

A kísérletben szereplő állatok az 1-22. életnap között egységes indítótápot fogyasztottak. Ezt követően csoportonként más-más nevelő és befejező takarmányt kaptak. A kontroll nevelő és befejező táp fő komponense a búza-, a kukorica-, és az extrahált szójadara volt.

A vizsgálataink során összehasonlítottuk a kezelés nélküli (kezeletlen) és a ROP (Repce-Olaj-Pellet) Kft. (Százhalombatta) által forgalmazott kiegészítővel (PEELKO, Pellet előkeverék koncentrátum) kezelt repceporogácsa hatását. Kezeletlen repcés csoport tápjában az extrahált szójadara egy részét natúr, a kezelt repcés csoportéban pedig kezelt repceporogácsával váltottuk ki.

A repceporogácsa-kezelés célja az antinutritív anyagok felszívódásának gátlása volt. A kiegészítőt szabadalmaztó cég szerint a kezelés következtében a repceporogácsa antinutritív glükoszínolát típusú anyagai olyan kémiai átalakuláson esnek át, hogy a képződött vegyületek a

haszonállatok emésztőrendszeréből a kóros elváltozást kiváltónál kisebb mértékben szívódnak fel s az ürülékkel távoznak. (URL⁴). A kiegészítő pontos összetételéről azonban nem állt rendelkezésre bővebb információnk. A kezelés során a kiegészítőt egyszerűen a takarmányhoz kellett keverni. A repcepogácsa kezelésére felhasznált kiegészítőt a ROP Kft. munkatársai biztosították. A takarmányok főbb komponenseit az 1. táblázat tartalmazza:

1. táblázat: A brojler takarmányozási kísérletben felhasznált tápok főbb komponensei

Megnevezés	Indítótáp	Brojler nevelőtáp			Brojler befejezőtáp		
	Egységes	Kontroll	Kezeletlen repcés	Kezelt repcés	Kontroll	Kezeletlen repcés	Kezelt repcés
Kukorica	49,5%	43,5%	38,1%	38,1%	38,9%	30,3%	30,3%
Extrahált szójadara	28,3%	27,8%	20,7%	20,7%	23,2%	13,2%	13,2%
Búza	10,0%	15,0%	15,0%	15,0%	25,0%	25,0%	25,0%
Kukoricaglutén	5,0%	3,7%	3,7%	3,7%	2,5%	2,5%	2,5%
Repcepogácsa (natúr)	-	-	10,0%	-	-	15,0%	-
Repcepogácsa (kezelt)	-	-	-	10,0%	-	-	15,0%
Napraforgóolaj	0,5%	2,0%	2,8%	2,8%	2,1%	3,5%	3,5%
Egyéb (premix, szintetikus aminosav, só)	6,7%	8,0%	9,7%	9,7%	8,3%	10,5%	10,5%

A repcepogácsa kezelése a ROP Kft. (Százhalombatta) által forgalmazott kiegészítővel (PEELKO) történt.

A takarmányhoz felhasznált kezeletlen repcepogácsa glükoszínolát-tartalmát a Bonafarm Kft. nagyigmándi laboratóriumában vizsgáltattuk meg. A pellet glükoszínolát-tartalma 18,5 µmol/g volt. A kísérleti tápok fontosabb táplálóanyag-tartalma (metabolizálható energia, AME_n), nyersfehérje, lizin, metionin, kalcium, foszfor, nátrium) azonos volt. Az etetett tápok összeállításánál a ROSS-308-as csirkékre vonatkozó legújabb technológiai ajánlást vettük figyelembe. A kísérlet során alkalmazott takarmányok kémiai összetételét a Magyar Takarmánykódexben (2004) javasolt módszerekkel állapítottuk meg. Az etetett takarmányok bruttó energiatartalmát (BE) bombakaloriméterrel (IKA C2000 Basic, IKA Werke GmbH, Staufen, Németország) vizsgáltuk. A 2. táblázat a kísérletben felhasznált tápok fontosabb táplálóanyag tartalmát tartalmazza.

2. táblázat: A brojler takarmányozási kísérletben felhasznált tápok fontosabb táplálóanyag és energia tartalma (számított értékek)

Megnevezés		Indítótáp	Brojler nevelőtáp			Brojler befejezőtáp		
		Egységes	Kontroll	Kezeletlen repcés	Kezelt repcés	Kontroll	Kezeletlen repcés	Kezelt repcés
Szárazanyag	%	88,6	88,8	88,9	88,9	88,8	89,0	89,0
AME _n	MJ/kg	12,7	13,2	13,2	13,2	13,4	13,4	13,4
Nyersfehérje	%	22,0	21,0	21,0	21,0	19,0	19,0	19,0
Nyerszsír	%	3,95	6,25	8,25	8,25	6,45	9,50	9,50
Nyersrost	%	3,36	3,40	4,10	4,10	3,25	4,30	4,30

A 22., 33. és a 43. életnapon valamennyi állatot egyenként lemértünk. Az eredményeket statisztikai módszerekkel értékeltük ki.



2. fotó: A brojlercsirkék élőtömegmérése a kísérlet 43. napján

Az elvégzett pecsenyecsirke hizlalási kísérlet végén - a 46. életnapon - kezelésenként 10, átlagos élőtömegű állatot levágtunk. A levágott egyedek kiválasztásakor ügyeltünk arra, hogy minden fülkéből 2, vagy 3 madár legyen vizsgálva.

A kísérleti eredmények statisztikai értékelését (Kolmogorov-Smirnov teszt, Levene-teszt, one-way ANOVA) az SPSS 13.0. program (SPSS Inc., Chicago, USA) segítségével végeztük el.

Az összefüggések vizsgálatára egytényezős varianciaanalízist alkalmaztunk. Az egyes kategória-páronkénti összehasonlításokat azonos szórású adatok esetén Bonferroni, eltérő szórású adatok esetén pedig Games-Howell post hoc teszttel végeztük. A normalitást Kolmogorov-Smirnov tesztel, a szórások azonosságát pedig Levene-teszttel ellenőriztük.

3.2. Húskémiai és zsírsavösszetételi vizsgálatok

Az értékes húsrészek húskémiai és zsírsavösszetételi vizsgálatait a Nyugat-magyarországi Egyetem Állattudományi Intézetének Takarmányozási laboratóriumaiban végeztük. A húsok kémiai összetételét (a szárazanyag-, a fehérje-, és a zsírtartalmát) a MSZ 6920-4:1987 szabvány szerint határoztuk meg.

A húsminták zsírsavösszetételét zsírtartalom Soxhlet-módszerrel (MSZ 6830-6:1984) történő extrakciója után gázkromatográfiás (GC) méréssel határoztuk meg.

A rázótolcsérbe bemért homogenizált húsmintákhoz kloroform:metanol 2:1 arányú elegyét, illetve fiziológiás (0,9 m/m%-os) sóoldatot adtunk, majd alaposan összeráztuk és a rétegek szétválásáig állni hagytuk. A felső fázisban a metanol és a sóoldat keveréke, az alsóban pedig a kloroformban oldott zsír lesz. Az alsó fázist gömblombikban engedték, majd 60°C-os vízfürdőben vákuum alatt bepároltuk tömeg állandóságig.

A bepárolt zsírból bemértünk 25 mg-ot egy előkészítő kisüvegbe, és ehhez 200 µL 1 mólos NaOH-ot adtunk. (Az 1 mólos NaOH oldat készítésekor 4 g nátrium hidroxidot 100 ml metanolban oldottunk fel.) A mintát 100 °C-on 15 percig tartottuk, majd lehűtöttük. A lehűtött mintához elszívófülke alatt 400 µL BF₃ (Bór – trifluorid) – metanol komplexet adtunk. A mintát tartalmazó üveget kémcsőrázóval a minta teljes feloldódásáig rázattuk, majd 10 percig 60°C-on melegítettük, és végül hagytuk lehűlni. Ezután a mintához mértünk 400 µL n-hexánt és 200 µL desztillált vizet.

A mintát kémcsőrázóval összeráztuk, és ezután centrifugáltuk (6000 fordulat; 15 perc). A felső hexán fázist vízmentes Na-szulfátra pipettáztuk. A vízmentesítés után a mintát fiolába fejtettük és gázkromatográffal elemeztük.

A vizsgálatokhoz egy AGILENT 6890N típusú gázkromatográfot használtunk. Az oszlopként SUPELCO SpTM 2560 (SUPELCO, Bellefonte, USA) szilika kapilláris oszlopot (100 méteres hossz x 0,25 µm belső átmérő x 0,2µm filmréteg vastagság) használtunk.

A termosztát hőmérséklete a hőmérsékleti programnak megfelelően 170°C és 215°C között változott. A nitrogén vivőgáz áramlási sebessége 30 ml/perc volt. A detektálás láng-ionizációs detektorral (FID) történt. Az injektált minta mennyisége 1 µL volt 240°C injektálási hőmérsékleten, 10:1 beállított split arány alkalmazásával. A FID detektor hőmérsékletét 250°C-ra állítottuk. A vizsgált komponensek retenciós ideje 7 és 47 perc között volt.

3.3. A vágott hús fizikai vizsgálatai

3.3.1 Színmérés (kolorimetria) a CIELab rendszerben

A fizikában a 380-780 nm hullámhosszúságú elektromágneses sugárzást színnek nevezzük. A szín fiziológiai értelemben a szemünkben kiváltott ingert, pszichológiai értelemben ennek az ingernek a hatására keletkező érzetet jelenti.

Színmérés vagy kolorimetria a színek objektív mérésével foglalkozó területe a fizikának. Az ipari gyakorlatban hosszú ideig csak szemmel vizsgálták a színt, ám ezt a szubjektív módszert számos iparágban (így a textiliparban, a kozmetikai iparban, majd később élelmiszeriparban is) egyre inkább felváltotta, illetve felváltja az objektív színmérő műszerek alkalmazása.

A színek mérésére kezdetben a 700 nm hullámhosszúságú piros (R), az 546,1 nm hullámhosszúságú zöld (G) és a 435,8 nm hullámhosszúságú kék (B) valódi alapszíningereket használták (LUKÁCS, 1982).

A színmérő rendszerek összehangolására létrehozott a Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság (CIE: Commission Internationale de l'Eclairage) 1931-ben létrehozta az additív színkeverésen alapuló új CIE 1931, vagy CIE XYZ színrendszert (CIE, 2004). Itt a valódi alapszíningerek helyett, virtuális vörös (X), zöld (Y) és kék (Z) alap fényingereket választottak. Az alap fényingerek a valódi színingerek lineáris kombinációjaként értelmezhetők.

A színingerek additív keverése során a különböző színű fények egyszerre, vagy egymás után gyorsan belépnek a szembe, így az észlelő nem tudja őket szétválasztani, és a két színes fény keveréke egy új, harmadik színt eredményez (LUKÁCS, 1982).

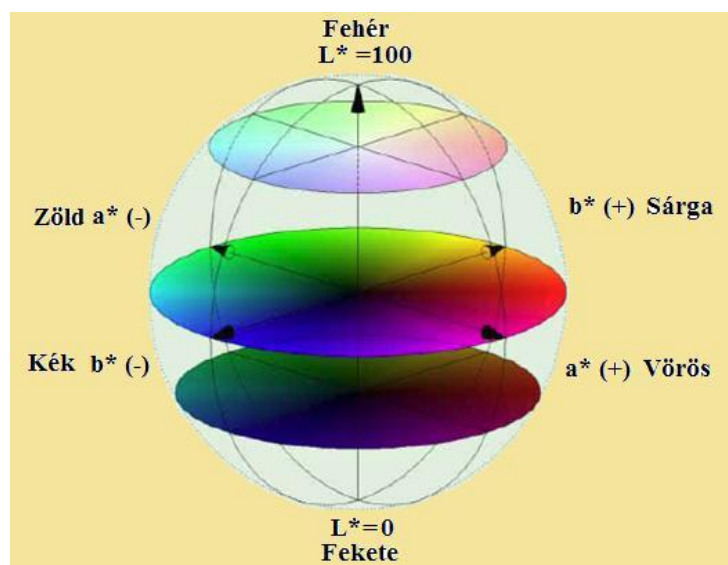
A színingerek additív keverésének tulajdonságait a **Grassmann- törvények** írják le:

1. A színinger jellemzők (a redukált színérzéklet) meghatározására három független változó szükséges és elegendő.
2. Az additív színinger keverés szempontjából a színingerek színinger jellemzői számítanak és nem a színingerek spektrális összetétele.
3. Ha a színingerek additív színinger keverésében egy, vagy több összetevőt folyamatosan változtatnak, az eredményül kapott színinger jellemzők is folyamatosan változnak.

Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság 1976-ban vezette be a CIE XYZ helyett a CIE 1976, vagy CIELab rendszert, ami manapság legáltalánosabban használt, hazánkban pedig szabványosan elfogadott színrendszer.

A CIELab rendszer minden színpontot (színt) egy háromdimenziójú színtérben helyez el, és a pontokat a koordinátaikkal (L^* , a^* , b^*) jellemzi. A CIELab színtér ellentétes színpárok rendszerén alapul. Az L^* a minták világosságát határozza meg. Értéke a feketétől ($L^*=0$) a fehérig ($L^*=100$) változhat. Az a^* színelőjele a piros-zöld, a b^* a kék-sárga tartományon belüli elhelyezkedést írja le.

Ha $0 \leq a^*$ akkor a minta az a^* tengely vörös, ha $a^* \leq 0$, akkor a zöld síkján helyezkedik el. Ha $0 \leq b^*$ akkor a minta a b^* tengely sárga, ha $b^* \leq 0$, akkor a kék síkján helyezkedik el (LUKÁCS, 1982).



1. ábra: A főbb színelőjelek ábrázolása koordináta rendszerben

Az alap színelőjelekből további származtatott színjellemzőket képezhetünk. Ezek közül legfontosabbak a színtelítettség, a színezeti szög és a teljes színinger különbség.

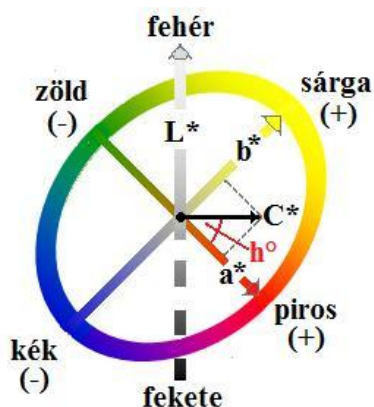
A **színtelítettség**, vagy más néven króma (C^*_{ab}) a színpontnak az L^* tengelytől való távolsága, vagyis az a^* és b^* befogók által meghatározott derékszögű háromszög átfogójával egyenlő.

$$\Delta C^* = \sqrt{\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

A **színezeti szög**, vagy más néven hue-index (h°_{ab}) a színvektor vörös iránytól való elforgatásának mértékét jelenti a színtérben.

$$h^{\circ}_{ab} = \arctg \frac{b^*}{a^*}$$

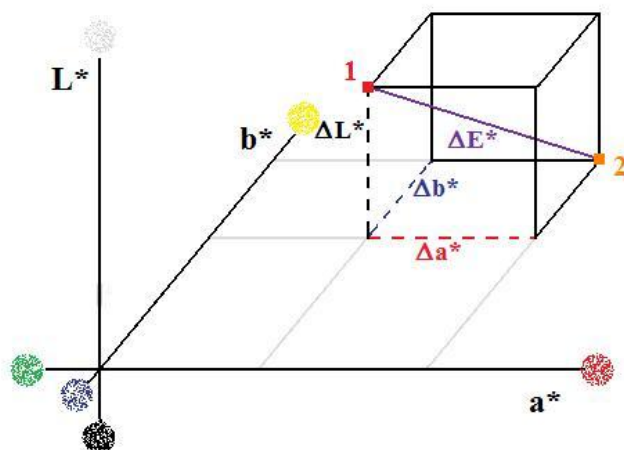
A következő ábra a színtelítettség és a színezeti szög meghatározását mutatja be a színtérben:



2. ábra: A színtelítettség és a színezeti szög szemléletes ábrázolása a színtérben.

Teljes színinger különbségnek (ΔE^*) nevezzük a színtérben értelmezett két színpont közötti térbeli távolságot. Szemléletesen a teljes színinger különbség a ΔL^* , a Δa^* és a Δb^* egyenesek által alkotott téglatest testátlójának hosszával egyenlő (3. ábra). Kiszámításához a térbeli Pithagorasz- tételt használjuk (LUKÁCS, 1982):

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$



3. ábra: A teljes színinger különbség szemléletes ábrázolása a színtérben

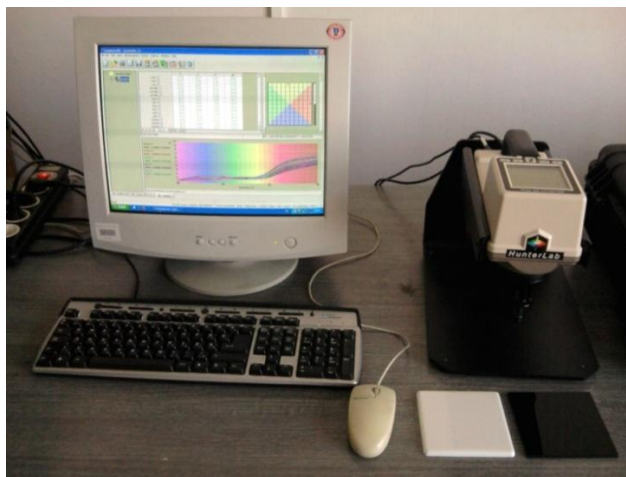
A teljes színínger különbség meghatározása lehetőséget teremt, az objektív (műszeres) és a szubjektív (vizuális) színmérés összehasonlítására. A következő táblázat (3. táblázat) ezek kapcsolatát mutatja be:

3. táblázat: A vizuális színérzékelés és a teljes színínger különbség kapcsolata

ΔE^*	0-0,5	0,5-1,5	1,5-3	3-6	6-12
szemmel látható különbség	nem észrevehető	alig észrevehető	észrevehető	jól látható	nagy

3.3.2 A HunterLab MiniScan XE Plus típusú reflexiós spektrokoloriméter

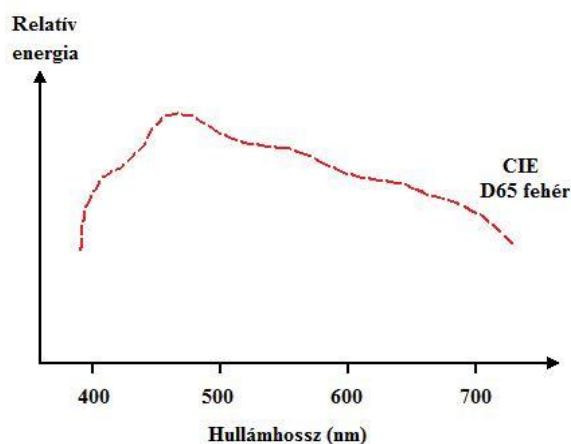
Az értékes húsrészek színvizsgálatát a Nyugat-magyarországi Egyetem Matematika, Fizika és Informatika Intézet Fizika laboratóriumában végeztük. A vizsgálatokhoz egy HunterLab MiniScan XE Plus típusú színmérőt használtunk, amely laboratóriumi és mobil mérésekre is alkalmas.



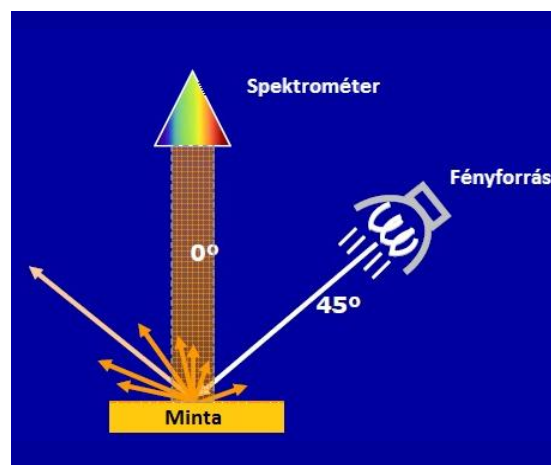
3. fotó: A vizsgálatokhoz használt HunterLab MiniScan XE Plus típusú színmérő készülék, a kalibráláshoz szükségük fekete és fehér etalonokkal

A CIE ajánlásokat tett a fényforrások standardizálására és a mérőgeometriára. Mérőgeometriának a vizsgált minta felületének megvilágítási szögét, valamint az észlelés irányát nevezzük együttesen.

A méréseket CIE D65-ös xenonlámpa megvilágítással (4. ábra), és szabványos 45/0°-os mérőgeometriával végeztük (5. ábra). Ez az jelenti, hogy a mintára eső fény diffúz megvilágítást hoz létre; míg a visszavert fény 0 fokos szögben, vagyis merőlegesen verődik vissza a vizsgált minta felületéről.



4. ábra: A CIE D65 jelzésű fényforrás relatív spektrális energia eloszlása



5. ábra: A HunterLab MiniScan XE Plus színmérő mérőgeometriája

A készüléket a mérési sorozat megkezdése előtt a gyártó által hitelesített fekete, illetve fehér etalonokkal kalibráltuk.

A húsminták különösebb minta előkészítést nem igényeltek, a készülék mintatartó kvarcüveg felületére egy kb. 2x2 centiméteres 1 cm vastag húsdarabot helyeztünk, majd alulról megvilágítottuk. A méréshez a külső fényt ki kellett zárni, ezért egy –a készülékhez tartozó - fekete színű búrával letakartuk a mintát.

A készülék a különböző szabványok által definiált CIE színkoordinátákat (L^* , a^* , b^*) közvetlenül meghatározta, illetve alkalmas arra, hogy a vizsgált minták reflexiós spektrumát a 400-700 nm intervallumban 10 nm-enként mért adatokból felrajzolja.

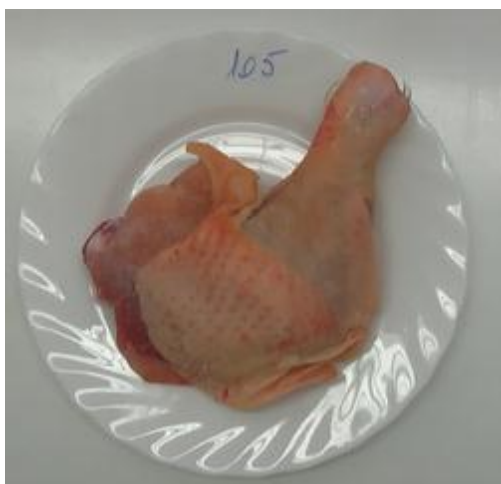
A Miniscan XE Plus színmérő előnyei közé tartozik, hogy hordozható, és számítógépen keresztül is működtethető az EasyMatch QC vezérlő szoftver révén.

3.4 A vágott hús organoleptikus vizsgálatai

A húsminták organoleptikus vizsgálatait Campden BRI Magyarország Nonprofit Kft. szakképzett érzékszervi bírálóival végeztették. A vizsgálatokat 8-8 db combhús és mellhús mintán végezték, amelyeket 3 jegyű kódokkal látták el. A mintákat 5 képzett bíráló egyénileg értékelte, 2 ismételtsben a 0-9 pontig terjedő intenzitás-skála alapján.

Az érzékszervi vizsgálatok során a bírálók vizsgálták a nyers húsminták színegyenletességét, és színárnyalatát, illetve a minták illatát és ízét a főzést követően. Az érzékszervi profil vizsgálatok az MSZ ISO 6685:2007 5.4.3. szakasz előírásai szerint történtek. Az értékelésben a bírálók véleményei is összegzésre kerültek.

Az érzékszervi vizsgálatok eredményeit egytényezős varianciaanalízissel (5%) értékeltük ki. Az átlagértékek összehasonlítása Newman –Keuls módszerrel történt (5%).



4. ábra: Az érzékszervi vizsgálat egyik mintája (kezeletlen repcés csirkecomb)

3.5 A vizsgálatok célkitűzései

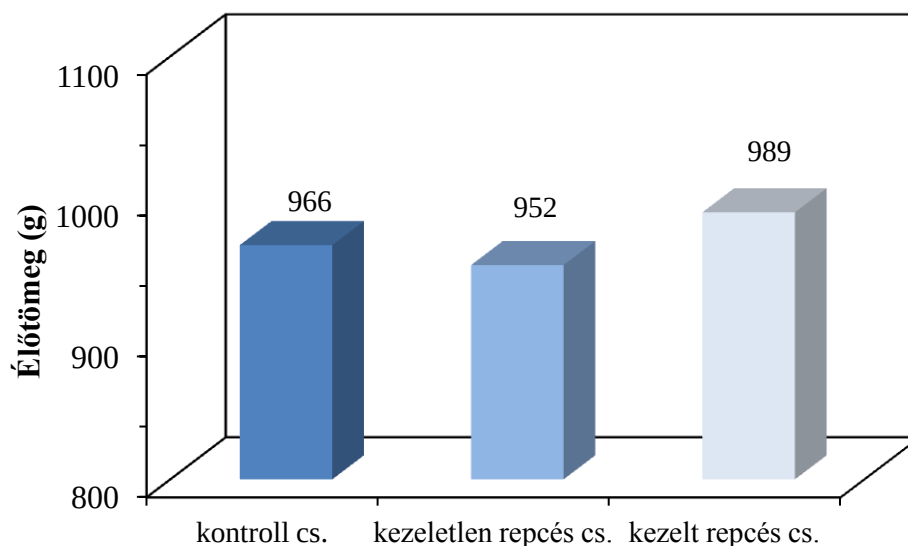
Tanulmányunkban azt vizsgáltuk meg, hogy a 10 és 15%-os repcepogácsa részarány a brojlercsirke nevelő, illetve befejező tápban, okoz-e szignifikáns különbséget hagyományos szójadara alapú takarmányozáshoz képest a termelési mutatókban (élőtömeg, testtömeg gyarapodás), és az értékes húsrészek húsmínőségben (szárazanyag-, és táplálóanyag-tartalom, zsírsavösszetétel, hússzín, íz, illat).

A vizsgálataink során összehasonlítottuk a kezelés nélküli (kezeletlen) és a ROP Kft. által forgalmazott kiegészítővel (PEELKO) kezelt repcepogácsa hatását is.

4. Eredmények

4.1 A termelési mutatók vizsgálatának eredményei

Az indító szakaszban mindhárom csoport azonos összetételű takarmányt fogyasztott. A 6. ábra az indító szakasz végén (22. nap) végzett élőtömeg mérések eredményeit mutatja:



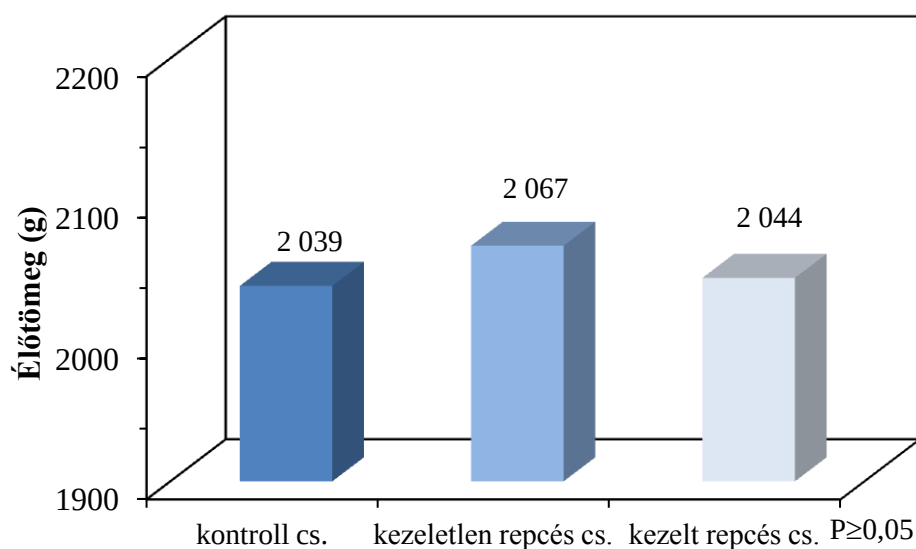
6. ábra: A 22. életnapon végzett élőtömegmérés eredményei

Kontroll cs.: szója alapú takarmánnyal etetett brojlercsoport

Kezeletlen repcés cs.: a nevelő és befejező szakaszban 10, illetve 15% részarányban kezeletlen repcepogácsával etetett brojlercsoport

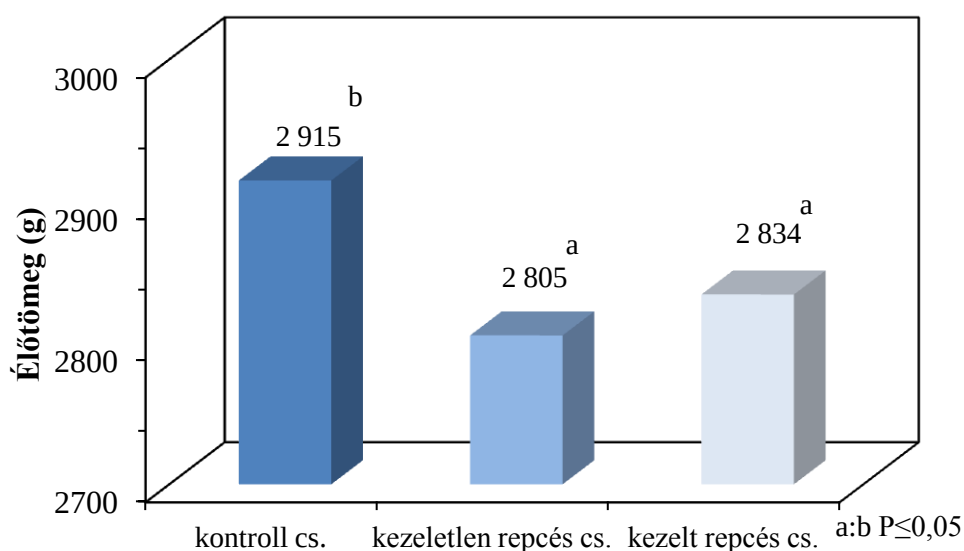
Kezelt repcés cs.: a nevelő és befejező szakaszban 10, illetve 15% részarányban kezelt repcepogácsával etetett brojlercsoport

A 7. ábra a kísérlet 33. napján végzett élőtömegmérés eredményeit mutatja. A kapott adatok alapján megállapítható, hogy a nevelő szakaszban alkalmazott 10%-os kezelt és kezeletlen repcepogácsa részarány nem befolyásolta szignifikánsan ($P > 0,05$) az élőtömeget. A legnagyobb átlagos élőtömege a kezeletlen repcés ($2067,1 \pm 27,3$ g), a legkisebb pedig a kontroll csoportnak ($2038,6 \pm 33,3$ g) volt.



7. ábra: A 33. életnapon végzett élőtömegmérés eredményei (n=192, 200, 194)

A 43. napon végzett élőtömegmérés eredményei azt mutatták, hogy a befejező szakaszban alkalmazott 15%-os kezelt és kezeletlen repcepogácsa etetés szignifikánsan ($P < 0,05$) csökkentette az élőtömeget a kontrollhoz ($2914,5 \pm 42,1$ g) képest. A kezelt repce etetés a kezeletlen repcével etetett csoporthoz képest nem javította a madarak élőtömegét, mivel kezeletlen repcés csoport átlagos élőtömege ($2805,1 \pm 33,8$ g) szignifikánsan nem tért el a kezelt repcés csoportétól ($2834,0 \pm 44,5$ g). A 8. ábra a kísérlet 43. napján végzett élőtömegmérés eredményeit mutatja.



8. ábra: A 43. életnapon végzett élőtömegmérés eredményei (n=192, 198, 188)

^{ab} Az ábrán a különböző betűjelzésekkel megjelölt átlagok szignifikánsan különböznek ($P < 0,05$)

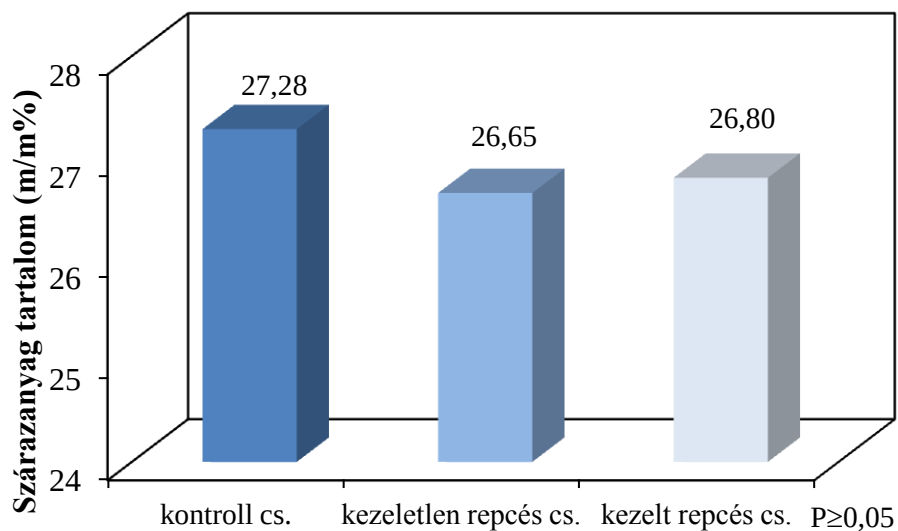
Az élőtömeg mérések alapján az indító szakaszban a kezelt repcés, a nevelő szakaszban a kezeletlen repcés, a befejező szakaszban a kontroll csoport átlagos napi testtömeg gyarapodása volt a legnagyobb. Ez alapján azt mondhatjuk, hogy a repcepogácsa kezelése egyértelműen nem javította a brojlercsirkék testtömeg gyarapodását a kezeletlen repcepogácsával összehasonlítva.

4. táblázat: A brojlercsirkék átlagos napi testtömeg gyarapodásai (g-ban) az egyes nevelési szakaszokban:

	indító szakasz 0-22 nap	nevelő szakasz 22-33 nap	befejező szakasz 33-43 nap
kontroll cs.	43,9	97,5	87,6
kezeletlen repcés cs.	43,3	101,4	73,8
kezelt repcés cs.	45,0	95,9	79,0

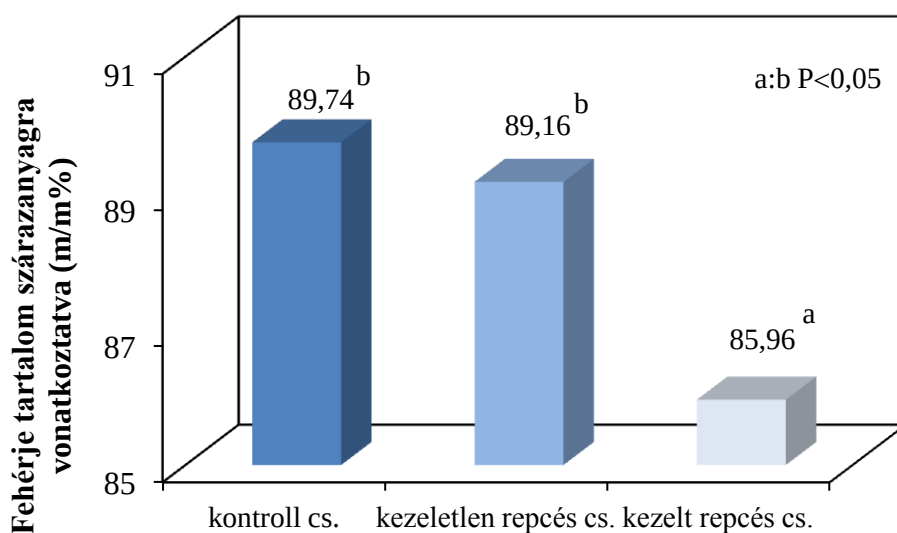
4.2 A vágott hús kémiai vizsgálatának eredményei

A mellhús szárazanyag-tartalmában szignifikáns különbségeket nem találtunk. A kontroll csoport szárazanyag-tartalma volt a legnagyobb, a kezeletlen repcés csoporté pedig a legkisebb.



9. ábra: A mellhús szárazanyag-tartalma (n=10)

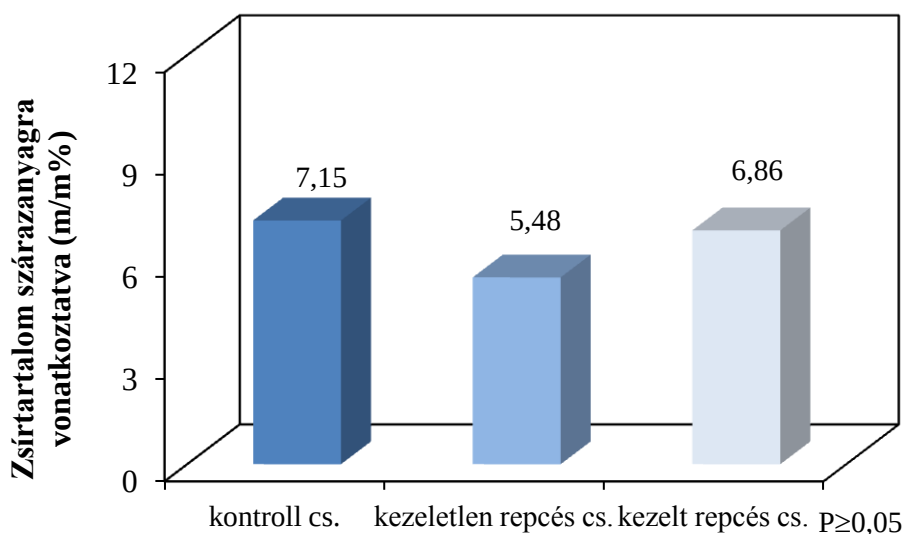
A mellhús szárazanyagra vetített fehérjetartalma (%) a kontroll csoportnál volt a legnagyobb. A kezelt repcével etetett csoport mellhúsának fehérjetartalma (85,96%) szignifikánsan kisebb volt a másik két csoporthoz képest.



10. ábra: A mellhús fehérjetartalma a szárazanyagra vonatkoztatva (n=10)

^{ab} Az ábrán a különböző betűjelzésekkel megjelölt átlagok szignifikánsan különböznek (P < 0,05)

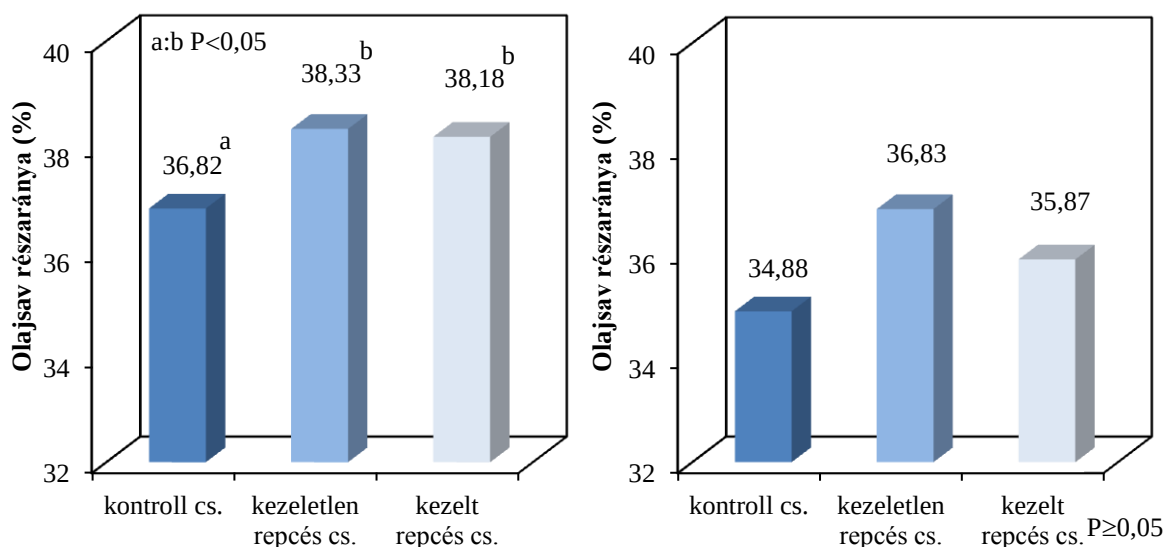
A nevelő és a befejező szakaszban alkalmazott eltérő takarmányozás nem befolyásolta érdemben a mellhús zsírtartalmát, mivel a három csoport eredményei között szignifikáns különbségek nem voltak (11. ábra).



11. ábra: A mellhús zsírtartalma a szárazanyagra vonatkoztatva (n=10)

A zsírsavprofil analízis eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy az értékes húsrészek zsírsav összetételének közel 95%-át öt zsírsav - az olajsav (C18:1), a linolsav (C18:2), a palmitinsav (C16:0), a sztearinsav (C18:0) és a palmitolénsav (C16:1) – alkotja. Ezen kívül külön figyelmet érdemel még táplálkozásbiológiai szerepe miatt a linolénsav (C18:3), illetve az erukasav (C22:1) részaránya.

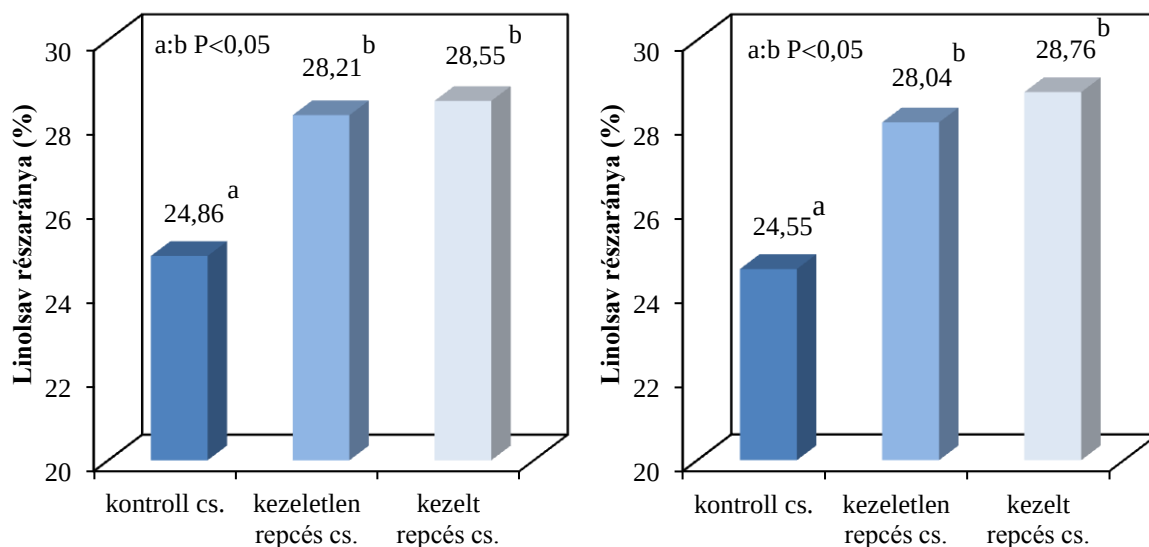
A kontroll combhús olajsavtartalma – ami a fő zsírsavkomponens – az összes zsírsav részarányon belül 36,82%, a mellhúsé 34,88% volt. A kezeletlen és kezelt repcepogácsa etetés a mind a combhúsban, mind a mellhúsban az olajsav részarányát megnövelte, bár szignifikánsan csak az előbbi nőtt. A következő ábra (12. ábra) a comb-, és mellhús olajsavtartalmát mutatja.



12. ábra: Az olajsav (C18:1) részaránya a combhúsban (balra) és a mellhúsban (jobbra) az összes zsírsavon belül (n=10)

^{ab} Az ábra adott oldalán belül a különböző betűjelzésekkel megjelölt átlagok szignifikánsan különböznek (P<0,05)

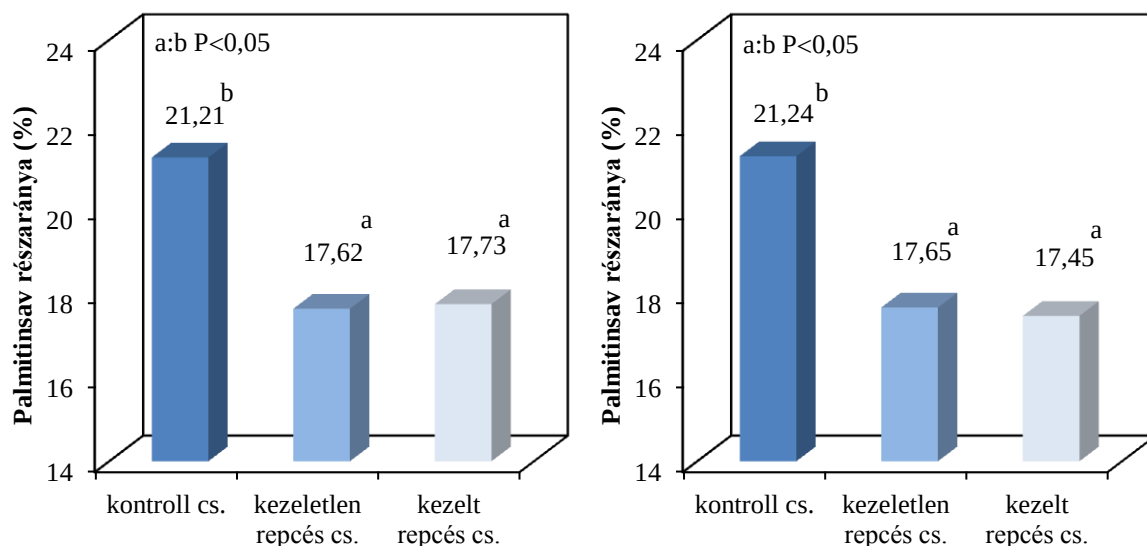
A linolsav a második legnagyobb részarányú zsírsav az általunk vizsgált értékes húsrészekben. A kezeletlen és kezelt repcés csoportok comb és mellhúsában a linolsav részaránya szignifikánsan, 3,35-4,21 %-kal nagyobb volt a kontroll csoportnál. A kezelt repce a kezeletlentől szignifikánsan nem különbözött. A combhús és a mellhús linolsav részarányát a 13. ábra mutatja.



13. ábra: A linolsav (C18:2) részaránya a combhúsban (balra) és a mellhúsban (jobbra) az összes zsírsavon belül (n=10)

^{ab} Az ábra adott oldalán belül a különböző betűjelzésekkel megjelölt átlagok szignifikánsan különböznek (P<0,05)

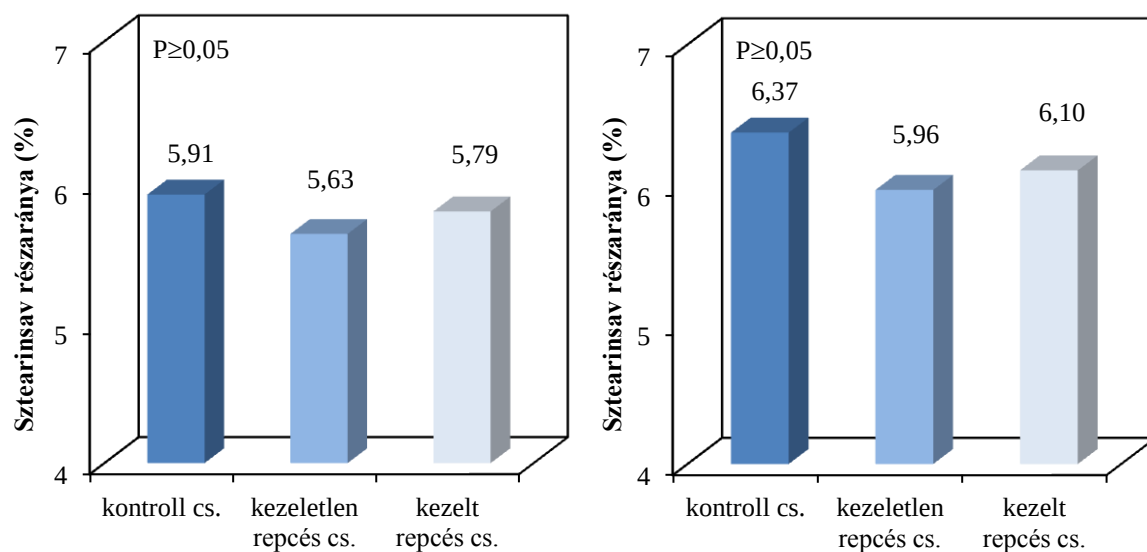
A kezeletlen és kezelt repcepogácsa etetés az értékes húsrészekben a palmitinsav részarányát szignifikáns mértékben csökkentette. Amíg a kontroll comb-, és mellhúsban a palmitinsav részaránya 21,21%; illetve 21,24% volt, addig kezeletlen és kezelt repcével etetett csoportoknál ugyanezen értékek 17,5-17,7%-ra változtak (14. ábra). A kezeletlen és a kezelt repcével etetett csoportoknál a palmitinsav részaránya szignifikánsan nem különbözött.



14. ábra: A palmitinsav (C16:0) részaránya a combhúsban (balra) és a mellhúsban (jobbra) az összes zsírsavon belül (n=10)

^{ab} Az ábra adott oldalán belül a különböző betűjelzésekkel megjelölt átlagok szignifikánsan különböznek (P<0,05)

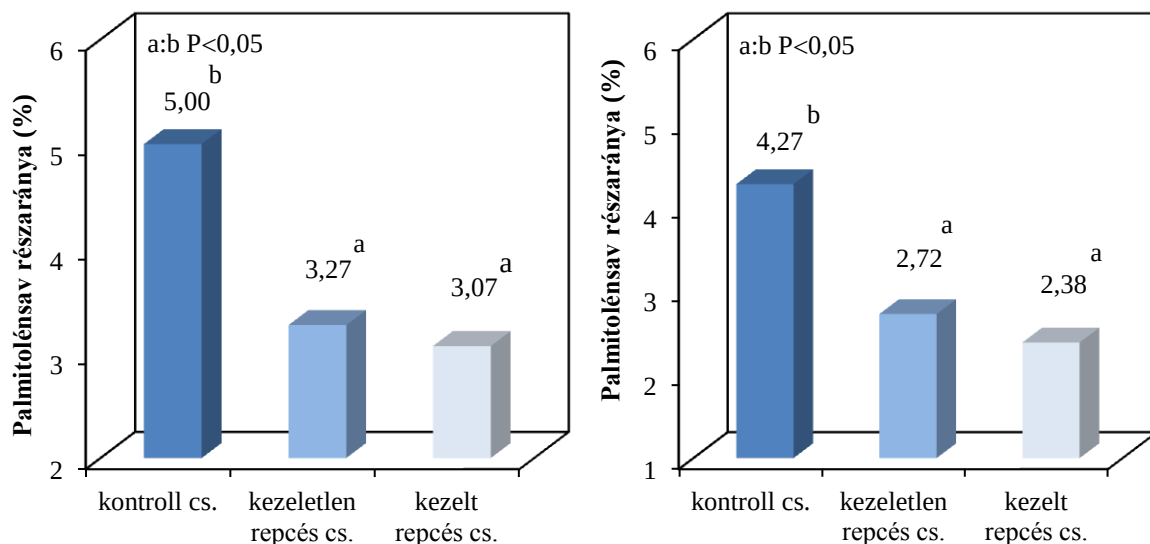
Az eltérő takarmányozás sem a combhús, sem a mellhús sztearinsav-arányát nem változtatta meg szignifikánsan a zsírsavösszetételben (15. ábra).



15. ábra: A sztearinsav (C18:0) részaránya a combhúsban (balra) és a mellhúsban (jobbra) az összes zsírsavon belül (n=10)

^{ab} Az ábra adott oldalán belül a különböző betűjelzésekkel megjelölt átlagok szignifikánsan különböznek (P<0,05)

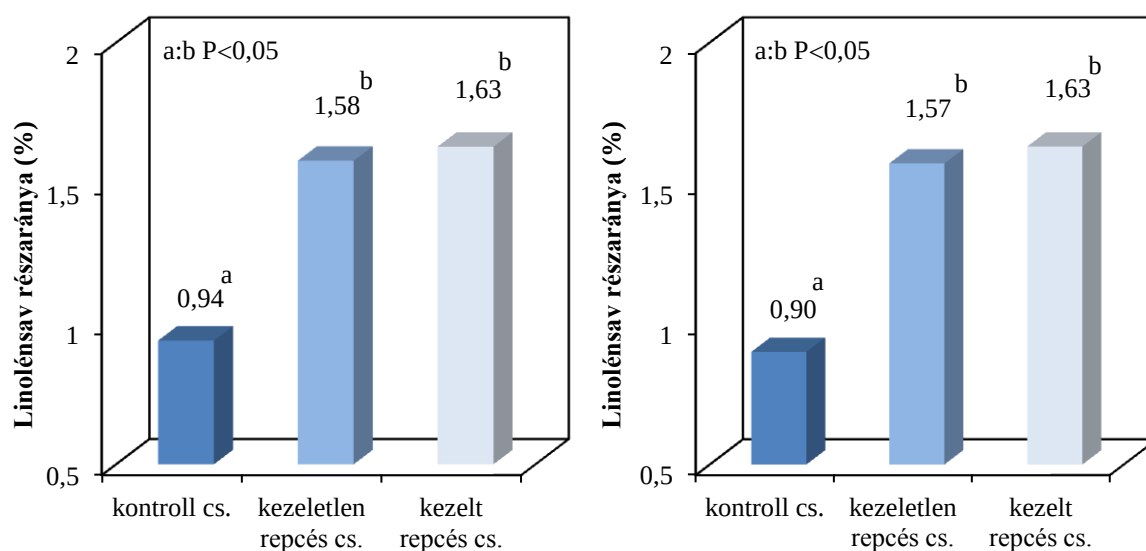
A combhús és mellhús zsírsavprofiljában a palmitolénsav részaránya szignifikánsan csökkent a kezeletlen és kezelt repce etetés hatására (16. ábra). Bár a kezelt repces csoport sztearinsav-tartalma mindkét esetben kisebb volt a kezeletlen repcével etetett csoporténál, közöttük szignifikáns különbség nem volt.



16. ábra: A palmitolénsav (C16:1) részaránya a combhúsban (balra) és a mellhúsban (jobbra) az összes zsírsavon belül (n=10)

^{ab} Az ábra adott oldalán belül a különböző betűjelzésekkel megjelölt átlagok szignifikánsan különböznek (P<0,05)

A combhúsban és a mellhúsban a linolénsav (n-3 zsírsav) részaránya szignifikánsan, közel kétszeresére nőtt a kezeletlen és kezelt repcefogácsa etetés hatására (17. ábra). A kezelt és kezeletlen repcével etetett állatok értékes húsrészeinek linolénsav részaránya itt sem különbözött szignifikánsan.



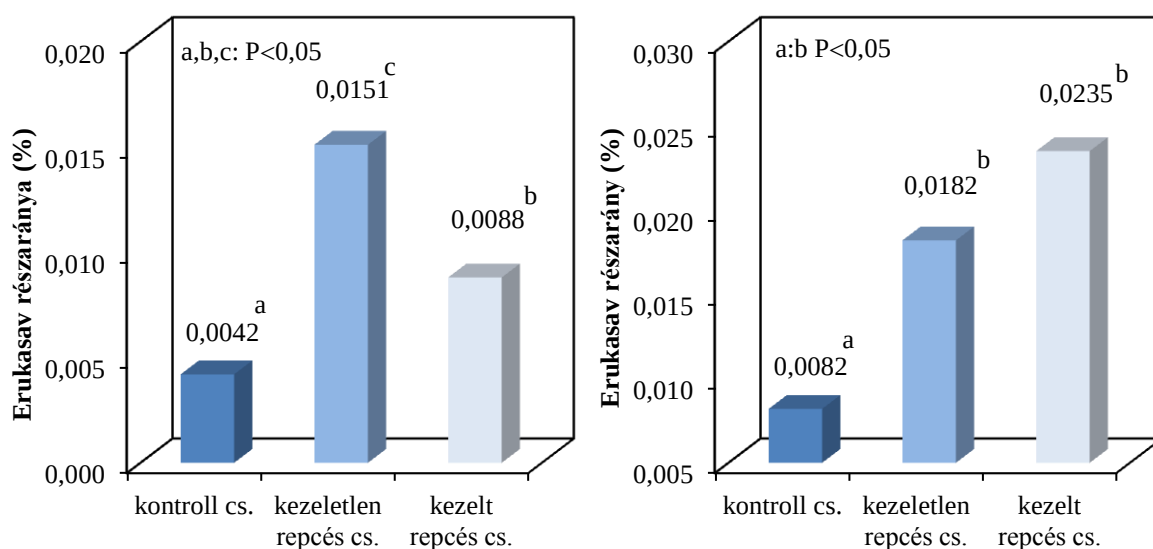
17. ábra: A linolénsav (C18:3) részaránya a combhúsban (balra) és a mellhúsban (jobbra) az összes zsírsavon belül (n=10)

^{ab} Az ábra adott oldalán belül a különböző betűjelzésekkel megjelölt átlagok szignifikánsan különböznek ($P < 0,05$)

A combhúsban az erukasav részaránya mindhárom csoportnál szignifikánsan különböző volt, a legnagyobb erukasav részarány - a kontroll csoport közel négyszerese - (0,0151%) a kezeletlen repcés csoport combhúsában volt.

A kezeletlen és kezelt repcével etetett brojlercsirkék mellhúsában az erukasav részaránya szignifikánsan nagyobb volt a kontroll csoportnál. Itt viszont a várakozásokkal szemben a legnagyobb erukasav részarány (0,0235%) - a kontroll közel háromszorosa – a kezelt repcés csoportnál volt, bár szignifikáns különbség a két repcével etetett csoport között nem volt (18. ábra).

Meg kell jegyezni, azonban mind a combhús, mind a mellhús esetében, hogy az erukasav részaránya a vizsgálati módszer kimutatási határa ($\sim 0,01\%$) közelében volt. A kezeletlen és kezelt repcepogácsával etetett csoportok esetében még a legnagyobb erukasav részarány (kezelt repcés mellhús: 0,0235%) is nagyon jó eredménynek tekinthető, ami azt bizonyítja, hogy a felhasznált eredeti repcepogácsa nem tartalmazott jelentős mennyiségű erukasavat.



18. ábra: Az erukasav (C22:1) részaránya a combhúsban (balra) és a mellhúsban (jobbra) az összes zsírsavon belül ($n=10$)

^{abc} Az ábra adott oldalán belül a különböző betűjelzésekkel megjelölt átlagok szignifikánsan különböznek ($P < 0,05$)

A kezeletlen és kezelt repce etetés hatására mind a combhúsban (5. táblázat), mind a mellhúsban (6. táblázat) a telített zsírsavak (SFA: Saturated fatty acid) részaránya csökkent, a telítetlen zsírsavak (UFA: Unsaturated fatty acid) és ezen belül is a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA: Poliunsaturated fatty acid) részaránya pedig nőtt. Az egyszeresen telített zsírsavak (MUFA: Monounsaturated fatty acid) részaránya lényegesen nem változott.

5. táblázat: A főbb zsírsavcsoportok részaránya (%) brojlercsirkék combhúsának zsírsavprofiljában:

	kontroll cs.	kezeletlen repcés cs.	kezelt repcés cs.
SFA	28,03	24,12	24,36
MUFA	43,65	43,50	43,09
PUFA	27,83	31,90	32,06

SFA: telített zsírsavak

MUFA: egyszeresen telített zsírsavak

PUFA: többszörösen telített zsírsavak

6. táblázat: A főbb zsírsavcsoportok részaránya (%) brojlercsirkék mellhúsának zsírsavprofiljában:

	kontroll cs.	kezeletlen repcés cs.	kezelt repcés cs.
SFA	28,73	24,60	24,57
MUFA	40,82	41,54	40,15
PUFA	28,95	32,85	33,98

SFA: telített zsírsavak

MUFA: egyszeresen telített zsírsavak

PUFA: többszörösen telített zsírsavak

A többszörösen telítetlen zsírsavakat táplálkozás élettani szerepük miatt külön ki kell emelnünk. A kezeletlen és kezelt repceporogácsa etetés hatására többszörösen telítetlen n-6 zsírsavak részaránya csökkent, az n-3 zsírsavak részaránya pedig nőtt. Ennek következtében a n-6:n-3 zsírsav arány szűkült (7. táblázat).

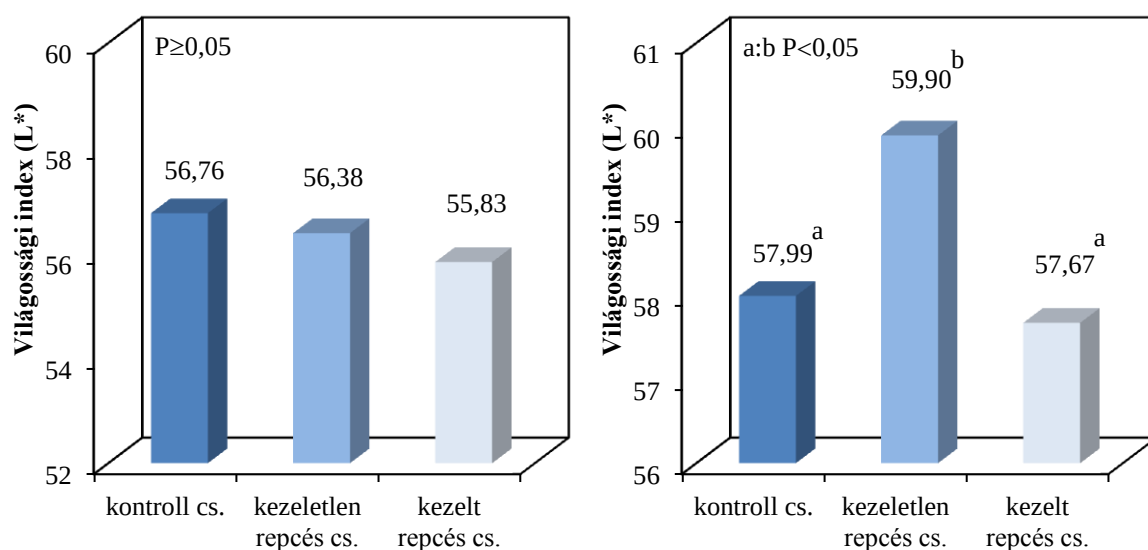
7. táblázat: A brojlercsirkék értékes húsrészeiben a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) n-6: n-3 aránya:

	kontroll cs.	kezeletlen repcés cs.	kezelt repcés cs.
combhús	25,86:1	17,74:1	17,46:1
mellhús	25,53:1	17,54:1	17,15:1

4.3 Az értékes húsrészek fizikai vizsgálatainak eredményei

A három kísérleti csoportból származó combhúsok világossági indexében (L^*) nincs szignifikáns különbség. A kontroll várható értéke $56,76 \pm 1,38$, a kezeletlen repcés csoporté $56,38 \pm 1,44$, a kezelt repcés csoporté $55,83 \pm 1,19$.

A kezeletlen repcés csoport mellhúsának a világossági indexe ($59,90 \pm 1,13$) szignifikánsan nagyobb volt, azaz színe világosabb (halványabb) volt, mint a másik két csoporté (19. ábra).

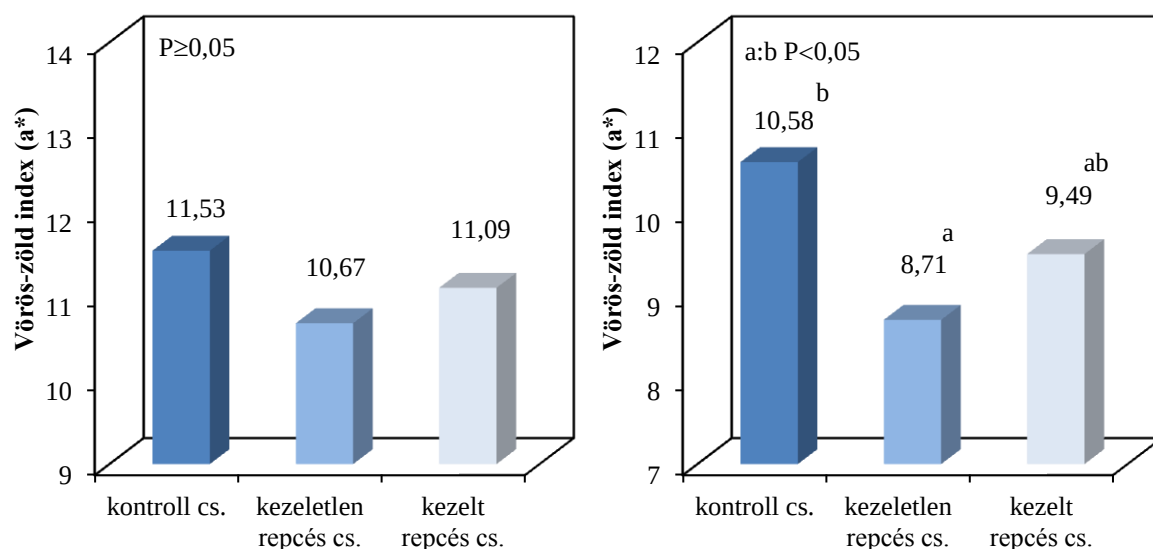


19. ábra: A combhúsok (balra) és a mellhúsok (jobbra) világossági indexei ($n=30$)

^{ab} Az ábra adott oldalán belül a különböző betűjelzésekkel megjelölt átlagok szignifikánsan különböznek ($P < 0,05$)

Combhúsok vörös-zöld (a^*) indexei, minden esetben nagyobbak – tehát vörösebbek – voltak, mint azonos csoportba tartozó mellhúsoké. A combhúsok színére a takarmányozás nem volt szignifikáns hatással.

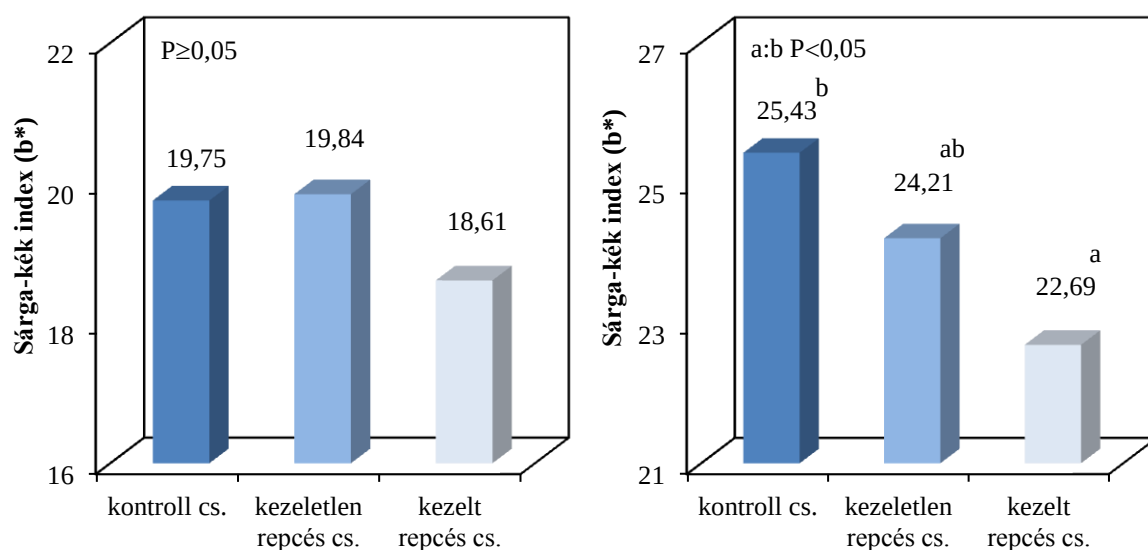
A kontroll csoport mellhúsának a^* indexe ($11,53 \pm 0,90$) szignifikánsan ($P < 0,05$) nagyobb (vörösebb) volt, mint a kezeletlen repcés csoporté ($8,71 \pm 0,55$) (20. ábra).



20. ábra: A combhúsok (balra) és a mellhúsok (jobbra) vörös-zöld indexei (n=30)

^{ab} Az ábra adott oldalán belül a különböző betűjelzésekkel megjelölt átlagok szignifikánsan különböznek (P<0,05)

A combhúsok b* értékei szignifikánsan nem különböztek egymástól. A kontroll és a kezelt repcsés csoport mellhúsának b* koordinátája (25,43±1,68, illetve 22,69±1,08 szignifikánsan (P<0,05) különbözött egymástól (21. ábra).



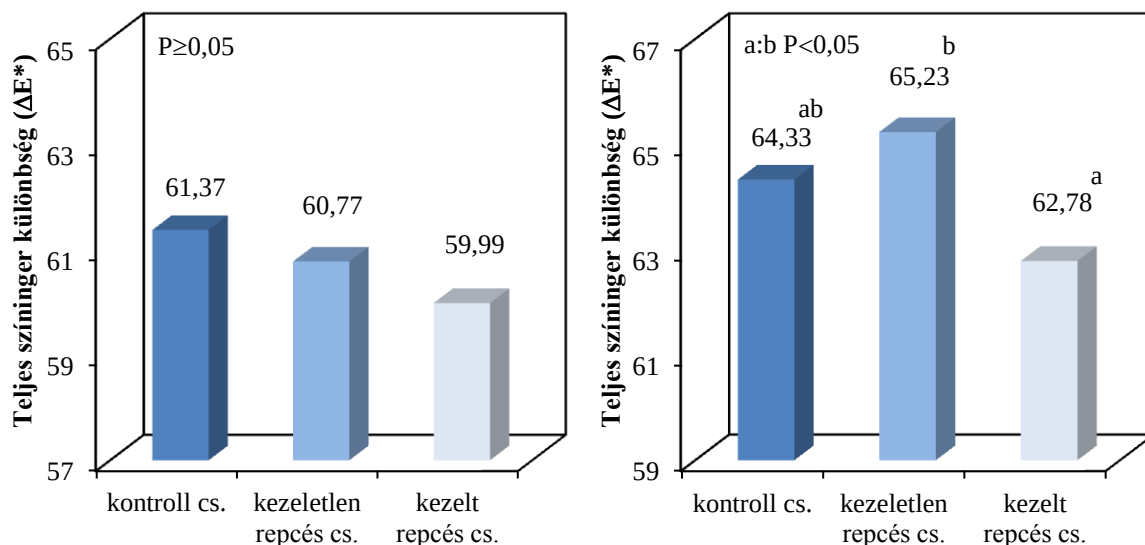
21. ábra: A combhúsok (balra) és a mellhúsok (jobbra) sárga-kék indexei (n=30)

^{ab} Az ábra adott oldalán belül a különböző betűjelzésekkel megjelölt átlagok szignifikánsan különböznek (P<0,05)

A combhúsok színínges különbségei között szignifikáns különbségek nem voltak. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a kontroll csoport és a kezelt repcsés csoport közötti átlagos különbség ($\Delta E^* = 1,38$) szabad szemmel már enyhén észrevehető

A kezeletlen repcsés és a kezelt repcsés csoportok mellhúsainál a teljes színínges különbségek szignifikánsan különböztek. A két csoport között az átlagos teljes színínges

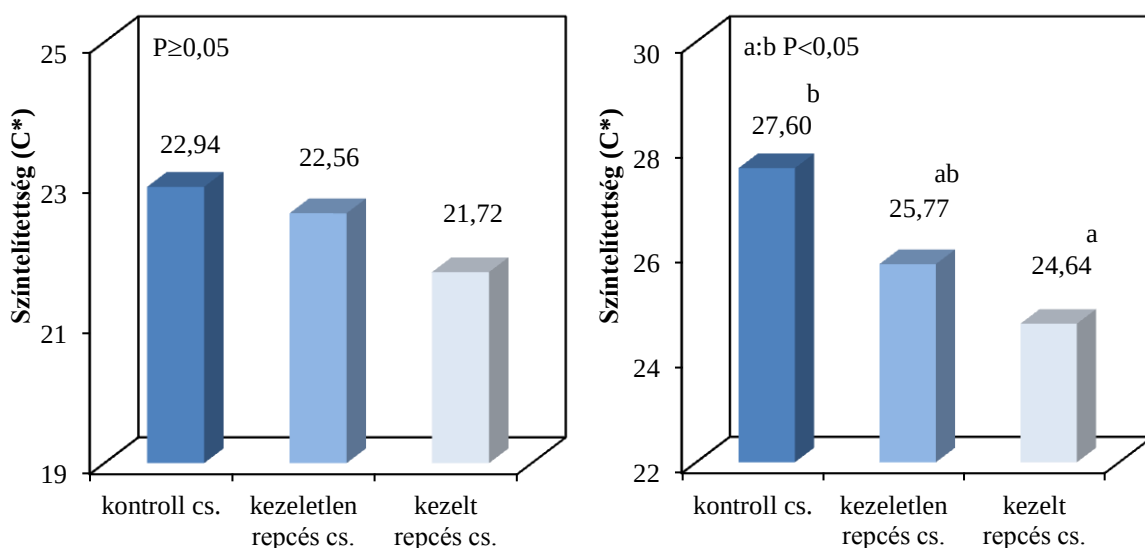
különbség 2,45 egység, ami szabad szemmel már észrevehető. A kontrolltól a kezeletlen repcés csoport 1,55, a kezeletlen 0,90 egységgel tér el, ez szabad szemmel alig észre vehető (22. ábra).



22. ábra: A combhúsok (balra) és a mellhúsok (jobbra) teljes színínger különbségei (n=30)

^{ab} Az ábra adott oldalán belül a különböző betűjelzésekkel megjelölt átlagok szignifikánsan különböznek (P<0,05)

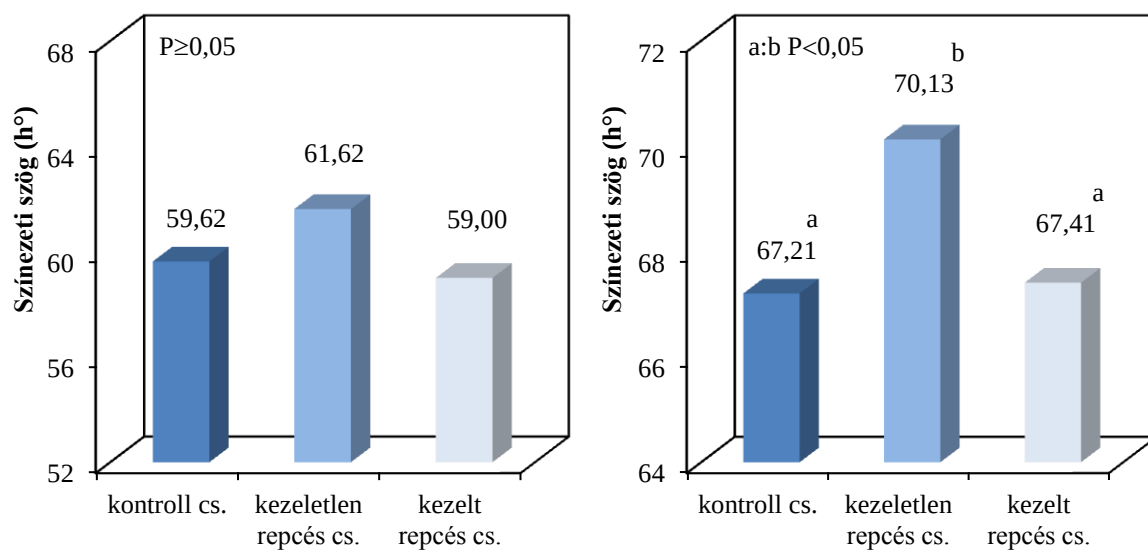
A combhúsok színtelítettségei szignifikánsan nem különböztek. A kontroll mellhúsok színtelítettsége szignifikánsan nagyobb volt, mint a kezelt repcés csoporté (23. ábra).



23. ábra: A combhúsok (balra) és a mellhúsok (jobbra) színtelítettségei (n=30)

^{ab} Az ábra adott oldalán belül a különböző betűjelzésekkel megjelölt átlagok szignifikánsan különböznek (P<0,05)

A combhúsok színezeti szögei szignifikánsan nem különböztek, de az átlagos színezeti szög a kezeletlen repcés csoportnál volt a legnagyobb, ez azt jelenti, hogy ennek a csoportnak a combháusa volt a legkevésbé vörös. A mellhúsoknál ugyanezt tapasztaltuk azzal a különbséggel, hogy itt már a kezeletlen repcés csoport színezeti szöge is szignifikánsan nagyobb volt a másik két csoporténál (24. ábra).



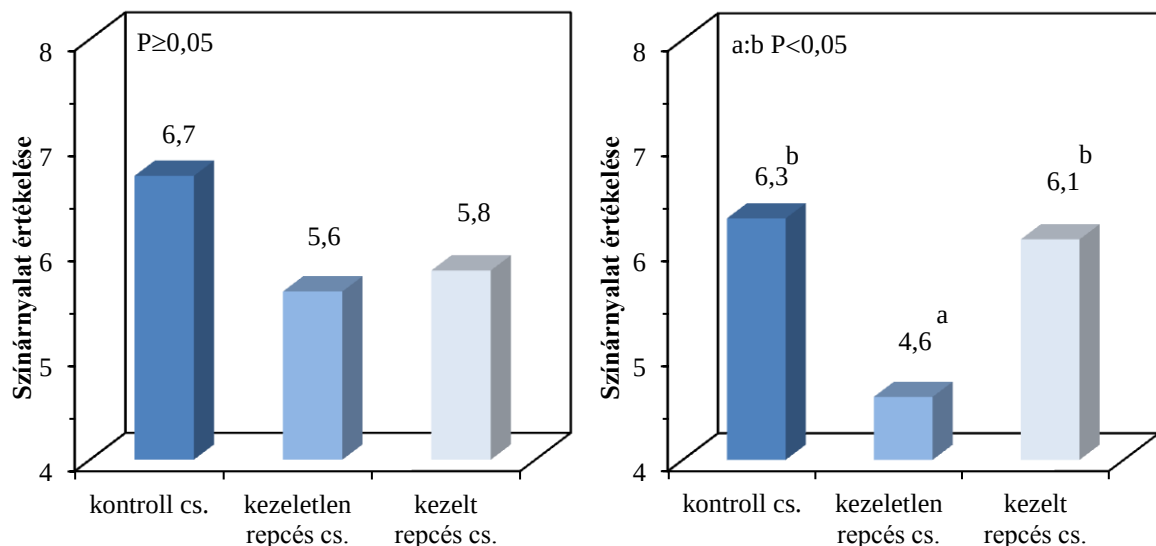
24. ábra: A combhúsok (balra) és a mellhúsok (jobbra) színezeti szögei (n=30)

^{ab} Az ábra adott oldalán belül a különböző betűjelzésekkel megjelölt átlagok szignifikánsan különböznek ($P < 0,05$)

4.4 A vágott hús organoleptikus vizsgálatainak eredményei

A nyers értékes húsrészek (combhúsok, mellhúsok) színegyenletességének, színárnyalatának, illetve a főtt húsok illatának és ízének vizsgálatát képzett bírálók végezték. Az értékeléshez a 0-9 értéktartományú intenzitás skálát használták, ahol a nulla a legrosszabb, a kilences pedig a legjobb osztályzat volt.

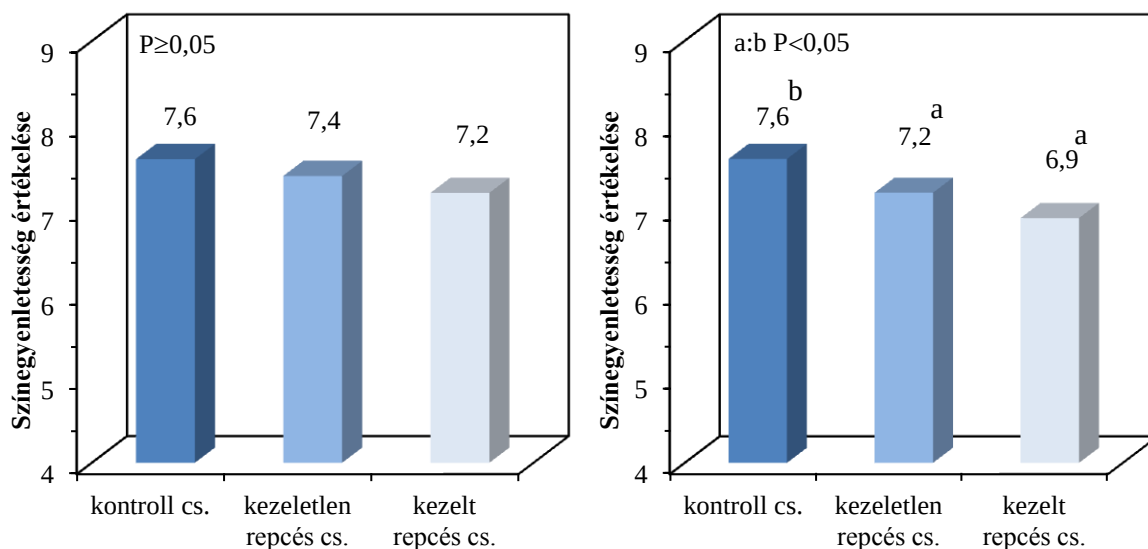
A combhúsok színárnyalata között szignifikáns különbség nem volt megfigyelhető, de a bírálók véleménye szerint a kontroll csoport húsmintái sötétebb vörös színűek voltak. A mellhúsok színe szignifikánsan eltért egymástól. A kontroll és a kezelt repcés csoport mellhúsa sötétebb és élénkebb színű volt, míg a kezeletlen repcés csoport halványabbnak bizonyult (25. ábra). Az érzékszervi bírálat teljesen azonos eredményeket adott, mint amit az objektív színmérésnél vörös-zöld (a^*) indexre kaptunk.



25. ábra: A combhúsok (balra) és a mellhúsok (jobbra) színárnyalatának értékelése organoleptikus vizsgálattal ($n=10$)

^{ab} Az ábra adott oldalán belül a különböző betűjelzésekkel megjelölt átlagok szignifikánsan különböznek ($P < 0,05$)

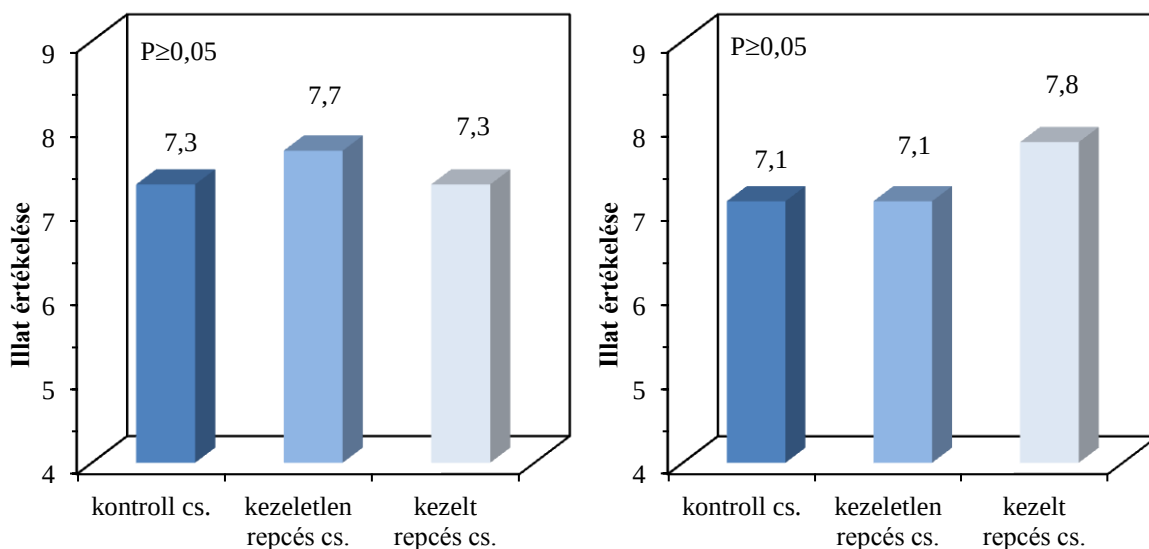
A combhúsok közel egyenletes színűek voltak, a minták szignifikánsan nem különböztek egymástól. A mellhúsok között színegyenletesség tekintetében szignifikáns különbség volt. A bírálók a kontrollt egyenletesebb színűnek ítélték. Az érzékszervi bírálók megjegyzése szerint a kezeletlen és kezelt repcés csoport mellhús mintáinak közepén egy sötétebb rózsaszín átfutó sáv volt (26. ábra).



26. ábra: A combhúsok (balra) és a mellhúsok (jobbra) színegyenletességének értékelése organoleptikus vizsgálattal (n=10)

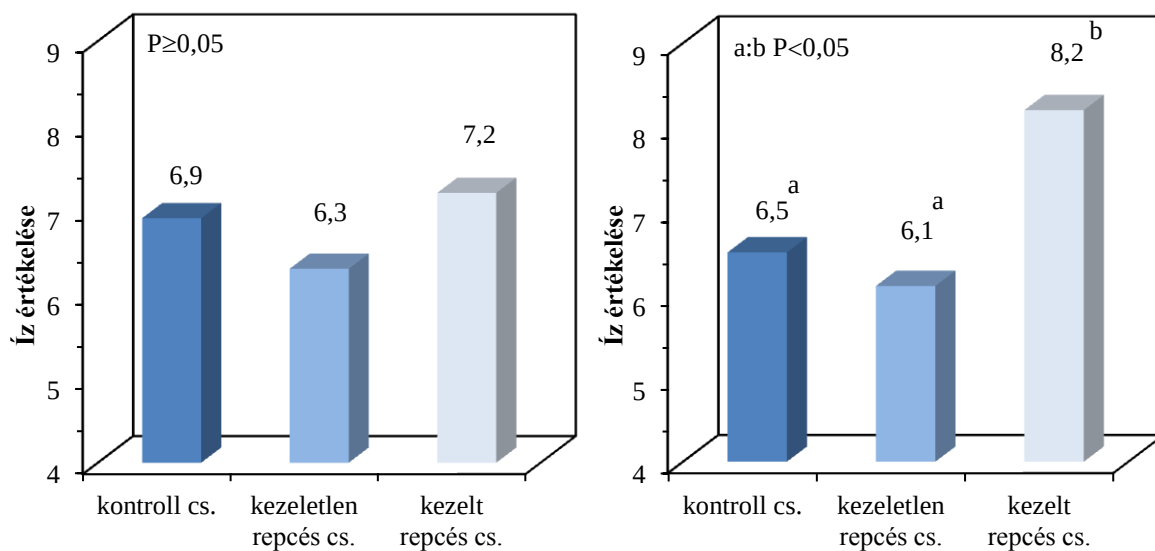
^{ab} Az ábra adott oldalán belül a különböző betűjelzésekkel megjelölt átlagok szignifikánsan különböznek (P<0,05)

A combhúsok illata főzés után kellemes, jellegzetes és kellően intenzív volt. A minták egymástól szignifikánsan nem különböztek. A mellhúsok illata az elkészítést követően kellemes, enyhén édeskés, csirkehúsról jellemző volt (27. ábra).



27. ábra: A főtt combhúsok (balra) és a mellhúsok (jobbra) illatának értékelése organoleptikus vizsgálattal (n=10)

A főtt combhúsok jellegzetes ízűek és kellemesen aromásak voltak, egymástól szignifikánsan nem tértek el. A mellhúsok közül a legintenzívebb íze a kezelt repcés csoportnak volt. A másik két csoport főzött húsanak íze határozott és jellegzetes, de kevésbé intenzív volt (28. ábra).



28. ábra: A főtt combhúsok (balra) és a mellhúsok (jobbra) ízének értékelése organoleptikus vizsgálattal ($n=10$)

^{ab} Az ábra adott oldalán belül a különböző betűjelzésekkel megjelölt átlagok szignifikánsan különböznek ($P<0,05$)

5. Következtetések

A nevelő szakaszban alkalmazott 10%-os kezeletlen és kezelt repcepogácsa részarány nem befolyásolta az élőtömeget. A befejező szakaszban alkalmazott 15%-os kezeletlen és kezelt repcepogácsa részaránya ellenben szignifikánsan ($P < 0,05$) csökkentette azt. PÁL et al. (2011) kísérletében a 20%-ban, TADELLE et al. (2003) kísérletében pedig még a 28%-os részarányban alkalmazott repcepogácsa sem rontotta szignifikáns mértékben a madarak élőtömegét a hagyományos – kukorica-, búza-, szójadara alapú – kontroll takarmányhoz képest. PÁL et. al. (2011) által javasolt maximum 20%-os repcepogácsa részarányal szemben eredményeink alapján mi ennél szerényebb maximum 10%-os részarányú repcepogácsa felhasználást javasolunk a nevelő és a befejező szakaszban.

A repcepogácsa kezelése (kezelt repcés csoport) nem javította a kezeletlen repcéhez (kezeletlen repcés csoport) képest sem a madarak élőtömegét, sem a testtömeg-gyarapodását.

A táplálóanyag tartalom (szárazanyag-tartalom, zsírtartalom, fehérjetartalom) nem változott meg a kezeletlen repce etetés hatására, a kezelt repceetetés pedig csak a fehérjetartalmat csökkentette szignifikánsan ($P < 0,05$) a mellhúsban.

A kezelt és kezeletlen repcepogácsával etetett brojlersirkék értékes húsrészeinek (mell- és combhús) zsírsavprofilja kedvező irányba változott. Az olajsav, a linolsav, és a linolénsav részaránya nőtt, a palmitinsavé és a palmitolénsavé pedig csökkent. Ennek következtében a telítetlen zsírsavak (UFA), ezen belül is a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) részaránya nőtt. A többszörösen telítetlen zsírsavak n-6:n-3 aránya szűkült (körülbelül 25:1 arányról 17:1 arányra), ami táplálkozásbiológiai szempontból kedvezőbb, bár az optimálisnak tekinthető 3-5:1 arányt nem éri el (SZAKÁLY, 2001).

KRALIK et al. (2003) szintén hasonló eredményeket kapott Ross 208-as kakasokkal végzett repce takarmányozási kísérletükben. Három csoportot különítettek el a hagyományos szójadara alapú takarmánnyal etetett kontroll csoportot, és a befejező szakaszban (22. és 49. nap között) 6,2% repceolaj kiegészítéssel, illetve 13,5% részarányban repcedarával etetett csoportokat. A repceolajjal illetve repcedarával etetett csoportok zsírsavprofiljában a telített zsírsavak részaránya csökkent, az linolénsavé és – az eredményeinktől eltérően – az egyszeresen telített zsírsavaké pedig nőtt. Mellhúsban a PUFA n-6:n-3 arány a kontrollban mért 16,34:1 arányról, a repceolaj és a repcedara etetés hatására a 6,63:1, illetve a 7,03:1 arányra szűkült.

A kezeletlen és kezelt repcével etetett brojlerek zsírprofiljában az erukasav részaránya a kimutatási határ közelében volt. A kezeletlen és kezelt repcés csoportokban ugyan az erukasav részaránya három-négyszeresére nőtt a kontroll csoporthoz képest, de ez az eredmény még így is nagyon jónak mondható, ami azt bizonyítja, hogy a felhasznált repcepogácsa nem tartalmazott

jelentős mennyiségű erukasavat. A repcefogácsa kezelése nem eredményezett egyértelműen kisebb erukasav részarányt.

A combhúsok színkoordinátáit, színegyenletességét és színárnyalatát nem befolyásolta szignifikánsan a takarmányozás. A csirkemelleknél az alábbi párok között volt szignifikáns különbség:

L* (világossági index):	kezeletlen repcés csoport – kontroll kezeletlen repcés csoport – kezelt repcés csoport
a* (vörös-zöld index):	kezeletlen repcés csoport – kontroll
b* (sárga-kék index):	kontroll – kezelt repcés csoport
ΔE^* (teljes színíngér különbség):	kontroll – kezelt repcés csoport
C* (színtelítettség):	kezeletlen repcés csoport – kezelt repcés csoport
h° (színezeti szög):	kezeletlen repcés csoport – kontroll kezeletlen repcés csoport – kezelt repcés csoport

Ez azt jelenti, hogy a mellhúsok közül a kezeletlen repcés csoport volt a leghalványabb (legvilágosabb, és legkevésbé vörös) színű. A kontrollcsoport színe szignifikánsan sárgább volt, mint a kezelt repcés csoporté.

A mellhús színárnyalatának organoleptikus vizsgálata teljesen ugyanazt az eredményt hozta, amit az a* színkoordinátánál (vörös-zöld indexnél) tapasztaltunk.

A mind combhúsnál, mind a mellhúsnál a színmérés alapján a legvörösebb színű a kontroll csoport ($a^*_{\text{comb}}=11,53$; $a^*_{\text{mell}}=10,58$), a legkevésbé vörös pedig a kezeletlen repcés csoport ($a^*_{\text{comb}}=10,67$; $a^*_{\text{mell}}=8,71$) volt. A mellhúsnál ez a különbség szignifikáns volt (20. ábra).

Az organoleptikus vizsgálat eredménye alapján, mind a combhús, mind a mellhús esetében a legkedvezőbb színárnyalatú a kontroll csoport (combhús: 6,7, mellhús: 6,3), a legkevésbé kedvező a kezeletlen repcés csoport (combhús: 5,6, mellhús: 4,6) volt. A mellhúsnál ez a különbség szintén szignifikáns volt (25. ábra). Ezek alapján azt mondhatjuk, hogy a baromfi húsok színárnyalatának objektív vizsgálatára az a* színkoordináta legalkalmasabb.

A három csoport közül a kontroll mellhús színét ítélték legegyenletesebbnek a bírálók. A takarmányozás nem volt hatással a főtt combhúsok ízére és illatára. A kezelt repcés csoport főtt mellhúsának íze szignifikánsan a legintenzívebb volt, a három csoport illata között viszont nem volt szignifikáns különbség. A szignifikáns eltérések okának meghatározása további vizsgálatokat igényel, de a tapasztalatok alapján azt feltételezzük, hogy nem elsősorban a takarmányozás, hanem a főként fajtajelleg, illetve részben a vágás és a feldolgozás módja befolyásolta a combhúsok színét, ízét és illatát.

6. Összefoglalás

A repce melléktermékek – így a repcepogácsa – fehérjetartalma nagy (35-38%), így részlegesen kiváltható lenne velük a drága, importból származó szójadara. Az utóbbi két-három évtizedben számos tanulmány született a repce termékek takarmányozási tapasztalatairól. Tanulmányunkban azt is vizsgáltuk meg, hogy a 10 és 15%-os részarányú repcepogácsa felhasználása a brojlersirke takarmányozás nevelő, illetve befejező szakaszban, okoz-e szignifikáns különbséget a termelési mutatókban, illetve a húsmínőségben a hagyományos szójadara alapú takarmányozáshoz képest. A minőségi paraméterek közül a táplálóanyag tartalmat (zsír és fehérjetartalmat), a szárazanyag-tartalmat, a zsírsavprofil, az ízt illetve a hússzint vizsgáltuk kémiai, fizikai és organoleptikus vizsgálatokkal.

Vizsgálatainkat ROSS 308-as kakasokkal végeztük a NYME-MÉK Állatkísérleti telepén. A vizsgálat során a kísérleti állatok három különféle takarmányt fogyasztottak, ennek megfelelően három vizsgálati csoportot különíthetünk el a kontrollt, kezeletlen repcés, és a kezelt repcés csoportokat. Egy vizsgálati csoport induláskor 200 kakasból állt. A kontroll nevelő és befejező táp fő komponense a kukorica-, a szója- és a búzadara volt. A kezeletlen repcés csoport tápjában az extrahált szójadara egy részét natúr, a kezelt repcés csoport tápjában pedig kezelt repcepogácsával váltottuk ki. A repcepogácsa kezelés célja az antinutritív anyagok felszívódásának gátlása volt. A kezeléshez a ROP Kft. (Százhalombatta) kereskedelmi forgalmú termékét (PEELKO) használtuk.

A nevelő szakaszban alkalmazott 10%-os repcepogácsa részarány még nem okozott szignifikáns csökkenést az élőtömegekben, szemben a befejező szakaszban alkalmazott 15%-os részarányával. Ezért feltételezhetően nem célszerű átlépni a 10%-os repcepogácsa részarányt. A repce kezelése nem javította egyértelműen a kezeletlen repcéhez képest sem a madarak élőtömegét, sem a testtömeg-gyarapodását.

A szárazanyag-tartalom, és a táplálóanyag-tartalom (zsírtartalom, fehérjetartalom) nem változott meg a kezeletlen repce etetés hatására, a kezelt repceetetés pedig egyedül a fehérjetartalmat csökkentette szignifikánsan. A kezelt és kezeletlen repcével etetett brojlersirkék értékes húsrészeinek (mell- és combhús) zsírsavprofilja kedvező irányba változott. Az olajsav, a linolsav, és a linolénsav részaránya nőtt, a palmitinsav és a palmitolénsavé pedig csökkent. Ennek következtében a telítetlen zsírsavak (UFA), főként a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) részaránya nőtt, az n-6:n-3 arány pedig szűkült, ami táplálkozásélettani szempontból kedvezőbbnek tekinthető. A kezeletlen és kezelt repcepogácsával etetett brojlekben az erukasav részaránya a kimutatási határ közelében volt (~0,01%), ami azt bizonyítja, hogy felhasznált repcepogácsa nem tartalmazott jelentős mennyiségű erukasavat.

Megállapítottuk, hogy a baromfi húrok színárnyalatának objektív vizsgálatára az a^* szinkordináta (vörös-zöld index) legalkalmasabb. Az alkalmazott eltérő takarmányozás nem volt hatással combhúrok színére, ízére és illatára. A mellhúrok színe közül a kontrollé volt a legegzenletesebb, kezeletlen repcés csoporté a leghalványabb és a kezelt repcés csoport íze volt a legintenzívebb, a főtt mellhúrok illatában viszont nem volt szignifikáns különbség. A szignifikáns eltérések okának meghatározása további vizsgálatokat igényel, de a tapasztalatok alapján azt feltételezzük, hogy nem elsősorban a takarmányozás, hanem főként a fajtajelleg, illetve részben a vágás és a feldolgozás módja befolyásolta a combhúrok színét, ízét és illatát.

Köszönetnyilvánítás

*Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulenseimnek, **Dr. Tóth Tamásnak** és **Dr. Dóka Ottónak** a mérések elvégzésében, és kiértékelésében, valamint a dolgozat megírásában nyújtott segítségükért, hasznos tanácsaikért, támogatásukért és fáradhatatlan munkájukért.*

*Köszönettel tartozom **Horváth Ritának**, aki hozzájárult a dolgozat megírásához szükséges szakmai információk pontosításához.*

Köszönettel tartozom a Nyugat-magyarországi Egyetem Állatkísérleti Telepének, és a Takarmányozástani Intézeti Tanszék munkatársainak a kísérletekben nyújtott segítségükért.

Szeretném megköszönni a Campden BRI-nek az organoleptikus vizsgálatának lebonyolítását.

Ezúton szeretnék köszönetet mondani a kísérlet lebonyolításában végzett munkájáért az ADEXGO Kft.-nek.

*Utoljára, de nem utolsó sorban **családomnak** támogatásukért, belém vetett hitükért.*

7. Felhasznált irodalom

1. ABAYNÉ H E, HERCZEG B, TÓTH Á: (2009) Biodízel gyártás melléktermékeinek felhasználása peccenyecsirkék takarmányozásában. 51. Georgikon Napok: Lokalizáció - megoldás a fenntarthatóságra? Keszthely, Magyarország, 2009. 10. 01-2009. 10. 02. Keszthely: Pannon Agrártudományi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar (ISBN:978 963 9639 34 8).
2. AKI: (2012) A tavaszi mezőgazdasági munkákról. *Statisztikai jelentések* 1 pp 1-56
3. ANKE M, HENNING A, GROPEL B, SEFFNER W, KRNEMANN H: (1982) Mengen- und Spurenelemente Arbeitstagung, Leipzig, Karl- Marx-Universität, pp 395-406
4. ANTAL J. (szerk.): (2005) Növénytermesztés tan 2. *Mezőgazda Kiadó*, Budapest
5. ATLE M B, ROSSITER J T: (2006): The myrosinase-glucosinolate system, its organisation and biochemistry. *Physiologia Plantarum* 97 pp 194-208
6. BANASZKIEWICZ T, OSEK M: (1996) Slaughter analysis of broiler chickens, fed diets including rapeseed oil cake and meal. *Rosliny Oliste* 17 pp 483-492
7. CIE INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION (2004) Colorimetry third edition. pp 1-82
8. DENG S L et al.: (1993) Evaluation on feeding effect of detoxified rapeseed meal in chickens. Preliminary observation on effect of feeding Jing Yellow broiler with DRSM. *Qinghai Xumu Shouyi Zazhi* 23 pp 1-2
9. JAVED M Y, PASHA T N, SAHARAN K M: (1999) Use of different levels of rapeseed meal in broiler rations. *The Journal of Animal and Plant Sciences* 9 pp 29-31
10. KAKUK T, SCHMIDT J: (1988) Takarmányozás tan. *Mezőgazdasági Kiadó* Budapest pp 104-105
11. KÁLLAI L, KRALOVÁNSZKY U P: (1978) A takarmányozás biológiája. *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest. pp 275-282
12. KAMIŃSKA B Z, BRZÓSKA F, SKRABA B: (2000) High-protein fraction of 00 type rapeseed meal in broiler nutrition. *Journal of Animal and Feed Sciences* 9 pp 123-136
13. KOVÁCS P: (2011) A biodízel gyártás során keletkező glicerin takarmányozási célú felhasználása a hízósertéseknel. *Doktori értekezés* NYME Mezőgazdaság-és Élelmiszertudományi Kar, Mosonmagyaróvár, pp 1-127
14. KRÁLIK G, ŠKRTIĆ Z, KUŠEC G, KADLEC J: (2003) The influence of rape seed/oil on the quality of chicken carcasses. *Czech Journal of Animal Science* 48 pp 77-84
15. KSH: (2012) A fontosabb növények vetésterülete. *Statisztikai tükrök* 57 pp 1-2.

16. LEMING R, LEMBER A: (2005) Chemical composition of expeller extracted and cold-pressed rapeseed cake. *Journal of Agricultural Science* 16 pp 103–109
17. LUKÁCS GY: (1982) Színmérés. *Műszaki Könyvkiadó*. Budapest pp 1-340
18. MÁRKUS R: (2011) A vágósertés-előállítás gazdasági hatékonyságának javítása szántóföldi növények energetikai célra történő feldolgozása során keletkező melléktermékek hasznosításával. *Doktori értekezés* NYME Mezőgazdaság-és Élelmiszertudományi Kar, Mosonmagyaróvár, pp 58-60
19. NASCIMENTO A H, GOMES P C, ROSTAGNO H S, ALBINO L F T, GOMES M F M, RUNHO R C: (1998) Use of canola meal in diets for broiler chickens. *Revista Brasileira de Zootecnica* 6. pp 1168-1176
20. OROSZ SZ, TÓTH T: (2010) A melegen préselt repce szerepe a szarvasmarha takarmányozásában (hazai adatokkal alátámasztva). *Holstein magazin* 3 pp 49-52
21. PÁL L, FARKAS R, DUBLECZ K: (2011) A takarmány repceporácsa és kukorica DDGS kiegészítésének vizsgálata brojler hizlalási kísérletben. *LIII. Georgikon Napok, Keszthely*
22. SCHMIDT J (szerk.): (2003) A takarmányozás alapjai. *Mezőgazda Kiadó*, Budapest
23. SINÓROS SZ B, MEGYES A, SULYOK D, RÁTONYI T: (2007) A biodízel-termelés mint kitörési pont a növénytermesztésben. *Agrárunió* 8 pp 27-30
24. SMULIKOWSKA S, CZERWINSKI J, MIECZKOWSKA A: (2006) Nutritional value of rapeseed expeller cake for broilers: effect of dry extrusion. *Journal of Animal and Feed Sciences* 15 pp 445-453
25. SZAKÁLY S (szerk.): (2001) Tejgazdaságtan. *Dinasztia Kiadó*, Budapest pp 437-438
26. TADELLE D, ALEMU Y, MOGES H M, FASIL K: (2003) Effect of level of rapeseed (*Brassica carinata*) cake in rations on broiler performance. *Livestock Research for Rural Development* 15 pp 4
27. URL¹: www.mol.hu/hu/a_molrol/sd/gazdasagi_fenntarthatosag/uzletfejlesztes/a_jovo_kihivasai/jovo_energiaja/
28. URL²: www.ec.europa.eu/food/food/animalnutrition/feedhygiene/docs/guide_good_practice_feed_materials_v2.2_appendix_4_hu.pdf
29. URL³: www.biomotion-tour.eu/media/downloads/brochures/BIOMOTION_rapsol_HON_DEF.pdf
30. URL⁴: www.ropkft.hu/kezdolap.html