

Ultrahangos méréstechnika reprodukálhatóságának vizsgálata növendék bikáknál

Harangi Sándor – Béri Béla – Czeglédi Levente

Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma,
Mezőgazdaságtudományi Kar,

Állattenyésztéstudományi Intézet, Debrecen

harangis@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők metodikai vizsgálatainak a célja egyrészt az ultrahang felvétel készítés, másrészt a kiértékelés reprodukálhatóságának meghatározása volt. Vizsgálatainkban egy ultrahangos szakember két ultrahangképet készített minden charolais növendék bika rostélyos keresztmetszetéről és a fartájéki bőralatti faggyúvastagságáról (P8), amelyeket ugyanazon személy egyenként négy ismétlésben értékelt. Egy állat adott testtájáról tehát összesen nyolc méréssel rendelkezünk. Méréseinket Falco 100 (Pie Medical) típusú real-time ultrahangkészülékkel, valamint a hozzá csatlakoztatott 3,5 MHz-es ASP 18 cm-es lineáris mérőfejjel végeztünk.

Kulcsszavak: ultrahangos mérés, rostélyos keresztmetszet, P8 (fartájéki faggyúvastagság), reprodukálhatóság

SUMMARY

The author's goal with the methodology examination was to determine repeatability of taking and evaluating ultrasound images. In the trial an operator person took two images about the ribeye area and rump fat thickness (P8) of every young bull, which were measured by the same person in four repetitions. Also, we had altogether eight images about the same part of the body. Images were collected using Falco 100 (Pie Medical) real-time ultrasonic scanner equipped with an ASP 3,5 MHz, 18 cm linear array transducer.

Keywords: ultrasound measurement, ribeye area, P8 (rump fat thickness), repeatability

BEVEZETÉS

A fogyasztók egyre inkább az egészséges, kevésbé zsíros húsokat kedvelik. Az alacsony faggyútartalom növekedésserkentő készítmények segítségével való elérését a fogyasztók jelentős része elutasítja (Cassens, 1999). A hústípusú állatok testösszetételének genetikai úton történő megváltoztatása a fogyasztóra nézve biztonságos, de költséges és időigényes folyamat. A vágóérték, a húsmínőség javítására irányuló szelekció meggyorsításához olyan módszerek szükségesek, amelyekkel a tenyészállat-jelöltek, illetve a vágóállatok testösszetétele az egyed károsodása nélkül, élő állapotban, nagy pontossággal megállapítható (Horn, 1991). Az ultrahangos technika ezen feltételeknek megfelelő eljárás, amelyet az állattenyésztésben az 1950-es évek közepétől alkalmaztak a lágy szövetek diagnosztikai céllal való képalkotásában. Szarvasmarhán Temple

és mtsai (1956), továbbá Claus (1957) végeztek először ilyen méréseket.

A bőr alatti faggyúvastagság (pl.: ágyék, fartájék) mérésének elvi alapját az adja, hogy ezek az adatok szoros összefüggésben ($r=0,80-0,87$) állnak a teljes faggyú %-kal (Klawuhn és Staufenbiel, 1997). Több kutató szoros összefüggést talált az in vivo és a vágás után mért eredmények között: háti faggyúvastagság: $r_f=0,58$ (Field és mtsai., 1992), illetve $r_f=0,75$ (Song és mtsai., 2002); bordatáji faggyúvastagság: $r_f=0,90$ (Robinson és mtsai, 1992). A bőr alatti faggyú vastagságának mérése a rostélyos régiójában készített ultrahang képek alapján is megoldható, de a far tájékon – a nagyobb variancia miatt – kedvezőbb a mérés, mint a rostélyos régiójában (Walter, 2002).

Az ultrahangos készülék alkalmazásával kapcsolatban többen felhívják a figyelmet a mérést és a képfeldolgozást végző személy gyakorlottságára, valamint a technikai feltételek biztosítására (Herring és mtsai, 1994; Wilson és mtsai, 2000). Dobrowolski és mtsai (1993) a megfelelő technikai feltételek teljesülésekor az ultrahangos mérések ismételhetőségét igen magasnak ($R=0,99$), megbízhatóságát pedig nagyon jónak ($R^2=0,79-0,92$) találták.

Perkins és mtsai (1992) 36 tinó hosszú hátizom területének értékelésekor 0,81 ismételhetőségi értéket kaptak. Brethour (1992) 217 szarvasmarhán vizsgálta az ultrahangos hátfaggyú vastagság mérések ismételhetőségét. Az ismételhetőség az egymást követő mérések esetében 0,975 volt. Az átlagos eltérés két ultrahangos mérés között 0,72 mm volt és a hiba nagysága közvetlenül a hátfaggyú vastagságától függ ($P<0,001$). Herring és mtsai (1994) vágás előtt 44 hereford apaságú tinó háti faggyúvastagságát és rostélyos területét mérték a 12-13. bordák között, 3 technikus segítségével. A technikusok két egymást követő napon végzett mérései között 0,36-0,90 szorosságú összefüggést számítottak a hosszú hátizom területére, és 0,69-0,90 szorosságú a faggyúvastagságra.

Bergen és mtsai (1997) közlése szerint a hosszú hátizom területének ismételhetősége 0,96 volt. Hassen és mtsai (1998) két technikus mérése alapján a háti faggyúvastagságra és a rostélyos területre a következő ismételhetőségi értéket számították: háti faggyúvastagság 0,96 és 0,97; rostélyos keresztmetszeti terület 0,92 és 0,79.

Hassen és mtsai (2004) 882 fajtatizta, egyéves angus üszön és bikán végzett, 4653 ultrahangos mérés alapján, a hosszú hátizom területére vonatkozóan az ismételhetőséget 0,80-0,84 között

állapították meg. Hartjen és mtsai (1993) 648 különböző genotípusú fiatal bika ultrahangos testösszetétel vizsgálati eredményeit értékelve azt tapasztalták, hogy a mérések ismételtetősége 0,73-0,98 között változott. Eredményeik arra utalnak, hogy az ultrahang technikusoknak tanfolyamokon kell részt venniük, a nagyobb mérési ismételtetőség elérése érdekében.

Tózsér és mtsai (2006) vizsgálatai során egymástól függetlenül, négy kezelő (A,B,C,D) két ismétlésben határozta meg holstein-fríz és magyartarka (n=62) hízóbikák P8 értékeit az ultrahangképek alapján. Nem találtak szignifikáns különbséget ($P>0,01$) a négy független kezelő mérési eredményei között. Igen szoros korrelációs együtthatókat kaptak az ismételt mérések átlagértékei között ($r=0,987-0,996$). Az összes kezelő által végzett mérések (n=248) adataiból számított korrelációs együtthatót ($r=0,993$, $P>0,001$) szintén igen szorosnak találták, valamint igen magas ismételtetőségi értéket állapítottak meg.

Vizsgálataink célja, hogy megállapítsuk:

- megegyeznek-e az egy ultrahangos szakember által ugyanazon állatról készített két ultrahangfelvételtől nyert paraméterek,
- elegendő-e az egyszeri ultrahangos mérés a rostélyos keresztmetszet és a P8 megállapítására, vagy több mérést is célszerű végezni,
- milyen a rostélyos keresztmetszet és a P8 eredményeinek ismételtetősége?

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az Abaúji Charolais Mezőgazdasági Zrt. üzemében charolais növendék bikák rostélyos keresztmetszetéről és a fartájéki bőralatti faggyúvastagságáról (P8) egy szakember egyaránt két ultrahangképet készített, amelyeket ugyanazon személy egyenként négy ismétlésben értékelt. Egy állat adott testtájáról tehát összesen nyolc méréssel rendelkezünk.

A növendék bikák (n=45) két eltérő korú csoportból származtak. Az első csoportot sajátjeljesítmény vizsgálatukat zárt bikák (n=20, életkor: $565,2\pm 19,3$ nap, élősúly: $691,4\pm 35,7$ kg), a második csoportot pedig sajátjeljesítmény vizsgálatukat megkezdett növendék bikák (n=25, életkor: $306,4\pm 4,14$ nap, élősúly: $368,2\pm 63,3$ kg) alkották. A metodikai vizsgálataink során az egyes csoportok adatait külön-külön, illetve együttesen is értékeltük. Utóbbi esetben a mérés pontosságára vonatkozó élősúly-hatással valószínűleg nem kell számolni, hiszen élősúlyukat tekintve jelentősen eltérő két növendék bikacsoport ultrahangos felvételeit dolgoztuk fel.

Az állatokat kis csoportos tartásban, mélyalmos, kifutóval kiegészített istállóban tartották. Takarmányadagjuk kukoricaszilázsából, rétiszenából, kukoricadarából és magas fehérjetartalmú hízóbika koncentrátumból tevődött össze.

Vizsgálatainkat Falco 100 (Pie Medical) típusú real-time ultrahangkészülékkel, valamint a hozzá

csatlakoztatott 3,5 MHz-es ASP 18 cm-es lineáris mérőfejjel végeztünk. A rostélyos keresztmetszet (1. kép) mérése a 12-13. borda között, a bordákkal párhuzamosan történik (Perkins és mtsai, 1992). A vizsgálati mélység 27 cm volt. A fartájéki bőralatti faggyúvastagság (2. kép) (P8-ausztrál módszer) mérési helye a 3. keresztcsonti csigolya magasságában a gerincoszlopra bocsátott merőleges és az ülőgumótól a gerincoszloppal párhuzamos egyenes metszéspontján történt (Tózsér és mtsai, 2005). A vizsgálati mélység 5 cm.

1. kép: Charolais növendék bika hosszú hátizom keresztmetszetének ultrahangképe

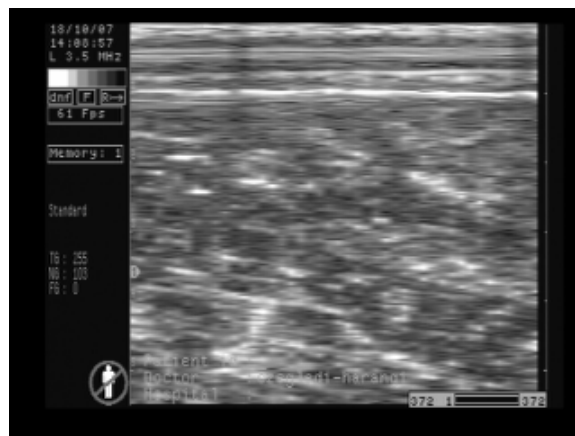


4418 sz. bika(1), rostélyos keresztmetszet: $88,76 \text{ cm}^2(2)$

Picture 1: Ultrasound picture of *m. longissimus dorsi* cross section of a Charolais bull

Bull registration number 4418(1), longissimus muscle area: $88,76 \text{ cm}^2(2)$

2. kép: Charolais növendék bika fartájéki faggyúvastagságának (P8) ultrahangképe



4407 sz. bika(1), P8: $0,4961 \text{ cm}(2)$

Picture 2: Ultrasound picture of rump fat thickness (P8) of a Charolais bull

Bbull registration number 4407(1), P8: $0,4961 \text{ cm}(2)$

Az UH-os felvételek mentése hordozható számítógépre történt. A felvételek értékelése speciális képértékelő programmal történt (Ultrasonic

Engineer 3.0). Az adatokat Microsoft Excel 9.0 táblázatkezelő program segítségével rendszereztük.

Az egyes növendék bikák ugyanazon mérési pontjáról készült mindkét felvételt a technikus négyszer értékelte. Elsőként a két felvételt nyert adatok alapstatisztikai mutatóit (átlag, CV%, minimum, maximum) számoltuk ki felvételenként, illetve csoportonként (1. csoport, 2. csoport, 1. és 2. csoport együtt). A két felvétel közötti kapcsolat megállapítására páros t-próbát, az összefüggések számszerűsítésére korreláció-analízist, matematikai kapcsolatuk leírására regresszió-analízist alkalmaztunk. Az ismételhetőséget a determinációs együttható (R^2) nagyságával írtuk le. Annak megállapítására, hogy a rostélyos keresztmetszet, illetve a P8 értékének megállapítására elegendő-e egyszeri mérés, a technikus az ultrahang felvételeket nyolcszor (2 felvétel x 4 ismétlés) mérte le (1-8 ismétlés). Ennek a statisztikai értékelése egytényezős variancia-analízissel (ANOVA) történt.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

Az 1. táblázatban a megvizsgált növendék bikák életkora és élősúlya látható csoportonként. Az 1. csoportnál az életkor és az élősúly tekintetében is alacsony variabilitás volt megfigyelhető (CV%=3,41 és 5,17). A 2. csoportban található állatok életkora alig tért el egymástól (CV%=1,35), viszont élősúlyukat tekintve közepes variabilitást mutattak (CV%=17,2). Mivel dolgozatunk elsősorban metodikai kérdések megválaszolására törekszik, ezért a későbbiekben a két csoport együttes értékelését is elvégeztük.

1. táblázat

Növendék bikák életkora és élősúlya

	n	Életkor (nap)(1)		Élősúly (kg)(2)	
		Átlag(5)	CV%	Átlag(5)	CV%
1. csoport(3)	20	565,2	3,41	691,4	5,17
2. csoport(4)	25	306,4	1,35	368,2	17,2

Table 1: Age and liveweight of young bulls

Age (day)(1), Liveweight (kg)(2), 1st group(3), 2nd group(4), Average(5)

Az egyes növendék bikák ugyanazon mérési pontjáról készült mindkét felvételt az ultrahangos szakember négyszer értékelte. Az ide vonatkozó alapstatisztikai mutatókat a 2. táblázatban mutatjuk be. Az 1. csoportnál a két felvétel átlaga 99,75 és 99,73 cm² volt, a variációs koefficiens értéke sem tért el jelentősen. A 2. csoportnál 70,93 és 70,87 cm² átlagértéket kaptunk alacsony variabilitás mellett (2,08 és 2,00 CV%). A két csoport felvételeit együtt értékelve láthatjuk, hogy az átlagértékek itt sem térnek el jelentősen (83,74 és 83,70 cm²). A magas variabilitás abból adódik, hogy a két csoport életkora jelentősen eltért egymástól. A CV% értékei egymáshoz azonban közelítő értékek (21,73; 21,92), vagyis mindkét felvételt nyert adatok eloszlása hasonlóságot mutat. A P8 esetében az 1. és 2. csoport két felvételének átlagai sem térnek el jelentősen egymástól, illetve alacsony variabilitás jellemezte azokat.

2. táblázat

A rostélyos keresztmetszetről és a fartájéki boralatti faggyúvastagságról (P8) készített ismételt ultrahangos felvételek

Rostélyos keresztmetszet, cm ² (1)					Fartájéki boralatti faggyúvastagság (P8), cm(2)			
Felvétel(3)	Átlag(9)	CV%	Minimum	Maximum	Átlag(9)	CV%	Minimum	Maximum
1. csoport n=20(6)								
1.felvétel(4)	99,75	2,49	88,73	127,18	0,3900	5,19	0,1876	0,7535
2.felvétel(5)	99,73	2,41	88,18	131,13	0,3947	4,93	0,1875	0,7896
2. csoport n=25(7)								
1.felvétel(4)	70,93	2,08	48,33	89,20	0,2704	7,80	0,1217	0,5062
2.felvétel(5)	70,87	2,00	44,03	91,64	0,2606	8,86	0,1318	0,4962
1.+2. csoport n=45(8)								
1.felvétel(4)	83,74	21,73	48,33	127,18	0,3235	39,00	0,1217	0,3535
2.felvétel(5)	83,70	21,92	44,03	131,13	0,3202	39,68	0,1381	0,7896

Table 2: Repeated ultrasound images about ribeye area and rump fat thickness (P8)

Ribeye area(1), Rump fat thickness (P8)(2), Image(3), 1st image(4), 2nd image(5), 1st group(6), 2nd group(7), 1st and 2nd group together(8), Average(9)

A két felvétel közötti kapcsolat megállapítására páros t-próbát végeztünk (3. táblázat). Sem a rostélyos keresztmetszetről, sem a P8-ről készült két felvétel között nem volt szignifikáns különbség (P>0,05).

Tehát az ultrahangos szakember által készített két felvétel közötti különbség csak a véletlennek tulajdonítható. Ezt az élősúlytól függetlenül kijelenthetjük mindkét vizsgált mérési pont esetében.

3. táblázat

Ismételt ultrahangos mérési eredmények szignifikancia szintje

Csoportok(1)	Szignifikancia szint(2)	
	Rostélyos keresztmetszet 1-2.felvétel(3)	P8 1-2.felvétel(4)
1. csoport(5)	0,402**	0,241**
2. csoport(6)	0,932**	0,234**
1.+ 2. csoport(7)	0,510**	0,496**

**Szignifikancia elfogadás felső határa $P \leq 0,05$ (8)

Table 3: Significant level of repeated ultrasound measurements

Groups(1), Significant level(2), ribeye area 1st-2nd image(3), P8 1st-2nd image(4), 1st group(5), 2nd group(6), 1st and 2nd group together(7), Upper bound of the true significance(8)

A két elkészített felvétel közötti kapcsolat leírásakor magas korrelációs együtthatókat kaptunk (4. táblázat). Összességében elmondható, hogy a rostélyos keresztmetszet esetében némileg szorosabb volt a kapcsolat ($r=0,980$), mint a P8-nál. A rostélyosról készült felvételek értékei között a kisebb élősúlyú állatsopornál volt szorosabb némileg a korreláció, a különbség azonban nem volt jelentős. A rostélyos keresztmetszet nagyságának két felvételtől való megállapításának pontosságát a rostélyos nagysága kevésbé befolyásolja. A fartájéki faggyúvastagságnál viszont a nagyobb élősúlyú, vastagabb faggyúval rendelkező állatoknál kaptunk nagyobb korrelációs értéket ($r=0,984$). Úgy tűnik, hogy az ismételhetőség nagyobb faggyúvastagság mellett kedvezőbb a P8 mérésénél.

4. táblázat

Korrelációs együtthatók az ismételt ultrahangos felvételek mérései között

Csoportok(1)	Korrelációs együttható(2)	
	Rostélyos keresztmetszet 1-2. felvétel(3)	P8 1-2. felvétel(4)
1. csoport (n=160)(5)	0,938**	0,984**
2. csoport (n=200)(6)	0,953**	0,902**
1.+ 2. csoport (n=360)(7)	0,980**	0,954**

**= $P < 0,05$

Table 4: Correlation coefficients between the repeated measurements of ultrasound images

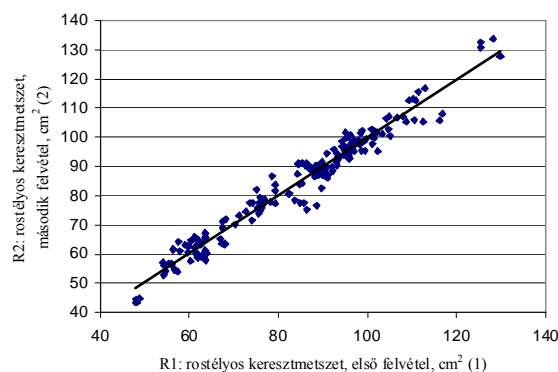
Groups(1), Correlation coefficient(2), ribeye area 1st-2nd image(3), P8 1st-2nd image(4), 1st group(5), 2nd group(6), 1st and 2nd group together(7)

Az ultrahang mérések (n=360) adataiból számított korrelációs és regressziós együtthatókat, illetve a 95%-on számított konfidencia intervallumokat az 1-2. ábrák szemléltetik. Jól mutatják az ábrák, hogy a technikus közel azonos módon készítette az ultrahangos felvételeket.

Kiszámítottuk a determinációs koefficiens (R^2) értékét, amely a rostélyos keresztmetszetről készített

második felvétel (függő változó) variációjának a független változó (első felvétel) által magyarázott részét, azaz a becslés pontosságát mutatja. Ez jelen esetben 0,961, vagyis a második felvétel variációjának alakulását 96,1 %-ban az első felvétel, 3,9 %-ban pedig egyéb általunk nem mérhető tulajdonságok adják. A fartájéki faggyúvastagság (P8) determinációs koefficiense (R^2) 0,910 volt. Ilyen kedvező ismételhetőség mellett elegendő a technikusnak egy felvételt készítenie, ebből is hasonló mérési eredményre lehet jutni, mint két felvétel alapján.

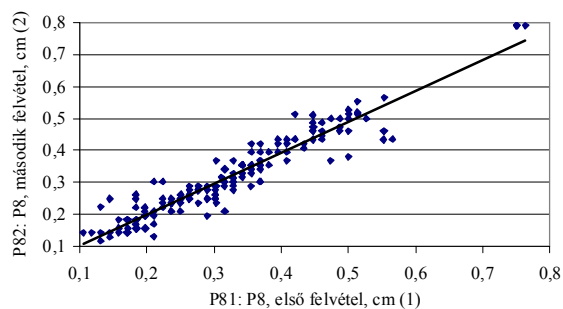
1. ábra: Korrelációs együttható és regresszió a rostélyos keresztmetszet ismételt mérései között (R1-R2) (n=360)



$P82=0,009182+0,961 \times P81(3)$; Korreláció: $r=0,954$ ($P < 0,001$)(4)

Figure 1: Correlation and regression coefficients between the repeated measurements of ribeye area (R1-R2) (n=36) R1: Ribeye area, first image(1), R2: Ribeye area, second image(2), Parameters of regression equation(3), correlation coefficient(4)

2. ábra: Korrelációs együttható és regresszió P8 ismételt mérései között (P81-P82) (n=360)



$R2=0,996+0,988 \times R1(3)$, Korreláció: $r=0,980$ ($P < 0,001$)(4)

Figure 2: Correlation and regression coefficients the repeated measurements of P8 (P81-P82) (n=360) P81: P8, first image(1), P82: P8, second image(2), Parameters of regression equation(3), correlation coefficient(4)

Az 5. táblázat a rostélyos keresztmetszet és a fartájéki bőralatti faggyúvastagság ismételt méréseinek adatait tartalmazza. A nyolc ismétlés mérései egyik állatsopornál sem különböztek szignifikáns módon. A technikus tehát többszöri mérés során is azonos módon értékelte a felvételeket.

A rostélyos keresztmetszet és a fartájéki bőralatti faggyúvastagság (P8) ismétlésenként

		Rostélyos keresztmetszet (cm ²)(1)								
		Ismétlések(2)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	Sig.
1. csoport(3)	x	97,01	101,07	100,66	100,27	97,58	101,14	100,30	99,88	NS
	CV%	9,92	8,91	9,06	9,69	10,65	9,64	10,31	9,07	NS
2. csoport(4)	x	70,69	70,07	71,76	71,20	70,04	70,79	71,10	71,56	NS
	CV%	17,95	17,26	17,95	17,53	17,69	17,29	18,11	17,84	NS
1+2 együtt(5)	x	82,39	83,85	84,60	84,12	82,28	84,28	84,08	84,15	NS
	CV%	21,12	22,55	21,71	21,89	21,81	22,37	22,32	21,48	NS
		Fartájéki bőralatti faggyúvastagság (P8), cm(6)								
1. csoport(3)	x	0,4104	0,3836	0,3810	0,3849	0,4133	0,3876	0,3830	0,3951	NS
	CV%	29,24	30,78	31,36	32,10	29,24	30,78	31,36	32,10	NS
2. csoport(4)	x	0,2827	0,2743	0,2585	0,2659	0,2733	0,2632	0,2515	0,2542	NS
	CV%	38,60	37,48	42,29	41,03	35,46	34,97	37,23	35,03	NS
1+2 együtt(5)	x	0,3394	0,3229	0,3130	0,3188	0,3355	0,3185	0,3099	0,3168	NS
	CV%	38,22	37,68	41,01	40,49	39,17	39,29	41,18	40,63	NS

Table 5: Measurements of ribeye area and rump fat thickness (P8) by repetitions
Ribeye area(1), Repetitions(2), 1st group(3), 2nd group(4), 1st and 2nd group together(5), Rump fat thickness(P8)(6)

KÖVETKEZTETÉSEK

Sem a rostélyosról, sem a P8-ról készült két felvétel mérési eredményei között nem volt szignifikáns különbség (P>0,05). Tehát a technikus által készített két felvétel közötti különbség csak a véletlennek tulajdonítható. Ezt az élősúlytól függetlenül kijelenthetjük mindkét vizsgált mérési pont esetében.

A két elkészített felvétel közötti kapcsolat leírásakor magas korrelációs együtthatókat kaptunk (4.táblázat). Összességében elmondható, hogy a rostélyos keresztmetszet esetében némileg szorosabb volt a kapcsolat (r=0,980), mint a P8-nál (r=0,954). A

rostélyos keresztmetszet nagyságának két felvételtől való megállapításának pontosságát a rostélyos nagysága kevésbé befolyásolja. A fartájéki faggyúvastagságnál viszont a nagyobb élősúlyú, vastagabb faggyúval rendelkező állatoknál kaptunk nagyobb korrelációs értéket, tehát az összefüggés nagyobb faggyúvastagság mellett kedvezőbb a P8 mérésénél.

A felvételek elkészítésének ismételhetsége a rostélyos keresztmetszet 0,961, a fartájéki faggyúvastagságnál (P8) 0,910 volt. Ilyen kedvező ismételhetség mellett elegendő a technikusnak egy felvételt készítenie, ebből is hasonló mérési eredményre lehet jutni, mint két felvétel alapján.

IRODALOM

Bergen, R. D.-Mc Kinnon, J. J.-Christensen, D. A.-Kohle, N.-Belanger, A. (1997): Use of real-time ultrasound of evaluate live animal carcass traits in young performance-tested beef bulls. *Journal of Animal Science*, 75.2300-2307.

Brethour, J. R. (1992): The repeatability and accuracy of ultrasound in measuring backfat of cattle. *Journal of Animal Science*. 70.1039-1044.

Cassens, R. B. (1999): Contribution of meat to human health. *Proc. Int. Cong. Meat Sci. Tech., Yokohama, Japan*. 642-648.

Claus, A. (1957): Die Messung natürlicher Greyflächen in Schweinerkörper mit Ultraschall. *Fleischwitsch*. 9.552-554.

Dobrowolsky, A.-Höreth, R.-Branscheid, W. (1993): Apparative Klassifizierung von Schweinehälften. *Kulmbacher Reiche*. 12. 1-26.

Field, C. M.-Williams, A. R.-Mckinley, W. B.-Jefcoat, L. R.-Smith, R. G. (2002): Use of live animal carcass ultrasound in stocker grazing in Mississippi. *Journal of Animal Science*, 78. (suppl) 11.

Hartjen, P.-Preisinger, R.-Ernst, E. (1993): Prediction of bovine carcass composition. I. Prediction of carcass composition of live cattle using ultrasonic measurements and at carcass size using additional traits. *Archiv für Tierzucht*, 36.3-4.315-324.

Hassen, A.-Wilson, D. E.-Rouse, G. H.-Trenkle, A. H. (1998): Evaluation of ultrasound measurements of fat thickness and longissimus muscle area in feedlot cattle: Assessment of accuracy and repeatability. *Canadian Journal of Animal Science*, 78.3.277-285.

Hassen, A.-Wilson, D. E.-Rouse, G. H.-Tait, R. G. (2004): Partitioning variances of growth in ultrasound longissimus muscle area measures in Angus bulls and heifers. *Journal of Animal Sciences*. 82.5. 1272-1279.

Herring, W. O.-Miller, D. C.-Bertrand, J. K.-Benyshek, L. L. (1994): Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 72.2216-2226.

Horn P. (1991): Az in vivo testanalízis újabb lehetőségei a húshasznosítású állatfajok nemesítésében, különös tekintettel a röntgen komputer tomográfia (RCT) alkalmazására. *Magyar Állatorvosok Lapja*. 46.3.133-137.

- Klawuhn, D.-Staufenbiel, R. (1997): Aussagekraft der Rückenfettdicke zum Körper-fettgehalt beim Rind. Tierärztliche-Praxis. 2.133-138
- Perkins, T. L.-Green, R. D.-Hamlin, K. E.-Shepard, H. H.-Miller, M. F. (1992): Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle – evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area. Journal of Animal Science, 70.9.2758-2765.
- Robinson, D. L.-Mc Donald, C. A.-Hammond, K.-Turner, J. W. (1992): Live animal measurements of carcass traits by ultrasound: assessment and accuracy of sonographers. Journal of Animal Science, 70.1667-1676.
- Song, Y. H.-Kim, S. J.-Lee, S. K. (2002): Evaluation of ultrasound for prediction of carcass meat yield and meat quality in Korean-native cattle (Honwoo). Asian-Australian Journal of Animal Science, 4.591-595.
- Temple, R. S.-Snaker, H. H.-Howry, D.-Posakony, G.-Hayaleus, H. H. (1956): Ultrasonic and conductivity methods for estimating fat thickness in live cattle. Am. Soc. Anima. Prod. West Section. Proc. 7.477.
- Tózsér J.-Holló G.-Holló I.-Seregi J.-Szentléleki A.-Repa I.-Zándoki R.-Minorics R. (2005): Magyar tarka fajtájú bikák real-time ultrahangkészülékkel mért rostélyos területének és fartájéki bőr alatti faggyúvastagságának változása hizlalás alatt. Agrártudományi Közlemények, 2005/18. 11-18.
- Tózsér J.-Szentléleki A.-Zándoki R.-Sipos M.-Holló G.-Holló I.-Gábriné T. Gy.-Zsigmond K. (2006): A fartájék bőr alatti faggyúvastagság (P8) mérésének megbízhatósága real-time ultrahang-készülékkel. Állattenyésztés és Takarmányozás, 55. 5. 451-457.
- Walte, B. H. (2002): Cattleman's Ultrasound Glossary. Charolais Journal. January, 1. 8-19.
- Wilson, D. E.-Rouse, G. H.-Haya, C. L.-Hassen, A. (2000): Carcass expected progeny differences using real-time ultrasound measures from developing Angus heifers. Ann. Meeting of USDA-ASA, July 24-28, Baltimore, Maryland, J.Anim. Sci. 78. (suppl) 58.