

A TAKARMÁNYOZÁS HATÁSA A KÉRŐDZŐK HÚSÁNAK MINŐSÉGÉRE

HUSVÉTH FERENC — PÁL LÁSZLÓ — MAGYAR B. LÁSZLÓ

ÖSSZEFOGLALÁS

A kérődzőhúsok fogyasztásának mértéke világviszonylatban és hazánkban is csökkenő tendenciát mutat. Ahhoz, hogy a kérődző-húsokból származó éves húsfogyasztás újra elérje a néhány évvel ezelőtti értéket, jelentős fejlesztést kell végrehajtani a minőség vonatkozásában.

A húsok minőségét nagymértékben befolyásolja az állatok takarmányozása. Ez a tanulmány ezért azokat a takarmányozással összefüggő tényezőket tárgyalja, amelyek a kérődzőhúsok minőségét legjobban befolyásolják. Áttekinti azokat a lehetőségeket, amelyek a vágott test összetételét határozzák meg. Tárgyalja azokat a takarmányozási tényezőket, amelyek a hús biokémiai összetétele, különösen zsírsav-összetétele és CLA tartalma függ. Ezt követően a hús élvezeti értéket meghatározó minőségi tulajdonságok, szín, íz és szaghatások valamint a porhanyósság takarmányozási összefüggéseit mutatja be.

SUMMARY

Husvéth, F. – Pál, L. – Magyar, B.L.: NUTRITIONAL EFFECTS ON MEAT QUALITY OF RUMINANTS

The consumption of ruminant meat has been decreased lately. To stop this decrease and restore the level showed some years ago success will be required in the production of high quality meat to ensure consumer satisfaction.

Quality of meats significantly depends on the feeding and nutrition of the animals. For this reason this study discusses the nutritional factors highly influence the quality of the ruminant meats. At first, this review will focus on the effects of feeding, which influences the characteristics of the carcass. Then the nutritional factors, determine the biochemical composition of the meats are discussed. At last the sensory qualities of the meat are outlined focusing on the nutritional means, influencing the colour, flavour and tenderness, respectively.

BEVEZETÉS

A kérődzők húsa fontos jelentőséggel bír az emberiség táplálóanyag ellátásában. Energiatartalma kissé nagyobb, mint a sertés vagy a baromfifélék húának, fehérjetartalma közel azonos a sertésével, és benne különösen kiemelkedik a vas és a B vitamin csoport egyes tagjainak mennyisége a többi húsféléseghöz viszonyítva (1. táblázat). Hátrányai között említhető a lipidjeiben lévő telített és telítetlen zsírsavak kedvezőtlen aránya, koleszterintartalma, az általános hiedelmek ellenére, nem haladja meg a többi húsféléségét.

1. táblázat

Különböző állatfajok húsból készült sültszeletek kémiai összetétele (Favier és mtsai, 1995)

	Marha(1)	Sertés(2)	Csirke(3)
Energia, BE/KJ/100 g(4)	700	667	678
Fehérje, g/100 g(5)	28,1	28,8	56,4
Zsír, g/100 g(6)	6,0	4,8	6,2
Koleszterin, g/100 g(7)	0,06	0,07	0,09
Telített/telítetlen zsírsav(8)	0,86	0,61	0,43
Fe, mg/100 g	3,0	1,5	1,3
Niacin, mg/100 g	4,5	4,7	7,7
E-vitamin, mg/100 g	0,3	0,1	0,2
B ₆ -vitamin, mg/100 g	0,4	0,4	0,4
B ₁₂ -vitamin, mg/100 g	2,0	0,6	0,3
Folsav, mg/100 g(9)	15,0	6,0	8,0

Table 1.: Comparison of cooked meat composition of different animal species beef(1), pork(2), chicken(3), energy (GE)(4), protein(5), fat(6), cholesterol(7), fatty acids saturated/unsaturated(8), folacin(9)

A fejlett gazdasággal rendelkező országokban, a kérődző húrok, a teljes húsfogyasztás hozzávetőlegesen negyed részét teszik ki (2. táblázat). Hazánkban ez az érték a marha-, borjú- és juhhús összességében tekintve jóval kisebb; a 2004. évi adatok szerint 6% körül alakul (KSH, 2006). Abszolút számokban bemutatva, a marha- és borjúhús fogyasztása az 1980-ban elért 9,6 kg/fő értékről, 2004-re 3,9 kg/fő mennyiségre csökkent (1. ábra).

2. táblázat

Húsfogyasztás Magyarországon és az OECD² országokban

Állatfaj(1)	Magyarország ¹ (2)		OECD ²	
	kg	%	kg	%
Marha és borjú(3)	3,9	5,7	15,9	23,9
Sertés(4)	28,8	41,9	23,5	35,3
Baromfi(5)	32,3	46,9	25,2	37,9
Juh és kecske(6)	0,2	0,3	1,8	2,7
Összes húsfogyasztás(7)	68,8*	100,0	66,5	100,0

*Az összes hazai húsfogyasztás magába foglal még 2,6 kg belsőséget és 1,0 kg egyéb húsféléséget(8); ¹=KSH (2006); ²=Popp (2003)

Table 2.: Annual meat consumption in Hungary and OECD countries species(1), Hungary(2), cattle and veal(3), pork(4), poultry(5), sheep and goat(6), total meat consumption per year(7), *total annual meat consumption also includes 2,6 kg of chitterlings and 1,0 kg from other species(8)

1. ábra: Az egy főre jutó marha- és borjúhúsfogyasztás Magyarországon, 1980–2004 között

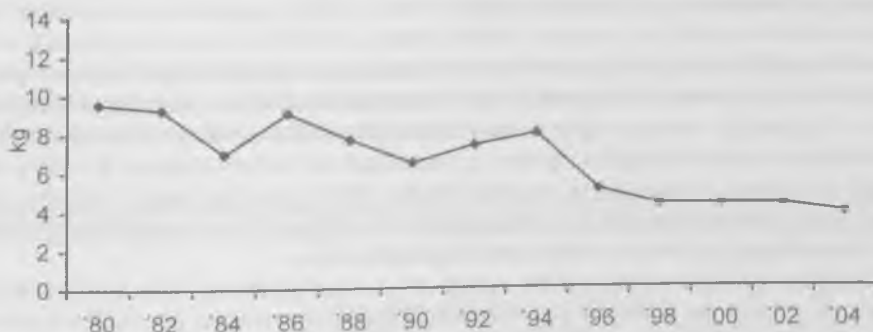


Fig. 1.: Beef and veal consumption per capita in Hungary, years 1980–2004

A csökkenés okát több tényezőre lehet visszavezetni. Bizonyos az, hogy a fehér húsok alacsonyabb ára és az étkezési szokások megváltozása jelentős szerepet játszott a kérődzőhúsok, főként a marhahús fogyasztásának csökkenésében. Az utóbbiakban említett ok eredője elsősorban az egészségesebb táplálkozás iránti igény növekedéséből fakad. A marhahús lipidjeit alkotó magasabb telített zsírsav és transz monoén zsírsavhányad, rizikó faktornak számít bizonyos szív- és érrendszeri betegségek, valamint daganatos elváltozások kialakulásához. A köztudatban a kérődzőhúsok koleszterin tartalmát alaptalanul magasabbnak gondolják, mint az valójában mérhető. Ez ugyancsak visszatartja a fogyasztókat a kérődzőhúsok étkezési célú felhasználásától. Hazánkban az alacsonyabb szintű kérődzőhús fogyasztásának egyik jelentős oka az is, hogy a jó minőségű marha-, borjú-, juh- vagy kecskehús alapvetően hiányzik a magyar boltokból. A kiváló értéket képviselő magyar vágómarhát külföldi piacokon értékesítik. A belföldi piacokra főként az alacsonyabb minőségű és élvezeti értékű állatok kerülnek. A vélt és valós hátrányukkal szemben, ugyanakkor a kérődzőhúsok több területen felülmúlják a fehérhúsokat. Gasztronómiai értékük kiemelkedő. A vas és néhány B vitamin-családba tartozó esszenciális vegyület koncentrációja jóval felülmúlja akár a sertés, akár a baromfi húsokét (1. táblázat). Az utóbbi években felfedezett, az állati szövetek lipidjeiben előforduló, daganatképződést gátló és egyéb gyógyhatású zsírsavak (CLA), legnagyobb mennyiségben ugyancsak a kérődzőkben találhatók meg.

Ha azt akarjuk, hogy a fogyasztók bizalma a kérődzőhúsokkal szemben visszaálljon, és hogy a fogyasztás mértéke megközelítse, vagy túllepje az 1980. év szintjét, jóval nagyobb gondot kell fordítani a húsok minőségére. Mint más húsok esetében is, a kérődzőhúsok minőségét tenyésztési (genetikai), tartási és takarmányozási körülmények határozzák meg. A kérődzők előgyomraiban működő mikrobiológiai fermentáció a takarmányozási különbségekből adódó hatásokat mérsékli, ennek eredményeként a kérődzők húsféleségeit alkotó szövetek összetételének befolyásolása összetettebb kérdés, mint monogasztrikusokban. Az itt közölt munkának elsődleges célja az, hogy összefoglalja azokat a főbb ismereteket, amelyek birtokában a kérődző-fajok, beleértve a kérődző vadakat

is, húsának minősége fokozható és ezzel hozzájáruljon a kérődzőktől származó élelmiszerforrások népszerűsítéséhez.

A hasított test minősége: A hasított test (carcass) minőségét kifejező paraméterek nem közvetlenül húsmínőség kifejezésére szolgáló mutatók, különösen nem a fogyasztó szempontjából. Az állattenyésztő és a húsipar szempontjából ugyanakkor olyan kategória, amely a vágóállat és természetesen a belőle készített termékek minőségét is meghatározza. Ennek okából, ezen részben azokat a főbb takarmányozási összefüggéseket foglaljuk össze, amelyek a hasított test összetételét jellemző módon befolyásolják.

Számos irodalom foglalkozik azzal az összefüggéssel, ami a vágóállatok takarmányozása és a vágott test minősége között fennáll. Az itt közölt kutatások elsősorban a takarmányozás intenzitásának, az abrak és a szálastakarmány arányának, az energia-koncentráció és a fehérje mennyiségének hatásait tanulmányozzák. Jelentős különbségek mutatkoznak a témát érintő hasonló kutatások eredményei és az azokból levonható következtetések között. Egyértelműen kitűnik azonban az, hogy a takarmányozás intenzitása nagyobb mértékben befolyásolja a növekedés (súlygyarapodás) mértékét és a takarmányértékesülés hatékonyságát, mint a test összetételét (Comerford és mtsai, 1992; Loerch és Fluharty, 1998; Rossi és Loerch, 2001). Nem elhanyagolható ugyanakkor az említett tényezőknek a hasított testsúlyra, annak zsírtartalmára, a vágási kihozatalra, az értékes húsrészekre és a hús márványozottságára gyakorolt hatása. A legtöbb idevonatkozó kutatás azt igazolja, hogy az abrak hányadának növelése, különösen a hizlalás kezdeti időszakában, fokozza a zsírbeépülést és ezen keresztül az inter- és intramuszkuláris zsírok mennyiségét (Madler és mtsai, 1998). A nagyobb szálastakarmány hányad viszont a nagyobb ballaszttartalom következtében növeli az emésztőszervek térfogatát és súlyát, amely csökkenti a hasított test (carcass) súlyát és relatív arányát. Hazánkban Várhegyiné és Várhegyi (2005) közöl adatokat az eltérő tömegtakarmány:abrahányad testösszetételre gyakorolt hatását tekintve magyar tarka, hereford, charolais és holstein fríz növendékmарhákkal végzett vizsgálataik alapján. Kísérleteikben a takarmányozás intenzitásának növelése javította a vágási %-ot, növelte a testüregi és kivágott faggyú mennyiségét, a hús szárazanyag- és zsírtartalmát. A színhús aránya és annak fehérjetartalma viszont a tömegtakarmánnyal hizlalt növendékbikákban volt nagyobb. Vizsgálataik tanulsága szerint az eltérések következtetések voltak, de nem olyan mértékűek, hogy az eltérő szálas-abrak hányadú takarmánykezelések előnyösen, vagy hátrányosan befolyásolnák a hús minőségét a fogyasztó szempontjából. Schoonmaker és mtsai (2004) angus x szimentáli bikákkal végzett kísérlete azt bizonyítja, hogy a takarmányozás intenzitása eltérő hatással bír a testösszetételre a nevelés, illetve hizlalás különböző szakaszaiban (3. táblázat). A magas abrahányadot fogyasztó, és *ad libitum* takarmányozott bikák, a 119–260. napos életszakaszban mutatták, a korlátozott takarmányozási technikához és a nagyarányú szálas hányadot fogyasztó állatokhoz viszonyítva a legintenzívebb zsírdepozíciót a bőralatti kötőszövetben. Az érdekesség azonban az, hogy a nagyobb mértékű bőralatti zsírdepozíció nem járt együtt az intramuszkuláris zsírmennyiség növekedésével. Így a nagyobb szálahányadú fejadagon tartott egyedek vágott teste nagyobb arányban tartalmazott intramuszkuláris zsírokat,

mint a nagy abrakhányadú fejadag takarmányozása. Ez a különbség jelentősnek számít a hús élvezeti értéke szempontjából. Az előző kutatásokhoz hasonlóan *Murphy és Loerch* (1994) is bizonyították, hogy az *ad libitum* takarmányfelvétel bizonyos szintű korlátozása ugyan csökkenti a súlygyarapodást és megnyújtja a vágás eléréséhez szükséges idő hosszát, jelentős mértékű zsirdepozíció csökkenést eredményez a vágott testben.

3. táblázat

Eltérő szálás:abrak hányadú takarmány etetésének hatása angus × szimentáli növendékkik hasított testének minőségét jelző néhány paraméterre, különböző életszakaszokban (*Schoonmaker és mtsai*, 2004)

n	Nagy abrakhányadú takarmány			SE	P-érték
	<i>ad libitum</i> etetve ¹ (1)	korlátozottan etetve ² (2)	<i>ad libitum</i> etetve ³ (3)		
	43	48	47		
Bőr alatti fattyú vastagság, mm(5)					
119. nap(6)	1,8	1,8	2,0	0,30	NS
260. nap(6)	7,9 ⁱ	4,8 ^{ki}	5,3 ⁱ	0,30	0,01
316. nap(6)	10,2 ⁱ	8,6 ^k	8,4 ^k	0,30	0,01
Hosszú hátizom keresztmetszete, cm ² (7)					
119. nap(6)	34,2 ⁱ	32,3 ^k	34,2 ⁱ	0,50	0,01
260. nap(6)	61,9	56,1 ^k	54,2 ^k	1,30	0,01
320. nap(6)	76,8	78,7	79,4	1,30	NS
Intramuszkuláris lipidek mennyisége, %(8)					
119. nap(6)	3,25	2,99	3,32	0,27	NS
260. nap(6)	3,97	4,04	4,27	0,42	NS
320. nap(6)	3,80 ⁱ	4,40 ^k	4,7 ^k	0,20	0,02
Kísérlet befejezésekor(9)					
Vágási súly(10)	496	511	517	8,30	NS
Hasított test, %(11)	60,5	61,1	60,9	0,30	NS
Márványossági értékszám ^a (12)	353,3	368,3	364	12,80	NS

^a Az azonos sorban lévő eltérő betűkkel jelzett értékek szignifikánsan különböznek (P<0,05)(13)

¹ 70,0% nedves szemes kukorica, 10,58% szójadara, 15,0%, kukoricaszilazs, 0,85% karbamid, 3,57% vitamin és ásványi premix (szárazanyagban)

² Ugyanaz, mint 1. esetben, csak korlátozott mennyiségben, úgy hogy a súlygyarapodás ne lépje túl a következő értékeket; 119–192 nap: 80 g/nap, 193–259 nap. 1200 g/nap

³ 25,0 % szójamaghéj, 60% csomósebir széna, 5,9 % kukoricadara, 6,38% szójadara, 2,72 vitamin és ásványi premix (szárazanyagban)

⁴ Csekély=300–399, mérsékelt=400–499

Table 3.: Effects of feeding level (different concentrate forage ratio) in the growing phase on carcass characteristics in Angus × Simmental steers

high concentrate diet fed *ad libitum*(1), high concentrate limit-fed to achieve a gain of 0,8 kg/d from 119–192 d of age, and 1,2 kg/d from 193–259 d of age(2), high forage diet fed *ad libitum*(3), No. of animals(4), fat thickness(5), days 119, 260, 316 or 320(6), *longissimus muscle* area(7), intramuscular fat(8) at the time slaughter(9), slaughter weight(10), hot carcass weight(11), marbling score (small=300–399, modest=400–499 ^{ki}: values in the same raw with different letters in subscript are significantly different, P<0.05(13)

Borton és mtsai (2005) targhee × hampshire keresztezésből származó bárányokkal végzett kísérlete egyértelműen tükrözi, hogy az abrakos hizlalással együtt járó intenzívebb növekedés nem jár együtt a vágott test kedvezőbb mi-

nőségi mutatóival (4. táblázat). Vizsgálataikban kukorica-szója és földidiódara alapú abrakkeveréssel és angolperje szénán, illetve legelőn nevelt állatok vágott testének összetételét hasonlították össze 52 kg-os vágósúlyban. A szálaskarmánnyal nevelt bárányok hátulsó végtagjai szignifikánsan nagyobb mennyiségű sovány-izmot tartalmaztak, sőt a legtöbb értékes húsrész százalékos aránya nagyobb volt, mint az abrakkeveréken tartottaké. Az abrakkeverékkel nevelt állatok testében kb. 50%-kal több kivágható faggyút gyűjtöttek össze, amely együtt járt azzal, hogy valamennyi értékes húsrésről szignifikánsan nagyobb mennyiségű zsírt tudtak eltávolítani, mint a szálaskarmánnyal nevelt állatok esetében.

4. táblázat

Abrakkeverékkel vagy szálaskarmánnyal hizlalt Targhee x Hampshire bárányok vágott egész testének és néhány értékes testrészének soványhús és zsirtartalma, 52 kg-os vágósúlyban (Borton és mtsai, 2005)

	Abrak ¹ (10)	Szálaskarmány ² (11)	SE	P-érték
Soványhús(1)				
Bárányok száma(3)	31	22		
Összes soványhús (kg)(4)	5,11	5,72	0,10	0,001
– Hátulsó végtag(5)	2,73	3,02	0,05	0,001
– Gerinc(6)	0,58	0,58	0,01	NS
– Nyak és borda(7)	0,47	0,45	0,01	NS
– Váll(8)	1,33	1,67	0,04	0,001
Összes soványhús (%) ³ (4)	35,24	45,22	0,46	0,001
– Hátulsó végtag ⁴ (5)	42,5	51,25	0,45	0,001
– Gerinc ⁴ (6)	29,45	40,65	0,93	0,001
– Nyak és borda ⁴ (7)	28,25	34,59	0,58	0,001
– Váll ⁴ (8)	30,12	41,66	0,98	0,001
Faggyú(2)				
Összes zsír (kg)(9)	3,78	2,25	0,06	0,001
– Hátulsó végtag(5)	1,45	0,92	0,04	0,001
– Gerinc(6)	0,63	0,13	0,02	0,001
– Nyak és borda(7)	0,49	0,28	0,01	0,001
– Váll(8)	1,21	0,74	0,03	0,001
Összes zsír (%) ⁵ (9)	25,14	18,15	0,31	0,001
– Hátulsó végtag ⁶ (5)	21,58	15,82	0,32	0,001
– Gerinc ⁶ (6)	30,30	21,56	0,58	0,001
– Nyak és borda ⁶ (7)	27,90	21,04	0,47	0,001
– Váll ⁶ (8)	26,79	19,32	0,53	0,001

¹ kukorica-szója-földidiódara alapú keverék(10), ² angolperje széna és legelő(11), ³ a vágott test %-ban kifejezve(12), ⁴ a négy értékes húsféleség összes súlyában kifejezve(13), ⁵ a négy rész össze-sített súlyának %-ban kifejezve(14), ⁶ a szóbanforgó húsféleség %-ban kifejezve(15)

Table 4.: Effects of diet (concentrate or forage) on dissectible lean weights and percentages of wholesale cuts in Targhee x Hampshire lambs

lean(1), fat(2), no. of lambs(3), total lean wt.(4), leg(5), loin(6), rack(7), shoulder(8), total fat(9), concentrate diet based on corn, peanut hulls, and soybean meal(10), grass hay and rotationally grazed on perennial ryegrass(11), expressed as a % of the carcass(12), expressed as a % of the four wholesale cuts; leg, loin rack and shoulder(13), expressed as a % of the four wholesale cuts; leg, loin rack and shoulder(14), expressed as a % of the particular wholesale cut weight(15)

Az idevonatkozó kutatási eredmények (Petit és Flipot, 1992) alapján úgy tűnik, hogy a takarmány fehérjetartalma csak kisebb közvetlen hatást gyakorol a hasított test összetételére. A napi fehérje szükséglettől lényegesen eltérő, akár alacsonyabb, akár magasabb szintű fehérjeellátás viszont fokozza a zsír-

beépülés mértékét növendékbikákban (Rossi és mtsai, 2001). Gyakorlati szempontból megfontolandó ugyanakkor Hoveland és Anthony (1964) azon korábbi közlése, miszerint a hizlalás befejező időszakában a tömegtakarmányok mellett alkalmazott fehérje-kiegészítés elősegíti a minőségi szempontból kívánatos hasított test előállítását hizóbikákban.

A kérődzőhúsok táplálkozási értékének befolyásolási lehetőségei: A kérődzőhúsokat, különösen a marhahúst, elsősorban a lipdjeikben lévő zsírsavak telítettsége miatt éri kritika. Ebben a részben ezért azokat a takarmányozási lehetőségeket kívánjuk áttekinteni, amelyek szerint a kérődzők húsában található lipidek zsírsavösszetétele a fogyasztó szempontjából egészségesebbé tehető.

A kérődzőtermékek magas telített zsírsavhányada abból fakad, hogy az előgyomrokban folyó mikrobiális fermentáció hidrogenáló hatású (Harfoot és Hazlewood, 1988), aminek eredményeként a takarmányból származó telítetlen zsírsavak telítődnek és az emésztőcső későbbi szakaszából felszívódnak. Ez az oka annak, hogy a zsírsavak között, a telített formák nagyobb mértékben állnak rendelkezésre, mint monogasztrikus állatokban. Eltérő takarmányozási módszerekkel ugyanakkor a hidrogenáció mértéke hatékonyan befolyásolható, ami a kérődzőhúsok zsírsavösszetételének módosításához nagyon jó lehetőségeket kínál. A gabonamagvakra alapozott takarmányozás nagyobb arányú n-6 PUFA (többszörösen telítetlen zsírsavak), különösen a linolsav (C18:2n-6) beépülést eredményez a hizóbikák szöveti lipidjeibe, ugyanakkor csökkenti a telített zsírsavak hányadát (Enser és mtsai, 1998). A bennük levő telítetlen zsírsavak kiemelkedő mennyisége miatt az olajosmagvak etetése kedvező lehetőségeket kínál a telített zsírsavak arányának csökkentésére kérődzőhúsokban. Flachowsky és mtsai (1994) hizóbikák gabonamag-búzaszalma alapú takarmányához a szárazanyag arányában kifejezve 7,15 és 24 % mennyiségű teljes olajtartalmú repcemagot kevertek. A repcemag etetése szignifikánsan csökkentette a szöveti lipidekben a palmitinsav (C16:0) arányát, a 18 szénatomot tartalmazó zsírsavakhoz (C18) viszonyítva, azzal az érdekes eltéréssel, hogy az intramuszkuláris lipidekben a C18:1 és a C18:2n-6 aránya nagyobb volt, mint a zsírszövetben. Megjegyzendő, hogy a szóban forgó kísérletben a repcemag jelentős mértékben növelte az E-vitamin koncentrációt a szöveti zsírokban, ami nagymértékben fokozta a zsírsavak oxidációval szembeni érzékenységét, gátolva a peroxid-képződést.

A bendőfermentáció ellen védett zsírok takarmányozása szintén nagyon jó lehetőségeket kínál a kérődzők által előállított élelmiszerforrások zsírsavösszetételének módosítására. Hazánkban ilyen irányú kutatások szinte kizárólag a tej zsírsavösszetételének javítása érdekében történtek (Schmidt, 2003; Ribács és Schmidt, 2006). A húsminőség javítása érdekében végzett kísérletek közül tanulságos Scott és Ashes (1993) munkája. Jelzett szerzők linolsavban (C18:2 n-6) gazdag gyapot és canola repce magot kezeltek formaldehiddel a bendőbeni védettség fokozása érdekében. Az így előkészített anyag etetését követően, a növendékbikák zsírszövetében a C18:2n-6 mennyisége 2,5–6,5-szeresére növekedett, amellyel párhuzamosan a C16:0, illetve C18:1 zsírsavak aránya csökkent. A linolsav-beépülés elsősorban az izmokban növekedett, különösen a kolin-csoportokat tartalmazó foszfolipidekben. Saját kísérletekben (Husvéth és Szöllőskei, 2006) az abrakhoz adagolt 4% szójaolaj és 4% napra-

forgóolaj csak kismértékű eltéréseket eredményezett hizóbárányok izomzatának telített és többszörösen telítetlen zsírsavainak arányaiban (5. táblázat). Ugyanakkor, abban az esetben, ha az abrak mellett a bárányok fűszilázs kiegészítést is kaptak, csökkent a telített zsírsavak aránya és növekedett a PUFA n-3 zsírsavak mennyisége. A kísérleteinkben mutatkozó kisebb hatékonyság a természetes növényi olaj kiegészítéseket követően ugyancsak a bendőben folyó intenzív hidrogenáció eredményeként magyarázható. Mivel a zsírsavak Ca-sói viszonylag ellenállnak a hidrogenációnak az előgyomrokban (Lundy és mtsai; 2004), a kalcium-szappanok kérődzők lipidjeire gyakorolt hatása sokkal kifejezettebb lehet, mint a természetes növényi olajoké. A báránykísérleteinkhez hasonlóan több szarvasmarha-kísérlet is igazolta (Nürnberg és mtsai, 1999; Daley és mtsai, 2006), hogy a fűfélékre alapozott takarmányozás (legeltetés) előnyös változásokat eredményez a szöveti lipidek zsírsavösszetételében. Az utóbbiakban megjelölt szerzők kísérletében a vizsgált hizóbikák lipidjeiben, fűfélék takarmányozását követően, a telített zsírsavak aránya 19,5%-kal kisebb, míg a PUFA aránya 46,7%-kal nagyobb volt, mint a gabonamagvakra alapozott takarmányozás alkalmával.

5. táblázat

Növényi olaj és fűszilázs kiegészítés hatása gabonára alapozott abrakkal nevelt hizóbárányok *m.triceps brachii* izom lipidjeinek zsírsavösszetételére (az összes %-ban, n=10) (Husvéth és Szöllőskei, 2006)

Zsírsav-csoport(1)	Kontroll (abrak)(2)	Abrak+ 4% szójaolaj(3)	Abrak+ 4% napraforgóolaj(4)	Abrak+ fűszilázs(5)
SAT	33,16±3,13 ^a	32,38±2,41	38,89±2,41 ^b	31,58±3,49 ^{ab}
MONOEN	29,48±4,04	28,94±4,50	30,66±3,13	28,63±3,94
PUFA n-6	22,90±3,66 ^{ab}	24,66±2,12 ^{ac}	22,82±3,08 ^c	24,34±3,24 ^b
PUFA n-3	2,98±1,23 ^a	3,74±1,40 ^{ab}	2,96±1,40 ^b	4,34±1,91 ^{ab}

Egy soron belül az azonos betűvel jelölt átlagértékek szignifikánsan eltérnek (P<0,05)(6)

SAT=összes telített (total saturated), MONOEN=összes egyszeresen telítetlen (total monosaturated), PUFA=összes többszörösen telítetlen zsírsav (total polyunsaturated)

Table 5.: Effect of vegetable oil and grass silage supplementation on the fatty acid composition (percent of total) of triceps brachii muscle in lambs fed on cereal base concentrate group of fatty acids(1), control (concentrate)(2), concentrate+4% soybean oil(3), concentrate+4% sunflower oil(4), concentrate+0,5 kg grass silage per day per lamb(5), values in the same raw with different letters in subscript are significantly different, P<0.05(6)

A kérődzők előgyomraiban folyó mikrobiális jellegű hidrogenáció transz kettős-kötésekkel rendelkező zsírsavak képződéséhez vezethet. Ezek a módosulatok a hidrogenációs folyamatban köztes terméként jelennek meg. Mód van azonban arra, hogy egy részük a gyomorból a vékonybélbe jusson és onnan felszívódva bekerüljön a gazdaállat anyagcseréjébe. Pariza és Hargraves (1985) bizonyították, hogy a sült marhahúsból származó kivonat antikarcinogén (tumor-képződés ellenes) hatással rendelkezik. A későbbiekben Ha és mtsai (1987) igazolták, hogy ez az antikarcinogén aktivitás a marhahús lipidjeiben lévő transz kettős kötések tartalmazó zsírsavakból, azon belül is a konjugált linolsavból (CLA, cisz-9, transz-11 C18:2) ered. Különböző takarmányozási technikák segítségével befolyásolni lehet azt, hogy a bendőben képződő CLA minél nagyobb hányada szívódjon fel a vékonybélből és kerüljön be a kérődző-termékekbe. A bendőben termelődő CLA mennyisége jelentős mértékben függ

az elfogyasztott takarmány összetételétől, elsősorban a takarmányban lévő lipidek többszörösen telítetlen zsírsav (PUFA n-3 és n-6) tartalmától. Ennek megfelelően a jelzett zsírsavakban gazdag olajosmagvak, vagy olyan növényi olajok, amelyek a mikrobás fermentációval szemben nincsenek védve, növelik a CLA produkciót kérődzőkben. *Mir és mtsai* (2004) a hizlalás befejező szakaszában adagolt 6% napraforgóolaj kiegészítéssel a marhahús CLA tartalmát közel kétszeresére növelte (6. táblázat).

6. táblázat

A hizlalási időszakban alkalmazott napraforgóolaj kiegészítés hatása a marhahús konjugált linolsav (CLA) tartalmára; n=10 (*Mir és mtsai*, 2004)

Alkotó(1)	Napraforgóolaj (% szárazanyag) a takarmányban(2)			SEM
	Kontroll (0%)	3%	6%	
Zsír a húsban(3) %, szárazanyag	15,0 ^a	16,8 ^a	15,9 ^a	0,72
CLA mg/g zsír(4) mg/100 g hús(5)	2,0 ^a 10,5	2,6 ^{ab} 15,3	3,5 ^b 19,5	0,17 —

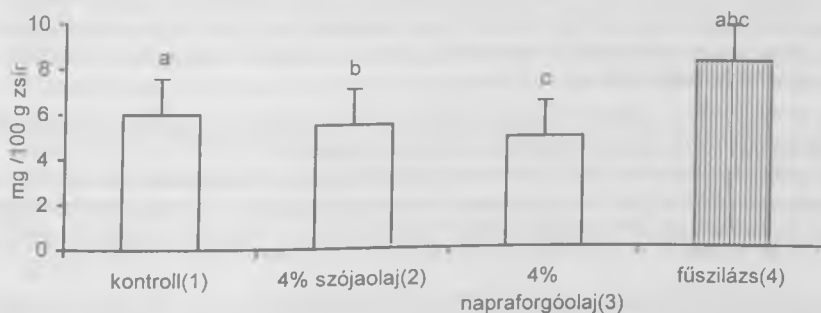
Az azonos sorban lévő és különböző betűvel jelzett átlagértékek szignifikánsan különböznek ($P<0,05$)(6)

Table 6.: Effect of feeding sunflower oil during fattening phase on beef conjugated linoleic acid (CLA) content

item(1), sunflower oil % of DM(2), fat in meat (% of DM)(3), mg/g fat(4), mg/100 g meat(5), values in the same raw with different letters in subscript are significantly different, $P<0.05$ (6)

Gabona alapú abraktakarmánnyal nevelt hizóbárányok esetében, saját kísérleteinkben, 4%-os növényi olaj kiegészítéssel nem sikerült ezt a hatást elérni (2. ábra).

2. ábra: Gabonára alapozott abrakkeverék növényi olajjal és fűszilázzsal történő kiegészítésének hatása hizóbárányok *m. gracilis* izmának konjugált linolsav (CLA) tartalmára (mg/100 g zsír; n=10) *Husvéth és Szöllőskei* (2006)



abc: Az azonos betűvel jelölt átlagértékek szignifikáns ($P<0,05$) különbségeket jelölnek(5)

Fig.2.: CLA content (mg/100g fat) in *gracilis* muscle of lambs fed on a cereal based concentrate diet supplemented with vegetable oils or grass silage

control(1), 4% soybean oil supplemented(2), 4% sunflower oil supplemented(3), grass silage supplemented, 0,5 kg/d/lamb(4), values having a common letter in subscript are significantly ($P<0.05$) different(5)

A legeltetés, vagy a kaszált zöldfüvek etetése, feltételezhetően a füvekben lévő telítetlen zsírsav prekursorok magas hányada miatt, számottevően megnöveli a kérődzőhúsok CLA tartalmát. *Rule és mtsai* (2002) vizsgálataiban a húsmarhák hosszú hátizmának CLA tartalma, pázsitfüvek etetését követően 57%-kal nagyobbak bizonyult, mint gabonamag darára alapozott hizlalás esetén. *Daley és mtsai* (2006) hasonló kezeléseket alkalmazva ezt a különbséget kb. 60%-nak tapasztalta. Az előző eredményekhez kapcsolódóan érdekesnek tűnik *Lawless és mtsai* (1996) azon megfigyelése, hogy a tavasszal kaszált zsege fű CLA növelő potenciálja nagyobb, mint az őszi kaszálásból származó idősebb pázsitfüvéké. Bár az előzőekben említettek szerint, saját kísérleteinkben növényi olaj-kiegészítésekkel nem sikerült bárányok izomlipidjeiben számottevően növelni a CLA mennyiségét, ugyan ebben a kísérletben az abrak mellett etetett fűszilázs szignifikáns módon ($P < 0,05$) kb. 37%-os CLA növekedést eredményezett a bárányok *m. gracilis* izmában.

A vad kérődzőfajok húsa ugyancsak jó CLA forrásnak számít. Vizsgálataink szerint az életkörülmények (ökológiai viszonyok), ezen belül is a táplálék minősége, illetve a kiegészítésként adott takarmányok összetétele mérhető hatást eredményez a kérődző vadhúsokban deponált lipidek transz-zsírsavainak mennyiségében, közöttük a CLA koncentrációjában (7. táblázat).

7. táblázat

Eltérő életkörülmények (vadaskert és szabadterület) között élő gimszarvas egyedek intramuszkuláris (*m. longissimus dorsi*) lipidjeiben analízált transz-C18:1 zsírsavainak és konjugált linolsav (CLA) izomerjeinek mennyisége (mg/g zsír) (*Husvéth és mtsai*, 2006)

Zsírsav jele(1)	Vadaskert ¹ (n=22)(2)	Szabadterület ² (n=15)(3)	P
Transz-9 C18:1	0,72±0,11	0,35±0,05	0,01
Transz-11 C18:1	2,87±0,31	3,18±0,40	0,55
Cisz-9, transz-11 C18:2	1,16±0,10	1,45±0,16	0,04
Transz-10, cisz-12 C18:2	0,44±0,07	0,60±0,10	0,02
Cisz-9, cisz-11 C18:2	0,45±0,20	0,17±0,03	0,45
Transz-9, transz-11 C18:2	0,32±0,05	0,39±0,05	0,41

¹ cseres tölgyes, bükkös és hárserdő+vadlegelő (szarvaskerep, fehérhere és perjék), cirok és kukorica, kiegészítő takarmányozás: zab, tritikálé (nyár); szenázs, silózott kukorica és cukorrépa (tél)

² természetes takarmányfogyasztás (ezüsthárs bükk)+kiegészítő takarmányozás (csak télen): lucernaszéna, kukoricaszilázs, szemes kukorica

Table 7.: Trans C18:1 and CLA isomers (mg/g fat) in the lipids of longissimus muscle in red deer reared in different environmental conditions with different feeds

symbols of fatty acids(1), enclosed game reservoir (in: oak wood, *Quercetum cervio*; feeds→game-field: bird's foot trefoil, white clover and grass; in summer: sorghum-, corn-oat-and triticale seeds; in winter: maize silage and beet pulp(2), Feral environment (in: Linden, *Tilia tomentosa*, wood, feed: natural+winter supplement: alfalfa hay, maize silage and corn seed, only in winter)(3)

A kérődzőhúsok érzékszervi (élvezeti) értékének összefüggései a takarmányozással: Ugyanúgy, mint a többi hústermelő állat esetében, a kérődzők húsának érzékszervi tulajdonságai közül elsősorban a színt, az ízt és a porhanyóságot lehet befolyásolni. Ennek megfelelően e fejezetben a kérődzőhús ezen három tulajdonságával kívánunk foglalkozni.

Szín: A látható zsír mennyiségével (márványozottság), alakjával és szerkezetével közösen a hús színe képviseli azt a legfontosabb látható tulajdonságot,

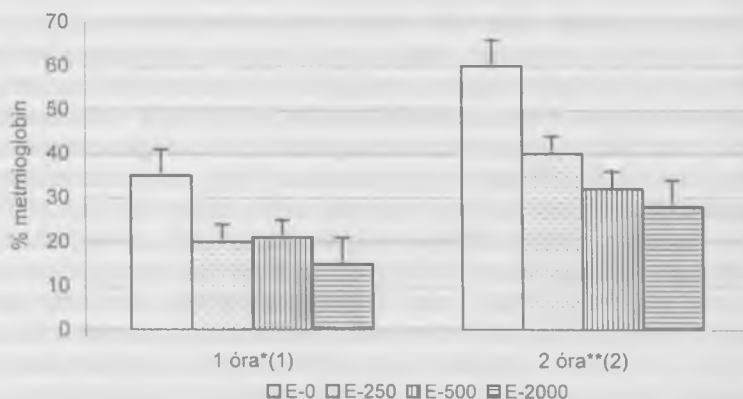
amely szerint a vársárló kiválasztja a fogyasztásra szánt húsféleséget (Moore és Young, 1990). A hús színe elsősorban a benne lévő mioglobinnal függ. Az izom szerkezete ugyancsak befolyásolja a hús színét, mivel az kisebb vagy nagyobb mértékben elnyeli vagy visszatükrözi a fényt, illetve változó mértékben ad lehetőséget az oxigén számára, hogy bejusson a mélyebb szöveti részekbe (Renner és Labadie, 1993). A mioglobin, melynek *in vivo* funkciója a légzéshez szükséges oxigén szállítása és tárolása, az oxidatív jellegű vörös húsokban (így a kérődzőkében is) nagyobb koncentrációt mutat. A friss húsok színét meghatározó pigment a bíborvörös színű dezoxi-mioglobin, ami a levegőn való néhány perces állást követően oximioglobinná alakul, amely a kérődzőhúsoknak jellegzetes élénk cseresznyevörös színt kölcsönöz. Több órás, illetve napos levegő-atmoszférában tárolva az oximioglobin metmioglobinná alakul, amelyben egy molekula víz helyettesíti az oxigént. Ez utóbbi folyamat egy barna pigment megjelenését okozza, amely eredményeként a hús elveszíti eredeti vörös színét. A folyamat során a molekula hem részében lévő két értékű ferro ion (Fe^{++}) három értékűvé változik, oxidálódik (Liu és mtsai, 1995).

A pigment koncentráció az izmokban, jelentős mértékben növekszik a kor előrehaladásával. Ezt a folyamatot ugyanakkor a takarmányozás szignifikáns mértékben befolyásolja. Ennek az egyik gyakorlati megnyilvánulása a halvány színű borjúhús előállítás, amely során speciális tartási és takarmányozási körülményeket alkalmazva mesterséges anémiát váltunk ki (Renner, 1986). Ennek eredményeként csökken a színintenzitásért felelős mioglobin koncentrációja, különlegesen halvány színeződést kiváltva. Idősebb kérődzők húzában kifejezettebb pigmentációt és intenzívebb színt (sötétebb) figyeltek meg legelőn tartott állatokban, mint azokéban, amelyeket a hizlalás végső szakaszában gabona és egyéb magvakra alapozott abraktakarmányozásban részesítettek (Vestergaard és mtsai, 2000; Priolo és mtsai, 2001).

A hús színének stabilitása kiemelkedőnek számít a minőséget meghatározó tulajdonságok között. Mint ahogyan azt az előzőekben láttuk, a hús postmortem elszíneződése a mioglobin oxidációjának eredményeként következik be. Ennek ismeretében logikusnak látszik az, hogy minden olyan kezelés, amely a hús oxidatív stabilitását fokozza, előnyösnek számít a hús kedvező színének megőrzése szempontjából. A vágás utáni tárolási körülmények optimalizálása mellett a hústermelő állatok takarmányozásával számottevően befolyásolhatjuk a húsok színének stabilitását. A vágás előtt alkalmazott E-vitamin kiegészítés a lipidoxidáció közvetlen gátlásán keresztül késlelteti a mioglobin oxidációját és az elszíneződésért felelős metmioglobin képződését (3. ábra; Faustman és mtsai, 1998).

Szaghatások és íz: A szaghatás a húsból lévő kis molekulású illó vegyületekből származik, amelyeket az orrüregben lévő szaglóreceptorok érzékelnek. A hús íze általában vízzel oldható, nagyobb molekulájú vegyületek eredményezik. Ehhez hozzájárul néhány olyan vegyület (pl. glutaminsav, mononátrium-glutámat, inozinsav), amelyek különösebben nem ízkepzőek, de erősítik más íz- és illatképző anyagok hatását (Geay és mtsai, 2001). A nyers hús a véres ízén kívül nem rendelkezik különösebb ízzel, keves aroma-anyagot tartalmaz, csak a főzés során alakul ki az a tipikus íz, ami az egyes húsféleségekre jellemző.

3. ábra: Metmioglobin képződés eltérő E-vitamin tartalmú takarmánnyal etetett húsmarhák hosszú hátizmában a vágást követő 10. napon (Faustman és mtsai, 1998)



* egy, illetve ** két óra 1% O₂ atmoszférában való tárolás után mérve
E=0, 250, 500 vagy 2000 IU α-tokoferil acetát/hízóbika/nap(3)

Fig. 3.: Metmyoglobin formation in minced beef longissimus obtained 10 d postmortem and subsequently stored in 1 % O₂ for a 1 or 2 h period
1 hour(1), 2 hour(2), beef was obtained from cattle supplemented with 0 (E-0, 250 (E-250), 500 (E-500), or 2000 (E-2000) IU α-tocopheryl acetate per steer per day for 126 d(3)

Azok az aromaképző vegyületek, amelyek a főtt hús ízének kialakulásáért felelősek, két fő reakciócsoport eredményeként jönnek létre a főzés során érvényesülő hőhatás alatt. Ezek közül az egyik az aminosavak és a redukáló cukrok közötti Maillard reakció, a másik pedig a lipidek lebomlása. Ezek a reakciók nagyszámú illó komponens képződését generálják a víz, illetve zsíroldható vegyületekből. A heterociklusos vegyületek közül különösen, a N-tartalmúak (pirazinok, piridinek) és az S-tartalmúak (tiazolok, tiofének és szulfidok) járulnak hozzá a tipikus húsízek kialakításához. A vízzoldható izoprekurzorok között a cisztein, a tiamin és a nukleotidokból származó ribóz játszanak fontos szerepet. A lipidek (trigliceridek, foszfolipidek) lebomlása alifás vegyületek sokaságának képzéséhez (telített és telítetlen alifás láncok, alkoholok, aldehidek, ketonok, savak és észterek), valamint ciklikus vegyületek kialakulásához (furánok, laktonok és ciklikus ketonok) vezethet. Ezek közül néhány erős szaghatást kölcsönöz, és egyben kiváltója lehet a fajokra jellemző ízeknek. Ezen felül bizonyos elágazó szénláncú zsírsavak pl. 4-metiloktán- és 4-metilnonán-savak jelenlétéhez kellemetlen faggyú- (birka-) íz társul, amely kiváltója lehet annak, hogy számos fogyasztó a kérődzőhúsokat, különösen a juhhúst visszautasítja. A marhahús íze ugyanakkor elsősorban nem a lipidekből, hanem a Maillard reakció termékeiből fakad (Reineccius, 1994). Ezzel együtt a plazmalogén jellegű foszfolipidekből származó elágazó szénláncú aldehid (12-metiltridekanol) is fontos íz alkotó a marhahúsban (Grosch és mtsai, 1993). Mindezen felül bizonyítást nyert az, hogy a lipidek oxidációjából származó termékek (aldehid- és karbonil-csoportok) reakcióba léphetnek a Maillard reakció köztestermékeivel. Így tiazolok, piridinek és pirazinok képződhetnek, amelyek hozzájárulnak a hús ízének kialakításához.

A vörös húsokat fogyasztó személyek úgy vélekednek, hogy a legelőn tartott állatokból származó kérődző hús, különösen az ízét tekintve különbözik az abrakkeveréken tartott állatok húásától (Priolo és mtsai, 2001). Hilliam (1995), valamint Keane és Allen (1999) megállapítása alapján (Európai Unió felmérések szerint) beszámolnak arról, hogy a fogyasztók között él egy olyan feltételezés, miszerint a kevésbé intenzív körülmények között tartott állatok húsa kellemesebb ízű. Ezzel szemben az USA-ban publikált vizsgálatok alapján (Mandell és mtsai, 1998; Melton és mtsai, 1982; Xiong és mtsai, 1995) a pázsitfűveken tartott állatok húsa, az ízletességét tekintve, kevésbé volt kedvelt, mint a gabonamagvakra alapozott takarmányozás esetében.

Bailey és mtsai (1988) a szálastakarmányokon nevelt marhák húsa esetében fű- vagy legelőízről, míg mások, tej, hal, vagy avas ízről beszélnek. Hasonló megfogalmazást használnak, mások a juhhús esetében is (Kemp és mtsai, 1981; Young és mtsai, 1999). Kísérleti adatok (Melton és mtsai, 1982; Larick és mtsai, 1987) azt bizonyítják, hogy a legelőn tartott állatok húzában, jelentős mértékben csökken az említett kellemetlen ízt képező anyagok koncentrációja, abban az esetben, ha a vágás előtt a legelőt abrakos hizlalásra váltják (4. ábra).

4. ábra: Néhány nem kedvelt íz átlagos intenzitása marhahúsban, legelőn tartott állatok esetében (0 nap), illetve a vágás előtti abrakos hizlalás esetén (Melton és mtsai, 1982; Larick és mtsai, 1987)

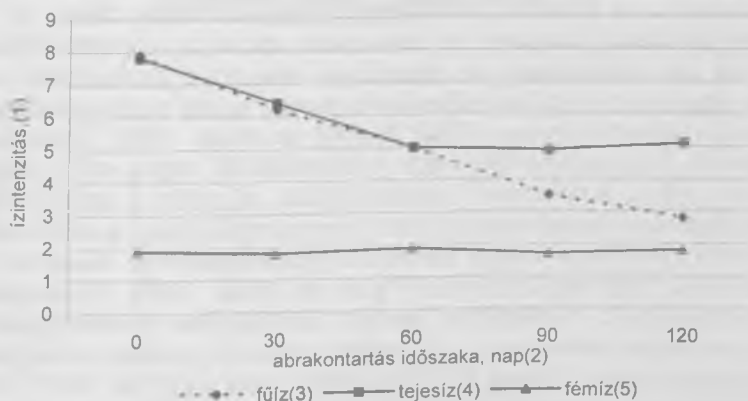


Fig. 4.: Mean intensities of some flavours in beef meat at pasture (0) or after being switched for days on grain
flavour intensity(1), time on grain (d)(2), grassy(3), milky(4), metallic(5)

A zsírok zsírsavösszetételének különbözősége miatt, eltérő módon befolyásolják a húsok ízét. Ennek oka az, hogy a főzéskor fellépő oxidáció alkalmával az eltérő telítettségű zsírsavak másképpen hatnak az ízképző anyagok természetére. A telített zsírsavak, amelyek szobahőmérsékleten ellenállnak az oxidációnak, a főzéskor fellépő magas hőmérsékleten ugyancsak bomlanak. Ebben az esetben viszont a keletkező hidroperoxidok különböznek azoktól, amelyek a telítetlen zsírok auto-oxidációja során keletkeznek alacsonyabb hőmérsékleten. Ennek megfelelően a kérődzők húzában deponált lipidek (intra- és intramuszkuláris) telítettsége vagy éppen telítetlensége meghatározó lehet az íz kialakításában. Park és mtsai (1975) kísérletében bárányok vágott testének lipidjeiben

2-ről 20 mg/100 mg értékre növelte a linolsav (C18:2n-6) mennyiségét, a bendő mikrobás hidrogenációja ellen védett olajsmag (napraforgó) takarmányozásával. Azt tapasztalták, hogy a linolsav arányának növekedésével a bárányhús "faggyú" íze jelentős mértékben csökkent egy kellemes „édes-olaj” íz irányába. Wood és mtsai (1999) viszont arról számolnak be, hogy a védett olajkiegészítések etetését követően jelentkező túlzottan magas linolsav hányad kérődzők húsában kellemetlen ízt (olajos- vagy disznóíz) eredményez a főzés során.

Más vizsgálatok (Farmer, 1994), ugyancsak igazolják, hogy a foszforlipidekben kimutatható n-6 és n-3 zsírsavak egymáshoz viszonyított arány lényeges a kérődzőhúsok ízének kialakítása szempontjából.

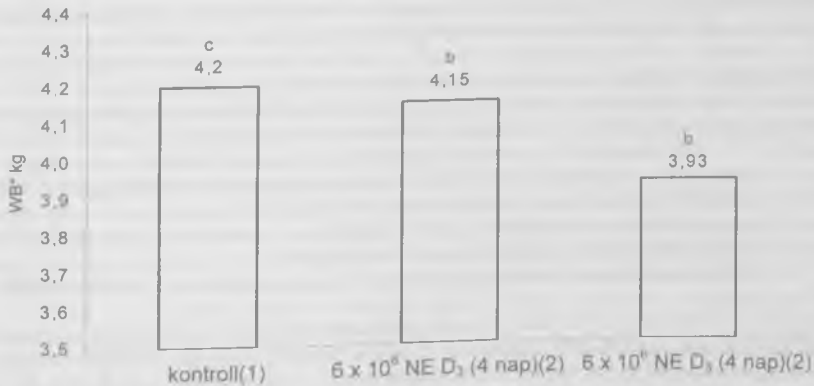
Porhanyósság: A porhanyósság (rághatóság) a fogyasztó szempontjából a egyik legmeghatározóbb tulajdonsága a húsféleségeknek. Egy korábbi felmérés szerint (Smith és mtsai, 1995) a porhanyóssággal összefüggő problémák az Egyesült Államokban évi 260 millió dollár kiesést okoznak a húsiparban. Ennek eredményeként jelentős erőfeszítések történnek világszerte a húsipari termékek ilyen irányú fejlesztése érdekében. A befolyásoló faktorok széleskörű volta és nagyfokú változatossága miatt a hús ezen tulajdonsága csak nehezen befolyásolható. A hús mennyiségét, kémiai szerkezetét és hőstabilitását tekintve — viszonylag állandó, az elektromos stimuláció, a fogyasztás vagy a vágás utáni idő hossza azt csak kevésbé befolyásolja (Geay és mtsai, 2001). A vágásra kerülő állat tápláltsági állapota, az izomrostok típusa, az izmokban raktározott glikogén és zsír mennyisége és stabilitása, valamint a proteolitikus rendszer aktivitása ugyanakkor érzékelhetően befolyásolja a hús porhanyósságát. Számos szerző (Mayer és mtsai, 1960; Fishell és mtsai, 1985; Miller és mtsai, 1987) igazolta, hogy a takarmányozás intenzitásának vágás előtti csökkentése károsan hat a hús érzékszervi tulajdonságaira, közöttük a porhanyósságára. Kérődző állatokkal végzett kísérletekben bizonyították, hogy a takarmánykorlátozás a fehér glikolitikus jellegű izomrostok csökkenéséhez vezet és növeli a vörös- és lassú izomrostok arányát (Picard és mtsai, 1995). A kollagén rostok relatív mennyisége a miofibrilláris fehérjék csökkenése következtében nő és csökken a kollagén oldhatósága növendékbikákkal és tehenekkel végzett kísérletek tanulsága szerint (Fishell és mtsai, 1985; Miller és mtsai, 1987). Az előzőeken kívül a takarmánykorlátozás csökkenti a hasított test zsírtartalmát (Geay és Robelin, 1979) és az intramuszkuláris zsír mennyiségét (Bruce és mtsai, 1991). Dransfield (1994) közleménye szerint, az intramuszkuláris zsír mennyiségének csökkenése kedvezőtlen irányban befolyásolja a hús porhanyósságát, annak ellenére, hogy értéke viszonylag szűk határok között (3–10%) változik. Az intramuszkuláris zsírnak akkor kedvező hatása a marhahús vágási tulajdonságainak javítása szempontjából, ha a mennyisége a 60 g/kg értéket meghaladja.

Kérődzőkben, ugyanúgy mint más állatfajokban, a takarmány összetétele hatással van az emésztési folyamatokra, amelyek meghatározzák a felszívódó táplálóanyagok mennyiségét és összetételét, ezen keresztül befolyást gyakorolnak a hús porhanyósságára. Néhány tanulmány (pl. Young-Soo, 1995), azt bizonyítja, hogy a nagyobb hányadú szálastakarmányon tartott hizómarhák húsa kevésbé porhanyós, mint az abrakkeveréken tartottaké, bár egy ilyen ösz-

szehasonlítást tekintve, a takarmányozás színvonala meglehetősen elfedi a takarmány összetételéből adódó különbséget.

A húskok porhanyósságát az izmokban lévő intracellularis proteolitikus enzimek vágást követő aktivitása jelentős mértékben befolyásolja. Ebből a szempontból kiemelkedő jelentőséggel bírnak a kalpainok (kalpain enzimszűad). Ezek az enzimek a sejtmembránon keresztül bejutó Ca hatására aktiválódnak és gyorsan bontják a sejt fehérjefonalakból álló vázrendszerét, a citoskeletont, és a mitokondriumokat. A D-vitamin stimulálja a Ca metabolizmust és fokozza annak bejutatását az izomsejtekbe azon keresztül, hogy a kalcium csatornákat aktivál. Swanek és mtsai (1999) 550 kg élűsűlyű hízőbikák *m. longissimus thoracis* izmában kb. 50%-kal növelte a Ca mennyiségét a vágás előtti 10 napon keresztül alkalmazott napi $7,5 \times 10^6$ IU mennyiségű D_3 vitamin adagolásával. Az izom kalciumtartalmának növelése együtt járt a porhanyósság növekedésével. Hasonló eredményekről számolnak be Karges és mtsai (2001), akik a vágás előtt hat napon keresztül alkalmazott D_3 vitamin adagolás segítségével angus x hereford bikák *m. gluteus medius* izmának Warner-Batzler nyírópróbája szerint mért porhanyósságát szignifikánsan kedvezőbbnek találta, mint a kontroll egyedekben (5. ábra).

5 ábra Angus x hereford hízőbikák *m. gluteus medius* izmának Warner-Batzler szerint meghatározott nyíróértéke (WB) különböző dózisú D_3 -vitamin vágás előtti 4–6 napos adagolását követően (Karges és mtsai, 2001)



cb Az eltérő betűkkel jelzett oszlophoz tartozó értékek szignifikánsan eltérnek ($P < 0,05$)(4)
 * A hús porhanyósságának fokozódásával a WB-érték fordított arányban csökken(5)

Fig. 5. Warner-Batzler shear force (WB) of *gluteus medius* muscle stakes from Angus x Hereford steers supplemented with 0 or 6×10^6 IU vitamin D_3 for 4 or 6 days
 control(1), 4 days(2), 6 days(3), values with different letters in subscripts are significantly different ($P < 0,05$)(4), tenderness shows reverse changes with WB values(5)

IRODALOM

Bailey, M.E. – Suzuki, J. – Joseph, H.G. – Ross, C.V. – Keisler, D.H. – Purchas, R.W.(1988): Volatile compounds and "grassy" flavour of lamb and beef related to feeding and storage. Proc. 34th ICoMST Brisbane, Australia, 187–189.

- Borton, R.J. – Loerch, S.C. – McClure, K.E. – Wulf, D.M.(2005): Characteristics of lambs fed concentrates or grazed on ryegrass to traditional or heavy slaughter weights. II. Wholesale cuts and tissue accretion J. Anim. Sci., 83. 1345–1352.
- Bruce, H.L. – Ball, R.O. – Mowat, D.N.(1991): Effects of compensatory growth on protein metabolism and meat tenderness of beef steers. Can. J. Anim. Sci., 71. 659–668.
- Comerford, J. W. – House, B.B. – Harpster, H.W – Henning, W.R. – Cooper, W.(1992): Effects of forage and protein source on feedlot performance and carcass of beef steers. J. Anim. Sci., 70. 1022–1031.
- Daley, C.A. – Harrison, K. – Doyle, P. – Abbott, A. – Nader, G. – Larson, S.(2006): Effect of ration on lipid profile in beef. (<http://www.csuchico.edu/agr/grassfedbeef/research/lipid/index.html>)
- Dransfield, E.(1994): Tenderness of meat, poultry and fish. In: Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. (Eds.): Pearsonand, A.M. – Dutson, T.R., Blackie Academic and Professional, London, 289–315.
- Enser, M. – Hallett, K.G. – Hewett, B. – Furse, G. A.J. – Wood, J.D. – Harrington, G.(1998): Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. Meat Sci., 49. 329–341.
- Farmer, L.J.(1994): The role of nutrients in meat flavour formation. Proc. Nutr. Soc., 53. 327–333.
- Faustman, C. – Chan, W.K.M. – Schefer, D.M. – Havens, A.(1998): Beef colour update: The role for vitamin E. J. Anim. Sci., 76. 1019–1026.
- Favier, J.C. – Ireland-Ripert, J. – Toque, C. – Feinberg, M.(1995): R  pertoire G  n  ral des Aliments, Tables de composition. INRA   ditions. 879.
- Fishell, V.K. – Aberely, E.D. – Judge, M.D. – Perry, T.W.(1985): Palatability and muscle properties of beef as influenced by preslaughter growth rate. J. Anim. Sci., 61. 151–157.
- Flachowsky, G. – Richter, G.H – Wendemuth, M. – M  cket, P. – Graf, H. – Jahreis, G. – Lubbe, F. (1994): Influence of rapeseed in beef cattle feeding on fatty acid composition, vitamin-E concentration and oxidative stability of body fat. Z. Ern  hrungswiss., 33. 277–285.
- Geay, Y. – Bauchart, D. – Hocquette, J.F. – Culioli, J.(2001): Effect of nutritional factors on biochemical structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. Reprod. Nutr. Dev., 41. 1–26.
- Geay, Y. – Roblein, J.(1979): Variation of meat production capacity in cattle due to genotype and level of feeding. Genotype-nutrient interaction. Livest. Prod. Sci., 6. 263–276.
- Grosch, W. – Zeiler-Hilgart, G. – Gerny, C. – Guth, H.(1993): Studies on the formation of odorants contributing to meat flavours. In: Progress in flavour precursor studies, Carol Stream. (Eds.): Schreider, P. – Winterhalter, P., IL: Alluzed Publishing Company, 329–342.
- Ha, Y.L. – Grimm, N.K. – Pariza, M.W.(1987): Anticarcinogenesis from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. Carcinogenesis, 8. 1881–1887.
- Harfoot, C.G. – Harlewood, G.P.(1988): Lipid metabolism in the rumen. In: Rumen Microbial Ecosystem. (Ed): Hobson, P.N., Elsevier, New York, 285–322.
- Hilliam, M.(1995): Cost-effective fat substitution: the taste of success, Int. Food Ingredients, NR. 4, 27–31.
- Hoveland, C.S. – Anthony, W.B.(1964): Existing and potential systems of finishing cattle on forages or limited grain rations in the Piedmont region on the South. In: Forage-Fed Beef: Production and Marketing Alternatives in the South. (Ed): Stuedemann, J., So Coop Series Bull. 220. 377.
- Husv  th, F. – Sz  ll  skei, G.(2006):   lt  r   zs  rkieg  sz  t  sek   s f  szen  zs etet  s  nek hat  sa b  r  nyok izomlipidjeinek zs  rs  v  sszet  tel  re.   llatteny  sz  t  s   s Takarm  nyoz  s (publik  l  s alatt)
- Karges, K. – Brooks, J.C. – Gill, D.R. – Breazile, J.E. – Owens, F.N. – Morgan, J.B.(2001): Effects of supplemental vitamin D   on feed intake, carcass characteristics, tenderness, and muscle properties of beef steers. J. Anim. Sci., 79. 2844–2850.
- Keane, M.G. – Allen, P.(1999): Effects of pasture fertilizer N level on herbage composition, animal performance and on carcass and meat quality traits. Livest. Prod. Sci., 61. 233–244.
- Kemp, J.D. – Maxh  f  dn, M. – Ely, D.G. – Fox, J.D. – Moody, W.G.(1981): Effects of feeding systems, slaughter weight and sex on organoleptic properties and fatty acid composition of lamb. J. Anim. Sci., 51. 321–330.
- KSH, K  zponti Statisztikai Hivatal(2006):   lelmiszerm  rlegek   s t  panyagfogyasz  t  s 2004. Budapest, 7., 16.
- Larick, D.K. – Hedrick, H.B. – Bailey, M.E. – Williams, R.E.(1987): Flavour constituents of beef as influenced by forage and grain feeding. J. Food Sci., 52. 245–251.

- Lawless, F. – Murphy, J.J. – Kjellmer, G. – Conolly, J.F. – Devery, R. – Aherne, S. – O'Shea, M. – Stanton, C.(1996): Effect of diet on bovine milk fat conjugated linoleic acid content. *Irish J. Agric. Food Res.*, 35. 208.
- Liu, Q. – Lanari, M.C. – Schaefer, D.M.(1995): A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *J. Anim. Sci.*, 73. 3131–3140.
- Loerch, S.C. – Fluharty, F.L.(1998): Effects of corn processing, dietary roughage level, and timing of roughage inclusion on performance of feedlot steers. *J. Anim. Sci.*, 76. 681–685.
- Lundy, F.P. – Block, E. – Bridges, W.C. – Bertrand, J.A. – Jenkins, T.C.(2004): Ruminant biohydrogenation in Holstein cows fed soybean fatty acids as amides or calcium salts. *J. Dairy Sci.*, 87. 1038–1046.
- Madler, I.B. – Buchanan-Smith, J.G. – Campbell, C.P.(1998): Effects of forage vs grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-cross steers when time on feed is controlled. *J. Anim. Sci.*, 76. 2619–2630.
- Mayer, B. – Thomas, J. – Buckley, R. – Cole, J.W.(1960): The quality of grain-finished and grass-finished beef as effected by ripening, *Food Techn.* 14. 4–7.
- Melton, S.L. – Black, J.M. – Davis, G.W. – Backus, W.R.(1982): Flavour and selected chemical components of ground beef from steers backgrounded on pasture and fed corn up to 140 days. *J. Food Sci.*, 47. 699–704.
- Miller, R.K. – Cross, H.R. – Crouse, J.D. – Tatum, J.D.(1987): The influence of diet and time on feed on carcass traits and quality. *Meat Sci.*, 19. 303–313.
- Mir, P.S. – Mc Allister, T.A. – Scott, S. – Aalhus, J. – Baron V. – McCartney, D. – Charmley, E. – Goonewardene, L. – Basarab, J. – Okine, E. – Weselake, R.J. – Mir, Z.(2004): Conjugated linoleic acid-enriched beef production. *Am. J. Clin. Nutr.*, 79. (Suppl.) 12079–12119.
- Moore, V.J. – Young, O.A.(1990): The effect of electrical stimulation, thawing ageing and packaging on the colour and display life in lamb chops. *Meat Sci.*, 30. 131–145.
- Murphy, T.A. – Loerch, S.C.(1994): Effects of restricted feeding of growing steers on performance, carcass characteristics, and composition. *J. Anim. Sci.*, 72. 2497–2507.
- Nürnberg, K. – Ender, B. – Papstein, H.J. – Wegner, J. – Ender, K. – Nürnberg, G.(1999): Effect of growth and breed on fatty acid composition of the muscle lipids in cattle. *Z. Lebensmittel Unters. Forsch.*, A. 208. 332–335.
- Pariza, M.W. – Hargraves, W.A.(1985): A beef derived mutagenesis modulator inhibits initiation of muscle epidermal tumors by 7,12-dimethylbenz [a] anthracene. *Carcinogenesis*, 6. 591–593.
- Park, R.J. – Ford, A.L. – Ratcliffe, D.(1975): Effect on meat flavour of period of feeding a protected lipid supplement to lambs. *Food Sci.*, 40. 1217–1221.
- Petit, H.V. – Flipot, P.M.(1992): Source and feeding level on nitrogen on growth and carcass characteristics of beef steers fed grass as hay or silage. *J. Anim. Sci.*, 70. 867–875.
- Picard, B. – Gagniere, H. – Robelin, J. – Geay, Y.(1995): Comparison of the foetal development of muscle in normal and double-muscled cattle. *J. Muscle Res. Cell. Motil.*, 16. 629–639.
- Popp, J.(2003): Marha-, juh-és kecskehús piacsabályozása. Tanulmány, Budapest
- Priolo, A. – Micol, D. – Agabriel, J.(2001): Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Anim. Res.*, 50. 185–200.
- Reineccius, G.(1994): Flavour and aroma chemistry. In: Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. (Eds.): Pearson, A.M. – Dutson, T.R. *Advances in Meat Res.*, 9. 184–201.
- Renner, M.(1986): Influence de facteurs biologiques et technologiques sur la couleur de la viande bovine. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix INRA* 65. 41–45.
- Renner, M. – Labadie, J.(1993): Fresh red meat packing and meat quality, Review paper Proc. Intern. Congr. Meat Sci., Tech. 39th ICoMST, Calgary, AB, Canada, 8. 361–389.
- Ribács, A. – Schmidt, J.(2006): Lenolaj alapú Ca-szappan felhasználása a tehéntej zsírsavösszetételének módosítására. *Acta Agr. Ovariensis*, 48. 73–86.
- Rossi, J.E. – Loerch, S.C.(2001): Proportion of corn silage in diets of feedlot steers fed to achieve stepwise increase in growth. *J. Anim. Sci.*, 79. 1402–1408.
- Rossi, J.E. – Loerch, S.C. – Keller, H.L. – Willett, L.B.(2001): Effects of dietary crude protein concentration during periods of feed restriction on performance carcass characteristics, and skeletal muscle protein turnover in feedlot steers. *J. Anim. Sci.*, 79. 3148–3157.
- Rule, D.C. – Broughton, K.S. – Shellito, S.M. – Maiorano, G.(2002): Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, beef cattle, elk, and chicken. *J. Anim. Sci.*, 80. 1202–1211.
- Schmidt, J.(2003): Nagy tejtermelésű tehenek takarmányozásának aktuális kérdesei. *Tejgazdaság, LXIII. 2.* 130–139.

- Schoonmaker, J.P. – Cecava, M.J. – Fluharty, F.L. – Zerby, H.N. – Loerch, S.C.(2004): Effect of source and amount of energy and rate of growth in the growing phase on performance and carcass characteristics of early- and normal-weaned steers. *J. Anim. Sci.*, 82. 273–282.
- Scott, T.W. – Ashes, J.R.(1993): Dietary lipids for ruminants: protection, utilization and effects on remodelling of skeletal muscles phospholipids, *Aus. J. Agric. Res.*, 44. 495–508.
- Smith, G.C. – Favell, J.W. – Dolezal, H.G. – Field, T.G. – Gill, D.R. – Griffin, D.B. – Hale, D.S. – Morgan, J.B. – Northcutt, S.L. – Tatum, J.D.(1995): The final report of the National Beef Quality. National Cattleman's Association, Englewood, CO.
- Swanek, S.S. – Morgen, J.B. – Owens, F.N. – Gill, D.R. – Strasia, C.A. – Doleza, H.G. – Ray, F.K. (1999): Vitamin D₃ supplementation of beef steers increases longissimus tenderness. *J. Anim. Sci.*, 77. 874–881.
- V  rhegyi, J.-   – V  rhegyi, J.(2005): Takarm  nyoz  s hat  sa a v  gott  ru min  s  g  re.   llatteny  szti   s Takarm  nyoz  si Kutat  int  zet. www.atk.hu/Magyar/Ubbs/szvmtart/Hizv.html
- Vestergaard, M. – Therkildsen, M. – Henckel, P. – Jensen, L.R. – Andersen, H.R. – Sejrsen, K. (2000): Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on meat and eating quality of young bulls and the relationship between muscle fibre characteristics, fibre fragmentation and meat tenderness. *Meat. Sci.*, 54. 187–196.
- Wood, J.F. – Enser, M. – Fisher, A.V. – Nute, G.R. – Richardson, R.I. – Sheard, P.R.(1999): Animal Nutrition and Metabolism Group Symposium on "Improving meat production for future needs", manipulating meat quality and composition. *Proc. Nutr. Soc.*, 58. 363–370.
- Xiong, Y.L. – Moody, W.G. – Blanehard, S.P. – Liu, G. – Burris, W.R.(1995): Post mortem changes in chemical composition, palatability and proteolytic activity of semimembranosus muscle from grass- and grain-fed and zeranol-implanted cattle. *J. Anim. Sci.*, 73. (Suppl. 1), 157.
- Young, O.A. – Priolo, A. – Lane, G. – Frazer, K. – Knight, T.(1999): Causes of pastoral flavour in ruminant fat, *Proc. 45th ICoMST, Yokohama, Japan*, 520–421.
- Young-Soo, K.(1995): Carcass characteristics and meat quality in forage-finished and grain-finished beef: A mini review. *J. Agric. Sci.*, 37. 573–582.

  rkezett: 2006. augusztus
Szerz  k c  me: Pannon Egyetem, Georgikon Mez  gazdas  gtudom  nyi Kar
Authors' address: Pannon University, Georgikon Faculty of Agriculture
H-8360 Keszthely, De  k F. u. 16.