

Real-time ultrahangkészülék felhasználásának lehetősége a húsmarhatenyésztésben

Harangi Sándor – Radácsi Andrea – Béri Béla

Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma,
Állattenyésztéstudományi Intézet, Debrecen
harangis@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők célja hazai körülmények között a real-time ultrahangos technika (RTU) ismételhetőségének, megbízhatóságának vizsgálata volt. Charolais hizóbikák rostélyos keresztmetszet területének (ROT) értékelését elsőként élő állaton, azok levágását megelőző napon Falco 100 típusú ultrahangkészülékkel végezték. A felvételeket ugyanazon szakember két alkalommal értékelt. Az állatok levágását követően a ROT-ét a vágott testen is megmérték planiméter segítségével. A statisztikai elemzés elsőként a valós és az RTU-val meghatározott értékek közötti összefüggések vizsgálatára terjedt ki. Másodszor pedig az UH felvételek ismételt értékelése során kapott adatok kapcsolatát értékelték az ismételhetőség meghatározása érdekében.

Kulcsszavak: real-time ultrahang, ismételhetőség, megbízhatóság, hizóbika, charolais

SUMMARY

The goal of the authors was to evaluate the repeatability and accuracy of real-time ultrasound technique under Hungarian conditions. Ribeye area was measured at first time on live animals, before the day of slaughtering with Falco 100 ultrasound equipment in Charolais fattening bulls. Ultrasound pictures were traced at two times by the same operator. After slaughtering, ribeye area (REA) was measured on the carcass by planimeter at the same anatomical point like ultrasound measurements. Statistical analysis was carried out to examine the relationship between carcass and ultrasound REA. After it, repeatability was established by comparing the ultrasound pictures twice.

Keywords: real-time ultrasound, repeatability, accuracy, fattening bulls, Charolais

BEVEZETÉS

A real-time ultrahangos technikát (RTU) a húsmarhák testösszetételének becslésére több mint, 45 éve alkalmazzák. Az idők során a technika fejlődésével egyre jobb ultrahangkészülékek jelentek meg, ezzel párhuzamosan egyre pontosabbá vált a vágóérték élő állaton történő megállapítása is. Az RTU tenyésztési programokban való felhasználása az iránta érzett bizalomtól, vagy a bizalom hiányától nagymértékben függ, amit a technika megbízhatósága határoz meg. Cochran és Cox (1957) szerint akkor megbízható egy mérési adat, ha az minél közelebb áll a valós értékhez.

Az ultrahangos technika megbízható gyakorlati alkalmazásához elengedhetetlen, hogy szoros összefüggés legyen az ultrahanggal élő állaton és a

vágás után mért eredmények között. A pontosság pedig a megfigyelések halmazának szórtságára vonatkozik. Más szóval, az RTU akkor tekinthető pontosnak, ha segítségével egy bikacsoportban adott tulajdonságban az egyedek között helyes sorrend állítható fel. Amennyiben a valós értékeknek megfelelően lett megállapítva a sorrend, akkor a módszer megbízható és pontos is egyszerre. A tenyésztékek megállapításánál elegendő, ha a mérések csak pontosak, mivel a kortárs csoport hatását a számítások során kiküszöbölik. Az ismételhetőséget pedig az ugyanazon az állaton a többszöri mérés eredményei között fennálló korrelációval fejezzük ki (Herring és Kemp, 2001). Az ismételhetőség kifejezésére a korrelációs együttható nem minden esetben alkalmas, mivel nem jellemzi pontosan a fennálló összefüggéseket. Houghton és Turlington (1992) szerint a korrelációs együttható nagymértékben függ a vizsgált állomány varianciájától és nem veszi figyelembe a torzítást. A hatékonyság és az ismételhetőség gyors értékeléséhez az átlagos négyzetes eltérés négyzetgyökét (root mean squared errors – RMSE) számítását javasolják. Ez a statisztikai mutató a technikusnak és a kiértékelésnek az adathalmaz varianciájától független értékelésre szolgál. A szórás hibáját is megadja (error standard deviation – ESD), amely kis mértékben korrigálja a technikus és a kiértékelés hatásának torzítását, mivel minden egyes mérés átlagostól való eltérését veszi figyelembe. Az elemszám növekedésével az RMSE megbízhatóbbnak számít, mert nem végez korrekciót a technikus és a kiértékelés hatások torzításaira (Herring és mtsai, 1994).

Herring és mtsai (1994) két, a gyakorlatban rutinszerűen használt real-time ultrahangkészülék megbízhatóságát és ismételhetőségét hasonlította össze az ultrahangos szakemberek hatásának figyelembevételével. 44 hereford apaságú bikát vizsgáltak meg ultrahanggal két egymást követő napon, majd a második mérést követő 48 órán belül levágták az állatokat. A műszer és a technikus megbízhatóságának értékelése során a rostélyos keresztmetszet terület esetében jelentős eltéréseket tapasztaltak. A legkevésbé pontosan mérő technikus esetében 0,39 és 0,52 közötti szorosságú összefüggést állapítottak meg, amíg a legpontosabb technikusnál 0,71 és 0,72 volt a korrelációs együttható. A legkevésbé megbízható műszer/technikus kombináció esetében 13,97, míg a legmegbízhatóbb kombinációnál 6,56 volt az RMSE értéke. A 12-13. borda között mért bőralatti faggyúvastagság esetében 0,57 és 0,66 közötti

korrelációs együtthatókat állapítottak meg. Az RMSE értékek is kis tartományon belül, 0,27 és 0,33 között változtak. Vizsgálataikból az derült ki, hogy a faggyúsabb egyedekről nehezebb volt jó minőségű felvételeket készíteni, és pontatlanabb azok értékelése is. Más szerzők is hasonló következtetésekre jutottak (Perkins és mtsai, 1992a; Smith és mtsai, 1992). Az ultrahanggal mért rostélyos keresztmetszet terület ismételtetésének értékelésekor a gyengébb eredményeket produkáló technikusknál 0,36, illetve 0,37, míg a legprecízebb technikus esetében 0,82 és 0,90 korrelációs együtthatókat kaptak. A legrosszabb ismételtetési értékeket elérő technikusknál az RMSE érték 11,32, míg a legjobbnál 3,89 volt. A faggyúvastagság mérésekor 0,73 és 0,90 közötti korrelációs együtthatókat becsültek. Az RMSE értékek 0,20 és 0,14 között változtak.

Perkins és mtsai (1992a) 494 bikát és 151 üszőt vizsgált meg a real-time ultrahangos technika

megbízhatóságának és pontosságának értékelése céljából. A valós, vágott testeken és az ultrahanggal mért értékek a technika megbízhatóságának értékelését szolgálta. A rostélyos keresztmetszet esetében 0,60, a faggyúvastagságnál 0,75 szorosságú összefüggést állapítottak meg. Ezen kívül a vágott testen és az élő állaton meghatározott értékek közötti eltérést is felhasználták a megbízhatóság értékelésére. A becsült faggyúvastagsági értékek 70%-a 2,54 mm-en, míg 95%-a 5,08 mm-en belül volt. Az ultrahanggal megállapított rostélyos keresztmetszet terület értékek 53%-a kevesebb, mint 6,25 cm²-rel, 84%-a pedig kevesebb, mint 12,5 cm²-rel tért el a valós értékektől. A különböző szerzők által publikált élő állaton ultrahanggal és a vágott testeken megállapított bőr alatti faggyúvastagság, rostélyos keresztmetszet terület-értékek között becsült korrelációs együtthatókat az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat

Élő állaton ultrahanggal és a vágott testeken megállapított bőr alatti faggyúvastagság, rostélyos keresztmetszet terület-értékek között becsült korrelációs együtthatók (Török és mtsai, 2008 nyomán)

Forrás(1)	Műszer(2)	Bőr alatti faggyúvastagság(3)	Rostélyos keresztmetszet területe(4)
Brethour, 1990	Aloka 210 DX	0,87	-
Duello és mtsai, 1990	Aloka 633	0,87	0,75
Smith és mtsai, 1992	Aloka 210 DX	0,82	0,63
Perkins és mtsai, 1992a	Aloka 210 DX	0,75	0,60
Waldner és mtsai, 1992	Aloka 210 DX	0,86	0,73
Brethour, 1992	Aloka 210 DX	0,92	-
Robinson, 1992	Aloka 210 DX, Aloka 500	0,90	0,87
May és mtsai, 2000	Aloka 210 DX	0,81	0,61
Greiner és mtsai, 2003	Aloka 500	0,89	0,86

Table 1: Correlation coefficients between ultrasound measured subcutaneous fat thickness, ribeye area and the certain values on slaughtered animals

Source(1), Maschine(2), Subcutaneous fat thickness(3), Ribeye area(4)

Perkins és mtsai (1992b) a mérést végző személy hatását vizsgálták az ultrahanggal történő bőr alatti faggyúvastagság és a hosszú hátizom keresztmetszet terület mérésének eredményeire. Különböző genotípusú tinókat két gyakorlott technikus, két egymást követő napon, Aloka 500V készülékkel mért 3,5 MHz-es, 17 cm-es lineáris mérőfejjel. Az ultrahang- és hasított test mérések eredményeiben szignifikáns ($P<0,01$) eltérés mutatkozott a különböző fajták, genotípusok között, de nem volt különbség ($P<0,01$) a technikusok mérései között, illetve a technikus-fajta interakcióban sem. A bőr alatti faggyú mérésekor az egyik technikus 0,87-es, a másik 0,86-os; a rostélyos mérésekor az egyik technikus 0,76-os, a másik 0,82-es korrelációs eredménnyel dolgozott. A mérési napok közötti ismételtetés a bőr alatti faggyú mérésekor 0,91, a rostélyos mérésekor 0,81 volt, a technikusok közötti ismételtetés a bőr alatti faggyú mérésekor 0,83-nak mutatkozott.

A rostélyos keresztmetszeti képek kiértékelésében, a technikusok közötti ismételtetés 0,76, a napok közötti ismételtetés 0,86 volt. Magyarországon Török és mtsai (2007) összesen 40 charolais, magyartarka, limousin és magyartarka x charolais F₁ hízóbika esetében 0,83 szorosságú összefüggést állapítottak meg Falco 100 típusú real-time ultrahanggal in vivo, és a vágott testeken planiméterrel meghatározott rostélyos keresztmetszet terület értékek között ($P<0,01$). Az ultrahangos fartájéki faggyúvastagság (P8) és az EUROP faggyúborítottsági minősítés erős közepes kapcsolatban állt ($r=0,69$; $P<0,01$).

A nemzetközi irodalomban több kutató is közöl ezzel kapcsolatos eredményeket. Dobrowolski és mtsai (1993) a megfelelő technikai feltételek teljesülésekor az ultrahangos mérések ismételtetését 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 ($P < 0,001$). Bergen és mtsai (2003) közlése szerint a hosszú hátizom területének ismételhetősége 0,96. Hassen és mtsai (2004) 882 fajtatiszta, 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 eredményét értékelve azt tapasztalták, hogy a mérések ismételhetősége 0,73-0,98 között változott. Eredményeik arra utalnak, hogy az ultrahang technikuskoknak tanfolyamokon kell részt venniük, a nagyobb mérési ismételhetőség elérése érdekében. 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. 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.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkban az Abaúji Charolais Zrt. állományából származó charolais hízbikák vettek részt ($n=21$). Az állatok hizlalása kifutóval ellátott istállóban történt, amely fedett mélyalmos pihenőterrel egészült ki. A hizlalás félintenzív módon zajlott, tömegtakarmányként kukorica- és árpaszilazst, valamint rétiszenát kaptak. A napi takarmányadagban 100 kg élősúlyra számítva 1 kg abraktakarmányt kaptak. A hizláló abrak kukoricadarából, extrahált napraforgódarából és koncentrátumból állt. Három, 7-7 egyedet magában foglaló kísérleti csoportot alakítottunk ki. A célunk az 500, 600 és 700 kg-os vágási átlagsúly elérése volt, mely az I. csoportnál 507,5, a II. és a III. csoportnál 603,1 valamint 690,6 kg-ban realizálódott. A hizlalási és vágási eredmények a 2. táblázatban szerepelnek.

2. táblázat

A vizsgált charolais bikák hizlalási és vágási eredményei

Paraméterek(1)	Súlykategória(2)			Összesen, átlag(3)
	500 kg	600 kg	700 kg	
n	7	7	7	21
Vágási életkor, nap(4)	443,7±14,9	490,4±11,0	537,7±43,6	490,7±47,1
Vágási súly, kg(5)	507,5±15,5	603,1±11,8	690,6±31,6	600,5±79,1
Napi súlygyarapodás a hizlalás alatt, g/nap(6)	1219 ± 150a	1389±78ab	1414±156b	1341±154

Table 2: Fattening and slaughtering results of Charolais bulls
Parameters(1), Weight categories(2), Total, average(3), Age at slaughtering, Day(4), Slaughter weight, kg(5), Average daily weight gain during fattening, g/day(6)

Az állatok levágása előtti napon, az üzemben ultrahanggal felvételeket készítettünk az állatok rostélyos keresztmetszetéről. Az ultrahangos méréseket Falco 100 (Pie Medical) típusú real-time scanner-rel, valamint 3,5 MHz-es ASP 18 cm-es lineáris mérőfejjel végeztük. A rostélyos keresztmetszet mérését két anatómiai ponton, a 11-12., illetve a 12-13. borda között, a bordákkal párhuzamosan valósítottuk meg (Perkins és mtsai, 1996). A felvételek kiértékelése speciális képértékelő program segítségével két ismétlésben történt (Ultrasound Engineer 3.0). A felvételeket a rostélyos (M. longissimus dorsi) körberajzolásával értékeltük, ügyelve arra, hogy más izomcsoport (m. spinalis dorsi, m. longissimus costarum, musculi intercostales, stb.) a kapott eredményt ne torzítsa.

Az állatok levágása utáni napon, a csontozás során a vágott testen fólia lapon rögzítettük a rostélyos keresztmetszeti képének körvonalait. Ezután planiméterrel, körberajzolásos technikával

meghatároztuk a rostélyos keresztmetszet területének valós értékeit mindkét anatómiai ponton.

Vizsgálataink során az alábbi kérdésekre kerestük a választ:

- milyen az ismételhetősége a rostélyos keresztmetszet terület értékeinek az ultrahangos felvételek ismételt értékelése során;
- az ultrahangos felvételek két ismétlésben végzett értékelése során kapott értékek statisztikailag megegyeznek-e;
- milyen eltérést kapunk az ultrahanggal (élő állaton) és a vágott testen (valós érték) meghatározott rostélyos keresztmetszet terület értékei között, a valós érték nagyságának függvényében;
- milyen összefüggés figyelhető meg a rostélyos keresztmetszet területének ultrahangos és valós értékei között, valamint milyen matematikai egyenlettel becsülhetők az ultrahangos értékekből a valós ROT értékek?

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

A 3. táblázatban láthatjuk mindkét anatómiai ponton ultrahanggal és planiméterrel megállapított rostélyos keresztmetszet adatokat. A vágott testen a 11/12. borda között megállapított rostélyos keresztmetszet terület (CROT) adatok közötti különbség jól látható az egyes súlykategóriák között. A 700 és a 600 kg-os csoport (125,0±12,9 és

119,6±7,6) között lényegesen kisebb a különbség, mint az 500 és 600 kg-os csoport között. Az ultrahangos felvételeket ugyanaz a szakember két alkalommal értékelt (UROT1; UROT2). Ezen túlmenően a két ultrahanggal megállapított értékből átlagot képeztünk (UROT átlag). Megállapíthatjuk, hogy az ultrahangos felvételek mindkét értékelése alulbecsülte a valós ROT értékeket.

3. táblázat

Az élő állaton ultrahanggal és a vágott testen megállapított rostélyos keresztmetszet terület értékek

Rostélyos keresztmetszet terület értékek a 11/12. borda között mérve (cm ²)(1)					
Súlykategória(2)	n	CROT(3)	UROT1(4)	UROT2(5)	UROT átlag(6)
700 kg	7	125,0±12,9	121,7±19,0	120,3±10,4	121,0±9,5
600 kg	7	119,6±7,6	113,9±7,6	114,2±6,8	114,0±7,1
500 kg	7	101,7±6,7	95,9±7,6	94,3±6,7	95,1±7,1
Átlag(8)	21	115,4±13,6	110,5±13,5	109,6±13,7	110,0±13,5
Rostélyos keresztmetszet terület értékek a 12/13. borda között mérve (cm ²)(7)					
Súlykategória(2)	n	CROT(3)	UROT1(4)	UROT2(5)	UROT átlag(6)
700 kg	7	127,0±11,7	126,1±11,1	123,9±10,2	125,0±10,5
600 kg	7	120,0±6,4	116,3± 5,3	116,3±5,2	116,3±5,8
500 kg	7	102,0±6,7	98,0±7,1	98,2±9,3	98,1±8,1
Átlag(8)	21	116,3±13,6	113,5±14,4	112,8±13,7	113,1±14,0

Table 3: Ribeye area values assessed in vivo with ultrasound and on the carcass

Ribeye area values measured between the 11st and 12nd ribs, cm²(1), Weight categories(2), Carcass ribeye area(3), Ultrasound ribeye area values, first interpretation(4), Ultrasound ribeye area values, second interpretation(5), Ultrasound ribeye area average values(6), Ribeye area values measured between the 12nd and 13th ribs, cm²(7), Average(8)

A húsmarha tenyésztési programokban szinte kizárólag a 12/13. borda tájékon meghatározott ROT mérést alkalmazzák. Az előbbieken leírtaknak megfelelően az ultrahangos értékek itt is alulértékelték a ROT-et. Az eltérés azonban kisebb mértékű, ez is mutatja, hogy a 12/13. borda közötti ultrahangos mérés pontosabb, mint a 11/12. borda tájéki.

A valós és az ultrahanggal mért ROT értékek között fennálló kapcsolat értékelésére egytényezős t-próbát használtunk (4. táblázat). Sem a 11/12., sem a 12/13. borda között megállapított valós és ultrahangos ROT értékek között nem találtunk statisztikailag bizonyítható különbséget (P<0,05). Ez azt sugallja, hogy az ultrahanggal megállapított értékekből kellő pontossággal meghatározható a rostélyos keresztmetszet terület valós nagysága.

A mérés technika megbízhatóságának vizsgálata során az ultrahangos és a vágott testen mért paraméterek közötti összefüggés szorosságát értékeltük. A ROT 11/12 esetében elmondható, hogy a 700 kg-os csoportnál találtuk a legszorosabb összefüggéseket. A CROT és az első ultrahangos értékelés között 0,885, a CROT és a második ultrahangos értékelés között 0,869 korrelációs együtthatót állapítottunk meg. A többi súlycsoportnál ennél lényegesen lazább összefüggést találtunk. A három csoportot együtt értékelve – az elemszám növelésével – viszont már 0,9 feletti korrelációs együttható volt megállapítható.

4. táblázat

Ultrahangos mérési eredmények szignifikancia szintje

Vizsgált terület(1)	Szignifikancia szint(2)	
	CREA – REA1(3)	CREA – REA2(4)
ROT 11/12(5)	0,289	0,608
ROT 12/13(6)	0,243	0,511

Table 4: Significance level of REA measured on the carcass and on live animal by ultrasound

Examined anatomical points(1), Significance level(2), Carcass ribeye area –ultrasound ribeye area values 1(3), Carcass ribeye area –ultrasound ribeye area values 2(4), Ribeye area measured between the 11st and 12nd ribs, cm²(5), Ribeye area measured between the 12nd and 13th ribs, cm²(6)

A 12/13. borda tájéki ROT esetében szintén a 700 kg-os csoportnál találtuk a legszorosabb kapcsolatot, bár a 600 és 500 kg-os csoportnál is közepesen szoros és szoros összefüggéseket találtunk (0,654 – 0,812). A 21 egyed adataival együtt kalkulálva 0,949 és 0,955 közötti korrelációs együtthatókat állapítottunk meg (5. táblázat).

Megvizsgáltuk, hogy milyen nagyságú az eltérés a valós, vágott testen és az élő állaton, ultrahanggal meghatározott ROT értékek között. A 6. táblázatban szereplő adatokból kiderül, hogy a 11/12. borda tájéki ROT esetén az átlagos abszolút eltérés (6,16±4,72 cm²), és az eltérés 0,03–15,84 cm² között változott.

5. táblázat

Az in vivo ultrahanggal és a vágott testen mért rostélyos keresztmetszet terület értékek közötti kapcsolat

ROT a 11/12. borda között(1)				
Súlykategória(2)	n(3)	CROT-UROT1(4)	CROT-UROT2(5)	CROT-UROT átlag(6)
700 kg	7	0,885**	0,869*	0,950*
600 kg	7	0,694	0,549	0,637
500 kg	7	0,625	0,557	0,598
Összesen(7)	21	0,901**	0,889**	0,914**
ROT a 12/13. borda között(8)				
700 kg	7	0,960**	0,976**	0,977**
600 kg	7	0,690	0,654	0,688
500 kg	7	0,758*	0,812	0,795*
Összesen(7)	21	0,951**	0,949**	0,955**

Szignifikancia elfogadás felső határa: *P<=0,05, **P<=0,01(9)

Table 5: Correlation coefficients between ribeye area values measured in vivo by ultrasound and on the carcass

Ribeye area measured between the 11st and 12nd ribs, cm²(1), Weight categories(2), Number of animals(3), Relationship between carcass ultrasound – ultrasound ribeye area 1 values(4), Relationship between carcass ultrasound – ultrasound ribeye area 2 values(5), Relationship between carcass ultrasound – ultrasound ribeye area average values(6), Total(7), Ribeye area measured between the 12nd and 13th ribs, cm²(8), Upper bound of the true significance; *P<=0.05, ** P<=0.01(9)

6. táblázat

A vágott testen, valamint élő állaton, ultrahanggal megállapított ROT közötti eltérések mértéke

Tulajdonság(1)	Eltérés(2) CROT-UROT			Korrelációs együttható(3) (CROT-UROT) – CROT
	cm ²	%	Min.-Max.	
ROT 11/12(4)	6,16 ± 4,72	5,30 ± 4,15	0,03 - 15,84	0,233
ROT 12/13(5)	2,52 ± 1,94	2,16 ± 1,64	0,08 - 7,14	0,141

Table 6: Difference between REA measured on the carcass and on live animals, by ultrasound

Trait(1), Differences(2), Correlation coefficients (carcass ribeye area-ultrasound ribeye area) – carcass ribeye area(3), Ribeye area measured between the 11st and 12nd ribs(4), Ribeye area measured between the 12nd and 13th ribs(5)

A 12/13. borda tájéki ROT-nál az átlagos abszolút eltérés lényegesen kisebb volt (2,52±1,94 cm²) és az egyedi eltérések is kisebb intervallumban mozogtak (0,08-7,14 cm²). Amennyiben az eltérés nagyságát a valós értékhez viszonyítottuk szintén jóval gyengébb eredményeket kaptunk a 11/12. borda közötti vizsgálatok kapcsán (5,3 % átlagos eltérés szemben a 12/13. borda közötti ROT-nél tapasztalt 2,16 %-os differenciával.

Megnéztük, hogy a valós és ultrahanggal megállapított értékek közötti eltérés (CROT-UROT) és a valós érték között milyen az összefüggés szorossága. Egyik esetben sem találtunk (P<0,05) szignifikáns kapcsolatot (r₁=0,233; r₂=0,141), tehát a rostélyos keresztmetszet területének nagysága nem befolyásolja az ultrahangos mérés hibájának nagyságát.

Ezt támasztja alá grafikus elemzésünk is. Az 1. ábrán igyekeztünk szemléltetni, hogy a vágott testen megállapított ROT nagyságának növekedésével hogyan változik a mérés hibájának a mértéke (CROT-UROT). A vágott testen meghatározott CROT nagysága alapján 4 csoportot alakítottunk ki: 1. 90-105 cm²; 2. 105-120 cm²;

3. 120-130 cm² 4. 130 cm²<. Ezekben az intervallumokban vizsgáltuk az átlagos eltérés nagyságát. Tendenciát nem tudtunk megállapítani, hiszen az eltérés nagysága a 105-120 cm²-es csoportban jelentősen elmaradt a három másik csoportnál tapasztaltaktól (1. ábra).

Az ultrahangos mérések és a vágott testen mért értékekből számított regressziós egyenleteket, illetve determinációs együtthatókat a 2-3. ábrák szemléltetik. A determinációs koefficiens (R²) a rostélyos keresztmetszet terület becslésének pontosságát mutatja. Ez a 11/12. bordánál mért ROT esetén 0,8362, a 12/13. borda között megállapított ROT-nál 0,9656. Ezek a kedvező értékek – különösen a második esetben – jól mutatják, hogy a Falco 100 típusú ultrahangkészülékkel nagy pontossággal megállapítható a rostélyos keresztmetszet területének valós nagysága. Például, ha a 12/13. borda között ultrahanggal mért rostélyos nagysága 120 cm², akkor az y = 0,9921x + 2,874 regressziós egyenletbe behelyettesítve az alábbi valós ROT mérettel kell számolnunk: (0,9921*120) + 2,874 = 121,93 cm².

1. ábra: A mérés hibájának mértéke a CROT nagyságának függvényében (n=21)

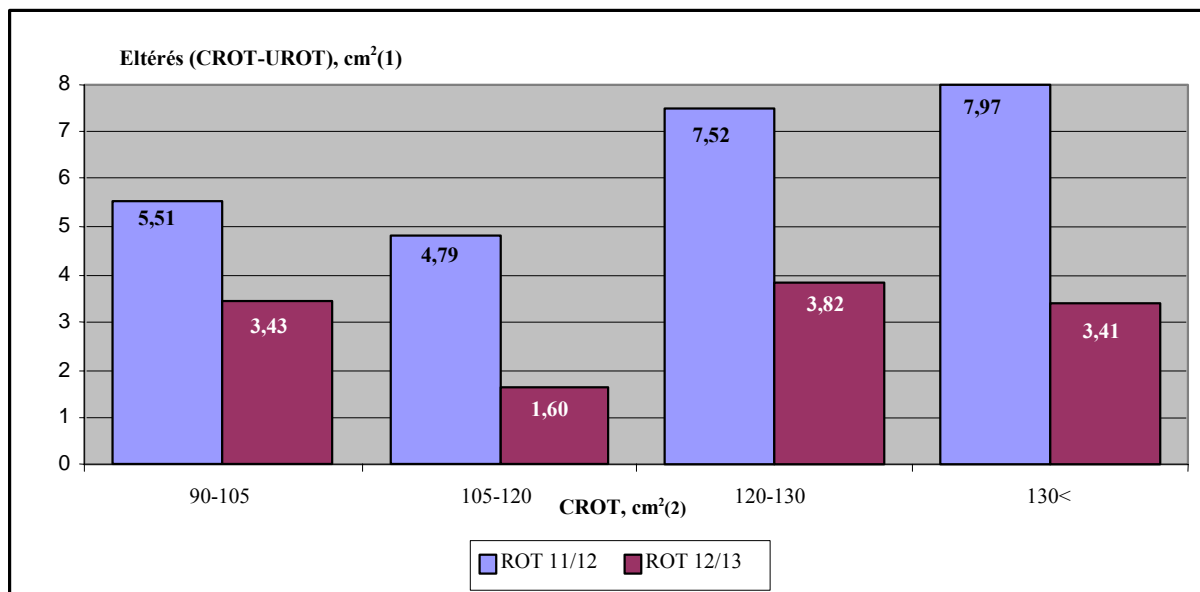


Figure 1: Ratio of the error of measurements according to carcass ribeye area
Difference between carcass ribeye area and ultrasound ribeye area, cm²(1), Carcass ribeye area, cm²(2)

2-3. ábra: Az ultrahanggal, élő állaton, valamint a vágott testen mért ROT nagysága közötti összefüggés (n=21)

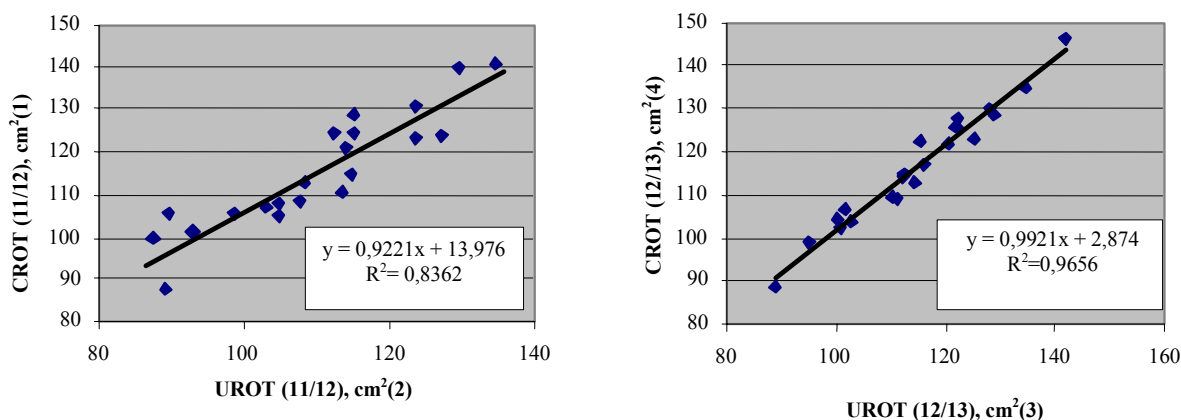


Figure 2-3: Relationship between ribeye area measured on the carcass and on live animal by ultrasound
Carcass REA measured between the 11/12nd ribs(1), Ultrasound REA measured between the 11/12nd ribs(2), Ultrasound REA measured between the 12/13th ribs(3), Carcass REA measured between the 12/13th ribs(4)

Az ultrahangos felvételeket két alkalommal is értékelte az ultrahangos szakember az ismételhetőség megállapítása céljából. Elsőként egytényezős t-próbát alkalmaztunk a két adatsor közötti statisztikai kapcsolat megismerésére (7. táblázat). Sem a 11/12., sem a 12/13. borda közötti két ismétlésben mért ultrahangos rostélyos keresztmetszet terület értékek között nem volt szignifikáns különbség (P>0,05). Tehát az eltérés, amelyet az ultrahangos szakember ugyanazon felvétel kétszeri értékelése során kapott, csak a véletlennek tulajdonítható.

A felvételek kétszeri értékelésekor kapott adatok közötti eltérés nagyságát is vizsgáltuk. Abszolút értékét tekintve és a valós ROT nagysághoz viszonyított százalékos értékben sem mutatkozott jelentős eltérés a 11/12. és a 12/13. borda közötti mért értékek között (8. táblázat).

7. táblázat

Ultrahangos mérési eredmények szignifikancia szintje

Vizsgált terület(1)	Szignifikancia szint(2)
	UROT1-UROT2(3)
ROT 11/12(4)	0,741
ROT 12/13(5)	0,351

**Szignifikancia elfogadás felső határa P<=0,05(6)

Table 7: Significance level of repeated ultrasound measurements

Examined anatomical points(1), Significance level(2), Ultrasound ribeye area values 1 and 2(3), Ribeye area measured between the 11st and 12nd ribs, cm²(4), Ribeye area measured between the 12nd and 13th ribs, cm²(5), Upper bound of the true significance(6)

8. táblázat

Az eltérés nagysága a rostélyos keresztmetszet terület kétszeri értékelése között

Tulajdonság(1)	Eltérés(2) UROT1-UROT2		
	cm ²	(UROT1-UROT2) / CROT, %(3)	Min.-Max.
ROT 11/12	2,42±1,98	2,10±1,67	0,13-9,13
ROT 12/13	2,69±1,86	2,36±1,61	0,25-7,65

Table 8: Difference between repeated evaluations of ultrasound pictures

Trait(1), Difference between repeated ultrasound ribeye area measurements(2), (UREA1-UREA2)/CREA, %(3)

Az ultrahangfelvételek ismételt értékelése során kapott adatokból számított regressziós együtthatókat a 4-5. ábrák szemléltetik. Kiszámítottuk a determinációs koefficiens (R²) értékét, amely a rostélyos keresztmetszetről készített második értékelés (függő változó) varianciájának a független változó (első értékelés) által magyarázott részét mutatja. Ez a 11/12. bordák között mért ROT esetében 0,9513, vagyis a második felvétel varianciájának alakulását 95,1%-ban az első értékelés, 4,9%-ban pedig egyéb általunk nem mérhető tényezők adják. A 12/13. bordaközben megállapított ROT esetén a determinációs együttható szintén 0,95 körüli. Ilyen kedvező ismételtetés mellett elegendő az ultrahangos szakembernek a felvételeket egyszer értékelnie, ebből is hasonló mérési eredményre lehet jutni, mint két értékelés alapján.

4-5. ábra: A rostélyos keresztmetszet terület ultrahangos mérésének ismételtetősége (n=21)

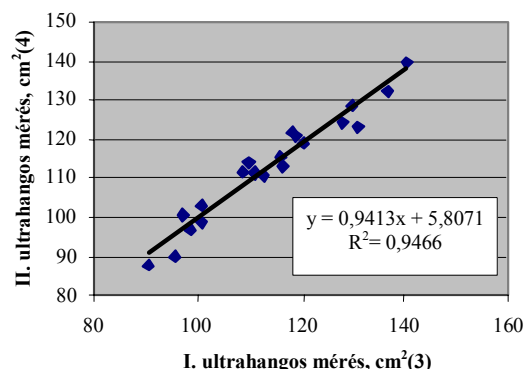
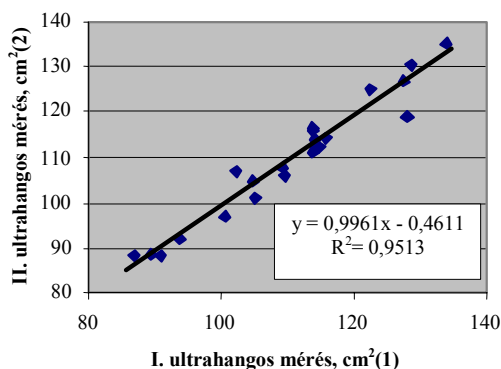


Figure 4-5: Repeatability of ultrasound ribeye area measurements

First interpretation of ultrasound ribeye area measured between the 11/12nd ribs(1), Second interpretation of ultrasound ribeye area measured between the 11/12nd ribs(2), First interpretation of ultrasound ribeye area measured between the 12/13th ribs(3), Second interpretation of ultrasound ribeye area measured between the 12/13th ribs(4)

KÖVETKEZTETÉSEK

Ismételhetőség:

A ROT-ról készült ultrahangos felvételek kétszeri értékelésekor kapott adatok között nem volt statisztikailag igazolható különbség (P<0,05). A két értékelés adatsora között szoros korrelációs együtthatókat állapítottunk meg (r=0,955-0,974). Ezek alapján úgy tűnik elegendő a felvételek egyszeri értékelése, de fel kell hívni a figyelmet az ultrahangos felvételek elkészítésének körülményeire (a felvételkészítés hibája). Az ultrahangos technika alkalmazásakor nagyon fontos, hogy a felvétel készítésének és értékelésének hibája minimális legyen.

Ez hozzájárul természetesen a technika megbízhatóságához is. Ezek a tényezők határozzák meg, hogy a vágott testen mért (valós) ROT értékek és az ultrahanggal élő állatról nyert értékek mennyire szoros összefüggésben állnak egymással.

Megbízhatóság:

A valós és az ultrahanggal meghatározott ROT értékek 5%-os valószínűségi szinten eltértek egymástól. Ezzel szemben a két adatsor között szoros pozitív korrelációs együtthatókat tudunk meghatározni. A két adatsor értékei tehát igen hasonló módon változnak egymás képest. A vágott testen és az élő állaton meghatározott ROT értékek közötti eltérés és a ROT nagysága között csak igen laza kapcsolatot véltünk felfedezni.

ROT meghatározása különböző anatómiai pontokon:

A 12/13. borda között készített felvételek esetén jobb ismételtetésű értékeket kaptunk. Sőt a megbízhatóság terén is kedvezőbb értékeket találtunk. Az USA-ban, Kanadában, Ausztráliában, Új-Zélandon a húsmarhák vágóértékének javítását célzó tenyésztési programokban a 12/13. borda között készítik a ROT-ról az UH felvételeket.

Korábban számos közlemény volt arra vonatkozólag, hogy a 11/12. borda között történjen az értékelés, hiszen a vágott testek negyedelése ezen az anatómiai ponton történik. A 12/13. borda tájékán véleményünk szerint jobb minőségű UH felvételek készíthetők és azok értékelése is egyszerűbb.

A különböző szövetek határfelületei ezeken a felvételeken markánsabban rajzolódnak ki. Ennek magyarázata a 11/12., valamint a 12/13. borda közötti régióban található izomcsoportok alakjának, méretének változásából fakadhat.

IRODALOM

- Bergen, R. D.-Crews, D. H.-Miller, S. P.-McKinnon, J. J. (2003): Predicting lean meat yield in beef cattle using ultrasonic muscle depth and width measurements. *Can. J. Anim. Sci.* 83: 429-434.
- Brethour, J. R. (1990): Relationship of ultrasound speckle to marbling score in cattle. *J. Anim. Sci.*, 68. 2603-2613.
- Brethour, J. R. (1992): The repeatability and accuracy of ultrasound in measuring backfat of cattle. *J. Anim. Sci.* 70. 1039-1044.
- Brethour, J. R. (1992): The repeatability and accuracy of ultrasound in measuring backfat of cattle. *Journal of Animal Science.* 70. 1039-1044.
- Cochran, W. G.-Cox, G. M. (1957): *Experimental Design* (2nd Ed.) John Wiley & Sons, New York.
- Dobrowolsky, A.-Höreth, R.-Branscheid, W. (1993): Apparative Klassifizierung von Schweinehälften. *Kulmbacher Reiche.* 12. 1-26.
- Duello, D. A.-Rouse, G. H.-Wilson, D. E. (1990): Real-time ultrasound as a method to measure ribeye area, subcutaneous fat cover and marbling in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 68. 240.
- Greiner, S. P.-Rouse, G. H.-Wilson, D. E.-Cundiff, L. V.-Wheeler, T. L. (2003): The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 81. 676-682.
- 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 Jr., R. G. (2004): Partitioning variances of growth in ultrasound longissimus muscle area measures in Angus bulls and heifers. *J. Anim. Sci.*, 82. 1272-1279.
- Herring, W.-Kemp, D. (2001): The use of ultrasound technology in genetic selection decisions. *Proceedings, The Range Beef Cow Symposium XVII.* Casper, Wyoming.
- 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.
- Houghton, P. L.-Turlington, L. M. (1992): Application of ultrasound for feeding and finishing animals: A review. *J. Anim. Sci.* 70. 930.
- May, S. G.-Mies, W. L.-Edwards, J. W.-Harris, J. J.-Morgan, J. B.-Garrett, R. P.-Williams, F. L.-Wise, J. W.-Cross, H. R.-Savell, J. W. (2000): Using live estimates and ultrasound measurements to predict beef carcass cutability. *J. Anim. Sci.*, 78. 1255-1261.
- Perkins, T. L.-Green, R. D.-Hamlin, K. E. (1992a): Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 70. 1002-1010.
- Perkins, T. L.-Green, R. D.-Hamlin, K. E.-Shepard, H. H.-Miller, M. F. (1992b): Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle – evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area. *J. Anim. Sci.*, 70. 2758-2765.
- Perkins, T.-Meadows, A.-Hays, B. (1996): Study guide for the ultrasonic evaluation of beef cattle for carcass merit. *Ultrasound Guidelines Council, Study Guide Sub-Committee*, www.aptcbeef.org (utolsó letöltés: 2007.12.13)
- Robinson, D. L.-McDonald, C. A.-Hammond, K.-Turner, J. W. (1992): Live animal measurements of carcass traits by ultrasound: assessment and accuracy of sonographers. *J. Anim. Sci.*, 70. 1667-1676.
- Smith, M. T.-Oltjens, J. W.-Dolezal, H. G.-Gill, D. R.-Behrens, B. D. (1992): Evaluation of ultrasound for prediction of carcass fat thickness and longissimus muscle area in feedlot steers. *J. Anim. Sci.*, 70. 29-37.
- Török, M.-Polgár, J. P.-Kocsi, Gy.-Szabó, F. (2007): Correlation of ultrasonic measured fat thickness and ribeye area to the certain values measured on slaughtered bulls. *European Association for Animal Production. 29th August 2007, Dublin, Ireland, Abstract no. 1245.*
- Török M.-Domokos Z.-Tözsér J.-Szabó F. (2008): Hízómarhák rostélyos keresztmetszetének mérése real-time ultrahangkészülékkel. *Irodalmi feldolgozás. Állattenyésztés és takarmányozás.* 57. 2. 147-160.
- Waldner, D. N.-Dikeman, M. E.-Schalles, R. R.-Olson, W. G.-Houghton, P. L.-Unruh, J. A.-Corah, L. R. (1992): Validation of real-time ultrasound technology for predicting fat thicknesses, longissimus muscle areas, and composition of Brangus bulls from 4 month to 2 years of age. *Journal of Animal Science*, 70. 3044-3054.