

---

## SZABADGYÖK-KUTATÁS ÉVTIZEDEI

**Szabad gyökök és antioxidánsok az élelmiszerekben, szerepük a táplálkozással összefüggő betegségek kialakulásában. (Szabadgyök kutatások az Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézetben, 1985-2013)**

**Free radicals and antioxidants in food and their role in nutrition related diseases. (Free radical research in the National Institute for Food and Nutrition Sciences between 1985 and 2013)**

**Lugasi Andrea, habil PhD,**

Budapesti Gazdasági Egyetem, Kereskedelmi, Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Kar, Vendéglátás Intézeti Tanszék  
[lugasi.andrea@uni-bge.hu](mailto:lugasi.andrea@uni-bge.hu)

*Initially submitted March 22, 2018; accepted for publication April 18, 2018*

---

### Abstract

This paper presents some selected results of studies on free radicals and antioxidants in foods primarily of animal origin gained at National Institute for Food and Nutrition Sciences between 1985 and 2013. Our data confirmed that meat ingredients of human nutritional importance (e.g. fat content, fatty acid composition and products of oxidative processes) can substantially be modified by feeding and keeping practice and heating however the species, subspecies, gender and the type of muscle also influence these parameters. Nevertheless, we have to consider that improper storage, processing and kitchen practice may annihilate all results gained by innovative feeding procedures (e.g. plants by pasturing/feeding may be advantageous for fatty acid composition and oxidative stability). This way there is no general formula about healthy or unhealthy nature of meat products in terms of scientific points of views without knowing the history of the animal and its meat before serving it to the table.

**Kulcsszavak:** szabad gyökök, takarmányozás, hús, zsírsavösszetétel

**Keywords:** free radicals, nutrition, meat, fatty acid composition

---

### Bevezetés - Ahogy elkezdődött...

Az Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézetben (ma az Országos Élelmezés-egészségügyi és Gyógyszerészeti Intézetbe beolvadva működik) a szabad gyökökkel és az antioxidánsokkal kapcsolatos kutatások kezdetei az 1980-as végek közepére tehetők. A kutatásokat Dr. Dworschák Ernő, az intézet Élelmiszerkémiai-Analitikai Főosztály Vitamin- és Fehérjevizsgáló Osztály osztályvezetője kezdte el. A kezdeti próbálkozások egyszerű analitikai vizsgálatokra szorítkoztak, úgy, mint zsírokban, olajokban hőkezelés, UV sugárzás hatására lejátszódó oxidáció vizsgálata, vagy húsokban zajló folyamatok követése peroxidszám meghatározás segítségével (Dworschák 1988).



1. ábra Az OÉTI Élelmiszerkémiai-Analitikai Főosztály Vitamin és Fehérjevizsgáló Osztály munkatársai 1994-ben (balról jobbra Dr. Lugasi Andrea, Dr. Dworschák Ernő, Ternóczky Miklósné, Hóvári Judit, Kaján Andrea, Berta Jenőné, Dr. Barna Éva)

Már a kezdetekben az érdeklődés középpontjába kerültek a biológiai rendszerekben lejátszódó oxidatív folyamatok, a Szent Imre Kórház (akkor nevén Tétényi úti kórház) Lipid Részlegével együttműködve a 80-as évek közepén malondialdehid mérések történtek elhízottak szérumában, három hetes, testtömegcsökkenést célzó kórházi kezelést megelőzően, majd azt követően. Az eredmények angolul a *Z. für Ernährungswissenschaft*, magyarul az *Egészségtudomány* című folyóiratban kerültek közlésre (Dworschák és mtsai, 1987, 1988, Lugasi és mtsai, 1989). Ezek voltak az első publikációi annak a szabad gyökös reakciókkal és antioxidánsokkal foglalkozó kutatócsoportnak, mely egészen 2013-ig intenzíven kutatta ezt a témát az OÉTI-ben.

Később a vizsgálatok jelentősen kiszélesedtek, állati eredetű élelmiszerekben főként az oxidációt, növényi eredetűekben különböző antioxidánsok szintjét, valamint az ezekre ható külső tényezőket vizsgálta a csoport, állatkísérletekben és intervenciós humán vizsgálatokban a prevenció, a fokozott szabadgyöktermeléssel összefüggő elváltozások megelőzésének tanulmányozása került rá a kutatócsoport palettájára. Jelen közlemény elsősorban az OÉTI kutatócsoportjának állati eredetű élelmiszerekben végzett vizsgálataiból mutat be részleteket, ebből következően (is) az eredmények egy része korábban közlésre került.

### **Anyag és módszer**

A kísérletekben felhasznált húsminták különböző húst adó állatfajokkal végzett vizsgálatokból származnak, ahol a fajta, a tartási mód, a takarmány összetétele, a vizsgált izom típusa, az állat neme vagy a konyhatechnológiai eljárások különbözőségéből eredő változások tanulmányozására került sor (Latif és mtsai, 1996; 1998, Lugasi és mtsai 2000, 2002; 2006a; 2006b).

A húsok zsírtartalmának, valamint a konjugált diének meghatározása az AOAC-ben közölt standard módszerek alapján történt (AOAC, 1984). A malonaldehid-tartalmat tiobarbitursavas színreakció alapján, Ramanathan és Das (1992) módszerével, spektrofotometriásan, 532 nm-en határoztuk meg, standardként 1,1,3,3-tetraetoxi-propánt (FLUKA) alkalmazva. A zsírsavösszetétel meghatározásához a zsírt Folch módszerrel, kloroform-metanol 2:1 arányú elegyével extraháltuk, majd zsírsav-metilésztetek képzését követően gázkromatográfiás elválasztást alkalmaztunk az egyes zsírsavak minőségi és mennyiségi meghatározása érdekében (Folch és mtsai, 1957; MSZ 19928-86, 1987; MSZ ISO 5508, 1992). A mérési eredmények matematikai-statisztikai értékelésére SPSS for Windows 9.0 programot használtunk.

## Eredmények

### Zsírtartalom

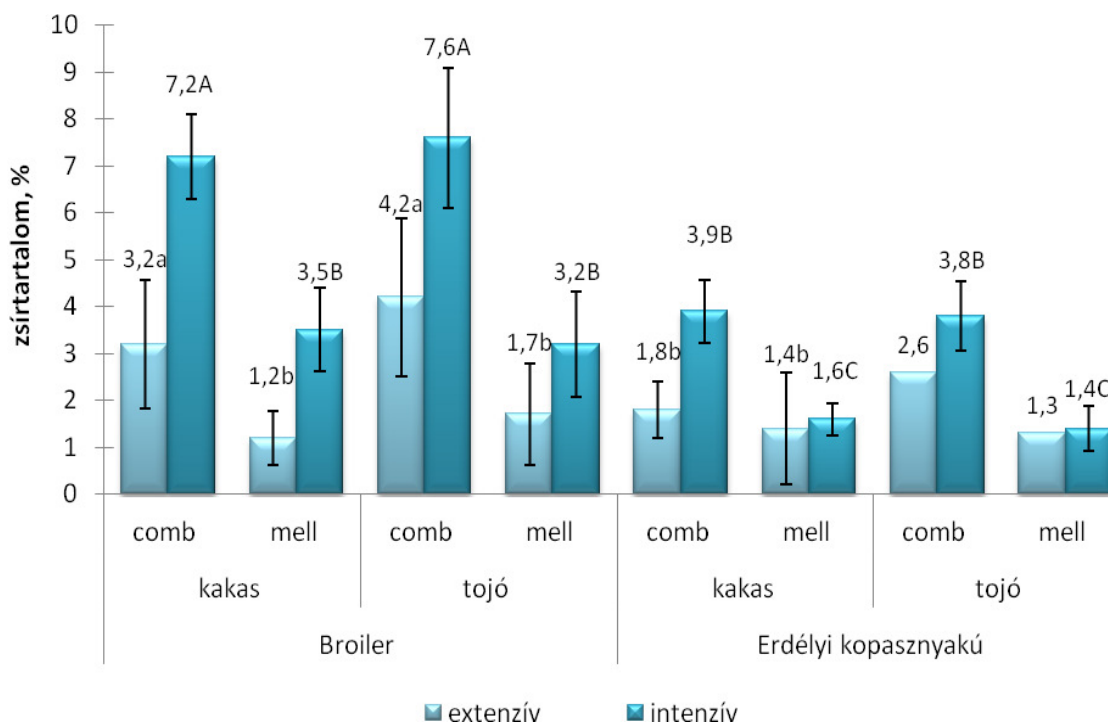
A friss, nyers tőkehúsok esetében a jól látható felületi zsiradék mechanikai úton könnyen eltávolítható, azonban az intramuszkuláris zsír (márványozottság: zsírszövet az izomrostok, izomnyalábok között, zsírcseppek az izomsejteken), melynek nem kontrollált mértékű bevitele összefüggésbe hozható a túlsúly és az elhízás kialakulásának fokozott kockázatával, nem mobilizálható. A húsok zsírtartalma széles határok között mozoghat, a teljesen sovány színhúsé 1-2%, míg a sertés bőrös szalonnája (hasa-háta) akár 65-95% zsírt is tartalmazhat, az izomközi zsiradék kötőszövettel 40-50%-ot, a márványozott izmok pedig 1-10%-t. Házasított állatainkra jellemző, hogy e folyamat eredményeként a hús zsírtartalma és zsírsavösszetétele változik, mind a mellett, hogy a modern állattenyésztés a zsírtartalom csökkentését tűzte ki célul. Így ugyan a jelenlegi fő cél például egy korszerű hússertés előállítás, ami a zsírtartalom csökkenését, de gyakran az érzékszervi tulajdonságok és a szalonna minőségének romlását is eredményezheti. Más, húst adó állatfajok esetében is tapasztalhatók a hús zsírtartalmának csökkentésére irányuló törekvések (Brewer, 2012).

Kísérleti és kontroll takarmányon tartott szőke mangalica és nagyüzemi hússertés (magyar nagyfehér x holland lapály, MNF x HL) combjának (*m. semimembranosus*) zsírtartalmát vizsgáltuk. Mindkét fajta egyedeit részben a mangalica expressz hizlalás elvei alapján, az állatok életkorának és igényeinek megfelelően összeállított takarmányon, részben a modern fajtára kidolgozott kísérleti takarmányon tartottuk, mely 20 % teljes zsírtartalmú szóját tartalmazott. A kontroll tápban 10 % borsóliszt és 10 % korpa volt a szójaliszt helyett (Lugasi és mtsai, 2006a, 2006b). Ennek megfelelően a kontroll és kísérleti takarmányok nyerszsírtartalma 2,2% és 5,2% volt, zsírsavösszetételük pedig jelentősen eltért egymástól. Az állatok átlagosan 115 kg élősúlyban kerültek levágásra, a mangalica sertések ezt a súlyt 378-391, a modern fajta 223-237 nap alatt érte el. Az így nyert húsok szárazanyag-, zsír- és fehérjetartalma az 1. táblázatban látható, melyből kiderül, hogy a zsírtartalmat ebben az esetben alapvetően a genotípus határozta meg, hiszen a mangalica combokban – a takarmány összetételétől függetlenül nagyobb érték volt mérhető (Lugasi és mtsai, 2006a, 2006b; Gundel és mtsai, 2006).

Genotípus	Takarmány	Szárazanyag,%	Zsír, %	Fehérje, %
mangalica	kontroll	31,6 ± 2,0a	10,3 ± 3,8a	22,5 ± 2,6a,b
	kísérleti	30,5 ± 1,6a	9,9 ± 2,3a	21,9 ± 1,8a
MNF x HL	kontroll	28,0 ± 1,3b	5,0 ± 1,8b	23,7 ± 3,5a,b
	kísérleti	28,6 ± 2,4b	6,3 ± 2,9b	23,7 ± 2,4b

2. ábra Kontroll és kísérleti takarmányon tartott mangalica és keresztezett sertések combjának (*m. semimembranosus*) tápanyag-összetétele a,b Az egy oszlopon belül különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek egymástól p < 0,05 valószínűségi szinten.

Intenzíven, nagyüzemi körülmények között, valamint extenzíven, azaz szabad tartásban tartott nagyüzemi baromfifajta (Broiler) és hagyományos magyar fajta (Erdélyi kopasznyakú) tojók mell- (*m. pectoralis major*) és combizmát (*m. ilio tibialis*) is vizsgáltuk tápanyag-összetétel szempontjából (Latif és mtsai, 1996; 1998). Megállapítottuk, – több más eredmény mellett – hogy a Broiler fajta mell- és comb része (bőr nélkül) intenzív körülmények között szignifikánsan nagyobb zsírtartalmat ért el, mint az extenzíven tartott hagyományos baromfi mindkét vizsgált testtája (2. ábra).



3. ábra Extenzíven és intenzíven tartott Broiler és Erdélyi kopasznyakú csirkék comb- és mellizmának zsírtartalma a, b Az eltérő kisbetűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek egymástól p<0,05 valószínűségi szinten A, B Az eltérő nagybetűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek egymástól p<0,05 valószínűségi szinten

Ugyancsak intenzív és extenzív tartási módban egyaránt tartott nagyüzemi (British United Turkey BIG-6) és hagyományos magyar bronzpulyka fajták esetében mindkét nem (kakas, tojó) comb- (*m. ilio tibialis*) és mellizmának (*m. pectoralis major*) összetételét tanulmányoztuk. A 2. táblázatban a húsminták zsírtartalma látható. Az adatok világosan jelzik, hogy az intenzív (zárt) tartás és az ezzel összhangban lévő takarmányozási gyakorlat szignifikánsan nagyobb zsírbeépülést eredményez a nagyüzemi fajta (BUT BIG-6) mindkét testtájában, mindkét nemben, ugyanakkor a magyar bronzpulykára a tartási mód nem volt ilyen hatással. Jól érzékelhető még a testtájak közötti szignifikáns eltérés, a combizmok mindkét fajtában és tartási módban nagyobb zsírtartalmúak, mint a mellizmok. Ez a különbség egyértelműen a két izomcsoport eltérő rendeltetésének következménye. Tendenciaszerű - esetenként szignifikáns - eltérés tapasztalható a két ivar között, a tojók általában zsírosabbak, mint a kakasok.

Tartási mód	BUT BIG-6				magyar bronz			
	tojó		kakas		tojó		kakas	
	comb	mell	comb	mell	comb	mell	comb	mell
Intenzív	9,2± 3,5a,A	3,4± 0,87a,B	7,0± 1,44a,C,E	2,3± 1,03a,D	6,2± 1,36a,C	1,8± 0,41a,D,F	5,3± 1,07a,E	1,6± 0,75a,F
Extenzív	3,6± 0,99b,A	1,1± 0,42b,B,F	3,3± 0,89b,A	0,8± 0,19b,B	5,7± 1,21a,C	2,2± 0,52a,D	4,3± 1,20a,E	1,4± 0,73a,F

4. ábra táblázat BUT BIG-6 és magyar bronzpulykák comb- és mellizmának zsírtartalma (%) a tartási mód függvényében  
a, b Az eltérő kisbetűvel jelölt értékek egy oszlopon belül szignifikánsan eltérnek egymástól  $p < 0,05$  valószínűségi szinten.  
A, B Az eltérő nagybetűvel jelölt értékek eltérnek egy soron belül szignifikánsan egymástól  $p < 0,05$  valószínűségi szinten.

### Zsírösszetétel

Táplálkozás-élettani szempontból a húсок zsírsav-összetétele rendkívül fontos jellemző, hiszen a 2009-es hazai reprezentatív táplálkozás felmérés eredményei szerint a nőknél a telített zsírsav-bevitelünk több mint egynegyedéért, a férfiak esetében pedig egy harmadáért a húсок és húskészítmények felelősek (Sarkadi Nagy és mtsai, 2012, 2017). Ismert tény továbbá, hogy a túlzott telített zsírsav-bevitel jelentős kockázati tényező a szív- és érrendszeri betegségek kialakulásában (Willet, 2012; Geng és mtsai, 2016). A telített zsírsavak a nemzetközi ajánlás szerint az energia-bevitel maximum 10%-át, a magyar ajánlás szerint maximum 7%-át tehetik ki (WHO, 2003; Zajkás, 2010). A 2009-es hazai táplálkozási felmérés (OTÁP2009) szerint ezt az értéket mindkét nem bevitel meghaladta: a telített zsírsavak energiaaránya férfiaknál 11,5%, míg nőknél ennél szignifikánsan kevesebb, csak 10,7% volt (Sarkadi Nagy és mtsai, 2012). A magyar lakosság táplálkozásában a telített zsírsavak legfontosabb forrásai a főzéshez/sütéshez, kenéshez használt zsiradékok voltak, a húсок és húskészítmények (férfiaknál 33%, nőknél 26%) adták a bevitel harmadát, további harmadáért pedig a tej-, tejtermékek voltak felelősek. A többszörösen telítetlen zsírsavak energiaaránya a 2009-es reprezentatív táplálkozási vizsgálatban férfiaknál és nőknél egyaránt 9,2% volt. Mindkét nem, valamennyi korcsoportjának átlagbevitel megfelelt a WHO által javasolt célértékének (6-10 E%) (WHO, 2003). A többszörösen telítetlen zsírsav-bevitel - hasonlóan az egyszeresen telítetlenekéhez - szignifikánsan nagyobb volt a férfiaknál, mint a nőknél (28,9 g, ill. 20,6 g). A férfiak n-3 zsírsavak bevitel szignifikánsan meghaladta a nőkéét (1,1 g vs. 0,9 g). Ezek az értékek 0,4 E% zsírsavenergia-aránynak felelnek

meg, szemben a WHO által ajánlott beviteli céllal, amely 1-2 E% (WHO, 2003). Az n-6 és n-3 zsírsavak aránya 29:1 volt férfiak és 26:1 nők esetében, szemben a javasolt 4:1 aránnyal (Schaefer, 2002).

Általánosságban elmondhatjuk, hogy a húsekben a különböző típusú zsírsavak aránya széles határok között változhat, a telített zsírsavak aránya 35-45%, az egyszeresen telítetleneké 25-50%, a többszörösen telítetleneké pedig 5-35% (Wood és mtsai, 2003; 2008). Mindazonáltal, a termelési gyakorlatban régóta alkalmazott eljárás a húsek (sőt a tej, a tejtermékek és a tojás) zsírsavösszetételének módosítása takarmányozási módszerekkel (Ayerza – Coates, 2001; Wood és mtsai, 2008; Woods és mtsai, 2009). Így a telített zsírsavak aránya 36% alá, míg az esszenciális linolsav aránya 15 % fölé emelhető. A szintén esszenciális  $\alpha$ -linolénsav akár a 9-10 %-ot is elérhet az összes zsírsav %-ban, megjegyzendő azonban, hogy 3% felett már érzékszervi elváltozások (pl. hal íz) és gyors avasodás tapasztalható (Gonzalez-Esquerra - Leeson, 2000; Stanačev és mtsai, 2014).

Zsírsavak (g/kg)	Kontroll	Kísérleti
Mirisztinsav	0,11	0,15
Palmitinsav	3,0	6,32
Sztearinsav	0,26	1,58
Palmitoleinsav	0,03	0,02
Olajsav	2,96	10,3
Linolsav	10,8	29,6
Linolénsav	0	2,8

5. ábra A sertéshízalási kísérletben alkalmazott kontroll és a kísérleti takarmányok zsírsavai, g/kg

A korábban már említett, mangalica és keresztezett sertésfajta bevonásával végzett takarmányozási kísérletben a combminták zsírsav-összetételének meghatározása is megtörtént. A takarmányok zsírsavai a 3. táblázatban, a húsekben mért adatok a 4. táblázatban találhatóak. Figyelemmel arra a tényre, hogy a kísérleti takarmány 20%-ban teljes zsírtartalmú szóját tartalmazott (a kontrollban azonos arányban jelenlévő borsóliszttel és korpával szemben), egyértelműen igazolható a szója zsírsavainak megjelenése az izomszövetben.

Sem a mangalica, sem az ipari sertésfajta húzában nem változott a telített palmitin- és sztearinsav aránya a kísérleti takarmány fogyasztásának hatására, míg a két fajta között szignifikáns eltérés volt kimutatható. Számottevő eltérés az egyszeresen telítetlen palmitolajsav arányában nem volt kimutatható a mangalica húzában, azonban kísérleti takarmányon tartva a keresztezett fajtát, abban kisebb volt e zsírsav aránya az összes zsírsav %-ban. A szintén egyszeresen telítetlen olajsav aránya mindkét fajtában szignifikánsan nagyobb volt a kísérleti takarmány fogyasztásakor, mint kontroll takarmányon tartva az állatokat. Mind a mangalicában, mind a modern fajtában szignifikánsan nagyobb a linol- és a linolénsav aránya is a kísérleti takarmányon tartott állatokban. Érdemes azonban azt is megfigyelni, hogy bár a mangalica és az utóbbi fajta azonos a kísérleti takarmányt fogyasztott, az ipari fajta húzába sokkal nagyobb arányban épült be az n-6 linolsav és az n-3 linolénsav, mint a mangalicáéba. Ráadásul az egyedi zsírsav-arányok olyan kedvezően alakultak, hogy a n-6/n-3 zsírsavak aránya is az egészségesebb irányba változott, közelítve, bár el nem érve az ajánlott 4:1 arányt (Lugasi és mtsai, 2006b).

Genotípus	Takarmány	Palmitinsav, % (C <sub>16</sub> )	Sztearinsav, % (C <sub>18</sub> )
mangalica	kontroll	24,6 ± 1,1a	9,2 ± 1,0a
	kísérleti	24,1 ± 0,9a	8,9 ± 0,9a
MNF x HL	kontroll	23,9 ± 1,0a	11,0 ± 1,0b
	kísérleti	22,7 ± 0,8b	10,9 ± 0,9b

Genotípus	Takarmány	Palmitolajsav, % (C <sub>16:1</sub> )	Olajsav, % (C <sub>18:1</sub> )
mangalica	kontroll	5,2 ± 0,6a	51,2 ± 1,9b
	kísérleti	4,9 ± 0,6a	47,9 ± 1,4a
MNF x HL	kontroll	4,2 ± 0,3c	48,0 ± 2,5a
	kísérleti	3,7 ± 0,5b	41,7 ± 2,4c

Genotípus	Takarmány	Linolsav, % C <sub>18:2</sub> (n-6)	Linolénsav, % C <sub>18:3</sub> (n-3)
mangalica	kontroll	6,2 ± 2,0b	0,4 ± 0,2b
	kísérleti	9,7 ± 0,8a	0,8 ± 0,2a
MNF x HL	kontroll	8,9 ± 2,0a	0,5 ± 0,3b
	kísérleti	16,1 ± 2,3c	1,4 ± 0,3c

Genotípus	Takarmány	n-6	n-3	n-6/n-3
mangalica	kontroll	6,8 ± 2,0a	0,53 ± 0,27a	12,1
	kísérleti	10,3 ± 0,82b	1,12 ± 0,38b	9,2
MNF x HL	kontroll	10,1 ± 2,10b	0,65 ± 0,34a	15,5
	kísérleti	17,2 ± 2,32c	1,80 ± 0,43c	9,6

6. ábrat Mangalica és magyar nagyfehér x holland lapály sertés combjának zsírsavösszetétele az összes zsírsav %-ban  
a,b Az egy oszlopon belül különböző betűvel jelölt, adott zsírsavra vonatkozó értékek szignifikánsan eltérnek egymástól  
p<0,05 valószínűségi szinten.

Az eltérő körülmények között tartott különböző genotípusú pulykák húsának zsírsavösszetétele az egyes zsírsavak vonatkozásában jelentős eltéréseket mutatott. A telített zsírsavak aránya az összes zsírsav %-ban a BIG-6 állatokban kismértékben, de szignifikánsan nagyobb volt az extenzíven tartott állatokban, mint az intenzíven tartottakéban, a bronzpulykáknál nem volt eltérés a tartási mód vonatkozásában (5. táblázat).

Az egyszeresen telítetlen zsírsavak aránya mindkét fajta esetében az extenzíven tartott csoportban szignifikánsan kisebb volt, mint az intenzív körülmények között neveltekben. A bronzpulykák húsában az egyszeresen telítetlen zsírsavak aránya szignifikánsan kisebb volt, mint a BIG-6 állatokéban. A többszörösen telítetlen zsírsavak aránya az extenzív tartás hatására mindkét állatfajtában szignifikánsan nőtt, ugyanakkor a tartási módtól függetlenül a bronzpulykák húsában szignifikánsan nagyobb volt, mint a BIG-6 állatokban.

Az említett zsírsav-csoportokon belül az egyes zsírsavak aránya esetenként eltérő módon változott a tartási-takarmányozási körülmények hatására. Az egyes telített zsírsavak arányát az összes zsírsavon belül a 6. táblázat mutatja. A mirisztinsav (C14:0), a palmitinsav (C16:0) és a margarinsav (C17:0) az extenzíven tartott állatok húzában szignifikánsan kisebb volt, mint az intenzív körülmények között tartott egyedekben. Ezzel szemben az ugyancsak telített sztearinsav (C18:0) szignifikánsan nagyobb arányban volt jelen az extenzíven tartott BUT-6 pulykák húzában, mint az intenzívékében. A palmitinsav mintegy egynegyedét, a sztearinsav 8-12 %-át teszi ki az összes zsírsavnak.

Tartási mód	BUT BIG-6				magyar bronz			
	tojó		kakas		tojó		kakas	
	comb	mell	comb	mell	comb	mell	comb	mell
Telített zsírsavak, %								
Intenzív	33,9± 1,3a	33,0± 2,9a	34,5± 0,4a	33,7± 1,1a	33,2± 0,7a	34,8± 2,1a	32,7± 2,0a	34,5± 2,5a
Extenzív	35,0± 0,8b	36,7± 1,9b	34,3± 1,4a	38,4± 1,2b	33,9± 2,1a	33,9± 1,8a	33,9± 1,6a	34,7± 2,1a
Egyszeresen telítetlen zsírsavak, %								
Intenzív	45,7± 2,0a	45,9± 4,4a	41,0± 1,5a	40,3± 2,3a	39,1± 1,2a	33,6± 2,5a	39,1± 3,2a	33,8± 6,2a
Extenzív	37,6± 2,4b	30,7± 1,8b	36,9± 4,3b	26,9± 2,8b	35,1± 4,1b	36,3± 3,1a	31,8± 3,5b	32,9± 4,4a
Többszörösen telítetlen zsírsavak, %								
Intenzív	19,8± 1,3a	20,0± 2,3a	24,7± 2,6a	25,1± 1,6a	27,0± 1,0a	31,7± 3,1a	27,5± 1,9a	30,8± 4,0a
Extenzív	25,0± 3,1b	31,6± 2,5b	28,3± 3,4b	33,7± 1,9b	29,4± 5,0a	28,2± 2,9b	31,3± 4,5a	31,8± 3,1a

7. ábra A telített, az egyszeresen telítetlen és a többszörösen telítetlen zsírsavak aránya a pulykahús mintákban, az összes zsírsav %-ban  
 a,b Az egy oszlopon belül különböző betűvel jelölt, adott zsírsavra vonatkozó értékek szignifikánsan eltérnek egymástól  
 $p < 0,05$  valószínűségi szinten.

Az egyszeresen telítetlen zsírsavak közül a mirisztolajsav (C14:1) aránya azonos volt az eltérő körülmények között tartott állatokban (az adatokat nem közöljük), míg a palmitolajsav (C16:1), az olajsav (C18:1) és az eikozánsav (C20:1) kisebb, vagy közel azonos arányban volt jelen az extenzíven tartott állatok comb- és mellizmában (7. táblázat), mint az intenzíven tartott állatokéban. Az olajsav aránya az intenzíven és extenzíven tartott állatok húzában esetenként jelentős különbségeket mutatott, a BIG-6 tojók és kakasok mellizmában 10-12, a combokban 4-7 zsírsav% eltérés volt. A magyar bronzpulyka húzában intenzív



tartásmódban a tojó mell kivételével nagyobb volt az olajsav aránya, mint az intenzív körülmények között tartott állatokéban.

Tartási mód	BUT BIG-6				magyar bronz			
	tojó		kakas		tojó		kakas	
	comb	mell	comb	mell	comb	mell	comb	mell
Mirisztinsav, % (C14:0)								
Intenzív	0,75± 0,06a	0,62± 0,08a	0,68± 0,08a	0,62± 0,11a	0,62± 0,08a	0,43± 0,10a	0,66± 0,05a	0,55± 0,08a
Extenzív	0,63± 0,05b	0,52± 0,08b	0,53± 0,10b	0,36± 0,06b	0,52± 0,08b	0,47± 0,05a	0,48± 0,08b	0,46± 0,05b
Palmitinsav, % (C16:0)								
Intenzív	25,2± 0,47a	24,7± 1,6a	24,8± 0,5a	23,9± 0,9a	22,5± 0,5a	21,0± 1,3a	22,0± 0,7a	21,3± 1,6a
Extenzív	24,6± 1,6a	23,5± 1,5a	23,8± 1,0b	23,5± 0,9a	22,7± 1,9a	23,2± 0,8b	22,6± 0,2a	23,4± 1,4b
Sztearinsav, % (C18:0)								
Intenzív	7,5± 0,9a	7,3± 1,3a	8,7± 0,4a	9,0± 0,9a	9,9± 0,6a	13,3± 3,4a	9,7± 1,7a	12,6± 3,8a
Extenzív	9,5± 1,2b	12,6± 1,7b	9,7± 1,9a	14,5± 1,7b	10,6± 2,1a	10,1± 1,0b	10,6± 1,5a	10,7± 1,7a

8. ábra A mirisztin-, palmitin és sztearinsav aránya a pulykahús mintákban, az összes zsírsav %-ban

a,b Az egy oszlopon belül különböző betűvel jelölt, adott zsírsavra vonatkozó értékek szignifikánsan eltérnek egymástól  $p < 0,05$  valószínűségi szinten.

Tartási mód	BUT BIG-6				magyar bronz			
	tojó		kakas		tojó		kakas	
	comb	mell	comb	mell	comb	mell	comb	mell
Palmitolajsav, % (C16:1)								
Intenzív	8,1± 0,5a	8,1± 1,9a	7,1± 0,6a	7,0± 0,9a	5,5± 0,6a	4,5± 0,1a	6,0± 1,4a	4,2± 1,3a
Extenzív	7,2± 0,7b	4,5± 0,6b	7,3± 2,0a	3,6± 1,3b	4,7± 1,1a	4,5± 0,6a	4,2± 0,8b	4,8± 0,8a
Olajsav, % (C18:1)								
Intenzív	36,9± 1,5a	37,1± 2,5a	33,3± 1,5a	32,8± 1,6a	33,0± 0,8a	29,6± 2,5a	32,4± 1,9a	29,2± 4,9a
Extenzív	29,7± 2,6b	25,9± 1,5b	29,0± 2,8b	23,1± 1,7b	29,8± 3,1b	31,2± 2,5a	26,8± 2,6b	27,4± 3,8a
Eikozánsav, % (C20:1)								
Intenzív	0,60± 0,13a	0,48± 0,04a	0,48± 0,08a	0,42± 0,11a	0,47± 0,05a	0,37± 0,10a	0,64± 0,22a	0,35± 0,10a
Extenzív	0,53± 0,24a	0,28± 0,08b	0,42± 0,08a	0,20± 0,10b	0,55± 0,19a	0,53± 0,21a	0,52± 0,13a	0,58± 0,22b

9. ábra Az egyszerűen telítetlen zsírsavak aránya a pulykahús mintákban, az összes zsírsav %-ban

a,b Az egy oszlopon belül különböző betűvel jelölt, adott zsírsavra vonatkozó értékek szignifikánsan eltérnek egymástól  $p < 0,05$  valószínűségi szinten.

A többszörösen telítetlen n-6 zsírsavakat a 8. táblázatban mutatjuk be. A két kettős kötést tartalmazó linolsav (C18:2<sub>n-6</sub>) a BIG-6 állatok húzában az extenzív tartás mellett nagyobb arányban volt jelen, mint intenzív körülmények között, ugyanakkor a bronzpulykákra ellenkező irányú változás volt jellemző. A négy kettős kötést tartalmazó arachidonsav (C20:4<sub>n-6</sub>) változása eltérő mértékű és irányú volt a két különböző fajtájú állatcsoportban. Az extenzíven tartott BIG-6 állatokban szignifikánsan magasabb értékeket tapasztaltunk, mint az intenzív csoportban, az eltérés mértéke a mellmintákban három-négyszeres volt. Ezzel szemben a bronzpulykákban az intenzíven tartott állatokban tapasztaltunk nagyobb arachidonsav arányt, és ugyancsak a mellizmokban volt igen jelentős a különbség. Előzőekből következik, hogy a két genotípus között is szignifikáns eltérés mutatkozott, intenzíven tartva az állatokat a magyar bronzpulykák húzában volt nagyobb az arány, extenzív körülmények között pedig a nagyüzemi típusú BIG-6 fajtában.

Tartási mód	BUT BIG-6				magyar bronz			
	tojó		kakas		tojó		kakas	
	comb	mell	comb	mell	comb	mell	comb	mell
Linolsav, % (C18:2 <sub>n-6</sub> )								
Intenzív	16,9± 1,2a	17,0± 1,5a	20,9± 2,7a	19,5± 0,8a	22,6± 0,6a	21,4± 1,8a	23,1± 1,2a	22,3± 1,1a
Extenzív	19,0± 2,1b	21,3± 2,9b	20,8± 2,0a	21,1± 1,4b	20,6± 2,8a	18,7± 2,1b	21,4± 3,1a	20,1± 1,0b
Arachidonsav, % (C20:4 <sub>n-6</sub> )								
Intenzív	1,15± 0,26a	1,62± 0,61a	2,22± 0,46a	3,30± 1,21a	2,78± 0,53a	7,98± 3,98a	2,66± 0,68a	6,83± 3,30a
Extenzív	2,80± 1,18b	7,17± 2,90b	4,17± 1,02b	9,82± 0,78b	2,53± 1,51a	3,18± 0,56b	3,62± 1,0a	5,78± 3,34a

10. ábra A linol- és az arachidonsav aránya a pulykahús mintákban, az összes zsírsav %-ban

a,b Az egy oszlopon belül különböző betűvel jelölt, adott zsírsavra vonatkozó értékek szignifikánsan eltérnek egymástól  $p < 0,05$  valószínűségi szinten.

A táplálkozás-élettani szempontból nagyon jelentős n-3 zsírsavak a 9. táblázatban láthatók. A három kettős kötést tartalmazó linolénsav (C18:3<sub>n-3</sub>) mennyisége meglepő eltéréseket mutatott a különböző tartási körülmények hatására. Az extenzív körülmények között tartott BIG-6 állatok húzában a linolsav aránya közel háromszor nagyobb, mint az intenzív csoportban, a bronzpulykákban ez az eltérés kilenc-tíz-szer nagyobb volt. Ez a különbség az n-3 típusú zsírsavak jelentősen nagyobb arányú előfordulását eredményezte extenzív tartásmódban, mindkét pulykafajtában.

A négy kettős kötést tartalmazó sztearidonsav (C18:4<sub>n-3</sub>) aránya nem változott, az öt kettős kötést tartalmazó eikozapentaénsav (C20:5<sub>n-3</sub>) és dokozapentaénsav (C22:5<sub>n-3</sub>), valamint a hat kettős kötéssel rendelkező dokozahexaénsav (C22:6<sub>n-3</sub>) mindkét genotípusban, testtájban és ivarban az extenzíven tartott állatok szöveteiben volt jelen nagyobb arányban.

Tartási mód	BUT BIG-6				magyar bronz			
	tojó		kakas		tojó		kakas	
	comb	mell	comb	mell	comb	mell	comb	mell
Linolénsav, % (C18:3 <sub>n-3</sub> )								
Intenzív	0,65± 0,10a	0,55± 0,10a	0,70± 0,09a	0,70± 0,17a	0,63± 0,05a	0,42± 0,15a	0,68± 0,13a	0,43± 0,14a
Extenzív	1,71± 0,36b	1,30± 0,58b	1,58± 0,29b	0,80± 0,68a	5,04± 1,09b	4,72± 0,36b	3,86± 1,17b	3,18± 1,88b
Sztearidonsav, % (C18:4 <sub>n-3</sub> )								
Intenzív	0,23± 0,14a	0,20± 0,06a	0,30± 0,06a	0,36± 0,05a	0,20± 0,01a	0,30± 0,09a	0,28± 0,19a	0,25± 0,08a
Extenzív	0,25± 0,19a	0,18± 0,04a	0,26± 0,05a	0,16± 0,05b	0,27± 0,12a	0,32± 0,10a	0,32± 0,04a	0,34± 0,09a
Eikozapentaénsav, % (C20:5 <sub>n-3</sub> )								
Intenzív	0,22± 0,04a	0,10± 0,01a	0,10± 0,01a	0,14± 0,05a	0,13± 0,05a	0,18± 0,08a	0,28± 0,22a	0,22± 0,04a
Extenzív	0,23± 0,14a	0,24± 0,05b	0,35± 0,05b	0,30± 0,07b	0,47± 0,35b	0,55± 0,26b	0,44± 0,05a	0,48± 0,19b
Dokozapentaénsav, % (C22:5 <sub>n-3</sub> )								
Intenzív	0,28± 0,11a	0,25± 0,10a	0,23± 0,05a	0,54± 0,13a	0,32± 0,13a	0,62± 0,12a	0,28± 0,05a	0,38± 0,12a
Extenzív	0,50± 0,06b	0,70± 0,25b	0,60± 0,14b	0,76± 0,11b	0,72± 0,25b	0,86± 0,05b	0,88± 0,11b	0,96± 0,25b
Dokozahexaénsav, % (C22:6 <sub>n-3</sub> )								
Intenzív	0,33± 0,16a	0,32± 0,17a	0,23± 0,10a	0,62± 0,11a	0,33± 0,12a	0,77± 0,19a	0,26± 0,09a	0,44± 0,05a
Extenzív	0,43± 0,14a	0,70± 0,27b	0,50± 0,11b	0,86± 0,11b	0,62± 0,20b	0,72± 0,13a	0,78± 0,13b	0,88± 0,27b

11. ábra

Az n-3 zsírsavak aránya a pulykahús mintákban, az összes zsírsav %-ban

a,b Az egy oszlopon belül különböző betűvel jelölt, adott zsírsavra vonatkozó értékek szignifikánsan eltérnek egymástól  $p < 0,05$  valószínűségi szinten.

Az n-3 és n-6 zsírsavak arányának fajta, valamint a tartási-takarmányozási körülmények hatására bekövetkezett változásait a 10. táblázatban foglaltuk össze. Nagyon nagy és táplálkozás-élettani szempontból kedvezőtlen az n-6/n-3 arány az intenzív körülmények között tartott bronzpulykák szöveteiben (13:1 - 17:1), kevésbé nagy, de még mindig nem elfogadható az intenzíven tartott BIG-6 pulykákban (9,7:1 - 14,8:1). Jelentős javulás mutatkozik az n-6/n-3 arányban az extenzíven tartott állatokban, mindkét genotípusban. Legkedvezőbbek az értékek az extenzív körülmények között tartott extenzív fajtájú bronzpulykák szöveteiben (3,1:1 - 4,9:1). Ismeretes, hogy az n-6/n-3 arány táplálkozás-élettani szempontból akkor tekinthető elfogadhatónak, ha 4-5 között van, de semmiképpen nem nagyobb, mint 10 (Gómez Candel és mtsai, 2011). Ezért tehát nem célszerű az extenzív bronzpulykákat intenzív, azaz nagyüzemi körülmények között tartani, és a nagyüzemi fajták igényeit kielégítő takarmánykeverékkel etetni. Ugyanakkor a nagyüzemi fajta, a BIG-6 zsírsavösszetétele is kedvezőbb lett extenzív körülmények között tartva, jöllehet a gazdaságossági szempontokat figyelembe véve, ez a tartási mód nem tűnt előnyösnek.

Tartási mód	BUT BIG-6				magyar bronz			
	tojó		kakas		tojó		kakas	
	comb	mell	comb	mell	comb	mell	comb	mell
Intenzív	10,8± 1,8a	13,8± 3,4a	14,8± 2,1a	9,7± 0,5a	16,0± 2,2a	13,0± 1,6a	15,0± 2,7a	17,2± 2,9a
Extenzív	7,1± 1,3b	9,2± 0,9b	7,6± 0,8b	11,0± 1,8a	3,3± 0,7b	3,1± 0,5b	4,1± 0,7b	4,9± 2,2b

12. ábra

Az n-6/n-3 zsírsavak aránya a pulykahús mintákban

a,b Az egy oszlopon belül különböző betűvel jelölt, adott zsírsavra vonatkozó értékek szignifikánsan eltérnek egymástól  $p < 0,05$  valószínűségi szinten.

Nem kétséges, hogy az emberre általában nem jellemző - néhány kivételtől eltekintve - a nyers, hőkezeletlen hús fogyasztása. A zsiradékban, vagy anélkül végzett hőkezelés jelentős mértékben megváltoztathatja hús beltartalmi jellemzőit a nyers állapothoz viszonyítva (Warner és mtsai, 1997). Éppen ezért, bármennyire is sikerül megfelelő takarmányozási, állattartási technológiákkal egészségesnek tűnő nyers húst előállítani, annak emberi szervezetre gyakorolt hatását az aktuálisan alkalmazott konyhatechnológia (zsiradék típusa, zsírsav-összetétele, a hőkezelés hőmérséklete, stb.) számottevően befolyásolja (Cuesta és mtsai, 2001; Haak és mtsai, 2007). Kedvező zsírsav-összetételű nyers húst a nem megfelelően kiválasztott feldolgozási eljárás lényegesen el is ronthat akár táplálkozás-élettani, akár érzékszervi tulajdonságok szempontjából.

Kereskedelmi forgalomból származó sertéscomb mintában bekövetkező zsírsav-összetétel-változásokat vizsgáltunk különböző zsiradékokban történő sütés hatására. A hőkezelések 180 °C-on 5 percig, napraforgó-, repce- és olivaojban, valamint sertészsírban történtek. A forró zsiradék a 100 g-os sertéshús szeleteket ellepte, azaz az eljárás megfelelt a bő zsiradékban történő sütésnek. A sütést követően a húsdarabokat lecsepegtetve, ill. a felületről a zsiradékot papírtörlővel eltávolítva, a sült húsok tömegvesztését és zsírsav-összetételét határoztuk meg.

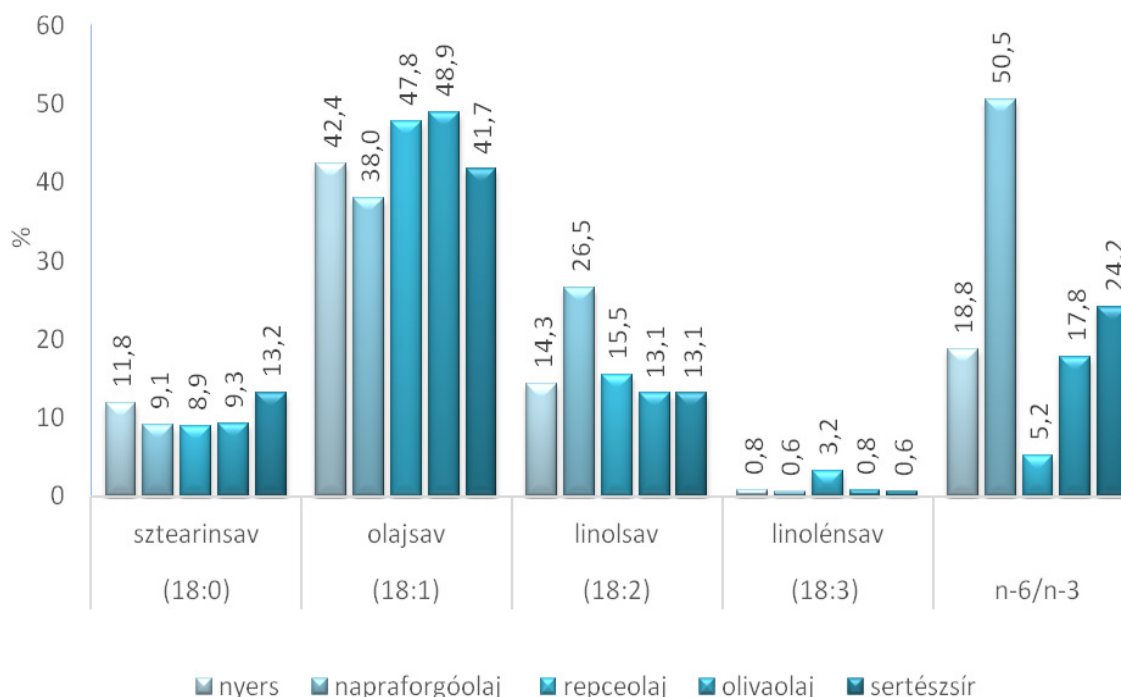
A szakirodalomból jól ismert, hogy a háromféle növényolaj és a sertészsír zsírsavösszetétele számottevően eltér egymástól, amit a 11. táblázatban a vizsgálatban használt mintákban mért adatok is alátámasztanak. A

napraforgóolaj döntő része, közel 60%-a linolsav, a repceolajra ugyanilyen arányban az egyszeresen telítetlen olajsav jellemző. Az olivaolaj is gazdag tárháza az olajsavnak, míg az alkalmazott sertészsír közel 40%-át tesz ki ugyanez a zsírsav, de a linolsav is jelentős arányban fordult elő e kereskedelmi forgalomból beszerzett mintában.

Zsiradék	Sztearinsav (C18:0)	Olajsav (C18:1)	Linolsav (C18:2 <sub>n-2</sub> )	Linolénsav (C18:3 <sub>n-3</sub> )
napraforgóolaj	3,4	28,7	59,2	0,4
repceolaj	1,7	59,9	19,7	9,5
olivaolaj	2,9	71,6	9,6	1,3
sertészsír	16,6	38,3	10,9	0,7

13. ábra A hússütési kísérlethez használt zsiradékok legjellemzőbb zsírsavainak aránya az összes zsírsav %-ában.

A 3. ábrán a nyers és különböző zsiradékokban sült húsok zsírsavösszetétele látható, a telített, az egyszeresen és a többszörösen telítetlen zsírsavak vonatkozásában. A sütés hatására számottevően nőtt a többszörösen telítetlen zsírsavak aránya napraforgó és a repceolajban sült mintákban, repce- és olivaolajban sütéskor a telített zsírsavak aránya jelentősen csökkent. Nem meglepő módon, a sertészsír nem befolyásolta számottevően a benne sült hús zsírsavösszetételét.



14. ábra Nyers és zsiradékban sült sertéshús zsírsav-összetétele az összes zsírsav %-ában

Az egyes zsírsavakat külön-külön vizsgálva, megállapítható, hogy a növényi olajok legjellemzőbb zsírsavai számottevően megváltoztatták a sült hús összetételét. A repce- és az olivaolaj az olajsav, a napraforgóolaj a linolsav arányát (ez utóbbit csaknem kétszeresére) növelte a nyers húshoz képest, míg általában a telített sztearinsav aránya csökkent. A repceolaj linolénsav-tartalma határozottan megjelent a sertéshúsban az

olajban sütés eredményeként. A napraforgóolaj nagy linolsav-tartalma miatt az n-6 és n-3 zsírsava aránya az olajban sült húsban rendkívül nagy (>50), ezzel szemben a repceolaj nagy linolénsav-tartalma következtében a benne sült húsban az arány 5 körüli érték. Így az ajánlott 4:1-5:1 arányt csak a repceolajban sütéskor tudtuk elérni. Az adatok a 4. ábrán láthatók.

### Lipidperoxidációs jellemzők

A húskban már nyers állapotban is kimutathatók a lipidek szabadgyökök által okozta károsodásának eredményei, így a konjugált diének és a tiobarbitursav-reaktív anyagok (malondialdehid) is, ami azt jelzi, hogy ezek a folyamatok már az élő állatban is lejátszódnak, majd azt követően, a körülmények függvényében a hús érésakor is folytatódnak. A konjugált diének a peroxidációs elváltozás kezdeti szakaszát jellemzik, míg a malondialdehid (MDA) inkább a folyamat későbbi szakaszában szaporodik fel (Monahan és mtsai, 1992; Nieto és Ros, 2012).

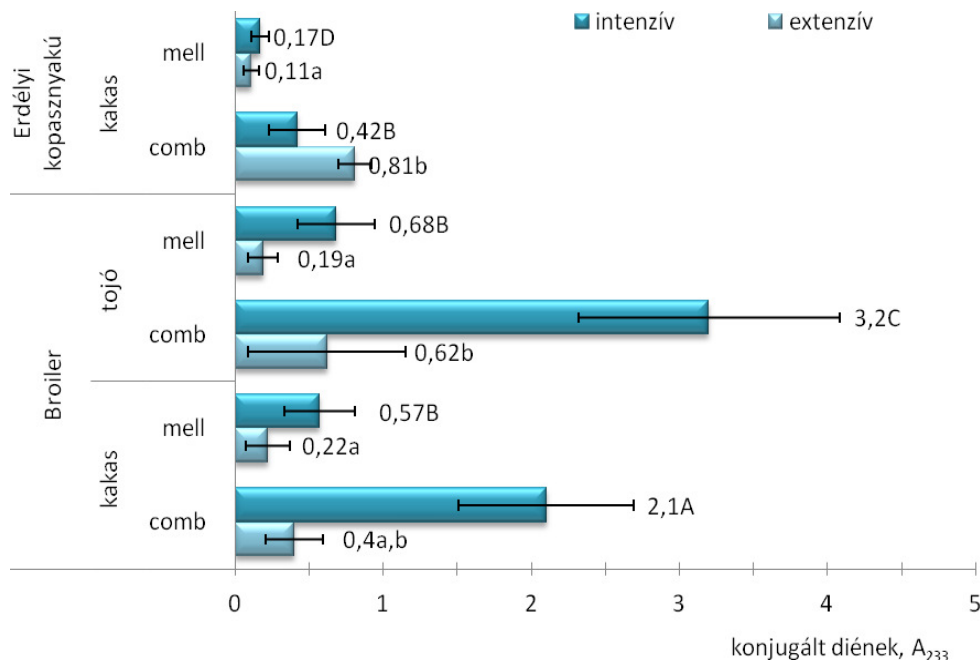
A korábban már bemutatott, mangalicával és keresztezett sertéssel végzett hizlalási kísérlet során a comb minták lipidperoxidációs jellemzői is vizsgálatra kerültek. A konjugált diének, melyek az oxidatív elváltozások korai szakaszában képződnek, kimutathatók voltak a nyers húsmintákban és szignifikánsan nagyobb mennyiségben voltak jelen a nagy zsírtartalmú mangalica húskban, mint az keresztezett fajtában (12. táblázat). A tiobarbitursav-reaktív anyagok mennyiségét kifejező malondialdehid értékek azonosak voltak valamennyi vizsgált húsmintában, jelezve, hogy a nyers húsk oxidatív elváltozásai csak kismértékűek voltak (Lugasi és mtsai, 2002).

Genotípus	Takarmány	Konjugált diének, A <sub>233</sub>	MDA, mg/kg
mangalica	kontroll	1,37 ± 0,70a	0,42 ± 0,16a
	kísérleti	1,60 ± 0,75a	0,53 ± 0,25a
magyar nagyfehér x holland lapály	kontroll	0,48 ± 0,38b	0,41 ± 0,13a
	kísérleti	0,64 ± 0,53b	0,50 ± 0,28a

15.- ábra A konjugált diének és a malondialdehid mennyisége kontroll és kísérleti takarmányon tartott mangalica és keresztezett sertésfajták combjában

a,b Az egy oszlopon belül különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek egymástól p<0,05 valószínűségi szinten

Intenzíven és extenzíven tartott Broiler és Erdélyi kopasznyakú csirkék húskban mért konjugált dién értékek az 5. ábrán láthatók. Az oxidatív elváltozások mértéke jelentősen nagyobb volt az intenzív technológiával tartott Broiler tyúk és kakasok comb- és mellizmában egyaránt, mint extenzív körülmények között, míg az Erdélyi kopasznyakú fajta esetében ez a különbség nem volt számottevő. Ugyancsak a modern fajta esetében volt tapasztalható szignifikáns eltérés a konjugált diének mennyiségében a két testtáj vonatkozásába. A nagyobb zsír- és vastartalmú combokban, már nyers állapotban is előrehaladottabb állapotú oxidáció detektálható, mint a kisebb zsírtartalmú mellizmokban (Latif és mtsai, 1996; 1998).



16. ábra Intenzíven és extenzíven tartott Broiler és Erdélyi kopasznyakú csirkék comb- és mellizmában mérhető konjugált diének

a, b Az eltérő kisbetűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek egymástól p<0,05 valószínűségi szinten.

A, B Az eltérő nagybetűvel jelölt értékek eltérnek egymástól p<0,05 valószínűségi szinten.

Tartási mód	BUT BIG-6				magyar bronz			
	tojó		kakas		tojó		kakas	
	comb	mell	comb	mell	comb	mell	comb	mell
Konjugált diének, 1 g minta 10 ml izooktánban, A <sub>233</sub>								
Intenzív	2,99± 2,0a	0,64± 0,27a	1,86± 0,44a	0,84± 0,10a	0,71± 0,36a	0,07± 0,06a	0,80± 0,74a	0,07± 0,02a
Extenzív	1,53± 0,47b	0,48± 0,18a	0,63± 0,32b	0,07± 0,04b	0,77± 0,50a	0,25± 0,08b	0,55± 0,28a	0,21± 0,11b
Malondialdehid, mg/kg								
Intenzív	2,59± 1,04a	1,74± 0,39a	2,25± 0,83a	1,27± 0,21a	2,87± 0,67a	1,38± 0,37a	2,09± 0,51a	0,93± 0,26a
Extenzív	1,25± 0,23b	0,63± 0,11b	1,37± 0,33b	0,60± 0,21b	2,11± 0,80b	0,98± 0,69b	0,77± 0,10b	0,48± 0,08b

17. ábra Lipidperoxidációs jellemzők (konjugált diének, malondialdehid) mennyisége a húsmintákban

a,b Az egy oszlopon belül különböző betűvel jelölt, adott összetevőre vonatkozó értékek szignifikánsan eltérnek egymástól p<0,05 valószínűségi szinten



A lipidperoxidációs jellemzők közül a malondialdehid (MDA) és a konjugált diének mennyiségének, az antioxidáns védelmi rendszer elemeiből pedig a kataláz és a glutation-peroxidáz (GSH-Px) enzimek aktivitásának meghatározása történt meg, de jelen beszámolóban az enzimaktivitások bemutatásától eltekintünk. Korábbi vizsgálatainkkal összhangban az extenzív körülmények között tartott állatok húzában (mindkét genotípus, ivar és testtáj esetében) a lipidperoxidációs elváltozások alacsonyabb szintje tapasztalható, mind a malondialdehid, mind a konjugált diének tekintetében (13. táblázat). A konjugált diének mennyisége az intenzíven és extenzíven tartott bronzpulykákban is szignifikánsan kisebb volt, mint az intenzív BIG-6 fajtában. A MDA értékek csak tendenciaszerűen mutattak kisebb értéket a bronzpulykákban. Mindkét jellemző szignifikánsan nagyobb értéket mutatott valamennyi csoportban - mindkét genotípus, mindkét kezelés, mindkét ivar - a comb mintákban, mint a mellizomban. Az ivarok között csak néhány esetben tapasztaltunk szignifikáns különbségeket. Az MDA értékek a bronzpulyka intenzíven és extenzíven tartott csoportjaiban is a tojók mell és comb mintáiban voltak magasabbak, míg a konjugált diéneket tekintve a BIG-6 tojók mutattak nagyobb értéket, mint az ugyanilyen fajtájú kakasok, mindkét tartási módban.

### Összefoglalás

Jelen tanulmányban többféle állatfajjal végzett takarmányozási és egyéb kísérletek eredményeiből olvashatók be szemelvények. Az eredmények mind azt igazolják, hogy a hús humán táplálkozási szempontból jelentős összetevőit számos tényező határozza meg, köztük a faj, a fajta, a testtáj (vagy inkább izom/izomcsoport és az, hogy milyen típusú munkavégzés jellemző az adott izomra), az ivar, a tartási és takarmányozási körülmények; és akkor még nem is beszéltünk az állat vágása előtti és alatti körülményekről, a tárolás és a hőkezelés által előidézett változásokról, a különböző konyhatechnológiai folyamatok, a fűszerek és a készétel előállításánál hozzáadott egyéb anyagok hatásairól.

A mindennapi állattenyésztésben a nyers tőkehús vonatkozásában számos tényező sokszor együttesen jut érvényre, ezért nem lehet általánosságban beszélni arról, hogy a húskészítmények nagy zsír- és koleszterintartalmúak, táplálkozási szempontból kedvező vagy kedvezőtlen a zsírsav-összetételük, esetleg jó vitamin-, ill. ásványianyag-források, mert ezek a tulajdonságok széles határok között változhatnak. Ráadásul, amit sikerül elérnünk egy innovatív takarmányozási eljárással (például a legeltetés/takarmányozás során elfogyasztott növények zsírsavai kedvezően befolyásolják a hús zsírsav-összetételét és oxidatív stabilitását, vagy D-vitaminnal dúsított takarmány fogyasztásával a tej D-vitamintartalmát növeljük), azt el is ronthatjuk nem megfelelő tárolási, feldolgozási vagy ételkészítési eljárással - az előző példánál maradva kedvező zsírsav-összetételű hús kedvezőtlen zsírsavösszetételű zsiradékban történő hőkezelése, vagy a D-vitaminnal dúsított tejből csökkentett zsírtartalmú tejtermék előállításával. Ennek megfelelően, nem kétséges, hogy a húskészítményeknek jelentős, nem elhanyagolható és nem helyettesíthető szerepe van az emberi táplálkozásban, de nem feledkezhetünk meg arról, hogy csak akkor mondhatjuk egy adott húsról, húskészítményről határozottan, hogy egészséges vagy egészségtelen, ha ismerjük az előtörténetét, azaz, hogy mi történt az állattal, a hússal, mielőtt az asztalunkra került.

Napjaink fontos kérdése, hogy az egészséges táplálkozásra vonatkozó ajánlások vajon hogyan és mennyire egyeztetethetők össze a fenntarthatóság kérdéseivel, többek között az üvegház hatású gázok kibocsátásával, a karbon-, ill. ökológiai lábnyom, a biológiai sokszínűség, biodiverzitás különböző aspektusaival (Macdiarmid, 2013; Auestad, 2015; Alsaffar, 2016). Tény, hogy a hagyományos állatfajták legtöbbször a lassúbb növekedés, gyengébb takarmányhasznosítási potenciál jellemző, mint az ipari fajtákra. Ugyanakkor - egyes kísérleteinkben igazolt kedvezőbb táplálkozás-életleni jellemzőkön túlmenően - segítségükkel a

genetikai sokszínűség megőrzése, a lokális élelmiszeralapanyag-hasznosítás és az ezzel együttjáró kisebb üzemanyag-felhasználás a fenntartható fogyasztás lényeges elemei és így mindenképpen támogatandók.

## BIBLIOGRÁFIA

- ALSAFFAR, A. A.: Sustainable diets: The interaction between food industry, nutrition, health and the environment. *Food Sci. Technol. Int.*, 2016, 22. 2. 102-111.
- AOAC. Official Methods of Analysis (24.003, 28.054) 1984, 14th edition, Arlington, VA, USA
- AUESTAD, N., FULGONI, V. L.: What current literature tells us about sustainable diets: Emerging research linking dietary patterns, environmental sustainability, and economics. *Adv. Nutr.* 2015, 6. 19-36. <https://doi.org/10.3945/an.114.005694>
- AYERZA, R., COATES, W. : Omega-3 enriched eggs: the influence of dietary alpha-linolenic fatty acid source on egg production and composition. *Canadian J. Animal Sci.*, 2001, 81. 355-362. <https://doi.org/10.4141/A00-094>
- BREWER, M. S.: Reducing the fat content in ground beef without sacrificing quality: a review. *Meat Sci.*, 2012, 1. 4. 385-395.
- CUESTA, C., ROMERO, A., SANCHEZ-MUNIZ, F. J.: Fatty acid changes in high oleic acid sunflower oil during successive deep-fat frying of frozen foods. *Food Sci. Technol. Int.* 2001, 7. 317-328. <https://doi.org/10.1106/197R-7YNE-8QNH-715Y>
- DWORSCHÁK, E., BÍRÓ, GY., PADOS, GY., HORVÁTH, M., LUGASI, A., ZSINKA, Á.: Lipid characteristics and malondialdehyde level in the sera of obese people. *Z. für Ernährungswiss.* 1987, 26. 165-170. <https://doi.org/10.1007/BF02039138>
- DWORSCHÁK, E., LUGASI, A., BLÁZOVICS, A., BÍRÓ, GY., BIACS, P., ZSINKA, Á.: Szabadgyök reakciók vizsgálata húsipari termékekben. *Élelmezési Ipar*, 1988, 42. 342-345.
- DWORSCHÁK, E., LUGASI, A., PADOS, GY., BÍRÓ, GY., ZSINKA, Á.: Changes of some lipid and lipidperoxidation characteristics in obese people as a result of a low energy diet. *Z. für Ernährungswiss.* 1988, 27. 207-215. <https://doi.org/10.1007/BF02019508>
- FOLCH, J., LEES, M., SLAON-STANLEY, G. N.: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 1957, 226. 497-509.
- GENG, Z., LI, Y., WANDERS, A. J., ALSSEMA, M., ZOCC, P. L., WILLETT, W. C., HU, F. B., SUN, Q.: Intake of individual saturated fatty acids and risk of coronary heart disease in US men and women: two prospective longitudinal cohort studies. *Br. Med. J.*, 2016, 355. i5796 <https://doi.org/10.1136/bmj.i5796>
- GÓMEZ CANDELA, C., BERMEJO LÓPEZ, L. M., LORIA KOHEN, V.: Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health. *Nutritional recommendations. Nutr Hosp.*, 2011, 26. 2. 323-329.
- GONZALEZ-ESQUERRA, R., LEESON, S.: Effects of menhaden oil and flaxseed in broiler diets on sensory quality and lipid composition of poultry meat. *Br. Poultry Sci.*, 2000, 41. 4. 481-488.
- GUNDEL, J., HERMÁN, I., SZELÉNYINÉ GALÁNTAI, M., ÁCS T., REGIUSNÉ MŐCSÉNYI, Á., BOROSNÉ GYŐRI, A., LUGASI, A., CSAPÓ, J., SZABÓ, P., MIHÓK, S., BODÓ, I., VADÁNÉ KOVÁCS, M.: A takarmányozás hatása a magyar nagyfehér x magyar lapály és szőke mangalica sertések hizlalási teljesítményére. 2. közlemény: A takarmányozás hatása az eltérő élősúlyban vágott sertések zsírsjának zsírsavösszetételére. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 2006, 55. 1. 73-90.
- HAAK, L., SIOEN I, RAES, K., CAMP, J. V., DE SMET, S.: Effect of pan-frying in different culinary fats on the fatty acid profile of pork. *Food Chem.*, 2007, 102. 857-864. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.054>
- LATIF, S., DWORSCHÁK, E., LUGASI, A., BARNA, É., GERGELY, A., CZUCZY, P., HÓVÁRI, J., KONTRASZTI, M., NESZLÉNYI, K., BODÓ, I.: Comparison of characteristic components from

- chickens of different genotype kept in intensive and extensive farming system. *Nahrung*, 1996, 40. 319-325. <https://doi.org/10.1002/food.19960400606>
- LATIF, S., DWORSCHÁK, E., LUGASI, A., BARNA, É., GERGELY, A., CZUCZY, P., HÓVÁRI, J., KONTRASZTI, M., NESZLÉNYI, K., BODÓ, I.: Influence of different genotypes on the meat quality of chicken kept in intensive and extensive farming system. *Acta Alim.*, 1998, 27. 65-77.
- LUGASI, A., DWORSCHÁK, E., PADOS, GY., ZSINKA, Á., BÍRÓ GY.: Elhízott egyének szérum lipidjei és lipidperoxidációs paraméterei alacsony energiájú diéta előtt és után. *Egészségtudomány*, 1989, 33. 108-115.
- LUGASI, A., FARKAS, J., BÖLCSKEY, K., HÓVÁRI, J., BODÓ, I.: Az oxidációt fokozó eljárások hatása a lipidperoxidációra különböző genotípusú szarvasmarhák húsában. *A HÚS*, 2000, 10. 145-151.
- LUGASI, A., NESZLÉNYI, K., GERGELY, A., HÓVÁRI, J., BARNA, É., KONTRASZTI, M., HERMÁN, I., GUNDEL, J., BODÓ, I.: Különböző genotípusú sertések húsminősége. A sertésenyésztés és a vágósertés előállítás alternatívái. Szerk.: Szabó P. (ISBN 963 9274 348), Debrecen, 2002, pp. 445-455
- LUGASI, A., NESZLÉNYI, K., HÓVÁRI, J., LEBOVICS, V. K., HERMÁN, A., ÁCS, T., GUNDEL, J., BODÓ, I.: Dietary manipulation of meat fatty acid composition in Hungarian mangalica and an industrial genotype of pigs. *Acta Alim.*, 2006b, 35. 4. 385-395.
- LUGASI, A., GERGELY, A., HÓVÁRI, J., BARNA, É., KERTÉSNÉ LEBOVICS, V., KONTRASZTI, M., HERMÁN, I., GUNDEL, J.: A mangalica húsminősége és táplálkozási jelentősége. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 2006a, 55. 3. 263-276.
- MACDIARMID, J. I.: Is a healthy diet an environmentally sustainable diet? *Proc. Nutr. Soc.*, 2013, 72. 13-20. <https://doi.org/10.1017/S0029665112002893>
- MAGYAR SZABVÁNY MSZ 19928-86/1987: Zsír-sav-metilészterek előállítása gázkromatográfiás vizsgálatok céljára. (Preparation of fatty acid methyl esters for gas chromatography analysis), Hungarian Office of Standardization, 1987, Budapest, Hungary
- MAGYAR SZABVÁNY MSZ ISO 5508: A zsír-savösszetétel meghatározása gázkromatográfiás módszerrel. (Analysis of methyl esters of fatty acids by gas chromatography) Hungarian Office of Standardization, 1992, Budapest, Hungary
- MONAHAN, F. J., BUCKLEY, D. J., MORRISSEY, P. A., LYNCH, P. B., GRAY, J. I.: Influence of dietary fat and a-tocopherol supplementation on lipid oxidation in pork. *Meat Sci.*, 1992, 31. 229-241. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(92\)90042-3](https://doi.org/10.1016/0309-1740(92)90042-3)
- NIETO, G., ROS, G.: Modification of fatty acid composition in meat through diet: Effect on lipid peroxidation and relationship to nutritional quality – A review. In: *Biochemistry, Genetics and Molecular Biology. Lipid Peroxidation*. Ed: CATALA, A., InTech Publishing, 2012, 239-258. ISBN 978-953-51-0716-3, <https://doi.org/10.5772/51114>
- RAMANATHAN, L., DAS, N. P.: Studies on the control of lipid oxidation in ground fish by some polyphenolic natural products. *J. Agric. Food Chem.*, 1992, 40. 17-21. <https://doi.org/10.1021/jf00013a004>
- SARKADI NAGY, E., BAKACS, M., ILLÉS, É., NAGY, B., VARGA, A., KIS, O., SCHREIBERNÉ MOLNÁR, E., MARTOS, É.: Országos Táplálkozás és Tápláltsági Állapot Vizsgálat – OTÁP2014. II. A magyar lakosság energia- és makrotápanyag-bevitele. *Orv. Hetilap*, 2017, 158. 15. 587–597.
- SARKADI NAGY, E., BAKACS, M., ILLÉS, É., ZENTAI A., LUGASI A., MARTOS, É.: Országos Táplálkozás- és Tápláltsági Állapot Vizsgálat – OTÁP 2009. II. Energia és makrotápanyagok. *Orv. Hetilap*, 2012, 153. 27. 1057-1067.
- SCHAEFER, E. J.: Lipoproteins, nutrition, and heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2002, 75. 2. 191-212.
- STANAČEV, Ž., MILOŠEVIĆ, N., PAVLOVSKI, Z., MILIĆ, D., VUKIĆ VRANJEŠ, M., PUVAČA, N., STANAČEV, V. S.: Effects of dietary soybean, flaxseed and rapeseed oil addition on Broilers meat quality. *Biotechnol. Anim. Husb.*, 2014, 30. 4. 677-685.

- WARNER, K., ORR, P., GLYNN, M.: Effect of fatty acid composition of oils on flavor and stability of fried foods. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1997, 74.4. 347-356.
- WHO: Joint WHO/FAO Expert Consultation: Diet, Nutrition, and Prevention of Chronic Diseases. WHO Geneva, 2003, Techn. Rep. Ser. 916.
- WILLETT, W. C.: Dietary fats and coronary heart disease. *J. Int. Med.*, 2012, 272. 13-24. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2012.02553.x>
- WOOD, J. D., ENSER, M., FISHER, A. V., NUTE, G.R., SHEARD, P. R., RICHARDSON, R. I., HUGHES, S. I., WHITTINGTON, F. M.: Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci.*, 2008, 78. 343–358. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.019>
- WOOD, J. D., RICHARDSON, R. I., NUTE, G. R., FISHER, A. V., CAMPO, M. M., KASAPIDOU, E., SHEARD, P. R., ENSER, M.: Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci.*, 2003, 66. 21-32. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00022-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00022-6)
- WOODS, V. B., FEARON, A. M.: Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs: A review. *Livestock Sci.*, 2009, 126. 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.07.002>
- Zajkás, G.: A táplálkozás fő irányelvei a szív- és érbetegségek megelőzésének érdekében. *Metabolizmus*, 2010, VIII Suppl. A, 19-23.