



Magyar tarka tenyészbikák hústenyészértékének összehasonlító elemzése

Holló¹ G., Füller² I., Tóth¹ A.

¹Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézet, Kaposvár, 7400 Guba Sándor út 40.

²Magyartarka Tenyésztők Egyesülete, 7150 Bonyhád, Zrínyi út 3.

ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen tanulmányban a szerzők 47 hústermelésre ivadékvizsgált magyar tarka tenyészbika tenyészértékbecslési eredményeit elemezték. A hústenyészérték index és a részutajdonosságok (nettó súlygyarapodás, vágási %) tenyészértékének elemzésén túlmenően értékelték a tenyészérték alakulását apai származás, évjárat és bikaelőállító tenyészet szerinti csoportosításban. Megvizsgálták a hústenyészérték index és a kettős termelési index (KTI) valamint a küllemi bírálati eredmények (ráma, izmoltság, testalakulás) közötti összefüggéseket. Az eredmények tanúsága szerint az átlagos hústenyészérték index 103,43 az összes bika vonatkozásában. Ehhez képest a KTI és ráma tenyészértéke nagyobb, míg az izmoltság és a nettó súlygyarapodás pedig kisebb, ami 100 pont alatti értéket jelent. Az összefüggés-vizsgálatok szerint a KTI negatív irányú, közepes erősségű kapcsolatot mutatott az izmoltsággal ($r = -0,5$), míg a hústenyészérték index és a ráma tenyészértéke között ugyancsak közepes erősségű, de pozitív irányú ($r = 0,4$) összefüggés állt fenn. A KTI és a hústenyészérték index között nem volt számottevő összefüggés, a rangkorrelációs koefficiens értéke $r_s = -0,24$. Ennek ellenére több olyan tenyészbika választható ki, amely mindkét rangsorban az első tíz helyen található, s ez a szelekció szempontjából kedvező. A genetikai trend a KTI és a ráma esetében csökkenő, míg a hústenyészérték index, az izmoltság, a testalakulás, a vágási kihozatal és a nettó súlygyarapodás tekintetében növekvő tendenciát mutat. Az évjárat és a bika-előállító tenyészet hatása nem volt szignifikáns, az apai hatás viszont szignifikánsnak bizonyult a KTI, az izmoltság és a testalakulás tenyészértékére.

(Kulcsszavak: magyar tarka, hústenyészérték index, ivadékvizsgálat)

ABSTRACT

Comparative analysis of beef merit index in Hungarian Simmental sires

G. Holló¹, I. Füller², A. Tóth¹

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Institute of Diagnostic Imaging and Radiation Oncology,
Kaposvár, H-7400 Guba Sándor str. 40.

Association of Hungarian Simmentaler Breeders, H-7150 Bonyhád, Zrínyi út 3.

In this study the beef merit index (breeding value of beef) of 47 Hungarian Simmental bulls in progeny test was examined. Moreover the relationship between beef merit index and subtraits (net gain, dressing percentage) were evaluated and the results of bulls in progeny testing were compared according to birth date, seedstock herd and grandsire. The relationships between beef merit index and dual purpose production index (KTI) as well as the results of conformation scores (frame, muscularity, form) were examined. According to the results the average beef merit index of sires in progeny testing was

103.43. Comparing to this the average value of KTI and frame were higher, whereas average value of muscularity and net weight gain were lower, which means value below 100 point. Based on the results of the correlation calculation the KTI correlated negatively with breeding value of muscularity ($r = -0,5$), whilst the beef merit index showed a positive relationship with breeding value of frame ($r = 0,4$). No significant relation was emerged between KTI and beef merit index, the coefficient of rank correlation $r_s = -0,24$. In spite of this it can be selected such sires, which occurred in both rank in the first 10 places, and this is advantageous from selection point of view. The genetic trend of KTI and frame show declining tendency, whilst the beef merit index, breeding value of muscularity, form, net gain and dressing percentage increase. The generation group and the seedstock herd had no significant effect on the examined traits; on the other hand the effect of grandsires was significant on KTI, the breeding value of frame, muscularity and form.

(Keywords: Hungarian Simmental, beef merit index, progeny test)

BEVEZETÉS

Minden szarvasmarha-tenyésztőnek alapvető célja állatai (tehenei és bikái) genetikai értékének növelése. A tenyésztő a tenyészcélban fogalmazza meg, melyek azok az értékmérő tulajdonságok, amelyeket javítani szeretne. A magyar tarka, mint kettőshasznosítású fajta tenyésztési programjában, tenyészcélként a minőségi tejtermelés (nagy tejsír- és tejfehérje-tartalom) mellett a hústermelés (kiváló vágóérték, korszerű húsminőség) fejlesztése is szerepel (MTE, 1999, MTE 2002). Korábban a kettőshasznú bikák tenyészérték indexe (kettős termelési index) csak a tejtermelési tulajdonságokból tevődött össze. Az utóbbi években viszont megnőtt az igény a magyar tarka húsrányú hasznosítása iránt is. Ehhez igazodva dolgozta ki a Magyar Tarka Tenyésztők Szövetsége a hústenyészérték számítás alapjául szolgáló hizlalás és minősítő vágások módszerét, végrehajtásának gyakorlatát. A hústenyészértéket Ausztriában már 1995-ben bevezették, azóta minden évben négy alkalommal közlik a tenyészértékbecslés eredményét (Zuchtdata, 2007). Az osztrák tarka fajtában a tenyészcélú ökonómiailag az un. összesített tenyészértékben (Gesamtzuchtwert) fejezik ki. Ez a tenyészérték magába foglalja a tej- és a hústermelési tulajdonságok mellett a fitness tulajdonságokat is, 39:16:45 arányban. A tenyészérték ezen súlyozása a szelekciós előrehaladásban a tej 81%-os, a hús 9%-os, és a fitness 10%-os részvételi arányát eredményezi (Pichler, 2005). Hazánkban jelenleg folyik a „fitness” tenyészérték bevezetése, ami magába foglalja a fejési sebesség, az ellés lefolyása, a fertilitás, a hasznos élettartam és a perzisztencia résztulajdonságok értékelését (Stefler, 2004, Húth és Füller, 2006, Füller, 2007).

A hústenyészérték index számítása a szimentáli, a bajor tarka, az osztrák tarka és a magyar tarka fajtában a nettó súlygyarapodás, a vágási kihozatal és a EUROP-minősítés eredményeiből tevődik össze, a tulajdonságok gazdasági súlyzófaktorai 44:28:28. Braunvieh (svájci barna) esetében 60:20:20 aránnyal számolnak. A pinzgau és a szürke marha esetében a hústenyészérték index a napi súlygyarapodás, a vágási kihozatal és a EUROP minősítés eredményeiből tevődik össze. A pinzgau marha esetében 44:41:5, míg a szürke marhánál 42:42:16 a súlyzófaktorok aránya (Zuchtdata, 2007). A tenyészértékek átlaga 100 és szórása 12, az összehasonlítás alapja az 1995 és 2000 között született összes bika átlaga (Schweizerischer Fleckviehzuchtverband, 2007). A nagyobb hústenyészérték együtt jár a többi résztulajdonság egyértelmű növekedésével.

Magyarországon a hústenyészérték becslését 2004-ben kezdték el 12 tenyészbikával, azóta az összegyűjtött adatokat Németország, Ausztria és Magyarország közösen értékeli és végzi el a hústenyészérték becslését (Füller, 2007).

Jelen vizsgálat elsődleges célja volt a hústermelőképesség ivadékvizsgálatában (ITV) szereplő magyar tarka bikák hústenyészértékének összehasonlító vizsgálata és értékelése. Ezen belül elemeztük a hústenyészérték index és a kettős termelési index (KTI), valamint a küllemi bírálati eredmények (ráma, izmoltság, testalakulás) közötti összefüggéseket, és összevetettük az ITV-ben értékelt bikák eredményeit születési évjárat, bikát-előállító tenyészetenként és apánként.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A felhasznált adatbázis és a tenyészértékek számítása

Az adatbázist az a 47 tenyészbika képezte, amely a Magyarartka Tenyésztők Egyesülete által kiadott Magyarartka Tenyészbika Teljesítmény Összesítő 2007. évi tavaszi számában szerepel. A kiadvány összesen 113 ivadékvizsgált tenyészbika tenyészérték becslési eredményeit ismerteti, ezekből azonban csak a hústenyészértékkel rendelkező egyedek adatait használtuk fel. A tenyészértékbecslés Magyarországon az egyedmodell alapján történik. A tenyészbikák adatait Excel táblázatban rögzítettük. Minden egyed esetében a következőket szerepeltettük a táblázatban: a születési idő, a tenyésztő, az apa, a kettős termelési index, a ráma, az izmoltság, a testalakulás tenyészérték, a hústenyészérték index, nettó súlygyarapodás és a vágási kihozatal tenyészérték. A hústenyészérték index kiszámítása a következőképpen történik: Az indexben három résztulajdonság tenyészértékét (TÉ) az alábbi arányok szerint súlyozzák: $44 * \text{nettó súlygyarapodás TÉ}$, $28 * \text{vágási kihozatal TÉ}$, $28 * \text{EUROP minősítés TÉ}$.

Minden tenyészbika után 15 bikaborjút vizsgálnak. Ezek hízekonyságát 200 és 400 napos kor között vizsgálják kéthavonta mérlegeléssel. Ezután elbírálják az állatok izmoltságát, majd azokat a bikákat melyek elérik a vágó súlyt, vágóhídon minősítési vágásnak vetik alá, ahol elvégzik a EUROP-szerinti minősítésüket és megállapítják a csontos hús termelésüket. Ezekre az adatokra tenyészérték számítható, a magyar adatokat, a német és osztrák adatokkal együttesen futtatják le. Tanulmányunkban a másik használt index: a Kettős Termelési Index (KTI), itt az alkotóelemek, vagyis a tenyészértékek – a tej kg : zsír kg : fehérje kg – 1:1:2 arányban szerepelnek. Az adatbázisban 47 hústenyészérték indexszel rendelkező bika szerepelt, amelyek közül 37-nek volt KTI értéke.

Alkalmazott statisztikai módszerek

Az adatok előkészítéséhez és az alapstatisztikai mutatók (átlag, szórás, maximum, minimum) kiszámításához a Microsoft Office Excel 2007-es verzióját használtuk. Az adatok további elemzéséhez az SPSS 10.0 statisztikai programcsomagot alkalmaztuk. A program segítségével grafikusán jelenítettük meg a tenyészértékek gyakorisági görbét és az egyes tenyészértékek számszerű értékeit 10%-os intervallumonként. A hústenyészérték index és az azt képező résztulajdonságok, illetve a kettős termelési index és a küllemi bírálati eredmények (ráma, izmoltság, testalakulás) között összefüggés vizsgálatokat végeztünk. Első megközelítésben Pearson-féle korrelációs koefficiensek értékét számoltuk ki, majd a hústenyészérték index és a KTI eredmények alapján rangsoroltuk a bikákat, a hústenyészérték index és a KTI rangsor közötti kapcsolatot Spearman-féle rangkorrelációs koefficienssel számítottuk.

Az ivadékteljesítményben vizsgált bikák eredményeit a születési év alapján is összehasonlítottuk. Az egymást követő öt évben született bikákat egy csoportba véve három csoportot képeztünk: az első csoportot a 1990–1995, a második csoportot az 1996–2000 és a harmadik csoportot a 2001 után született bikák alkották.

Az ivadékteljesítményben vizsgált bikák eredményeit a bika-előállító tenyészetek és az apák alapján is összevetettük.

A születési évjárat, a tenyészet és az apa hatásának értékelésére többváltozós variancia analízist alkalmaztunk (fő hatások, független változó: születési évjárat, tenyészet, apa; függő változók: KTI, ráma tenyészérték, izmoltság tenyészérték, testalakulás tenyészérték, hústenyészérték index, vágási% tenyészérték, nettó súlygyarapodás tenyészérték). Az egyes csoportok átlagértéke közötti különbségek kimutatását a nem egyenlő egyedszámok esetében alkalmazható Tukey teszttel végeztük el.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Az 1. és a 2. táblázatban foglaltuk össze a vizsgált tulajdonságokra vonatkozó alapstatisztikai mutatókat. A 47 tenyészbika közül a vizsgált időszakban, csak 37 egyed rendelkezett Kettős Termelési Indexszel (KTI) és küllemi bírálati eredményekkel. Az ITV-ben vizsgált bikák átlagos hústenyészértéke 103,43, s ahogy a minimum és maximum értékek is mutatják, az állományból egy-egy egyed esetében volt kiugróan kicsi (81), illetve kiugróan nagy (136) a hústenyészérték. A nettó súlygyarapodás és vágási % tenyészértéke normál eloszlást mutatott, de a vágási % tenyészértékeinek eloszlási görbéje a súlygyarapodáshoz képest pozitív irányba tolódott el. A nettó súlygyarapodás tenyészértéke 24 egyed (51%) esetében volt negatív. Egy egyed esetében volt kiugróan nagy a súlygyarapodás tenyészértéke (61,08). A súlygyarapodás tenyészértékéhez képest a vágási% tenyészérték eloszlási görbéje pozitív irányba tolódott el. Itt az átlagérték már pozitív (0,26). A KTI és a ráma átlag tenyészértéke meghaladja a 100-as értéket, az izmoltság és a ráma átlag tenyészértéke viszont 100 alatt maradt.

1. táblázat

A vizsgált bikák (n=47) hústenyészérték indexe (Hús TÉ), a súlygyarapodás és vágási százalék tenyészértéke (TÉ)

Tulajdonság (1)	Átlag (2)	Szórás (3)	Min. (4)	Max. (5)
Hús TÉ (6)	103,43	10,18	81,00	136,00
Nettó súlygyarapodás TÉ (7)	-0,43	19,69	-39,75	61,08
Vágási % TÉ (8)	0,26	0,67	-1,46	2,02

Table 1. The beef merit index and the breeding value of net gain as well as dressing percentage of examined sires (n=47)

Trait(1), Mean(2), Standard deviation(3), Minimum(4), Maximum(5), Beef merit index(6), Breeding value of net daily gain(7), Breeding value of dressing percentage(8)

2. táblázat

A vizsgált bikák (n=37) KTI és egyes küllemi tulajdonságok tenyésztértéke

Tulajdonság (1)	Átlag (2)	Szórás (3)	Min. (4)	Max. (5)
KTI (6)	120,46	10,79	100,00	138,00
Ráma TÉ (7)	108,14	7,63	92,00	125,00
Izmoltság TÉ (8)	93,46	8,96	64,00	113,00
Testalakulás TÉ (9)	98,65	8,07	77,00	117,00

Table 2. The breeding value of conformation traits of examined sires (n=37)

(1-5) as in Table 1., Dual purpose production index(6), Breeding value of frame(7), Breeding value of muscularity(8), Breeding value of form(9)

A tenyésztértékek átlagainak az állomány részpopulációira vonatkozó értékeit a 3. táblázat mutatja be. Az adatokból látható, hogy az ivadékvizsgálatban indult bikák 50%-a 100 vagy azt meghaladó hústenyésztérték indexszel rendelkezik, de ebben az esetben a nettó súlygyarapodás tenyésztérték még negatív. Az állomány legjobb 40%-a hústenyésztérték indexe 106,80-as, mindkét résztulajdonsága a súlygyarapodás és a vágási % tenyésztérték is pozitív előjelű. Az állomány legjobb 25%-a 110 feletti hústenyésztérték indexszel jellemezhető, a súlygyarapodás tenyésztértéke már 10 feletti. A legjobb 10%-os tenyészbika részpopulációt 114,40 hústenyésztérték index, 25,35 súlygyarapodás tenyésztérték és 1,25 vágási % tenyésztérték jellemzi. Osztrák tarka bikák eredményei szerint a 115-ös hústenyésztérték index 57,1%-os vágási hozamot és 1473 g/n súlygyarapodást jelent (Zuchtdata, 2007).

3. táblázat

A tenyészbika részpopulációk tenyésztértékeinek átlagértéke

Részpopuláció(4)	Hús TÉ(1)	Nettó Súlygyarapodás TÉ(2)	Vágási kihozatal % TÉ(3)
Legjobb 50%(5)	104	-2,26	0,21
Legjobb 40%(6)	106,80	3,90	0,29
Legjobb 30%(7)	109,00	9,37	0,52
Legjobb 25%(8)	111,00	13,61	0,61
Legjobb 20%(9)	111,40	15,61	0,77
Legjobb 10 %(10)	114,40	25,35	1,25

Table 3. The average value of breeding value of subpopulations of sire

Beef merit index(1), Breeding value of daily net gain(2), Breeding value of dressing percentage(3), Subpopulation(4), The best 50 %(5), The best 40 %(6), The best 30 %(7), The best 25 %(8), The best 20 %(9), The best 10 %(10)

A 4. táblázatban foglaltuk össze a vizsgált tulajdonságok korrelációs mátrixát. A testalakulást nem tüntettük fel a táblázatban, mert az összes többi vizsgált tulajdonsággal nem mutatott

érdemi összefüggést. A KTI az izmoltság tenyésztérékkel negatív $r = -0,5$ -ös szorosságú összefüggést mutatott. Hasonló nagyságú $r = 0,4-0,5$ pozitív irányú összefüggést tapasztaltunk a ráma tenyésztérék és a hús tenyésztérék index, illetve súlygyarapodás tenyésztérék között. A ráma tenyésztérék és az izmoltság tenyésztérék között kisebb erősségű, de pozitív kapcsolatot találtam ($r = 0,34$). Természetesen a hús tenyésztérék indexet alkotó résztulajdonságok a súlygyarapodás tenyésztérék és a vágási % tenyésztérék a hús szoros tenyésztérék indexszel összefüggésben áll a korrelációs koefficiens értéke $r = 0,90$ illetve $r = 0,78$. A KTI és a hústenyésztérék index között nem volt összefüggés.

4. táblázat

Összefüggések (r) a KTI a hústenyésztérék és a küllemi tulajdonságok között

	KTI (1)	Ráma TÉ(2)	Izmoltság TÉ(3)	Hús TÉ(4)	Tömeggy. TÉ(5)	Vágási % TÉ(6)
KTI (7)	-		-0,50**			
Ráma TÉ (8)		-	0,34*	0,40*	0,49**	
Izmoltság TÉ (9)	-0,50**	0,34*	-			
Hús TÉ (10)		0,40*		-	0,90***	0,78***
Tömeggyarapodás TÉ (11)		0,49**		0,90***	-	0,52***
Vágási % TÉ (12)				0,78***	0,52***	-

* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$

Table 4. Relationship among KTI and beef merit index as well as conformation traits

Dual purpose production index(1), Breeding value of frame(2), Breeding value of muscularity(3), Beef merit index(4), Breeding value of net daily gain(5), Breeding value of dressing percentage(6), 7-12 as 1-6.

A hústenyésztérék index rangsor és a KTI rangsor között számított rangkorrelációs koefficiens értéke $r_s = -0,24$. Annak ellenére, hogy a teljes állományra tekintve a hús tenyésztérék rangsor és a KTI rangsor között – a rangkorreláció eredménye szerint – gyenge az összefüggés, az ábrán jól látható, hogy vannak olyan korrelációtörő egyedek, melyek mind a hús tenyésztérék rangsorban mind a KTI rangsorban az első tíz helyen állnak. Az 5. táblázatban foglaltuk össze azoknak a bikáknak a fontosabb jellemzőit (származás, születési dátum), amelyek mindkét rangsorban az első tíz helyen szerepelnek. A származást tekintve Bonyhádi Vallomás Lehel kivételével a többi tenyészbika német, illetve osztrák-tarka bikától származik. A hús tenyésztérék index alapján az első helyen álló Bonyhádi Vallomás Lehel apja a bonyhádi tenyésztésű Lehel Renner fia, anyai nagyapja pedig a mindszei születésű Jobb Streif. Mindez jelzi a tenyésztői munka sikerességét, a szelekciós előrehaladást, hiszen az apai és az anyai nagyapa KTI és hústenyésztérék indexe 112–114 pontszám között változott, ezt az értéket Bonyhádi Vallomás Lehel jóval felülmúlta.

5. táblázat

A hús TÉ és KTI alapján felállított rangsorban az első tíz között található bikák jellemzői

Rangsor hús TÉ (1)	Hús TÉ (2)	Rangsor KTI (3)	KTI (4)	KLSZ- név (5)	Apa/anyai nagyapa (6)	Születési idő (7)
1	136	6	131	16113 Bonyhádi Vallomás Lehel	Lehel Renner / Jobb Streif	1999
2	122	10	125	15894 Bonyhádi Vidám Husaldo	Husaldo/ Unaf	1998
4	116	10	125	16931 Rádóci Adu Samurai	Samurai/ Horb	2001
5	114	9	127	17367 Ménésbirtok Ajtony Rabatt	Rabatt /Haller	2001
9	109	4	133	16243 Bonyhádi Vince Stramy	Stramy /Zitat	1999

Table 5. Characteristics of sires found in first 10 places in ranks of beef merit index and KTI

Rank of beef merit index(1), Beef merit index(2), Rank of dual purpose production index(3), Dual purpose production index(4), Number and name of sire(5), Sire-maternal grandsire(6), Birth date(7)

6. táblázat

KTI, ráma, izmoltság, testalakulás tenyészártéke nagyapánként

Nagyapa(1)	Utód-szám(2)	KTI(3)	Ráma TÉ(4)	Izmoltság TÉ(5)	Testalakulás TÉ(6)
13177 Zitat	2	129,50±3,54	105,50±3,54	92±1,41	108±7,07
14591 Husaldo	4	124±10,10	104,75±2,76	95±7,44	91,25±4,43
14593 Spiro	3	106±7,21	109,67±4,51	98,67±2,31	102,67±2,09
14594 Horst	3	109,33±8,33	108,33±6,03	89,67±0,58	86,33±9,02
15160 Hucki	3	120,33±2,89	118,33±2,31	105±7	98,33±5,86
15654 Samurai	4	128,75±9,00	105,75±5,91	79±10,42	100,50±3,11
15657 Gebál	2	120,50±0,70	99±1,41	99,50±6,36	100±7,07

Table 6. The KTI, the breeding value of frame, muscularity and form according to grandsires

Grandsire(1), Number of progeny(2), Dual purpose production index(3), Breeding value of frame(4), Breeding value of muscularity(5), Breeding value of form(6)

Az 1. ábrán mutatjuk be a KTI genetikai értékének (genetikai trend) alakulását 1991 és 2002-ben született bikák között. Az ábra alapján megállapítható, hogy a KTI csökkenő tendenciát mutat, tehát az 1995 után született bikák KTI értéke kisebb, mint az 1991 és 1995 között született egyedek átlagértéke, de a csökkenés mértéke nem volt szignifikáns.

1. ábra

A KTI genetikai trendje a bikák születési éve alapján

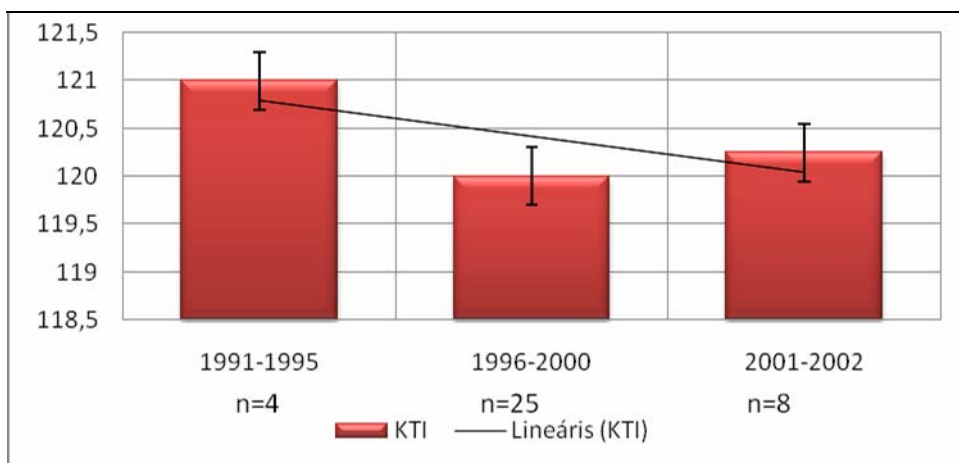


Figure 1. The genetic trend for dual purpose production index according to birth date of sire

A KTI mellett, a ráma tenyészérték genetikai trendje is csökken az 1996 után született bikák esetében. Ellentétes tendencia figyelhető meg az izmoltság tenyészérték genetikai trendjében. Az izmoltság tenyészérték legnagyobb volt az 1996–2000 között született bikák esetében. Ez az érték a 2001 és 2002 között született egyedeknél kisebb, de összességében elmondható, hogy a fiatalabb bikák izmoltság tenyészértéke nagyobb, mint az elődöké. A testalakulás tenyészérték esetében szintén hasonló tendenciát figyelhetünk meg, vagyis 1991-től 2002-ig lineárisan növekszik a testalakulás tenyészértéke. Polgár és mtsai. (1997) 1977-től 1990-ig nyomon követték magyar tarka és holstein-fríz bikák testméreteinek változását. Eredményeik szerint mindkét fajtában az övméret csökkent, a medence alakulása kedvezőtlené vált, mivel a far hosszúság csökkent és szűkebb lett a farszélesség is. A testméretek ezen változása jól jelzi a tejirányú szelekció hatását a küllemre. Bodó és mtsai. (2000) is felhívják a figyelmet a küllemi bírálat fontosságára, ugyanis ennek alapján jól lehet a hústermelésre következtetni mind az STV mind az ITV során okszerűen elvégzett bírálat adataiból. A hús tenyészérték index (2. ábra) mellett, a nettó súlygyarapodás és a vágási % tenyészértéke is növekvő tendenciájú. Az egyes időszakok között nincsenek szignifikáns eltérések. Míg a hústenyészérték és a nettó súlygyarapodás tenyészértéke a fiatalabb bikáknál egyre nagyobb, addig a vágási % tenyészérték a 2001 és 2002 között született bikák esetében visszaesett a 1996–2002 időszakhoz képest. Az 1991 és 2001 között született osztrák tarka bikák a hústenyészértéke lassan emelkedik, ez annak köszönhető, hogy a nettó súlygyarapodás tenyészérték is nőtt, ugyanakkor a színhúsarány és az EUROP tenyészérték csökkenő tendenciát mutat (Zuchtdata, 2007).

2. ábra

A hús tenyészték index (hús té) genetikai trendje a bikák születési éve alapján

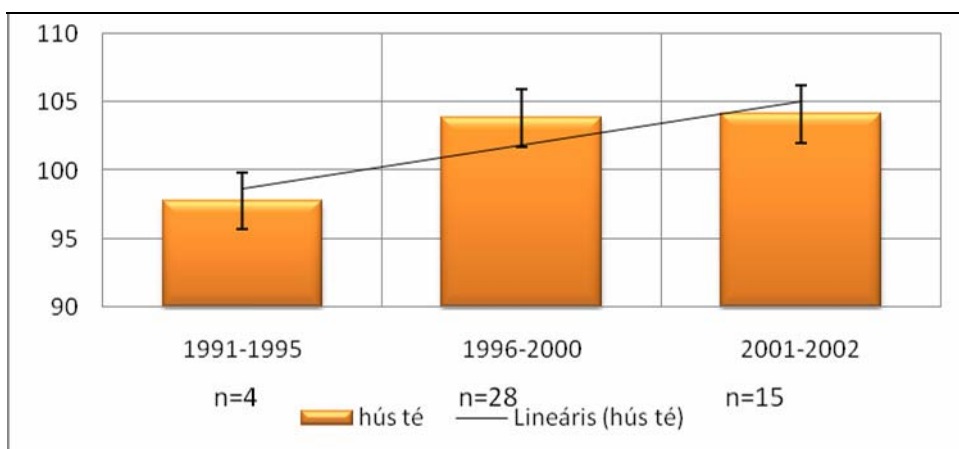


Figure 2. The genetic trend for beef merit index (hús té) according to birth date of sire

1991 és 1995 között Bonyhádon, Kocséron, Mezőhegyesen és Tevelen, 1996 és 2000 között az előbbieken kívül Jákon és Mindszenten, 2000 után pedig hat tenyészetben állítottak elő ITV-ben indított bikát, mely rendelkezett KTI-vel és küllemi tenyészértékkel is. A bika-előállító tenyészet hatását vizsgálva megállapítható, hogy nem volt szignifikáns hatása egyik vizsgált tulajdonságra sem. A legjobb KTI átlagot a bika-előállító tenyészetek közül a 2001–2002-ben született kocséri bikák érték el. A legjobb eredményt ráma, izmoltság és testalakulás vonatkozásában egy mezőhegyesi tenyésztésű bika (Ménésbirtok Ajtony Rabatt) érte el. A hús tenyészérték index vonatkozásában a legjobb 1991–1995 között kocséri és mezőhegyesi tenyésztésű bikák voltak azonos 106 pontszámmal. Az 1996 és 2000 között született bikák közül a teveli tenyésztésű egyedek rendelkeztek a legjobb hústenyészértékkel és súlygyarapodással is. Ettől az értéktől nem sokkal maradtak le a bonyhádi tenyészetből származó bikák hústenyészértéke. 2001-nél fiatalabb évjáratban az egyházasrádóci (Rádóci Adu Samurai) és hódmezővásárhelyi (Vásárhelyi Ákos Spiro) egyedek bizonyultak a legjobbnak (megbízhatóság: 67%), az utóbbi a vágási %-ban, míg az előbbi a hús és súlygyarapodás TÉ-ben.

Ivadékvizsgálatban a legnagyobb számban Samurai és Husaldo utódok vannak jelen. A kettő vagy több utóddal rendelkező apák fiai közül a Zitat apaságú utódok voltak a legjobbak a KTI és testalakulás tenyészérték vonatkozásában (6. táblázat). Husaldo nevű tenyészbika Németországból került hazánkba a magyar tarka tej és hústermelőképességének javítására, mind hús és mind a tej tenyészértéke 122 (Füller és mtsai., 2002). A legnagyobb a hústenyészértéke és vágási % tenyészértéke Bonyhádi Vidám Husaldoé, míg a legjobb a nettó súlygyarapodás tenyészértéke Rabatt utódnak (Ménésbirtok Ajtony Rabatt). A Rabatt utódok rendelkeznek a legjobb hústenyészérték és nettó súlygyarapodás tenyészérték átlaggal. A legjobb vágási % tenyészértéket a Hucki utódok érték el. Az apák hatása tehát szignifikánsnak bizonyult a KTI, a ráma, az izmoltság és a testalakulás esetében.

KÖVETKEZTETÉSEK

Összességében az eredmények alapján elmondható, hogy a hústenyészérték bevezetése a magyar tarka fajtában nagyban hozzájárulhat ahhoz, hogy tenyészbikák hústermelőképességével kapcsolatos értékmérő tulajdonságairól pontos információval rendelkezünk. Ezen információk ismeretében a tenyészcélnak megfelelő tenyészbika kiválasztásával a tenyésztők nagyobb genetikai előrehaladást tudnak elérni, így növelve a fajta versenyképességét.

IRODALOM

- Bodó I., Szabó F., Tózsér J., Komlósi I. (2000): Fajta, típuskérdés és korszerű tenyésztési, tenyészértékbecslési eljárások a húsmarhatenyésztés szolgálatában. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 49. 6. 525-538.
- Füller I., Polgár J.P., Harmat Á., Húth B., Lengyel Z. (2002): Beszámoló a hús ITV-eredményeiről. *Magyartarka*. 12. 10-11.
- Füller I. (2007): Munkabeszámoló az Egyesület 2007. évi tevékenységéről. www.magyartarka.hu
- Harmat Á. (2001): A hústenyészérték bevezetése. *Magyartarka*. 1. 5.
- Húth B., Füller I. (2006): A magyartarka tenyésztés helyzete és jövőbeni perspektívái. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 55. 57-58.
- Magyartarka Tenyésztők Egyesülete (1999): A magyartarka fajta tenyésztési programja, Kocsér
- Magyartarka Tenyésztők Egyesülete (2002): A magyartarka fajta tenyésztési programja, (szerk: Füller I.) Kocsér
- Pichler, R. (2005): Fleckvieh Austria – fit für die Zukunft. Proc of the 26th Congress of the European Simmental Federation. 32-42.
- Polgár, J.P., Szűcs, E., Szabó, F. (1997): Auswirkungen einer milchbetonten Selektion auf die Wachstumsintensität und den Körperbau von Jungbullen der Rassen Holstein-Friesian und Ungarisches Fleckvieh (Kurzmitteilung). *Archiv für Tierzucht*. 40. 6. 505-510.
- Schweizerischer Fleckviehzuchtverband (2007) Zuchtwertschätzung Fleischleistung. *Zuchtwertschätzung*. 12-13.
- Stefler J. (2004): A funkcionális tulajdonságok szerepe a modern szarvasmarhatenyésztésben. *Magyartarka*. 10-12.
- Zuchtdata (2007): Zuchtwertschätzung beim Rind, Grundlagen, Methoden und Modelle. (ZuchtData EDV-Dienstleistungen GMBH, Wien.)

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Holló Gabriella

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science

H-7401 Kaposvár, P.O.Box 16.

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar

7401 Kaposvár, Pf. 16.

Tel.: 36-82-502-000, Fax: 36-82-502-020

e-mail: hollo.gabriella@sic.hu



A mikrohullámú pasztörözés hatása a tej összetételére I. Aminosav-összetétel, szabadaminosav-tartalom, biológiai érték

**Albert¹ Cs., Lányi¹ Sz., Salamon¹ Sz., Lóki² K., Csapóné Kiss² Zs.,
Csapó^{1,2} J.**

¹Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Campus, 530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1.

²Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők egy Hargita megyei Tejipari Vállalatnál különböző hőkezelési eljárással pasztörözött tejminták szabadaminosav- és összesaminosav-tartalmát vizsgálták OPA/2-merkaptó-etanol származékképzés után HPLC segítségével. Elemezték a mikrohullámú kezelés hatását az aminosavakra, a szabadaminosav-tartalomra és a biológiai értékre a hagyományos hőkezelési technológiához hasonlítva. Az összes esszenciális aminosav mennyisége teljes mértékben megegyezett függetlenül attól, hogy kezeletlen nyers tejről vagy különböző módon hőkezelt tejről volt szó. Az oxidációra és a hő hatására rendkívül érzékeny kéntartalmú aminosavak és a tirozin, valamint a treonin minimális módon változott. Ugyanezt tapasztalták a valin- az izoleucin-, a leucin- és a fenilalanintartalomban, és nem tapasztaltak változást a nem esszenciális aminosavaknál sem a hőkezelés során. Az általuk alkalmazott kétféle hőkezelés gyakorlatilag semmilyen változást nem okozott a tejfehérje aminosav-összetételében sem az esszenciális, sem a nem esszenciális aminosavak tekintetében. A nyerstej összes szabadaminosav-tartalmát 20,67 mg/100 g tejnek mérték, ami a hagyományos módon pasztörözött tejben 8,02 mg aminosav/100 g tejre, a mikrohullámmal pasztörözött tejben pedig 8,96 mg aminosav/100 g tejre csökkent. Az arginin kivételével mindegyik esszenciális szabad aminosav mennyisége lényeges mértékben csökkent a hőkezelés során. Legszembetűnőbb a csökkenés a fenilalanin, a leucin, a lizin, a valin és a tirozin esetében. A csökkenés feltehetően a technológiai beavatkozás következménye. Jelentős eltérést kaptak tehát a nyerstej és a különböző módon hőkezelt tejminták között a szabad aminosavakat illetően; a két hőkezelési mód között azonban a szabad aminosavak tekintetében nem tudtak különbséget tenni, tehát e tekintetben is a két hőkezelési módszer azonos értékűnek mondható.

(Kulcsszavak: tej, hagyományos pasztörözés, mikrohullámú hőkezelés, aminosav-összetétel, szabadaminosav-tartalom)

ABSTRACT

The effect of microwave pasteurization on the composition of milk. I.

Amino acid composition, free amino acid content, biological value

Cs. Albert¹, Sz. Lányi¹, Sz. Salamon¹, K. Lóki², Zs. Csapó-Kiss², J. Csapó^{1,2}

¹Sapientia Hungarian University of Transylvania, Csíkszereda Campus, RO-530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1.

²University of Kaposvár, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

The authors examined free amino acid and total amino acid content of milk samples pasteurized using different heat treatment procedures at a Dairy Company of Hargita

county, using HPLC after derivatization with OPA/2-mercaptoethanol. They analyzed the effect of microwave treatment on the amino acids, free amino acid content and biological value compared to the conventional heat treatment technology. The amount of total essential amino acids was fully identical irrespective of whether it was about untreated raw milk or milk heat treated in different ways. Sulfur amino acids extremely sensitive to oxidation and heat, tyrosine as well as threonine changed minimally. The same was experienced for valine, isoleucine, leucine and phenylalanine content and no change was experienced for the non-essential amino acids, either, during the heat treatment. The two applied heat treatments caused practically no change in the amino acid composition of the milk protein neither in case of the essential nor in the case of the non-essential amino acids. Total free amino acid content of the raw milk was measured to be 20.67 mg/100 g milk, which reduced in the milk pasteurized in the traditional way to 8.02 mg amino acid/100 g milk, whereas in the microwave pasteurized milk to 8.96 mg amino acid/100 g milk. With the exception of arginine, the amount of each essential free amino acid decreased substantially during the heat treatment. The most striking is this decrease for phenylalanine, leucine, lysine, valine and tyrosine. The decrease is presumably a result of the technological intervention. Thus, significant difference was obtained between the raw milk and the milk samples heat treated in different ways regarding the free amino acids; no distinction could be drawn between the two heat treatment methods in the respect of free amino acids, however, consequently, the two heat treatment methods can be considered as being of same value also in this respect. (Keywords: milk, conventional pasteurization, microwave heat treatment, amino acid composition, free amino acid content)

BEVEZETÉS

Az emberi fogyasztás előtt – egyes speciális tejtermékek kivételével – a tejet pasztőrözni kell, melynek során elpusztítják a kórokozó mikroorganizmusokat és azok csíráit. A pasztőrözés úgy kell megoldani, hogy az a lehető legkisebb befolyással legyen a nyerstej összetételére és annak organoleptikus tulajdonságaira. A hagyományos pasztőrözési eljárások mellett az utóbbi időben a mikrohullámú kezelést elkezdték alkalmazni a tej pasztőrözésére. Szinte semmit sem tudunk azonban az így előállított tej tulajdonságairól, a mikrohullám hatásáról a tej tulajdonságaira. Ezért feladatul tűztük ki annak vizsgálatát, hogy a mikrohullámú kezelés milyen hatással van a tej fehérjetartalmára és a szabadaminosav-összetételére. Vizsgálatainkat az „érzékeny” aminosavakra (Tyr, Lys, Met, Cys) koncentráltunk nézve azt, hogy a mikrohullámú kezelés hatására történt-e jelentős változás ezen aminosavak esetében a hagyományos technológiához hasonlítva.

A természetes élelmiszer alapanyagok, mint amilyen a tej, nyers állapotban nem tartalmaznak jelentős mennyiségben D-aminosavakat, a fogyasztásra való előkészítés folyamán azonban gyakran vannak olyan körülményeknek kitéve, amelyek racemizációt okozhatnak. A hővel történő kezelés során kapott D-aminosavak rontják a minőséget, a kezelt élelmiszer biztonságos felhasználhatóságát. A D-aminosavak jelenléte a fehérjében csökkenti az emészthetőséget és a többi aminosav hozzáférhetőségét, ezért vizsgáltuk a nyerstej alapanyag, a hagyományos módon pasztőrözött, valamint a mikrohullámmal pasztőrözött tej szabadaminosav-, szabad D-aminosav- és fehérjetartalmát. A vizsgálatok során szeretnénk volna megállapítani a szabad aminosavak változását, a tejfehérje esetleges károsodását, a D-aminosavak kialakulását a hagyományos és a mikrohullámú hőkezelés hatására, valamint összehasonlítani a két pasztőrözési eljárás hatékonyságát a tejfehérje minőségének megtartása szempontjából.

A mikrohullámú kezelés elvi alapjai

A mikrohullámú sugárzásnak a 300 MHz–300 GHz frekvencia tartományba eső elektromágneses hullámokat nevezzük (Pozar és David, 1993). A mikrohullámú tartomány az alábbiakat tartalmazza:

- ultra-magas frekvencia: ultra-high frequency (UHF) (0,3–3 GHz),
- szuper-magas frekvencia: super high frequency (SHF) (3–30 GHz),
- extrém-magas frekvencia: extremely high frequency (EHF) (30–300 GHz) jeleket.

Az élelmiszeripari gyakorlatban a mikrohullámú technika másik alkalmazási területe a termékek mikrobiológiai biztonságának növelése, elsősorban a pasztörözési eljárásokkal. Pozar és David (1993) leírják, hogy a mikrohullámú eljárások során elsősorban a 2450 MHz, illetve néhány esetben a 915 MHz-es frekvenciát használták. Rajkó és mtsai. (1996) szerint a mikrohullámok energiája a molekulák kötéseinek felbontására nem elegendő, bizonyos körülmények között azonban képes a biológiai szerkezetek módosítására, sejtmembránok, molekulák közötti kötések elroncsolására a termikus műveletek (pl. sterilizés, főzés, tartósítás, ipari sejtbtontás, fermentálás, enzim-átalakítás stb.) során. A mikrohullámú melegítés alapja az, hogy az elektromos tér erőt fejt ki a töltött, vagy elektromos térben polarizálható, dipólussal rendelkező részecskére (Barótfi, 2001). A mikrohullámú sütőben elektromágneses tér rezeg igen nagy frekvenciával. A víz (H–O–H) poláros molekula, ezért a víz és a nagy víztartalmú anyagok igen gyorsan melegednek a mikrohullámú sütőben. A vízmolekula töltéeloszlását tekintve elektromos dipólus. A nagyfrekvenciájú térben az elektromos mező polaritásával összhangban a dipólusos molekulák olyan gyorsan forognak, hogy a súrlódásuk hőmérsékletemelkedéshez vezet. A kezelt anyag hőmérsékletemelkedése függ a kezelés időtartamától, az anyag méretétől és térbeli elhelyezkedésétől (Szabó, 1991).

A mikrohullámú energiaközlés természete miatt lényeges különbség van a mikrohullámú és a hagyományos hőkezelés során kialakuló hőmérsékleteloszlási profilok között is. A hagyományos hőkezelés során a hő konvekcióval terjed, ami viszonylag lassú hőkiegyenlítődést eredményez. Ezzel szemben a mikrohullámú hőkezelés során az energia elnyelődése egyenletesebb az anyagban, így a hőkiegyenlítődés is gyorsabban játszódik le. A mikrohullámú hőkezelés számos előnye a belső hőkeltéssel kapcsolatos, melynek köszönhető, hogy mikrohullámú hőkezelés, szárítás esetén jelentéktelen a hőveszteség, mert nem a környezet, hanem az anyag melegszik teljes térfogatában. A melegítő hatás függ az elektromos térerősségtől, a frekvenciától, az élelmiszer dielektromos állandójától. A mikrohullámú sütők működési frekvenciája 2450 MHz, azaz a hullámhossza 12 cm. A mikrohullámú hőkezelés során a hullámok az élelmiszer felületétől a belseje felé haladnak, miközben az élelmiszerben rezgő vízmolekula a súrlódásból származó hőenergiájának egy részét átadja a környezetének (Sieber és mtsai., 1999).

Valero (2000) szerint az élelmiszer külső felületén a melegítő hatás intenzívebb, mint a belső rétegekben. A 2450 MHz-es frekvencián az energia az anyag belseje irányában 19 mm-enként feleződik.

A mikrohullámú készülékek és működésük

A mikrohullámú készülékekben az élelmiszerek hőkezelése 100 °C-on lehetséges, addig, amíg az élelmiszernek van víztartalma. Ha az anyagban nincs víz vagy már elpárolgott, olyan magas hőmérséklet is keletkezhet, hogy az anyag szénné ég. Ezért a mikrohullámú készülékben csak melegíteni és főzni lehet. A sütéshez, illetve felületi kérgesítéshez (pirítás) külön erre a célra alkalmas fűtőtesteket vagy edényeket kell alkalmazni

(barnító edény). Mivel a mikrohullámú sütők általában kevesebb hővel működnek, mint a hagyományos főzési módszerek, és rövidebb idő is szükséges az ételek elkészítéséhez, ezért ezek a sütők a legkíméletesebbek a tápanyagtartalom megőrzése szempontjából (DeLorenzo, 1994).

A mikrohullámú hőkezelés alkalmazása az ételkészítési eljárások során

A mikrohullámú technika élelmiszeripari alkalmazásának ötlete a II. világháború idején a merült fel először (Decreau, 1985). Az első folyamatos mikrohullámú berendezést Hollandiában helyezték üzembe az 1960-as években, majd ezután egyre elterjedtebben alkalmazták az élelmiszeripar területén.

Lau és Tang (2002) szerint a mikrohullámú pasztörözés alkalmával a rövid hőkezelési és besugárzási idő következtében az élelmiszerek kevésbé károsodnak, ezért számos élelmiszer esetében alkalmazzák. A pasztörözéssel kapcsolatos sikerek ellenére a mikrohullámú sterilizálás nem terjedt el a gyakorlatban, aminek az az oka, hogy a sterilizáláshoz szükséges mikrohullámú berendezések kialakítása igen drága, mivel a szükséges magas nyomás, illetve a kívánt egyenletes hőmérséklet elérése bonyolult és drága berendezések fejlesztését igényli (László és mtsai., 2005). Bár a mikrohullámú energiaközlés igen hatékony energiaközlési forma, a mikrohullámú energia előállításának hatékonysága csak kb. 50–70% körül van, ezért a mikrohullámú kutatások egyik kulcsfontosságú területe a nagy energiahatékonyságú mikrohullámú berendezések fejlesztése (Szabó 1991; Ku és mtsai., 2002; Cheng és mtsai., 2006). Az utóbbi években számos munka látott napvilágot, amelyek különböző élelmiszeripari anyagok mikrohullámú térben való viselkedésének modellezésével foglalkozott (Romano és mtsai., 2005; McMinn, 2006). A spenót a mikrosütőben szinte a teljes folsavtartalmát megőrzi, tűzhelyen főzve 77%-a elvész. A mikrohullámú kezelés a zöldségek vitamintartalmának megőrzése szempontjából kíméletesebb eljárás, mint a hagyományos főzés, és a szalonnában jelentősen alacsonyabb volt a rákkeltő nitrózaminok szintje, mint a hagyományos módon sültötben.

A mikrohullámú kezelésnek azonban káros hatásai is vannak. A mikrohullámú sütőben melegített, felengedett vagy főzött ennivaló a kísérleti alanyok vérében szignifikáns elváltozásokat okozott. Csökkent valamennyi hemoglobin érték, és a HDL és az LDL (koleszterin) aránya is. Ebben a kísérletben a mikrohullám hatásának kitett emberi táplálékok vizsgálata azt is igazolta, hogy fogyasztásuk az emberi szervezetben patogén folyamatok kezdetét váltja ki, így rákos elváltozásokat is előidézhetnek. Ma az az általános vélemény, hogy a mikrohullám káros az élő szervezetre, sejtekre, de ez a hatás a sütőn belül marad, s így a benne lévő étel nem jobb és nem rosszabb, mint a hagyományos módon sültöt, főzött étel.

A mikrohullámú pasztörözés azért ígéretes módszer, mivel a tapasztalatok szerint a rövid hőkezelési és besugárzási idő következtében az élelmiszerek kevésbé károsodnak a mikrohullámú kezelés hatására, mint a hagyományos hőkezelés során (Rosenberg és Bogl, 1987; Lau és Tang, 2002; Wang és mtsai., 2003; Sun és mtsai., 2006). Sieber és mtsai. (1999) mikrohullámmal kezelve a tejet nem tudtak egészségkárosító hatást kimutatni. Özilgen és Özilgen (1991) az *Escherichia Coli* hőpusztulásának kinetikáját vizsgálva mikrohullámú pasztörözéssel, áramlásos csőreaktorban arra a következtetésre jutottak, hogy a mikrohullámú kezelés alacsonyabb hőmérsékleten alkalmazható mind pasztörözés, mind sterilizálás esetében. A módszer egyik legnagyobb előnye a hagyományos hőkezeléssel szemben, hogy a termék a csomagolását, lezárását követően is kezelhető, így eltarthatósága lényegesen megnövelhető tartósítószerrel hozzáadása nélkül.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgált tejminták

Vizsgált nyerstejet egy Hargita megyei tejipari vállalattól szereztük be. A normál pasztörözött tejet 72 °C-on 40 másodpercig történő hőkezeléssel nyertük. A mikrohullámmal pasztörözött tejmintáknál a tejet lemezes hőcserélővel 63 °C-ra előmelegítettük, majd 2,45 GHz-es, 12,2 cm hullámhosszú mikrohullámmal kezelve a nyerstejet 68 °C-ra felmelegítettük, majd 40 másodpercig ezen a hőfokon tartottuk. A kísérleti pasztöröző berendezést három ALASCA típusú háztartási mikrohullámú sütő sorba kötésével alakítottuk ki úgy, hogy a három készülék egymás fölött helyezkedett el. Mindhárom készülék belső üregébe egy-egy vízszintes tengelyű üvegspirált tettünk, amelyek az üreg hátsó falán távoztak a berendezésből. A spirál belső átmérője 18 cm, az üvegcső belső átmérője pedig 20 mm volt. A három spirálalakú üvegcső sorba kötését rugalmas csövekkel oldottuk meg, és a mikrohullámú pasztöröző berendezés 200 l/h kapacitással működött. Kísérleteinket háromszor ismételtük meg, és a párhuzamos kísérletből származó három-három tejminta analízisét végeztük el.

Mintaelőkészítés

A tejminták előkészítése aminosav-analízisre

A mintaelőkészítést és az analitikai mérést a Sapientia EMTE Csíkszeredai Műszaki és Társadalomtudományi Karának Élelmiszer-tudományi Tanszékén végeztük. A tejmintákat, -25 °C-on tároltuk az analízisek megkezdéséig. A mélyhűtőpultban tárolt tejmintákat felolvasztottuk, 30 °C-ra történő felmelegítés után 15 percig 8000 g-n centrifugáltuk, melynek során eltávolítottuk a tej alakos elemeit, majd elvégeztük a tej zsírtalanítását is. Ezt követően 50 cm³ tejhez 50 cm³ 25%-os triklór-ecetsavat hozzáadva a keveréket 20 percig állni hagytuk, a kivált csapadékot 10 percig 10000 g-n centrifugáltuk. A kapott felülúszó pH-ját 4 M nátrium-hidroxiddal 7,0-re állítottuk be mind a szabadaminosav-, mind a szabad D-aminosav-tartalom meghatározásához. Az így kapott oldatokat liofilezővel 10 °C-os tálcáfűtést alkalmazva beszárítottuk, majd a szabadaminosav-tartalom meghatározásához a beszárított anyagot 10 cm³ pH=7,0 nátrium-acetát pufferben, a szabad D-aminosavak meghatározásakor pedig 1 cm³ bidesztillált vízben oldottuk fel. Az így előkészített mintákat -25 °C-on tároltuk az analízisek megkezdéséig.

Készülék és vegyszerek

A szabadaminosav- és a szabad D-aminosav-tartalom meghatározása során a származékképzést és az analízist Varian Pro Star HPLC berendezéssel végeztük. A mérési adatok gyűjtésére és kiértékelésére Varian Star 6.0 szoftvert használtunk. A mintaelőkészítéshez, származékképzéshez és analízishez felhasznált vegyszerek HPLC minőségűek voltak. Az OPA-t, a TATG-t a Sigmától (St. Louis, USA), a merkaptó-etanolt pedig a MERCK cégtől (Darmstadt, Germany) vásároltuk. Az analízis során használt oldószereket (acetonitril, metanol) szintén a MERCK cégtől szereztük be. Az elúciós puffereket mono- és dinátrium-hidrogén-foszfátból, valamint nátrium-acetátból állítottuk elő, a pH-t 4 M nátrium-hidroxiddal állítottuk be.

A szabad aminosavak meghatározása

A származékképzés során az aminosavakból orto-ftálaldehiddel (OPA) és 2-merkaptó-etanollal (MeOH) gyűrűs származékot képeztünk. A reakció körülményei: az automatikus mintaadagolás során 465 µl mintát 205 µl borátpufferben (0,4 M; pH=9,5)

összekevertük 105 µl reagenssel (100 mg OPA feloldottuk 9 cm³ metanolban, 1 cm³ borátpufferben, majd ehhez hozzáadtunk 100 µl 3 M 2-merkaptó-etanolt). Az így kapott oldatot 3 percig állni hagytuk. A keletkezett reakcióelegyből 20 µl-t injektáltunk az analitikai oszlopra. A keletkezett származékokat fluoreszcens detektorral detektáltuk (gerjesztési hullámhossz: 325 nm, emissziós hullámhossz: 420 nm). A szabad aminosavak szétválasztása fordított fázisú (150x4 mm belső átmérő, 5 µm részecske méret, Supelcosil (C18) töltet) analitikai oszlopon történt. A meghatározáshoz egy két komponensből (metanol–nátrium-acetát puffer) álló gradiens rendszert alkalmazunk. Az áramlás sebessége 1 cm³/perc volt.

A szabad D-aminosavak meghatározása

A származékképzés során az aminosav-enantiomerekből diasztereomer párokat képeztünk orto-ftáaldehiddel (OPA) és 2,3,4,6-tetra-O-acetil-1-tio-β-D-glükopiranoziddal (TATG). A reakció az 1,5 cm³-es ampullában ment végbe. A mintaadagolás során 465 µl mintát 205 µl borát pufferben (0,4 M; pH=9,5) összekevertük 25 µl reagenssel (8 mg OPA és 44 mg TATG feloldva 1 cm³ metanolban). Az így kapott oldatot 6 percig állni hagytuk. A keletkezett reakcióelegyből 20 µl-t injektáltunk az analitikai oszlopra. A származékokat fluoreszcens detektorral detektáltuk (gerjesztési hullámhossz: 325 nm, emissziós hullámhossz: 420 nm). Az enantiomerek szétválasztása fordított fázisú (125x4 mm belső átmérő, 4 µm részecske méret, Superspher (C8) töltet) analitikai oszlopon történt. A művelet végrehajtásához egy három komponensből (metanol–foszfát-puffer–acetonitril) álló gradiens rendszert alkalmaztunk. Az áramlás sebessége 1 cm³/perc volt.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A tejminták összesaminosav-tartalma

A nyerstej, a hagyományos módon pasztörözött tej (normál tej) és a mikrohullámmal pasztörözött tej (MW tej) aminosav-tartalmát az 1. és a 2. táblázat tartalmazza. Az 1. táblázatban az esszenciális és féligesszenciális aminosavakat, a 2. táblázatban pedig a nem esszenciális aminosavakat foglaltuk össze.

Az 1. táblázat adataiból megállapítható, hogy az esszenciális aminosavak mennyisége gyakorlatilag teljes mértékben megegyezik függetlenül attól, hogy kezeletlen nyerstejről vagy különböző módon hőkezelt tejről van szó. Nem találunk különbséget az oxidációra érzékeny cisztintartalomban, melynek értéke 0,021 és 0,023% között, a metionintartalomban, melynek értéke 0,090 és 0,097% között változott. Ugyancsak minimális volt a különbség a hőkezelésre rendkívül érzékeny treonin- (0,118–0,124%) és tirozintartalomban (0,127–0,132%).

Az oxidációra és a hő hatására rendkívül bomlékony kéntartalmú aminosavak, és a tirozin és a treonin minimális módon történő megváltozása után nem meglepő, hogy a valin- (0,173–0,185%), az izoleucin- (0,140–0,154%), a leucin- (0,265–0,284%) és a fenilalanintartalomban (0,135–0,140%) sem tudtuk a nyerstej, valamint a belőle hőkezeléssel készített pasztörözött tejek között különbséget kimutatni. A lizintartalom a három tejmintánál 0,223–0,236, a hisztidintartalom 0,079–0,086, az arginintartalom pedig 0,070–0,078% között változott.

1. táblázat

A különböző módon kezelt tejminták esszenciális- és féligesszenciális aminosav-tartalma (g aminosav/100 g tej)

Aminosav (1)	Tejminta (2)		
	Nyerstej (3)	Normál pasztörözött tej (4)	Mikrohullámmal pasztörözött tej (5)
Treonin (6)	0,124	0,118	0,123
Cisztin (7)	0,021	0,022	0,023
Valin (8)	0,185	0,173	0,180
Metionin (9)	0,097	0,090	0,090
Izoleucin (10)	0,154	0,146	0,140
Leucin (11)	0,284	0,265	0,276
Tirozin (12)	0,130	0,127	0,132
Fenilalanin (13)	0,140	0,135	0,139
Lizin (14)	0,232	0,223	0,236
Hisztidin (15)	0,086	0,079	0,080
Arginin (16)	0,073	0,070	0,078

Table 1. Essential and semiessential amino acid content of milk samples heat treated by different manner (g amino acid/100 g milk)

Amino acid(1), Milk sample(2), Raw milk(3), Milk pasteurized by mild heat treatment(4), Milk pasteurized by microwave heat treatment(5), Threonine(6), Cystine(7), Valine(8), Methionine(9), Isoleucine(10), Leucine(11), Tyrosine(12), Phenylalanine(13), Lysine(14), Histidine(15), Arginine(16)

2. táblázat

A különböző módon kezelt tejminták nemesszenciális aminosav-tartalma (g aminosav/100 g tej)

Aminosav (1)	Tejminta (2)		
	Nyerstej (3)	Normál pasztörözött tej (4)	Mikrohullámmal pasztörözött tej (5)
Aszparaginsav (6)	0,216	0,207	0,212
Szerin (7)	0,165	0,158	0,159
Glutaminsav (8)	0,694	0,650	0,669
Prolin (9)	0,376	0,343	0,356
Glicin (10)	0,058	0,055	0,058
Alanin (11)	0,101	0,098	0,100

Table 2. Non essential amino acid content of milk samples heat treated by different manner (g amino acid/100 g milk)

Amino acid(1), Milk sample(2), Raw milk(3), Milk pasteurized by mild heat treatment(4), Milk pasteurized by microwave heat treatment (5), Aspartic acid(6), Serine(7), Glutamic acid(8), Proline(9), Glycine(10), Alanine(11)

Az esszenciális aminosavakhoz hasonlóan nem tapasztaltunk változást a nem esszenciális aminosavaknál sem a hőkezelés hatására. A fehérje legnagyobb részét kitevő glutaminsav 21,6–21,8% között, a prolin 11,4–11,8% között, az aszparaginsav 6,8–6,9% között, a nem esszenciális aminosavak közül talán legérzékenyebb szerin 0,158–0,165% között, a glicin 0,055–0,058% között, az alanin pedig 0,098–0,101% között változott. Vizsgálatainkból levonhatjuk tehát azt a következtetést, hogy az általunk alkalmazott kétféle hőkezelés gyakorlatilag semmiféle változást nem okozott a tej aminosav-tartalmában sem az esszenciális, sem a nem esszenciális aminosavak tekintetében. Minimális volt az ammóniatartalomban történő változás is, hisz az ammóniatartalmat a hagyományos módon pasztőrözött tejnél, 0,047%-nak, a mikrohullámmal pasztőrözött tejnél pedig 0,048%-nak mértük, ami gyakorlatilag egybe esett a kontrollminta ammóniatartalmával.

A fehérje aminosav-összetétele

A 3. és 4. táblázatban az előzőekben elemzett minták eredményei láthatók g aminosav/100 g fehérje mértékegységre átszámolva. Ez a két táblázat a fehérje minőségéről ad felvilágosítást.

3. táblázat

A különböző módon kezelt tejminták esszenciális- és féligesszenciális aminosav-tartalma (g aminosav/100 g fehérje)

Aminosav (1)	Tejminta (2)		
	Nyerstej (3)	Normál pasztőrözött tej (4)	Mikrohullámmal pasztőrözött tej (5)
Treonin (6)	3,9	3,9	4,0
Cisztin (7)	0,7	0,7	0,7
Valin (8)	5,8	5,8	5,8
Metionin (9)	3,0	3,0	2,9
Izoleucin (10)	4,8	4,9	4,5
Leucin (11)	8,9	9,0	8,9
Tirozin (12)	4,1	4,2	4,3
Fenilalanin (13)	4,4	4,5	4,5
Lizin (14)	7,3	7,4	7,6
Hisztidin (15)	2,7	2,6	2,6
Arginin (16)	2,3	2,3	2,5

Table 3. Essential and semiessential amino acid content of milk samples heat treated by different manner (g amino acid/100 g protein)

Amino acid(1), Milk sample(2), Raw milk(3), Milk pasteurized by mild heat treatment(4), Milk pasteurized by microwave heat treatment (5), Threonine(6), Cystine(7), Valine(8), Methionine(9), Isoleucine(10), Leucine(11), Tyrosine(12), Phenylalanine(13), Lysine(14), Histidine(15), Arginine(16)

4. táblázat

**A különböző módon kezelt tejminták nemesszenciális aminosav-tartalma
(g aminosav/100 g fehérje)**

Aminosav (1)	Tejminta (2)		
	Nyerstej (3)	Normál pasztörözött tej (4)	Mikrohullámmal pasztörözött tej (5)
Aszparaginsav (6)	6,8	6,9	6,8
Szerin (7)	5,2	5,3	5,1
Glutaminsav (8)	21,8	21,6	21,6
Prolin (9)	11,8	11,4	11,5
Glicin (10)	1,8	1,8	1,9
Alanin (11)	3,2	3,3	3,2

Table 4. Non essential amino acid content of milk samples heat treated by different manner (g amino acid/100 g protein)

Amino acid(1), Milk sample(2), Raw milk(3), Milk pasteurized by mild heat treatment(4), Milk pasteurized by microwave heat treatment(5), Aspartic acid(6), Serine(7), Glutamic acid(8), Proline(9), Glycine(10), Alanine(11)

A 3. és a 4. táblázat tehát az összes aminosav arányát mutatja a tejfehérje százalékában. Mivel a gramm aminosav/100 g minta egységekben kifejezett aminosav-összetétel a különféle kezelések hatására alig változott, és az aminosavak összege mindhárom mintánál jól közelítette a nyersfehérje-tartalmat, ezért a fehérje aminosav-összetételében nem találtunk különbséget a három tejminta között. A legfontosabb esszenciális aminosavak egyike, a lizin értéke a fehérjében 7,3–7,6% között változott, a legnagyobb mennyiségben előforduló nem esszenciális glutaminsav százalékos aránya pedig 21,6 és 21,8% között alakult. Levonhatjuk tehát azt a következtetést, hogy az általunk alkalmazott hőkezelés nem befolyásolta a tej aminosav-tartalmát (gramm aminosav/100 g minta), és nem volt semmilyen hatással a fehérje aminosav-összetételére (gramm aminosav/100 g fehérje), ezen keresztül a fehérje biológiai értékére. *Morup és Olesen* (1976) szerint kiszámolva a tejfehérje biológiai értékét, a kontroll tej mintára 81,2, a hagyományos módon pasztörözött teje 80,9, a mikrohullámmal pasztörözött teje pedig 80,8 értéket kaptunk. Ezen eredmények bizonyítják, hogy az alkalmazott hőkezelés semmiféle hatással nem volt a tejfehérje biológiai értékére.

A tejminták szabadaminosav-tartalma

Az 5. és 6. táblázat a nyerstej és a különböző módon pasztörözött tejek szabadaminosav-tartalmát mutatja mg aminosav/100 g tej mértékegységben.

A szabad aminosavak mennyiségét vizsgálva egészen más megállapítások adódtak, mint amit a fehérje összesaminosav-tartalmának vizsgálatakor tettünk. A nyerstej összes szabadaminosav-tartalmát 20,67 mg/100 g tejnek mértük, mely érték a hagyományos módon pasztörözött tejben 8,02 mg aminosav/100 g teje, a mikrohullámmal pasztörözött tejben pedig 8,96 mg aminosav/100 g teje csökkent. Az egyes aminosavakon belül rendkívül nagymértékben csökkent a fenilalanin, a hisztidin, a leucin, a lizin, a metionin, a valin, az aszparaginsav, a prolin és a tirozin mennyisége, csekélyebb mértékben az izoleuciné, a treoniné, az alaniné, az argininé és a cisztiné, és

némi növekedést kaptunk a glicin és a szerin esetében. Egyenként értékelve az esszenciális aminosavakat megállapítottuk, hogy a treonin mennyisége 0,14 mg aminosav/100 g tej értékekről a hagyományos módon pasztörözött tejben 0,09, a mikrohullámmal pasztörözött tejben pedig 0,07 mg aminosav/100 g teje csökkent. (A továbbiakban az első helyen mindig a nyerstej, a második helyen a hagyományos módon pasztörözött tej, a harmadik helyen pedig a mikrohullámmal pasztörözött tej értékeit tárgyaljuk.)

A cisztintartalom 0,06-ről 0,01-re és 0,02-re, a valintartalom 1,04-ről 0,14 és 0,18-ra, a metionintartalom 0,27-ről 0,01-re és 0,03-ra, az izoleucintartalom 0,14-ről 0,05-re és 0,04-re, a leucintartalom 0,54-ről 0,04-re és 0,06-ra, a tirozintartalom 1,40-ről 0,07-re és 0,08-ra, a fenilalanintartalom 1,03-ről 0,08-ra és 0,08-ra, a lizintartalom 0,76-ről 0,20-ra és 0,20-ra, a hisztidintartalom 0,45-ről 0,14-re és 0,17-re csökkent, míg az arginintartalom mindhárom tejmintánál 0,10 mg aminosav/100 g tej volt. Leszűrhetjük tehát azt a következtetést, hogy az arginin kivételével mindegyik esszenciális szabad aminosav mennyisége lényeges mértékben csökkent a hőkezelés során. Legszembetűnőbb a csökkenést a fenilalanin, a leucin, a lizin, a valin és a tirozin esetében kaptunk.

5. táblázat

A különböző módon kezelt tejminták esszenciális- és féligesszenciális szabadaminosav-tartalma (mg aminosav/100 g tej)

Aminosav (1)	Tejminta (2)		
	Nyerstej (3)	Normál pasztörözött tej (4)	Mikrohullámmal pasztörözött tej (5)
Treonin (6)	0,14	0,09	0,07
Cisztin (7)	0,06	0,01	0,02
Valin (8)	1,04	0,14	0,18
Metionin (9)	0,27	0,01	0,03
Izoleucin (10)	0,14	0,05	0,04
Leucin (11)	0,54	0,04	0,06
Tirozin (12)	1,40	0,07	0,08
Fenilalanin (13)	1,03	0,08	0,08
Lizin (14)	0,76	0,20	0,20
Hisztidin (15)	0,45	0,14	0,17
Arginin (16)	0,10	0,10	0,10

Table 5. Essential and semiessential free amino acid content of milk samples heat treated by different manner (mg amino acid/100 g milk)

Amino acid(1), Milk sample(2), Raw milk(3), Milk pasteurized by mild heat treatment(4), Milk pasteurized by microwave heat treatment (5), Threonine(6), Cystine(7), Valine(8), Methionine(9), Isoleucine(10), Leucine(11), Tyrosine(12), Phenylalanine(13), Lysine(14), Histidine(15), Arginine(16)

A nem esszenciális aminosavakat tekintve az aszparaginsav 1,66-ről 0,41 és 0,46 mg aminosav/100 g teje csökkent. A szabad szerintartalom 0,07-ről 0,16 illetve 0,08 mg aminosav/100 g tej értékre nőtt. A glutaminsavtartalom 7,07-ről 4,75-re és 5,15-re, a

prolintartalom pedig 4,23-ról 0,14-re és 0,23-ra csökkent. A glicintartalom 0,33-ról 0,74-re és 1,01-re nőtt, az alanintartalom pedig 0,50-ről 0,28-ra és 0,37-re csökkent. A nem esszenciális aminosavaknál a legszembetűnőbb a csökkenést a prolin és az aszparaginsav esetében tapasztaltunk, arányaiban viszont elhanyagolható a változás a legnagyobb mennyiségben lévő szabad aminosav, a glutaminsav esetében. Összességében elmondható tehát, hogy a nyerstej esszenciális szabadaminosav-tartalma az arginin kivételével jelentős mértékben csökken, és a nem esszenciális aminosavak is, a glicin és a szerin kivételével, csökkennek a hőkezelés hatására.

6. táblázat

A különböző módon kezelt tejminták nemesszenciális szabadaminosav-tartalma (mg aminosav/100 g tej)

Aminosav (1)	Tejminta (2)		
	Nyerstej (3)	Normál pasztörözött tej (4)	Mikrohullámmal pasztörözött tej (5)
Aszparaginsav (6)	1,66	0,41	0,46
Szerin (7)	0,07	0,16	0,08
Glutaminsav (8)	7,07	4,75	5,15
Prolin (9)	4,23	0,14	0,23
Glicin (10)	0,33	0,74	1,01
Alanin (11)	0,50	0,28	0,37

Table 6. Non essential free amino acid content of milk samples heat treated by different manner (mg amino acid/100 g milk)

Amino acid(1), Milk sample(2), Raw milk(3), Milk pasteurized by mild heat treatment(4), Milk pasteurized by microwave heat treatment(5), Aspartic acid(6), Serine(7), Glutamic acid(8), Proline(9), Glycine(10), Alanine(11)

Mivel magyarázható ez a csökkenés? Mivel a nyerstej mintát azonnal mélyhűtő szekrényben fagyasztottuk a különböző módon hőkezelt mintákkal együtt, ezért kizártuk annak a lehetőségét, hogy a nyerstej savanyodásának indulása, a Laktobacillusok elszaporodása és az élettevékenységük következtében lenne magasabb a szabadaminosav-tartalom a nyerstej mintában. Mivel a mintavételi szabályokat betartottuk és a nyerstejet a hőkezelt mintákkal együtt azonnal fagyasztottuk, ezért a szabad aminosav mennyiségben észlelt nagymérvű csökkenés csak a technológiai beavatkozás következménye lehet. Kétfajta lehetőséggel kellene számolni a hőkezelés során mutatkozó változásokat illetően. Lehetséges, hogy mivel a szabad aminosavak lényegesen reakcióképesebbek, mint a peptidláncban kötöttek, ezért a hőkezelés során reakcióba léptek a tejcukorral Maillard-reakciótermékeket eredményezve. Erre egyetlen bizonyítékunk, hogy egy másik kísérlet során mérve a hasznosítható lizin-tartalmat, hőkezelés hatására mintegy 4–5%-os csökkenést tapasztaltunk. Ez a minimális csökkenés elképzelhetően a szabad lizin átalakulásának következménye, és nem a tejfehérjében kötötté. Az összes többi aminosav esetében kísérleti bizonyítékkal nem rendelkezünk elképzelésünk alátámasztására.

A másik lehetőség talán az, hogy a hőkezelés során koagulálódott savófehérjék felületükön meg tudták kötni a szabad aminosavakat, és ez a kötés oly erős volt, hogy az

általunk alkalmazott meghatározás során a felületről a szabad aminosavakat nem tudtuk eltávolítani. Valójában ez utóbbi lehetőség lenne a gyakorlat számára a legjobb, hisz ilyenkor a szabad aminosavak a tejtermékek készítése során nem maradnának benn a savóban, hanem a fehérje felületéhez adszorpcióval kötődve növelnék a tejtermék biológiai értékét.

A szabad aminosavak százalékos részaránya

A 7. és a 8. táblázat a szabad aminosavak százalékos részarányát és annak alakulását mutatja a hőkezelés során.

7. táblázat

A különböző módon kezelt tejminták esszenciális és féligesszenciális szabadaminosav-tartalmának aránya (%)

Aminosav (1)	Tejminta (2)		
	Nyerstej (3)	Normál pasztőrözött tej (4)	Mikrohullámmal pasztőrözött tej (5)
Treonin (6)	0,7	1,1	0,8
Cisztin (7)	0,3	0,1	0,2
Valin (8)	5,0	1,7	2,0
Metionin (9)	1,3	0,1	0,3
Izoleucin (10)	0,7	0,6	0,4
Leucin (11)	2,6	0,5	0,7
Tirozin (12)	6,8	0,9	0,9
Fenilalanin (13)	5,0	1,0	0,9
Lizin (14)	3,7	2,5	2,2
Hisztidin (15)	2,2	1,7	1,9
Arginin (16)	0,5	1,2	1,1

Table 7. Ratio of essential and semiessential free amino acids of milk samples heat treated by different manner (%)

Amino acid(1), Milk sample(2), Raw milk(3), Milk pasteurized by mild heat treatment(4), Milk pasteurized by microwave heat treatment (5), Threonine(6), Cystine(7), Valine(8), Methionine(9), Isoleucine(10), Leucine(11), Tyrosine(12), Phenylalanine(13), Lysine(14), Histidine(15), Arginine(16)

A legtöbb esszenciális aminosavnál az arányok is a kezeletlen mintánál a nagyobbak, mely megállapítás alól csak a treonin és az arginin képez kivételt. Meglepően nagy változás található a szabad glutaminsav esetében az arányokat illetően.

A nyers minta szabad glutaminsav aránya a legkisebb, míg a két hőkezelt minta szabad glutaminsav aránya 57–59% között alakult, ami annyit jelent, hogy a hőkezelt minta szabad aminosavainak több mint felét a glutaminsav teszi ki. A glicin és a szerin esetében is a nyerstej minta tartalmazta arányaiban a legkevesebb szabad aminosavat; ezeket az eredményeket jelenlegi tudásunk alapján nem tudjuk magyarázni.

8. táblázat

A különböző módon kezelt tejminták nem esszenciális szabadaminosav-tartalmának aránya (%)

Aminosav (1)	Tejminta (2)		
	Nyerstej (3)	Normál pasztörözött tej (4)	Mikrohullámmal pasztörözött tej (5)
Aszparaginsav (6)	8,0	5,1	5,1
Szerin (7)	0,3	2,0	0,9
Glutaminsav (8)	34,2	59,2	57,4
Prolin (9)	20,5	1,7	2,6
Glicin (10)	1,6	9,2	11,3
Alanin (11)	2,4	3,5	4,1

Table 8. Ratio of non essential free amino acid of milk samples heat treated by different manner (%)

Amino acid(1), Milk sample(2), Raw milk(3), Milk pasteurized by mild heat treatment(4), Milk pasteurized by microwave heat treatment (5), Aspartic acid(6), Serine(7), Glutamic acid(8), Proline(9), Glycine(10), Alanine(11)

Összességében tehát megállapítható, hogy jelentős eltérést kaptunk a szabad aminosavakat illetően a nyerstej és a különböző módon hőkezelt tejminták között. A két hőkezelési mód között azonban a szabad aminosavak tekintetében nem tudunk különbséget tenni, tehát a szabad aminosavak alapján úgy tűnik, hogy a két hőkezelési módszer azonos értékűnek mondható.

IRODALOM

- Barótfi I. (2001). Szolgáltatástechnika. A mikrohullámú sütők. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 786.
- Cheng, W.M., Raghavan, G.S.V., Ngadi, M., Wang, N. (2006). Microwave power control strategies on the drying process I. Development and evaluation of new microwave drying system. Journal of Food Engineering. 76. 2. 188-194.
- Decreau, R. (1985). Microwaves in the Food Processing Industry. Academic Press, New York.
- Ku, H.S., Siores, E., Taube, A., Ball, J.A.R. (2002). Productivity improvement through the use of industrial microwave technologies. Computers & Industrial Engineering. 42. 281-290.
- László Zs., Simon E., Hodúr C., Fenyvessy J. (2005). Mikrohullámú technika alkalmazásának újabb lehetőségei az élelmiszer- és környezetiparban. Szeged. Agrártudományi Közlemények. 18. 29-34.
- Lau, M.H., Tang, J. (2002). Pasteurization of pickled asparagus using 915 MHz microwaves. Journal of Food Engineering. 51. 4. 283-290.
- McMinn, W.A.M. (2006). Thin-layer modelling of the convective, microwave, microwave-convective and microwave-vacuum drying of lactose powder. Journal of Food Engineering. 72. 2. 113-123.

- Özilgen, S., Özilgen, M. (1991). Food Engineering Department, Middle East Technical University, Ankara, Turkey Enzyme and Microbial Technology. 13. 5. 419-423.
- Pozar, D.M. (1993). Microwave Engineering. Addison-Wesley Publishing Company.
- Rajkó R., Szabó G., Kovács E., Papp G-né, Hotya L-né (1996): Szójabab tripszinhibitor-aktivitásának csökkentése mikrohullámú kezeléssel. Élelmiszeripari Főiskola, Tudományos Közlemények. 18. 45-57.
- Romano, V.R., Marra, F., Tammaro, U. (2005). Modelling of microwave heating of foodstuff: study on the influence of sample dimensions with a FEM approach. Journal of Food Engineering. 71. 3. 233-241.
- Morup K., Olesen E.S. (1976). New method for prediction of protein value from essential amino acid pattern. Nutrition Reports International. 13. 355-365.
- DeLorenzo, R. (1994). Heating Food and Eliminating Air Pollution with Microwaves Dewey 'Understanding Chemistry, An Introduction', West Publishing Company, 220.
- Rosenberg, U., Bogl, W. (1987). Microwave pasteurization, sterilization, blanching, and pest control in the food industry. Food Technol., 41. 92-99.
- Szabó G. (1991). A mikrohullámú technika alkalmazása az élelmiszeripari és biotechnológiai gyakorlatban. Szeszpar. 4. 124-127.
- Sieber, R., Eberhard, P., Gallmann, P.U. (1999). Heat treatment of milk in domestic microwave ovens. International Dairy Journal. 6. 3. 231-246.
- Sun, T., Tang, J., Powers, J.R. (2006). Antioxidant activity and quality of asparagus affected by microwave-circulated water combination and conventional sterilization. Food Chemistry. 2007. 100. 2. 813-819.
- Valero, E. (2000). Chemical and sensorial changes in milk pasteurized by microwave and conventional systems during cold storage. Food Chemistry. 70. 1. 77-81.
- Wang, Y., Wig, T.D., Tang, J., Hallberg, L.M. (2003). Dielectric properties of foods relevant to RF and microwave pasteurization and sterilization. Journal of Food Engineering. 57. 3. 257-268.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Csapó János

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
7401 Kaposvár, Pf. 16.

*University of Kaposvár, Faculty of Animal Science
H-7401 Kaposvár, P.O.Box 16.*

Tel.: 36-82-314-155, Fax: 36-82-321-749

e-mail: csapo.janos@ke.hu



A mikrohullámú pasztörözés hatása a tej összetételére II. B₁-, B₂-, B₆-, B₁₂- és C-vitamin-, hasznosítható lizin-, lizino- alanin-, hidroximetil-furfurol-tartalom

Albert¹ Cs., Lányi¹ Sz., Csapóné² Kiss Zs., Salamon¹ Sz., Csapó^{1,2} J.

¹Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Campus, 530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1.

²Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők összehasonlították a hagyományos pasztörözési eljárást a mikrohullámú tejpasztörözéssel. Vizsgálták a hőkezelt tejminták vízoldható vitamintartalmát (C-, B₁-, B₂-, B₆- és B₁₂-vitamin), valamint a hasznosítható lizin-, a lizinoalanin- és a hidroximetil-furfurol-tartalmát. Kíméletes pasztörözés hatására a tej C-vitamin-tartalma alig változott, míg a mikrohullámú pasztörözés során kevesebb, mint harmadára csökkent a nyerstejhez viszonyítva. Összehasonlítva a nyerstej és a két hőkezelési módszerrel kapott pasztörözött tej összetételét megállapították, hogy a B₁-vitamin esetében nagyobb mintegy 30–40%-os veszteséggel kell számolni, míg a másik három B-vitamin esetében ez a csökkenés csak 10% körül mozog. A két pasztörözött tejminta B-vitamin-tartalmát összehasonlítva megállapították, hogy lényeges eltérések a vizsgált négy B-vitamin esetében nincsenek, ezért vizsgálataik alapján ajánlják a mikrohullámú kezelést a tej pasztörözésére. Megállapították, hogy a mikrohullámú pasztörözés során nagyobb fokú a C-vitamin károsodása. A nyerstej, a hagyományosan és a mikrohullámmal pasztörözött tej még nyomokban sem tartalmazott hidroximetil-furfurolt, tehát ebből a szempontból a két pasztörözési eljárás egyenértékűnek tekinthető. A nyerstej hasznosítható lizin-tartalmát 0,229%-nak, a normál tejét 0,217%-nak, a mikrohullámmal pasztörözött tejét pedig 0,219%-nak mérték. A különböző módon pasztörözött tejmintáknál a hasznosítható lizin-tartalomban csak mintegy 4–5%-os csökkenés figyelhető meg, ami a Maillard-reakciótermékek keletkezésére utal a hőkezelés során. A lizinoalanin-tartalom értéke mindhárom mintánál a kimutatási határ, 5 mg/dm³ alatt maradt, így a lizinoalanin esetében sem tudtak különbséget kimutatni a három tejminta között. (Kulcsszavak: tej, hagyományos pasztörözés, mikrohullámú hőkezelés, vízoldható vitamintartalom, hasznosítható lizin, lizinoalanin, hidroximetil-furfurol)

ABSTRACT

The effect of microwave pasteurization on the composition of milk. II. Vitamin B₁, B₂, B₆, B₁₂ and C, utilizable lysine, lysinoalanine, and hydroxymethyl furfurol content

Cs. Albert¹, Sz. Lányi¹, Zs. Csapó-Kiss², Sz. Salamon¹, J. Csapó^{1,2}

¹Sapientia Hungarian University of Transylvania, Csíkszereda Campus, RO-530104 Csíkszereda, Szabadság tér 1.

²University of Kaposvár, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

The authors compared the traditional pasteurization procedure with microwave milk pasteurization. They examined water soluble vitamin content (vitamin C, B₁, B₂, B₆ and B₁₂) and utilizable lysine, lysinoalanine and hydroxymethyl furfurol content of heat treated milk samples.

After mild pasteurization, vitamin C content of milk hardly changed while during microwave pasteurization it decreased to less than its third value compared to the raw milk. Comparing the composition of raw milk with that of milk pasteurized using the two heat treatment methods, they established that there was a bigger loss of vitamin B₁ of around 30-40% while for the other three vitamins B this decrease was around 10%. Comparing vitamin B content of the two pasteurized milk samples, it was established that there was no important differences between the four vitamins B, therefore they recommend the microwave treatment for the pasteurization of milk. They established that vitamin C suffered a bigger damage during microwave pasteurization. Raw milk and milk pasteurized traditionally and by microwave contained hydroxymethyl furfural not even in traces, consequently, in this respect the two pasteurization procedures can be considered as equal. Utilizable lysine content of the raw milk was measured to be 0.229%, that of the normal milk was measured to be 0.217%, while that of microwave pasteurized milk to be 0.219%. There is a decrease of only around 4-5% in the utilizable lysine content of the milk samples pasteurized in different ways, which indicates the formation of Maillard reaction products during the heat treatment. Lysinoalanine content remained for all the three samples below the quantification limit of 5 mg/dm³, so no difference in the lysinoalanine content could be evidenced between the three milk samples.

(Keywords: milk, conventional pasteurization, microwave heat treatment, water soluble vitamin content, utilizable lysine, lysinoalanine, hydroxymethyl furfural)

BEVEZETÉS

Kutatásunk célja annak kiderítése, hogy a mikrohullámú kezelés milyen hatással van a tej vízoldható vitamintartalmára. Mivel a két hőre legérzékenyebb vitamin a C- és B₁-vitamin, a vízoldható B-vitaminok közül a riboflavin vagy laktoflavin pedig relatíve nagy koncentrációban fordul elő a tejben, e két vitamin koncentrációjának vizsgálatával teszteltük a mikrohullámú módszerünket, hasonlítva a hagyományos pasztőrözéshez, hogy hogyan változott a tej vízoldható vitamintartalma. Mindezeket a méréseket különböző teljesítmény- és hőmérséklet-kombinációk esetében mértük, keresve azt az optimális technológiai behatást, amely a hagyományoshoz hasonlóan jobb paramétereket biztosít, és a tej vízoldható vitaminjai közül a C- és a B₁-vitaminok nem változtatják nagymértékben koncentrációjukat, az optimális szinten maradnak.

Feladatul tűztük ki ezentúl a tej hasznosíthatólizin-tartalmának, a lizinoalanin-koncentrációjának és Maillard-reakció leggyakrabban detektált reakciótermékének, a hidroximetil-furfurolnak (HMF) a mérését. A Maillard-reakciótermékei hozzájárulnak a pasztőrözött tej íz- és aromaanyagainak a kialakításához, de jelentős mértékben csökkenthetik a fehérje biológiai értékét, elsősorban a lizin ε-aminocsoportja blokkolásán keresztül.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A vízoldékony vitaminok károsodása a hőkezelés során

Zöldségek és gyümölcsök C-vitamin-tartalma friss állapotban a legnagyobb, a különböző hőkezelési eljárások kisebb-nagyobb mértékben csökkentik azt. Általánosságban elmondható, hogy a bő folyadékban főzés okozza a legnagyobb vízoldható vitaminvesztést, és a mikrohullámú főzésnél marad a legtöbb C-vitamin a gyümölcsökben és a zöldségekben. Ajánlatos ezért e termékeket nyersen vagy rövid ideig hőkezelt formában (mikrohullám) fogyasztani, így biztosítani lehet, hogy a kiindulási C-vitamin-mennyiség minél nagyobb része bejusson a szervezetbe, és ne károsodjon

fogyasztás előtt (Rab és Farkas, 2003). A mikrohullámú készülékekkel a hagyományos eljárásokhoz képest igen gyorsan fel lehet melegíteni az élelmiszert, ami elősegíti a vitaminok megmaradását (Bognár és Molnár, 1999). Szerintük a vitaminok és ásványi anyagok a mikrohullámú sütőben jobban megmaradnak, mint hagyományos főzésnél.

Sierra és mtsai. (2000) a mikrohullámú kezelés hatását vizsgálták a tehéntej B₁- és B₂-vitamin-tartalmára. Arra a következtetésre jutottak, hogy a magas hőfokon történő mikrohullámú melegítés során nem következik be számottevő B-vitamin-károsodás, szemben az azonos hőfokon, azonos időtartam alatt, azonos hosszúságú pihenő és hűlési szakaszokkal, hagyományos módszerrel történő melegítéssel. Sieber és mtsai. (1996) a hagyományos úton pasztörözött teljes tejben vizsgálták a B₁-, B₂- és B₆-vitamin-tartalom változását a mikrohullámú kezelés során. A B₁-, B₂- és piridoxintartalomban nem találtak veszteséget, a piridoxáltartalom viszont 3,1%-kal csökkent.

Kidmose és Kaack (1999) zöldségfélék C-vitamin-tartalmának változását vizsgálva mikrohullámú főzés során, arra a következtetésre jutottak, hogy a káposzta, a karfiol, az újborgonya, valamint a francia bab C-vitamin-tartalma főzés közben 8,3–19,8%-os veszteséget mutatott, szemben a hagyományos főzési eljárásoknál tapasztalt 16,8–60,4%-kal szemben. A mikrohullámú kezelések során a spárgában nagyobb C-vitamin-veszteséget találtak, mint egyszerű párolás után.

Watanabe és mtsai. (1998) sertés- és marhahúson, valamint tejen végzett mikrohullámú kezelés során azt tapasztalták, hogy a B₁₂-vitamin 40%-os veszteséget mutatott, és emellett a B₁₂-vitamin két bomlástermékét is sikerült kimutatniuk. Kimutatták továbbá, hogy ezen vitamin károsodott formájának nincs toxikus hatása emlős állatokra.

Pohn és mtsai. (2001) húspogácsák B₁-, B₂- és C-vitamin-tartalmát vizsgálták a sütési idő függvényében. A normál méretű húspogácsához 50 mg/100 g koncentrációban hozzákevert B₁-vitamin 10 perc alatt csak minimálisan változott, 20 perces sütés alatt azonban mintegy 70%-a elbomlott. A B₂-vitamin úgy tűnik jobban ellenáll a mikrohullámú kezelésnek, hisz 10 perc alatt koncentrációja 50 mg/100 g-ról 43 mg/100 g-ra, 20 perces mikrohullámú kezelés után pedig 35 mg/100 g-ra csökkent. A húspogácsák C-vitamin-tartalmát mindkét általuk alkalmazott módszerrel, 10 perces kezelés után 20–22 mg/100 g-nak, 20 perces kezelés után pedig 13–14 mg/100 g-nak mérték. A húspogácsa belsejének és külsejének vitamintartalmában nem találtak lényeges különbséget.

A tej vízzeloldható vitamintartalma

A tej minden ismert vitamint tartalmaz különböző koncentrációban. A pasztörözött tej tiamin-, piridoxin-, pantoténsav-, nikotinsav-, és riboflavintartalma nem változik az évszakok szerint, de a kobalamin esetében kismértékű évszakhatást ki tudtak mutatni. Többek szerint mintegy 7%-kal nagyobb a tavaszi–nyári periódusban a legelőn tartott állatok tejének kobalamin-tartalma, mint az őszi–téli időszakban az istállóban tartott állatoké. Úgy tűnik, hogy csökkenő nyersrostbevitel mellett a tej kobalamin-tartalma jelentősen csökkent. Különböző fajtájú tehének tejének B-vitamin-tartalmában, a riboflavin kivételével, nem találtak különbséget.

C-vitamin bőven van a nyerstejben és a főcstejben, azonban a fogyasztói tej hőkezelése során ennek jelentős része elbomlik (Csapó és Csapóné, 2002). A kereskedelmi tej mind aszkorbinsavat, mind dehidro-aszkorbinsavat tartalmaz; a két anyag mennyisége függ a tejkezeléstől, a tej korától, a megvilágítástól, a réztartalomtól, valamint a hőkezelés és a tárolás hőmérsékletétől. A tehéntej C-vitamin-tartalma több mint 20 mg/kg, de az előzőekben felsoroltak miatt a kereskedelmi tej ritkán tartalmaz 10 mg/kg-nál több C-vitamint.

A riboflavin (laktoflavin) a tejben főleg szabad formában fordul elő, míg más táplálékokban kötött állapotban található. A riboflavin 20%-a a tejben flavin-mononukleotidként vagy flavin-adenin-dinukleotidként fordul elő fehérjéhez kötve. A B₁₂-vitamin a tejben öt különböző kobalamin formában fordul elő, de az adenosil- és hidroxikobalamin forma a legnagyobb jelentőségű, 95%-a fehérjéhez, főleg a savófehérjéhez kötött, míg szabad formában csak nyomokban mutatható ki a kezeletlen tejben.

A B₆-vitamin a tejben főleg piridoxál formában található, de sok tejtermék több piridoxamint is tartalmaz. A folsav főleg szabad formában található; az inozit részben a lipidekhez kötött. A tejben lévő C-vitamin 75%-a aszkorbinsav formában van jelen, a maradék, dehidroaskorbinsav, ami szintén rendelkezik C-vitamin-aktivitással. A B-vitamin-tartalmat csak nagyon kis mértékben lehet a takarmányozással befolyásolni. Kivétel ez alól a B₁₂-vitamin, amelynek a koncentrációját a tejben a takarmányhoz való kobaltadagolással növelhető. Mindezek ellenére a tejben magasabb biotin-, pantoténsav- és B₁₂-vitamin-tartalmat találtak istállózott tartásnál, és magasabb volt a folsav koncentrációja, amikor az állatok a legelőn voltak (Csapó és Csapóné, 2002).

A Maillard-reakciótermékek kialakulása a hőkezelés során

A magas hőmérsékleten történő hőkezelés, vagy a hosszú ideig tartó raktározás alatt az aldehidek, ketonok és a redukáló cukrok a Maillard-reakció során reagálnak az aminosavakkal, az aminokkal, a peptidekkel és a fehérjékkel.

Ferrer és mtsai. (2000) szerint a tejfehérjék közül a β -laktoglobulin az, amely leginkább részt vesz a laktózzal a Maillard-reakcióban, azonban a kazeinnel is létrejöhet ez a reakció. *Renterghem és Block* (1996) szerint a Maillard-reakció termékei csak a sterilizett tejben vagy a sűrített tejporban okozhatnak színváltozást, egyéb tejekben csekély a jelentőségük. *Ferrer és mtsai.* (2002) megállapították, hogy a Maillard-reakció során a leggyakrabban azonosított reakciótermék a hidroximetil-furfurol (HMF), amelynek koncentrációja a hőkezelés mértékével nő, és főleg ultraszűrtözött és steril tejekben mutatható ki.

Csapó és Csapóné (2002) szerint a HMF a nyers tejben nem fordul elő, és mennyisége a pasztőrözött tejben is csak 1 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$. Koncentrációja az indirekt hőkezeléssel előállított UHT-tejben kissé nagyobb (6–18 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$), míg a direkt hőkezeléssel készült tejben kissé alacsonyabb (2–12 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$). A sterilizett tej HMF-tartalma még ennél is nagyobb. A Maillard-reakció csak igen kis mértékben fordul elő folyékony tejtermékekben, mert a víz inhibálja a Maillard-reakciót. Termékei étvágykeltő aromaanyagok, ezért jelenlétük kívánatos a különböző ételféleségekben, de a túl magas hőmérsékleten való hőkezelés rossz illatú, illékony anyagok képződésével járhat, amelyek képződése kerülendő.

Boekel (1998) szerint a Maillard-reakcióban az aldehidek főként aminosavakkal, azok közül is a lizin ϵ -amino-csoportjával kapcsolódnak, ezért a lizin különösen érzékeny erre a reakcióra. A reakció termékei (fruktóz-lizin, laktulóz-lizin, furozin és piridazin) az emésztő enzimeknek ellenállnak, ezért csökken a tej hasznosítható lizintartalma az ilyen reakció során. A normál hőkezelés csak igen csekély veszteséget okoz a lizintartalomban, és még az UHT-kezelés hatása sem számottevő ebben a tekintetben. A lizinvesztés a pasztőrözött tejben 1–2%, az UHT tejben 1–4% (csekély különbség van a direkt és az indirekt eljárás között), a forralt tejben kb. 5%, a sterilizett tejben 6–10%, a sűrített tejben pedig kb. 20%. Mivel a tej eredeti lizintartalma magas, az UHT-tejekben a csekély veszteség gyakorlati szempontból elhanyagolható. Csak a magas hőmérsékleten hosszú ideig tartó hőkezelés okoz számottevő veszteséget a hasznosítható lizintartalomban.

Ferrer és mtsai. (2005) csecsemőtápszerek szabad HMF-tartalmát vizsgálva a tárolás során arra a következtetésre jutottak, hogy az folyamatosan nőtt, és a növekedés a 37 °C-on tárolt terméknel elérte a 600 µg/100 g minta mennyiséget.

A fehérjék lúgos kezelése során keletkező származékok közül legnagyobb gazdasági jelentőséggel a lizinoalanin bír. Az első ízben szójaizolatumban kimutatott vegyület prekürzora a cisztein lebomlásából keletkező dehidroalanin.

Csapó (2006) szerint a lizinoalanin (LAL) hatására a kísérleti patkányok veséjében a hámszövet sejteinek sejtmagja, valamint DNS- és fehérjetartalma megnőtt. A jelenséget nephrocytomegaliának hívják, amelynek tünetei már az első etetési hét után jelentkeztek a vesetubulusok sejteinek fokozott osztódásában. A vesekárosodási tünetek a patkánytörzstől függően 500–1000 mg/kg LAL etetéskor jelentkeztek. A LAL vesekárosító hatása nem tekinthető karcinogén jellegűnek, mert egy kétéves kísérlet alatt 200 mg/kg LAL-tartalmú takarmánnyal etetett patkányokon nem tapasztaltak rákos tüneteket, sőt nephrocytomegaliás tüneteket csak szintetikus LAL adagolása esetén tudtak kimutatni. A LAL hatását a különböző dietetikus faktorok jelentősen befolyásolhatják. A LAL-t nem tartalmazó védő fehérjék ellensúlyozhatják a LAL hatását. Úgy tűnik, hogy a szabad, illetve oligopeptid formában található LAL toxicitása jóval nagyobb, és a fehérjékben kötött LAL toxicitásának érvényre jutását akadályozhatja a fehérje emészthetőségének csökkenése, amely a keresztkötések kialakulása miatt következett be. Az emberi táplálkozásban használt élelmiszerek az állatkísérletekben használtakhoz képest alacsony LAL-tartalmúak, ezért ezek semmiféle egészségügyi kockázatot nem jelentenek. Nincs adatunk arról, hogy a különböző hőkezelési eljárások hatására hogyan alakul a tej LAL-tartalma.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgált tejminták

Vizsgált nyerstejet egy Hargita megyei tejipari vállalatától szereztük be. A normál pasztörözött tejet 72 °C-on 40 másodpercig történő hőkezeléssel nyertük. A mikrohullámmal pasztörözött tejmintáknál a tejet lemezes hőcserélővel 63 °C-ra előmelegítettük, majd 2,45 GHz-es, 12,2 cm hullámhosszú mikrohullámmal kezelve a nyerstejet 68 °C-ra felmelegítettük, majd 40 másodpercig ezen a hőfokon tartottuk. A kísérleti pasztöröző berendezést három ALASCA típusú háztartási mikrohullámú sütő sorba kötésével alakítottuk ki úgy, hogy a három készülék egymás fölött helyezkedett el. Mindhárom készülék belső üregébe egy-egy vízszintes tengelyű üvegspirált tettünk, amelyek az üreg hátsó falán távoztak a berendezésből. A spirál belső átmérője 18 cm, az üvegcső belső átmérője pedig 20 mm volt. A három spirálalakú üvegcső sorba kötését rugalmas csövekkel oldottuk meg, és a mikrohullámú pasztöröző berendezés 200 l/h kapacitással működött. Kísérleteinket háromszor ismételtük meg, és a három párhuzamos kísérletből származó három-három tejminta analízisét végeztük el.

Felhasznált vegyszerek

A vitaminok vizsgálata során felhasznált vegyszerek HPLC tisztaságúak („HPLC gradient grade”) voltak. A metanolt, az acetonitrilt és az ecetsavat a Merck (Darmstadt, Germany) cégtől, míg a tiamint (B₁-vitamin), a riboflavint (B₂-vitamin), a piridoxint (B₆-vitamin), a kobalamint (B₁₂-vitamin), az aszkorbinsavat (C-vitamin) és a triklórecetsavat a Fluka cégtől szereztük be.

A tejminták előkészítése

A tejmintákat a mintavétel után azonnal 0 °C-ra hűtöttük le, és a laboratóriumba történő szállítás után azonnal elvégeztük a vitaminmeghatározásokat. A mintákat 15 percig 8000 g-n

centrifugáltuk, eltávolítottuk a tej alakos elemeit, majd elvégeztük a tej zsírtalanítását. Ezt követően 5 cm³ mintához 5 cm³ 50%-os triklór-ecetsavat hozzáadva 20 percig állni hagytuk, a kivált csapadékot 10 percig 10000 g-n centrifugáltuk. A kapott felülúszót leválasztottuk és az így előkészített minták vitamin-koncentrációját nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiás módszerrel mértük.

A vízdékony vitamintartalom meghatározásra használt HPLC-s módszer

A C- és B-vitaminok szétválasztása fordított fázisú (150×4 mm belső átmérő), Supercosil (C18) töltet) LC oszlopon történt. A HPLC rendszerünk: 2 darab Varian ProStar 210-es pumpából, Varian ProStar UV-detektorból és Varian ProStar fluoreszcens detektorból állt. A kromatográfiás elválasztást 0,8 cm³/perc áramlási sebesség mellett végeztük.

A mozgó fázis összetétele:

- B-vitaminok meghatározása esetén: metanol : foszfátpuffer 50:50%-os elegye,
- C-vitamin meghatározás esetén: acetonitril : ecetsav (0,4%-os) 10:90%-os elegye.

Izokratikus programmal dolgozva az előkészített mintából 20 µl-t injektáltunk az analitikai oszlopra. A detektálást 254 nm-en végeztük. A mintákat injektálás előtt 0,20 µm-es Millipore (Millipore, Milford, MA, USA) szűrőn szűrtük át. Az eredmények rögzítését és feldolgozását a Varian ProStar 6.0 szoftver segítségével végeztük.

A HMF-tartalom meghatározása

A tej HMF-tartalmának meghatározása során a mélyhűtőpultban tárolt tejmintákat felolvasztás és 30 °C-ra történő felmelegítés után 15 percig 4000 g-n centrifugáltuk, eltávolítottuk a tej alakos elemeit, majd elvégeztük a tej zsírtalanítását. Ezt követően 50 cm³ 25%-os triklór-ecetsavat adtunk hozzá, 20 percig állni hagytuk, a kivált csapadékot pedig 15 percig 4000 g-n centrifugáltuk. A kapott felülúszó pH-ját 4 M nátrium-hidroxiddal 7,0-re állítottuk be a HMF meghatározásához. Az így előkészített mintákat ugyancsak –25 °C-on tároltuk az analízisek megkezdéséig.

A szabad furfurool komponensek meghatározása HPLC-vel

A HMF meghatározását Varian Pro Star HPLC berendezéssel végeztük, Supelcosil LC-C18 fordított fázisú analitikai oszloppal (150×4,6 mm belső átmérő) Pro Star 320 UV-VIS detektorral. A minta-előkészítéshez és analízishez felhasznált vegyszerek analitikai reagens (a.r.) minőségűek voltak. A triklór-ecetsavat (TCA), a HMF-t (5-hidroxi-metil-furfurool) a Fluka cégtől (Buchs, Switzerland) vásároltuk. Az analízis során használt oldószert (acetonitril) a MERCK cégtől (*Darmstadt, Germany*) szereztük be, amely „HPLC gradient grade” minőségű volt. A pH-t 4 M nátrium-hidroxiddal állítottuk be.

A meghatározáshoz egy két komponensből álló gradiensrendszert alkalmaztunk. A kétkomponensű rendszer acetonitril–víz (5:95, v/v) keveréke, melynek áramlási sebessége 1 cm³/perc volt. A keletkezett HMF-t UV detektorral detektáltuk 284 nm hullámhosszon. A mintából 20 µl-t injektáltunk az analitikai oszlopra, amelyet az injektálás előtt 0,20 µm-es Millipore szűrőn átszűrtünk.

A hasznosítható lizin-tartalom meghatározása

A meghatározás 2,4-dinitro-1-fluor-benzol (DNFB) segítségével történt, ami reakcióba lép a lizin ε-aminocsoportjával, dinitrofenil-ε-amino-lizin (DNP-lizin) keletkezése közben, amely kötés a savas hidrolízis során sem bomlik el. A DNFB-lal való reakció után a mintát 6 M sósavval, 24 órán át, 110 °C-on hidrolizáltuk, majd a hozzá nem férhető lizint automatikus aminosav-analizátorral (INGOS AAA) meghatároztuk. A minta összes lizintartalmát a

DNFB-lal nem kezelt mintából határoztuk meg. A hozzáférhető, DNFB-hoz kötődő lizin mennyiségét a két analízis különbségéből számoltuk. A minta DNFB-lal reagált hasznosítható lizin-tartalmát úgy számoljuk ki, hogy a kezeletlen mintában mért százalékos lizintartalomból kivonjuk a DNFB-lal reagáltatott minta százalékos lizintartalmát. A DNFB-lal reagált lizintartalom az összes lizintartalom százalékában kifejezve a hozzáférhető lizin százalékos mennyiségét adja meg.

A lizinoalanin meghatározása ioncserés oszlopkromatográfiával

Az INGOS AAA aminosav-analizátornál a pufferek pH-jának és nátriumion-koncentrációjának, valamint a kromatografálás hőmérsékletének változtatásával az aminosavak elúciós sorrendje megváltoztatható, illetve az elúciós idők optimálhatók. A lizinoalanin ebben a kromatográfias rendszerben a tirozin és a fenilalanin után, a bázikus aminosavak előtt eluál. A lizinoalaninnal párhuzamosan meghatározható az ornitoalanin is. A lizinoalanin környékén eluálódó aminosavak sorrendje a következő: ornitoalanin, hidroxilizin, lizinoalanin, triptofán, ornitin.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Kísérleteink során a nyerstej, a normál pasztörözött tej és a mikrohullámmal pasztörözött tej C- valamint B-vitamin-tartalmát vizsgáltuk nagyhatékonyságú folyadékromatográfias meghatározással. Azért választottuk ezeket vitaminokat, mert mind a C-vitamin, mind a B-vitaminok rendkívül érzékenyek a technológiai beavatkozásokra, különösen a hőkezelésre. A nyers tejmintát közvetlenül a pasztöröző berendezésbe történő bejuttatás előtt, a pasztörözött mintát pedig a berendezést elhagyó csővezetékéből vettük. A mintákat azonnal 0 °C-ra lehűtöttük, és a laboratóriumba történő szállítás után vitamintartalmukat azonnal meghatároztuk. A mintatároló edényeket teljesen tele töltöttük, ügyelve arra, hogy a levegő oxigéntartalmát a lehető legjobban kizárjuk. A különböző módszerekkel hőkezelt és a nyerstej aszkorbinsav-tartalmát az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

A nyerstej, a hagyományos és mikrohullámmal pasztörözött tejminták C-vitamin-tartalma

Minták (1)	C-vitamin-tartalom, mg/l (2)	
	C-vitamin (3)	Átlag (4)
Nyerstej (5)	22,70	22,71
	22,72	
	22,71	
Normál pasztörözött tej (6)	22,09	22,11
	22,12	
	22,13	
Mikrohullámmal pasztörözött tej (7)	6,24	6,25
	6,26	
	6,25	

Table 1. Vitamin C content of raw milk, and milk samples after mild and microwave pasteurization

Samples(1), Vitamin C content, mg/l(2), Vitamin C(3), Average(4), Raw milk(5), Milk pasteurized by mild heat treatment(6), Milk pasteurized by microwave (7)

A nyerstej C-vitamin-tartalmát a három párhuzamos kísérlet átlagában 22,71 mg/l-nek mértük, ami mintegy 3–4 mg-mal több, mint a szakirodalomban közölt érték, illetve amit korábban saját magunk mértünk. Ez a mennyiség a normál pasztörözés során 22,11 mg/l-re, a mikrohullámú pasztörözés során pedig 6,25 mg/l-re csökkent. Amint látható, kíméletes pasztörözés hatására a C-vitamin-tartalom alig változott, a mikrohullámú pasztörözés során viszont kevesebb, mint harmadára csökkent.

Ez azért különösen meglepő, mert a mikrohullámú pasztörözés alacsonyabb hőmérsékleten (68 °C) történt, mint a hagyományos (72 °C), ezért úgy tűnik, hogy a mikrohullámú pasztörözésnél nem csak a hőmérséklet, hanem a mikrohullám energiája is szerepet játszott a C-vitamin-tartalom elbomlásában.

A 2. táblázat a nyerstej, a hagyományos módon pasztörözött és a mikrohullámmal pasztörözött tejminták B₁-, B₂-, B₆- és B₁₂-vitamin-tartalmát mutatja.

2. táblázat

A nyerstej, a hagyományos módon és a mikrohullámmal pasztörözött tejminták B₁-, B₂-, B₆- és B₁₂-vitamin-tartalma

B-vitamin-tartalom, mg/l (1)	Tejminta (2)		
	Nyerstej (3)	Normál pasztörözött tej (4)	Mikrohullámmal pasztörözött tej (5)
B ₁ -vitamin	0,39	0,27	0,26
B ₂ -vitamin	1,81	1,63	1,65
B ₆ -vitamin	0,52	0,48	0,46
B ₁₂ -vitamin	0,0039	0,0035	0,0034

Table 2. Vitamin B₁-, B₂-, B₆-, and B₁₂ content of raw milk, and milk samples after mild and microwave pasteurization

Vitamin B content(1), Milk samples(2), Raw milk(3), Milk pasteurized by mild heat treatment(4), Milk pasteurized by microwave(5)

Az adatok mg/l értékben szerepelnek a táblázatban. Az általunk mért vitaminok közül a B₁-vitamin a legérzékenyebb a hőkezelésre, míg a másik három vitamin jobban ellenáll a különböző hőhatásoknak. A nyerstej B₁-vitamin-tartalmát 0,39 mg/l-nek mértük, mely érték a normál pasztörözött tejben 0,27 mg/l-re, a mikrohullámmal pasztörözött tejben pedig 0,26 mg/l-re csökkent. Ez a csökkenés mintegy 33,34%-os, ami azért nem meglepő, mert a B₁-vitamin a B-vitamincsoport leghőérzékenyebb tagja, és itt gondoltuk a legnagyobb változást a hőkezelés hatására.

A nyerstej B₂-vitamin-tartalmát 1,81 mg/l-nek mértük, ami a normál pasztörözött tejben 1,63-mg/l-re, a mikrohullámmal pasztörözött tejben pedig 1,65 mg/l-re csökkent. A csökkenés a két hőkezelési módnál mintegy 10% körüli, mely a B₂-vitamin hőstabilitását, illetve az alkalmazott módszerek csekély károsító hatását mutatják a B₂-vitamin-tartalomra. A nyerstej B₆-vitamin-tartalmát 0,52 mg/l-nek, a normál pasztörözött tejet 0,48 mg/l-nek, a mikrohullámmal pasztörözött tejet pedig 0,46 mg/l-nek mértük. A csökkenés a hőkezelés során, a nyerstejhez viszonyítva, a B₆-vitamin esetében is kb. 10%. A nyerstej B₁₂-vitamin-tartalmát 0,0039 mg/l-nek mértük, mely a normál pasztörözött tejben 0,0035 mg/l-re, a mikrohullámmal pasztörözött tejben pedig 0,0034 mg/l-re csökkent. A csökkenés mintegy 10–11%.

Összehasonlítva a nyerstej és a két hőkezelési módszerrel kapott tej vitamintartalmát megállapítható, hogy a B₁-vitamin esetében 30–40%-os csökkenéssel lehet számolni, a másik három vitaminnál viszont kb. 10%-os csökkenés prognosztizálható a hőkezelés során. A kétféle módszerrel pasztörözött tej B-vitamin-tartalma gyakorlatilag azonosnak mondható. A B-vitaminokra kapott eredmények megerősítik a C-vitamin bomlásával kapcsolatos elképzeléseinket, miszerint abban nem csak a hőmérsékletnek, hanem a mikrohullámmal közölt energiának is szerepe lehet. Leszögezhetjük tehát, hogy a B-vitamin-tartalom szempontjából a normál és a mikrohullámmal pasztörözött tej egyenértékűnek tekinthető, a mikrohullámú pasztörözésnél viszont jelentős C-vitamin-bomlással kell számolni.

A mikrohullámmal pasztörözött és a hagyományos pasztörözéssel készült tej minőségét a hidroximetil-furfurol (HMF) mérésével elemeztük, mely hőkezelés hatására magas fehérje és cukortartalmú készítményeknél mindig megjelenik. A minták HMF-tartalmát nagyhatékonyságú folyadékkromatográffal határoztuk meg a nyerstejből, illetve a különböző pasztörözési eljárással készült tejekből. A 3. táblázat a különböző módon hőkezelt tejminták, a cukrozott sűrített tej és a tejpör HMF-tartalmát mutatja µg HMF/100 g minta egységben.

3. táblázat

A különböző módon hőkezelt tejminták, a cukrozott sűrített tej és a tejpör HMF-tartalma (µg HMF/100 g minta)

Minta (1)		HMF-tartalom, µg HMF/100 g minta (2)
Nyerstej (3)		-
Pasztörözött tej (4)		-
Mikrohullámmal kezelt tej (5)		-
Cukrozott sűrített tej (6)	1	126
	2	127
	3	128
	Átlag	127
Tejpör (7)	1	667
	2	676
	3	709
	Átlag	684

Table 3. HMF (hydroxymethyl furfural) content of milk sample with different heat treatment, sweetened condensed milk and milk powder (µg HMF/100 g sample)

Sample(1), HMF content(2), Raw milk (3), Milk pasteurized by mild heat treatment(4), Milk pasteurized by microwave(5), Sweetened condensed milk(6), Milk powder(7)

A három párhuzamos kísérlet összegzéseként elmondható, hogy a nyerstej, a hagyományosan pasztörözött tej és a mikrohullámmal pasztörözött tej HMF-t még nyomokban sem tartalmazott, tehát ebből a szempontból a két pasztörözési eljárás egyenértékűnek mondható. Hogy az általunk alkalmazott analitikai módszer alkalmasságát ellenőrizzük, meghatároztuk három párhuzamos mérésrel egy a kereskedelmi forgalomban kapható cukrozott sűrített tej és tejpör HMF-tartalmát.

Megállapítottuk, hogy a cukrozott sűrített tej átlagosan 127 µg, míg a tejpör 684 µg HMF-et tartalmaz 100 g mintában.

Levonhatjuk tehát azt a következtetést, hogy a módszerünk alkalmas a HMF-tartalom mérésére, és nem a módszer hibája, hogy a tejekben nem tudunk HMF-t kimutatni hanem az, hogy a tejek a HPLC érzékenységének megfelelő szinten nem tartalmaznak hidroximetil-furfurolt. Összehasonlítva a cukrozott sűrített tej és a tejpör értékeit, azt találtuk, hogy a tejpörben nagyobb mennyiségben fordul elő a HMF, mint a sűrített tejben, aminek az a magyarázata, hogy a tejpört magasabb hőfokon állítják elő mint a sűrített tejet, és a Maillard-reakciótermékeinek képződése magasabb hőmérsékleten felgyorsul. A tejpörben mi 600–700 µg/100 g HMF-t találtunk.

Ezzel párhuzamosan vizsgáltuk a különböző módon hőkezelt tejminták hasznosítható lizin- és lizinoalanin-tartalmát. A 4. táblázat a különböző módon hőkezelt minták hasznosítható lizin- és lizinoalanin-tartalmát mutatja.

4. táblázat

A különböző módon kezelt tejminták hasznosítható lizin- és lizinoalanin-tartalma

A vizsgált komponens (1)	Tejminta (2)		
	Nyerstej (3)	Normál pasztörözött tej (4)	Mikrohullámmal pasztörözött tej (5)
Hasznosíthatólizintartalom, % (6)	0,229	0,217	0,219
Lizinoalanin-tartalom, mg/dm ³ (7)	< 5	< 5	< 5

Table 4. Utilisable lysine and lysinoalanine content of milk samples with different heat treatment

Component examined(1), Milk sample(2), Raw milk (3), Milk pasteurized by mild heat treatment(4), Milk pasteurized by microwave(5), Utilisable lysine content(6), Lysinoalanine content(7)

A lizinoalanin-tartalom mérése során sem a nyerstej-, sem a két hőkezelt tejmintánál nem tudtuk a mérés érzékenységét meghaladó lizinoalanin-tartalmat kimutatni. A 4. táblázatban szereplő <5 érték azt mutatja, hogy mindhárom mintánál a lizinoalanin-tartalom 5 mg/dm³ alatt maradt, tehát sem a hőkezelésre rendkívüli érzékeny treonin (esetleg szerin), sem a hőkezelésre és az oxidációra érzékeny cisztein és cisztin nem bomlott el számottevő mennyiségben, hisz ez a két aminosav a legfőbb prekursora a lizinoalanin képződésnek.

Vizsgálatainkból leszűrhetjük azt a következtetést, hogy az általunk alkalmazott kétféle hőkezelés során a hasznosíthatólizintartalomban csak mintegy 4–5%-os csökkenés figyelhető meg, a lizinoalaninben pedig egyáltalán nem tudunk kimutatni különbséget a három tejminta között. Ebből a szempontból tehát a két hőkezelési módszer egyenértékűnek tekinthető, és egyik sem csökkentette lényeges mértékben az egyik legfontosabb esszenciális aminosav, a lizin hasznosíthatóságát, és egyik hőkezelési módszer sem eredményezett számottevő mennyiségben lizinoalanin-tartalmat.

A nyerstej hasznosíthatólizintartalmát 0,229%-nak, a hagyományosan pasztörözöttét 0,217%-nak, a mikrohullámmal pasztörözöttét pedig 0,219%-nak mértük.

Levonható az a következtetés, hogy az általunk alkalmazott hőkezelés során a redukáló cukrokra és a hő hatására rendkívül érzékeny lizin ϵ -aminocsoportja nem alakult át olyan mértékben, mely annak biológiai értékesülését, hasznosíthatóságát befolyásolták volna. A hasznosítható lizin-tartalomban mutatkozó mintegy 4–5%-os különbség jelzi, hogy némi Maillard-reakciótermék keletkezhetett a hőkezelés során.

IRODALOM

- Boekel, M.A.J.S. (1998). Effect of heating on Maillard reactions in milk. *Food Chemistry*. 62. 4. 403-414.
- Bognár, A., Molnár, P. (1999). A háztartásokban végzett élelmiszer-feldolgozás során bekövetkező szubsztanciális változások jellemzése. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*. 45. 3. 131-148.
- Csapó J. (szerk.) (2006). *Élelmiszer- és takarmányfehérjék minősítése*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 265-269., 323-328.
- Csapó J., Csapóné Kiss Zs. (2002). Tej- és tejtermékek szerepe a táplálkozásban. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*. 1-464.
- Ferrer, E., Alegria, A., Courtois, G., Farré, R. (2000). High-performance liquid chromatographic determination of Maillard compounds in store-brand and name-brand ultra-high-temperature-treated cows' milk. *Journal of Chromatography*. 881. 559-606.
- Ferrer, E., Alegria, A., Farré, R., Abellán, P., Romero, F. (2002). High-performance liquid chromatographic determination of furfural compounds in infant formulas. Change during heat treatment and storage. *Journal of Chromatography*. 947. 85-95.
- Ferrer, E., Alegria, A., Farré, R., Abellán, P., Romero, F. (2005). High-performance liquid chromatographic determination of furfural compounds in infant formulas during full shelf-life. *Food Chemistry*. 89. 639-645.
- Kidmose, V., Kaack, K. (1999). Changes in texture and nutritional quality of green asparagus spears (*Asparagus officinalis* L.) during microwave blanching and cryogenic freezing. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 49. 2. 110-116.
- Pohn G., Csapó J., Terlakyné Balla É., Vargáné Visi É.: A mikrohullámú kezelés hatása húspogácsák vízoldható vitamin- és D-aminosav tartalmára. 305. Tudományos Kollokvium. Központi Élelmiszeripari Kutató Intézet, Budapest, 2001. október 26. 6.
- Rab R., Farkas K. (2003). A zöldségek és gyümölcsök C-vitamin-tartalmának változása hőkezelés hatására. *Új Diéta*. 3. 15-17.
- Sieber, R., Eberhard, P., Fuchs, D., Gallmann, P.U., Strahm, W. (1996). Effect of microwave heating on vitamin A, E, B₁, B₂, and B₆ in milk. *Journal of Dairy Research*. 63. 169-172.
- Sierra, I., Vidal-Valverde, C., Valverde, C.V. (2000). Influence of heating conditions in continuous-flow microwave or tubular heat exchange systems on the vitamin B₁ and B₂ content of milk. *Lait*. 80. 6. 601-608.
- Van Renterghem, R., De Bock, H. (1996). Furosine in consumption milk and milk powders. *International Dairy Journal*. 6. 371-382.
- Watanabe, F., Abe, K., Fujita, T., Goto, M., Hiemori, M., Nakano, Y. (1998). Effects of microwave heating on the loss of vitamin B₁₂ in foods. *J. Agric. And Food Chem.*, 46. 1. 206-210.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Albert Csilla

EMTE Csíkszeredai Campus, Élelmiszer-tudományi Tanszék

Csíkszereda, 530104 Szabadság tér 1.

University of Transsylvania, Csíkszereda Campus, Department of Food Sciences

Csíkszereda, 530104 Szabadság tér 1.

Tel.:40-266-317-121, Fax:40-266-314-657

e-mail: albertcsilla@sapientia.siculorum.ro



Az angol telivérek versenyteljesítményét kifejező genetikai paraméterek és az azokra ható tényezők I. A versenyteljesítmény mérésének lehetőségei (Irodalmi áttekintés)

Bokor Á., Sebestyén J.

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, 7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

A gazdasági haszonállatok nagy részénél nem okoz problémát a tenyészcélban megfogalmazott szelekciós tulajdonságok mérése. Ezzel szemben a lótenyésztésben igen problémás a különböző teljesítmények számszerű kifejezése. Különösen nehéz ez a lóverseny-sportokban (galopp és ügetőversenyek), ahol a versenyteljesítmény egzakt mérésén kívül a környezeti tényezők jelenetős hatásával is számolnunk kell. Magát a versenyteljesítményt több oldalról próbálták megközelíteni, kifejezni. Az esetek többségében viszonylag alacsony örökölhetőséggel bíró tulajdonságként definiálták, függetlenül attól, hogy a versenyben elért helyezések, a pénznyeremények, vagy a lefutási idő, így a sebesség tükrében fejezték ki azt. Irodalmi összefoglalónk első részében részletesen ismertetjük az eddig használt versenyteljesítményt kifejező tulajdonságokra vonatkoztatott, becsült genetikai paraméterek értékeit és összefüggéseit.
(Kulcsszavak: angol telivér, versenyteljesítmény, genetikai paraméterek)

ABSTRACT

Genetic parameters and influencing factors of racing performance in Thoroughbred horses I. Possibilities to measure racing performance (A review)

Á. Bokor, J. Sebestyén

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, H-7400 Kaposvár, Guba S. str. 40.

Measuring the performance in most of livestock does not make special problem. In contrast with this for companion animals, like horses it is more difficult. Especially in the case of horseracing (flat, hurdle, steeple-chase and trotting races), however there are numerous way to measure it. Criteria used to measure racing performance, environmental factors that influence it and estimates of genetic parameters are needed to estimate differences. In most cases estimated heritability of the examined traits (log of earning, rank, handicap weight, speed, stamina, and performance rates) was defined as low. In our first paper we are going to give a review of different ways to measure racing performance, the experienced heritabilities and correlations between them.
(Keywords: Thoroughbred, racing performance, genetic parameters)

BEVEZETÉS

A galoppsportra használt angol telivérek tenyésztésében elsősorban a származás és a versenyteljesítmény voltak meghatározóak. A legfontosabb ezek közül mindig a versenyteljesítmény volt. A származás értékét az ősök és oldalági rokonok versenyeredményei jelentik. A tenyészcélban megfogalmazottak azonban országonként eltérőek lehetnek. A telivérek kipróbálása már egészen korán, 2 éves korban elkezdődik. A csikókat születésüket követő év őszen, 18–22 hónapos korban veszik idomításba. Versenytechnikai okok miatt január 1-jétől számítanak egy évvel idősebbnek (*Bodó és Hecker, 1992*). A fajta szelekciója elsősorban a síkversenyekre korlátozódik, a gát-, illetve akadályversenyekben elsősorban azok az egyedek szerepelnek, melyek vagy gyengén szerepeltek a síkversenyekben, vagy pedig származásuk, illetve oldalági rokonaik teljesítménye alapján, feltehetően jó ugróteljesítményűek. Az akadályversenyeken eredményes lovak elsősorban a lovastusa szakágban folytathatják karrierjüket, hiszen itt hasonlóan jó távbírású és ugróteljesítményű egyedekre van szükség.

A világ telivértenyésztési szisztémája napjainkban többnyire az amerikai módszert követi, ahol a versenyeket általában rövid távokon rendezik, melyeken már a 2 éves lovak is szerepelhetnek. Ennek alapján a lovakat elsősorban sebességük alapján rangsorolják. A lovak esetében a sebesség genetikailag determinált tulajdonság, így már fiatal korban, 2 évesen megmutatkozik az egyedek képességbeli különbsége. A fiatal, jó teljesítményű lovak így már igen korán jelentős pénznyereményt érhetnek el, ami igen lényeges a lóverseny-ágazatban jelenlévő tulajdonosaik szempontjából. Az egyedek sebessége azonban nehezen hasonlítható össze a verseny során jelentkező környezeti hatások sokasága miatt.

A teljesítményt meghatározó három fő összetevő (gyorsaság, erő, állóképesség) közül a gyorsaság alapvetően az idegizom koordináció függvénye, amely elsősorban öröklött tulajdonság, ezzel szemben az erő és az állóképesség az idomítás folyamán nagyobb mértékben fejleszthető tulajdonságok. Ebből kiindulva a 2 éves versenylovak képessége rövidtávon az erőkülönbséget kiegyenlítő korteher mellett az idősebb versenylovak képességével is összemérhető. Az angol telivérek 3 éves korukban érik el teljesítőképességük csúcsát. Ekkor futják a tenyészversenyeket, melyeken kialakul az évjárat rangsora. Ekkor dől el, melyek azok az egyedek, melyek átlag feletti képességük alapján alkalmasak a fajta javítására. A síkversenyeket hazánkban távjuk (900–3200 m), illetve versenyfeltételeik (korteher és esélykiegyenlítő versenyek) alapján csoportosíthatók. Ezeket a versenyeket gyepen vagy homoktalajon futják. A verseny típusától függően a lovak meghatározott teherrel a hátukon (zsoké /+ ólomtakaró/) futnak a startgéptől a célig (*Bodó és Hecker, 1992*).

Néhány országban nagy számban rendeznek ugróversenyeket is. Az ugróversenyek gát- és akadályversenyekre oszthatók. A gátversenyeken a táv 2400 métertől 4000 méterig változik. A lovaknak egymástól 400 méterre elhelyezett, kb. 130 cm magas, döntött sövénytokokba helyezett sövényeket kell átugraniuk. A sövénytokok tényleges magassága ritkán haladja meg a 80 cm-t (a sövény ágai elhajlanak, a sövénytokok döntöttek). A gátverseny a lótól különösebb ugróteljesítményt nem, de robbanékonyságot, természetes egyensúlyt követel. Az akadályversenyek távolsága általában 3200 és 7000 méter között változik. Az akadályversenyen a lónak rögzített akadályokat kell átugrania, ahol az akadályok magasabbak és szélesebbek is, mint a gátversenyen, a pálya vonalvezetése sokszor erős szintkülönbségek leküzdését is megkívánja (*Bodó és Hecker, 1992*). Ezek a versenyek az állóképességen kívül ugróteljesítményt is követelnek az egyedektől.

Irodalmi összefoglalónkban a sikkversenyeken részt vevő angol telivérek versenyteljesítményével kapcsolatban megjelent forrásmunkákat foglaljuk össze. A versenyteljesítményt mindig más-más oldalról próbálták megközelíteni. Magát a teljesítményt időeredménnyel (sebeséggel - speed), befutási sorrenddel (helyezéssel - rank), hendikeppel (hazánkban generál hendikep szám, Angliában „Timeform” szám, Németországban „GAG – Generalausgleich” szám, míg Ausztriában GA szám), versenyteljesítmény aránnyal (performance rate), állóképességgel (stamina), nyereseményekkel (egy startra eső nyeresemény, éves nyereseményösszeg, versenykarrier során elért pénznyeresemény, earning), illetve az ezekből képzett változókkal próbálták számszerűsíteni. Az évek során számos összefoglaló munka készült ebben a témakörben (*Langlois, 1980; Hintz, 1980; Tolley és mtsai., 1985; Klemetsdal, 1990; Tavernier, 1990; Ricard, 1998; Ricard és mtsai., 2000*).

A lefutási idő

A lefutási idő a startgép ajtajának kinyílása és a ló célba érkezése közötti időintervallum. Az ún. repülőstartos versenyeken pedig a startzászló és a gumiszalag leengedésétől a célba érkezésig eltelt idő. Gyakorlati szempontból a lefutási idő, mint versenyteljesítményt kifejező paraméter tűnik a legkézenfekvőbbnek az egyedek minősítésekor. *Hámori és Halász (1959)* vizsgálataikba angliai versenyeket vontak be. Megállapították, hogy 100 év alatt a három angol klasszikus verseny (Derby, Oaks, St. Leger) lefutási ideje átlagosan 16,3 másodperccel javult és látszólag elérte a genetikai képesség határát. A szerzők ezt azzal magyarázták, hogy bár évről évre rövidebb idő alatt futják a versenyeket, az évenkénti különbség egyre kisebb, illetve bizonyos években gyakorlatilag jelentős javulás nincsen. Erre később *Gaffney és Cunningham (1988)* is felhívják a figyelmet. A „Cunningham paradoxon”-nak nevezett jelenséggel azonban számos szerző nem ért egyet. *Bodó és Hecker (1992)* véleménye szerint a három klasszikus versenyt több tekintetben is más körülmények között futják, illetve, hogy az időeredményt rendkívül sok tényező befolyásolja.

Artz (1961) 1000-2000 méteren rendezett sikkversenyek (n=4029) eredményeit vizsgálta meg Nyugat- és Kelet-Németországban. Anya-leány regressziót alkalmazott és ez alapján becsülte meg a lefutási idő örökölhetőségét. 2179 egyed versenyeredménye alapján – melyek 31 mén ivadékaik voltak – a becsült örökölhetőség 0,24 volt.

Bormann (1964) 35 neves mén utódainak eredményeire alapozta vizsgálatait Németországban. Az örökölhetőséget az apai féltestvérek alapján becsülte és 0,09 valamint 0,17 közötti értékeket kapott 2–3–4 éves lovak versenyeredménye alapján (n=2000). Szintén *Bormann (1966)* a legkisebb négyzetek elvét alkalmazta, hogy korrigálja a versenytávra, a talajadottságokra, a korra és a nyeregben vitt teherre. Ebben a vizsgálatban is apai féltestvérek alapján becsülte az örökölhetőséget, de már kisebb értékeket kapott ($h^2=0,06-0,14$). A gyenge örökölhetőséghez mindkét vizsgálat esetében csekély megbízhatóság társult (0,19 és 0,34).

Watanabe (1969, 1970) a Japánban starthoz állt 4 éves telivérek versenyeredményeit elemezte. Azoknak a méneknek az ivadékcsoportjait vonta be a vizsgálatba, melyek legalább öt utóddal rendelkeztek. A lovak gyepen futottak, 1600 méteres távon 50–55 kg nyeregben vitt teherrel. Az első három helyezett lefutási idejét figyelembe véve az örökölhetőségre 0,12-es értéket becsült. Abban az esetben, amikor az első öt helyezett eredményét vonta a vizsgálatba, nagyobb értéket tapasztalt ($h^2=0,26$).

Kieffer (1975) a versenyteljesítményt a sebességen, közvetve a lefutási időn keresztül mérte. Négy csoportot alakított ki, ezeket is nemenként felosztva (kancák, ménék és herélték). Az első csoportba azok a 3 éves egyedek tartoztak, melyek 1971-ben álltak

starthoz. A másodikba csak azon apák utódai, melyeknek legalább 5 ivadéka szerepelt ebben a versenyévben. A harmadik csoportot a legalább 10 utóddal rendelkező apák egyedei tették ki. A negyedik csoportot alkotó lovak a 70 legtöbbet nyert mének ivadékai voltak. A szerző extrém örökölhetőségi értékeket ($h^2=1,432-1,4532$; $h^2=1,144-1,1596$; $h^2=0,9436-1,0524$; $h^2=0,3852-0,6788$) becsült apai féltestvérek alapján. Természetesen ezeknek az értékeknek nem tulajdoníthatunk jelentőséget. Az irreális értékeket az okozhatta, hogy a szerző teljes varianciát az apai, illetve az ezen kívüli összes hatást magyarázó varianciára osztotta fel. Ez alapján elmondható, hogy amennyiben az apa hatása jelentős, akkor a becsült örökölhetőség is nagy lesz. Abban az esetben, ha nagyon eltérő tartási, takarmányozási viszonyok között nevelt ivadékok csoportját vizsgáljuk, melyek több apától származnak, akkor a környezeti variancia aránya lesz nagy, melynek következménye a kicsi örökölhetőség. Eredményei ellenére a szerző a 0,3 körüli örökölhetőséget tartja reálisnak.

Yorov és Kissyov (1976) 2 és 3 éves lovak eredményeit vizsgálta Bulgáriában 1961 és 1972 között. A 200 méterenkénti legjobb versenyidő örökölhetőségére 0,4-es és 0,12-es értéket becsültek az apai féltestvérek esetében, melyhez 0,21-es és 0,23-as ismétélhetőség tartozott.

A lefutási idő örökölhetőségével foglalkozó korábbi kutatások a ló legjobb versenyidejét használják a teljesítmény kifejezésére méter/perc-ben. A becsült örökölhetőségek hasonlóak a korábban említettekhez, $h^2=0,13$ (*Neisser*, 1976) és $h^2=0,10$ voltak (*Neisser és Schwark*, 1979).

Hintz (1980) vizsgálatai alapján a lefutási idő és a legjobb versenyidő is gyengén öröklődő tulajdonságok ($h^2=0,15$ és $h^2=0,23$).

Langlois (1980) szerint a lefutási idő ugyan objektíven mérhető teljesítmény, azonban annak alacsony örökölhetősége és a környezeti tényezőktől való nagymértékű függősége miatt nem megfelelő szelekciós kritérium a telivérek számára.

Moritsu és mtsai. (1994) japán versenyeredmények vizsgálata során megállapították, hogy a versenyidőt az apa, a versenypálya típusa, az egyed kora, valamint a pályatípus és a talajkondíciók közötti interakció befolyásolja. A becsült h^2 értékek 0,09 és 0,12 között változtak.

Chico (1994) a sebesség (speed) örökölhetőségét spanyolországi angol telivér populációkban vizsgálta REML (Restricted Estimation of Maximum Likelihood) módszerrel, két modellt használva. A versenyek lefutási idejéből számított sebességgel mérte a teljesítményt. Az egyik modellben fix hatásként szerepeltette a zsokét, az ivart, a lovaglási súlyt és az életkort. A második modellben a zsokét nem használta, de bevonta a versenytávot, a versenypályát, illetve a verseny évét. A szerző mindkét esetben nullához közeli örökölhetőségi értéket becsült.

Korábbi kutatások alapján a versenytáv növekedésével a lefutási idők örökölhetősége csökken, melyet a versenypálya talajának típusa (gyep vagy homok) is befolyásol (*Oki és mtsai.*, 1994). További nehézség, hogy általában csak a nyertes ló idejét rögzítik (*Ricard és mtsai.*, 2000).

Mota és mtsai. (2002) Brazil telivérek versenyeredményeinek értékelése során viszonylag kis értéket becsült ($h^2=0,08$) 25 versenyév elemzését követően. A szerzők további vizsgálataikban (*Mota és mtsai.* 2005) versenytávonként becsülték a lefutási időt jellemző örökölhetőségi értékeket és *Oki és munkatársaihoz.* (1994) hasonlóan csökkenő értékeket kaptak.

Versenyteljesítmény-arány (Performance rates)

A versenyteljesítmény-arány a nyertes ló és az utána következő lovak közötti távolság lóhosszban kifejezve. Az Egyesült Államokban a legjobb versenyteljesítmény-

aránnyal rendelkező ló általában 30 lóhosszal jobb a populációátlagnál (<http://www.thoroughbredtimes.com>, 2007.04.14).

Foye és mtsai. (1972) 36 édestestvér esetében 0,36-os örökölhetőségi értéket becsültek erre a tulajdonságra. *Watanabe* (1974) 1972-ben Japánban, a legalább négy versenyben szerepelt lovak eredményeit feldolgozva jól örökölhető tulajdonságnak tartja ($h^2=0,64\pm 0,23$) a versenyteljesítmény-arányt.

Kieffer (1975) az 1971-ben Észak-Amerikában starthoz állt 3 éves telivérek eredményei alapján becsült örökölhetőséget. Az apai féltestvérek alapján becsült értékek 0,39 és 0,68 közé estek. *Hintz* (1980) vizsgálatai alapján szintén jól örökölhető tulajdonságnak detektálta a versenyteljesítmény-arányt ($h^2=0,55$).

Williamson és Beilharz (1998b) ausztrál sikversenyek eredményeit feldolgozva viszonylag nagy ($h^2=0,52$) értékeket kaptak. A szerzők későbbi kutatásaik során két ausztrál versenyév eredményeit dolgozták fel, és BLUP módszerrel becsültek tenyészértéket a versenyteljesítmény-arány alapján (*Williamson és Beilharz*, 1999). A becsült és a valódi tenyészérték közötti korrelációt 0,86-nak találták.

Az állóképesség

A ló állóképessége a szervezet azon sajátossága, hogy hosszan tartó, erős terheléskor képes mozgósítani a tartós erő kifejtéshez szükséges energiákat (*Hecker*, 1975). Különböző képességet igényel egy 1000, és szintén mást egy 3200 méteres versenyen eredményesen szerepelni. Annak ellenére, hogy a nyereségben vagy helyezéskor kifejezett teljesítmény azonos lehet, a rövid vagy hosszú távon való eredményes szereplés különböző tulajdonságnak tekinthető, mely szoros összefüggésben van a vér laktát koncentrációjával, illetve a sebesség genetikai determináltságával.

Bodó (1976a) különböző módszereket használva a ló állóképességét a nyert versenyek távjának átlagában határozta meg. Erre vonatkozóan három különböző módszerrel becsült örökölhetőséget (szülő–ivadék regresszió; a szelekciós differenciál és előrehaladás hányadosaként a 100 legjobb apa–anya átlagában; a szelekciós differenciál és előrehaladás hányadosaként a 100 legrosszabb apa–anya átlagában). A becsült örökölhetőségi értékek 0,2 és 0,34 közé estek.

Williamson és Beilharz (1998a) a helyezéseket, a nyereségek logaritmusát, valamint a versenyteljesítmény-arányt használták a teljesítmény mérésére. A versenyek távjának, illetve a mért teljesítmények tükrében az egyedek sebességét (speed) és az állóképesség-faktort (stamina) határozták meg. A kapott örökölhetőségi értékek az állóképesség-faktor figyelembe vételével a mének esetében ($h^2=0,56-0,68$) kisebbek voltak a kancákhoz képest ($h^2=0,64-0,71$).

A hendikep súly

A hendikepek azok a versenyek, amelyekben az esélykiegyenlítés szempontjából a teherelosztást a lovak korábbi teljesítményük alapján egy hivatalos versenyközeg, a *hendikepper* állapítja meg az adott ország versenyszabályzatának tükrében. Az országokénti átszámítás számos problémát vet fel, mivel már magában a számítási módszerben is különbségek lehetnek. Általánosságban 1 kg nyeregben vitt tehertöbblet egy angol mérföldön 1 lóhosszt, időeredményben kifejezve 0,2 másodperc hátrányt jelent.

Dušek (1963, 1965) vizsgálatai alapján Csehországban a hendikepre becsült örökölhetőség az anya–leány regresszióval nagyobb volt ($h^2=0,25-0,45$), mint a féltestvérek alapján becsült ($h^2=0,19-0,25$) érték. *Bormann* (1966) vizsgálatai alapján 162 anya–ivadék regresszió esetén az örökölhetőség 0,51 volt. A szerző következtetései szerint a hendikep megfelelőbb szelekciós kritérium a lefutási időnél. *Neisser és*

Schwark (1979) szintén jól öröklődő tulajdonságként determinálták a hendikepet, a 2 és 3 éves lovak versenyeredményei alapján ($h^2=0,6$).

More O'Ferral és Cunningham (1974) 3 éves lovak ($n=794$) Timeform számát vizsgálta az 1970-es versenyévben. A tulajdonság h^2 értékét 0,35-nek becsülték. *Field és Cunningham* (1976) munkájukban 1158, 3 éves ló eredményeit dolgozták fel, az 1972-es év versenyei alapján. Az örökölhetőség becslése apai féltestvéreken, anya-ivadék regresszió és szülő-ivadék regresszió alapult. A becsült értékek 0,38 és 0,57 közöttiek voltak. Az apa-ivadék regresszió alapuló becslés kiugróan nagy értéket eredményezett ($h^2=0,93$).

Hecker (1975) 178 anya-ivadék regresszióval becsülte a hendikep örökölhetőségét 2 és 3 éves magyarországi angol telivérek esetében ($h^2=0,23-0,4$). Vizsgálatai szerint a kancák és ivadékaik teljesítménye között a legszorosabb genetikai korrelációt ($r=0,21$), valamint a legnagyobb örökölhetőséget ($h^2=0,4$) a 2 éves kori teljesítmény mutatja.

Bodó (1976b) a hendikepet a gyorsaság és a versenyzőképesség kifejezésére használta. A 2 és 3 éves korban, év végi, valamint az egyed élete során elért legjobb generál hendikep számok alapján végezte vizsgálatait. Felhívta a figyelmet arra, hogy a nyereségekkel és a helyezésekkel szemben ez normál eloszlást mutat. Örökölhetőséget öt különböző módszerrel számolt (ivadék-szülőpár; variancia-analízis, hierarchikus párosítási modellből az édestestvérek adatainak felhasználásával; variancia-analízis, hierarchikus párosítási modellből a féltestvérek adatainak felhasználásával; a szelekciós előrehaladás és a szelekciós differenciál hányadosaként; az átlagnál jobb és az átlagnál gyengébb lányok különbségének, valamint az átlag feletti és alatti anyák különbségének hányadosaként) *Pirchner* (1968), illetve *Hartmann* (1966) módszerét követve. A becsült örökölhetőségi értékszámok 0,1 és 0,51 közé estek.

Field és Cunningham (1976) az 1972-ben versenyzett 3 éves lovak „Timeform Ratings”-e alapján becsülték örökölhetőséget apai féltestvérek alapján ($h^2=0,57$), apa-ivadék regresszióval ($h^2=0,93$), anya-ivadék regresszióval ($h^2=0,38$) és szülő-ivadék regresszióval ($h^2=0,39$).

Dušek (1978) a hendikepet a legmegbízhatóbb mérhető tulajdonságnak tartja, mely jól kifejezi a versenyteljesítményt. Az általa becsült örökölhetőségek:

$$h^2_{\text{kétévesek}} = 0,23, h^2_{\text{háromévesek}} = 0,35, h^2_{\text{ménék}} = 0,12, h^2_{\text{kancák}} = 0,37.$$

Hintz (1980) vizsgálatai alapján a legmagasabb elért hendikep szám közepesen ($h^2=0,33$), míg a versenykarrier során elért átlagos hendikep jól öröklődő tulajdonság ($h^2=0,49$).

Dušek (1981) 2 és 3 éves telivér versenylovaknak, első versenyek alapján kapott generál hendikep számából próbálta előre jelezni azok későbbi teljesítményét. A versenyteljesítményt befolyásoló számos hatás (lovas, tréning módszer, takarmányozás, versenypálya, felnevelés) miatt azonban az egyedi teljesítményt megbízhatóan becsülni nem tudta, de az A, B és C versenyzési osztályokba való besorolását reálisnak tartotta a fentiek alapján.

Biedermann és mtsai. (1987) mintegy félezer, 2-5 éves telivér sikkverseny eredményeit megvizsgálva a hendikep súly tekintetében nem találtak genetikai előrehaladást Németországban, évenkénti bontásban pedig negatív genetikai trendet tapasztaltak a 2 éves kori hendikepsúlyokban.

A nyeresmények

A szerzők nagy része a versenylovak teljesítményét a sikkversenyeken elért nyereségeik, illetve – mivel azok nem mutatnak normál eloszlást – azok matematikai transzformációi alapján mérik. Az ilyen módon kifejezett teljesítményről számos irodalmi forrás áll rendelkezésre (*Hintz*, 1980; *Langlois*, 1980; *Langlois és Blouin*, 2004).

Tanulságos *Pirri és Steele* (1951) munkája, melyben 3 éves lovak éves nyereményeit vizsgálták 1946 és 1948 között. Első eredményeik negatív örökölhetőségi értékeket mutattak, de a későbbiekben felismerték, hogy azt a nyeremények szűk keretek közé eső eloszlása okozta. A mért tulajdonságot logaritmikus transzformációval normál eloszlásúvá tették és az így becsült örökölhetőség (féltestvérek alapján) 0,6 volt.

Foye és mtsai. (1972) az egy startra eső nyeremény indexet (SSI = Standard Start Index) használták a teljesítmény kifejezésére. A vizsgálatba olyan hímivarú egyedeket vontak be, melyek évente legalább ötször futottak a vizsgált három versenyév mindegyikében. A becsült örökölhetőség ebben az esetben 0,3 volt.

Langlois (1975) Franciaországban a 3 éves, 1971 és 1973 között versenyzett és pénzt nyert telivérek eredményeit vizsgálta. Szülő–ivadék, valamint nagyszülő–ivadék regressziót alkalmazott az örökölhetőség becsléséhez. A becsült paraméterek az éves nyeremények esetében $h^2=0,02$ és $h^2=0,07$, az egy startra eső nyeremények esetében pedig $h^2=0,02$ és $h^2=0,06$ közöttiek voltak. A nyeremények logaritmikus transzformációját követően a nyeremények logaritmusai $h^2=0,26-0,31$, az egy startra eső nyeremények logaritmusai pedig $h^2=0,40$ és $h^2=0,43$ volt. Hasonló eredményeket közöl *Field és Cunningham* (1976) is. *Hintz* (1980) vizsgálatai alapján a nyeremények rosszul ($h^2=0,09$), míg a nyeremények logaritmusai jól öröklődő tulajdonság ($h^2=0,49$).

Az 1950 és 1990 között Franciaországban futott akadályversenyek eredményeinek értékelése alapján *Langlois és mtsai.* (1996) 0,25-höz közeli örökölhetőséget becsültek (éves nyeremények természetes alapú logaritmusai).

Chico (1994) vizsgálataiban a versenyeket sikerrel befejező, helyezett, de pénznereménnyel nem rendelkező lovaknál "számított nyeremények"-et használt. A nyereménnyel nem rendelkező lovak az előttük végzett ló nyereményének a felét kapták. A nyeremények normál eloszlásúvá tételéhez azok matematikai transzformációjára, illetve természetes alapú logaritmusára volt szükség. A becsült örökölhetőségek 0,19–0,26 közé estek.

Langlois és Hernu (2003) kísérletet tettek arra, hogy a versenyeken szereplő telivérek nyereményeit a rendelkezésre álló származások, illetve az ősök versenyeredményei alapján előre megbecsüljék. Vizsgálataikba 60851 egyedeket vontak be, a 2–5 éves lovakat sík-, illetve a 3–5 éveseket ugróversenyekről. Megállapították, hogy nem lehetséges a ló versenyben elért státuszát, azaz helyezését, így nyereményét a fentiek alapján előre becsülni.

Sobczynska és Lukaszewicz (2004) 1414 Lengyelországban, galopp síkversenyeken szereplő angol telivér versenyeredményét feldolgozva megállapította, hogy a nyeremények logaritmusai alapján kifejezett versenyteljesítmény örökölhetősége alacsony ($h^2=0,1$).

Bokor és mtsai. (2006b, 2007b) 1486 Magyarországon 1996 és 2004 között síkversenyben szereplő egyed 30807 versenyeredményének feldolgozása során 0,09 és 0,11 közötti örökölhetőségi értékeket tapasztaltak, attól függően, hogy a tréner, illetve a lovas hatását figyelembe vették-e a vizsgálat során, vagy sem. A szerzők a zsoke fix, illetve random hatásként történő modellbe építését is tesztelték.

A helyezések

A helyezések ugyancsak használhatóak a versenyteljesítmény mérésére (*Langlois*, 1980; *Langlois és mtsai.*, 1996). A versenyeken elért helyezések a lovak befutási sorrendjével csak részben egyeznek meg. Az adott ország versenyrendszere dönti el, hogy mennyi lovat helyeznek egy versenyben. Ez a szám általában 4 és 6 között változik, tehát a hetediként, vagy az ezt követően beérkezett lovak a „futottak még” kategória. A

feldolgozott irodalomban a szerzők azonban a befutási sorrend helyett a legtöbb esetben a helyezések szót használják. A továbbiakban az irodalomból ismert közlemények módszerét követve ezt használjuk.

Fedorski (1975) a helyezéseket transzformálva normál eloszlásúvá tette azokat. Apai féltestvérek esetében az általa becsült örökölhetőségek a 2–3–4 éves lovaknál $h^2=0,24$, $h^2=0,37$, $h^2=0,08$ voltak. *Langlois* (1980) utal arra, hogy a *Fedorski* (1975) által normalizált helyezések megegyeznek a startonkénti nyeremények logaritmusával.

Neisser és Schwark (1979) 1656 németországi angol telivér eredménye alapján erre a tulajdonságra alacsony örökölhetőséget ($h^2=0,1$) becsült. *Chico* (1994) vizsgálatai szerint a helyezések alapján mért versenyteljesítmény gyengén örökölhető tulajdonság ($h^2=0,07-0,17$).

Williamson és Beilharz (1996; 1998a) számított „pozíciós rátákat” használt Ausztráliában. A becsült örökölhetőség 0,57–0,6 között volt mének és 0,73–0,74 között a kancák esetében. Összevetve más szerzők által közltekkel, ezek kiugróan magas értékek (*Ricard*, 1998).

Sobczynska és Lukaszewicz (2004) a lengyelországi angol telivérek versenyteljesítményét a helyezések négyzetgyökével mérte. Amikor a tenyésztő hatását nem építették a modellbe, 0,18-as örökölhetőséget becsültek, 0,34-es ismétélhetőség mellett.

Bokor és mtsai. (2006b, 2007b) a helyezések négyzetgyökét használták a vizsgálataikban. Örökölhetőségi értékeket becsültek különböző modellekkel (zsoké, mint fix, vagy random hatás a modellben, a tréner szerepeltetése, vagy sem a modellben). Eredményeikben azonban számottevő különbség nem volt tapasztalható ($h^2=0,14$).

Az eltérő módon mért versenyteljesítmények közötti kapcsolat

A szerzők nagy része többnyire csak egy tulajdonsággal próbálta a versenyteljesítményt mérni. Ebből adódóan kevés számú irodalom áll rendelkezésre a tulajdonságok közötti genetikai korrelációk tekintetében.

Bormann (1966) a hendikep és az átlagos, korrigált lefutási idő közötti negatív, laza összefüggésről számol be 2 és 3 éves versenylovak esetében ($r = -0,25$ és $r = -0,50$).

Langlois (1980) vizsgálatai szerint sincs a két tulajdonság között számottevő kapcsolat. Mindezek ellenére *Dušek* (1975) rendkívül szoros korrelációt ($r=0,98$) talált a sebesség (méter/másodperc) és az egyedek hendikep száma között. *Neisser* (1976) a legjobb sebesség és az átlagos sebesség közötti mérsékelt szoros ($r = 0,72$) összefüggésre hívja fel a figyelmet.

Belhajyahia és mtsai. (2003) szoros genetikai korrelációt ($r = 0,97 \pm 0,01$) találtak az arab telivérek nyereményei és helyezései között Tunéziában.

Bokor és mtsai. (2006a, 2007a) becslései szerint – melyek angol és francia akadályversenyeken részt vett angol telivérek eredményein alapultak – a vizsgált két tulajdonság közötti nagy genetikai korreláció lehetőségét biztosít arra, hogy a statisztikai szempontból kedvezőbbet használjuk fel a genetikai paraméterek és a tenyészértékek becslésére. A nyeremények logaritmus és a korrigált helyezések közötti genetikai korreláció Anglia és Írország esetében 0,94, míg Franciaországban 0,97 volt.

KÖVETKEZTETÉSEK

Számos rendelkezésre álló szakirodalmi forrás összevetése után is nehéz megállapítani mely tulajdonságok alapján mérhető legobjektívebb módon az angol telivérek versenyteljesítménye. A legelterjedtebb módszer kezdetben a hendikep szám alapján történő rangsorolás volt. Mára ez idejét múltnak tekinthető, hiszen a modern

matematikai, statisztikai módszerekkel becsült paraméterek esetében nem használhatunk egy olyan tulajdonságot alapul, mely a hendikepperek minden erőfeszítése ellenére sem tud teljes mértékben objektív lenni, azaz egy korrigált értékkel fejezi ki a teljesítményt.

A versenyeken elért helyezések, illetve a befutási sorrend normál eloszlásúvá tétele különböző transzformációkkal sem minden esetben hozta meg a várt eredményt. A helyezések alapján történő értékelés nagy hátránya, hogy a számokban nem jelenik meg az egyedek közötti távolság a célba érésékor, így ha egy ló csak egy orrhosszal, vagy hosszabb távon egy fejhosszal maradt el a nyerőtől, akkor is kisebb (a valóságban nagyobb) értéket kap. A probléma kiküszöbölése az ún. „versenyteljesítmény arány” használatával lenne megoldható, azonban ennek legfőbb akadálya, hogy nem lovanként jegyzik fel a nyertes lótól való elmaradás mértékét, hanem csak a teljes versenyre. Éppen ezért nagyobb adatbázisok használata esetén nagyarányú kézi adatszerkesztést követel meg.

A lefutási idő a folyamatosan változó talajadottságok, domborzati viszonyok, versenyzési rendszer, illetve az adatrögzítés problematikája miatt valószínűleg sohasem lesz megfelelő mérőszám a versenyteljesítmény mérésére. Az üggető lovaknál ezzel szemben ez az egyik legfontosabb mérőszám, mivel azok jóval kiegyenlítettebb viszonyok között versenyeznek.

A lefutási időhöz, vagy a sebességhez hasonlóan az állóképesség sem lehet megfelelő mérőszám, hiszen a versenytáv változásával más és más örökölhetőségi értékeket tapasztalhatunk. A környezet befolyása a tréningen át érvényesül.

A pénznyeremény alapú versenyteljesítmény ma a legjobbnak tartott és általánosan elterjedt mérési módszer a síkversenyeken szereplő telivérek részére. A tulajdonság egyes transzformációi, kifejezési módjai alapján becsült örökölhetőségi értékek a szakirodalom feldolgozása alapján viszonylag tág tartományba esnek ($h^2=0,2-0,5$), de a populációk közötti, illetve az eltérő versenyzési rendszerből eredő különbségek figyelembevételével ez már nem tekinthető nagy intervallumnak. A különbségek elsősorban a pénznyeremények leosztási rendszeréből, illetve a nyereménnyel nem, de érvényes futással rendelkező lovak számára képzett értékekből erednek.

A fent leírtak figyelembe vételével megállapítható, hogy napjainkban a leginkább elterjedt és legkorrektebbnek tartott versenyteljesítményt kifejező tulajdonság a nyeremény alapján kifejezett versenyteljesítmény. A paraméterbecslő modellek, illetve a tulajdonság transzformációjának fejlesztésében azonban vannak még további lehetőségek a tudomány számára.

IRODALOM

- Artz, W. (1961). A contribution on the evaluation of performance tests in Thoroughbred breeding with special reference to the racing performance of individual stallion progeny groups. *Anim. Breed. Abstr.* 31, 313.
- Belhajyahia, T., Blouin, C., Langlois B., Harzalla H. (2003). Breeding evaluation of arab horses from their racing results in Tunisia by a BLUP with an animal model approach. *Anim. Res.* 52, 481-488.
- Biedermann, Von G., Bickel, M., Beischer, R. (1987). Der Zuchtforschritt in der deutschen Vollblutzucht. *Züchtungskunde* 59, 17-24.
- Bodó I. (1976a). A teljesítmény örökölhetősége a lótenyésztésben. Kandidátusi értekezés. MTA, Budapest
- Bodó I. (1976b). Critical considerations on variable estimates of the degree of inheritance in a race horse population. 27th Annual Meeting European Association for Animal Production, Zurich (Switzerland), August 23rd-26th.

- Bodó, I., Hecker, W. (1992). Lótenyésztők kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Bokor, A., Blouin, C., Langlois, B. (2006a). Selection of racehorses on jumping ability based on their steeplechase race results. 57th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Antalya, Turkey, 17th – 20th September, 350. p.
- Bokor, Á., Blouin, C., Langlois, B., (2007a). Possibility of the selection of racehorses on jumping ability based on their steeplechase race results in France, in the United Kingdom and Ireland. J. Anim. Breed. Genet. 124, p. 124-132
- Bokor Á., Nagy, I., Sebestyén, J., Szabari M. (2007b). Genetic merits of the Hungarian racehorse populations (preliminary results). Bulletin USAMV-CN, 63–64/2007, 143-148.
- Bokor Á., Stefler J., Nagy I. (2006b). Genetic parameters of racing merit of Thoroughbred horses in Hungary. Acta Agraria Kaposváriensis (2006) 10. 2. 153-157.
- Bormann, P. (1964). The use of biomathematical methods in the evaluation of racing performance in Thoroughbred horses. Anim. Breed. Abstr. 33, 361.
- Bormann, P. (1966). A comparison between handicap weight and timing as measures of selection in Thoroughbred breeding. Züchtungskunde 38, 302-310.
- Chico, M. D. (1994). Genetic analysis of thoroughbred racing performance in Spain. Ann. de Zootech. 43, 393-397.
- Dušek, J. (1963). Observations on the evaluation of performance in horses. Anim. Breed. Abstr. 32, 442
- Dušek, J. (1965) The heritability of some characters in the horse. Anim. Breed. Abstr. 33, 532.
- Dušek, J. (1975). Der Einfluß einiger biologischer und leistungsmäßiger Faktoren auf die Erblichkeit in der Pferdezucht. Bayer. Landw. Jahrb. 52, 224-241.
- Dušek, J. (1978). The objectivisation of selection criteria for estimation of genetic parameters in the breeding of the English full-blooded horse. Scientia Agric. Bohemoslov. 10, 137-154.
- Dušek, J. (1981). An Analysis of Performance Characteristics (General Handicap and Sum of Prizes Won) for their Genetic Use in the Breeding of the English Thoroughbred Horse. Scientia Agric. Bohemoslov. 3, 241-256.
- Fedorski, J. (1975). The heritability of racing performance in Thoroughbred horses in Poland. 26th Annual Meeting European Association for Animal Production, Warsaw (Poland), August 23rd-27th
- Field, J. K., Cunningham, E. P. (1976). A further study of the inheritance of racing performance in Thoroughbred horses. The J. of Hered. 67, 247-248.
- Foye, D. B., Dickey, H. C., Sniffen, C. J. (1972). Heritability of racing performance and a selection index for breeding potential in the Thoroughbred horse. J. Anim. Sci. 35, 1141-1145.
- Gaffney, B., Cunningham E. P. (1988). Estimation of genetic trend in racing performance of Thoroughbred horses. Nature 332, 722-724.
- Hámori, D., Halász, G. (1959). Der Einfluss der Selektion auf die Entwicklung der Schnelligkeit des Pferdes. Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie, 73, 47-59.
- Hartmann, W. (1966). Über den Erblichkeitsanteil der Leistungsunterschiede von Milchmenge, Fettgehalt und Fettmenge von Kühen. Z. Tierz. Züchtungsbiologie, 72, 151.
- Hecker, W. (1975). A gyorsaság öröklődéséről. Állattenyésztés 24, 117-121.
- Hintz, R. L. (1980). Genetics of performance in the horse. J. Anim. Sci. 51, 582-594.

- Kieffer N. M. (1975). Heritability of racing capacity in the Thoroughbred. Proceedings of the International Symposium on Genetics and Horse Breeding, 9-18. Dublin 17th-18th September.
- Klemetsdal, G. (1990). Breeding for performance in horses – A review. Proceedings of the 4th Genet. Appl. Livest. Prod., Edinburgh 23rd-27th July. XIII. Plenary lectures, molecular genetics and mapping, selection, prediction and estimation. 16, 184-191.
- Langlois, B. (1975). Analyse statistique et génétique des gains des pur sang anglais de trois ans dans les courses plates françaises. *Ann. Génét. Sél. Anim.* 7, 387-408.
- Langlois, B. (1980). Heritability of racing ability in Thoroughbreds. A review. *Livest. Prod. Sci.* 7, 591–605.
- Langlois, B., Blouin, C. (2004). Practical efficiency of breeding value estimations based on annual earnings of horses for jumping, trotting, and galloping races in France. *Livest. Prod. Sci.* 87, 99-107.
- Langlois, B., Blouin, C., Tavernier, A. (1996). Nouveaux résultats d'estimation de l'héritabilité des gains en courses des pur sang en France. *Gen. Sel. Evol.* 28, 275-283.
- Langlois, B., Hernu, V. (2003). An attempt to predict the earning status of a thoroughbred in France by genealogical data. *Anim. Res.* 52, 79-85.
- More O'Ferrall, G. J., Cunningham, E. P. (1974). Heritability of racing performance in Thoroughbred horses. *Livest. Prod. Sci.* 1, 87-97.
- Moritsu, Y., Funakoshi, H., Ichikawa, S. (1994). Genetic evaluation of sires and environmental factors influencing best racing times of Thoroughbred horses in Japan. *Journal of Equine Science*, 5, 53-58.
- Mota, M.D.S., Abrahão, A.R., Oliveira, H.N. (2005). Genetic and environmental parameters for racing time at different distances in Brazilian Thoroughbreds. *J. Anim. Breed. Genet.* 122, 393-399.
- Mota, M.D.S., Taveira, R.Z., Oliveira, H.N., Abrahão, A.R. (2002). Genetic trend for race time in Thoroughbred in Brazil. 7th World Congress on Genet. Appl. Livest. Prod., August 19th-23rd, Montpellier, France.
- Neisser, E. (1976). Evaluation of several criteria to measure performance potential in the Thoroughbred. *Anim. Breed. Abstr.* 47, 578.
- Neisser, E., Schwark, H. J. (1979). Suitability of racing results for the assessment of breeding value in English Thoroughbred stallions. *Anim. Breed. Abstr.* 48, 46.
- Oki, H., Willham, R.L., Sasaki, Y. (1994). Genetics of racing performance in the Japanese Thoroughbred horse: II. Environmental variation of racing time on turf and dirt tracks and the influence of sex, age, and weight carried on racing time. *J. Anim. Breed. Genet.* 111, 128-137.
- Pirchner, F. (1968). *Populációgenetika az állattenyésztésben.* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Pirri, J. Jr., Steele, D. G. (1951). Heritability of racing capacity of Thoroughbreds. *J. Anim. Sci.* 1, 1029-1043.
- Ricard, A. (1998). Developments in the genetic evaluation of performance traits in horses. In Proceedings 6th World Congress Genet. Appl. Livest. Prod., Armidale, Australia. 388-395.
- Ricard, A., Bruns, E., Cunningham, E. P. (2000). Genetics of performance traits. In: A.T. Bowling and A. Ruvinsky (Eds.) *The Genetics of the Horse.* 411-438. CABI Publishing, Wallingford, UK
- Sobczynska, M., Lukaszewicz, M. (2004). Genetic parameters of racing merit of Thoroughbred horses in Poland. *J. of Anim. Breed. and Gen.*, 121, 302-306.

- Tavernier, A. (1990b). How to measure horse performances, present situation and prospects. Proceedings of the 4th Genet. Appl. Livest. Prod, Edinburgh 23rd-27th July 1990. 194-197.
- Tolley, E.A., Notter, D. R., Marlowe, J. (1985). A review of the inheritance of racing performance in horses. Anim. Breed. Abstr. 53, 163-185.
- Watanabe, Y. (1969). Timing as a measure of selection in Thoroughbred breeding. Jap. J. Zootech. Sci., 40, 271-276.
- Watanabe, Y. (1970). Zuchtwertschatzung beim Vollbluter. Res. Bull. Fac. Agric., Hokkaido Univ. 1.
- Watanabe, Y. (1974) Performance Rates of Thoroughbreds as a Criterion of Racing Ability. Jap. J. Zootech. Sci. 45, 408-411.
- Williamson, S.A., Beilharz, R.G. (1996). Heritabilities of racing performance in thoroughbreds: a study of Australian data. J. Anim. Breed. Gen. 113, 505-524.
- Williamson, S.A., Beilharz, R.G. (1998a). The inheritance of speed, stamina and other racing performance characters in the Australian thoroughbred. J. Anim. Breed. Gen. 115, 1-16.
- Williamson, S.A., Beilharz, R.G. (1998b). What is thoroughbred performance? Proceedings of the 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 24, 400-403. Armidale, NSW: The Organising Committee.
- Williamson, S.A., Beilharz, R.G. (1999). Assortative mating and other observations based upon the relationship between true and apparent breeding values in the Australian thoroughbred. J. Anim. Breed. Gen. 116, 289-304.
- Yorov, I., Kissyov, M. (1976). Heritability of some basic body measurements and speed of Thoroughbred horses. Genetika i Selecktsiya, 9, 480.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Bokor Árpád

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
Nagyállat-tenyésztési és Termelés-technológiai Tanszék
7401 Kaposvár, Pf. 16.

*University of Kaposvár, Faculty of Animal Science
Production and Breeding of Ruminants and Horse
H-7401, Kaposvár, P.O.Box 16.*

Tel.: 36-82-505-800, Fax: 36-82-320-175
e-mail: bokor.arpad@ke.hu



Az angol telivérek versenyteljesítményét kifejező genetikai paraméterek és az arra ható tényezők II. A versenyteljesítményt befolyásoló tényezők (Irodalmi áttekintés)

Bokor Á., Sebestyén J.

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

A versenylovak versenyteljesítményének mérési lehetőségeiről és az azok közötti összefüggésekről irodalmi összefoglalónk előző részében számoltunk be. A versenyteljesítmény vizsgálatok azonban nem szabad megfelelkezniünk az azt befolyásoló tényezőkről sem. A lovassportokkal ellentétben a lóversenyzés területén sokkal egyöntetűbb környezeti hatások tapasztalhatók, illetve a versenyek eredményeinek rögzítése és a versenyt befolyásoló körülmények adatainak hozzáférhetősége is megfelelő. A korábbi kutatási eredmények többnyire megegyeznek abban, hogy egy versenylónak a versenyteljesítményét befolyásoló tényezők közül a lovas, a tréner, illetve a pálya talaja és a verseny távja bír a legnagyobb jelentőséggel. Ezen hatások egymáshoz viszonyított aránya a különböző országok versenyrendszeréből adódóan igen változatos. Irodalmi összefoglalónk második részében a versenyteljesítményt befolyásoló környezeti hatások mértékét és azok egymáshoz viszonyított arányát ismertetjük.
(Kulcsszavak: versenyteljesítmény, angol telivér, környezeti hatás)

ABSTRACT

Genetic parameters and influencing factors of racing performance in Thoroughbred horses II. Factors affecting racing performance (A review)

Á. Bokor, J. Sebestyén

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, H-7400 Kaposvár, Guba S. str. 40.

Possibilities to measure racing performance and the correlation between them were reviewed in our first paper. Factors affecting the racing performance are also important and raise the question is it really measurable or not. In spite of equestrian sports horse races have more homogenous environmental effects and race records are also available for research in database format. Earlier researches consistent with the effect of trainer, rider, the surface and the racing distance are the most important factors and have a significant effect on the racing performance. Because different countries have various racing systems the effect of the above mentioned factors are also different and has a great variability. In the second part of our review the most important environmental and non environmental factors were summarized which are affecting the racing performance of the Thoroughbred horses.
(Keywords: racing performance, Thoroughbred, environmental effect)

BEVEZETÉS

A sikversenyekben futó angol telivér lovak versenyteljesítményét számos tényező befolyásolhatja. Ezen tényezők hatása azonban – elsősorban a különböző országok eltérő versenyrendszere miatt – nem minden esetben azonos mértékű. A verseny és a versenyre való felkészítés, a tréning során jelentkező hatások, továbbá a takarmányozás mellett figyelembe kell venni az egyedet fiatalabb korában, akár magzati fejlődése alatt ért hatások is. Ez utóbbiak azonban kevésbé számszerűsíthetők, ezért a ló későbbi teljesítményére gyakorolt hatásukat nagyon nehéz megítélni.

Szakirodalmi összefoglalónk második részében a sikversenyeken részt vevő lovak versenyteljesítményével kapcsolatban megjelent forrásmunkákat dolgoztuk fel. Az azt kifejező paramétereket jellemző örökölhetőségi értékek összehasonlítása és elemzése után most a versenyteljesítményre ható, környezeti tényezőket ismertetjük.

A szülők életkora

Elméletileg az utód genetikai képessége nem függ a szülők életkorától. Ennek ellenére *Kownacki* (1959) 5–23 éves korukban fedezett ménnek ivadékainak teljesítményét vizsgálva arra a megállapításra jutott, hogy a 7–16 éves korukban fedező ménnek ivadékaik adják a fontosabb versenyek nyerteseit Lengyelországban és az egykori Szovjetunióban. A kancákra vonatkozóan ugyanezt 6–12 éves korra teszik (*Ponomareva és Spickaja*, 1953; *Kownacki*, 1959; *Dušek*, 1975a; *Dušek*, 1985; *Scharnholtz*, 1976; *Fedotov és Shchurova*, 1977). *Finocchio* (1985) az Amerikai Egyesült Államokban 1641 kanca vizsgálata alapján – melyeknek legkevesebb 10 ivadéka szerepelt versenyeken – megállapította, hogy azok az ivadékok nyerték a legtöbb klasszikus versenyt, melyek 7 éves kancáktól származtak.

A szülők életkorának hatása részben annak is tulajdonítható, hogy a fiatal állatokat eleinte a velük hasonló teljesítményű egyedekkel párosítják. Idővel azonban az ivadékok teljesítménye nagyban befolyásolja a választott partner minőségét (*Pounds*, 1987).

A születési sorrend

A telivér kancák többsége az első utódot 4 évesen, míg a tovább versenyző egyedek 5 éves korukban ellik. Ezek a fiatal kancák ekkor még növésben vannak, melynek hatása az ilyenkor született ivadékaik fejlettségében mutatkozik meg. Az idősebb kancák már nagyobb, erősebb csikókat hoznak világra, amelyek növekedéséhez elegendő mennyiségű tejet termelnek. Ebből adódóan a fiatal, illetve idősebb kancák csikóinak születési testtömege és fejlődési üteme között különbségek lehetnek, melyek a későbbi versenyteljesítményben is megmutakozhatnak.

Estes (1934) arról számolt be, hogy a legtöbbet nyert ivadékok a kanca negyedik elléséből származnak. A nyermények alapján felállított rangsorban azután a harmadik, a második, az ötödik, majd a hatodikként elletett csikók foglalnak helyet. Ezzel szemben *Finocchio* (1985) vizsgálatai alapján a másodikként elletett csikó szerzi élete során a legtöbb pénznyereményt. Vizsgálatait 1981-től 1985-ig végzete 100, sikversenyen legnagyobb pénznyereményt elért egyed adatainak feldolgozásával az Amerikai Egyesült Államokban. Mindezekkel ellentétben *Dušek* (1975b) nem tudta kimutatni a születési sorrend versenyteljesítményre gyakorolt hatását.

Az életkor

A versenyeket általában korosztályonként írják ki, mely országokként eltérő lehet. Legtöbbször 5 korcsoportot képeznek: 2 évesek, 3 évesek, 4 évesek, 3 éves és idősebb, 4

éves és idősebb lovak részére. Adott év versenyének közel 60%-a ezekbe a csoportokba sorolható. A már 2 éves korukban versenyző telivérek számára először csak rövidtávú versenyeket (900–1200 m) írnak ki, majd a táv az év vége felé fokozatosan nő (1600–1800 m). Mivel azonos nyeregben vitt teher alapján az évjáratok összehasonlítása nem lenne szakszerű, ezért bevezették a korteher-táblázatot (*British Parliament*, 1740). A korteher-versenyek azok a versenyek, melyekben a lovak versenyben vitt – az esélykiegyenlítés szempontjából mérvadó – terheit a hivatalos korteher-táblázat alapján írják elő a versenyfeltételek. Hazánkban az évjárat összehasonlító, azaz tiszta korteher-versenyek azok a tenyésztési versenyek, amelyek az egyes évjáratok klasszikus összehasonlításának alapjául szolgálnak. Az egyes évjáratok között a nyeregben vitt súlykülönbséget a korteher-táblázat írja elő. Ezekben a versenyeken a startoló lovak korábbi nyereségeiktől függetlenül nem részesülnek tehertöbbletben (*OMMI*, 2000).

Hecker és mtsai. (1976) a 2 évesek versenyeredményei alapján (1944–1971) nagyobb örökölhetőségi értéket ($h^2=0,2-0,3$) becsültek az idősebb lovakkal szemben. Eredményeiket a 2 éves kori versenyzés során, a lovakat érő kevesebb környezeti tényező befolyásoló hatásával magyarázták.

Langlois és Blouin (1997, 1998) ló- és lovasversenyek eredményeit vizsgálták az évszak függvényében. Az egyed születési hónapjának hatása minden esetben szignifikáns volt a teljesítményt kifejező tulajdonságra nézve, bár az életkor előrehaladtával csökkent a hatása. Mivel a korábbi születés előny a későbbi versenykarrier során, ezért a szerzők javasolták a fényprogram alkalmazását a kancák ivarzásának korábbi indukálására, illetve a születési hónap szerepeltetését a tenyészték-becselő modellben.

Ekiz és mtsai. (2005) törökországi arab telivérek versenyteljesítményét vizsgálva a fentieknek ellentmondó eredményre jutottak. A szerzők megállapították, hogy 1300, 1500, 2000 és 2200 méteres versenytávokon a versenyben szereplő egyedek életkora nem befolyásolja az időeredményt.

Az ivar

A ló faj esetében is megfigyelhető a különböző ivarú (mén/herélt, kanca) egyedek eltérő teljesítő-képessége. Figyelembe véve a ló termelési és használati sajátosságait, ez a különbség a versenyeken elért eredményekben nyilvánul meg.

A versenyek nemenkénti kiírása minden országban gyakorlat. A kizárólag kancák számára kiírt versenyek aránya kb. 30%. Amennyiben a versenykiírás erről nem rendelkezik, akkor a kancák, ménnek és heréltek egyazon versenyben futhatnak. Hazánkban az ilyen versenyeken az alaptere 57 kg, de a kancák engedményben részesülnek. (A 2 éves és idősebb évjáratok összehasonlító, ún. "kísérleti" versenyei azok a versenyek, amelyekben a 2 éves és idősebb versenylovak a korteher-táblázatban megadott alaptere különbségen felül, addigi nyereségeik alapján, a versenyfeltételek (Galopp Verseny Szabályzat) előírásának megfelelően tehertöbbletben részesülnek.) A kancaengedmény minden évjáratú kancára egyaránt vonatkozik (*OMMI*, 2000).

More O'Ferral és Cunningham (1973) megállapította, hogy a Nyugat-Európában versenyző 3 éves ménnek átlagosan 4–5 kg-mal több hendiép súllyal futnak. Az 1971 és 1973 között Franciaországban versenyzett telivérek esetében *Langlois* (1975) a helyezések és a nyereségek logaritmusai alapján mért teljesítményben szintén eltérést mutatott ki a hímivar javára.

Hecker és mtsai. (1976) vizsgálatai kimutatták, hogy a ménnek, illetve a heréltek által nyert versenytávok átlaga meghaladja a kancákét. A szerzők megállapították továbbá, hogy az 1600 méternél hosszabb versenyeken a hímivar nagyobb számban képviselteti magát.

A verseny szintje

A verseny szintjét befolyásolja annak összdíjazása, azaz hogy milyen képességű lovak futnak együtt (*Ainsile, 1978; Biracree és Insinger, 1982*). A klasszikus versenyek díjazása nagyobb összegű, ezáltal az ezeken szereplő lovak is feltehetően jobb teljesítményűek. A klasszikus versenyekkel szemben a hendikepek és nyeretlen versenyek csekélyebb díjazásúak.

Dušek (1977) klasszikus és hendikep versenyekre osztotta fel az általa vizsgált versenyeket. A hendikepeken belül négy alkategóriát alakított ki a nyeregben vitt súlyok alapján. A versenyteljesítményt méter/percben mérte. Ez alapján megállapította, hogy az átlagsebesség osztályonként átlagosan 7,6–11,2 méter/perccel csökken a klasszikus versenytől a IV. kategóriába sorolt hendikep felé.

Preisinger és mtsai. (1990) kétféle modellt alkalmaztak a helyezések és az egy startra jutó nyereségek örökölhetőségének becslésére. Amikor a versenyt, mint hatást nem építették a modellbe, gyengébb örökölhetőségi értékeket kaptak mindkét esetben:

$$h^2_{\text{helyezések (verseny)}} = 0,07 \Rightarrow h^2_{\text{helyezések (verseny nélkül)}} = 0,06;$$
$$h^2_{\text{nyereségek (verseny)}} = 0,07 \Rightarrow h^2_{\text{nyereségek (verseny nélkül)}} = 0,05).$$

A versenypálya talaja

A talaj típusa nagymértékben befolyásolja a verseny lefutási idejét. A síkversenyeket homok, gyep vagy állandó időjárás talajokon (all weather track) futják. A homok inkább az Egyesült Államokban, míg a gyep Európában az elterjedt. Az akadályversenyeket kizárólag gyepon futják.

Oki és mtsai. (1994) kimutatták, hogy a lefutási idők 1000–1800 méteres versenytávokon, homoktalajon átlagosan 10%-kal meghaladják a gyepon mért időeredményeket. *Moritsu és mtsai. (1998)* Japánban olyan ménék ivadékait vonták be vizsgálatukba, melyeknek legalább 10 ivadéku szerepelt olyan versenyeken, melyeket gyepon, illetve homokon rendeztek. Megállapították, hogy az 1997 májusában megjelent „Rating Magazin”-ban közzétett, a teljesítményt kifejezni hivatott pontok örökölhetősége $0,29 \pm 0,04$ volt gyeptalajon és $0,18 \pm 0,02$ homoktalajon. Nemcsak a talaj típusa, hanem annak nedvességtartalma, konzisztenciája is hatást gyakorolhat a verseny lefutási idejére. A fiatalabb egyedek elsősorban a puhább, míg az idősebb, edzettebb lovak a keményebb felületű pályákon nyújtanak jobb teljesítményt. Az Egyesült Királyságban és Írországban például 14 különböző talajkondíció létezik (*Sloppy, Heavy, Slow, Soft to yielding, Soft, Yielding, Good to soft, Good to yielding, Standard, Good to firm, Good, Fast, Firm, Hard*), amely minden egyes verseny lefutása után felvételezésre kerül.

A prágai versenyeredmények alapján 1600 méteres versenytávon, jó talajkondíciók esetében 3,8–5,3 másodperccel voltak gyorsabbak a telivérek *Dušek (1975b)*. Ezzel szemben *Neisser (1976)* nem tudta kimutatni a talajállapotának hatását a sebességre. Japánban *Watanabe (1977)* négy különböző talajkondíció mellett vizsgálta a lefutási időket és azt találta, hogy a kedvezőtlentől a kedvezőbb kategóriák felé haladva szignifikánsan csökkentek a lefutási idők. *Misař és mtsai. (2000)* 24 év francia síkverseny eredményeit vizsgálták a talaj versenyeredményre gyakorolt hatásának tekintetében. Korreláció- és regresszió-analízissel megállapították, hogy a mért teljesítményt – amely a versenyt nyerő ló sebessége volt (méter/perc) – nagyban befolyásolta a pálya talaja. A modellben a talaj random, míg a versenyév fix hatásként szerepelt.

A versenytáv

A sebesség genetikailag determinált tulajdonság, ami hosszú távú versenyek (1600 méter felett) esetén már csak megfelelő trenírozás mellett elegendő a győzelemhez. A

nyugalomban lévő ló esetében a vér tejsav koncentrációja kb. 1 mmol/l. Alacsony intenzitású terhelések során az energiaigény legnagyobb részét az aerob rendszer elégíti ki, miközben csak kevés tejsav termelődik. A versenytáv növekedésével együtt növekszik a terhelés intenzitása és az energiaszolgáltatásból egyre nagyobb részt vállal az anaerob rendszer, egyre több tejsav termelődik az izmokban. A laktát egy része az aerob rendszer energiaforrásaként hasznosul, de egy idő után a termelődés mértéke meghaladja a feldolgozás ütemét, amely az izom és a vér laktát szintjének növekedéséhez vezet. Azt a terhelés intenzitást, amelynél a vér tejsavszintje meghaladja a 4 mmol/litert, anaerob küszöbnek nevezik (Clayton, 1991). Ez a küszöb mutatja azt a munkamennyiséget, amikor a ló jelentős mennyiségű energiát kezd el termelni anaerob módon. A vérminták laktát koncentrációjából meghatározható az a sebesség, amelynél a lovak elérik a 4 mmol/liter szintet. Edzetlen lovak általában 400 méter/perc sebesség, és 150 szívösszehúzóadás/perc szívfrekvenciánál lépik át az anaerob küszöböt. Az edzettség növekedésével ez kitolódik 500 méter/perc és 170 szívösszehúzóadás/perc értékre (Clayton, 1991).

A verseny hosszával a lefutási idők arányosan növekednek (Artz, 1961; Bormann, 1964, 1966). Dušek (1975b) különböző hendikep osztályokba tartozó egyedek sebességét (méter/perc) hasonlította össze. Megállapította, hogy 1600 méteres távon a lovak sebessége 20–34 méter/perccel volt nagyobb, mint a 2400 méteren mért versenysebesség. Hecker és mtsai. (1976) az egyedre jellemző optimális versenyzési távot használták fel a teljesítmény kifejezőjeként. Az egyedek optimális versenyzési távolságát a nyert versenyek távolságösszegének és a nyert versenyek számának hányadosaként számolták ki. Az „optimális versenyzési távolság” tekintetében, 622 egyed és szülei versenyeredményeinek vizsgálata alapján közepesen alacsony örökölhetőségi értéket ($h^2=0,26$) kaptak. Klement (1981) 383 csehszlovákiai telivér versenyeredményeit vizsgálta 1000–2800 méteres versenytávokon. A lefutási idő 1000 és 1600 méter között, 200 méterenként 12,69 másodperccel nőtt a 3 éves, 12,86 másodperccel a 4 éves és idősebb lovak esetében. 1800 és 2800 méteren átlagosan 13,13 másodperccel nőtt a 3 évesek, 13,23 másodperccel pedig a 4 éves és idősebb lovak versenyideje.

Oki és mtsai. (1995a) 25000 futási eredményt dolgoztak fel különböző versenytávokon. A teljesítmény mérésére a lefutási időt használták. Vizsgálataikat a gyeper és homok pályákra is kiterjesztették. Megállapították, hogy a versenytáv növekedésével csökken a versenyidő örökölhetősége. Oki és mtsai. (1997) gyeper és homoktalajon, azonos versenytávokon elért időeredmények közötti genetikai korrelációt vizsgálva megállapították, hogy 1200 méteren az összefüggés szoros ($r=0,69$), míg hosszabb távokon (1400 méter felett) már laza a korreláció ($r=0,31-0,55$).

Az iram

Langlois (1980) beszámol arról, hogy míg a legtöbb versennyel kapcsolatos környezeti hatás korrigálható, addig a verseny iramának, vagy ritmusának figyelembe vétele számos problémát vet fel. A verseny irama, lefutása nagymértékben függ a résztvevő lovak képességétől, valamint a zokék verseny közben alkalmazott stratégiájától (Hintz és Van Vleck, 1978; Henry, 1978). A versenyló egyik vitathatatlan erénye a küzdőképesség, melynek szintén nagy hatása lehet a diktált tempóra. A verseny iramát a résztvevő lovak és zokék határozzák meg. Ez különösen a hosszú távú versenyeken fontos, ahol a zokék a tréneri utasításnak megfelelően, taktikusan lovagolnak. Egy lassú iramú verseny a résztvevő jobb képességű egyedek sebességét is lassítja, ugyanakkor egy gyorsabb verseny során a lovak küzdőképességükből adódóan egymást motiválják (Pounds, 1987).

A versenyre való felkészítés (trenírozás)

Nyilvánvaló, hogy a versenyteljesítményt az öröklött tulajdonságokon kívül számos környezeti tényező befolyásolja. Ezek közül a ló felkészítése kiemelkedő fontossággal bír. *Schulze-Schleppinghoff és mtsai.* (1987) a versenyteljesítményt a hendikep súllyal mérték, a kapott örökölhetőségek azonban különbözőek voltak attól függően, hogy a tréner hatását beépítették-e a modellbe (1. táblázat). Megállapították, hogy minél idősebb egy ló, annál nagyobb a különbség a tréner hatását tartalmazó és az azt elhagyó modell által becsült örökölhetőség között.

1. táblázat

A hendikep súly örökölhetősége korcsoportonként

Életkor (5)	Hendikep (1)		
	2 éves (2)	3 éves (3)	4 éves (4)
Tréner a modellben (6)	0,23	0,29	0,14
Tréner nélkül (7)	0,22	0,35	0,38

Forrás (Source) *Schulze-Schleppinghoff et al.*, 1987.

Table 1. Heritability of handicap weight by age-groups

Handicap weight(1), Two-year-old(2), Three-year-old(3), Four-year-old(4), Age(5), Model with trainer effect(6), Model without trainer effect(7)

Preisinger és mtsai. (1990) kétféle modellt alkalmaztak a helyezések, az éves nyereségyösszegek és az egy startra jutó nyereségyek örökölhetőségének becslésére. Abban az esetben, amikor a tréner hatását nem építették a modellbe, minden esetben nagyobb h^2 értékeket kaptak (2. táblázat).

2. táblázat

A helyezések és a nyereségyek alapján becsült örökölhetőségi értékek különböző modellek alapján

	Helyezések (1)	Nyereségyek (2)	
		Éves nyereségyösszegek (3)	Egy startra jutó nyereségyek (4)
Tréner a modellben (5)	0,11	0,07	0,07
Tréner nélkül (6)	0,51	0,13	0,14

Forrás (Source) *Preisinger et al.*, 1990.

Table 2. Estimated heritabilities with different models based on ranking and earning

Ranks(1), Earnings(2), Annual earnings(3), Earning per start(4), Model with trainer effect(5), Model without trainer effect(6)

A lovas, lovaglástechika

A verseny során a zsoke közvetlenül befolyásolhat számos versenyteljesítménnyel összefüggő tényezőt, követve vagy éppen figyelmen kívül hagyva a tréner által megadott

lovaglási utasításokat. További torzító tényező, hogy a jó zsokék többnyire jobb képességű lovakat lovagolnak.

Ainsile (1978) szerint a legtapasztaltabb zsokék rendelkeznek azzal a képességgel, hogy lovaik energiáját, képességét úgy osszák be, hogy a célegyenesbe érkezve azok még olyan szintű frissességgel rendelkezzenek, melyre az utolsó métereken szükség lehet. A lovasok teljesítményének becslését azzal egészíti ki, hogy nem csak a zsokék nyeresi százalékát veszi figyelembe, hanem azt is, hogy az adott lóval nyert-e már valaha a vizsgálataiban szereplő, vagy más zsoké.

Preisinger és mtsai. (1990) kétféle modellt alkalmaztak a helyezések és az egy startra jutó nyeresmények örökölhetőségének becslésére. Abban az esetben, amikor a zsokét, mint hatást nem építették a modellbe, kisebb örökölhetőségi értékeket kaptak, de az eltérés minimális volt ($h^2=0,07$ illetve $0,06$). *Oki és mtsai.* (1995b) a zsokét, mint fix hatást építették modelljükbe a genetikai paraméterek becslésekor. Vizsgálataikat hat különböző versenytávra, illetve távonként gyeper és homoktalajra terjesztették ki. A vizsgált tulajdonság a versenyidő volt, melyre a zsoké hatása erősen szignifikáns ($P<0,01$) volt.

A vitt teher (lovaglási súly)

A tehertöbblettel történő esélykiegyenlítés a legáltalánosabban elterjedt módszer a síkversenyeken futó lovak esetében. A korábbi formája alapján rosszabb eredményeket elérő lovaknak sikeresebb társaikkal szemben kevesebb terhet kell vinniük a verseny folyamán. Klasszikus versenyek esetén ez a teherengedmény jár a kancáknak, illetve ha több évjárat versenyez együtt, akkor a fiatalabb egyedeknek is. A tehertöbblet, vagy engedmény megállapítása a mindenkor hivatalos hendikepper feladata. Általánosan elterjedt, hogy síkversenyek esetében 1600 méteren egy lóhossz megfelel 1 kg tehertöbbletnek, időtartamban kifejezve 0,2 másodperccnek.

Laughlin (1934) 10 000 ló versenyeredményeit feldolgozva kimutatta, hogy az egy angol mérföld (1609 méter) feletti versenytávokon a nagyobb terhet vivő lovak eredményei jelentősen gyengébbek a többi egyedével szemben.

Más szerzők szintén arról számolnak be, hogy a tehertöbblettel futó lovak időeredményei elmaradnak a többi egyedétől (*Artz*, 1961; *Bormann*, 1964, 1966; *Watanabe*, 1969).

Bugislaus és mtsai. (2004) a vitt teher hatását vizsgálták három különböző tulajdonság tekintetében (helyezések négyzetgyöke, a nyertes lótól való távolság négyzetgyöke, a nyeresmények logaritmus). Azt találták, hogy ezen tulajdonságokat nagyban befolyásolja a vitt teher. Ezért random regresszióval egy új tulajdonságot definiáltak, mely így már független volt a vitt tehertől. Ennek az új tulajdonságnak (new rank at finish) az örökölhetősége $0,101$ volt, ami az első lótól való távolság esetén nagyobb örökölhetőséget eredményezett ($h^2=0,142$), mint a helyezések négyzetgyökénél ($h^2=0,086$).

KÖVETKEZTETÉSEK

A szakirodalom áttanulmányozása alapján a telivér lovak versenyteljesítményét befolyásoló tényezőket két nagy csoportra oszthatjuk, melyek időben jól elkülöníthetőek. Mivel azonban a versenyteljesítmény mérése csak a versenyeken lehetséges, ezért ezeknek a hatásoknak a szétválasztása még a korszerű matematikai-statisztikai módszerek használata ellenére is nehéznek tűnő feladat. A versenylő életében a feldolgozott forrásmunkák alapján tehát két jól elkülöníthető időszak különböztethető meg:

A megtermékenyüléstől a választásig

A megtermékenyüléskor dől el a születendő csikó ivara. A feldolgozott forrásmunkák egyöntetűen a mének fölényéről számolnak be a versenyek eredményei alapján. Éppen ezért elterjedt gyakorlat a nemenkénti versenykiírás, valamint bizonyos versenyekben a kancák teherengedménye. Több kutatás is azt igazolja, hogy a szülők életkora befolyásolja az utód teljesítményét. A kancák korának vizsgálata esetében az volt tapasztalható hogy 7 éves korban ellették a legeredményesebben versenyző ivadékokat. Mének esetében szintén hasonló életkort tapasztaltak. *Pounds* (1987) elmélete alapján ez részben annak tulajdonítható, hogy a fiatal állatokat eleinte a velük hasonló teljesítményű egyedekkel párosítják, később viszont az ivadékok teljesítménye meghatározza a választott partner minőségét. Ezen felül a 7 éves kancák csikóinak jobb teljesítménye elsősorban az anyai környezeti hatással, nem pedig az anyai genetikai hatással magyarázható. Ismereteink szerint azonban mének esetében sem a termékenyítési életkorral összefüggésbe hozható környezeti, sem genetikai hatásról nem beszélhetünk.

A fentiek ismeretében valószínűsíthető, hogy az egyedek születési rangsora – azaz hányadik csikója a kancának – szintén hatással lehet a versenyteljesítményre. Ennek tekintetében az irodalmi adatok ellentmondóak.

A csikók születési hónapja a Franciaországban végzett kutatások eredményeként szignifikáns tényezőnek bizonyult azok versenyeredményeire nézve, azonban hatása a kor előrehaladtával csökkent. Annak ellenére, hogy a telivér versenylovak szempontjából feltehetően igen fontos tényezőről van szó, a szakirodalom alig-alig foglalkozik a témával. A telivér versenylovak 1,5 éves korban, *yearling*-ként, október elején kerülnek tréningbe, és a következő év májusában futják első versenyüket. Így előfordulhat, hogy olyan lovak küzdenek egymással, melyek között akár 4–5 hónapos korkülönbség is lehet. A 2 éves egyedek esetében ez rendkívül soknak mondható és az idősebb lovak számára természetes előnyt jelent ez a kipróbálás korai szakaszában. Éppen ezért érdeke minden telivér- és sportlótenyésztőnek a kancaállomány mielőbbi fedeztetése a tenyészszезон folyamán.

A kanca ellést követően, minden bizonnyal a legnagyobb hatást az anyai környezet gyakorolja a csikó fejlődésére. Ennek ellenére ismereteink szerint nem áll rendelkezésre olyan szakirodalmi forrás, mely az anyai környezet hatását elemezte volna a telivér versenyteljesítménye tükrében.

Választástól tréningbe kerülésig

Választástól tréningbe kerülésig a csikó életében jelentős változások következnek be. Ennek mértéke általában attól függ, hogy a tenyésztő neveli-e a csikót a tréningbe kerülésig (ez az elterjedtebb és jobb megoldás), vagy az új tulajdonoshoz kerül, majd onnan kb. 1,5 évesen a tréning helyére. A csikók növekedése és fejlődése is még rendkívül intenzív ebben az időszakban, éppen ezért a tartási, takarmányozási körülmények jelentős hatásával kell számolni. Ezen hatások mértékéről szintén nem áll rendelkezésre olyan irodalmi forrás, mely azt a későbbi versenyteljesítménnyel veti össze.

Tréning és versenykarrier alatt

A csikó tréningbe kerülésével jelentős tartási, takarmányozási változások következnek be az életében. A tartás szempontjából a kiváló környezetet biztosító legelőt a napi 22–23 órás bokszban eltöltött idő váltja fel. A csikóval végzett tréning munkát a tréner határozza meg, éppen ezért a versenyteljesítmény alakításában döntő szerepe van. Ezt

igazolják azok a kutatási eredmények, melyek szerint a versenyteljesítmény genetikai paramétereit becsülő modellszámítások a trénernek a modellből történő elhagyásával nagyobb örökölhetőségi értékeket becsültek.

A versenyek lefutása során a lovat a tréner utasításait követve a zsoké lovagolja. A zsoké hatása a versenyteljesítményre feltehetően a legjelentősebbek közé tartozik, ugyanakkor korrekt számbavétele több problémát vet fel. Még abban az esetben is, ha a versenyek tisztaságát nem kérdőjelezzük meg, a zsokék a verseny folyamán nem biztos, hogy a tréner utasításának megfelelő lovaglást tudnak végezni. Figyelembe kell venni azt a tényt is, hogy a jobb zsokék karrierjük során egyre jobb képességű lovakat lovagolnak. Ebben az esetben feltehetően a legjobb zsokék a legjobb lovakat, míg a kevesebb tudással rendelkező, vagy amatőr zsokék többnyire csak a gyengébb képességű lovakat lovagolják.

A lovat a versenyen ért egyéb hatások tekintetében – mint a pálya talaja, a versenytáv, a verseny szintje, annak irama, illetve a vitt teher – az irodalmi források nagy számban állnak rendelkezésre és ezen hatások mértékében nagy részben megegyeznek.

A fentiek figyelembe vételével tehát megállapítható, hogy egy versenyló teljesítményét genetikai képességein kívül legnagyobb mértékben a trenírozása, a versenyen való lovaglása, illetve a pálya talaja befolyásolja. Bár a téma szakirodalmi széleskörű, az anyai környezetnek, továbbá a csikó felnevelésének a versenyteljesítményt befolyásoló hatására vonatkozó közlések hiánya számos további kérdést vet fel a témában.

IRODALOM

- Ainsile, T., 1978. Ainsile's Encyclopedia of Thoroughbred Handicapping. Wm. Morrow and Co., Inc., New York
- Artz, W., 1961. A contribution on the evaluation of performance tests in Thoroughbred breeding with special reference to the racing performance of individual stallion progeny groups. Anim. Breed. Abstr. 31, 313.
- Biracree, T., Ininger, W., 1982. The Complete Book of Thoroughbred Horse Racing. Doubleday & Co. Inc., Garden City, New York
- Bormann, P., 1964. The use of biomathematical methods in the evaluation of racing performance in Thoroughbred horses. Anim. Breed. Abstr. 33, 361.
- Bormann, P., 1966. A comparison between handicap weight and timing as measures of selection in Thoroughbred breeding. Züchtungskunde 38, 302-310.
- Bugislaus, A. E., Roehe, R., Uphaus, H., Kalm, E., 2004. Development of genetic models for estimation of racing performances in German thoroughbreds. Arch. Tierz. 47, 505-516.
- Clayton, H. M., 1991. Conditioning Sport Horses. Sport Horse Publications, Saskatoon, Canada
- Dušek, J., 1975a. Der Einfluß einiger biologischer und leistungsmäßiger Faktoren auf die Erbllichkeit in der Pferdezucht. Bayer. Landw. Jahrb. 52, 224-241.
- Dušek, J., 1975b. Analysis of speed achieved by Thoroughbred horses. Part 2: The effect of climatic and racecourse condition on speed. Bulletin VSCHK, Slatiany. 24, 23-41.
- Dušek, J., 1977 The objectivisation of selection criteria for estimation of genetic parameters in breeding of Thoroughbred horses. Anim. Breed. Abstr. 49, 807.

- Dušek, J., 1985. The effect of parent age on progeny performance in the English Thoroughbred horses. *Živoč. Výr.* 30, 455-461.
- Ekiz, B., Koçak, Ö., Demir., H., 2005. Estimates of Genetic Parameters for Racing Performances of Arabian Horses. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 29, 543-549.
- Estes, J. A., 1934. First Foals and Others. *The Blood-Horse* 22, 603
- Fedotov, P. A., Shchurova S. U., 1977. Effect of the age of parents on the quality of progeny in horse breeding. *Anim. Breed. Abstr.* 46, 13.
- Finocchio, E. J., 1985. Race performance and its relationship to birthrank and maternal age. In: *Proc. American Assoc. Of Equine Prac., 31st Annual Meeting*, 571-578.
- Hecker, W., Bodó, I., Bognár, S., 1976. Optimum distance for a racehorse, inheritance of this character and its use as a measure of performance. *Anim. Breed. Abstr.* 47, 577
- Henry, J. D., 1978. Repeatability of the speed of pacing horses and drivers, adjusting for major environmental effects. M.Sc. Thesis, Ohio State Univ., Columbus
- Hintz R.L., Van Vleck L.D., 1978. Factors influencing racing performance of the Standardbred pacer. *J. Anim. Sci.*, 46, 60-68.
- Klement, J., 1981. Speed and staying power of Thoroughbred horses. *Anim. Breed. Abstr.* 49, 807.
- Kownacki, M., 1959. The effect of age of Thoroughbred horses on the racing ability of their progeny. *Anim. Breed. Abstr.* 29, 145.
- Langlois, B., 1975. Analyse statistique et génétique des gains des pur sang anglais de trois ans dans les courses plates françaises. *Ann. Génét. Sél. Anim.* 7, 387-408.
- Langlois, B., 1980. Heritability of racing ability in Thoroughbreds. A review. *Livest. Prod. Sci.* 7, 591-605.
- Langlois, B., Blouin, C., 1997. Effect of a horse's month of birth on its future sport performance. I. Effect on annual phenotypic indices. *Ann. de Zootech.* 46, 393-398.
- Langlois, B., Blouin, C., 1998. Effect of a horse's month of birth on its future sport performance. II. Effect on annual earnings and annual earnings per start. *Ann. de Zootech.* 47, 67-74.
- Laughlin, H. H., 1934. Racing capacity in the Thoroughbred. Part I. The measure of racing capacity. *The Sci. Monthly* 38, 210.
- Misař D., Jiskrová I., Somerlíková K., 2000. The effect of course surface quality on development of speed in some French flat races. *Czech J. of Anim. Sci.* 45, 309-312.
- More O'Ferrall, G. J., Cunningham, E. P., 1973. Inheritance of performance in thoroughbreds. Reprinted from *Farm and Food Research*, July-August, 88-90.
- Moritsu, Y., Terai, A., Tashiro, T., 1998. Relationship between Sire Breeding Values for the Rating Score on Turf and Dirt Racing Tracks in Thoroughbred Racehorses. *Journal of Equine Science*, 9, 89-92.
- Neisser, E., 1976. Evaluation of several criteria to measure performance potential in the Thoroughbred. *Anim. Breed. Abstr.* 47, 578.
- Oki, H., Willham, R. L., Sasaki, Y., 1994. Genetics of racing performance in the Japanese Thoroughbred horse: II. Environmental variation of racing time on turf and dirt tracks and the influence of sex, age, and weight carried on racing time. *J. Anim. Breed. Genet.* 111, 128-137.
- Oki, H., Sasaki, Y., Lin, C. Y., Willham, R. L., 1995a. Genetic parameter estimates for racing time by restricted maximum likelihood in the Thoroughbred horse of Japan. *J. Anim. Breed. Genet.* 112, 146-150.
- Oki, H., Sasaki, Y., Lin, C. Y., Willham, R. L., 1995b. Influence of jockeys on racing time in Thoroughbred horses. *J. Anim. Breed. Genet.* 112, 171-175.

- Oki, H., Sasaki, Y., Lin, C. Y., Willham, R. L., 1997. Estimation of genetic correlations between racing times recorded at different racing distances by restricted maximum likelihood in Thoroughbred racehorses. *J. Anim. Breed. Genet.* 114, 185-189.
- OMMI (2000) Ló teljesítményvizsgálati kódex 4. (A MgSzH jogelődje)
- Ponomareva, L. I., Spickaja, T. D., 1953. The effect of age of selection and the quality of progeny of stud young. *Anim. Breed. Abstr.* 21, 322.
- Pounds, J. C., 1987. The development and genetic evaluation of racing capacity in Thoroughbreds. Ph.D. Dissertation, Colorado State University
- Preisinger, R., Wilkens, J., Kalm, E., 1990. Breeding values and estimation of genetic trend sin German Thoroughbred horses. In: *Proceedings of the 4th Genet. Appl. Livest. Prod.* Edinburgh 23rd-27th July 1990. XIII. Plenary lectures, molecular genetics and mapping, selection, prediction and estimation. 6, 217-220.
- Scharnholz, R., 1976. Relationship of gestation length, month of birth and age of dam with Thoroughbred racing performance and observations on twin pregnancies and foal losses. *Anim. Breed. Abstr.* 45, 601.
- Schulze-Schleppinghoff, W., Kalm, E., Bormann, P., 1987. Analyse der Rennleistung bei Vollblutpferden in der Bundesrepublik Deutschland. 36th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Kallithea, Greece
- Watanabe, Y., 1969. Timing as a measure of selection in Thoroughbred breeding. *Jap. J. Zootech. Sci.*, 40, 271-276.
- Watanabe, Y., 1977. The effect of ground conditions on the speed of Thoroughbred horses in Japan. *Anim. Breed. Abstr.*, 49, 808.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Bokor Árpád

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
Nagyállat-tenyésztési és Termelés-technológiai Tanszék
7401 Kaposvár, Pf. 16.
*University of Kaposvár, Faculty of Animal Science
Production and Breeding of Ruminants and Horse
H-7401, Kaposvár, P.O.Box 16.*
Tel.: 36-82-505-800, Fax: 36-82-320-175
e-mail: bokor.arpad@ke.hu



Különböző genotípusú és tartástechnológiájú pecsenyecsirkék mell- és combhúsának kémiai összetétele

Konrád Sz., Kovácsné Gaál K.

Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Állattudományi Intézet,
9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

ÖSSZEFOGLALÁS

Kísérletünk során megvizsgáltuk, hogy a genotípus, az ivar és a tartástechnológia milyen hatást gyakorol a pecsenyecsirkék mell- illetve combhúsának szárazanyag-, nyersfehérje-, nyerszsír- és nyershamutartalmára. A kísérlet anyagául 84 napig kifutóztottan nevelt fajtatizta sárga magyar, és annak hústípusú kakasokkal (S 77, foxy chick, redbro, hubbard flex, shaver farm) történő keresztezésével előállított végtermék-állományok és 42 napos korrig intenzíven hizlalt Ross 308-as hibridek szolgáltak. A mellhús szárazanyag-tartalmában az egyes genotípusok között nem mutatkozott számottevő különbség (25,34 és 26,25%), azonban a combhús esetében ez a paraméter az intenzíven hizlalt pecsenyecsirkéknél 5,28–7,48%-ponttal meghaladta a kifutóztott állományoknál kapott értéket (26,34 és 33,08%). A tartástechnológiának és a genotípusnak a hús nyersfehérje-tartalmára gyakorolt hatását sem a mell-, sem pedig a combhúsnál nem tudtuk igazolni. Az intenzíven hizlalt Ross 308-as brojlerek combhúsának nyerszsírtartalma a fajtatizta sárga magyarhoz képest több mint 7%-ponttal magasabb volt. A nyershamutartalom esetében a különböző tartástechnológiákban hizlalt vágóállatok között csak a mellhúsnál tapasztaltunk eltérést: a szabadtartású egyedek végtermékeinél ez a paraméter magasabbnak (0,84–1,05%) bizonyult, míg az intenzíven hizlalt brojlerek estében 0,53% volt, így – bár ilyen irányú vizsgálatokat nem végeztünk – valószínűsíthető, hogy a szabadtartásos pecsenyecsirkék mellhúsának nagyobb makroelemtartalma.

(Kulcsszavak: mellhús, combhús, kémiai összetétel, szabadtartás, sárga magyar)

ABSTRACT

Chemical compounds of breast and thigh meat of various broilers in different keeping technology

Sz. Konrád, K. Kovácsné Gaál

University of West-Hungary, Faculty of Agricultural and Food Science, Institute of Animal Science
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

The aim of this study was to investigate the influence of genotype, keeping technology and sex on the dry matter, protein, fat and ash content of the breast and thigh meat. Animals were: Hungarian yellow chickens; Hungarian yellow cross with S77, Foxy chick, Redbro, Hubbard flex, Shaver farm meat type cocks; Ross 308 broiler chickens. The first group was bred under free-range conditions for 84 days, and the second group was reared in industrial conditions for 42 days. There were no essential differences between the dry matter content of breast meat of the two different keeping technology groups (25.34 and 26.25%). However, dry matter content of thigh was 5.28 to 7.48% higher in the second group. Protein contents of breast and thigh meat were not affected by the keeping technology. Fat content of thigh meat

was two and a half times higher than in the first group (6.03 and 13.73%). The ash content of chicken fattened free-range was twice (0.99%) the amount of the Ross broilers (0.53%), which allows the conclusion that free range stocks have a higher macro element content.

(Keywords: breast meat, thigh meat, chemical compounds, free-range, Hungarian yellow)

BEVEZETÉS

Az utóbbi évtizedekben a nyugat-európai fejlett országokban megnőtt az igény a kiváló minőségű, környezetbarát technológiával előállított baromfihús iránt, amelynek hatására kialakultak az alternatív – szabadtartásos és ökológiai – rendszerű baromfi tartástechnológiák. A szabadtartásos vagy ökológiai rendszerben, és az intenzíven hizlalt csirkék húsának kémiai paramétereire vonatkozó közlemények kis száma, valamint azok ellentmondásossága miatt a fajtatiszta sárga magyart, annak hústípusú kakasokkal (S 77, foxy chick, redbro, hubbard flex, shaver farm) történő keresztezésével előállított végtermékeket és az intenzív tartástechnológiában hizlalt Ross 308-as brojlereket vizsgáltunk, hogy megállapítsuk az alkalmazott tartástechnológia és a genotípus együttesen milyen hatást gyakorol a különböző kémiai paraméterekre. Célkitűzésünk az volt, hogy alátámasszuk vagy cáfoljuk a szakirodalomban felelhető, ez irányban végzett kutatások eredményeit, illetve választ kerestünk arra is, hogy a szabadtartásban nevelt csirkékből készült termékek esetleges kereskedelmi forgalomba kerülése esetén az értékes húsrészek kémiai paraméterei miben és mennyiben térnek el az intenzív viszonyok között nevelt Ross 308-as brojlerekéhez képest.

Scholtyssekk (1987) az átlagosan 1500 grammos pecsenyecsirkék egyes testrészeinek kémiai összetételét elemezve megállapította, hogy a mellhús víztartalma 69,5; a felső combé 67,7; az alsó combé 72,5% volt. A három testrészt közül a legnagyobb nyersfehérje-tartalmat a mellhús esetében mutató ki (20,9%), amelyet az alsó comb (19,3%), majd a felső comb (17,3%) követett. A felső comb nyerszsírtartalma 15,3% volt, mely 65–75%-kal haladta meg a mell (9,3%) és az alsó comb (8,7%) nyerszsírtartalmát.

Sütő és mtsai. (1998) vizsgálták, hogy hogyan változik a brojlercsirkék teljes testének kémiai összetétele az életkortól és az ivartól függően. Megállapították, hogy a hizlalás 5–6. hetéig a vizsgált kémiai paraméterek (víz-, nyersfehérje- és nyerszsírtartalom) tekintetében az ivarok között nem mutatható ki jelentős különbség, később azonban a jércék nagyobb zsírbeépülési hajlama miatt azok húsának nyerszsírtartalma nő, víz- és nyersfehérje-tartalma pedig csökken. A jércék húsának víztartalma a 7. élethéten 63%-ot mutatott, amely a 12. hétre 60%-ra, a 20. hétre pedig 49%-ra csökkent, a kakasok esetében pedig 66, 63 és 58%-ot mértek. A jércék húsának nyersfehérje-tartalma a 7. heten mért 19,4 értékről 19%-ra, majd 18,5%-ra csökkent, míg a kakasnál 19,6-ről 20,5%-ra nőtt. A nyerszsírtartalom az előzőeknek megfelelően a 7. héten tapasztalt 13%-ról a 12. élethétre 21%-ra, a 20. héten 30%-ra növekedett, a kakasoknál pedig 12, 13, majd 17% értéket mértek.

Castellini és mtsai. (2002) 500 db Ross kakas termelési és vágási paramétereit vizsgálták két eltérő tartási rendszer, valamint két különböző nevelési idő (56 és 81 nap) függvényében. A kontrollcsoportot zárt rendszerben nevelték, 0,12 m²/egyed telepítési sűrűség és szabályozott klimatikus viszonyok (17,56±2,7 °C; 65–75%-os relatív páratartalom) mellett. A vizsgálati csoport egyedei számára – az ökológiai tartástechnológiára vonatkozó szabályokkal összhangban – 4 m²/csirke kifutót biztosítottak. Eredményeik azt mutatták, hogy a mellhús víztartalmát a vágási életkor nem, a tartástechnológia azonban befolyásolta: a biocsirkék esetében mindkét vágási időpontban magasabb volt, mint a hagyományosan nevelt csoportnál (56 napos korban 76,28% szemben a 75,54%-kal; 81

napos korban 75,78% szemben a 74,85%-kal). A combhús vizsgálatánál ugyanezt a tendenciát tapasztalták (56 napos korban 77,32% vs. 76,02%; 81 napos korban 76,95% vs. 75,39%). A mell- és a combhús nyersfehérje-tartalmát sem a vágási életkor, sem pedig a tartástechnológia nem befolyásolta statisztikailag igazolható mértékben, a mellhúsnál 22,34–22,76, a combhúsnál 19,01–19,47%-ot mértek. Megállapították, hogy a tartástechnológia egyértelműen hatást gyakorolt a hús nyerszsírtartalmára, a kontrollcsoport mell- és combhúsának vizsgálatakor kétszer-háromszor nagyobb nyerszsírtartalmat tapasztaltak, mint a biocsirkéknél. A mellhús estében 56 napos korban a kontrollnál 1,46, a biocsirkénél 0,72%, 81 napos korban 2,37 és 0,74%-ot mértek, a combhúsnál pedig 56 napig tartó hizlalást követően 4,46 és 2,47%, 81 napos korban pedig 5,01 és 2,83% nyerszsírtartalmat mértek. A tartástechnológia hatását szintén kimutatták a comb nyershamutartalmának alakulásában: ökológiai tartási rendszerben szignifikánsan (megközelítőleg 40–50%-kal) nagyobb nyershamutartalmat mértek.

Fanatico és mtsai. (2005) egy lassú (S&G Poultry szabadtartásos hibridje), két közepes (redbro és silvercross), valamint egy gyors (Cobb-Vantress) növekedési erélyű hibrid termelési és vágási paramétereit vizsgálták. A vágási életkor a növekedési erélytől függően (az előbbi felsorolás sorrendjét tartva) 81, 67 és 53 nap volt. A lassú és gyors növekedési erélyű végtermék-állományt zárt és kifutózott, a közepes intenzitásút kizárólag zárt tartási rendszerben nevelték. Vizsgálataik során megállapították, hogy a genotípus és a tartástechnológia együttesen csak a kifutózottan, 81 napos korig nevelt, illetve a szabadban tartott, 53 napig hizlalt brojlerek között befolyásolta szignifikánsan a mellhús víztartalmát az előbbi csoport javára (szabadtartásos hibrid: 72,35%, Cobb hibrid: 71,05%). A mellhús nyerszsírtartalmában nem volt statisztikailag igazolható különbség, bár a Cobb hibridek esetében a lassú növekedési erélyű végtermékekhez viszonyítva mind zártan, mind pedig kifutózottan nevelve közel 40%-kal nagyobb nyerszsírtartalomról számoltak be (Cobb: 5,17–5,25%, szabadtartásos hibrid: 3,80–3,83%). Ezt igazolta *Latter-Dubois* (2000) is, azonban ennek ellent mond *Longeran és mtsai.* (2003) vizsgálata, amely szerint a gyors növekedési erélyű csirkék mellhúsa nagyobb nyerszsírtartalommal rendelkezik, mint a lassú növekedési erélyűeké. *Havenstein és mtsai.* (2003) arra a következtetésre jutottak, hogy a modern fajták és hibridek húsa magasabb nyerszsírtartalmú, mint a néhány évtizeddel ezelőttieké, amely a nagyobb növekedési eréllyel magyarázható.

A nyershamutartalom tekintetében *Fanatico és mtsai.* (2005) a zártan nevelt, gyors növekedési erélyű csoportnál szignifikánsan több mint 10%-kal magasabb értéket mértek, mint a szabadtartású, gyors és lassú növekedési erélyű hibrideknél (4,27% szemben a 3,80 és 3,75%-kal).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérlet során öt keresztezési genotípust, fajtatiszta sárga magyart és iparszerű tartástechnológiában nevelt, termelőktől vásárolt Ross 308-as brojlert használtunk (*1. táblázat*).

A keresztezett csoportok és a fajtatiszta sárga magyar 84 napos korig tartó nevelését a Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának Állattenyésztési és Takarmányozási Kísérleti Telepén, 2005 és 2006 tavaszán-nyarán végeztük. A csirkéket 6 hetes korig zárt, fülkére osztott nevelőhelyiségben helyeztük el, majd a 6. héttől a hizlalás végéig (84 napos korig) kifutózott tartástechnológiát alkalmaztunk. Az állomány 21 napos korig indító, 21–56 napos korig nevelő, 56–84 napos korig befejező tápot kapott. A takarmányösszetevők százalékos arányát a *2. táblázat* tartalmazza.

1. táblázat

A vizsgálat során alkalmazott genotípusok, tartástechnológia, vágási életkor és egyedszám

Genotípus (1)	sárga magyar×S 77 (2)	sárga magyar×foxy chick (3)	sárga magyar×redbro (4)	sárga magyar×hubbard flex (5)	sárga magyar×shaver farm (6)	sárga magyar (7)	Ross 308 (8)
Jelölés (9)	SM×S 77	SM×FO	SM×RB	SM×SF	SM×HF	SM×SM	.
Tartástechnológia (10)	szabadtartásos (11)						zárt, intenzív (12)
Vágási életkor (13)	84 nap (14)						42 nap (15)
Vizsgált egyedek száma (16)	Kakas (17)	3	3	9	6	6	9
	Jérce (18)	3	3	9	6	5	9

Table 1: The applied genotypes, keeping technology and slaughtering age

Genotypes(1), Hungarian yellow×S 77(2), Hungarian yellow×Foxy chick(3), Hungarian yellow×Redbro(4), Hungarian yellow×Hubbard flex(5), Hungarian yellow×Shaver farm(6), pure breed Hungarian yellow(7) and Ross 308(8), Notation(9), Keeping technology(10), Free-range(11), intensive(12); Slaughtering age(13), 84 days(14), 42 days(15), Sample(16), Cockerel(17), Pullet(18)

2. táblázat

A vizsgált genotípusokkal etetett takarmányok összetétele

	Kifutózott indító (6)	Kifutózott nevelő (7)	Kifutózott befejező (8)	Nagyüzemi befejező (9)
Száranyag (%) (1)	90,72	89,24	90,32	91,46
Nyersfehérje (g/kg) (2)	191,04	159,65	168,62	180,28
Nyerszsír (%) (3)	3,50	3,76	2,14	6,59
Nyersrost (%) (4)	3,40	5,10	4,04	3,26
Nyershamu (%) (5)	5,19	5,38	4,78	5,53

Table 2: Composition of diet of the genotypes examined

Dry matter content(1), Protein content(2), Fat content(3), Fibre content(4), Ash content(5), Starter diet(6), Grower diet(7), Finisher diet(8) (6-8: Free-range keeping technology), Finisher diet of conventional broilers(9)

Az intenzíven hizlalt Ross 308-as hibrideket a vágópróbákat lebonyolító vágóhíddal szerződésben álló termelőktől vásároltuk, esetükben hizlalási idő 42 nap volt. Az etetett takarmányok, illetve a húsminták kémiai összetételét (száranyag, nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost, nyershamu) a Magyar Takarmánykódex (1990) 2. kötetében javasolt vizsgálati eljárásokkal (5.1., 6.1., 7.1., 8.1., 10.1. fejezetek) határoztuk meg. A vizsgálatokhoz

használt műszerek a következők voltak: nyersfehérje – Kjeltec System 1026 Distilling Unit (Tecator Ltd., Svédország); nyersrost – Fibertec System M (Tecator Ltd., Svédország); nyerszsír – Soxtec System (Tecator Ltd., Svédország).

Az adatfeldolgozást és a statisztikai értékelést Microsoft Excel 2003 és Statsoft Statistica 7.1 programcsomaggal (ANOVA) készítettük el (LSD teszt, átlagértékek összehasonlítása).

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A vizsgált egyedek vágási paramétereit a 3. táblázat, mellhúsuk szárazanyag-, nyersfehérje-, nyerszsír- és nyersshamuartalmát pedig a 4. táblázat tartalmazza.

3. táblázat

A vizsgált genotípusok vágás kori élősúlya, mellsúlya és combsúlya

Tartástechnológia (11)			Szabadtartásos (12)						Intenzív (13)
	Ivar (4)		SM×S 77 (14)	SM×FO (15)	SM×RB (16)	SM×HF (17)	SM×SF(18)	SM×SM (19)	Ross 308 (20)
Élősúly (1)	kakas (5)	n (db) (8)	3	3	9	6	6	9	12
		átlag (%) (9)	1782,7	2042,0	2073,3	2572,0	2016,7	1199,6	2952,5
		szórás (10)	10,1	29,6	189,2	197,3	148,4	62,4	269,5
	jérce (6)	n (db)	3	3	9	6	5	9	12
		átlag (%)	1332,7	1570,7	1605,3	1827,7	1660,7	941,8	2500,8
		szórás	52,6	37,2	189,5	86,0	69,2	81,7	313,9
	vegyes (7)	n (db)	6	6	18	12	11	18	24
		átlag (%)	1557,7	1806,3	1839,3	2199,8	1838,7	1070,7	2726,7
		szórás	248,8	259,9	302,9	414,9	216,2	150,2	367,5
Mellsúly (2)	kakas	n (db)	3	3	9	6	5	9	12
		átlag (%)	293,3	325,3	351,3	450,5	346,8	173,4	745,0
		szórás	20,1	16,7	50,6	44,5	27,4	10,0	89,6
	jérce	n (db)	3	3	9	6	5	9	12
		átlag (%)	215,3	288,7	279,6	339,1	276,7	139,3	613,7
		szórás	7,0	15,3	44,7	18,9	21,1	14,4	91,0
	vegyes	n (db)	6	6	18	12	10	18	24
		átlag (%)	254,3	307,0	315,5	394,8	311,7	156,4	679,3
		szórás	44,8	24,6	59,2	66,7	43,6	21,3	110,9
Combsúly (3)	kakas	n (db)	3	3	9	6	5	9	12
		átlag (%)	405,3	450,7	472,2	594,2	469,9	265,0	652,1
		szórás	10,3	54,9	11,7	49,7	37,4	23,6	81,5
	jérce	n (db)	3	3	9	6	5	9	12
		átlag (%)	284,0	351,3	347,0	395,3	356,2	198,6	544,1
		szórás	21,2	17,5	20,1	16,3	16,1	22,0	85,9
	vegyes	n (db)	6	6	18	12	10	18	24
		átlag (%)	344,7	401,0	409,6	494,8	413,1	231,8	598,1
		szórás	68,1	65,5	92,5	109,7	65,8	40,7	98,7

Table 3: The live wight, breast and thigh weight at the genotypes examined

Live weight(1), Breast weight(2), Thigh weight(3), Sex(4), Cockerel(5), Pullet(6), Mixed sex(7), Sample(8), Average(9), SD(10), Keeping technology(11), Free-range(12), Intensive(13), Hungarian yellow×S 77(14), Hungarian yellow×Foxy chick(15), Hungarian yellow×Redbro(16), Hungarian yellow×Hubbard flex(17), Hungarian yellow×Shaver farm(18), Pure breed Hungarian yellow(19) Large scale hybrids (ROSS 308)(20)

4. táblázat

A vizsgált genotípusok mellhúsának szárazanyag-, nyersfehérje-, nyerszsír- és nyershamu-tartalma

Tartástechnológia (12)			Szabadtartásos (13)						Intenzív (14)
	Ivar (5)		SM×S 77 (15)	SM×FO (16)	SM×RB (17)	SM×HF (18)	SM×SF (19)	SM×SM (20)	Ross 308 (21)
Szárazanyag-tartalom (1)	kakas (6)	n (db) (9)	3	3	9	6	6	9	12
		átlag (%) (10)	26,65	26,45	25,51	25,34	24,75	25,98	26,25
		szórás (11)	0,53	0,10	1,13	1,12	0,66	0,94	1,34
	jérce (7)	n (db)	3	3	9	6	5	9	12
		átlag (%)	27,08	27,08	25,42	24,36	25,17	24,43	25,70
		szórás	0,67	0,43	1,65	0,64	0,43	2,80	0,50
	vegyes (8)	n (db)	6	6	18	12	11	18	24
		átlag (%)	26,86	26,76	25,46	24,85	24,94	25,20	25,98
		szórás	0,59	0,45	1,37	1,01	0,58	2,18	1,03
Nyersfehérje-tartalom (2)	kakas	n (db)	3	3	9	6	6	9	12
		átlag (%)	24,71	24,46	23,14	22,24	22,53	23,64	23,53
		szórás	0,77	0,57	1,57	0,88	0,65	1,09	1,38
	jérce	n (db)	3	3	9	6	5	9	12
		átlag (%)	25,35	24,88	22,66	20,03	22,11	22,65	23,30
		szórás	0,48	0,37	2,18	3,22	0,97	2,45	0,41
	vegyes	n (db)	6	6	18	12	11	18	24
		átlag (%)	25,03	24,67	22,90	21,14	22,33	23,14	23,42
		szórás	0,67	0,49	1,86	2,53	0,80	1,91	1,00
Nyerszsír-tartalom (3)	kakas	n (db)	3	2	9	6	6	9	12
		átlag (%)	0,69	1,03	0,65	0,52	0,69	0,52	1,94
		szórás	0,17	0,06	0,20	0,07	0,35	0,12	0,62
	jérce	n (db)	3	3	9	6	5	9	12
		átlag (%)	0,69	1,08	0,86	0,49	0,52	0,47	1,27
		szórás	0,24	0,38	0,14	0,10	0,15	0,18	0,38
	vegyes	n (db)	6	5	18	12	11	18	24
		átlag (%)	0,69	1,06	0,75	0,51	0,61	0,49	1,60
		szórás	0,17	0,24	0,20	0,08	0,28	0,15	0,61
Nyershamu-tartalom (4)	kakas	n (db)	3	3	9	6	6	9	12
		átlag (%)	0,96	1,16	0,98	1,16	0,90	0,96	0,53
		szórás	0,05	0,10	0,09	0,38	0,17	0,18	0,15
	jérce	n (db)	3	3	9	6	5	9	12
		átlag (%)	0,84	1,04	1,02	1,05	0,94	0,94	0,53
		szórás	0,37	0,06	0,15	0,16	0,15	0,22	0,05
	vegyes	n (db)	6	6	18	12	11	18	24
		átlag (%)	0,90	1,10	1,00	1,10	0,92	0,95	0,53
		szórás	0,25	0,10	0,12	0,28	0,16	0,19	0,11

Table 4: The dry matter, protein, fat and ash content of the breast meat at the genotypes examined

Dry matter content(1), Protein content(2), Fat content(3), Ash content(4), Sex(5), Cockerel(6), Pullet (7), Mixed sex(8), Sample(9), Average(10), SD(11), Keeping technology(12), Free-range(13), Intensive(14), Hungarian yellow×S 77(15), Hungarian yellow×Foxy chick(16), Hungarian yellow×Redbro(17), Hungarian yellow×Hubbard flex(18), Hungarian yellow×Shaver farm(19), pure breed Hungarian yellow(20) and large scale hybrids (ROSS 308)(21)

A mellhús esetében vegyes ivarban a legmagasabb szárazanyag-tartalmat az SM×S 77 és az SM×FO genotípusnál (26,86 illetve 26,76%), a legkisebbet (24,85%) az SM×HF genotípusnál mértük. Az SM×S 77 és az SM×FO mellhúsának szárazanyag-tartalma $P \leq 0,05$ szinten szignifikánsan nagyobbak bizonyult az SM×RB, az SM×HF, az SM×SF és a fajtatiszta sárga magyarnál tapasztalt értéknél. Emellett statisztikailag igazolható különbséget mutattunk ki az intenzíven hizlalt brojlerek és az SM×HF valamint az SM×SF genotípus mellhúsának szárazanyag-tartalma között, a Ross 308-as brojlerek javára. A kakasok és a jércék, illetve a kifutózottan nevelt csirkék és az intenzív tartástechnológiában hizlalt brojlerek mellhúsának szárazanyag-tartalma között megközelítőleg 0,5%-pontos eltérés mutatkozott, azonban ezt statisztikailag nem tudtuk igazolni (6. táblázat). A mellhús nyersfehérje-tartalmánál a szárazanyag-tartalomban tapasztalt tendencia érvényesült. Vegyes ivarban a legnagyobb értékeket (25,03 illetve 24,67%-ot) szintén az SM×S 77 és az SM×FO, a legkisebbet pedig az SM×HF genotípusnál mértük.

Az SM×S 77 és az SM×FO mellhúsának nyersfehérje-tartalma valamennyi más keresztezett genotípusét, a fajtatiszta sárga magyarét, sőt az intenzíven hizlalt brojlerekét is $P \leq 0,05$ szinten szignifikánsan felülmúlta. Az SM×HF mellhúsának nyersfehérje-tartalma az SM×SF kivételével minden genotípusénál kisebbnek bizonyult. A kakasoknál a jércékhez viszonyítva 0,58%-pontos nagyobb, a kifutózott csirkék esetében pedig az intenzíven hizlalt brojlerekhez képest 0,5%-pontos kisebb értéket mértünk, a különbség azonban $P \leq 0,05$ szinten nem volt szignifikáns (6. táblázat). Az egyes genotípusok mellhúsának nyerszsírtartalma esetében a szárazanyag- és nyersfehérje-tartalomhoz képest jóval nagyobb eltéréseket tapasztaltunk. Kimagasló értéket (vegyes ivarban 1,6%-ot) mértünk a Ross 308-as brojlereknél, ahol az ivarok között közel 0,7%-pontos különbség volt. A keresztezéssel előállított végtermékek közül a legnagyobb nyerszsírtartalommal (vegyes ivarban 1,06%) az SM×FO genotípus mellhúsa rendelkezett. Az SM×HF genotípus esetében vegyes ivarban 0,51, míg a fajtatiszta sárga magyar mellhúsánál mindössze 0,49%-ot tapasztaltunk.

A varianciaanalízis eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy az intenzíven hizlalt brojlerek mellhúsának nyerszsírtartalma $P \leq 0,05$ szinten szignifikánsan nagyobb volt, mint a többi genotípusé. Az SM×FO esetében szignifikáns különbséget mutattunk ki az SM×HF, az SM×SF és a fajtatiszta sárga magyarral szemben. Emellett a fajtatiszta sárga magyar mellhúsának nyerszsírtartalma statisztikailag igazolhatóan kisebbnek bizonyult, mint az SM×RB genotípusnál mért érték. Bár a Ross 308-as brojlereknél a kakasok és a jércék között jelentős eltérés mutatkozott, összességében az ivarnak mellhús nyerszsírtartalmára gyakorolt hatását $P \leq 0,05$ szinten nem tudtuk kimutatni. A hagyományos tartástechnológiában és a kifutózottan nevelt csirkék mellhúsának nyerszsírtartalma között közel 1%-pontos különbséget állapítottunk meg, amely statisztikailag is igazolni tudtunk (6. táblázat). A mellhús nyershamutartalma az intenzíven hizlalt brojlereknél a többi genotípushoz képest jelentősen kisebbnek bizonyult, a kakasoknál, a jércéknél és vegyes ivarban egyaránt 0,53%-ot mértünk. A legmagasabb értéket (1,10%) az SM×FO és az SM×HF genotípusnál tapasztaltuk.

Az előbbi megállapításokat statisztikailag is igazoltuk: a Ross 308-as brojlerek mellhúsának nyershamutartalma $P \leq 0,05$ szinten szignifikánsan kisebb volt valamennyi genotípusénál. Az SM×FO $P \leq 0,05$ szinten szignifikánsan felülmúlta a SM×SF genotípust, az SM×HF pedig az SM×S 77-et, az SM×SF-et és a fajtatiszta sárga magyart. Az eredmények azt mutatták, hogy az ivar nem, a genotípus és a tartástechnológia viszont együttesen $P \leq 0,05$ szinten szignifikánsan befolyásolja a mellhús nyershamutartalmát;* a kifutózottan nevelt csirkék esetében az intenzíven hizlalt brojlerekhez képest közel kétszeres értéket tapasztaltunk (6. táblázat).

Az egyes vizsgált genotípusok combhúsának szárazanyag- nyersfehérje-, nyerszsír- és nyershamu-tartalmát az 5. táblázatban közlöm.

5. táblázat

A vizsgált genotípusok combhúsának szárazanyag-, nyersfehérje-, nyerszsír- és nyershamu-tartalma

Tartástechnológia (12)			Szabadtartásos (13)						Intenzív (14)
	Ivar (5)		SM×S 77 (15)	SM×FO (16)	SM×RB (17)	SM×HF (18)	SM×SF (19)	SM×SM (20)	Ross 308 (21)
Szárazanyag-tartalom (1)	kakas (6)	n (db) (9)	3	3	9	6	6	9	12
		átlag (%) (10)	26,68	27,49	25,07	25,81	24,70	24,90	33,13
		szórás (11)	1,97	1,19	1,15	2,69	1,33	1,08	2,15
	jérce (7)	n (db)	3	3	9	6	5	9	12
		átlag (%)	27,20	28,11	27,39	28,19	27,37	26,29	33,03
		szórás	0,25	0,41	2,63	4,28	2,33	1,79	2,29
	vegyes (8)	n (db)	6	6	18	12	11	18	24
		átlag (%)	26,94	27,80	26,23	27,00	25,92	25,60	33,08
		szórás	1,29	0,87	2,30	3,63	2,23	1,60	2,17
Nyersfehérje-tartalom (2)	kakas	n (db)	3	3	9	6	6	9	12
		átlag (%)	19,70	19,11	18,49	17,94	18,18	19,58	19,21
		szórás	0,88	1,38	0,94	0,86	0,30	1,84	1,48
	jérce	n (db)	3	3	9	6	5	9	12
		átlag (%)	19,57	19,16	18,56	19,44	17,81	19,15	19,24
		szórás	0,40	0,44	1,12	0,99	0,91	0,92	1,38
	vegyes	n (db)	6	6	18	12	11	18	24
		átlag (%)	19,63	19,14	18,52	18,69	18,01	19,36	19,22
		szórás	0,62	0,92	1,00	1,18	0,64	1,42	1,40
Nyerszsír-tartalom (3)	kakas	n (db)	3	3	9	5	6	9	12
		átlag (%)	6,48	7,80	6,00	6,71	4,90	4,44	13,61
		szórás	2,50	1,89	1,54	2,71	1,65	1,28	2,87
	jérce	n (db)	2	3	9	6	5	9	12
		átlag (%)	7,05	8,44	7,99	7,97	7,68	6,03	13,73
		szórás	0,59	0,88	2,65	4,25	3,35	1,73	2,44
	vegyes	n (db)	5	6	18	11	11	18	24
		átlag (%)	6,77	8,19	6,99	7,34	6,17	5,23	13,67
		szórás	1,65	1,19	2,34	3,46	2,82	1,69	2,61
Nyershamu-tartalom (4)	kakas	n (db)	3	3	9	6	6	9	12
		átlag (%)	0,84	0,88	0,83	1,02	0,77	0,84	1,00
		szórás	0,08	0,38	0,09	0,34	0,10	0,12	0,10
	jérce	n (db)	3	3	9	6	5	9	12
		átlag (%)	0,84	0,87	0,98	1,04	0,77	1,01	1,09
		szórás	0,01	0,08	0,14	0,22	0,06	0,36	0,21
	vegyes	n (db)	6	6	18	12	11	18	24
		átlag (%)	0,84	0,87	0,91	1,03	0,77	0,92	1,05
		szórás	0,05	0,25	0,14	0,27	0,08	0,27	0,17

Table 5: The dry matter, protein, fat and ash content of the thigh meat at the genotypes examined

Dry matter content(1), Protein content(2), Fat content(3), Ash content(4), Sex(5), Cockerel(6), Pullet(7), Mixed sex(8), Sample(9), Average(10), SD 11), Keeping technology 12), Free-range(13), Intensive(14), Hungarian yellow×S 77(15), Hungarian yellow×Foxy chick(16), Hungarian yellow×Redbro(17), Hungarian yellow×Hubbard flex(18), Hungarian yellow×Shaver farm(19), pure breed Hungarian yellow(20) and large scale hybrids (ROSS 308)(21)

A Ross 308-as peccenyecsirkék combhúsának szárazanyag-tartalma vegyes ivarban meghaladta a 33%-ot, míg a kifutózottan nevelt csirkékénél 25,60 és 27,80% között alakult. A jércékénél mért értékek a kakasokéhoz viszonyítva az intenzíven hizlalt brojlerek kivételével magasabbnak bizonyultak (egyes genotípusoknál 0,52–0,62, míg másoknál, így az SM×RB, az SM×HF és az SM×SF genotípusnál 2,32–2,67%-pontos különbséget tapasztaltunk). A Ross 308-as peccenyecsirkék combhúsának szárazanyag-tartalma $P \leq 0,05$ szinten szignifikánsan magasabb volt valamennyi genotípusénál. Emellett statisztikailag igazolható eltérést csak az SM×FO és a fajtatiszta sárga magyar között mutattunk ki, az előbbi javára. Bár a jércék és a kakasok közötti különbség egyértelműen kirajzolódik, azt a varianciaanalízis során $P \leq 0,05$ szinten nem tudtuk igazolni. Vizsgálataink eredményei alapján azonban megállapíthatjuk, hogy a genotípus és az alkalmazott tartástechnológia együttesen hatást gyakorol a csirkék combhúsának szárazanyag-tartalmára (6. táblázat).

Az egyes genotípusok között a combhús nyersfehérje-tartalmának tekintetében jelentős eltérések nem jelentkeztek. Vegyes ivarban a két szélsőérték között (SM×SF: 18,01%; fajtatiszta sárga magyar: 19,36%) 1,35%-pontnyi különbséget mértünk. Az SM×S 77 és a fajtatiszta sárga magyar $P \leq 0,05$ szinten szignifikánsan felülmúlták az SM×RB és az SM×SF genotípust, emellett ugyancsak statisztikailag igazolható különbséget mutattunk ki az SM×SF és az intenzíven hizlalt brojlerek között, az utóbbi javára. Megállapítottuk, hogy a combhús nyersfehérje-tartalmát sem az ivar, sem a genotípus és a tartástechnológia együttes hatása nem befolyásolja $P \leq 0,05$ szinten szignifikáns mértékben (6. táblázat).

A combhús nyerszsírtartalma vegyes ivarban a Ross 308-as brojlerek esetében (13,67%) a keresztezéssel előállított genotípusokhoz képest (6,17–8,19%) átlagosan kétszer, a fajtatiszta sárga magyarhoz viszonyítva (5,23%) pedig két és félszer nagyobbak bizonyult. A jércék combhúsának nyerszsírtartalma valamennyi genotípusnál magasabb volt, mint a kakasoké. Ez az eltérés a Ross 308-as brojlereknél volt a legkisebb (0,12%-pont), de a fajtatiszta sárga magyarnál és egyes keresztezett genotípusoknál az 1,5%-pontot is meghaladta.

A varianciaanalízis eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy az intenzíven hizlalt peccenyecsirkék combhúsának nyerszsírtartalma valamennyi genotípushoz képest $P \leq 0,05$ szinten szignifikánsan nagyobb, a fajtatiszta sárga magyaré pedig – az SM×S77 és az SM×SF kivételével – minden genotípusnál kisebb volt. A kakasok és a jércék között tapasztalt jelentős különbség ellenére, a combhús szárazanyag-tartalmához hasonlóan, az ivar hatását nem sikerült statisztikailag alátámaszthatóan igazolni. A hagyományosan hizlalt állatok combhúsának nyerszsírtartalma összességében több mint 7%-ponttal meghaladta a kifutózott tartástechnológiában nevelt csirkékét, amely eltérés $P \leq 0,05$ szinten szignifikánsnak bizonyult (6. táblázat).

A combhús nyersshamu-tartalmának vizsgálatakor vegyes ivarban a legkisebb értéket (0,77%) az SM×SF, a legnagyobbat (1,05%) a Ross 308-as brojlereknél mértük. A jércék esetében a nyersshamu-tartalom az SM×FO genotípustól eltekintve magasabbnak mutatkozott. Az intenzíven hizlalt peccenyecsirkék az SM×FO és az SM×HF kivételével valamennyi genotípust $P \leq 0,05$ szinten szignifikánsan felülmúltak. Emellett statisztikailag igazolható különbséget mutattunk ki az SM×RB és az SM×SF, illetve az SM×SM és az SM×SF genotípus között, az előbbieket javára. A varianciaanalízis alapján megállapíthatjuk, hogy az ivar valamint a genotípus és a tartástechnológia együttesen befolyásolja a combhús nyersshamu-tartalmát: a jércék és a kakasok között megközelítőleg 0,1%-pont, az intenzíven hizlalt és a kifutózottan nevelt csirkék között pedig 0,13%-pontos különbséget tapasztaltunk.

6. táblázat

Az ivar illetve a genotípus és a tartástechnológia együttes hatása a vizsgált genotípusok mell- és combhúsának kémiai összetételére

		Ivar (7)		Tartástechnológia (8)	
		Kakas (9)	Jérce (10)	Kifutózott (11)	Nagyüzemi (12)
Mellhús (1)	Száranyag-tartalom (3)	25,80	25,35	25,44	25,98
	Nyersfehérje-tartalom (4)	23,32	22,74	22,90	23,42
	Nyerszsírtartalom (5)	0,97	0,81	0,65 ^a	1,60 ^b
	Nyershamutartalom (6)	0,89	0,86	0,99 ^a	0,53 ^b
Combhús (2)	Száranyag-tartalom (3)	27,35	28,75	26,34 ^a	33,08 ^b
	Nyersfehérje-tartalom (4)	18,88	18,98	18,83 ^a	19,22 ^b
	Nyerszsírtartalom (5)	7,70	9,01	6,54 ^a	13,67 ^b
	Nyershamutartalom (6)	0,89 ^a	0,98 ^b	0,90 ^a	1,05 ^b

^{a,b} P<0,05

Table 6: The effect of sex, genotype and keeping technology on the chemical compounds of breast and thigh meat at the genotypes examined

Breast meat(1), Thigh meat(2), Dry matter content(3), Protein content(4), Fat content(5), Ash content(6), Sex(7), Cockerel(8), Pullet(9), Keeping technology(10), Free-range(11), Large scale(12)

KÖVETKEZTETÉSEK

A mellhús száranyag-tartalmában az egyes genotípusok között nem találtunk kiemelkedő eltérést (24,85 és 26,86% közötti értékeket mértünk), amelynek ellentmondanak *Castellini és mtsai.* (2002) illetve *Fanatico és mtsai.* (2005), amelyek szerint a szabadtartásos rendszerben nevelt csirkék mellhúsának száranyag-tartalma alacsonyabb a zártan neveltekhez képest. A Ross 308-as brojlerek combhúsának száranyag-tartalma a kifutózottan nevelt pecsenyecsrirkékhez viszonyítva 5,28–7,48%-ponttal magasabb volt, amit *Castellini és mtsai.* (2002) is igazoltak.

A nyersfehérje-tartalomban egyes genotípusok között mellhús esetében nagyobb különbségek mutatkoztak, mint a combhúsnál; a mellhúsnál vegyes ivarban 21,14 és 25,03, a combhúsnál 18,01 és 19,63% között alakult. A genotípus és a tartástechnológia nyersfehérje-tartalomra gyakorolt hatását sem a mell, sem pedig a combhúsnál nem tudtuk kimutatni, amely összhangban áll *Castellini és mtsai.* (2002) vizsgálataival.

Mind a mell-, mind pedig a combhús nyerszsírtartalmánál egyértelmű különbség mutatkozott a kifutózottan és az intenzíven hizlalt pecsenyecsrirkék között. A mellhús esetében átlagosan 1%, a combhúsnál pedig több mint 7%-ponttal magasabb értéket mértünk az intenzíven hizlalt állománynál, mint a fajtatizta sárga magyarnál és a keresztezéssel előállított F₁ nemzedéknél, annak ellenére, hogy utóbbiak hizlalási ideje közel kétszerese volt a Ross 308-as pecsenyecsrirkékének. Az ebben a paraméterben jelentkező eltérések a genotípus és a tartástechnológia együttes hatásának tulajdoníthatók, amelyet *Castellini és mtsai.* (2002), *Havenstein és mtsai.* (2003) és *Longeran és mtsai.* vizsgálatai (2003) is igazolták.

A combhús nyershamu-tartalmának tekintetében nem találtunk jelentős eltérést a különböző tartástechnológiában hizlalt vágóállatok között, ellenben a mellhús esetében világos tendencia rajzolódott ki a szabadtartásos rendszerben nevelt pecsenyecsrirkék javára, amely azok mellhúsának esetlegesen nagyobb makroelem-tartalmára enged

következtetni. Ennek ellent mondanak *Castellini és mtsai.* (2002) illetve *Fanatico és mtsai.* (2005) vizsgálatainak eredményeit: előbbiek a combhúsnál mutatták ki a tartástechnológia ez irányú hatását, utóbbiak pedig arról számoltak be, hogy a zártan hizlalt pecsenyecsirkék mellhúsának nyershamu-tartalma nagyobb, mint a szabadtartásban neveltéké.

IRODALOMJEGYZÉK

- Castellini, C., Mugnai, C., Dal Bosco, A. (2002): Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Sci.*, 60. 219-225.
- Fanatico, A.C., Cavitt, L.C., Pillai, P.B., Emmert, J.L., Owens, C.M. (2005): Evaluation of slower-growing broiler genotypes with and without outdoor access: Meat quality. *Poult. Sci.*, 84. 1785-1790.
- Havenstein, G.B. – Ferket, P.R. – Qureshi, M.A. (2003): Carcass composition and yield of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poult. Sci.*, 82. 1509-1518.
- Latter-Dubois (2000): Poulets Fermiers: Leurs Qualités Nutritionnelle et Organoleptiques et la Perception du Consommateur. M. S. Thesis. Faculté des Sci. de l’Agric. de L’Alimentation, Univ. Laval, Quebec, Canada
- Longeran, S.M., Deeb, N., Fedlet, C.A., Lamont, S.J. (2003): Breast meat quality and composition in unique chicken population. *Poult. Sci.*, 82. 1990-1994.
- Scholtyssek, S. (1987): Geflügel. E. Ulmer, Stuttgart, 68.
- Sütő Z., Horn P., Jensen, F., Sørensen, P., Csapó J. (1998): Carcass traits, abdominal fat deposition and chemical composition of commercial meat type chicken during a twenty week growing period. *Arch. Geflügelk.*, 62. 21-25.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Konrád Szilárd

Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

*University of West-Hungary, Faculty of Agricultural and Food Science
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.*

Tel.: 36-96-566-639, Fax: 36-96-566-695

e-mail: konradsz@mtk.nyme.hu



Növényi eredetű élelmiszer- és takarmány-alapanyagok aminosav-összetételének alakulása a nyersfehérje-tartalom függvényében

Csapó¹ J., Győri² Z., Csapóné Kiss¹ Zs., Borosné Győri² A.

¹Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, 7401 Kaposvár, Guba S. u. 40.

²Debreceni Egyetem, Agrártudományi Kar, 4032 Debrecen, Böszörményi u. 138.

ÖSSZEFOGLALÁS

Különböző takarmány-alapanyagok (búza, árpa, kukorica, zab, köles, szójabab, napraforgó és repcedara) nyersfehérje-tartalmát, aminosav-tartalmát, a fehérje aminosav-összetételét, és biológiai értékét határozták meg. A regressziós egyenletekkel bizonyították, hogy az aminosavak mennyisége a növekvő nyersfehérje-tartalommal nő, tehát az aminosav-tartalom a nyersfehérje-tartalom alapján becsülhető. A takarmányfehérje esetében viszont csak annak glutaminsav- és lizintartalmát lehet csak a nyersfehérje-tartalom alapján becsülni. A fehérje aminosav-összetételét vizsgálva a nyersfehérje-tartalom függvényében, megállapították, hogy növekvő nyersfehérje-tartalommal a nem esszenciális aminosavak mennyisége nő, az esszenciális aminosavak mennyisége viszont csökken, melynek következtében a fehérje biológia értéke is kisebb lesz.

(Kulcsszavak: nyersfehérje-tartalom, aminosav-összetétel, esszenciális aminosavak, biológiai érték)

ABSTRACT

Amino acid content of plant origin basic food and feed materials as a function of crude protein content

J. Csapó¹, Z. Győri², Zs. Csapó-Kiss¹, A. Boros-Győri²

¹University of Kaposvár, H-7400 Kaposvár, Guba S. str. 40.

²University of Debrecen, H-4032 Debrecen, Böszörményi str. 138.

The crude protein content, amino acid content, amino acid composition of the protein, and biological value of the protein of various basic food and feed materials (wheat, barley, maize, oat, sorghum seeds, soybean, sunflower meal, rapeseed meal) was determined. It was verified by means of regression equations that the quantity of amino acids rose with increase in crude protein content, therefore the amino acid content of the basic material can be estimated based on crude protein content. It was established that the glutamic acid and lysine content of crude protein can be estimated on basis of crude protein content alone. On examination of protein amino acid composition in relation to crude protein content it was ascertained that as crude protein content increased the quantities of the non-essential amino acids also rose, while those of the essential amino acids decreased, therefore the biological value of the protein decreased.

(Keywords: crude protein content, amino acid composition, essential amino acids, biological value)

BEVEZETÉS

Gazdasági állataink – a kérődzők kivételével – a test felépítéséhez szükséges esszenciális aminosavakhoz csak a takarmányfehérjék révén jutnak hozzá. A takarmány fehérjetartalma az emésztőrendszerben peptidekké, illetve aminosavakká bomlik, majd az aminosavak felszívódása után a fehérjeszintézis helyére eljutva rendelkezésre állnak az állat számára saját testanyagai, fehérjéi felépítéséhez. A hús fehérjeépítő aminosavból hat olyan aminosav van, amit a legtöbb állatfaj bármely korcsoportja elő tud állítani. A glikolízis termékeiből állítják elő az alanint és a szerint, a glutaminsavból a prolint és az ornitint, a ketosavakból pedig a glutaminsavat és az aszparaginsavat.

Az aminosavak közül a legtöbb állati szervezet nem tudja előállítani a hisztidint, az izoleucint, a leucint, a lizint, a fenilalanint, a treonint, a triptofánt és a valint. A metionin esetében a vizsgálatok arról győzték meg a kutatókat, hogy az állati szervezet metionin szükségletének mintegy 50%-át cisztinből, illetve ciszteinből elő tudja állítani, s csak a maradék 50%-ot kell készen, a takarmányból megkapnia. A glicint az emlősök szervezete kielégítő módon tudja szintetizálni, a madarak sejtjei azonban nem tudják olyan mennyiségben előállítani, hogy az fedezze a nitrogén-anyagcsere végtermékeként keletkező húgysav glicin szükségletét. A legtöbb állati szervezet képes metioninból a cisztin, illetve cisztein előállítására, a tirozint képesek fenilalaninból átépíteni, míg az arginin szintézisére az ornitint használhatják fel.

Az állati szervezet az aminosavak egy részét fel tudja építeni, vagy más aminosavakból át tudja alakítani, míg az aminosavak másik részét nem tudja előállítani, ezeket külső forrásból (takarmány) kell az állati szervezetbe juttatni. Azokat az aminosavakat, amelyeket az állati szervezet nem tud fel- vagy átépíteni, és ezekhez csak takarmányból tud hozzájutni nélkülözhetetlen vagy esszenciális aminosavaknak, azokat pedig, amelyeket fel- illetve át tud építeni, nélkülözhető vagy nem esszenciális aminosavaknak neveztek el. Fentieken túl még megkülönböztetnek úgynevezett asszisztáló aminosavakat is, amelyeket az állatok bizonyos korcsoportja vagy a felnőtt állat nem tud teljes mennyiségben szintetizálni.

Számos kivételt lehet tenni az előbbi felosztás alól, mert pl. az arginin a növekvő szervezet számára a legtöbb esetben esszenciális, a kifejlett szervezet viszont elegendő mértékben képes szintetizálni azt. A lizin a legtöbb állatfaj esetében esszenciális, míg a működő tejmirigy viszont képes szintézisére. Ezek szerint az esszencialitást pontosabban jellemezhetjük azokkal a mennyiségi különbségekkel, amely a szervezet szükségleteihez képest különböző sebességgel keletkező aminosavak mennyiségi viszonyaiban fennáll; tehát az a lényeg, hogy az állati szervezet képes-e az összes mennyiség szintézisére, vagy annak csak egy részét tudja előállítani, esetleg képtelen a kérdéses aminosavat létrehozni.

A kérődzőkön kívül az állati fehérje előállítás két legfontosabb állatfaja a sertés és a baromfi. A sertés számára esszenciális aminosav az arginin, a hisztidin, az izoleucin, a leucin, a metionin, a fenilalanin, a treonin, a lizin és a triptofán; a felsoroltakon kívül a baromfinak esszenciális még a glicin és a prolin, valamint mindkét állatfajnál feltételesen nélkülözhető a cisztin és a tirozin. Amennyiben valamelyik esszenciális aminosavból hiány mutatkozik a takarmányozás során, az összes többi aminosav beépülésének mértéke, tehát a testfehérje szintézise is ehhez a hiányhoz igazodik. Pótolva a hiányt, a pótlás mértékének megfelelően megnő az összes többi aminosav beépülésének mennyisége is a fehérjébe. Az elmondottaknak megfelelően az állat szükségleteit legkisebb mértékben kielégítő esszenciális aminosavakat limitáló aminosavaknak nevezzük, hiszen ez a limitje a termelésnek, ez szabja meg az összes

többi aminosav beépülésének mértékét. Attól függően, hogy egy vagy több aminosavból mutatkozik hiány a fehérjében, beszélhetünk első, második, harmadik stb. limitáló aminosavról.

A sertés- és baromfitakarmányokhoz felhasznált hazai alapanyagaink többségének első limitáló aminosava a lizin, második a metionin és a cisztin, harmadik pedig a triptofán, és némely esetben a treonin. A takarmányok limitáló aminosavát egyrészt olyan komponens hozzákeverésével lehet megnövelni, ami a kérdéses aminosavból sokat tartalmaz, másrészt szintetikus vagy mikrobiális úton előállított aminosav-kiegészítővel. A kiegészítés mértékére – különösen szintetikus aminosav-kiegészítők esetében – komoly figyelmet kell fordítani, ugyanis egyes aminosavak nagy fölöslege a takarmányban toxikus lehet az állat számára. Az előzőekből következik, hogy egy abrakkeveréket aminosav-analízisen alapuló pontos számításokkal kell összeállítani, illetve szintetikus aminosavakkal kiegészíteni. Jelenleg hazánkban a legtöbb takarmányvizsgáló laboratórium rendelkezik az aminosav-összetétel pontos megállapításához szükséges automatikus aminosav-analizátorral. Az aminosav-analízis még napjainkban is meglehetősen hosszú és drága. A készülékkel 1 nap alatt 5–6 minta aminosav-összetételét lehet meghatározni, és egy analízis ára a laboratóriumtól függően 10–20 ezer forint között változik. Keveréktakarmányok esetében a minőségellenőrzésre vagy gyártás közbeni beavatkozás céljából elengedhetetlen az aminosav-analízis. Mi a helyzet azonban az alapanyagoknál? Lehet-e valamilyen módon a különböző takarmány alapanyagok aminosav-összetételét, az esszenciális és a limitáló aminosavak mennyiségét és arányát becsülni, esetleg van-e mód a hosszú és drága aminosav-analízis mellőzésére? Lehet-e a takarmány alapanyag nyersfehérje-tartalma alapján becsülni annak aminosav-összetételét, és milyen biztonsággal? Van-e valamilyen összefüggés a takarmány alapanyag nyersfehérje-tartalma és aminosav-összetétele, valamint a takarmány alapanyag nyersfehérje-tartalma és a takarmányfehérje aminosav-összetétele között?

Fenti kérdésre keresve a választ a Kaposvári Egyetem, Állattudományi Karának Kémiai-Biokémiai Tanszékén több évre visszamenőleg kigyűjtöttük különböző takarmány alapanyagok nyersfehérje-tartalmát és aminosav-összetételét, valamint a takarmányfehérje aminosav-összetételét, és számítógépes értékeléssel kerestük a választ arra, hogy vajon lehet-e becsülni, és ha igen, milyen biztonsággal az aminosav-összetételt a nyersfehérje-tartalom alapján.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Michael és mtsai. (1961), *Schiller és Oslage* (1970), *Schipper* (1975) vizsgálatai szerint növekvő nyersfehérje-tartalom esetében a gabona magvakban a különböző fehérjék aránya változik meg, ami végső soron az aminosavösszetétel-változás alapja. A fehérje összetételbeli változás növekvő nyersfehérje-tartalom hatására különösen szembeötlő a búzánál és az árpánál, valamint a rozsnál, ezzel szemben növekvő nitrogénműtrágya adagokra a zab és a kukorica sokkal kevésbé reagálnak (*Schiller*, 1971; *Hoffmann és mtsai.*, 1975; *Jahn-Deesbach*, 1981). *Györi és Bocz* (1982) és *Bocz és Pepó* (1984) a Jubilejnaja-50 búzafajta termékminőségét vizsgálva az öntözés és a trágyázás hatására megállapították, hogy műtrágyázás hatására nő a búzaszem fehérjetartalma és megváltozik a fehérje összetétele. Nő az albumin, csökken a globulin mennyisége, és felhalmozódnak a nagymolekulájú sikerfehérjék.

Kiss és mtsai. (1985) szerint a későn alkalmazott nitrogénműtrágya elsősorban a szemtermés tartalékfehérjeit növeli meg, de megváltoztatja az egyes fehérjefrakciók

mennyiségét és arányát is. Emelkedő nitrogénadagok hatására csökken az albumin és a globulin mennyisége, míg ezzel szemben nő a glutelin- és a prolaminkoncentráció.

Sonntag és Michael (1973) kísérletei egyértelműen bizonyították, hogy mindazok a tényezők, amelyek a nyersfehérje mennyiségét lényegesen növelik a szemtermésben, a biológiailag értékes komponensek viszonylagos csökkenését fogják eredményezni. Ez elsősorban a nitrogénműtrágya adagok hatására mutatkozik meg, mely megváltoztatja a különböző aminosav-összetételű fehérjék arányát.

Eppendorfer (1975) árpa kísérletei alapján a nitrogén mellett a kénnek tulajdonít közvetlen hatást az aminosav-összetételre, különösen kénhiányos területeken. Amennyiben a nitrogéntrágyát kénnel is kiegészítette, akkor a nitrogéntrágyázás hatására bekövetkező nyersfehérje-növekedést nem kísérte a metionin- és cisztintartalom csökkenése, hanem emelkedett ezek mennyisége is. A nyersfehérje-tartalmon belül a kén-tartalmú aminosavak csökkenése lényegesen kisebb mértékű volt emelt szintű nitrogéntrágyázásnál, ha a trágyát kénnel is kiegészítették.

Vincze és Szüts (1978) vizsgálva a búzaszem fehérjetartalmának és aminosav-összetételének alakulását megemelt N-műtrágya dózis hatására megállapították, hogy az aszparaginsav, glutaminsav, glicin és a lizin erőteljesen, a szerin, alanin, valin, izoleucin, leucin, tirozin és a fenilalanin kisebb mértékben nőtt, a prolin, cisztin, metionin, hisztidin és az arginin abszolút mennyisége viszont nem változott. 120–160 kg/ha N-műtrágya adag szinten a tirozin, izoleucin és az alanin maximumát, a metioninnál és a prolinnál pedig minimumot kaptak. A búza a legnagyobb biológiai értékű fehérjét a 80–120 kg/ha nitrogénműtrágya dózis mellett produkálta. A kukoricafehérje aminosav-összetételében a nitrogén adag nem befolyásolta a treonin, alanin, valin, izoleucin, fenilalanin, hisztidin és az arginin mennyiségét, növekedett a kukoricafehérjében az aszparaginsav, a szerin, a glutaminsav, a prolin, a cisztin, a leucin és a tirozin, ezzel szemben csökkent a metionin és a lizin abszolút mennyisége. A kukoricafehérje biológiai értékét 150–200 kg/ha nitrogénműtrágya adagnál találták a legnagyobbak.

Jahn-Deesbach és Schipper (1982) az árpa aminosav-tartalmának változását vizsgálva növekvő nyersfehérje-tartalom mellett megállapították, hogy az árpa nyersfehérje-tartalma rendkívül változó, megemelt nitrogéntrágyázás esetében elérheti a 16–18, extrém esetben pedig még a 20%-ot is. Vizsgálataik szerint növekvő N-műtrágya adag hatására az emelkedő nyersfehérje-tartalmú árpában az összes vizsgált aminosav mennyisége nőtt, amely növekedés különösen erőteljes a prolin és a glutaminsav esetében. Az árpafehérje aminosav-összetételét vizsgálva a nyersfehérje-tartalom függvényében megállapították, hogy a prolin, a glutaminsav és a fenilalanin nőtt, a tirozin, a cisztin, a metionin és az izoleucin nem változott lényegesen, míg az összes többi aminosav csökkent az árpafehérjében növekvő nyersfehérje-tartalommal.

Német (1983) a búza és a kukorica nyersfehérje- és aminosav-tartalmának alakulását vizsgálta a nitrogén-, a foszfor-, és a káliumtrágyázás függvényében. Megállapította, hogy a kukorica nyersfehérje-tartalmát a nitrogén kisebb mértékben növelte, mint a búzáét. A búzafehérje kevés lizint és metionint tartalmaz, amely nitrogénműtrágyázás hatására még tovább csökken. A 174 kg/ha N a 87 kg/ha N-adaghoz viszonyítva az összes aminosav mennyiségét csökkentette, a további nitrogénadag pedig a lizin és az arginin mennyiségében még további csökkenést eredményezett. A kukoricafehérjében a nitrogénhiányos kezelés hatására az arginin és a metionin kivételével az összes többi vizsgált aminosav csökkent, 87 kg/ha nitrogén a lizin, a valin, a treonin és a fenilalanin mennyiségét növelte, a többiét pedig csökkentette, a 174 kg/ha nitrogén pedig az izoleucin kivételével az összes többi aminosav mennyiségét csökkentette. Az aminosavakban tapasztalt növekedést vagy

csökkenést a nitrogén mellett erőteljesen befolyásolja a kálium és a foszfor is, így ezek hatását a búza és a kukorica fehérjetartalmára és annak aminosav-összetételére feltétlenül figyelembe kell venni.

Whitacre (1985) regressziós egyenleteket állított össze a szójaliszt és a kukorica lizin-, metionin-, és cisztintartalmának becslésére. Az összeállításból világosan kitűnt, hogy a vizsgált anyagoknál az esszenciális aminosavak mennyisége nem nőtt arányosan növekvő nyersfehérje-tartalom hatására.

Jensen (1986) a *Whitacre* által javasolt módszerrel, valamint az NRC táblázatokban közölt aminosav-összetétel alapján állított össze különböző keveréktakarmányokat, majd ezek aminosav-összetételét aminosav-analizátorral is meghatározta. Megállapította, hogy a regressziós eredmények alapján számított értékek jobban megközelítették a tényleges aminosav-összetételt az NRC táblázatok alapján számítottaknál.

A *Monsato* (1986) különféle takarmány-alapanyagok aminosav-összetételét elemezve, az aminosavak átlagait és szórásait kiszámolva egy számítógépes programot dolgozott ki a takarmányadagok aminosav-összetétel alapján történő összeállítására. A számítógépes program alapján kapott aminosav-összetételeket összehasonlítva az NRC táblázatokban szereplőkkel megállapították (*Ivery*, 1986), hogy a regressziós egyenletek ugyan nem helyettesíthetik a kritikus aminosav-összetételének meghatározását, azonban ez a módszer még mindig jobb eredményt ad annál, mintha az aminosav eredményeket csak táblázatból néznék ki.

Az irodalmi adatokat áttekintve a legtöbb szerző egyetért abban, hogy növekvő nitrogéntrágya adagok hatására nő a gabonamagvak nyersfehérje-tartalma, megváltozik a szemben levő fehérjefrakciók mennyisége és aránya, ami végső soron aminosav-összetételbeli különbséghez vezet (*Kiss és mtsai.*, 1985; *Jahn-Deesbach és Schipper*, 1982). Úgy tűnik, hogy ez a változás a búzánál, az árpánál és a zabnál sokkal kifejezettebb, mint a kukoricánál. Bizonyítottnak látszik, hogy a nyersfehérje-tartalom növekedése az értékesebb komponensek csökkenését, tehát a nyersfehérje-tartalom növekedésével a fehérje biológiai értékének romlását eredményezi (*Sonntag és Michael*, 1973; *Vincze és Szüts*, 1978; *Whitacre*, 1985; *Jensen*, 1986; *Monsato*, 1986; *Ivery*, 1986). Levonható az a következtetés is, hogy a nyersfehérje-tartalom növekedésével a fehérje biológiai értékének csökkenése csak akkor egyértelműen bizonyított, ha a növény egyéb szükségleteit (pl. kén) nem elégítik ki megfelelő mértékben a megnövelt adagú műtrágyázáskor (*Eppendorfer*, 1975; *Német*, 1983). Az előzőekből következik, hogy takarmányok esetében a minőségellenőrzés vagy gyártás közbeni beavatkozás céljából elengedhetetlen az aminosav-analízis.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleti anyagok

Kísérleteink során megvizsgáltuk 72 db búza (10,5–16,2%), 62 db árpa (7,9–13,7%), 72 db kukorica (7,9–11,0%), 88 db szója (39,1–51,5%), 22 szemescirok (10,1–13,5), 26 zab (9,8–13,7), 8 repcedara (32,1–39,1) és 78 db napraforgódara (35,8–45,5%) nyersfehérje-tartalmát és aminosav-összetételét (zárójelben a vizsgált nyersfehérje tartomány).

Kémiai analízis

A minták szárazanyag- és nyersfehérje-tartalmát az MSZ EN ISO 5963-1. szabvány szerint, az aminosav-összetételét pedig *Csapó és Csapóné* (1985) és *Csapó és mtsai.* (1986) munkáiban leírtak szerint végeztük.

Statisztikai analízis

A nyersfehérje és az aminosav-összetétel, valamint a nyersfehérje és az élelmiszerfehérje aminosav-összetétele közötti összefüggéseket kétváltozós regressziós kapcsolattal próbáltuk felderíteni, így a nyersfehérje és az aminosav-összetétel kapcsolatát $Y=a+bx$ regressziós egyenlettel fejeztük ki. Ahol a korrelációs koefficiens („r”) értéke alapján (Fisher és Yates, 1957; közli: Sváb, 1973) a valószínűség szerint legalább az 5%-ot eléri, ott a lineáris regresszióknak megfelelően, az általunk vizsgált tartományban megadjuk a különböző nyersfehérje-tartalomnak megfelelő aminosav-összetételeket is.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Vizsgálataink eredményeit az árpa példáján mutatjuk be részletesen. Az árpa és az árpafehérje aminosav-összetétele és nyersfehérje-tartalma közötti kétváltozós lineáris regressziós egyenlet paramétereit az 1. táblázat, a vizsgált tartományban az aminosav-összetétel változását a nyersfehérje-tartalom függvényében a 2. táblázat tartalmazza. A többi vizsgált takarmány alapanyag esetében a számszerű eredményeket hely hiányában nem áll módunkban közölni.

1. táblázat

Az árpa és az árpafehérje aminosav-összetétele és nyersfehérje-tartalma közötti kétváltozós lineáris regressziós egyenlet paramétereit (n=62; vizsgált nyersfehérje-tartomány: 7,9-13,7%, a nyersfehérje szórása = 1,8564)

Paraméterek (2)	Aminosav (3)								
	Thr	Cys	Val	Met	Ile	Tyr	Lys	Glu	Pro
	Nyersfehérje – az árpa aminosav-tartalma (1)								
Regressziós koefficiens (4)	0,0244	0,0149	0,0378	0,0080	0,0194	0,0259	0,0205	0,3145	0,1717
Regressziós állandó (5)	0,1176	-0,0084	0,0480	0,0453	0,1511	0,1787	0,1780	-0,6441	-0,5896
Korrelációs koefficiens (6)	0,5907	0,2895	0,4849	0,0970	0,4541	0,6747	0,2835	0,8432	0,7376
Valószínűségi szint (P) (7)	0,1%	5%	0,1%	-	0,1%	0,1%	5%	0,1%	0,1%
	Nyersfehérje – az árpafehérje aminosav-összetétele (8)								
Regressziós koefficiens	-0,0993	0,0044	-0,0514	-0,0182	-0,1068	-0,0517	-0,1410	0,7209	0,5096
Regressziós állandó	4,7560	1,4173	4,9828	1,4431	4,5821	3,9513	5,3374	17,7746	6,3033
Korrelációs koefficiens	0,2158	0,00054	0,0632	0,0067	0,2681	0,1165	0,2276	0,3906	0,2510
Valószínűségi szint (P)	10%		-	-	5%	-	10%	1%	5%

Table 1. Parameters of two-variable linear regression between crude protein content and amino acid composition of barley and barleys protein

Crude protein – amino acid content of barley(1), Parameters(2), Amino acids(3), Regression coefficient(4), Regression constant(5), Correlation coefficient(6), Level of probability(7), Crude protein – amino acid content of barleys protein(8)

2. táblázat

Az árpa aminosav-összetételének alakulása a nyersfehérje-tartalom függvényében
(gramm aminosav/100 gramm árpa)

Nyersfehérje (%) (1)	Aminosav (2)								
	Thr	Cys	Val	Met	Ile	Tyr	Lys	Glu	Pro
7,0	0,289	0,097	0,313	0,102	0,287	0,260	0,324	1,557	0,612
7,5	0,301	0,105	0,332	0,106	0,297	0,273	0,334	1,715	0,698
8,0	0,313	0,112	0,351	0,110	0,307	0,286	0,344	1,872	0,784
8,5	0,325	0,120	0,370	0,114	0,316	0,299	0,355	2,029	0,780
9,0	0,337	0,127	0,388	0,118	0,326	0,312	0,365	2,186	0,956
9,5	0,350	0,135	0,407	0,122	0,336	0,325	0,375	2,344	1,041
10,0	0,362	0,142	0,426	0,126	0,345	0,338	0,385	2,501	1,127
10,5	0,374	0,150	0,445	0,130	0,355	0,351	0,395	2,658	1,213
11,0	0,386	0,157	0,464	0,134	0,365	0,364	0,406	2,815	1,299
11,5	0,398	0,165	0,483	0,138	0,375	0,377	0,416	2,973	1,385
12,0	0,411	0,172	0,502	0,142	0,384	0,390	0,426	3,130	1,471
12,5	0,423	0,179	0,521	0,146	0,394	0,402	0,436	3,287	1,557
13,0	0,435	0,187	0,540	0,150	0,404	0,415	0,446	3,444	1,642
13,5	0,447	0,194	0,559	0,154	0,413	0,428	0,457	3,601	1,728
14,0	0,460	0,202	0,578	0,158	0,423	0,441	0,467	3,759	1,814
14,5	0,472	0,209	0,597	0,162	0,433	0,454	0,477	3,916	1,900
15,0	0,484	0,217	0,615	0,166	0,442	0,467	0,487	4,073	1,986
15,5	0,496	0,224	0,634	0,170	0,452	0,480	0,498	4,231	2,071
16,0	0,508	0,232	0,653	0,174	0,462	0,493	0,508	4,388	2,157

Table 2. Amino acid composition of barley as dependent on crude protein content (g amino acid/100 g barley)

Crude protein(1), Amino acid(2)

Az árpa esetében a Thr-, a Val-, az Ile-, a Tyr-, a Glu- és a Pro-nál $P=0,1\%$ szinten, a Cys-nél, a Lys-nél $P=5\%$ szinten, míg a Met esetében még $P=10\%$ szinten sincs pozitív összefüggés a nyersfehérje-tartalom és az aminosav-összetétel között. Az árpa nyersfehérje-tartalma és az árpafehérje aminosav-összetétele között a Glu-nál $P=1\%$, a Pro-nál pedig $P=5\%$ szinten van pozitív, az Ile-nál $P=5\%$, a Lys-nél és a Thr-nél pedig $P=10\%$ szinten van negatív összefüggés. A regressziós koeficiens értéke alapján úgy tűnik, hogy növekvő nyersfehérje-tartalommal a fentiekén kívül csökken az árpafehérje Val-, Met- és Tyr-tartalma.

A búza esetében a vizsgált aminosavak közül a treoninnál (Thr) $P=2\%$, a valinál (Val) $P=0,1\%$, az izoleucinál (Ile) és a lizinnél (Lys) $P=1\%$ valószínűségi szinten van összefüggés a nyersfehérje-tartalom és az aminosav-összetétel között. Még $P=10\%$ valószínűségi szinten sincs összefüggés a cisztin- (Cys), a metionin- (Met), a tirozin- (Tyr), a glutaminsav- (Glu) és a prolin-(Pro) tartalom és a búza nyersfehérje-tartalma között. A regressziós koeficiens értéke minden esetben pozitív, így tehát növekvő nyersfehérje-tartalomnál mindegyik aminosav mennyisége nő. A búza nyersfehérje-tartalma és a búzafehérje aminosav-összetétele között egyik vizsgált aminosav esetében sem találtunk legalább $P=10\%$ valószínűségi szinten összefüggést. A regressziós

koefficiens értéke a Met és Tyr esetében negatív, így feltételezhető, hogy növekvő nyersfehérje-tartalom mellett csökken a búzafehérje Met- és Tyr-tartalma.

A kukorica Val-, Tyr- és Glu-tartalma $P=0,1\%$ valószínűségi szinten, Thr-tartalma pedig $P=10\%$ valószínűségi szinten nő a nyersfehérje-tartalommal. A többi aminosavnál, valamint a nyersfehérje-tartalom és a kukoricafehérje aminosav-összetétele között még $P=10\%$ valószínűségi szinten sem sikerült összefüggést kimutatni. A regressziós koefficiens alapján – bár statisztikailag nem bizonyítható – úgy tűnik, hogy növekvő nyersfehérje-tartalommal nő a kukoricafehérje Glu-, Pro-, Met- és Ile-, és csökken a Thr-, Cys-, Val-, Tyr- és Lys-tartalma.

A zab Thr-, Lys- és Glu-tartalma $P=0,1\%$, Val-, Tyr- és Pro-tartalma $P=1\%$, Ile-tartalma $P=5\%$, Met-tartalma $P=10\%$ valószínűségi szinten növekvő nyersfehérje-tartalommal nő. A Cys-nél, valamint a zabfehérje aminosav-összetétele és a nyersfehérje-tartalom között még $P=10\%$ valószínűségi szinten sem sikerült összefüggést kimutatni. Statisztikailag nem bizonyítható, bár a regressziós koefficiens alapján úgy tűnik, hogy növekvő nyersfehérje-tartalommal csökken a zabfehérje Cys-, Val- és Tyr-tartalma.

A szemesciroknál növekvő nyersfehérje-tartalommal nő a Thr, Met, Ile, Lys, Cys ($P=10\%$), Val ($P=1\%$), Tyr, Glu ($P=0,1\%$) és Pro ($P=0,1\%$) mennyisége. Növekvő nyersfehérje-tartalom hatására csökken a cirokfehérje Thr- ($P=5\%$), Val-, Met- ($P=2\%$), Ile- ($P=5\%$) és Lys- ($P=10\%$), ezzel szemben nő a Cys-, Tyr-, Glu- ($P=0,1\%$) és Pro-tartalma ($P=10\%$).

A szójában növekvő nyersfehérje-tartalommal $P=0,1\%$ valószínűségi szinten nő a Glu, és $P=10\%$ valószínűségi szinten nő a Thr és Tyr mennyisége. Az összes többi aminosavnál, valamint a szójafehérje aminosav-tartalma és a növekvő nyersfehérje-tartalom között szignifikáns összefüggést nem tudunk kimutatni. A regressziós koefficiens alapján úgy tűnik, hogy növekvő nyersfehérje-tartalommal a szójafehérje Val-, Met-, Ile- és Tyr-tartalma csökken, míg az összes többi aminosav mennyisége nő.

A napraforgódara Pro-tartalma $P=0,1\%$ valószínűségi szinten, Lys-tartalma $P=5\%$, Glu-tartalma pedig $P=10\%$ valószínűségi szinten nő növekvő nyersfehérje-tartalommal. A többi aminosav esetében, valamint a nyersfehérje-tartalom és a napraforgó-fehérje aminosav-összetétele között még $P=10\%$ -os valószínűségi szinten sem sikerült összefüggést kimutatni. A regressziós koefficiens alapján úgy tűnik, hogy a napraforgódara fehérjében növekvő nyersfehérje-tartalommal nő a Glu és a Pro, és csökken a Thr, Cys, Val, Met, Ile, Tyr és a Lys mennyisége.

A repcedaránál az összes aminosav nő a növekvő nyersfehérje-tartalom hatására, de a növekedés csak a Cys-nél ($P=5\%$) és a Glu-nál ($P=0,1\%$) bizonyítható statisztikailag. A nyersfehérje-tartalom növekedése és a repcedara fehérje aminosav-összetétele közötti összefüggést vizsgálva megállapítható, hogy növekvő nyersfehérje-tartalommal csökken a repcedara fehérjében a Thr, Cys, a Val ($P=1\%$), az Ile, a Tyr ($P=10\%$) és a Lys ($P=5\%$) mennyisége, míg a Glu, Pro és Met mennyisége nő.

Az előzőkből a takarmány alapanyagok nyersfehérje-tartalom alapján történő aminosav-összetételének becslésére az alábbi következtetések adódnak. A takarmány százalékos aminosav-összetételét, tehát 100 g takarmány alapanyagban levő aminosavak mennyiségét, a nyersfehérje-tartalom alapján a vizsgált aminosavak többségénél megfelelő pontossággal lehet becsleni. A becslés biztonsága legnagyobb a glutaminsavnál, a tirozinnál ($P=0,1\%$ -os megbízhatósági szinten), majd következik a valin, a treonin és a lizin ($P=1\%$), és folytatódik a cisztinnel ($P=5\%$), az izoleucinnal ($P=10\%$), és végül következik a metionin, ahol még $P=10\%$ -os valószínűségi szinten sem tudjuk a becslést elvégezni. Egyértelműen leszögezhető tehát, hogy a nyersfehérje-tartalom alapján a legtöbb takarmány alapanyagnál, a metionin kivételével, az összes többi takarmányozási szempontból fontos aminosav a

keveréktakarmányok előállításához szükséges pontossággal becsülhető. Ez a becslés lényegesen pontosabb, mintha az adatokat egy átlagértéket tükröző táblázatból vennénk. A keveréktakarmány összeállítók analízisadatok hiányában táblázatainkat használva lényegesen közelebb jutnak a kívánt aminosav-összetétel eléréséhez, mint ha az adatokat a ma használatos belföldi vagy külföldi táblázatokból vennék.

Közel sem igaz a fenti állítás a takarmányfehérjében levő aminosavakra. A nyersfehérje-tartalom alapján csak a takarmányfehérje glutaminsav- és lizintartalmát lehet becsülni $P=10\%$ -os valószínűségi szinten, ezzel szemben az összes többi aminosav mennyisége nem becsülhető a nyersfehérje-tartalom alapján a takarmányfehérjében. A regressziós koeficiensek alapján megállapítottuk, hogy a takarmányban a nyersfehérje-tartalom függvényében mindegyik vizsgált aminosav nő. A fehérje százalékában vizsgálva az aminosavak mennyiségét megállapítható, hogy nyersfehérje-tartalom függvényében a glutaminsav és a prolin az összes többi vizsgált takarmány alapanyagánál nő, a többi aminosav az esetek legnagyobb részében csökken. Levonható tehát az a következtetés, hogy növekvő nyersfehérje-tartalommal nő a nem esszenciális és csökken az esszenciális aminosavak mennyisége a takarmányfehérjében.

Eredményeinket a szakirodalom tükrében értékelni meglehetősen nehéz, mert olyan közleménnyel nem találkoztunk, amely a nyersfehérje-tartalom függvényében vizsgálta volna a takarmány alapanyag aminosav-tartalmát vagy a takarmányfehérje aminosav-összetételét. *Vincze és Szüts* (1978) vizsgálati eredményeihez hasonlóan a nyersfehérje-tartalom függvényében a kukoricafehérje Glu- és Pro-tartalmának növekedését, Lys-tartalmának pedig csökkenését figyeltük meg, amit ők a növekvő nitrogéndózis hatására mutattak ki. A búzánál növekvő nyersfehérje-tartalommal az összes aminosav növekedését mutattuk ki, ellentétben a fenti szerzőkkel, akik maximumokat, illetve minimumokat kaptak különböző nitrogén dózis hatására.

Jahn-Deesbach és Schipper (1982) megállapításához hasonlóan a Glu és a Pro rohamos növekedését kaptuk az árpánál növekvő nyersfehérje-tartalommal. Ugyancsak hasonló eredményeket kaptunk az árpafehérje aminosav-összetételének változásával kapcsolatban is. Náluk és nálunk is a Glu és Pro nőtt, a többi aminosav pedig nem változott lényegesen, vagy csökkent növekvő nyersfehérje-tartalom hatására az árpafehérjében. *Németh* (1983) eredményeihez hasonlóan a kukoricafehérje Lys-tartalmának és a búza Met-tartalmának csökkenését tapasztaltuk növekvő nyersfehérje-tartalom mellett.

IRODALOM

- Bocz E., Pepó J. (1984). A műtrágyázás és az öntözés hatása az őszi búzafajták minőségére. *Növénytermelés*. 33. 5. 407-417.
- Csapó J., Csapóné Kiss Zs. (1985). Új ioncserés oszlopkromatográfiai módszerek élelmiszerek és takarmányok analízisében. MTA Kémiai Tudományok Osztálya, Budapest, Erdey László díjas pályamunka. 1-139.
- Csapó J., Tóth-Pósfai I., Csapóné Kiss Zs. (1986). Optimization of hydrolysis at determination of amino acids content in food and feed product. *Acta Alimentaria*. 15. 3-21.
- Eppendorfer, W.N. (1975). Effects of fertilizers on quality and nutritional value of grain protein. Fertilizer use and protein production. *Der Bund AC.*, Bern. Switzerland, 249-263.
- Győri Z., Bocz E. (1982). Az öntözés és trágyázás hatása Jubilejnaja 50 búzafajta termék minőségére. *Növénytermelés*. 31. 3. 217-225.
- Hoffmann, P., Tanner, M., Hooser, K., Averdunk, G. (1975). Untersuchungen über Einfluss einer Stickstoff-Spättdüngung auf Ertrag, Protein- und Aminosäuregehalt bei verschiedenen Weizensorten. *Landwirtsch. Forschung*. 28. 1-23.

- Ivery, F.J. (1986). Optimizing ingredient utilization. Proceedings of the 1986 Animal Nutrition Council Symposia. 1-13.
- Jahn-Deesbach, W. (1981). Untersuchungen Über den Einfluss von Klimafaktoren auf Ertrag und Qualität von Weizen (Klimakammerversuche). Getreide, Mehl u. Brot. 35. 281-286.
- Jahn-Deesbach, W., Schipper, A. (1982). Über die Änderungen der Aminosäure-Gehalte in Gerste bei steigenden Rohproteingehalten. Landwirtsch. Forschung. 3-4.
- Jensen, L.S. (1986). Low protein diets and amino acid supplementation for broilers. Degussa Technicol Symposium. Indianapolis, Indiana, May 6. 4-15.
- Kiss E., Debreczeni K., Pethes J. (1985). A különböző időben adagolt nitrogén fejtrágya beépülése az őszi búza szemtermésében. Búzatermesztési kísérletek 1970-1980. Akad. Kiad. Budapest, 228-234.
- Michael, G., Blume, B., Faust, M. (1961). Die Eiweissqualität von Körnern verschiedener Getreidearten in Abhängigkeit von Stickstoffversorgung und Entwicklungsstand. Z. Pflanzenerähr, Düng, Bodenkde. 92. 106-116.
- Németh I. (1983). A búza és kukorica nyersfehérje- és aminosav-tartalmának alakulása a nitrogén-, foszfor- és káliumtrágyázás függvényében. Növénytermelés. 32. 1. 37-45.
- Monsato Co: Nutrition Update (1986). Amino acid in feed ingredients and their predictability. Monsato Co, Animal Sciences Division, 800 N. Lindbergh Blvd., St. Louis, USA Mo. 633167.
- Schiller, K., Oslage, H.J. (1970). Untersuchungen über die Variabilität von Futtergerstenprotein. 1. Mitteilung: Über den Einfluss ökologischer Faktoren auf den Proteingehalt in Gersten und dessen Ernährungsphysiologische Qualität. Landwirtsch. Forschung. 23. 317-332.
- Schiller, K. (1971). Untersuchungen über die Variabilität von Futtergerstenprotein. 2. Mitteilung: Über den Einfluss ökologischer Faktoren auf die Eiweissarten in Protein von gerstencaryopsen. Lanwirtsch. Forschung. 24. 15-33.
- Schipper, A. (1975). Quantitate and Qualität der Proteine in Getreide Ergebn. Landw. Forschung, Justus-Liebig-Universität, Giessen. VIII. 50-58.
- Sonntag, Chr., Michael, G. (1973). Einfluss einer späten Stickstoffdüngung auf Eiweissgehalt und Eiweisszusammensetzung von Körner Konventioneller und Lysinreicher Formen von Mais und Gerste. Z. Acker-u. Pflanzenbau. 138. 116-128.
- Sváb J. (1973). Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Whitacre, M.F. (1985). Amino acid profiles and regression equations of major feed ingredients. Degussa Technical Symposium. Fresno, CA, March 13. 34-57.
- Vincze L., Szüts G. (1978). A búza- és kukoricafehérje aminosav-tartalom alapján számított biológiai értékének alakulása a nitrogén műtrágyaadag változásának függvényében. XX. Georgikon Napok. Keszthely. 380-397.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Csapó János

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar

7401 Kaposvár, Pf. 16.

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science

H-7401 Kaposvár, P.O.Box 16.

Tel.: 36-82-314-155, Fax: 36-82-321-749

e-mail: csapo.janos@ke.hu