

Három cigája fajtaváltozat tejének beltartalmi vizsgálata és a juhtej kazein frakcióinak elválasztása RP-HPLC módszerrel

Bajúsz Ildikó

Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Szeged
bildiko@mk.u-szeged.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerző a vizsgálatokat 2005-ben a Debreceni Agrártudományi Centrum tangazdaságából és a balmazújvárosi telepről begyűjtött cigája tejmintákból, illetve 2006-ban kiegészülve a Bakonszegi Awassi Rt.-től származó juhok tejmintáiból a Szegedi Tudományegyetem Élelmiszmérnöki Intézetében végezte. A 2005-ben végzett mérésekhez 3, tejelő célra jól hasznosítható cigája juh fajtaváltozat tejét használta fel és azok tejösszetételét, bennük fellelhető esetleges különbségeket és az alvadási tulajdonságokat, a sajtta való feldolgozást, a kitermelésre vonatkozó jellemzőket, illetve a szárazanyagának a sajtba történő átvitelét vizsgálta.

A 2005 és a 2006-os mért beltartalmi eredmények összehasonlítása alapján megállapítható volt, hogy az egymást követő években változik ugyanazon állatok tejének összetétele, és ez megmutatkozott a szerző által vizsgált kitermelés és szárazanyag átvitelben is. A várákosnak megfelelően mind a szárazanyag tartalom, mind a fehérjetartalom növekedése a kitermelés növekedését idézte elő. A fehérjetartalom hatása azonban szorosabbnak bizonyult.

A QTS-el végzett alvadék vizsgálatok eredményeinek alapján megállapítható, hogy a lédeci és a csókai fajtaváltozatok esetén az alvadékokat jellemző keménység nem különböző, míg az erdélyi fajtaváltozat esetén a keménység kisebb, mint a másik kettőnél. Ennek a tulajdonságnak a sajtgyártásban lesz a későbbiekben fontos szerepe.

A szerző 2006-ban a fehérje összetételre irányuló vizsgálatait Bordin leírása alapján kezdte meg. Bordin és munkatársai egy olyan használható analitikai módszert mutatnak be, amely segítségével meghatározhatók a tej összes alkotórészei, közülük is különösen a hét főbb fehérje. Bár módszerüket szarvasmarha tejére alkalmazták, az eljárásuk bemutatását át tanulmányozva juhtejre is adaptálhatónak bizonyult.

Kulcsszavak: juhtej, fehérje frakciók, RP-HPLC módszer

SUMMARY

The measurements started in 2005, the author used the milk of 3 types of Tsigai Sheep that are suitable for milking, they examined the milk composition, the possible differences between the milk types, the coagulation characteristics, cheese processing, yielding characteristics and the transfer of solid content into cheese. From the large number of measurements, the results of milk composition examinations are described.

During the research the author examined the milk coagulation property of three types of Tsigai Sheep QTS 25 is a substance investigating instrument, and its primary mission is the analysis of the substance profile. The advantage of this instrument is the representation of the survey graphs from which the part of the substance characteristics could be directly read off. By the help of the applied mathematical and statistical operations we tried to

establish connection between the **congealment-hardness** and the **specialty of the different types of Tsigai Sheep**.

In 2006 the author began the identification and qualification of the major sheep milk proteins by RP- HPLC method. She used a scientific article written by Bordin et al. The method is able to separate and quantify the seven major proteins. However Bordin's procedure was developed using bovine milk, the author adapted it to sheep milk.

Keywords: Sheep milk, protein fraction, RP-HPLC methods

BEVEZETÉS, MINTAVÉTEL

A mérésekhez három, tejelő cigája fajtaváltozat tejét használtuk fel és azok tejösszetételét, bennük fellelhető esetleges különbségeket és az alvadási tulajdonságokat, a sajtta való feldolgozást, a kitermelésre vonatkozó jellemzőket, illetve a szárazanyagának a sajtba történő átvitelét vizsgáltuk. Tavasszal a laktációs idő megkezdésével a Balmazújvárosban található lédeci cigájától (L), és az erdélyi (vörös fejű) cigájától (E), illetve Debrecenben az Agrártudományi Centrum telepén található csókai cigájától (Cs) történt meg az elegyítés és az egyedi tejminták levétele.

Alkalmanként ~ 100-100 egyed tejét vizsgáltuk. A nyerstej mintákat az MSZ EN ISO 707:2000 szabvány szerint vettük le a telephelyen az állatoktól a telepen dolgozók segítségével. A debreceni és a balmazújvárosi telepen is kézi fejéssel történt a mintavételezés. A mintákat hűtve szállítottuk Szegedre, ahol a vizsgálatokat végeztük. Miután a juhtej összetétele a laktáció során változik (zsír-, fehérje-, és szárazanyag-tartalma nő), a tejelés időszakában öt alkalommal hoztunk tejmintát a rendelkezésre álló telepekről.

A tejösszetétel vizsgálata

A tej összetételét az IDF Standard 141B:1996 szerint vizsgáltuk. Tejösszetétel vizsgálatkor 40 °C-ra melegítettük a mintákat vízfürdő segítségével, majd a mérest Bentley 150 típusú infravörös spektrofotométerrel (MIR) végeztük. A tej összetételének meghatározása azon alapul, hogy a tejben lévő oldott és diszpergált alkotórészek mennyiségüktől függően engedik át, illetve nyelik el a fényt. A műszer 6 különböző hullámhosszúságú fényrel világítja át a mintát, és a fényelnyelés, átbocsátás értékeiből saját szoftverének segítségével számítja ki a tej összetételét. A fényelnyelés eredményeiből a tej zsír-, fehérje-, tejcukor- és száraz-anyagtartalmát határozza meg. A zsírmentes

szárazanyag és az ásványi anyagok mennyiségét a műszer a mért eredményekből program alapján kalkulációval számítja (*1. táblázat*).

1. táblázat

Cigája fajtaváltozatok tejösszetételének alakulása a különböző laktációs évekből
(1=laktáció 3. éve, 2=laktáció 4. éve)

	Lédeci		Csókai		Erdélyi	
	1	2	1	2	1	2
Zsír(1)	5,64	6,20	3,14	5,98	3,25	6,35
Fehérje(2)	5,40	5,35	4,87	4,87	5,44	6,15
Tejcukor(3)	5,09	5,11	5,24	5,28	5,24	5,24
Szárazanyag(4)	17,07	17,35	14,23	16,88	15,09	19,92
Zsmsza(5)	11,42	12,45	10,59	11,56	11,87	12,67

Table 1: Composition of different Tsigai Sheep milk (1= the 3rd year of the lactation, 2= the 4th year of the lactation)
Fat(1), protein(2), lactose(3), solid content(4), non fat dry matter(5)

A laktáció 3. évében zsír-, fehérje- és tejcukor tartalom a lédeci fajtaváltozatok esetében 5,0% fölött volt (5,64%, 5,40% és 5,09%). Szembetűnő a csókai és az erdélyi cigája tejének alacsony zsírtartalma. A csókai esetében 3,14%, míg az erdélyi esetében 3,25% zsírtartalmat lehetett megállapítani, a lédeci tej zsírtartalma a juhtejnél megszokott magas, 5,64%-os értéket mutatta.

A fehérjetartalom kisebb különbséget mutatott. A csókai tejének fehérjetartalma volt a legalacsonyabb 4,87%-kal, míg az erdélyi cigája tejénél 5,44%-os fehérjetartalmat lehetett mérni. A tejcukor értékeiben tapasztalható a legkisebb eltérés, mindössze 0,15 volt a különbség a legkisebb és a legnagyobb érték között. Az erdélyi és csókai tejének tejcukortartalma kissé magasabb volt, mint a szakirodalomban talált adatok. Ugyanebben a laktációs időszakban a szárazanyag- és a zsírintes szárazanyag tartalom vizsgálatára is sor került a három fajtaváltozat esetében.

A szárazanyag-tartalom a lédeci tejében volt a legmagasabb (17,07%), míg a legalacsonyabb a csókai cigája tejösszetételében volt kimutatható (14,23%). A zsírintes szárazanyag-tartalom közel megegyezett a három fajtaváltozat tejében (átlagosan 11,29%).

Ezeket, a vizsgálatokat a 4. laktációban is megismételtük. Ebben az évben is a beltartalmi értékek közül a zsírtartalom volt a legmagasabb a mintákban. A tavalyi évhez hasonlóan a csókai cigája tejének fehérjetartalma volt a legalacsonyabb (4,87%), és az erdélyi teje bizonyult ismét a legmagasabb fehérjetartalmúnak (6,15%). A tejcukor-tartalom mindhárom fajtaváltozat tejösszetételében közel megegyezett, a 3. laktációs mintákhoz hasonlóan, kismértékben a csókai teje tartalmazta legtöbb tejcukrot.

A szárazanyag-tartalom az előző évtől eltérően az erdélyi cigája esetében volt a legmagasabb (19,92%), a csókai cigája esetében pedig változatlanul a legalacsonyabb (16,88%). A zsírintes szárazanyag-

tartalom értékei a három fajtaváltozat esetében közel azonosak voltak a korábbi év adataival megegyezően.

A három cigája adatainak értékelését a két laktációs év együttes átlaga alapján végeztük el. Megfigyelhető, hogy a zsír- és fehérjetartalom a csókai cigája esetében alacsonyabb volt, a tejcukor pedig éppen ellenkezőleg, magasabb volt, mint a lédeci és erdélyi esetében (*1., 2. ábra*).

1. ábra: **Eltérő cigáják tejének zsír-, fehérje- és tejcukor tartalma**
(két laktációs év együttes átlaga)

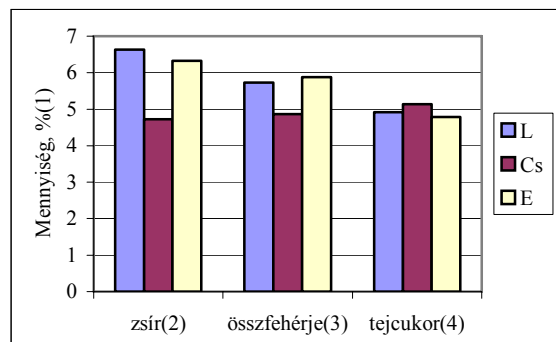


Figure 1: The fat, the protein and the lactose content of the different Tsigai's milk (the average of the two lactation year)
Amount(1), fat(2), total protein(3), lactose(4)

2. ábra: **Eltérő cigáják tejének szárazanyag és zsírintes szárazanyag tartalma**
(két laktációs év együttes átlaga)

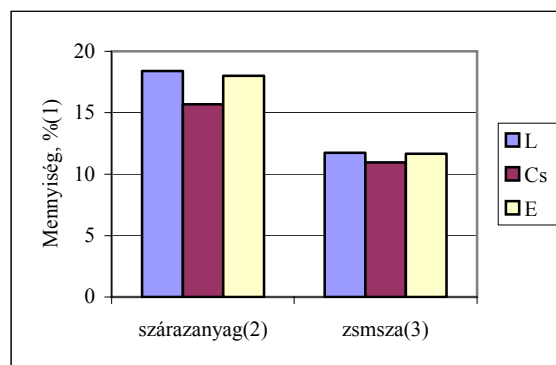


Figure 2: The solid material and the fat-free solid material content of the different Tsigai's milk (the average of the two lactation year)
Amount(1), solid material(2), fat free solid material(3)

A két laktációs év eredményeinek összehasonlítása alapján megállapítható, hogy az egymást követő években változik ugyanazon állatok tejének összetétele. A változás mögött több tényező húzódik meg. Ilyen pl. a kor hatása, ami egy ideig növekvő tejtermelésben nyilvánul meg, majd később stagnál, illetve csökken a tejtermelés. További változást eredményezhet az eltérő takarmány és a született bárányok száma is.

Az ikerellő anyák általában több tejet termelnek, de ezzel párhuzamosan a tej beltartalmi értékei csökkennek (Jávor és mtsai, 2006).

Kitermelés és szárazanyagátvitel vizsgálata

A tejminták összetételének meghatározása mellett többek között sor került a fölözés utáni kitermelés és szárazanyag-átvitel vizsgálatára is. A juhtejből legnagyobb mennyiségben sajtokat készítenek, amelyek gyártásában a kitermelés a legfontosabb tényező. A kitermelést a tejben lévő alkotórészekből a sajtba átkerülő mennyiség határozza meg. A tej sajtgyártásra való alkalmasságát egyrészt a kitermelés, másrészt a pontosabb összefüggések feltárása érdekében az egyes alkotórészek átviteli arányának vizsgálatával lehet értékelni. Az üzemi gyakorlatban sajt-kitermelésen a 100 liter üstejből gyártott sajt tömegét értjük, az értéket %-ban adják meg. Mivel a rendelkezésre álló tejminták mennyisége nem tette lehetővé a konkrét sajtgyártást, ezért a kitermelést laboratóriumi módszerrel határoztuk meg.

A kitermelést Melilli 2002-ben kidolgozott módszere alapján állapítottuk meg. A módszer azon alapul, hogy a sajtgyártást szimuláljuk egy centrifugacsőben. A centrifugacsőbe analitikai mérleggel mértük be az ismert összetételű, 30 °C-os, előzőleg zsírtalanított tejet. A tej zsírtalanítását Janetzky T 30 típusú centrifugával végeztük 5000 rpm-el 10 percig, majd 6500 rpm-el további 10 percig. A kimért 150 cm³ zsírmentes tejet 0,3 g CaCl₂ el javítottuk fel, majd beoltottuk az oltóenzimmel (Melilli és mtsai, 2002).

A beoltáshoz a Cagliificio Clerici S.p.A. állati eredetű „Caglio liquido” elnevezésű, 50% kimozin és 50% marhahépszin tartalmú, 14500 oltóerősségű oltóját alkalmaztuk. 150 cm³ tejhez 37 µl oltót használtunk. A kis mennyiség, illetve a pontos bemérés érdekében az oltóból előzőleg 1/1 arányú hígítást készítettünk. Beoltás után a minták 30 percig alvadtak, majd a kialakult alvadékokat 6 egyenlő cikkelyre vágtuk speciális kés segítségével. A felvágást követően a mintákat centrifugáltuk 4200 1/min sebességgel 15 percig. A centrifugálás után a kivált savót leöntve a csöveket fejjel lefele fordítva hagytuk azokat további 10 percig csurgatni, hogy a szabad savó elfolyhasson a mintákból. A kitermelés ezután a minta visszamérése alapján állapítható meg. Annak érdekében, hogy a kialakult alvadékok eltérő nedvességtartalma ne befolyásolja az eredményeket, azonos nedvességtartalomra való korrekció végzésére is sor került. A kísérletek során a vonatkoztatási nedvességtartalmat 80%-ban volt célszerű megállapítani. Az ehhez szükséges nedvességtartalom meghatározást gravimetriás módszerrel végeztük a centrifugacsőben lévő alvadékból (sajtból) vett ismert tömegű mintával. A minták szárítása 102 °C-on tömegállandóságig történt.

A sajtgyártásra való alkalmasságot a szárazanyag-tartalom sajtba történő átvitelének értékelésével lehet

pontosabbá tenni. Az átviteli arányt a rendelkezésre álló tejevizsgálati és tömegmérési eredményekből egyszerű számítással el lehet végezni.

A konkrét tejminták vizsgálati eredményeinek alapján sajtgyártásra – a tej összetételét tekintve – a csókai cigája teje lenne a legmegfelelőbb, mert az rendelkezik a legnagyobb fehérjetartalommal. A nagyobb fehérjetartalom ugyanis minden esetben nagyobb kitermelést eredményez. A csókai cigája tejének zsírtartalma lényegesen elmarad a kisebb fehérjetartalommal rendelkező lédeci cigája tejétől, ami további előnyként értékelhető. A sajtok gyártásakor ugyanis az üstej zsírtartalmát a fehérjetartalom határozza meg (azonos zsírfokozatú sajt esetén), így lényegesen kevesebb tejszír maradna feleslegben a csókai cigája tejének felhasználása során, illetve kevesebb juhtejszín további kezelésére, feldolgozására lenne szükség, ami további megtakarításhoz vezetne (Fenyvessy, 1992).

A kitermelési kísérletben felhasznált minták közül a legkisebb hatékonysággal, azaz a legkisebb kitermeléssel az erdélyi cigája tejénél találkoztunk. Az alacsony fehérjetartalom túl ennek további magyarázata lehet, hogy ennek a fajtaváltozatnak volt a legmagasabb a nem fehérje nitrogén tartalma (NPN), és ez a fehérje frakció döntően nem vesz részt az alvadék kialakulásában, hanem a savóval eltávozik.

Mivel az alkalmazott módszer szerint a tej zsírtartalma és annak állapota is befolyásolja a kitermelést, ezért a kitermelésre vonatkozó kísérleteket zsírtalanított mintákkal végeztük. Így kevesebb változóval kellett számolni, és a szárazanyag alkotók közül döntően a fehérje átvitele határozta meg a kitermelést. Az átviteli arányoknál a szárazanyag átvitelét tudtuk tanulmányozni.

Az üstejek összetételét számítással határoztuk meg, az eredményeket a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

A kísérleti üstejek összetétele (%)

Alkotórész(1)	Lédeci		Erdélyi		Csókai	
Tejcukor(2)	5,39	5,40	5,51	5,51	5,23	5,24
Összfehérje(3)	5,56	5,56	5,31	5,28	5,73	5,72
Valódi fehérje(4)	5,36	5,36	5,31	5,28	5,53	5,53
Ásványi anyag(5)	1,07	1,07	1,02	1,04	1,07	1,08
Szárazanyag(6)	12,02	12,03	11,83	11,83	12,02	12,04

Table 2: Composition of the experimental milk (%)

Contents(1), lactose(2), total protein(3), protein(4), minerals(5), solid content(6)

A tejminták zsírtalanítása után az egyes fajták tejének alkotórészei közötti különbségek megmaradtak. A legnagyobb fehérjetartalommal így is a csókai cigája rendelkezett, ami ezt a tejet predestinálta a legmagasabb kitermelés elérésére. Az eredményt azonban kissé módosíthatja, hogy a csókai cigája tejének volt a legalacsonyabb tejcukortartalma (3. táblázat).

A kitermelés számításának adattáblája

	Lédeci		Erdélyi		Csókai	
Cső tömege, g(1)	98, 486	98, 592	98, 314	98, 352	98, 687	98, 318
Tömeg a tejjel, g(2)	147, 034	149, 963	148, 175	148, 226	149, 025	147, 843
Centrif. utáni t., g(3)	116, 416	117, 202	113, 925	114, 194	119, 936	119, 204
Tej bemért t., g(4)	48, 548	51, 371	49, 861	49, 874	50, 338	49, 525
Alvadék tömege, g(5)	17, 930	18, 610	15, 611	15, 842	21, 249	20, 886
Sav, g(6)	30, 618	32, 761	34, 250	34, 032	29, 089	28, 639
Kitermelés %(7)	36, 93	36, 23	31, 31	31, 76	42, 21	42, 17
Kitermelés %, átlag(8)	36, 58		31, 54		42, 19	

Table 3: The data from the cheese processing

The weight of the tube(1), the weight with the milk(2), after the centrifugation(3), the weight of the milk(4), the weight of the yield(5), whey(6), processing %(7), average processing %(8)

Az eredmények a várakozásnak megfelelően alakultak, hiszen a legnagyobb fehérjetartalmú tejet adó csókai cigájánál volt a legmagasabb kitermelés, ami átlagosan 42,19% volt. A következő a fehérjetartalom vonatkozásában második helyen álló lédeci cigája eredménye volt (36,58%), míg a legalacsonyabb fehérjetartalmú üstejet adó erdélyi cigája eredménye bizonyult a legalacsonyabbnak, pontosan 31,54%-nak. Ezek az adatok a tejtermelés

adatai nélkül nem tesznek lehetővé teljesen korrekt, átfogó, a fajtákat értékelő megállapítást, mindenestre azt bizonyítják, hogy a magasabb fehérjetartalmú tejből több sajt gyártható.

Az üzemi gyakorlatban az eltérő gyártások soha nem eredményeznek azonos nedvességtartalmú sajtokat. A kitermelés korrekt értékeléséhez ezért az eredményeket úgy számoltuk át, mintha azonos lenne a sajtok (alvadék) nedvességtartalma (4. táblázat).

A korrigált kitermelés számítása

	Lédeci		Erdélyi		Csókai	
Alvadék víztart., %(1)	82, 666	79, 862	77, 877	80, 374	82, 636	80, 579
Alvadék szat., %(2)	17, 334	20, 138	22, 123	19, 626	17, 364	19, 421
Vonatkoztatási nedvességtartalom, %(3)	80, 00	80, 00	80, 00	80, 00	80, 00	80, 00
Korrigált kitermelés %(4)	35, 74	36, 29	32, 16	31, 62	40, 87	41, 87
Korrigált kitermelés átlag, %(5)	36, 01		31, 89		41, 37	

Table 4: The adjusted data from the cheese processing

The water content of the yield %(1), the solid content of the yield %(2), water content %(3), adjusted cheese processing %(4), average adjusted cheese processing %(5)

A korrigált kitermelés értékei is ugyanazt a különbséget mutatják a fajták teje között, mint az előző eredmények. A lédeci és a csókai tej kitermelés adatai kissé alacsonyabbak lettek az alvadéknak a vonatkoztatási nedvességtartalomnál nagyobb víztartalma miatt, míg az erdélyi cigájánál ez fordítva történt.

A várakozásnak megfelelően mind a szárazanyag-tartalom, mind a fehérjetartalom növekedése a kitermelés növekedését idézte elő. A fehérjetartalom hatása azonban szorosabbnak bizonyult. Ez azt bizonyítja, hogy a fehérjetartalom nagyobb arányban kerül át a sajtba, mint az ásványi anyag, és tejcukortartalom (3. ábra).

A sajtgyártás szempontjából nagyon fontos tehát, hogy a tej szárazanyagából mennyi kerül át a sajtba. Ebben a tekintetben nem várt különbségeket találtunk a három cigája fajtaváltozat tejének felhasználása során. A lédeci és az erdélyi cigáják esetében kisebb eltérés tapasztalható, és ez két fajtaváltozat a csókai cigája tejéből kapott értékeket meghaladta.

3. ábra: Az üstej szárazanyagának átvitele a sajtba

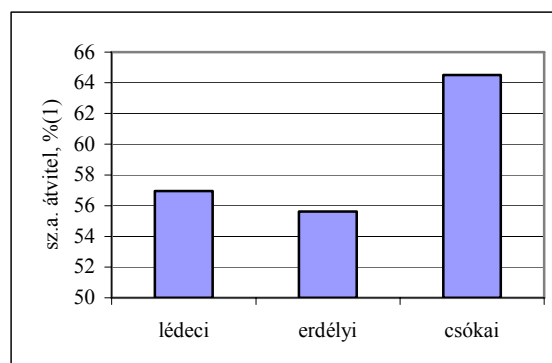


Figure 3: The effect of the solid material content in the three different types of Tsigai Sheep breed
Solid material content(1)

Alvadék vizsgálat qts műszerrel

A 2005-ös tavaszi kéthetenként vett mintákból a jellemzők meghatározása mellett a sajt készítéshez nélkülözhetetlen alvadási folyamatot ill. paramétereit is vizsgáltuk. A kialakuló alvadék vizsgálatát QTS 25 műszerrel végeztük.

Az élelmiszeriparban az állományvizsgálatok mérésére jól és igen sokoldalúan alkalmazhatók a penetrométerek, amelyek a nyomótest bemerülését mérik, és más egyéb jellemzők (pl. folyáshatár) pedig a kapott eredményekből számíthatók (Lásztity és Törley, 1987).

Az általunk használt QTS 25 állományvizsgáló műszer elsődleges feladata az állomány profil analízis, és előnyei közé tartozik a mérési görbék megjelenítése, amelyekről az állományjellemzők egy

része (az elsődleges jellemzők) közvetlenül is leolvashatók, míg a másodlagos (származtatott) jellemzőket a kiértékelő szoftver automatikusan számítja (Farkas és B-né Herczeg, 1997).

Az alapadatok bemutatása

A minta elkészítésekor 30 °C-on az 50 ml juhtejet 0,025 ml oltóenzim hozzáadásával 30 percig „altattuk”, majd minden egyes minta esetében több párhuzamos mérést végeztünk.

A háromféle cigája tejalvadékanak mérési eredményeit az alábbi táblázatok mutatják (a táblázatban index-el jelöltük a laktáció különböző időpontjában levett tejmintákat, pl. L1, L2...) (5., 6., 7. táblázat).

5. táblázat

Lédeci cigája alvadékanak mérési eredményei

Juhtej alvadékok állományvizsgálata(1)						
Minta(2)		Keményiség (g) (H1)(3)	Modulus (g/s) (tgα)(4)	Tapadósság (gs) (A3)(5)	Terület (gs) (A1)(6)	Kompressziós munka (gs) (A4)(7)
L1	1	89	3, 643	226, 06	1238, 2	976, 57
	2	97	3, 857	190, 95	1400, 1	1101, 1
	3	16	0, 416	40, 942	295, 15	158, 7
	4	152	6, 177	51, 381	2155, 4	1639, 6
	átlag(8)	88, 5	3, 523	127, 34	1272, 2	969
	szórás(9)	48, 38	2, 051	82, 202	661, 86	530, 06
	vc%	54, 67	58, 22	64, 55	52, 02	54, 70
L2	1	203	8, 134	215, 72	3423, 5	2711, 5
	2	231	8, 913	186, 41	3698, 4	2975, 3
	3	233	8, 664	304, 1	3669, 1	2911, 7
	4	243	9, 362	234, 07	3845, 5	3076, 6
	5	216	8, 286	275, 89	3353, 9	2624
	6	222	8, 21	177, 23	3517, 8	2748, 8
	átlag(8)	224, 67	8, 595	232, 24	3584, 6	2841, 3
	szórás(9)	12, 893	0, 438	45, 592	169, 14	158, 58
	vc%	5, 74	5, 10	19, 63	4, 72	5, 58
L3	1	134	5, 232	84, 984	2314, 6	1738, 4
	2	283	10, 672	97, 112	4877, 7	3741, 9
	3	287	10, 737	135, 19	5070, 2	4045, 1
	4	248	8, 542	19, 579	3989, 8	3066, 6
	átlag(8)	238	8, 796	84, 215	4063, 1	3148
	szórás(9)	61, 931	2, 239	41, 662	1088, 6	887, 56
	vc%	26, 02	25, 45	49, 47	26, 79	28, 19

Table 5: Substance analysis of sheep milk yield (Lédec variety)

Substance analysis of sheep milk yield(1), sample(2), hardness(3), modulus(4), adhesiveness(5), area(6), compression work(7), mean(8), standard deviation(9)

Csókai cigája alvadékának mérési eredményei

Juhtej alvadékok állományvizsgálata(1)							
Minta(2)	Keményiség (g) (H1)(3)	Modulus (g/s) (tgα)(4)	Tapadósság (gs) (A3)(5)	Terület (gs) (A1)(6)	Kompressziós munka (gs) (A4)(7)		
CS1	1	380	14, 599	347, 64	6081, 1	5075, 7	
	2	354	13, 852	36, 654	5202, 2	4073, 2	
	3	266	10, 718	41, 242	3859, 1	3044, 1	
	4	292	11, 967	54, 237	4400, 1	3504, 3	
	5	246	10, 645	212, 98	4212, 1	3593, 8	
	6	291	11, 883	43, 086	4373, 9	3535, 2	
	átlag(8)	304, 83	12, 277	122, 64	4688, 1	3804, 4	
	szórás(9)	47, 246	1, 484	118, 19	741, 65	642, 07	
	vc%	15, 50	12, 09	96, 37	15, 82	16, 88	
	CS2	1	212	7, 822	169, 55	3332	2585, 1
2		207	7, 968	21, 112	3198, 2	2432	
3		226	7, 204	42, 768	3914, 2	2955, 1	
4		230	7, 907	111, 28	3835	2879, 5	
átlag(8)		218, 75	7, 725	133, 43	3569, 8	2712, 9	
szórás(9)		9, 523	0, 305	63, 038	309, 65	213, 09	
vc%		4, 35	3, 95	47, 25	8, 67	7, 85	
CS3		1	236	9, 986	37, 219	3473, 5	2672
		2	252	10, 293	237, 15	3768, 5	2913, 1
		3	239	9, 96	261, 39	3628, 2	2838, 9
	4	248	9, 962	178, 14	3621	2781, 5	
	5	246	9, 934	233, 09	3698	2800, 6	
	6	236	9, 471	92, 393	3478, 4	2620, 2	
	átlag(8)	242, 83	9, 935	173, 23	3611, 3	2771	
	szórás(9)	6, 176	0, 241	82, 155	107, 46	98, 59	
	vc%	2, 54	2, 43	47, 43	2, 98	3, 56	

Table 6: Substance analysis of sheep milk yield (Csókai variety)

Substance analysis of sheep milk yield(1), sample(2), hardness(3), modulus(4), adhesiveness(5), area(6), compression work(7), mean(8), standard deviation(9)

Erdélyi cigája alvadékának mérési eredményei

Juhtej alvadékok állományvizsgálata(1)							
Minta(2)	Keményiség (g)(3)	Modulus (g/s)(4)	Tapadósság (gs)(5)	Terület (gs)(6)	Kompressziós munka (gs)(7)		
E1	1	310	11, 768	55, 829	4825	4004, 9	
	2	329	13, 065	74, 574	4853, 7	3918, 8	
	3	194	6, 664	197, 94	3138, 3	2640, 2	
	4	184	7, 417	39, 94	2695, 8	2199, 9	
	5	297	11, 859	140, 39	4331, 4	3615, 3	
	6	312	13, 105	29, 752	4240, 4	3401, 7	
	átlag(8)	271	10, 646	89, 738	4014, 1	3296, 8	
	szórás(9)	58, 793	2, 611	60, 181	818, 47	662, 71	
	vc%	21, 69	24, 53	67, 06	20, 39	20, 10	
	E2	1	254	10, 396	121, 26	4075, 1	3285, 2
2		288	11, 454	134, 61	4384, 7	3357, 7	
3		294	11, 393	173, 18	4412, 5	3447, 2	
4		294	12, 095	188, 75	4511, 6	3543	
átlag(8)		282, 5	11, 335	154, 45	4346	3408, 3	
szórás(9)		16, 636	0, 608	27, 487	163, 38	96, 638	
vc%		5, 89	5, 36	17, 80	3, 76	2, 84	
E3		1	90	2, 783	30, 853	1744, 9	1264, 2
		2	99	3, 169	35, 908	1908, 8	1391, 9
		3	104	3, 165	78, 086	1936, 6	1496, 7
	4	66	2, 394	38, 039	1353, 2	931, 16	
	5	87	2, 867	7, 491	1670, 5	1112	
	átlag(8)	89, 2	2, 876	38, 075	1722, 8	1239, 2	
	szórás(9)	13, 106	0, 286	22, 774	209, 82	200, 66	
	vc%	14, 69	9, 94	59, 81	12, 18	16, 19	

Table 7: Substance analysis of sheep milk yield (Erdélyi variety)

Substance analysis of sheep milk yield(1), sample(2), hardness(3), modulus(4), adhesiveness(5), area(6), compression work(7), mean(8), standard deviation(9)

Az alkalmazott statisztikai módszerek bemutatása (Byrkit, 1987)

Független változók lokalizációs paramétereinek összehasonlítása

Legyenek X_1, X_2, \dots, X_k független, azonos szórású normális eloszlású változók: $X_i \sim N(\mu_i, \sigma)$, $i = 1, \dots, k$.

A H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ nullhipotézis,
 a H_A : μ_i várhatóértékek között vannak különbözők.

Alternatív hipotézissel szembeni tesztelésére alkalmas módszer az egyszempontos varianciaanalízis (ANOVA).

Tegyük fel, hogy X_i -re vonatkozóan rendelkezésünkre áll egy $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in_i}$ n_i elemű minta ($i = 1, \dots, k$).

Legyen

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum_j x_{ij}$$

és

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum_i n_i \bar{x}_i}{\sum_i n_i} = \frac{\sum_{i,j} x_{ij}}{\sum_i n_i}$$

$$SSTO = \sum_{i,j} (x_{ij} - \bar{\bar{x}})^2$$

a négyzetes eltérések teljes összege,

$$SSTR = \sum_i n_i (\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})^2$$

a mintaátlagok különbözőségéből adódó négyzetes eltérések összege,

$$SSE = \sum_i \sum_j (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$$

a mintákon belüli véletlen eltérések négyzetösszegei.

Belátható, hogy

$$SSTO = SSTR + SSE.$$

Ha a H_0 nullhipotézis igaz, akkor

$$F = \frac{\frac{1}{k-1} SSTR}{\frac{1}{N-k} SSE}$$

$k-1, N-k$ szabadsági fokú F -eloszlású, ahol $N = \sum_i n_i$, aminek alapján a próba a szokásos módon elvégezhető.

Nem alkalmazható az ANOVA, ha az előzőekben említett feltételek nem teljesülnek. Például:

- A vizsgált változók nem mind normális eloszlásúak, például a vizsgált jellemzőket ordinális skálán mérjük.
- A változók, noha normális eloszlásúak, de szórásaik különbözőek. Megjegyzendő azonban,

hogy nem túl kicsi azonos nagyságú minták esetén a szórások különbözősége esetén is alkalmazható az ANOVA.

Ha a varianciaanalízis alkalmazhatóságának feltételei nem teljesülnek, akkor nem-paraméteres módszerek közül a Kruskal-Wallis próba alkalmazható.

Kruskal-Wallis H-teszt

Ez a Mann-Whitney U-próba általánosítása kettőnél több változó esetére. Legyenek X_1, \dots, X_k független véletlen változók, és Md_i az X_i mediánja ($i = 1, \dots, k$).

Mindegyik X_i változóra vonatkozóan rendelkezésünkre áll egy n_i elemű minta.

A vizsgálandó hipotézisek:

H_0 : $Md_1 = Md_2 = \dots = Md_k$

H_A : a mediánok között vannak különbözők.

A H próbastatisztika:

Egyesítsük a k db mintát. Az egyesített minta elemszáma $N = \sum_i n_i$. Minden elemnek

meghatározzuk az egyesített rendezett mintában a rangszámát: x_{ij} rangszámát jelöljük r_{ij} -vel.

Legyen $R_i = \sum_{j=1}^{n_i} r_{ij}$ az X_i -re vonatkozó minta

elemei rangszámainak az összege ($i = 1, \dots, k$).

Bebizonyítható, hogy

$$H = \frac{12}{N(N-1)} \left(\frac{R_1^2}{n_1} + \dots + \frac{R_k^2}{n_k} \right) - 3(N+1)$$

statisztika nagy minták esetén, ha igaz a nullhipotézis, akkor $k-1$ szabadsági fokú χ^2 eloszlású. Kis minták esetén a döntéshez a H eloszlására vonatkozó táblázat szükséges.

A számítások bemutatása

A számításokat a STATISTICA for Windows 6. 0 programcsomaggal végeztük. Számításainkat az QTS állományvizsgálóval mért adatok közül, az 1. ábrán H-val jelölt keménységre végezzük el.

Legyenek K_L, K_{CS}, K_E a vizsgált véletlen változók, ahol

- K_L keménység az L fajta esetén,
- K_{CS} keménység a CS fajta esetén,
- K_E keménység az E fajta esetén.

Először arra keresünk választ, hogy normális eloszlásúak-e a változók, azaz alkalmazható-e az egyszempontos varianciaanalízis (ANOVA)? A normalitás-vizsgálatot a Shapiro-Wilks próbával végeztük el (Sváb, 1981). Számításaink során egyik esetben sem kaptunk szignifikáns eltérést, tehát mindhárom változó normális eloszlásúnak tekinthető.

Második lépésben megvizsgáljuk, hogy a változók szórásai azonosak-e? A próba szignifikáns eltérést jelez, tehát a három fajta esetén a keménység szórása különböző, azaz az ANOVA helyett a Kruskal-Wallis próbát alkalmazhattuk (8. táblázat, 2. ábra).

8. táblázat

Homogenitás vizsgálat

Cellák száma(1)	Keménység vizsgálat(2) Homogén csoportok(3)			
	Fajtaváltozat(4)	Keménység átlag(5)	1	2
2	L	219,1053	****	
1	E	211,5263	****	
3	Cs	307,9524		****

Table 8: The homogenius survey
Cell number(1), hardness test(2), homogenous groups(3), type of species(4), hardness mean(5)

4. ábra: A keménység alakulása a három cigája fajtaváltozat esetében

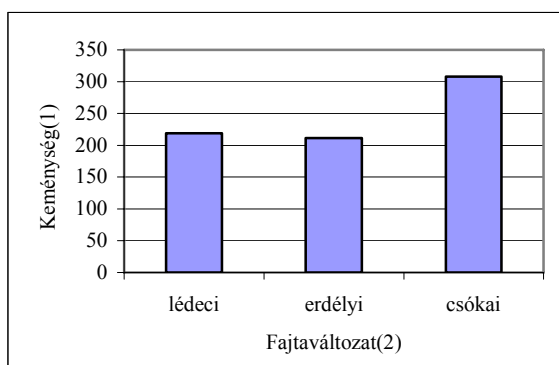


Figure 4: The hardness of three type of Tsigai
Hardness(1), type of Tsigai(2)

A Kruskal-Wallis próba, majd a páronkénti összehasonlításra alkalmazott Mann-Witney U próba alapján megállapíthatjuk az összehasonlítások eredményeit a mediánokra vonatkozóan. A lédeci és az erdélyi fajtaváltozatok esetén az alvadékok jellemző keménység nem különböző, míg a csókai fajtaváltozat esetén a keménység nagyobb, mint a másik kettő esetében.

AWASSI JUHOK TEJÉNEK VIZSGÁLATA

Az 1996-ban alapított Bakonszegi Awassi Rt. területén körülbelül 5000 anyajuh található, mely nagy részét az extenzíven tartott gyimesi racka teszi ki.

2006. tavaszán a balmazújvárosi és a debreceni telephely mellett a Bakonszegi Awassi Rt.-hez is kijártunk, hogy az ott lévő, körülbelül 1500 termelő, intenzíven tartott awassi juh tejéből is vizsgálatokat végezzünk. Az intenzív tejelő állatállomány tömeg- és lédús takarmány szükségletét a magas intenzitású szántóföldeken és a védett őshonos gyepeken

termelik meg, és annak betakarítását és kiosztását az Rt. a saját gépeivel végzi.

A belterjesen hasznosított awassi fajta valamennyi egyedét zárt törzskönyvi felügyelet alatt tenyésztik. Az awassi állomány évente egyszer ellik, 1,36-os egy anyára vetített átlagszaporulattal (Kukovics és Jávor, 1997). A bányákat azonnal elválasztják az anyjuktól, és a mesterséges bányá nevelőbe kerülnek, ahol kis csoportokban 35-40 napos korukig vannak elhelyezve. Az 1500 termelő egyed tejének mennyiségét és minőségét havonta vizsgálják. Az egyedi tejtermeléseket figyelembe véve havonta csoportosítják az állományt az optimális takarmányozás érdekében. Az awassi esetében a laktáció hossza a 200 napot is meghaladhatja. Ez a zárt telep termeli Magyarország juhtejének 40%-át.

Míg Debrecenben és Balmazújvárosban a 2005-ös év gyakorlatához hasonlóan kézi fejéssel vettük le a tejmintákat, addig Bakonszegén gépi fejest alkalmaztunk. A fejest DeLaval típusú 2x24 állásos fejőberendezéssel végzik naponta háromszor. Mi minden esetben egységesen a reggeli fejésnél voltunk jelen. A mintákat ebben az évben is hűtve szállítottuk Szegedre, ahol a vizsgálatokat végeztük. Még aznap, 24 órán belül, centrifugálással zsírtalanítottuk azokat. A fölözött tejet, illetve külön a zsírt megjelölt, speciális gyűjtő edényekben lefagyasztottuk, hogy a későbbiekben azokon a kísérleteket elvégezhessek. A zsírtalanításra azért volt szükség, mert a 2006-os év vizsgálatainak célkitűzése az volt, hogy a különböző fűlszámú egyedek tejmintáit HPLC-RC műszeren megfuttatva megállapítsuk a tejek finom fehérje alkotórészeinek arányát és mennyiségét, különös tekintettel a kappakazein és a béta-laktoglobulin tartalomra. A kísérlet elvégzéséhez minden esetben zsírtalanított tejjre van szükség. A nagyszámú levett mintákból kiválasztottuk a megfelelő fűlszámú egyedeket, amelyekről a folyamatos mintavétel biztosított volt (nem apasztott el, nem hullott el, nem betegedett meg a mérések során). Az összetétel vizsgálatok jelenleg is folynak, a HPLC-n való futtatást eddig a kiválasztott egyedek felénél végeztük még csak el.

A vizsgálatokat Bordin leírása alapján végezzük el. Bordin és munkatársai 2001 júliusában jelentettek meg egy cikket, melyben leírnak egy használható analitikai módszert, amely segítségével meghatározhatók a tej összes alkotórészei, közülük is különösen a főbb fehérjék. Olyan tiszta analitikai módszert használtak, mely az összes szarvasmarha fajta tejére alkalmazható, de az eljárásuk bemutatását áttanulmányozva sikeresen juhtejre is adaptálhatónak találtuk.

A tejipari termékek valóban tartalmazzák azokat a fő fehérje forrásokat, melyek nélkülözhetetlenek az emberi léthez, és emiatt jelentős szerepet töltenek be az EU kereskedelmének belföldi és az export részén egyaránt. A tejipari termékek kereskedelmi árát jelentősen meghatározza (törvényileg is rögzített) azok laktóz-, tejpör-, és kazein tartalma. Esetenként ezeket a komponenseket illegálisan is adagolhatják, illetve a csalás lehetősége ebben az iparágban igen

magas, amikor nem-tej eredetű fehérjéket vagy különböző fajok kevert tejét alkalmazzák, melyek gazdasági szempontból jövedelmezőbbek lehetnek. Mindkét esetben fontos, hogy analitikai módszerekkel azonosítsuk az összetevőket, és elkerüljük azt, hogy a termékek árát csakis a termelők határozhatják meg. Ebből kifolyólag olyan EU szabályozási analitikai módszerek szükségesek, mint pl. 2721/95, 1854/96, 1997/97 vagy 881/1999.

Mivel az analitikai vizsgálatoknál nagy problémát jelenthet a tejösszetevők természetes variációja, a vizsgálatokhoz olyan fontos szempontokat kell kiválasztani, melyek lehetővé teszik az összehasonlítást. A tej fehérjéinek minőségi és mennyiségi meghatározása igazi kihívás, ugyanakkor bonyolult feladat, mely a tej összetett mátrix rendszerének köszönhető.

A szarvasmarha teje 3-3,5%-ban tartalmaz fehérjét, melynek kb. 80%-a kazein, a maradék 20% pedig a savóban maradó szérum fehérje. A kazein csoport tovább bontható α_1 kazein, α_2 kazein, β kazein és κ kazein-re, melyek körülbelüli aránya 4:1:4:1. Ezek a proteinek az izoelektromos pontjuknál (pH 4,6; 21 °C) oldhatatlanok és a tejben micelláris komplexet alkotnak (Fenyvessy és Csanádi, 1999). A savófehérjék oldható, globuláris fehérjék, és leggyakrabban β laktoglobulinból és α laktalbuminból állnak össze 3:1 arányban, illetve ehhez adódnak még a bovin szérum globulin és az immunglobulinok, mint mikro összetevők. Ezen kívül mind a kazeinben, mind a szérum fehérjében kimutathatók genetikai polimorfizmusok. Ezek a polimorfizmusok, úgy tűnik összefüggésben vannak a tej összetevőivel, és befolyásolják a tej feldolgozását (Bordin et al., 2001).

Bordin és munkatársai számos kromatográfias és elektroforetikus módszert vizsgáltak meg a tej fehérjéinek meghatározására, de egyik sem mutatott optimális elválasztást a főbb fehérjék, és különösképpen a savó fehérjék esetében sem. A tanulmányuk viszont egy olyan fejlesztést mutat be, mely segítségével a hét fő fehérje elválasztható. A kísérletekhez különböző szarvasmarha fajtáktól származó tejet használtak.

A tej főbb fehérjéinek elválasztása fordított fázisú ion páros kromatográfia (RP-IP-HPLC) segítségével történik fotodiódás meghatározással, melyben C_4 -es oszlopokat használtak.

Az ion-kromatográfia az elválasztási módszerek azon ága, amelyben az egyes komponenseket ionos állapotban határozzuk meg, gyakorlatban ez azt jelenti, hogy szerves anionokat, kationokat, hidrofíll savakat és bázisokat választunk el. Ezzel a módszer leszűkíthető a vízben jól oldódó komponensekre.

Az ionos vagy könnyen ionizálható vegyületek visszatartása az RP-HPLC-ben kicsi. A visszatartás növelésére és egyúttal a fordított fázisú kromatográfias rendszer szelektivitásának növelésére az eluensbe ion pár képző hidrofób ionokat tesznek. A hidrofób ion töltése ellentétes, mint a

meghatározandóé. Több egymás mellett lejátszódó folyamat eredményeképpen megváltozik az elválasztás. A főbb folyamatok közé tartozik, hogy ion pár képződik az eluensben, ion pár képző adszorpció jön létre az álló fázis felületén, és az ion pár képző és szerves vegyületek együttesen adszorbeálódnak az álló fázis felületén (Kömives, 2000).

Bordin és munkatársai minden egyes fehérje azonosítására megvizsgálták a retenciós időt, a csúcs alatti terület nagyságát és a másodlagosan származtatott UV tartományt. A mennyiségi meghatározáshoz pedig a tisztított fehérjék kalibrációja során kirajzolódott görbéket használták fel. A vizsgálatokat először CRM 063R referencia tejporon végezték, majd az ismereteket alkalmazták a különböző típusú kereskedelemben kapható tejekre, illetve nyers teje egyaránt. A módszer alkalmas arra, hogy egy futtatással elkülönítse, és mennyiségileg meghatározza a hét fő fehérjét (κ kazein, α_2 kazein, α_1 kazein, β kazein, α laktalbumin, β laktoglobulin B és β laktoglobulin A), illetve ezen kívül a teljes fehérje koncentrációról is információt ad. Ezek fontos eredmények a további tejfehérje meghatározás használható módszereihez (Bordin et al., 2001).

A műszerben az ultraibolya fényforrást egy deutérium lámpa szolgáltatja. A HPLC-ben áramló rendszer percről percre változik. A diódasoros detektor speciális információt tud azáltal nyújtani, hogy nem monokromatikus, hanem kevert fényvel világítja át a küvetét. A detektor tehát fordított optikájú. A küvetta után helyezkedik el egy rács, mely ezt a kevert fényt monokromatikus fénynyalábokra bontja (polikronátor), majd ezeket a szétválasztott monokromatikus fénynyalábokat vetíti rá az érzékelőre, ami tulajdonképpen maga a diódasor. Az érzékelő 211 diódát tartalmaz, mindegyik 50 mm széles, és mindegyik érzékeli és méri a fényugár hullámhosszát, ezáltal határozza meg végül az adszorpciós spektrumot.

Míg Bordin és munkatársai a kísérleteik során célul tűzték ki, hogy megakadályozzák a tejhez illegálisan adagolt komponenseket, és ezzel a csalás lehetőségét, a mi célunk a juhtejből az, hogy összefüggést keressünk a fehérjetartalom és sajtkihozatal között. A Debreceni Agrártudományi Egyetemen az általunk kiválasztott és vizsgált juhok véréből mintákat vettek le, és genotipizálták az egyedeket a béta-laktoglobulin tartalom alapján.

Ha megtaláltuk az összefüggést a genotípus és a fehérje tartalom, illetve a sajtkihozatal között, akkor már az ellés pillanatában eldönthető lesz a bányókánál a levett vérből, hogy célirányosan milyen további nevelést, takarmányt kapjanak, inkább hús- vagy tejhasznosítású lesz-e a későbbiekben az állat.

Az összes, eddig megfutatott mintán elvégeztük a tavalyihoz hasonlóan az IDF Standard 141B:1996 szabvány szerint Bentley 150 típusú infravörös spektrofotométerrel a beltartalom vizsgálatokat.

IRODALOM

- Bordin, G.-Cordeiro Raposo, F.-de la Calle, B.-Rodriguez, A. R. (2001): Identification and quantification of major bovine milk proteins by liquid chromatography. *Journal of chromatography*, 2001 July.
- Byrkit, D. R. (1987): *Statistics Today*, The Benjamin/Cumming Publishing Company, Inc. Menlo Park, California.
- Farkas G.-B-né Herczeg O. (1997): Az állományvizsgálat alkalmazhatósága a Pannónia sajt érésének nyomonkövetésére, *Tejgazdaság* LVII. 1. 31-36.
- Fenyvessy J. (1992): A juhtej analízise és ipari feldolgozásának lehetőségei. Kandidátusi értekezés, KÉE Élelmiszeripari Főiskolai Kar, Szeged.
- Fenyvessy J.-Csanádi J. (1999): A tehén-, juh-, kecsketej alkotórészeinek összehasonlító táplálkozás élettani megítélése. A kecskégazat jelen és jövője. VI. Debreceni Állattenyésztési Napok, Debrecen.
- Jávor A.-Kukovics S.-Molnár Gy. (2006): *Juhtenyésztés A-tól Z-ig*, Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Kőmíves J. (2000): *Környezeti analitika*, Műegyetemi Kiadó, Budapest.
- Kukovics S.-Jávor A. (1997): *Juh nélkül nem megy I. Magyar juhászat, A magyar mezőgazdaság melléklete*.
- Lásztity R.-Törley D. (1987): *Az élelmiszeranalitika elméleti alapjai I. kötet*, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 265-269.
- Melilli, C.-Lynch, J. M.-Carpino, S.-Barbano, D. M.-Licitra, G.-Cappa, A. (2002): An empirical method for prediction of cheese yield. *J. Dairy Sci.* 85:2699-2704.
- Sváb J. (1981): *Biometriai módszerek a kutatásban*, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 97-107.
- IDF Standard 141B (1996): *Tejzsír, tejfehérje és laktóz tartalom meghatározása teljes tejben*.
- MSZ EN ISO 707 (200): *Tej és tejtermékek. Mintavételi útmutató*.