

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**ULTRAHANGOS MÉRÉSI TECHNIKA ALKALMAZÁSA
SZARVASMARHÁK HÚSTERMELŐ KÉPESSÉGÉNEK ÉS
VÁGÓÉRTÉKÉNEK VIZSGÁLATÁRA**

Készítette:

Harangi Sándor
doktorjelölt

Témavezető:

Dr. Béri Béla
egyetemi docens



DEBRECENI EGYETEM
Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola

Debrecen
2013.

1. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITŰZÉSEI

A húsmarhatenyésztés területén nagy hagyományokkal rendelkező országokban (USA, Kanada, Ausztrália, Új-Zéland) számos tenyésztőszervezet már korábban beépítette az ultrahangos felvételeken alapuló méréseket a többlépcsős tenyészérték-bebecslésbe. Tanulmányok bizonyítják, hogy a tenyésztési programokban a real-time ultrahangos (RTU) technikával gyűjtött adatok felhasználásával fejleszthető a szarvasmarhák hústermelő képessége, in vivo becsülhető a hízómarhák vágóértéke, illetve előre jelezhető a vágásérettség elérésének időpontja. Mindezek az előnyök hozzájárulhatnak a vágómarha-előállítás jövedelmezőségének jelentős javulásához nemcsak külföldön, hanem hazánkban is. Ezek az előnyök az ágazat fennmaradásának, illetve folyamatos fejlődésének a lehetőségét teremthetik meg.

Az ultrahangos technikában rejlő lehetőségek keltették fel az érdeklődésemet a téma iránt. Magyarországon több publikáció is született az ultrahangos mérésekkel kapcsolatban, de eddig nem történt meg a módszer gyakorlatba történő széleskörű átültetése. Az ultrahangos mérések tenyészérték-bebecslésbe történő bevezetése előtt számos vizsgálat elvégzése szükséges. A hazánkban jelentős húsmarha genotípusok ultrahanggal mérhető növekedési jellemzőinek (izom beépülés mértéke, faggyúsodás üteme, stb.) megismerése különös fontossággal bír. A vágóérték és az ultrahanggal mért tulajdonságok közötti kapcsolatok megismeréséhez elengedhetetlen az ún. próbavágások lefolytatása és a vágási, csontozási eredmények kiértékelése. Bizonyos országokban már léteznek ultrahangos mérésekre alapozott testösszetételt becsülő egyenletek, de ezek hazai gyakorlati alkalmazhatósága számos nehézségbe ütközik az eltérő fajta, ivar, kor, takarmányozás, tartástechnológia, éghajlati tényezők és egyéb okok miatt. A magyarországi körülmények között végzett próbavágások eredményeire alapozott becsülő egyenletek létrehozása ezen okok miatt jelentősnek számít.

Kutatásom a real-time ultrahangos technika húsmarhatenyésztésben történő hazai felhasználási lehetőségeinek vizsgálatára irányult a húshasznú magyar tarka és a charolais fajtánál. A témához szorosan kapcsolódva – részben adatot szolgáltatva a vágóérték in vivo ultrahangos adatokból történő bebecsléséhez – arra kerestem a választ, hogy a vágósúly növekedésével milyen változások figyelhetők meg a charolais hízóbikák hústermelő képességében.

A vizsgálataim főbb területei az alábbiakban foglalhatók össze:

1. Az ultrahangos felvételek értékelésének ismételhetősége:

- A real-time ultrahangos technikával mérhető tulajdonságok (rostélyos keresztmetszet terület, hátfaggyú vastagság, P8 és amerikai módszerrel mért bőr alatti fartájéki faggyúvastagság) többszöri mérési eredményeinek ismételhetőség vizsgálata hazai körülmények között,
- ultrahanggal mérhető kiegészítő vagy alternatív tulajdonságok (gluteus medius izom vastagság, testfal vastagság) ismételhetőségének vizsgálata. A vizsgálatukat indokolja, hogy ezek a tulajdonságok könnyen mérhetőek élő állaton és a színhús kihozatal becslésére létrehozott egyenletekbe könnyen bevonhatóak.

2. Az ultrahangos mérések megbízhatósága, pontossága:

- Az ultrahangos mérések megbízhatóságának vizsgálata a rostélyos keresztmetszet terület 11/12. és 12/13. bordaközben történő megállapításakor.
- Az ultrahangos felvételek ismételt kiértékelése milyen hatással van a rostélyos keresztmetszet terület mérésének pontosságára?
- Befolyásolja-e a vágott testen meghatározott rostélyos keresztmetszet nagysága az ultrahangos mérés pontosságát?

3. Tenyészbika-jelöltek növekedésének vizsgálata ultrahangos technika felhasználásával:

- Húshasznú magyar tarka és charolais tenyészbika jelöltek növekedési jellemzőinek vizsgálata ultrahangos méréseken keresztül,
- ultrahanggal mért, a nemzetközi gyakorlatban széleskörűen alkalmazott, és alternatív tulajdonságokról adatok szolgáltatása,
- a sajátteljesítmény-vizsgálat elején és végén mérhető ultrahangos tulajdonságok, valamint az életkor és élősúly értékei közötti kapcsolat vizsgálata,
- a sajátteljesítmény-vizsgálat végén várható ultrahangos adatok becslése a beállításkor mért adatokból az egyedek előszelekciójának elvégzése érdekében.

4. Különböző súlyra hizlalt charolais hízó bikák hústermelő képességének összehasonlító elemzése:

- Hogyan befolyásolja a hizlalási végsúly a charolais hízó bikák hízékonyságát?
- Milyen hatással van a vágósúly az állatok vágási eredményeire?
- A csontozási eredményeket milyen módon befolyásolja a vágósúly?

5. Az ultrahanggal megállapított paraméterek és a vágóérték közötti összefüggések vizsgálata charolais hízóbikáknál:

- A vágást megelőzően ultrahanggal mért és a vágott testen meghatározott tulajdonságok közötti összefüggések vizsgálata,
- ultrahanggal mért tulajdonságok segítségével a vágóérték becslésére szolgáló egyenletek létrehozása,
- ultrahangos módszerrel mért alternatív tulajdonságok bevonása a féltetek súlyának, a húskitermelési aránynak, a színhústermelésnek, valamint a kivágott faggyú, a színhús és az I. osztályú húsok mennyiségének és arányának becslésére létrehozott egyenletekbe a becslés pontosságának javításához.

A fenti kérdések megválaszolása során az általam megállapítottakat a hazai, illetve a nemzetközi irodalomban szereplő eredményekkel vettem össze. Dolgozatommal a real-time ultrahangos technika felhasználási lehetőségeit vizsgálom, mely érdeklődésre tarthat számot a magyarországi húsmarha ágazat valamennyi szereplője részéről.

2. A KUTATÁS MÓDSZEREI

2.1. Az ultrahangos felvételek értékelésének ismételhetsége

Két ultrahangos technikus esetén vizsgáltam az ultrahangos felvételek kiértékelésének ismételhetségét 141 charolais növendék bikáról készített ultrahangos felvétel segítségével. A bikák átlagosan 356,7 nap életkorúak (CV% = 17,75%) és 462,1 kg élősúlyúak (CV% = 21,74%) voltak a vizsgálat időpontjában. A felvételek értékelését egyrészt saját magam (B), másrészt egy másik gyakorlott technikus (A) két ismétlésben végezte el (A: 1. értékelés, B: 2. értékelés). A dolgozatban a ROT, a HFAG, a P8, a FTF, a GMV, a TFV tulajdonságokról készített felvételek ismételhetségét elemeztem.

Az alábbi vizsgálatokat végeztem el:

- Kiszámítottam a felvételek ismételt értékeléséből származó adatok alapstatisztikai mutatóit.
- Az ismételhetséget korreláció-analízissel, az átlagos négyzetes eltérés négyzetgyökének (root mean squared errors – RMSE) és a szórás hibájának (error standard deviation – ESD) kiszámításával értékeltem.

A technikus, valamint a kiértékelés hatását a vizsgált tulajdonságokra többváltozós variancia-analízissel (MANOVA, Type III) vizsgáltam SPSS 17.0 programcsomag felhasználásával.

Az ultrahangos technika segítségével vizsgált tulajdonságok és azok mérési módszerei

A dolgozatom alapját képező ultrahangos vizsgálatokat Falco 100 típusú real-time ultrahangkészülékkel (Esaote Pie Medical) végeztem. Ehhez ASP típusú 18 cm-es, 3,5 MHz frekvenciájú lineáris vizsgálófejet használtam. A megfelelő minőségű felvételeket hordozható számítógépen rögzítettem. A képek rögzítéséhez és azok kiértékeléséhez speciális software-t használtam (Ultrasound Engineer 3.0).

Vizsgálataim során húshasznú szarvasmarhák különböző izomcsoportjairól és bőr alatti faggyúdepóiról készítettem ultrahangos felvételeket az alábbi módon:

- A **rostélyos keresztmetszet területének** (angolul: ribeye area; továbbiakban ROT) mérése a 12-13. bordák között, a bordákkal párhuzamosan (ROBINSON et al., 1992; TÓZSÉR et al., 2005) történik. A dolgozat egyes fejezeteiben a ROT

méretének meghatározása nemcsak a 12/13. (jelölése: ROT_{12/13}), hanem a 11/12. bordák között (jelölése: ROT_{11/12}) is megtörtént, mint kiegészítő, alternatív mérési pont.

- A **hátfaggyú vastagságot** (angolul: backfat thickness; továbbiakban HFAG) a rostélyosról készített keresztmetszeti felvételen a rostélyos mediális szélétől (gerincoszlop felőli rész) számított $\frac{3}{4}$ -énél határozta meg (PERKINS et al., 1996).
- A **fartájéki bőr alatti faggyúvastagság ausztrál módszerrel** (angolul: P8; továbbiakban P8) történő megállapításának mérési helye a 3. keresztcsonti csigolya magasságában a gerincoszlopra bocsátott merőleges és az ülőgumótól a gerincoszloppal párhuzamos egyenes metszéspontján található (REVERTER et al., 2000; TŐZSÉR et al., 2005c).
- A **fartájéki bőralatti faggyúvastagság amerikai módszerrel történő** (angolul: rump fat; továbbiakban FTF) megállapításának mérési helye a gluteus medius és a biceps femoris izmok találkozásánál, a külső csípőszöglettel egy magasságban, attól körülbelül 10 cm-es távolságra található (ROBINSON et al., 1992; PERKINS et al., 1996).
- A **gluteus medius izom vastagságának** (angolul: gluteus medius depth; továbbiakban GMV) meghatározása az amerikai módszerrel megállapított fartájéki faggyúvastagság értékelésére szolgáló felvételen történik (GREINER et al., 2003; BERGEN et al., 2005). A GMV mérésének kezdeti pontja a felvételen a m. gluteus medius és a m. biceps femoris izmok találkozásánál van (a bőr alatti faggyúréteg alatt), míg a végső pont a testfelületre állított merőleges által a medencecsont ívét metsző pontnál található.
- A **testfal vastagság** (angolul: body wall thickness, továbbiakban TFV) mérése a 12/13. bordák között történik, kb. 4 cm-re ventrálisan a m. longissimus dorsitól, merőlegesen a külső testfelületre. A felvétel értékelése során a bőr alatti faggyúvastagságot és a testfal vastagságát egyaránt mérik, viszont a bőr vastagságát nem (GREINER et al., 2003; BERGEN et al., 2005).

2.2. Az ultrahangos mérések pontossága, megbízhatósága

Vizsgálataimat charolais hízbikákon végeztem (n = 21). Az állatok ultrahangos vizsgálata a vágás előtti napon történt. A rostélyos keresztmetszetről a 11/12. és a 12/13. bordaközben is készítettem felvételeket (UROT_{11/12}; UROT_{12/13}), majd azokat két ismétlésben értékeltem. A féltettek negyedelese során a m. longissimus dorsi felületére helyezett fólia lapon rögzítettem az izom keresztmetszeti képének körvonalait. Ezután planiméterrel határoztam meg a rostélyos keresztmetszet terület vágott testen mérhető értékeit szintén mindkét anatómiai ponton (CROT_{11/12}; CROT_{12/13}).

Az alábbiakat vizsgáltam:

- A vágott testen (CROT), valamint az élő állaton ultrahanggal mért rostélyos keresztmetszet terület (UROT) értékek közötti különbségek értékelését egytényezős t-próbával vizsgáltam.
- Az eljárás megbízhatóságának értékeléséhez korrelációs számítást (Pearson-korreláció) végeztem a CROT és UROT értékek között ismétlésenként.
- Megvizsgáltam az UROT és a CROT értékek közötti eltérés nagyságát a CROT méretének függvényében, illetve, hogy a CROT mérete befolyásolja-e az ultrahangos mérés hibáját?

2.3. Tenyészbika-jelöltek növekedésének vizsgálata ultrahangos technika felhasználásával

Vizsgálataim során két, hazánkban meghatározó jelentőségű – húsmarhafajta egyedeinek növekedését kísértem nyomon RTU technika segítségével. A derecskei Petőfi Mezőgazdasági Kft-nél húshasznú magyar tarka, a léhi Abaúji Charolais Kft-nél charolais tenyészbika-jelöltek képezték a vizsgálatom tárgyát. A magyar tarka tenyészbika-jelöltek (n = 53) összesen 8, míg a charolais egyedek (n = 96) összesen 5 ÜSTV-ben kerültek indításra. A magyar tarkák származásukat tekintve tizennégy tenyészbikától, míg a charolais bikák huszonöt tenyészbikától származtak. A tartási és a takarmányozási körülmények mindkét üzemben megfeleltek a Szarvasmarha Teljesítményvizsgálati Kódex erre vonatkozó előírásainak. Az ÜSTV-be történő beállítás napjától a kimérésig, havi rendszerességgel történt az állatok mérlegelése hitelesített állatmérleggel. Az ÜSTV során a havi mérlegelések alkalmával, ultrahangos technika segítségével megállapítottam a ROT, a HFAG, a P8, a FTF, a GMV és a TFV értékeit.

Vizsgálataim az alábbi területekre terjedtek ki mindkét fajta esetén:

- Bemutattam a tenyészbika-jelöltek ÜSTV elején és végén megállapított ultrahangos paramétereit egyszerű statisztikai mutatók segítségével.
- Korreláció-számítás segítségével feltártam az ÜSTV elején és végén megállapított ultrahangos eredmények közötti összefüggéseket. Az összefüggések definiálására egyváltozós lineáris regresszió-számítást alkalmaztam.
- Az egyenletek becslési pontosságának növelése érdekében az egyes ultrahanggal megállapított tulajdonságok ÜSTV végén várható értékének becslését többváltozós stepwise lineáris regresszió számítás segítségével végeztem el. Ebben az esetben több, az ÜSTV elején mért ultrahangos tulajdonság felhasználásával állítottam elő becsülő egyenletet az egyes ultrahangos tulajdonságok értékeinek az előrejelzéséhez.
- Az ultrahangos adatok egységes életkorra, élősúlyra, rostélyos keresztmetszetre, stb. történő korrekciója érdekében szintén regressziós egyenleteket hoztam létre az ÜSTV időszaka alatt felvételezett valamennyi ultrahangos adat felhasználásával. A számítások során többféle függvénytípust megvizsgáltam (lineáris, logaritmikus, másodfokú, harmadfokú, power, exponenciális). A függvényillesztést az SPSS 17.0 statisztikai programcsomaggal végeztem.

2.4. Különböző súlyra hizlalt charolais hízó bikák hústermelő képességének összehasonlító elemzése

Vizsgálataim tárgyát a hizlalási végsúly növekedésével párhuzamosan a súlygyarapodásban, a húskitermelési arányban, az EUROP minősítésben, a színhús kihozatalban és a faggyú mennyiségében mutatkozó különbségek feltárása jelentette charolais hízó bikáknál. A vizsgált egyedek adatai szolgáltattak információt az ultrahangos technika megbízhatóságának értékeléséhez, illetve az ultrahangos paramétereiből történő vágóérték becsléshez.

Az állatokat a hizlalás időszaka alatt kifutóval ellátott istállóban tartották, mely fedett mélyalmos pihenőtérrel egészült ki. A hizlalás átlagos üzemi tartási és takarmányozási viszonyok között, félintenzív módon történt. A vizsgálatok megtervezése során 500, 600 és 700 kg-os hizlalási végsúlyt tűztem ki (továbbiakban kis, közepes és nagy vágósúly). A vizsgálatban szereplő 21 hízó bika (súlykategóriánként 7-7 egyed) vágására és hússzéki bontására a KO-BOR Hús Kft. jászszentandrás vágóhídján került sor. A hizlalási végsúly megállapítása közvetlenül a vágóhídra szállítás előtt a tenyészetben, a vágási súly megállapítása pedig a vágóhídon történt.

Az alábbi paramétereket határoztam meg:

Vágási eredmények:

- húskitermelési arány I.: a meleg féltestek súlya és a vágási súly hányadosa (%);
- húskitermelési arány II.: a meleg féltestek, valamint a vágósúlynak a belek és a gyomrok tartalmával csökkentett értékének hányadosa (%);
- EUROP minősítés szerinti izmoltság és faggyúborítottság: az EUROP rendszer számszerűsítésére 1-15-ig terjedő pontrendszert alakítottam ki (Izmoltság: „P” = 1 pont, „E⁺” = 15 pont; Faggyúborítottság: „1” = 1 pont, „5⁺” = 15 pont)
- életnapra jutó csontos hús termelés (g/nap);
- lábvégek, bőr, fej, nyelv, összes faggyú, vesefaggyú, belső szervek (szív, lép, máj, tüdő és vese) súlya, és a vágási súlyhoz viszonyított aránya (kg, illetve %).

Csontozási eredmények:

- féltestek hideg súlya (kg);
- csont, színhús, faggyú és ín mennyisége, valamint ezek hideg féltestek súlyához viszonyított aránya (kg, illetve %);
- kinyerhető I., II., illetve III. osztályú húsok mennyisége, valamint ezek hideg féltestek súlyához viszonyított aránya (kg, illetve %);
- I. osztályú húsrészek súlya és a hideg féltestek súlyához viszonyított aránya (kg, illetve %).

Az adatokat Microsoft Excel (2003) programmal készítettem elő és SPSS 17.0 szoftverrel értékeltem. A vágási, csontozási eredmények értékelésekor az alapstatisztikai adatokon túlmenően egytényezős varianciaanalízist (One Way ANOVA) alkalmaztam a súlykategória tényezővel. Az elemzés során $P < 0,01$; $P < 0,05$ és $P < 0,1$ valószínűségi szinten számoltam. A súlykategóriák közötti különbséget Tukey-tesztel mutattam ki.

2.5. Az ultrahanggal megállapított paraméterek és a vágóérték közötti összefüggések vizsgálata charolais hízbikáknál

A vizsgálatban a 2.4. fejezetben szereplő 21 charolais hízbika vett részt, melyek ultrahangos tulajdonságainak megállapítása a vágóhídra szállítást megelőzően élő állapotban történt. A gyakorlatban széleskörűen alkalmazott ultrahangos paramétereken túlmenően meghatároztam a gluteus medius izom és a testfal vastagságát is. Ezek a

tulajdonságok, mint alternatív mérési módszerek kiegészíthetik a testösszetétel becslésére már használt ultrahangos adatokat, ezáltal pontosabb becslést téve lehetővé. Az élő állaton becsült ultrahangos tulajdonságok és a különböző vágási, csontozási paraméterek közötti összefüggések megállapítása korreláció-számítással történt. A vágóértéket jellemző egyes paraméterek (függő változók) ultrahanggal mért adatokból történő becslése stepwise lineáris regressziós módszerrel, SPSS 17.0 programcsomaggal történt. A független változóknak szignifikánsnak ($P < 0,10$) kellett lennie ahhoz, hogy a regressziós modellben maradhassanak (WILLIAMS et al., 1997).

Az alábbi ultrahanggal mért tulajdonságok – mint független változók - kerülhettek a becsülő egyenletekbe: életkor, vágósúly, $ROT_{11/12}$, $ROT_{12/13}$, $HFAG_{11/12}$, $HFAG_{12/13}$, P8, FTF, GMV, TFV.

A következő vágóértékekkel kapcsolatos paraméterek - mint függő változók - szerepeltek a vizsgálatban: húskitermelési arány I. (%), húskitermelési arány II. (%), meleg féltetek súlya (kg), csontozáskor kivágott faggyú mennyisége (kg) és aránya (%), színhús mennyisége (kg) és aránya (%), életnapra jutó színhústermelés (g/nap), I. osztályú húsok mennyisége (kg) és aránya (%).

3. AZ ÉRTEKEZÉS FŐBB MEGÁLLAPÍTÁSAI

3.1. Az ultrahangos felvételek értékelésének ismételhetsége

A RTU technika húsmarhatenyésztésben történő széleskörű magyarországi bevezetése előtt mindenképpen elengedhetetlen meggyőződni annak megfelelő ismételhetségéről. Hat ultrahanggal mért tulajdonság ismételhetségét vizsgáltam. Ezek közül eddig a gluteus medius izom és a testfal vastagság méréséről hazánkban nem született publikáció.

A varianciaanalízis eredményei alapján valamennyi ultrahangos tulajdonság esetében - a fartájéki faggyúvastagság kivételével - azonosnak tekinthetők a technikusok által meghatározott adatsorok. Sem a technikus személye, sem az ismételt kiértékelés nem befolyásolja a ROT, a HFAG, a P8, a GMV és a TFV értékeit az ultrahangos felvételek elemzése során ($P > 0,01$). Ugyanakkor a FTF tulajdonságnál a technikus már hatással van a mért értékekre ($P < 0,01$).

Valamennyi adatsor (AA, AB, BA, BB) között pozitív irányú, igen szoros korrelációs együtthatót állapítottam meg ($r = 0,86-0,99$; $P < 0,01$), mely igazolja, hogy a technikusok egymáshoz és önmagukhoz képest is hasonlóan értékelik a különböző ultrahangos felvételeket (*1. táblázat*). A HFAG és a FTF esetében lehetett a leglazább kapcsolatot feltárni, bár ez is az ultrahangos technika kedvező ismételhetségét mutatja. A FTF és a P8 vizsgálata valójában hasonló anatómiai területen (fartájékon) mutatja meg a bőr alatti faggyú vastagságát. Ennek ellenére a P8 mérés – a MANOVA és a korrelációs számítás eredményei alapján – kedvezőbb ismételhetséggel rendelkezik. Ennek oka a P8 felvételek kisebb mélységben, kedvezőbb felbontásában keresendő, ami a pontosabb értékelést teszi lehetővé. Ugyanakkor javaslom a FTF mérését is, hiszen a GMV tulajdonság is ugyanazon a felvételen állapítható meg, mint a FTF. A GMV esetében ugyanakkor igen kedvező összefüggéseket tapasztaltam, ami a felvételek egyszerű értékelhetségében keresendő. A felvételek ugyan nagy vizsgálati mélységgel készülnek (13-16 cm), de a gluteus medius izom vastagsága is számottevő ehhez viszonyítva, ami a mérések pontosságát nagyban segíti. Rendkívül fontos, hogy a felvételeken is jól láthatónak kell lennie a referencia pontnak a mérés helyének könnyű meghatározása érdekében.

1. táblázat: Az ismételhetőség egyszerű statisztikai mutatói technikusonként és ismétlésenként

Technikus/ Kiértékelés	Statisztikai mutatók	Ultrahangos paraméterek					
		ROT	HFAG	P8	FTF	GMV	TFV
AA - AB	r	0,97**	0,94**	0,96**	0,91**	0,97**	0,97**
	RMSE	4,30	0,0397	0,0324	0,0521	0,3697	0,1224
	ESD	3,95	0,0398	0,0314	0,0492	0,3699	0,1227
AA - BA	r	0,97**	0,93**	0,94**	0,91**	0,96**	0,96**
	RMSE	4,05	0,0444	0,0431	0,0585	0,3687	0,1538
	ESD	3,99	0,0445	0,0399	0,0476	0,3648	0,1482
AA - BB	r	0,96**	0,88**	0,94**	0,87**	0,96**	0,94**
	RMSE	4,35	0,0551	0,0428	0,0729	0,3676	0,2047
	ESD	4,24	0,0553	0,0381	0,0569	0,3627	0,1911
AB - BA	r	0,98**	0,94**	0,94**	0,92**	0,95**	0,97**
	RMSE	2,90	0,0356	0,0363	0,0476	0,1949	0,1424
	ESD	2,74	0,0356	0,0354	0,0448	0,1926	0,1377
AB - BB	r	0,98**	0,91**	0,95**	0,86**	0,94**	0,96**
	RMSE	2,75	0,0439	0,0363	0,0651	0,2146	0,1854
	ESD	2,67	0,0440	0,0346	0,0589	0,2118	0,1724
BA - BB	r	0,99**	0,94**	0,95**	0,93**	0,94**	0,98**
	RMSE	2,36	0,0360	0,0331	0,0447	0,1779	0,1298
	ESD	2,35	0,0361	0,0331	0,0433	0,1785	0,1263

** a kapcsolat szignifikáns $P < 0,01$ szinten; AA: 1. technikus – 1. értékelés, AB: 1. technikus – 2. értékelés, BA: 2. technikus – 1. értékelés, BB: 2. technikus – 2. értékelés

Valamennyi tulajdonságnál elegendőnek tartom a felvételek egyszeri értékelését, ugyanakkor arra is felhívom a figyelmet, hogy a technikusok alapos képzése és a tudás folyamatos fenntartása elengedhetetlen az ultrahangos módszer alkalmazása során.

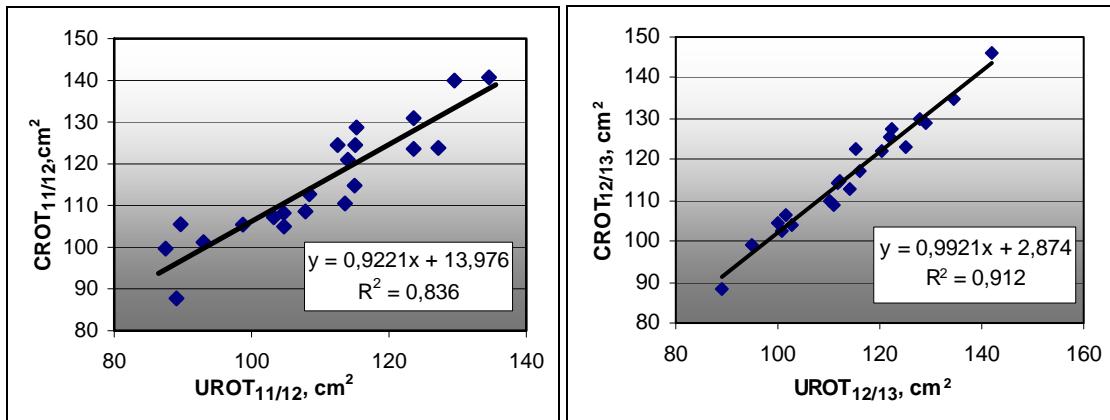
Ugyanakkor hangsúlyozom a kellő gyakorlat megszerzését, ami nemcsak a felvételek értékelésekor, hanem azok elkészítésekor is rendkívül fontos. Javasolom továbbá az ultrahangos szakemberek együttműködésének szorosabbá tételét, a szakmai tapasztalatcserét, az ún. „szemegyezettető tréningek” megszervezését a vizsgálatok precíz elvégzése érdekében.

3.2. Az ultrahangos mérések pontossága, megbízhatósága

Az ultrahangos technika megbízhatósága rendkívül fontos annak alkalmazhatósága szempontjából. Az ultrahanggal mért rostélyos keresztmetszet terület mérésének megbízhatósága közvetlenül értékelhető, hiszen a vágott testen is megtörtént ugyanezen anatómia ponton a ROT meghatározása. A nemzetközi gyakorlatban a különböző húsmarhafajták tenyésztési programjaiban elsősorban a 12/13. bordák között meghatározott ROT értékeket alkalmazzák. Egyes kutatók azonban közölnek adatokat a 11/12. bordák között mért rostélyos keresztmetszetről is (BERGEN et al., 2005). Hazai körülmények között is fontos megvizsgálni, hogy van-e különbség a 11/12., illetve a 12/13. bordák között ultrahanggal mért ROT megbízhatósága között, mely a gyakorlatba történő bevezetés során fontos információt jelenthet.

A mérés technika megbízhatóságának vizsgálata során arra a megállapításra jutottam, hogy a vágott testen és az ultrahanggal in vivo megállapított rostélyos keresztmetszet terület értékek között nem mutatható ki statisztikailag igazolható különbség ($P > 0,05$). A 11/12. bordák között $r = 0,91$, míg a 12/13. bordák között $r = 0,96$ korrelációs együtthatót állapítottam meg a vágott testen, illetve az ultrahanggal mért értékek között ($P < 0,05$).

Az ultrahanggal in vivo, illetve a planiméterrel a vágott testen mért értékek grafikus ábrázolása a 1-2. ábrán látható. A két paraméter segítségével számított regressziós egyenleteket, illetve az egyenletek determinációs együtthatóit is feltüntettem. A determinációs koefficiens (R^2) a vágott testen mérhet rostélyos terület (CROT) becslésének pontosságát mutatja. Ez a $ROT_{11/12}$ esetén 0,84, a $ROT_{12/13}$ -nál 0,91. Ezek a magas értékek – különösen az $UROT_{12/13}$ -nál – jól mutatják, hogy a Falco 100 típusú ultrahangos készülékkel nagy pontossággal becsülhető a rostélyos keresztmetszet területe.



1-2. ábra: Az ultrahanggal, élő állaton, valamint a vágott testen mért ROT nagysága közötti összefüggés (n=21)

A vágott testen és az élő állaton, ultrahanggal meghatározott rostélyos keresztmetszet terület értékek közötti eltérés nagyságát vizsgálva megállapítható, hogy a 12/13. bordák között (2,16%) mért ultrahangos értékek jóval kisebb mértékben tértek el a vágott testen mért értékektől, mint a másik anatómiai pont esetében (5,30%). Ugyanakkor kijelenthető, hogy az in vivo becsült és a vágott testen megállapított rostélyos keresztmetszet terület értékei közötti eltérések nagysága nem függ össze a vágott testen megállapított rostélyos keresztmetszet értékével sem a 11/12., sem a 12/13. bordaközben mérve ($P > 0,05$).

Összességében kijelenthető, hogy a 12/13. bordák között készített felvételek jobb megbízhatósággal rendelkeznek. Ezen az anatómiai ponton ultrahangos technikával kedvezőbb eredménnyel becsülhető a rostélyos keresztmetszet terület nagysága. Ehhez véleményem szerint az is hozzájárul, hogy a 12/13. bordák között jobb minőségű ultrahangos felvételek készíthetők és azok értékelése is egyszerűbb. A különböző szövetek határfelületei ezeken a felvételeken markánsabban kirajzolódnak. Ennek magyarázata a 11/12., valamint a 12/13. borda közötti régióban található izomcsoportok alakjának, méretének sajátosságaiból fakadhat. Mindezt egybevetve további vizsgálatok szükségesek arra vonatkozóan, hogy a 11/12. bordák között ultrahanggal mért rostélyos keresztmetszet terület milyen módon használható fel a húsmarhák vágóértékének becslésében.

3.3. Tenyészbika-jelöltek növekedésének vizsgálata ultrahangos technika felhasználásával

Dolgozatom ezen fejezetében charolais és húshasznú magyar tarka növendék bikák ultrahangos paramétereinek változását mutatom be az üzemi sajátjeljesítmény-vizsgálat időszaka alatt. Az ÜSTV kezdetén ultrahanggal mért paraméterekből becsültem ugyanezen paraméterek ÜSTV végén várható értékeit egyváltozós és többváltozós lineáris regressziós egyenletek segítségével. Az egyváltozós lineáris egyenletek alacsony-közepes megbízhatósága arra sarkallt, hogy több ultrahanggal megállapított tulajdonság egyidejű bevonásával próbáljam meg a becslő egyenletek megbízhatóságát növelni. A többváltozós lineáris regressziós egyenletek determinációs együtthatója a magyar tarka fajta esetében a ROT, Rel. ROT, P8, HFAG, FTF, TFV, míg a charolais fajta esetén a Rel. ROT és a GMV tulajdonságoknál elérte az $R^2 = 0,45$ értéket (2. táblázat).

2. táblázat: Többváltozós lineáris regressziós egyenletek az RTU paraméterek ÜSTV végén várható értékeinek becslésére magyar tarka és charolais bikáknál

Függő változó és egyenlet		R ²	Konstans	Életkor _e	Élő súly _e	ROT _e	Rel.ROT _e	P8 _e	HFAG _e	FTF _e	GMV _e	TFV _e
ROT _v	MT	0,45*	27,096		0,100	0,513			-21,290		1,384	-1,489
	CH	0,44*	28,86	-0,015		0,909	0,737					
Rel. ROT _v	MT	0,45*	12,794	-0,011			0,307	-5,930	1,096	8,670	0,190	-0,554
	CH	0,52*	-55,25	0,016	0,15	-0,842	3,678	2,396	-1,773	4,8	-0,024	0,52
P8 _v	MT	0,52*	0,085					0,700	0,184		0,025	
	CH	0,40*	-0,078	0,001		-0,003		0,759	0,346		0,032	
HFAG _v	MT	0,56*			0,001	0,002			0,257	0,191	0,017	0,053
	CH	0,44*	0,318		0,001	-0,004		-0,246	0,865		-0,018	
FTF _v	MT	0,45*	0,317			0,003			0,253	0,380	-0,041	0,047
	CH	0,21*	-1,398		0,004	-0,022	0,085		0,126	0,586		
GMV _v	MT	NS										
	CH	0,51*	-6,53		0,027	-0,163	0,547	-1,819	0,717	2,761	0,913	0,51
TFV _v	MT	0,55*	0,143		0,006	0,006			-0,511			0,414

Jelmagyarázat: * = P<0,01; NS = nem szignifikáns; MT = magyar tarka; CH = charolais
Az alsó indexben szereplő „e” az ÜSTV elején, a „v” az ÜSTV végén mért értékeket jelenti.

Az egyenletek a közepes megbízhatóságuk ellenére, segítséget nyújthatnak a megfelelő pedigrével és küllemmel rendelkező borjak sajátteljesítmény-vizsgálatba történő beállítása előtt azok előszelekciójának elvégzésében.

Mindkét fajta esetében meghatároztam az egyes ultrahangos paraméterek között fennálló összefüggéseket. Regresszió-analízis segítségével az ÜSTV során mért adatok korrigálását lehetővé tevő egyenleteket hoztam létre. Az egyenletek illeszkedése $R^2 = 0,33-0,83$ között változott. Emiatt az egyenleteket kellő körültekintéssel célszerű alkalmazni, illetve a megbízhatóság növelése céljából további vizsgálatok szükségesek. Ugyanakkor segítséget nyújthatnak a különböző életkorú és élősúlyú egyedek teljesítményének összehasonlításában.

3.4. Különböző súlyra hizlalt charolais hízó bikák hústermelő képességének összehasonlító elemzése

A vágóérték mindig központi helyet foglalt el a húsmarhafajták nemesítése során. Ennek ellenére kevés aktuális adat áll rendelkezésünkre a hazánkban tenyésztett húshasznú szarvasmarha fajták és keresztezési konstrukciók vágóértékére vonatkozóan. Ezen kívül megoszlanak a vélemények az optimális vágósúlyra vonatkozóan. A termelő, a feldolgozó és a fogyasztó oldaláról megragadva a kérdést, egészen ellentétes definiálásról lehet szó. A termékpálya mindhárom résztvevője elsősorban közgazdasági oldalról ítéli meg a kérdést. A termelőnek egy bizonyos súly fölött már csak akkor éri meg továbbhizlalni állatait, ha a napi tartási költségei nem haladják meg a naponta elért súlygyarapodásból származó többletbevételt. Hozzá tartozik ehhez, hogy nagyobb súlyú állatok hizlalásánál számítani kell a takarmányhasznosulás romlására, a napi súlygyarapodás csökkenésére és a faggyúbeépülés mértékének növekedésére. A feldolgozó célja, hogy a megvásárolt vágómarhából minél több csontos húst tudjon kitermelni, illetve a színhústartalom és az értékes húsrészek aránya minél nagyobb arányt képviseljen. A fogyasztó pedig kedvező áron minél több színhúshoz szeretne hozzájutni, optimális mennyiségű faggyútartalom mellett. Természetesen ez a világ más-más területein alapvetően eltérő fogyasztói igényt takar.

A vizsgálatban szereplő növendék bika csoportok a hizlalás végére 523,9 kg; 626,9 kg; illetve 709,6 kg-os végsúlyt értek el. A hizlalás során elért súlygyarapodásban nem volt szignifikáns eltérés a csoportok között (sorrendben 1 456, 1 423, 1 395 g/nap), tehát

nagy súlyra történő hizlaláskor is elérhető a napi 1 400 g súlygyarapodás. Azt tapasztaltam, hogy az életkor, illetve az élősúly növekedésével javul a húskitermelési arány (húskitermelési arány I.). A kis és közepes súlyú csoportok húskitermelési aránya között kisebb mértékű az eltérés, mint a közepes és nagy súlyúaknál (3. táblázat). Csak a kis és nagy súlykategória között találtam szignifikáns ($P < 0,01$) eltérést (57,57% és 60,64%). A közepes súlyú csoport húskitermelési aránya nem tért el statisztikailag igazolható mértékben a másik két csoporttól. Üres emésztőrendszert feltételezve is kiszámítottam a húskitermelési arányt (II.). Ebben az esetben is a vágási súly növekedésével javult a húskitermelési arány (61,90–65,75%), és a kis súlyú csoport mind a közepes, mind a nagy súlyú csoportnál alacsonyabb értékeket ért el ($P < 0,01$). Az EUROP minősítési rendszer szerint az izmoltságban a csoportok átlaga között nem volt kimutatható szignifikáns különbség, a vágott testeket átlagosan „U⁰” kategóriába sorolták. A nagy súlyú csoport „2⁺”-os faggyúborítottságával faggyúsabbnak bizonyult a két kisebb súlykategóriánál ($P < 0,05$). Ezzel szemben a vesefaggyú és a csontozás során kitermelt faggyú arányában már nem volt eltérés.

3. táblázat: Charolais hízóbikák vágási eredményei

Paraméterek	Vágósúly			Összesen	P
	Kis	Közepes	Nagy		
Vágási súly, kg	508,1±14,92 ^a	603,1±18,77 ^b	690,57±27,89 ^c	600,6±78,95	P<0,01
Meleg féltestek súlya, kg	292,4±11,83 ^a	359,8±12,09 ^b	418,9±24,16 ^c	357,0±55,35	P<0,01
Nettó súlygyarapodás, g/nap	689±36,0 ^a	734±34,1 ^{ab}	782±51,8 ^b	735±55,3	P<0,01
Húskitermelési arány I., %	57,57±0,91 ^a	59,68±1,98 ^{ab}	60,64±1,74 ^b	59,29±2,01	P<0,01
Húskitermelési arány II., %	61,90±1,86 ^a	64,79±1,43 ^b	65,75±1,41 ^b	64,15±2,25	P<0,01
Vesefaggyú, %	0,74±0,16	0,63±0,30	0,64±0,29	0,67±0,25	NS
Összes faggyú, %	1,75±0,39	1,74±0,43	1,96±0,70	1,82±0,51	NS
EUROP izmoltság, pont	10,57±0,53	10,80±1,07	11,14±1,07	10,87±0,91	NS
EUROP faggyúzottság, pont	4,00±0,58 ^a	3,86±0,90 ^a	5,86±2,12 ^b	4,57±1,60	P<0,05

Az eltérő betűkkel jelölt súlykategóriák egymástól szignifikánsan különböznek

A négy lábvég és a bőr aránya kedvezőbben alakult 600 kg fölötti súlyban. A csont arányában (a meleg féltestek súlyához viszonyítva) és a csont:hús arányban is hasonló

tendencia figyelhető meg ($P < 0,01$). A hízóbikák 600 kg-os súly fölött mutatnak igazán jó színhúsarányt ($P < 0,05$), és ezen súly elérésekor a csont aránya, a csont:hús arány és az életnapra jutó színhústermelés is kedvezőbben alakul (4. táblázat).

4. táblázat: Charolais hízóbikák csontozási eredményei

Paraméterek	Vágósúly			Összesen	P
	Kis	Közepes	Nagy		
Hideg féltestek súlya, kg	285,1±11,10 ^a	348,9±11,48 ^b	406,0±21,87 ^c	346,7±52,71	P<0,01
Színhús, %	70,48±1,07 ^a	72,53±1,05 ^b	72,39±1,55 ^b	71,27±1,60	P<0,05
Csont, %	19,95±0,94 ^a	17,91±0,89 ^b	18,04±0,96 ^b	18,63±1,30	P<0,01
Ín, %	2,13±0,78	1,92±0,24	1,85±0,15	1,97±0,47	NS
Faggyú:hús arány	1:10,35±1,02	1:10,77±1,28	1:10,67±1,56	1:10,48±1,22	NS
Csont:hús arány	1:3,54±0,21 ^a	1:4,06±0,25 ^b	1:4,02±0,22 ^b	1:3,87±0,33	P<0,01
Színhústermelés, g/nap	462,6±26,01 ^a	516,2±22,44 ^b	548,4±36,14 ^b	509,0±45,41	P<0,01

Az eltérő betűkkel jelölt súlykategóriák egymástól szignifikánsan különböznek

A gyakorlatban a gazdasági környezet szabhatja meg, hogy a marhahizlalással foglalkozóknak érdemes-e 600 kg fölötti végsúlyra hizlalni a charolais bikákat.

3.5. Az ultrahanggal megállapított paraméterek és a vágóérték közötti összefüggések vizsgálata charolais hízóbikáknál

Vizsgálataim során kiszámítottam az in vivo ultrahangos tulajdonságok és a vágóértéket jellemző egyes tulajdonságok korrelációs együtthatóit külön-külön, illetve egymással párba állítva. Az eredmények segítséget nyújthatnak az élő állaton mért ultrahangos és a vágott testen meghatározott tulajdonságok közötti kapcsolat értelmezésében.

A stepwise lineáris regressziós módszerrel létrehozott becsülő egyenletekkel (5. táblázat) ultrahangos paraméterekből közepes-nagy pontossággal becsülhető a charolais hízóbikák húskitermelési aránya (II.), a meleg féltestek súlya, a kivágott faggyú mennyisége, a színhús és az I. osztályú húsok mennyisége, valamint az életnapra jutó színhústermelés ($R^2 = 0,73-0,98$).

5. táblázat: Charolais hizóbikák vágóértéket meghatározó egyes tulajdonságait becsülő egyenletek megbízhatósága, az egyenletekben szereplő változók és koefficiensei

Függő változó és egyenlet	Húskitermelési arány II. (%)	Meleg féltetek súlya (kg)	Kivágott faggyú mennyisége (kg)	Színhús mennyiség (kg)	I. osztályú húsok mennyisége (kg)
R²	0,809	0,979	0,734	0,980	0,949
Konstans	39,514***	-138,947***	-9,099*	-145,865***	-86,530***
Életkor	-	0,138*	-	0,177**	0,143*
Vágósúly	-0,021*	0,400***	0,037**	0,187**	0,171**
ROT_{11/12}	0,143***	-	-	-	-
ROT_{12/13}	-	0,882***	-	0,954***	0,647**
HFAG_{12/13}	-	-	-12,444	-	-
P8	-	-	-	-	-
GMV	1,793***	7,292*	-	7,158*	-
TFV	-	-	4,856*	-	-

***P<0,001; **P<0,01; *P<0,05; P<0,10

A becsülő egyenletek – a szerkesztésükhöz felhasznált értéktartományon belül – lehetővé teszik élő állaton azok bizonyos vágási, csontozási mutatóinak az objektív mérőműszeres előrejelzését. Természetesen szükséges további, nagyobb állatlétszámú kísérletek elvégzése a becslés pontosságának nagyobb megbízhatósága érdekében. A becsülő egyenletek ugyanakkor csak azokra a szarvasmarha genotípusokra, illetve arra az életkor és élősúly tartományra érvényesek, amelyen azokat létrehozták. Ezért javaslom ilyen jellegű becsülő egyenletek fajtánként történő megállapítását, annak érdekében, hogy azok kellő becslési pontossággal rendelkezzenek.

4. AZ ÉRTEKEZÉS ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEI

A dolgozatomban elvégzett elemzések eredményeiből az alábbi új tudományos eredmények állapíthatóak meg:

1. A rostélyos keresztmetszetről, a hátfaggyú vastagságról, a P8-ról, a gluteus medius izom vastagságáról és a testfal vastagságáról készített ultrahangos felvételek ismételhetőségét nem befolyásolja sem a technikus, sem pedig az ismételt kiértékelés hatása. Ezzel szemben a fartájéki faggyúvastagság mérésének eredményeire a technikus szignifikáns hatást gyakorol.
2. A rostélyos keresztmetszet terület a 12/13. bordák között készített real-time ultrahangos felvételeken nagyobb megbízhatósággal becsülhető ($r = 0,96$; $P < 0,01$), mint a 11/12. bordák között ($r = 0,91$; $P < 0,01$).
3. A növendék bikák sajátteljesítmény-vizsgálatba történő beállításakor mért ultrahangos tulajdonságokból becsülhető azok tesztidőszak végére várható értékei többváltozós regressziós egyenletek segítségével. Az egyenletek megbízhatósága a magyar tarka fajta esetében a ROT, Rel. ROT, P8, HFAG, FTF, TFV, míg a charolais fajta esetén a Rel. ROT és a GMV tulajdonságoknál meghaladta az $R^2 = 0,45$ értéket.
4. A Magyarországon tenyésztett húshasznú magyar tarka és charolais tenyészbika-jelöltek ultrahanggal mért tulajdonságaira korrekciós egyenleteket dolgoztam ki, melyekkel elvégezhető azok azonos életkorra, vagy élősúlyra történő korrigálása az egyedek teljesítményének összehasonlíthatósága érdekében.
5. Charolais hízó bikák húskitermelési aránya (II.), életnapra jutó színhústermelése, vágott testjeinek csont- és színhús, valamint hús:csont aránya 600 és 700 kg-os súlyban történő vágáskor kedvezőbben alakul, mint 500 kg-os súlynál ($P < 0,01$; $P < 0,05$).
6. Az életkor, a vágáskori élősúly és az ultrahanggal mért tulajdonságok felhasználásával közepes-nagy pontossággal becsülhető a charolais hízó bikák húskitermelési aránya (II.), életnapra jutó színhústermelése, a meleg féltettek súlya, a színhús, a kivágott faggyú és az I. osztályú húsok mennyisége ($R^2 = 0,73-0,98$).

5. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

1. Real-time ultrahangos technika segítségével szarvasmarhákön a vágóértéket jellemző egyes tulajdonságok (rostélyos keresztmetszet terület, hátfaggyú vastagság, P8, fartájéki faggyúvastagság, gluteus medius izom vastagság, testfal vastagság) megfelelő ismételhőséggel becsülhető hazai körülmények között is. Vizsgálataim során bizonyosságot nyert, hogy a rostélyos keresztmetszet ultrahangos mérése megbízható és pontos. Az ultrahangos szakemberek felkészültsége a felvételek készítése és értékelése terén egyaránt elengedhetetlen. Javaslom a magyar szakemberek hazai együttműködését és külföldi továbbképzéseken való részvételét, mely hozzájárulhat az ultrahangos vizsgálatok ismételhőségének, megbízhatóságának és pontosságának javulásához.
2. A hazai húshasznú magyar tarka és charolais tenyészbika-jelölteknel olyan becső egyenleteket dolgoztam ki, melyekkel a sajátteljesítmény-vizsgálatba történő beállításkor mért ultrahangos tulajdonságok segítségével becsülhető azok tesztidőszak végére várható értékei. Ezen egyenletek alkalmazásával előszelektálhatóak a sajátteljesítmény-vizsgálatba történő beállítás előtt a legjobb ultrahangos eredményeket produkáló egyedek.
3. A vizsgálatban szereplő húshasznú szarvasmarhafajták vágóértékének javítása más fontos tulajdonságok mellett a hazai tenyésztési programokban rendkívül fontos feladat. Valamennyi vizsgálatban szereplő tulajdonságra korrekciós egyenletet dolgoztam ki, melyekkel az ŰSTV minősítéskor lehetővé tehető a különböző életkorú, élősúlyú egyedek ultrahangos paramétereinek azonos életkorra, élősúlyra történő korrigálása. Ezáltal rangsorolhatóvá válnak a tenyészbika-jelöltek a vágóértéket jellemző ultrahangos tulajdonságok alapján. Mindezek felhasználhatóak az ivadékteljesítmény-vizsgálat során is, hiszen az apaállatok ivadékaik teljesítménye alapján összehasonlításra kerülhetnek. A módszer segítségével a vágóértékre végzett szelekció olcsóbbá, hatékonyabbá tehető anélkül, hogy növelnénk a generációs intervallumot.
4. Charolais hízó bikák 600 és 700 kg-os vágáskori élősúlyban jobb húskitermelési arányt (II.) érnek el, vágott testjeik csont- és színhús, valamint hús-csont aránya kedvezőbb, mint ennél kisebb vágósúlyban. A mindenkori hizlalási költségek és a termelői árak viszonya határozza meg, hogy a tenyésztők 600 vagy akár 700 kg-os

végsúlyra hizlalva érhetik el a legkedvezőbb jövedelmezőséget. A vágóhidak számára is javasolható, hogy 600 kg fölötti élősúlyú charolais hízóbikákat vásároljanak, hiszen a vizsgált vágósúly intervallumon belül a vágósúly növekedésével javul a vágóérték, a faggyúsodás jelentős növekedése nélkül.

5. Az in vivo ultrahanggal – a hizlalás végén – megállapított adatok segítségével charolais hízóbikák vágóértéke közepes-nagy pontossággal becsülhető, mely minimális költségek mellett lehetővé teszi a vágóállatok objektív, mérőműszeres minősítését és annak a vágóállat árképzésében való felhasználását.
6. Hazai körülmények között is eredményesen mérhetőek alternatív ultrahangos tulajdonságok (gluteus medius izom vastagsága, testfal vastagság), melyek az ultrahangos felvételeken kellő ismételhetőséggel mérhetők, és közepesen szoros kapcsolatban állnak bizonyos vágóértéket jellemző paraméterekkel. Ennek köszönhetően javíthatják – a nemzetközi gyakorlatban széles körben használt ultrahangos tulajdonságok mellett – a vágóértéket ultrahangos paraméterekből becsülő, előrejelző egyenletek pontosságának megbízhatóságát.

5. Az értekezés témakörében készült publikációk

Lektorált tudományos közlemények:

HARANGI S. – BÉRI B. – POPP J. (2013): Különböző súlyban vágott bikák hizlalási, vágási és csontozási eredményei. *Gazdálkodás*. 57. évf. 2. sz. pp. 147-159.

HARANGI S. – BÉRI B. – RADÁCSI A. (2009): Real-time ultrahangkészülék felhasználásának lehetősége a húsmarhatenyésztésben. *Agrártudományi Közlemények - Acta Agraria Debreceniensis*. 2009:(37) pp. 45-52.

HARANGI, S. – BÉRI, B. (2008): Evaluation of ultrasonic carcass traits of young seed-stock beef bulls. *Journal of Agricultural Sciences. Acta Agraria Debreceniensis. Supplement*. pp. 75-80.

HARANGI S. – BÉRI B. – CZEGLÉDI L. (2008): Ultrahangos mérés technika reprodukálhatóságának vizsgálata növendék bikáknál. *Agrártudományi Közlemények- Acta Agraria Debreceniensis*. 2008:(31) pp. 43-48.

HARANGI S. – BÉRI B. – GAZDÓF K. – CZEGLÉDI L. (2008): Különböző genotípusú növendék bikák sajátteljesítmény-vizsgálat alatti teljesítményének értékelése. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia. Gödöllő*, 4:(2) pp. 128-136.

Könyvfejezet magyar nyelven:

BÉRI B. – BODÓ I. – KOMLÓSI I. – CZEGLÉDI L. – RADÁCSI A. – HARANGI S. – SZENDREI Z. (2009): Szarvasmarha-tenyésztésünk helyzete, lehetőségeink. In: Nagy János, Jávor András (szerk.) *Debreceni álláspont az agrárium jelenéről, jövőjéről*. Budapest: DE AMTC, Magyar Mezőgazdaság Kft., 2009. pp. 347-378. (ISBN:978-963-88233-04)

Konferencia kiadványok magyar nyelven:

BÉRI B. – HARANGI S. – SZENDREI Z. (2007): A színes fajták szerepe a hazai tejhasznosításban. In: Kovács Krisztián: *Ágazatspecifikus innováción alapuló projektek generálása a tejágazatban*. Debrecen, pp. 93-102. ISSN: 1588-8665.

HARANGI S. – CZEGLÉDI L. – BÉRI B. (2007): Különböző genotípusú húsmarha borjak növekedési jellemzőinek vizsgálata. In: 49. Georgikon Napok. Konferencia helye, ideje: Keszthely, Magyarország, 67. p. ISBN 978-963-9639-20-1

HARANGI SÁNDOR – BÉRI B. – VARGA T. (2008): Ultrahangos felvételek értékelésének megbízhatósága szarvasmarhánál. In: XIV. Ifjúsági Tudományos Fórum. Konferencia helye, ideje: Keszthely, Magyarország, 2008.04.03 pp. 1-5.

HARANGI S. – BÉRI B. (2008): Tenyésztői döntések támogatása real-time ultrahangos technika segítségével a húsmarhatenyésztésben. In: XXXII. Óvári Tudományos Nap. Konferencia helye, ideje: Mosonmagyaróvár, Magyarország, 2008.10.09. Mosonmagyaróvár: pp. 1-6. (ISBN:978-963-9883-05-5)

Konferencia kiadványok idegen nyelven:

HARANGI, S. – RADÁCSI, A. – BÉRI, B. (2009): The repeatability and accuracy of real-time ultrasound technique in measuring ribeye area of Charolais cattle. In: [European Association for Animal Production (EAAP)] (szerk.). Book of Abstracts of the 60th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Konferencia helye, ideje: Barcelona, Spanyolország, 2009.08.24-2009.08.27. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2009. 399. p. (Book of abstracts 15.) (ISBN: 978-90-8686-121-7)

HARANGI, S. – CZEGLÉDI, L. – BÉRI, B. (2008): Comparison of ultrasound carcass traits in young beef bulls of three breeds. In: 59th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Konferencia helye, ideje: Vilnius, Litvánia, 2008.08.24-2008.08.27. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2008. 161. p. (ISBN:978-90-8686-074-6)

SZENDREI, Z. – HARANGI, S. – RADÁCSI, A. – BÉRI, B. – BODÓ, I. (2007): Crossing with colored breeds in Hungary. In: Book of Abstracts of the 58th Annual Meeting of the European Association for Animal Production Konferencia helye, ideje: Dublin, Írország, 2007.08.26-2007.08.29. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2007. 319. p. (ISBN:978-90-8686-045-6)

SZENDREI, Z. – RADÁCSI, A. – HARANGI, S. – BÉRI, B. (2008): Milk production of Jersey x Holstein and Brown Swiss x Holstein crossbreds compared with their Holstein contemporaries. In: Book of Abstracts of the 59th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Konferencia helye, ideje: Vilnius, Litvánia, 2008.08.24-2008.08.27. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2008. 158. p. (ISBN:978-90-8686-074-6)

SZENDREI Z. – VÍGH ZS. – HARANGI S. – BÉRI B. (2009): Are Jerseys better keepers: body condition and ultrasonographically evaluated fat depth in Jerseys and Holsteins. In: [European Association for Animal Production (EAAP)] (szerk.). Book of Abstracts of the 60th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Konferencia helye, ideje: Barcelona, Spanyolország, 2009.08.24-2009.08.27. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2009. 103. p. (ISBN:978-90-8686-121-7)

Egyéb publikációk:

HARANGI S. (2013): Húsmarhák vágóértékének javítása. Magyar Állattenyésztők Lapja. XLI. 3. pp. 18-19.

BÉRI B. – BODÓ I. – KOMLÓSI I. – CZEGLÉDI L. – RADÁCSI A. – HARANGI S. – SZENDREI Z. (2009): Debreceni álláspont; Szarvasmarha-tenyésztésünk helyzete, lehetőségeink. Magyar Mezőgazdaság. 64:(11) pp. 34-42.

HARANGI S. – BÉRI B. (2009): Ultrahang felhasználása a magyartarka fajta javítására. A magyartarka. IX. 1. pp. 12-14. ISSN 1587-9305

Absztrakt magyar nyelven:

BÉRI B. – HARANGI S. (2006): A keresztezések lehetősége és eddigi eredményei tejhasznosítású állományoknál. In: Kérődző állatfajok mai helyzete és perspektívái az Európai Unióban. Állattenyésztés és takarmányozás különszám. vol. 55. Konferencia helye, ideje: Gödöllő, Magyarország, 2006.04.10-2006.04.11. Budapest: Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet, pp. 36-37.

Absztrakt angol nyelven:

HARANGI, S. – BÉRI, B. (2009): The use of real-time ultrasound technique to improve carcass value of Hungarian Simmental. In: 28th Congress of the European Simmental Federation. Konferencia helye, ideje: Siófok, Magyarország, 2009.09.29. pp. 58-59.