

# **DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS**

**TÖRÖK MÁRTON**

**KESZTHELY  
2009.**



PANNON EGYETEM GEORGIKON KAR  
**ÁLLAT- ÉS AGRÁRKÖRNYEZET-TUDOMÁNYI  
DOKTORI ISKOLA**

Iskolavezető:  
Dr. habil. ANDA ANGÉLA  
az MTA doktora

Témavezető:  
Dr. habil. SZABÓ FERENC  
az MTA doktora

***IN VIVO* ULTRAHANGTECHNIKAI VIZSGÁLATOK  
A HÚSMARHATENYÉSZTÉS  
BEN  
A TENYÉSZÉRTÉKBECSLÉSI MÓDSZEREK  
FEJLESZTÉSE ÉRDEKÉBEN**

Készítette:  
**TÖRÖK MÁRTON**

KESZTHELY  
2009.

**IN VIVO ULTRAHANGTECHNIKAI VIZSGÁLATOK  
A HÚSMARHATENYÉSZTÉSBEN A TENYÉSZÉRTÉKBECSLÉSI  
MÓDSZEREK FEJLESZTÉSE ÉRDEKÉBEN**

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében

Írta:  
**TÖRÖK MÁRTON**

Készült a  
**Pannon Egyetem**  
**Állat- és Agrárkörnyezet-tudományi Doktori Iskola**  
keretében

Témavezető: **Dr. habil. Szabó Ferenc** egyetemi tanár, az MTA doktora

Elfogadásra javaslom: igen /nem

.....  
aláírás

A jelölt a doktori szigorlaton .....%-ot ért el.

Keszthely, .....

.....  
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom:

Bíráló neve: ..... igen/nem

.....  
aláírás

Bíráló neve: ..... igen/nem

.....  
aláírás

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján .....%-ot ért el.

Keszthely, .....

.....  
a Bíráló Bizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése .....

.....  
az EDT elnöke

# TARTALOMJEGYZÉK

<b>Kivonat</b> .....	<b>6</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>7</b>
<b>Sommaire</b> .....	<b>8</b>
<b>1. Alkalmazott rövidítések jegyzéke</b> .....	<b>10</b>
<b>2. Bevezetés</b> .....	<b>12</b>
<b>3. Irodalmi áttekintés</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1. Történeti visszatekintés</b> .....	<b>14</b>
<b>3.2 Az ultrahang alkalmazásának különböző területei</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3 Ultrahangos húsminőség- és vágóérték-vizsgálatok</b> .....	<b>16</b>
A mérések pontossága, ismételhetősége .....	16
Az eredmények felhasználása.....	20
Az ultrahanggal mért paraméterek örökölhetősége .....	20
Vágási paraméterek becslése.....	23
Hazai eredmények.....	26
<b>4. Célkritikázések</b> .....	<b>30</b>
<b>5. Anyag és módszer</b> .....	<b>31</b>
<b>5.1. Az ultrahangos mérések pontosságának vizsgálata</b> .....	<b>36</b>
<b>5.2. Az ultrahangos vizsgálat és a vágás között eltelt idő hatása a pontosságra</b> .....	<b>37</b>
<b>5.3. A képzésítő, illetve -kiértékelő személy hatásának vizsgálata</b> .....	<b>38</b>
<b>5.4. Egymást követő kiértékelések közötti kapcsolat vizsgálata</b> .....	<b>39</b>
<b>5.5. A hátszín keresztmetszet-terület mint alternatív mérési pont vizsgálata</b> .....	<b>39</b>
<b>5.6. Két különböző faggyúvastagság-mérési módszer összehasonlító vizsgálata</b> .....	<b>41</b>
<b>5.7. Az ultrahanggal mért tulajdonságok változása a hizlalás alatt</b> .....	<b>42</b>
<b>5.8. Különböző testtájakon mért bőr alatti faggyúvastagság értékei és azok összefüggései</b> .....	<b>43</b>
<b>5.9. Regressziós vizsgálatok az ultrahanggal mért paraméterek esetében</b> .....	<b>44</b>
<b>5.10. Ultrahangos adatok a hazai fontosabb húsmarhafajtákról</b> .....	<b>44</b>
<b>6. Eredmények és értékelésük</b> .....	<b>46</b>
<b>6.1. A mérések pontossága</b> .....	<b>46</b>
<b>6.2. Az ultrahangos vizsgálat és a vágás között eltelt idő hatása a pontosságra</b> .....	<b>47</b>
<b>6.3. A képzésítő, illetve -kiértékelő személy hatása</b> .....	<b>48</b>
<b>6.4. Egymást követő kiértékelések közötti kapcsolat</b> .....	<b>58</b>
<b>6.5. A hátszín keresztmetszet-terület mint alternatív mérési pont</b> .....	<b>58</b>
<b>6.6. Két különböző faggyúvastagság-mérési módszer összehasonlítása</b> .....	<b>60</b>
<b>6.7. Az ultrahanggal mért tulajdonságok változása a hizlalás alatt</b> .....	<b>65</b>

6.8. Különböző testtájakon mért bőr alatti faggyúvastagság értékei és azok összefüggései _____	68
6.9. Az ultrahanggal mért paraméterek regressziói _____	70
6.10. Ultrahangos adatok a hazai fontosabb húsmarhafajtákról _____	73
<b>7. Következtetések, javaslatok.....</b>	<b>75</b>
7.1. A mérések pontossága _____	75
7.2. Az ultrahangozás és vágás között eltelt idő hatása a pontosságra _____	75
7.3. A képkészítő, illetve -kiértékelő személy hatása _____	75
7.4. Egymást követő kiértékelések közötti kapcsolat _____	76
7.5. A hátszín keresztmetszet-terület mint alternatív mérési pont _____	76
7.6. Két különböző faggyúvastagság-mérési módszer összehasonlítása _____	76
7.7. Az ultrahanggal mért tulajdonságok változása a hizlalás alatt _____	77
7.8. Különböző testtájakon mért bőr alatti faggyúvastagság értékei és azok összefüggései _____	77
7.9. Az ultrahanggal mért paraméterek regressziója _____	78
7.10. Ultrahangos adatok a hazai fontosabb húsmarhafajtákról _____	78
7.11. Javaslatok a gyakorlat számára _____	79
<b>8. Összefoglalás.....</b>	<b>80</b>
<b>9. Új tudományos eredmények (Tézispontok).....</b>	<b>84</b>
<b>10. New scientific results (Thesispoints).....</b>	<b>86</b>
<b>11. Köszönetnyilvánítás.....</b>	<b>87</b>
<b>12. Irodalomjegyzék.....</b>	<b>88</b>

## Kivonat

A külföldi (elsősorban ausztrál és amerikai) kutatási eredmények és tapasztalatok egyértelműen rámutatnak az ultrahangos bőr alatti faggyúvastagság- és rostélyos keresztmetszet-terület mérésének indokoltságára és az így nyert információk jelentőségére, hasznosságára. A doktorjelölt munkája során a hazai különböző fajtájú húshasznosítású tenyészbikajelölteken és hízóbikákon vizsgálta az ultrahangos bőr alatti faggyúvastagság- és rostélyos keresztmetszet-terület mérések alkalmazásának lehetőségeit, valamint ezen tulajdonságok kapcsolatait az egyéb termelési paraméterekkel. Falco 100 (Pie Medical) ultrahangos készülékkel, lineáris, 18 cm-es, 3,5 MHz-es mérőfejjel vizsgált hereford, angus, magyar tarka, limousin, charolais és blonde d'aquitaine hízó-, illetve tenyészjelölt bikákat. Összehasonlította a nemzetközi szinten legismertebb, legelterjedtebb, illetve egyéb mérési protokollokat, módszereket, hogy azok közül a hazai viszonyokhoz, a hazánkban elérhető műszertípushoz leginkább illőt lehessen kiválasztani. Értékelte a kivitelezhetőség szempontjából legeredményesebbnek bizonyult módszerek pontosságát, a mérések ismételhetségét (az ugyanazon állaton elvégzett egymást követő, egymástól független mérések, illetve kiértékelések közötti kapcsolatot). Tanulmányozta továbbá a bőr alatti faggyú és rostélyos keresztmetszet-terület hizalás alatti változását, annak ütemét, dinamikáját. Az eltérő életkorban, illetve élősúlyban ultrahanggal mért értékek összehasonlíthatóságának érdekében regressziós egyenletet dolgozott ki ezen adatoknak az adott (egységes) életkorra, élősúlyra, bőr alatti faggyúvastagságra, rostélyos keresztmetszet-területre történő korrigálására. Relatív mutatószámokat képzett, melyek az életkorhoz, illetve élősúlyhoz való viszonyítás révén pontosabb képet adnak az egyes fajták rostélyos keresztmetszet területéről és a bőr alatti faggyúvastagságról. Az ultrahangos mérések jól beilleszthetők az állattartó telepek, hizaldák technológiájába, amennyiben a méréshez szükséges minimum feltételek adottak. Fontos ugyanakkor a jó eredmények eléréséhez a kiértékelést végző személy megfelelő gyakorlottsága, és hogy jó minőségű ultrahangfelvételek álljanak rendelkezésre. A nemesítő munka hatékonyabbá válása érdekében a jelölt szorgalmazza ezen mérések hazai elterjesztését és az eredmények beépítését a tenyész-értékbecslési rendszerbe a hazánkban tenyésztett húsmarhafajták esetében.

## **Abstract**

### **Title: In vivo ultrasonic measurements in beef cattle breeding towards developing breeding value estimation**

Certain survey results of foreign countries (mainly Australia and USA) show that taking measurements of subcutan fat thickness and ribeye area by ultrasound is reasonable and information got from these measurements is notable and useful. Candidate investigated the possibilities of ultrasonic subcutan fat thickness and ribeye area (musculus longissimus dorsi) measurements on home candidate breeding and fattening beef bulls and its relationships to other parameters. He used Falco 100 (Pie Medical) real-time ultrasound equipment with a 3.5 MHz linear array probe (18 cm scanning width) for studying Hereford, Angus, Hungarian Simmental, Limousin, Charolais and Blonde d'Aquitaine fattening and candidate breeding bulls.

Candidate compared the most known and well spread and other measurement protocols and methods for choosing the most suitable one for the conditions in Hungary and the equipment available. He evaluated the accuracy and repeatability (repeated measurement and image processing of the same animal) of methods found the most effective in practice. He studied the change, its beat and dynamics of subcutan fat thickness and ribeye area during the fattening period. He calculated corrugate factors that can be used for making comparison by corrugate data to the same age, weight, subcutan fat thickness or ribeye area measured in different age or weight. Candidate introduced relative indexes which could give more detailed information about ribeye area and subcutan fat thickness related to the age and weight of animals. Ultrasonic measurements can be easily inserted into the technology and daily routine of the farms and feedlots if the minimum conditions are given (electric supply, restraint device, etc.). However, very well practiced technicians and good quality images are necessary for reaching good results. Candidate urges dissemination of the ultrasonic taken measurements and the use of obtained data for developing the breeding value estimation method in case of the beef cattle breeds in Hungary.



## Sommaire

### **Titre: In vivo mesures ultrasonographiques dans l'élevage de bovins viande pour réformer le système d'évaluation des valeurs de reproduction**

Les résultats des recherches et les expériences d'origine étrangère (en premier lieu australiennes et américaines) indiquent nettement que les mesures ultrasonographiques de l'épaisseur du gras sous-cutané et de la surface de la coupe transversale du muscle dorsal sous la peau s'avèrent justifiées et que les informations obtenues de cette manière sont significantes et importantes.

Pendant son travail, le candidat a examiné les possibilités de l'application des mesures ultrasonographiques de l'épaisseur du gras sous-cutané et de la surface de la coupe transversale du muscle dorsal sous la peau, effectuées sur les taureaux candidats et d'engrais à viande du pays ainsi que les relations de ces caractéristiques avec d'autres paramètres de production. Il a effectué des mesures sur des taureaux d'engrais - et taureaux désignés à être reproducteurs, de la race de hereford, d'angus, des taureaux tachetés de Hongrie, des limousines, des charolaises et des blondes d'aquitaine, par l'appareil à ultrason Falco 100 (Pie Medical), par une tête de mesure linéaire, de 18 cm, de fréquence 3,5 MHz. Il a fait la comparaison des protocoles les plus connus et les plus répandus à l'échelle internationale et d'autres protocoles et moyens de mesure pour pouvoir choisir entre eux ceux qui conviennent le plus aux conditions du pays, au type d'appareil disponible dans notre pays. Il a fait l'évaluation de la précision des techniques les plus efficaces du point de vue de la faisabilité, la répétabilité des mesures (la relation entre les mesures ou évaluations successives, indépendantes de l'une à l'autre faites sur le même animal). Il a également étudié le changement de la surface de l'épaisseur du gras sous-cutané et de la coupe transversale du muscle dorsal sous la peau pendant l'engraissement, ainsi que son temps, sa dynamique. Afin de pouvoir établir la comparabilité des valeurs mesurées à l'ultrasonographe à l'âge différent ou au poids vif, il a mis au point une équation de régression pour la correction de ces données sur l'âge donné (unique), sur le poids vif, sur l'épaisseur du gras sous-cutané sous la peau, sur la surface de la coupe transversale du muscle dorsal. Il a formé des indicateurs relatifs qui peuvent donner une image plus précise sur la surface de la coupe transversale du muscle dorsal et de l'épaisseur du gras sous-

cutané sous la peau de certaines races par grâce à la comparaison à l'âge et au poids vif. Les mesures effectuées à l'ultrasonographe peuvent être bien intégrées dans la technologie des sites d'élevage, des porcheries pourvu que les conditions minimum nécessaires pour les mesures soient données. Pour atteindre de bons résultats il est également important que la personne faisant les évaluations soit assez expérimentée et que des enregistrements d'ultrason de bonne qualité soient disponibles. Pour que le travail d'amélioration devienne plus efficace, le candidat cherche à répandre ces mesures dans le pays et à incorporer les résultats dans le système d'évaluation des valeurs de reproduction dans le cas des races de veaux à viande élevées dans notre pays.

## 1. Alkalmazott rövidítések jegyzéke

<b>FT</b>	a 'Fat thickness' rövidítése, rostélyostájéki bőr alatti faggyúvastagság
<b>IMF</b>	az 'Intramuscular fat' rövidítése, intramuszkuláris faggyútartalom vagy márványozottság
<b>P8</b>	a 'Position 8' rövidítése, faggyússág vizsgálati pont szarvasmarhán, mely a faron található ( <i>MLA, 2008</i> ), elsősorban Ausztráliában elterjedt
<b>REA</b>	a 'Ribeye area' rövidítése, rostélyos keresztmetszet területe, általános esetben a 12-13. bordaközben mérve
<b>RF</b>	a 'Rump fat' rövidítése, fartájéki bőr alatti faggyúvastagság mérési pont, Amerikában használatos
<b>STV</b>	a 'sajátteljesítmény-vizsgálat' rövidítése
<b>USDA</b>	az 'United States Department of Agriculture' rövidítése, az Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériuma

“In the hands of properly trained technicians, ultrasound offers the beef seedstock industry with one of the most powerful tools for genetic improvement of carcass merit ever devised. Its time is now, not let’s wait and see.”

*Dr. Doyle Wilson*

Iowa State University

## 2. Bevezetés

Mivel a húsmarhatenyésztés egyetlen produktuma a borjú, illetve a borjú hizlalásával nyert hízott marha, így a tenyésztértékbecslés egyrészt a borjú előállítását befolyásoló anyai tulajdonságokra, másrészt a vágóértéket és húsminőséget meghatározó végtermék tulajdonságokra terjed ki. A becslő módszerek információ forrásként elsősorban a származási, az oldalági rokonok, valamint a sajátteljesítmény adatait használják fel a széles körben alkalmazott BLUP eljárásban. Ivadékvizsgálatokra, így a vágás utáni információk felhasználására a természetes fedezetetés széleskörű alkalmazása miatt világszerte csak korlátozott mértékben kerülhet sor.

A tenyésztértékbecslésben kiemelt szerepet játszik a saját teljesítmény vizsgálat (STV), amely az élő állaton elvégezhető mérésekkel járul hozzá a tenyészbika-jelöltek kiválogatásához. E vizsgálatokat a korszerű molekuláris genetikai módszerek alkalmazásával (marker gének), valamint a test szöveti összetétel meghatározására alkalmas scanner módszerekkel egyre több ország húsmarhatenyésztői igyekeznek továbbfejleszteni.

*Kallweit és mtsai (1994)* megállapítása szerint az MRI (magnetic resonance imaging) kiváló *non invazív* módszer élő állatok szöveti összetételének vizsgálatára, és eredményei referenciaként szolgálhatnak más becslő módszerekhez, ám az ultrahang könnyebben alkalmazható a napi gyakorlatban, és ráadásul olcsóbb is.

A külföldi (elsősorban ausztrál és amerikai) kutatási eredmények és tapasztalatok egyértelműen rámutatnak a rostélyos keresztmetszet-terület és a bőr alatti faggyúvastagság *in vivo* ultrahangtechnika alkalmazásával történő megállapításának indokoltságára, és az így nyert információk jelentőségére, hasznosságára (*Wilson, 1992*). A bőr alatti faggyúvastagság objektív, gyors és egyszerű mérésére ugyanis korábban több próbálkozás történt mind szarvasmarhák, mind juhok esetében. Ezen módszerek pontossága, ismételhetősége jó volt, ám csak vágott testen történő mérésekre voltak alkalmasak (*Anderson és Truscott, 1982; Kirton és mtsai, 1993*).

Szükséges és fontos volna az előbb említett tulajdonságokat hazánkban is mérni és a mérési adatokat a tenyésztértékbecslési rendszerbe beépíteni a hazánkban tenyésztett fontosabb fajták esetében. Annál is inkább, mert

örvendetes módon a hazai húsmarhatenyésztés az elmúlt évek egyik sikeres, ha nem legsikeresebb állattenyésztési ágazatának mondható. A hazai húshasznú tehénlétszám – ellentétben a tejelő állománnyal – az EU-csatlakozás óta nő, s ezzel valamelyest ellensúlyozza a több, mint tíz éve csökkenő tendenciát mutató szarvasmarha-állományváltozást. Köszönhetően az anyatehén-támogatásnak és a világpiaci folyamatoknak (az EU nettó exportórré vált), a magyar húsmarha ágazat pozíciói jónak mondhatók, bár a nagymértékű exportfüggőség veszélyeket is rejt magában.

Azonban az *in vivo* testösszetétel becslésére kialakított új módszereket (mint pl. az ultrahang) az állattenyésztési kutatások és a teljesítményvizsgálatok gyakorlatába történő bevezetés és rutinszerű alkalmazás előtt tanulmányozni, tesztelni szükséges (Scholz és Förster, 2006).

PhD értekezésemben a témával kapcsolatos irodalom összegzésére törekszem, és az e téren végzett vizsgálataimat és azok eredményét foglalom össze.

### 3. Irodalmi áttekintés

#### 3.1. Történeti visszatekintés

Az ultrahang története az 1880-as években kezdődött, a piezoelektromos kristályok felfedezésével. Ténylegesen először az 1940-es években katonai célokra kifejlesztett SONAR (SOund NAVigation and Ranging, hanglokátor) rendszerben került alkalmazásra (*Gresham, 2004*).

Ultrahangot (humán) szövetek vizsgálatára először 1942-ben Dussik használt (*King, 2006*). *Wild (1950)* megállapította, hogy az eljárás alkalmas lehet pl. tumorok felderítésére. *Ludwig (1950)* különböző fajok (ember, marha, kutya) szöveteit vizsgálva megállapította, hogy az izomrostok iránya nem befolyásolja az ultrahangos távolságmérést. Az első műszerek az amplitúdó megváltozásán (amplitude modulation) alapulva mértek, ezért később A-típusúnak nevezték őket, és csak távolságok mérésére voltak alkalmasak, egydimenziós képet lehetett velük készíteni. Később kifejlesztették a fényerő megváltozásán (brightness modulation) alapuló, úgynevezett B-típusú eszközöket, amelyeket mind a mai napig széles körben használnak szövetek vizsgálatára, mert a sűrűség alapján az egyes szövettípusok elkülönítését is lehetővé teszi (*Miles és mtsai, 1972*). A képek szürkeárnyalatosak, 1-től 256-os erősségig terjed az egyes képpontok fényereje, a sűrűbb szövetek fényesebb, a kevésbé sűrű szövetek sötétebb pixeleket eredményeznek. A B-típusú készülékek egy speciális változata a *real-time* (valós idejű) ultrahang, amely majdnem azonnal megjelenő, „élő” felvételeket készít mozgó objektumokról is (*Gresham, 2004*).

A sertéstenyésztés hamar felismerte a módszerben rejlő lehetőségeket, az 1950-es években intenzív kutatómunka kezdődött a gyakorlati alkalmazás érdekében (*Zobrisky és mtsai, 1953; Hazel és Kline, 1953; De Pape és Whatley, 1956; Hetzer és mtsai, 1956; Pearson és mtsai, 1957; Wilson és mtsai, 1958; Hazel és Kline, 1959; Price és mtsai, 1960a, b; Urban és Hazel, 1960; Zobrisky és mtsai, 1960*), mely még napjainkban is folytatódik (*Youssao és mtsai, 2002a, b; Moeller, 2002; Tholen és mtsai, 2003; Newcom és mtsai, 2005a, b; Suzuki és mtsai, 2005; Wiseman és mtsai, 2007*). Lovakon *Westervelt és mtsai (1976)* használtak ultrahangot bőr alatti zsírvastagság mérésére a kondíció megítélése érdekében. Juhokon először *Stouffer és mtsai (1958)*, valamint *Matthews és mtsai (1960)* végeztek hasonló, míg *Hulet (1969)* és *Lindahl (1972)* vemhességvizsgálati

célú ultrahangos méréseket. Ezen állatfaj esetében is számos kutató foglalkozik ilyen irányú vizsgálatokkal jelenleg is (*Silva és mtsai, 2005; Silva és mtsai, 2006; Leeds és mtsai, 2008; Pajor és mtsai, 2008; Oláh és mtsai, 2008; Thériault és mtsai, 2009*). Szarvasmarhán elsők között *Price és mtsai (1958)* alkalmaztak ultrahangot, majd az 1960-as évektől kezdődően számos közlemény jelent meg e témában (*Stouffer és mtsai, 1961; Hedrick és mtsai, 1962; Davis és mtsai, 1964; Davis és mtsai, 1966; Brackelsberg és mtsai, 1967; Field és Schoonover, 1967; Watkins és mtsai, 1967; Brackelsberg és Willham, 1968; McReynolds és Arthaud, 1970*). A berendezések fejlődése a '80-as évek második felére lehetővé tette *real-time* ultrahang-képek széleskörű használatát az állattenyésztésben (*Houghton és Turlington, 1992*). Angliában és Franciaországban kísérletek folytak az ún. VOS-módszerrel (*velocity of sound*, az ultrahang sebességén alapuló mérés) történő faggyútartalom-becslésre (*Miles és Fursey, 1974; Miles és mtsai, 1983; Porter és mtsai, 1990; Renand és Fisher, 1997*), azonban ez az eljárás körülményesebb, így *Tőzsér és mtsai (2001)* a B-típusú készülékek hazai bevezetését szorgalmazták. A VOS-módszer néhány évvel ezelőtt – a faggyúsodás mérésére – hivatalosan alkalmazásra került Franciaországban az STV és az ITV technológiákban, még az ún. rusztikus fajták (pl. aubrac) esetében is (*Tőzsér és mtsai, 2001*). A legújabb fejlesztéseknek köszönhetően napjainkban már léteznek háromdimenziós (3D) képet készítő gépek, illetve ultrahang bio-mikroszkópok is (*Gábor, 2005*). *Pfeiffer és mtsai (1985)* szerint az ultrahangos mérések javíthatják a teljesítményvizsgálatok hatékonyságát.

### **3.2 Az ultrahang alkalmazásának különböző területei**

Az ultrahang az ipar számos területén is használatos (pl. az élelmiszeriparban fertőtlenítésre /*Piyasena és mtsai, 2003*). E helyen azonban csak a tágabb és szűkebb értelemben vett állattenyésztési alkalmazásokat említem meg.

Az első, 1966-ban juhokon végzett vemhességvizsgálat óta az ultrahang széles körben elterjedt az állatorvoslásban mind diagnosztikai, mind terápiás célból, valamint klinikai kutatások eszközeként. Napjainkra a számítástechnikában végbement fejlődés és a vizsgálófejek miniatürizációja lehetővé tesz pl. intravaszkuláris felhasználást is. Számos faj esetében használják az ultrahangot betegségek felderítésére vagy nyomon követésére a napi klinikai gyakorlatban (*King, 2006*). Lehetőség nyílik pl. a vehem ivarának megállapítására (*Coubrough*



és Castell, 1998), csontsűrűség-vizsgálatokra (Töyräs és mtsai, 2002) stb.

A szűkebb értelemben vett állattenyésztés más területén is alkalmaznak ultrahangtechnikát napjainkban a húsminőség-, és vágóérték vizsgálatokon kívül. PI. a juhtenyésztésben a bőrvastagság mérésére is használják, mivel az előbb említett tulajdonság összefüggésben áll a gyapjútermeléssel (Brown és mtsai, 2001).

### **3.3 Ultrahangos húsminőség- és vágóérték-vizsgálatok**

#### **A mérések pontossága, ismételhetősége**

Parrett és mtsai (1987) szerint az ultrahangos bőr alatti faggyúvastagság mérésének pontosságát nem befolyásolja a fajta, de a módszer tendenciaszerűen a sovány állatok esetében felül-, a kövér állatok esetében pedig alulbecsülte a tényleges értéket. Ugyanakkor Kelly és mtsai (1998) statisztikailag igazolható különbséget mutattak ki brahman, santa gertrudis és belmont red fajtájú állatok vágott testének faggyúeloszlásában.

Boulwood és Greathead (1994) szerint egyponos ultrahangos bőr alatti faggyúvastagság-mérés esetén a P8 ponton pontosabban lehet becsülni a vágott test faggyúvastagságát, mint a rostélyostájéki (12-13. bordaköz) mérési helyen. A szerzők megállapításukat a fartájéki bőr alatti faggyúvastagság egyenletesebb eloszlásával és a faggyúréteg alatti izomszövet egyenletesebb felszínével magyarázzák.

McDonald és mtsai (1990) szerint a vágott test két oldalán mért rostélyos keresztmetszet-területek között nagy különbségek lehetnek, ugyanakkor az ultrahanggal mért rostélyos keresztmetszet-terület szorosabb összefüggést mutat a két féltesten külön-külön mért rostélyos keresztmetszet-terület átlagával, mint az ultrahangozás oldalán mért értékkel. Ez alapján valószínűsíthető, hogy a két féltest közötti különbség inkább a vágott test darabolása során történő roncsolódással magyarázható, nem pedig biológiai eredetű.

Hassen és mtsai (2004) szerint az éves korú állatok esetében a rostélyos keresztmetszet-mérések ismételhetősége 0,80 és 0,84 között változott. A márványozottság mérésének ismételhetőségét szintén Hassen és mtsai (1999a) vizsgálták. Összesen 144, átlagosan 433 napos bikát, üszőt és tinót ultrahangoztak két Aloka 500V készülékkel; az ismételhetőség összességében  $0,63 \pm 0,03$  volt. Megállapításuk szerint a berendezések, valamint a bikák és üszők

közötti különbség ismételhetőség tekintetében nem szignifikáns ( $P > 0,05$ ), viszont a tinók esetében a mérés szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) jobban ismételhető az előbbieknél. A 4,79 % alatti intramuszkuláris faggyútartalommal (IMF, intramuscular fat) rendelkező állatok esetében szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) kisebb az ismételhetőség, mint a 4,79 % felettivel rendelkezőknél. A mérés standard hibája 50 %-kal csökken, ha négyszer kerül mérésre a márványozottság, ezért javasolják növelni az egy állatról készített IMF-képek számát. Négy évvel később *Hassen és mtsai (2003)* ugyanezen mérés esetében 0,71-os ismételhetőséget közöltek 675 egyed (éves bika és üsző) vizsgálata alapján.

*Perkins és mtsai (1992b)* a mérést végző személy hatását vizsgálták az ultrahanggal történő bőr alatti faggyúvastagság és hosszú hátizom keresztmetszet mérésének eredményeire. Brown swiss, mexikói zebu-keresztezett, corriente mexikói és brit származású keresztezett genotípusú tinókat mért két gyakorlott technikus két egymást követő napon Aloka 500V készülékkel, 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, típusok között, de nem volt különbség ( $P < 0,10$ ) a technikusok mérései között, illetve a technikus-fajta interakcióban sem. A bőr alatti faggyú mérése esetében az egyik technikus 0,87-os, a másik 0,86-os; a rostélyos mérése esetében az egyik technikus 0,76-os, a másik 0,82-os korrelációs eredménnyel dolgozott. A mérési napok közötti ismételhetőség a bőr alatti faggyú mérése esetében 0,91, a rostélyos mérése esetében 0,81 volt, a technikusok közötti ismételhetőség a bőr alatti faggyú mérése esetében 0,95-nak, a rostélyos mérése esetében 0,83-nak mutatkozott. A rostélyos-keresztmetszeti képek kiértékelésében a technikusok közötti ismételhetőség 0,76, a napok közötti ismételhetőség 0,86 volt. Az eredmények azt mutatják, hogy fontos a vizsgálat körültekintő végrehajtása és a vizsgálatot végző gyakorlottsága is.

*Brethour (1992)* Aloka 210-es ultrahangkészülékkel vizsgált 217 állatot. A bőr alatti faggyúvastagság mérésének ismételhetősége nagy ( $r = 0,98$ ) volt, a két mérés közötti átlagos eltérés 0,72 mm. Szignifikáns ( $P < 0,001$ ) negatív kapcsolat figyelhető meg a mérési hiba nagysága és a bőr alatti faggyú mennyisége között. Az ultrahanggal becsült és a vágott testen mért bőr alatti faggyúvastagság közötti eltérés (8 %) statisztikailag szintén igazolható. A szerző az ultrahangos mérést alkalmasnak tartja a bőr alatti faggyúvastagság meghatározására.

*Hartjen és mtsai (1993)* 648 különböző genotípusú bika ultrahangos testösszetételének vizsgálata során 0,68 (első kísérlet) és 0,80 (második kísérlet) ismételhetőséget állapítottak meg a hosszú hátizom keresztmetszetének mérése esetében. Eredményeik azt mutatják, hogy fontos az ultrahang technikusok magas szintű képzésére odafigyelni a magas mérési ismételhetőség elérése végett.

Számos más tanulmány is beszámolt arról, hogy az ultrahangos bőr alatti faggyú- és rostélyos keresztmetszet-mérések pontossága jónak mondható. A számszerű adatokat az *1. táblázat* mutatja be.

**1. táblázat**

**Az ultrahanggal, valamint vágott testeken mért bőr alatti faggyúvastagság- és rostélyos keresztmetszet-terület értékek között becsült korrelációs koefficiensek szakirodalmi forrásmunkák alapján**

<b>Forrás</b>	<b>Műszer</b>	<b>Bőr alatti faggyú</b>	<b>Rostélyos keresztmetszet</b>
Parrett és mtsai, 1987	Aloka 210DX	0,81-0,43	
Dicker és mtsai, 1988	Scanoprobe II.	0,88	
Miller és mtsai, 1988		0,88-0,76	0,96
Duello és mtsai, 1990	Aloka 633	0,87	0,75
Perry és mtsai, 1990	Gen. Electric Datason	0,96	0,90
Brethour, 1990	Aloka 210DX	0,87	
Smith és mtsai, 1992	Aloka 210DX	0,82	0,63
Perkins és mtsai, 1992a	Aloka 210DX	0,75	0,60
Perkins és mtsai, 1992b	Aloka 500V	0,86-0,87	0,76-0,82
Waldner és mtsai, 1992	Aloka 210DX	0,86	0,73
Deland és Hebbberman, 1992	Aloka 500	0,80	0,72
Brethour, 1992	Aloka 210DX	0,92	
Robinson és mtsai, 1992	Aloka 210DX és Aloka 500V	0,90	0,87
May és mtsai, 2000	Aloka 210DX	0,81	0,61
Greiner és mtsai, 2003a	Aloka 500V	0,89	0,86
Tarouco és mtsai, 2005	Aloka 500V és Falco 100	0,95	0,97

*Duello (1993)* a különböző évjáratok és ivarok esetén történő ultrahangos mérések standard hibáját vizsgálva arra a megállapításra jutott, hogy a vizsgálatok pontosságát az évhatás nem zavarja. Megállapítása szerint a bikáknál mindkét tulajdonság előrejelzése pontosabb volt, mint a tinóknál (*2. táblázat*). A szerző ezt azzal magyarázza, hogy a bőr alatti faggyú vastagsága szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) befolyásolta az ultrahangos mérés hibáját, a soványabb (kevésbé faggyús) állatok

ultrahangos mérése pontosabb, könnyebb, mint a kövébb egyedeké. A rostélyos keresztmetszetének meghatározása a nagyobb keresztmetszetek esetében pontosabb volt, mint a kisebbek esetében. Ezen megállapítások vizsgálatában egybeestek a bikák és a tinók közötti különbségekkel: az átlagos bőr alatti faggyúvastagság bikák esetében  $0,86 \pm 0,38$  cm, tinóknál  $1,31 \pm 0,57$  cm volt, az átlagos rostélyos keresztmetszet-terület bikák esetében  $84,4 \pm 10,4$  cm, tinóknál  $77,6 \pm 8,4$  cm volt.

2. táblázat

**Az ultrahangos mérés standard hibája *Duello* (1993) szerint**

Csoport	n	Bőr alatti faggyú (cm)	Rostélyos keresztmetszet (cm <sup>2</sup> )
1990	294	0,28	5,40
1991	295	0,23	6,49
1992	155	0,26	7,11
Tinók	497	0,31	6,27
Bikák	247	0,23	6,18
Összesítve	744	0,29	6,25

*Brethour* (1990) 619 különböző korú és ivarú marhát megvizsgálva arra az eredményre jutott, hogy az ultrahanggal becsült márványozottság és a vágás utáni márványozottsági pontszám közötti korreláció  $r=0,22$  és  $r=0,77$  között változik. A becsült márványozottság alapján az USDA minőségi osztály átlagosan 80 %-osan jelezhető előre (pl. angus és hereford tinók:  $r=0,52$ ,  $P<0,001$ , a becslés pontossága 80,8 %; 18 hónapos üszők:  $r=0,58$ ,  $P<0,001$ , a becslés pontossága 82,5 %; éves bikák:  $r=0,64$ ,  $P<0,001$ , a becslés pontossága 87 %). Munkája alapján felvetette az ultrahang hizlaldákban történő használatának lehetőségét is, a vágásérett tinók kiválasztása és az értékesítés érdekében.

*Bergen és mtsai* (2006b) az ultrahanggal mért bőr alatti faggyúvastagság, intramuszkuláris faggyútartalom, márványozottsági pontszám és testüregi faggyú kapcsolatát vizsgálták egymással és egyes vágóérték-tulajdonságokkal bikákon és tinókon. Arra a következtetésre jutottak, hogy a törzstenyészetekben történő ultrahangos mérések hasznosak lehetnek a vágómarhák faggyútermelésének megváltoztatására. Egy ausztráliai angus populáción végzett kísérlet eredményei szerint lehetséges genetikai előrehaladást elérni a márványozottság területén a bőr alatti faggyúvastagság növelése nélkül is (*Graser és mtsai*, 1998), ugyanis a márványozottság és a P8 között  $r=-0,077$  genetikai korrelációt tapasztaltak.

## Az eredmények felhasználása

### Az ultrahanggal mért paraméterek örökölhetősége

Az egyes tulajdonságok ultrahanggal mért értékének örökölhetősége abszolút értékben nem nagy, de az egyes értékek vágott testen mért megfelelőjének örökölhetőségéhez viszonyítva már lényegesen nagyobbak értékelhető. Az összehasonlítás érdekében néhány vágott testen mért paraméter  $h^2$ -értékét a 3. táblázat foglalja össze.

3. táblázat

Szerző	Hasított-súly	Rostélyos keresztm.	Bőr alatti faggyú	Márv. pontszám
Bergen és mtsai, 2006b			0,42	0,43
Crews és Kemp, 2001				0,55
Lamb és mtsai, 1990	0,31	0,28		0,33
MacNeil és mtsai, 1991			0,52	
Reynolds és mtsai, 1991	0,33	0,01		
Van Vleck és mtsai, 1992		0,60		0,45
Veseth és mtsai, 1993	0,38	0,51		0,31
Wilson és mtsai, 1993	0,31	0,32	0,26	0,26
Woodward és mtsai, 1992				0,23
Átlag	0,33	0,34	0,40	0,37

*Lamb és mtsai (1990)* vizsgálták az ultrahanggal mért bőr alatti faggyúvastagság örökölhetőségét is, és  $h^2=0,24$ -ot állapítottak meg, ami figyelemre méltó, mert alig marad el a *Wilson és mtsai (1993)* által közölt értéktől.

*Bergen és mtsai (2006a)* éves bikák ultrahanggal mért tulajdonságainak örökölhetőségét és genetikai korrelációit vizsgálták. A színhús kihozatalt becsülő egyenleteket alakítottak ki a következőképpen:

- C-5U, az ultrahanggal mért bőr alatti faggyúvastagság, rostélyos keresztmetszet területe és a becsült meleg hasított-súly felhasználásával;
- PRPRD1, az ultrahanggal mért bőr alatti faggyúvastagság, rostélyos keresztmetszet területe és élő-súly felhasználásával;
- USLean, az ultrahanggal mért bőr alatti faggyúvastagság és rostélyos keresztmetszet területe felhasználásával;
- Eq. 4, az ultrahanggal mért bőr alatti faggyúvastagság, valamint a rostélyos közepén átmenő legnagyobb szélességének és mélységének szorzata felhasználásával;

- Eq. 5, az ultrahanggal mért bőr alatti faggyúvastagság, valamint az acorn laterális oldalánál mért maximális mélység és az acorn laterális oldalától mért maximális szélesség szorzatának felhasználásával;
- Eq. 6, az ultrahanggal mért bőr alatti faggyúvastagság, valamint a rostélyos közepén átmenő legnagyobb mélységének és az acorn laterális oldalánál mért maximális mélység szorzatának felhasználásával.

A színhúskihozataalt becslő egyenletek értékeire (és a bennük foglalt ultrahanggal mért tulajdonságokra) számított variancia és örökölhetőségi értékeket a 4. táblázat mutatja be. Figyelemre méltó elsősorban C-5U % becslő egyenlet örökölhetőségi értéke.

4. táblázat

Ultrahangozáskori életkorra korrigált ultrahang adatok felhasználásával becsült színhúskihozatal variancia és örökölhetőségi értékei *Bergen és mtsai (2006a)* szerint

Beclő egyenlet	Fenotípusos variancia	$h^2$
C-5U %	2,32 ± 0,09	0,42 ± 0,09
PRPRD1 %	3,28 ± 0,13	0,36 ± 0,09
USLean %	3,77 ± 0,15	0,34 ± 0,09
Eq. 4 %	3,74 ± 0,14	0,26 ± 0,08
Eq. 5 %	4,44 ± 0,17	0,28 ± 0,08
Eq. 6 %	4,45 ± 0,17	0,30 ± 0,08

*Hassen és mtsai (2004)* az ultrahanggal mért rostélyos keresztmetszet-terület variancia komponenseit, örökölhetőségét és a mérés ismételtetését vizsgálták 882 angus bika és üsző 4653 mérési eredményét felhasználva. Az állatok 1998 és 2001 között születtek, és 4-6 hetes időközönként ultrahangozták őket, összesen 8 alkalommal. A vizsgálatok között eltelt idő csökkenésével a mért értékek közötti korreláció nőtt, az éveskori (ötödik) és az első, második, harmadik, negyedik, valamint hatodik mérés között egyenként 0,91-os, 0,95-os, 0,96-os, 0,99-os és 0,97-os volt a korreláció. A fenotípusos korreláció az éveskori és az első, második, harmadik, negyedik, valamint hatodik eredmény között egyenként 0,64, 0,68, 0,75, 0,85 és 0,83 volt. Az additív direkt genetikai variancia az adott egyedben történő mérések számának növekedésével nőtt, 8,67 cm<sup>4</sup>-ről (első mérés, átlagos kor: 35 hét) 19,48 cm<sup>4</sup>-re a hatodik méréskor (átlagos kor: 56 hét). A  $h^2$ -érték az első méréskor 0,35 volt és 0,48-ra nőtt a negyedik mérésig (átlagos kor: 50 hét); a maximális értéket éves kor körül mutatta. A számszerű adatokról az

5. táblázat nyújt tájékoztatást. Emiatt az éveskori mérési eredmények (fenotípusos különbségek) pontosabb indikátorai a genetikai különbségeknek angus marháknál, mint a fiatalabb koriak.

5. táblázat

A rostélyos keresztmetszet-terület eltérő életkorban mért értékei közötti korrelációk és  $h^2$ -értékek angus marháknál (Hassen és mtsai, 2004)

Mérés sorsz. (hét)	Átlag-életkor (hét)	$h^2$ , korrelációk*					
		Mérés sorszáma					
		1	2	3	4	5	6
1	34,9	0,30 ± 0,07	0,75 ± 0,03	0,62 ± 0,04	0,56 ± 0,05	0,50 ± 0,06	0,47 ± 0,07
2	39,5	0,99 ± 0,02	0,38 ± 0,08	0,69 ± 0,04	0,59 ± 0,05	0,49 ± 0,06	0,51 ± 0,07
3	45,5	0,99 ± 0,04	1,00 ± 0,02	0,37 ± 0,08	0,65 ± 0,04	0,61 ± 0,05	0,58 ± 0,06
4	50,3	0,97 ± 0,04	0,99 ± 0,03	0,99 ± 0,03	0,48 ± 0,08	0,74 ± 0,04	0,65 ± 0,06
5	52,9	0,91 ± 0,07	0,95 ± 0,05	0,96 ± 0,05	0,99 ± 0,02	0,45 ± 0,09	0,72 ± 0,05
6	55,9	0,80 ± 0,11	0,85 ± 0,08	0,86 ± 0,08	0,92 ± 0,05	0,97 ± 0,04	0,41 ± 0,10

\*  $h^2$ -értékek az átlóban, genetikai korrelációk az átló alatt, reziduális korrelációk az átló felett

Shepard és mtsai (1996) 805 angus bika és 877 üsző esetében 8 és 20 hónapos kor közötti ultrahangos mérési (bőr alatti faggyú vastagsága a rostélyosnál, rostélyos keresztmetszet) és egyéb (választási súly, választás utáni átlagos napi gyarapodás, herekörméret) adatokat apamoddellel, restricted maximum likelihood (REML) módszerrel vizsgálva a 6. táblázatban szereplő örökölhetőségi értékeket kapták.

6. táblázat

Az egyes ultrahanggal mért és egyéb paraméterek örökölhetőségi értékei Shepard és mtsai (1996) szerint

Tulajdonság	n	Apák száma	$h^2 \pm SE$
FT, cm	1557	31	0,50 ± 0,14
REA, cm <sup>2</sup>	1556	33	0,12 ± 0,06
Választási súly, kg	2183	33	0,20 ± 0,07
Átl. napi súlygyarap., g/nap	1530	29	0,47 ± 0,14
Herekörméret, cm	773	26	0,49 ± 0,17

## Vágási paraméterek becslése

*Wolcott és mtsai (1997)* szerint a vágási kihozatalt az ultrahanggal mért tulajdonságok közül legnagyobb mértékben a bőr alatti faggyúvastagság befolyásolja.

*McIntyre és Frapple (1988)* arról számol be, hogy a rostélyostájéki, illetve fartájéki bőr alatti faggyúvastagság egyformán pontos az értékes húsrészek, illetve a kitermelt faggyú arányának becslésében. A hideg féltetek súlya a legfontosabb változó az értékes húsrészek mennyiségének becslésekor, ugyanakkor valamely bőr alatti faggyúvastagság hozzáadása a regressziós egyenlethez növeli az  $R^2$ -értéket és csökkenti az RSD-t. A kitermelt faggyú mennyisége becsülhető a féltet súlya és a P8 vagy rostélyostájéki faggyúvastagság felhasználásával.

*Wolcott és mtsai (1996)* 570 tinó és üsző esetében 57,7 %-os pontossággal tudták előre jelezni az értékes húsrészek arányát az élősúly, a rostélyostájéki bőr alatti faggyúvastagság és rostélyos keresztmetszet területe alapján. A modellben szereplő szignifikáns fix hatások a fajta, az ivar, a célpiac és a hizlalási mód, valamint a fajta\*célpiac interakció voltak.

*Johnson és mtsai (1992)* tapasztalatai szerint azon egyedek esetében, melyek vágott testének súlya 280-512 kg a rostélyos keresztmetszet területének bevonása a színhús-százalék becslő egyenletbe javította az előrejelzést a variancia nagyobb hányadának leírásával. Ugyanakkor az előbb említett előrejelzés pontossága elmaradt a kisebb vágott testsúlyt elérő egyedek hasonló becslésétől (a bőr alatti faggyúvastagság és a vágott test súlya alapján történő becslés).

*Wall és mtsai (2004)* 406 tinót vizsgáltak ultrahang-felvételek alapján. Az ultrahangos méréseket 35 naponként végezték vágás előtt, amit kiegészítettek egyéb információkkal: pl. élősúly, átlagos napi gyarapodás, az apa fajtája, az anya fajtája, valamint ráma pontszám. Szignifikáns ( $P < 0,01$ ) kapcsolatot találtak az egyes vágási paraméterek és a vágás előtt 7 napon belül, valamint 96-105 nappal mért REA ( $r=0,66$ ;  $r=0,52$ ), FT ( $r=0,74$ ;  $r=0,58$ ) és IMF ( $r=0,61$ ;  $r=0,63$ ) esetében. Statisztikailag megbízhatóan lehetett előre jelezni az USDA minőségi osztályt az ultrahanggal mért márványozottsággal ( $P < 0,001$ ), bőr alatti faggyúvastagsággal a rostélyosnál ( $P < 0,001$ ) és az átlagos napi gyarapodással ( $P < 0,01$ ). Szintén statisztikailag megbízhatóan lehetett előre jelezni a kihozatali osztályt az ultrahanggal mért bőr alatti faggyúvastagsággal a rostélyosnál ( $P < 0,001$ ),



rostélyos keresztmetszettel ( $P < 0,01$ ), valamint az élősúllyal ( $P < 0,001$ ), a csípő magasságával ( $P < 0,001$ ) és a ráma pontszámmal ( $P < 0,01$ ).

*Greiner és mtsai (2003b)* 534 tinó (6 különböző fajtájú apa ivadéka) esetében vizsgálták a kihozatalnak és a kitermelt értékes húsrészeknek az ultrahangos mérések alapján becsült, illetve a vágóhídon mért mennyiségének kapcsolatát. A vágás előtt 5 napon belül mérték a bőr alatti faggyú vastagságát a rostélyos régiójában, a bőr alatti faggyú vastagságát a faron, a rostélyos keresztmetszetét és a bőrvastagságot Aloka 500V készülékkel. Vágáskor feljegyezték az USDA minőségi osztályt és a kihozatali osztályt. Az élősúly, az FT, a REA és a faron mért bőr alatti faggyúvastagság felhasználásával kialakított modellel  $R^2=0,84$  ( $P < 0,10$ ) pontossággal tudták becsülni a kitermelt értékes húsrészek mennyiségét. Az FT, a faron mért bőr alatti faggyúvastagság, a REA, a bőrvastagság és az élősúly felhasználásával kialakított modellel  $R^2=0,61$  ( $P < 0,10$ ) pontossággal tudták becsülni a kihozatalt. Ezzel szemben a vágott testen mért adatok felhasználásával ugyanezen becslő egyenletekkel  $R^2=0,86$  és  $R^2=0,65$  pontosságot értek el. A következő évben (más állatokon) ultrahangos adatok alapján  $R^2=0,92$  és  $R^2=0,73-0,76$ , vágási paraméterek alapján  $R^2=0,94$  és  $R^2=0,81$  pontosságot számítottak, bár mind a négy érték szignifikánsan ( $P < 0,01$ ) túlbecsülte a valós kitermelt értékes húsmennyiséget és kihozatalt (*Greiner és mtsai, 2003c*). Eredményeik alapján a szerzők megállapították, hogy az ultrahangos eredményekre épülő vágóérték-becslés hasonlóan pontos, mint a vágott test paramétereire alapozott.

*Polák és mtsai (2001)* 90 szlovák tarka bika esetében két héttel vágás előtt 5 ponton ultrahanggal mért izomvastagság, testsúly és egyes testméretek alapján a meleg hasított súlyt  $R^2=0,89$ , a színhúskihozatalt  $R^2=0,76$ , az értékes húsrészek színhústartalmát pedig  $R^2=0,71$  pontossággal jelezték előre lineáris becslő modellek alkalmazásával.

Az állatok fejlődésének legfontosabb és legelterjedtebb becslési módszere még ma is a testsúly (élősúly) mérése. *Mai és mtsai (2000)*, valamint *Mourad és Anous (2000)* elsősorban a testsúly korral párhuzamosan történő növekedésének vizsgálatával foglalkoztak. Mindemellett több szerző publikált szignifikáns pozitív korrelációt a testsúly és testméretek (mellkas-körméret, testhossz, marmagasság) között (*Mohammed és Amin, 1996; Bhattacharya és mtsai, 1984*). Ezen eredmények alapján felvetődik az ultrahanggal vizsgálható tulajdonságok és az

élő súly, illetve életkor közötti kapcsolat vizsgálatának lehetősége és szükségessége. *Wheeler és mtsai (1996)* szerint az egyes tulajdonságok közötti regressziós összefüggések megteremtik a lehetőséget a mért adatok (életkor, élő súly, vágott test súlya, bőr alatti faggyú vastagsága, kitermelt faggyú %, márványozottság) egy adott életkorra, élő súlyra, vágott test súlyára, bőr alatti faggyúvastagságra, kitermelt faggyú %-ra, márványozottságra történő korrekciójához. Így becsülhetővé válik a kor, az élő súly, a vágott test súlya, a bőr alatti faggyú vastagsága, a kitermelt faggyú %, a márványozottság, ami akkor lett volna megfigyelhető, ha a vizsgált csoport egyedeit külön-külön az adott életkor, élő súly, vágott test súlya, bőr alatti faggyú vastagsága, kitermelt faggyú %, márványozottság eléréséig hizlalták volna. Az állatok mért adatainak egységes (pl. 365 napos) életkorra történő korrekciója az általános növekedési tulajdonságok hatását emeli ki, az egységes élő súlyra történő korrekció pedig az izom-, a faggyú- és a csontszövetek növekedési arányát hangsúlyozza ki a fejlettséggel összefüggésben. A vizsgált tulajdonságok egységes bőr alatti faggyúvastagságra történő korrekciója a hasonló fiziológiai fejlettség melletti összehasonlítást tesz lehetővé. Az egységes kitermelt faggyú %-ra történő korrekció az előbbihez hasonló, ám annál pontosabb mutató. Az adatoknak az egységes márványozottság-értékre történő korrekció után készített összehasonlítása a marketing szempontjából fontos, az USDA minősítési rendszer miatt.

*Hassen és mtsai (1999b)* 970 tinó és bika esetében 3-5 alkalommal mérték ultrahanggal a bőr alatti faggyú vastagságát, a hosszú hátizom keresztmetszetének területét és a márványozottságot a rostélyos régiójában. A vizsgálatok egy részét mérlegelés és csípőmagasság mérés egészítette ki. Az adatokat négy különböző életkorra korrigálták: átlagos vágási életkor (448 nap), átlagos életkor utolsó előtti ultrahangozaskor a vágás előtt (414 nap), a vágást megelőző harmadik ultrahangozaskori átlagos életkor (382 nap) és éves kor. Ezután vizsgálták az egyes korrekciós életkorok hatását a vágási %, a húskihozatal (kg) és a meleg hasított súly előrejelzésének pontosságára. Azt tapasztalták, hogy a korábbi (365 és 382 napos) életkorra történő korrekció jobb, vagy legalább ugyanolyan  $R^2$ -értékeket eredményezett, mint a későbbire történő. A részletes adatokat a 7. táblázat tartalmazza.

Az egyes életkorokra korrigált, ultrahanggal mért és egyéb adatok fenotípusos kapcsolata a vágási kihozattal, a meleg hasítottúlyal és a húskihozattal (*Hassen és mtsai, 1999b*)

Tulajdonság	Korrigált életkor (nap)			
	365	382	414	448
	Vágási kihozatal (%)			
Bőr alatti faggyú (cm)	-0,57*	-0,62**	-0,64**	-0,63**
Rostélyos keresztm. (cm <sup>2</sup> )	0,01	0,05*	0,11**	0,15**
Élősúly (kg)	-0,31**	-0,29**	-0,24**	-0,18**
Csípőmagasság (cm)	-0,06	-0,04	-0,02	0,00
Intramuszkuláris faggyú %	-0,45**	-0,50**	-0,52**	-0,48**
	Meleg hasítottúly (kg)			
Bőr alatti faggyú (cm)	-0,06	-0,06*	-0,06*	-0,05*
Rostélyos keresztm. (cm <sup>2</sup> )	0,35**	0,38**	0,38**	0,31**
Élősúly (kg)	0,75**	0,77**	0,78**	0,75**
Csípőmagasság (cm)	0,65**	0,65**	0,64**	0,60**
Intramuszkuláris faggyú %	0,01	-0,02	-0,06	-0,08
	Húskihozatal (kg)			
Bőr alatti faggyú (cm)	-0,05	-0,06	0,07*	0,07*
Rostélyos keresztm. (cm <sup>2</sup> )	0,35**	0,40**	0,42**	0,35**
Élősúly (kg)	0,71**	0,74**	0,75**	0,73**
Csípőmagasság (cm)	0,66**	0,66**	0,65**	0,62**
Intramuszkuláris faggyú %	-0,04	-0,08	-0,13	-0,15*

\* P<0,05; \*\* P<0,01

*Tait és mtsai (2004)* szerint a *real-time* ultrahang alkalmas marketing és értékesítési döntések támogatására hizlaldákban. A márványozottság, a bőr alatti faggyú és az élősúly mérése kulcsfontosságú a megfelelő becslés érdekében. Ezen adatok alapján csoportosítani lehet az állatokat a hizlaldákban vágásérett (pl. túl nagy súlyú, túl faggyús, már elérte a Choice minőségi osztályt) és tovább hizlalandó (pl. további 35 napig) csoportokra.

### Hazai eredmények

Hazánkban először *Tőzsér és mtsai (2001)* készítettek áttekintő tanulmányt a VOS ultrahang húsmarhatenyésztésben való alkalmazásáról. Munkájukban felhívták a figyelmet arra, hogy indokolt lenne a faggyúsodást vagy az izomépítést élő állapotban mérő B-típusú ultrahangkészüléket a hazai gyakorlatban mielőbb bevezetni.

2003-ban szintén *Tőzsér és mtsai* megállapították, hogy a red és aberdeen angus populációk bőr alatti faggyúvastagsága nem tér el egymástól.

Charolais bikák és üszök élősúlyának és ultrahanggal mért rostélyos keresztmetszet területének (regressziós egyenletekkel becsülve), valamint bőr-, faggyú- és izomvastagságának összefüggését vizsgálva csak a bikák bőrvastagsága és élősúlya között találtak  $r=0,6$  ( $P<0,05$ ) korrelációt, a többi kapcsolat nem bizonyult szignifikánsnak (*Tőzsér és mtsai, 2004a*).

*Tőzsér és mtsai (2004b)* magyar szürke bikák két csoportját vizsgálták – azonos tartási és takarmányozási körülmények mellett. A hosszú hátizom területét a bőr-, a faggyú- és az izomvastagság mérése után regressziós egyenletekkel határozták meg. Az állatokat a magyar szabványoknak megfelelően kicsontozták, és a becsült és mért adatokat összehasonlították. A két csoport esetében a hosszú hátizom területe és a kinyert hús mennyisége között  $r=0,88$  ( $P<0,05$ ), illetve  $r=0,66$  ( $P<0,05$ ), a hosszú hátizom területe és a csont mennyisége között  $r=0,89$  ( $P<0,05$ ), illetve  $r=0,57$  korrelációt állapítottak meg.

A regressziós egyenletekkel történő becslés és a körberajzolásos módszerrel történő meghatározás összehasonlítása során pozitív irányú, igen szoros összefüggést tapasztaltak ( $r=0,91$ ,  $P<0,01$ ). Ezek alapján megállapították, hogy a két módszer azonos eredményekre vezet, mindamellett, hogy a regressziós módszer abszolút értékben nagyobb ( $1,0709 \text{ cm}^2/\text{cm}^2$  regressziós együttható) becsült értéket ad (*Tőzsér és mtsai, 2005a*).

*Tőzsér és mtsai (2005b)* magyar szürke és charolais tinók összehasonlítása során megállapították, hogy a charolais tinók nagyobb élősúlya, faggyútartalma és izomvastagsága (a rostélyos keresztmetszetében) is megnyilvánul a magyar szürke tinókhöz viszonyítva, bizonyítva ezzel a két fajta eltérő értékmérő tulajdonságait. Tendencia jelleggel a charolais tinókon mért bőrvastagság azonosnak tekinthető a charolais bikákon korábban mért értékekkel, viszont a faggyú vastagsága nagyobb, az izom vastagsága kisebb volt a tinók esetében.

Szarvalt és szarvatlan charolais tenyészbikajelöltek rostélyos keresztmetszet-területének és a bőr alatti faggyúvastagságának összehasonlításakor úgy találták, hogy a szarvatlanság nem volt hatással a fartájék bőr alatti faggyújának vastagságára, a hosszú hátizom területére és a herekörméretre sem. Az élőtömeg és a rostélyos keresztmetszet becsült területe között hasonló szorosságú pozitív összefüggést tapasztaltak (szarvalt:  $r=0,72$ ,  $P<0,01$ , szarvatlan:  $r=0,51$ ,  $P<0,05$ ). A rostélyos becsült területe és a

herekorméret között megállapított korrelációk (szarvalt:  $r=0,36$ , szarvatlan:  $r=0,24$ ) tendenciájukban azonosak voltak (*Tőzsér és mtsai, 2005c*).

A hizlalás alatt két alkalommal ultrahangos méréseket végeztek ugyanazon 11 magyar tarka bikán (I. mérés: életkor:  $357\pm 23,47$  nap, élősúly:  $475,55\pm 51,40$  kg; II. mérés: életkor:  $418\pm 23,47$  nap, élősúly:  $555,10\pm 54,11$  kg). Az állatokat kiscsoportban, mélyalmos istállóban tartották, tömegtakarmányra, valamint abrakra alapozott takarmányozási módszerrel. Mérték a rostélyos területét (12-13. borda között, körberajzolással) és a bőr alatti faggyúvastagságot a faron. A hízóbikák teljesítménye a vizsgálatok során a következő volt: P8: I. mérés:  $0,373\pm 0,154$  cm, II. mérés:  $0,624\pm 0,161$  cm; LMA: I. mérés:  $65,72\pm 5,89$  cm<sup>2</sup>, II. mérés:  $71,74\pm 8,94$  cm<sup>2</sup>. A bőr alatti faggyú vastagsága a fartájékon jelentősen nőtt a hizlalás alatt (P8: I-II. mérések:  $t=3,73$ ,  $P<0,001$ ). Az LMA esetében az I. és a II. mérés eredményei között  $r=0,71$ -os ( $P<0,05$ ) korrelációs együtthatót számítottak. A P8 esetében nem volt szignifikáns az összefüggés ( $r=0,56$ ). Eredményük alapján *Tőzsér és mtsai (2005d)* megállapították, hogy lehetőség nyílik a kisebb hosszú hátizom területtel rendelkező egyedek korábbi, kisebb súlyban történő értékesítésére.

*Tőzsér és mtsai (2006a)* 13 holstein-fríz fajtájú hízóbika hosszú hátizom-területét és bőr alatti faggyúvastagságát (P8) mérték három alkalommal 354 $\pm$ 11,62 napos (434 $\pm$ 38,07 kg), 388 $\pm$ 11,62 napos (450 $\pm$ 43,90 kg) és 445 $\pm$ 11,62 napos (489 $\pm$ 47,90 kg) korban *real-time* ultrahanggal. A bőr alatti faggyú mennyisége és a rostélyos keresztmetszete jelentősen nőtt a vizsgált időszak alatt. A második és harmadik mérés eredményei között a P8 esetében  $r=0,75$ -os ( $P<0,005$ ), a rostélyos területénél pedig  $r=0,90$ -os ( $P<0,05$ ) korrelációt mutattak ki. Hasonló korrelációs eredményeket kaptak *Harangi és mtsai (2008a)* is limousin ( $n=11$ ), magyar tarka ( $n=9$ ) és charolais ( $n=17$ ) STV-s bikák esetében.

*Kovács és mtsai (2007)* kísérleteikben red angus anyatehenek tejtermelése, élősúlya és kondíciója (ultrahangos technika alkalmazásával) közötti összefüggéseket vizsgálták. Eredményeik szerint a háti faggyúvastagság tekintetében szignifikáns különbség adódott a legidősebb korcsoport ( $n=10$ ) és a fiatalabbak ( $n=11$ , illetve 4) között. Az összefüggés-vizsgálatok során a legeltetési periódusban mért háti faggyúvastagság, illetve a testsúly között a korrelációs koefficiens értékére  $r=0,6$ -et kaptak. Megállapították továbbá, hogy a háti faggyú (kondíció), illetve a testtömeg laktáció alatti változása nem függ össze szorosan. A

két paraméter – kis időintervallumon belül – egymástól függetlenül változik. A háti faggyúvastagság és a tejmennyiség között negatív korrelációt tapasztaltak ( $r=-0,117$ ). Valószínűsítik, hogy a hústípusú tehének kondíciójának (testtömegének) laktáció alatti változását elsősorban a felvett takarmány energia-tartalma, nem pedig a (tej)termelés energia igénye befolyásolja.

*Tőzsér és mtsai (2007)* vizsgálataiban egymástól függetlenül négy személy (A, B, C, D) határozta meg holstein-fríz és magyar tarka hizlalt bikák P8 értékeit kézi jelöléssel az ultrahangképeken. A vizsgálat célja a kiértékelést végző személyek mérési eredményeinek összehasonlítása volt a fartájék bőr alatti faggyúvastagságának (P8) *real-time* ultrahang-készülékkel (Falco 100, Pie Medical) történő mérésekor. A far bőr alatti faggyúvastagságának értékei személyenként a következők voltak: P8: „A”:  $0,48 \pm 0,0157$  cm; „B”:  $0,48 \pm 0,0131$  cm; „C”:  $0,46 \pm 0,0153$  cm; „D”:  $0,49 \pm 0,0180$  cm. A varianciaanalízis nem igazolt ( $P > 0,10$ ) szignifikáns különbséget a négy független kiértékelést végző személy mérési eredményei között a P8-ra vonatkozóan. Ez az eredmény egybevág *Harangi és mtsai (2008b)* eredményeivel. Mind a négy mérést végző személy esetében pozitív, de változó szorosságú korrelációt tapasztaltak a mérések átlagértékei között ( $n=62$ , A–B:  $r=0,53$ ,  $P < 0,001$ ; A–C:  $r=0,67$ ,  $P < 0,001$ ; A–D:  $r=0,71$ ,  $P < 0,001$ ; B–C:  $r=0,52$ ,  $P < 0,001$ ; B–D:  $r=0,47$ ,  $P < 0,001$ ; C–D:  $r=0,60$ ,  $P < 0,001$ ). A 0,50-nél kisebb korrelációs együtthatók indokolják az ún. szemegyeztető továbbképzések alkalmazását a helyes mérés érdekében.

*Tőzsér és mtsai (2006b)*, valamint *Harangi és mtsai (2008b)* megvizsgálták az egymást követő kiértékelések közötti kapcsolatot is, és arra a következtetésre jutottak, hogy a két kiértékelés eredményei közötti kapcsolat szoros, ezért elegendő egyszer kiértékelni az elkészített ultrahangfelvételeket.

Az *in vivo* készített ultrahang képek értékelésére alapuló mérések jól beépíthetők a többlépcsős tenyésztértékbecslés rendszerébe (STV, ITV) és az ún. hármas borda rész CT-vel történő elemzésével teljes információt szolgáltatnak a szelekció és a nemesítő munka számára (*Holló és mtsai, 2005*).

## 4. Célkitűzések

Az irodalmi forrásmunkák elemzése azt mutatja, hogy az ultrahangos méréseket széles körben alkalmazzák a világ néhány országában. Napi használati eszköz Ausztráliában, az Egyesült Államokban és Franciaországban, de Németországban, Brazíliában és a Távol-Keleten is intenzív kutatómunkával törekszenek az eljárás előnyeit kiaknázni. Azonban különösen hazánkban kevés információ áll rendelkezésre az ultrahang hazai alkalmazhatóságáról, illetve a hazai állományok ultrahanggal mérhető tulajdonságairól.

Munkám során célom volt, hogy mérjem és adatokat szolgáltatassak a hazai, különböző fajtájú, húshasznú tenyészbikajelöltek és hízóbikák bőr alatti faggyúvastagságáról, rostélyos keresztmetszetének területéről, valamint ezen tulajdonságok kapcsolatairól az egyéb termelési paraméterekkel.

Fontosnak tartottam megvizsgálni a nemzetközi szinten legismertebb, legelterjedtebb, illetve egyéb mérési protokollokat, módszereket, hogy azok közül a hazai viszonyokhoz, a hazánkban elérhető műszertípushoz leginkább illőt lehessen kiválasztani.

Célul tűztem ki a kivitelezhetőség szempontjából legeredményesebbnek, legjobban alkalmazhatónak értékelt módszerek pontosságának, a mérések ismételtetésének (az ugyanazon állaton elvégzett egymást követő, egymástól független mérések, illetve kiértékelések közötti kapcsolatnak) vizsgálatát.

Célom volt továbbá információt szolgáltatni a bőr alatti faggyú és rostélyos keresztmetszet-terület hizlalás alatti változásának ütemére, dinamikájára vonatkozóan.

Az eltérő életkorban, illetve élősúlyban ultrahanggal mért értékek összehasonlíthatóságának érdekében kerestem ezen adatoknak az adott (egységes) életkorra, élősúlyra, bőr alatti faggyúvastagságra, rostélyos keresztmetszet-területre történő korrigálási lehetőségét.

A fentiek megvalósítása érdekében a nagyobb állatcsoportokon történő adatfelvételezést (mérést) lehetővé tevő módszertani fejlesztést tartottam elsődleges feladatommak.

## 5. Anyag és módszer

A mérésekhez minden esetben Falco 100 (Pie Medical) *real-time* ultrahangkészülékem használtam lineáris, 18 cm-es, 3,5 MHz-es mérőfejjel. A készülék maximális áthatolóképessége (mérésmélység) 30 cm, de beállítható 5, 8, 13, 16, 19, 23, 27 cm is.

Vizsgálataim érdekében összesen 10 telepen 61 alkalommal 821 egyeden 2890 adatfelvételt hajtottam végre, ami mintegy 6-7000 ultrahangfelvételt jelent (egy adatfelvétel során egy egyeden több tulajdonságot /P8, rostélyos keresztmetszet területe stb./ mértem). A felvett adatok megoszlásáról a 8. táblázat nyújt tájékoztatást.

8. táblázat

A munkám során felvett ultrahangos adatok megoszlása

Fajta	Tenyészbika- jelölt	Hízóbika	Felvételezések száma
	(db)	(db)	(db)
Magyar szürke		15	90
Magyar tarka	84	10	131
Hereford		72	72
Angus	57	327	1827
Charolais	97	27	308
Limousin		57	97
Blonde d'Aquitaine	17		17
Keresztezett		58	348
<i>Charolais × magyar tarka</i>		12	48
<i>Charolais × magyar szürke</i>		46	300
Összesen	255	566	2890

Munkám során a kitűzött vizsgálati cél függvényében választottam meg az adatfelvételezés során mérendő paraméterek körét. Az ultrahangos mérési pontokat a 9. táblázatban részletezem, és az 1. ábrán szemléltetem.

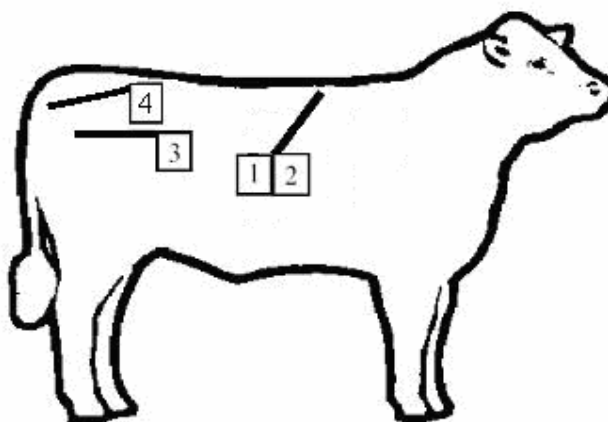


## Az ultrahanggal mért tulajdonságok, a mérések helye és a vizsgálatot alkalmazó országok

Tulajdonság	Mérés helye	Hol alkalmazzák?	Forrás
P8, bőr alatti faggyú vastagsága a faron	a 3. keresztcsonti csigolya magasságában a gerincoszlopra bocsátott merőleges és az ülőgumótól a gerincoszloppal párhuzamos egyenes metszéspontján	Ausztrália, Új-Zéland	Tózsér és mtsai, 2005d; Robinson, 1992
RF, bőr alatti faggyú vastagsága a faron	a külső csípőszögletet és az ülőgumót összekötő egyenes mentén, a <i>M. gluteus medius</i> és a <i>M. biceps femoris</i> izmok találkozásánál (a külső csípőszöglettel kb. egy magasságban, attól kb. 10 cm-re)	USA, Kanada	Perkins és mtsai, 1996; Realini és mtsai, 2001
Backfat thickness (FT), bőr alatti faggyú vastagsága a rostélyos régiójában	a 12-13. borda között, a gerinchez közel, a bordákkal párhuzamosan	Ausztrália, Új-Zéland, USA, Kanada	Perkins és mtsai, 1996
Ribeye (LMA, REA, EMA), rostélyos keresztmetszet területe	a 12-13. borda között, a gerinchez közel, a bordákkal párhuzamosan	Ausztrália, Új-Zéland, USA, Kanada	Perkins és mtsai, 1996

1. ábra

## Ultrahang-mérések helye szarvasmarhán



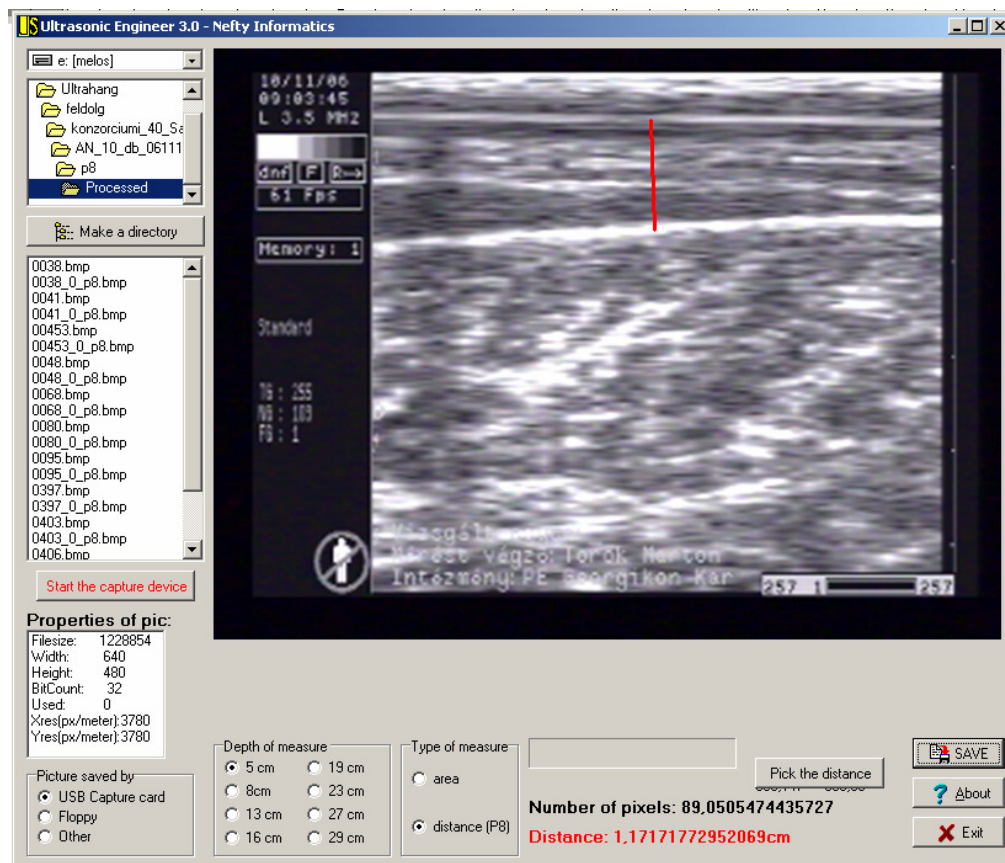
1. rostélyos keresztmetszet területe (REA); 2. rostélyos tájéki bőr alatti faggyú (FT);  
 3. RF bőr alatti faggyú a faron; 4. P8 bőr alatti faggyú a faron (Perkins és mtsai, 1996 nyomán, módosítva)

A minél jobb képminőség érdekében *Domokos és mtsai (2007)* ajánlása szerint igyekeztem biztosítani az állat megfelelő rögzítését (mérlegen, nyakszorítóval, állatkezelővel), ami jó hozzáférést biztosít, és lehetővé teszi a biztonságos és pontos munkavégzést. Ugyancsak a jó képminőség előállítása érdekében a mérési ponton a bőrfelületet szükség szerint megtisztítottam a szennyeződésektől. Bár szakirodalmi adatok szerint ha a fedőszőrök hosszúsága meghaladja a 2,5 cm-t, más szerzők szerint a ½ inchet (1,27 cm), akkor nyírni indokolt (*Perkins és mtsai, 1996; Tőzsér és mtsai, 2005d*), erre nem volt lehetőségem. Az állat és az ultrahang-fej közötti megfelelő akusztikai kapcsolat érdekében a mérési helyet *Perkins és mtsai (1996)*, illetve *Tőzsér és mtsai (2005d)* ajánlása nyomán minden esetben növényi olajjal kentem be. A rostélyos mérésekor, főleg izmoltabb egyedek méréséhez előtétlencsét használtam, ami követi az állat testének alakját. Bár *Domokos és mtsai (2007)* munkájukban felhívták a figyelmet, hogy az olaj hőmérséklete meg kell, hogy egyezzen az állat bőrének hőmérsékletével (kb. 60-80°F, 15,5-26,6°C) és a műszer sem lehet hidegebb 7°C-nál, ezt a méréseim során rendszerint nem tudtam biztosítani. A képkészítés során ügyeltem arra, hogy a lineáris mérőfejet ne nyomjam erősen a bőrhöz, mert ezzel esetleg – összenyomva az eredeti faggyúállományt – a valósánál kisebb értéket kaphattam volna.

Az elkészített képeket az általam tervezett speciális szoftverrel (UltrahangMérnök 3.0) hordozható számítógépen rögzítettem, majd később, asztali számítógépen értékeltem ki a következő lépések szerint:

1. kép kiválasztása
2. mérési mélység beállítása
3. mérés típusának meghatározása
4. kezdő- és végpont kijelölése
5. a kiértékelt kép elmentése
6. eredmény adatbázis fájlba írása (ld. 2. ábra)

## Az UltrahangMérnök szoftver, munka közben



A bőr alatti faggyúvastagságot 0,01 mm pontossággal, a rostélyos keresztmetszetének területét körberajzolós módszerrel, 0,1 cm<sup>2</sup> pontossággal határoztam meg. Az élősúly közvetlenül az ultrahangos mérések előtt, illetve után, a telepen került megállapításra digitális, illetve mechanikus állatmérleggel.

A rostélyos keresztmetszetének területét a vágott testen minden esetben planiméterrel mértem meg. A fólián körberajzolt rostélyos-keresztmetszeteket egy pontból kiindulva, egy-egy alkalommal eltérő irányba haladva mértem meg, majd a két mérési eredmény átlagát vettem. Amennyiben a két eredmény 1 cm<sup>2</sup>-nél nagyobb eltérést mutatott, egy harmadik, kontroll mérést is végeztem.

Eltérő súlyú és fajtájú egyedek rostélyos keresztmetszet-területének jobb összehasonlíthatósága érdekében a rostélyos területét az élősúly százalékában is kifejeztem a következő képlet szerint:

$$\text{Relatív rostélyos terület} = \frac{r \text{ (cm}^2\text{)}}{e \text{ (kg)}} \cdot 100,$$

ahol **r** a rostélyos keresztmetszet területe,

**e** az élősúly.

A számszerűsített mérési eredményeket minden esetben Microsoft Excel (2003) programmal készítettem elő és SPSS 9.0 for Windows szoftverrel értékeltem ki.

Az elvégzett vizsgálatokról, a vizsgáltba bevont fajtákról és egyedszámokról a 10. táblázat nyújt tájékoztatást. A továbbiakban ezen vizsgálatokat fejtem ki részletesebben, alfejezetenként.

**10. táblázat**

**Az elvégzett vizsgálatok, a vizsgáltba bevont fajták és egyedszámok**

<b>Fajták</b>	<b>n</b>	<b>Vizsgálat</b>
angus, magyar tarka, limousin, charolais	40	Az ultrahangos mérések pontosságának vizsgálata
angus	80	Az ultrahangozás és vágás között eltelt idő hatása a pontosságra
angus, charolais	331	A képkészítő, illetve -kiértékelő személy hatásának vizsgálata
hereford	72	Egymást követő kiértékelések közötti kapcsolat vizsgálata
limousin	11	A hátszín keresztmetszet-terület mint alternatív mérési pont vizsgálata
angus, magyar tarka, limousin, charolais	125	Két különböző faggyúvastagság-mérési módszer összehasonlító vizsgálata
angus, magyar tarka, limousin, charolais	40	Az ultrahanggal mért tulajdonságok változása a hizlalás alatt
angus, limousin, magyar tarka, charolais, charolais × magyar tarka	51	Különböző testtájakon mért bőr alatti faggyúvastagság értékei és azok összefüggései
angus	327	Regressziós vizsgálatok az ultrahanggal mért paraméterek esetében
blonde d'aquitaine, limousin, magyar tarka, charolais, hereford, angus	262	Ultrahangos adatok a hazai fontosabb húsmarhafajtákról

### 5.1. Az ultrahangos mérések pontosságának vizsgálata

A mérés pontosságának (az ultrahanggal, illetve vágott testen mért értékek közötti kapcsolat szorosságának) megállapítása érdekében 10-10 angus, magyar tarka, limousin és charolais hizóbikának a hizlaldában, közvetlenül a vágóhídra szállítás előtt felvett P8 és rostélyos keresztmetszet-területét hasonlítottam össze a vágott testen mért értékekkel, valamint az EUROP rendszer szerinti minősítéssel.

A statisztikai értékelés során egytényezős varianciaanalízissel vizsgáltam a különböző fajtájú állatok eredményei közötti különbségeket. A faggyússági, illetve izmoltsági kategóriákat (alkategóriákkal együtt) transzformáltam 1-15-ig, illetve 1-18-ig terjedő számskálára, így lehetővé vált a statisztikai értékelés. Ezt követően az 1-15-ig, illetve 1-18-ig terjedő skála szerinti eredményeket visszatranszformáltam faggyússági, illetve izmoltsági kategóriákká.

A vizsgált állatok vágás előtti és vágási eredményeiről a 11. és 12. táblázat nyújt tájékoztatást. A fajták között szignifikáns különbség volt kimutatható mind hizlalás alatti napi gyarapodásban, mind vágósúlyban, P8 bőr alatti faggyúvastagságban, ultrahangos (UREA) és vágott testen mért (CREA) rostélyos keresztmetszet-területben, vágási százalékban. Vágási életkorban nem különböztek a csoportok.

11. táblázat

A vizsgált állatok hizlalási eredményei

	Élősúly (kg)	Életkor (nap)	Napi súly- gyarapodás (g/ nap)	UREA (cm <sup>2</sup> )	P8 (cm)
Angus	645±41,5 <sup>a</sup>	566±15,8 <sup>a</sup>	1360±140 <sup>a</sup>	102,9±8,9 <sup>a,b</sup>	1,05±0,28 <sup>a</sup>
Magyar tarka	676±41,8 <sup>a,b</sup>	563±47,4 <sup>a</sup>	1300±210 <sup>a,b</sup>	102,7±10,4 <sup>a</sup>	0,62±0,13 <sup>b</sup>
Limousin	655±50,8 <sup>a,b</sup>	573±71,0 <sup>a</sup>	1180±110 <sup>b</sup>	111,2±9,6 <sup>b</sup>	0,62±0,09 <sup>b</sup>
Charolais	694±42,3 <sup>b</sup>	606±45,9 <sup>a</sup>	1300±100 <sup>a,b</sup>	108,4±8,3 <sup>a,b</sup>	0,61±0,18 <sup>b</sup>
Összes	668±46,7	577±50,2	1280±150	106,3±9,7	0,72±0,26

<sup>a, b</sup> P<0,05-on szignifikáns az eltérés az azonos betűt nem tartalmazó értékek között

A vizsgált állatok vágási eredményei

	Meleg féltestsúly (kg)	Vágási %	CREA (cm <sup>2</sup> )	EUROP faggyú (pont)	EUROP izmoltság (osztály)
Angus	360,5±18,0 <sup>a</sup>	57,6±1,6 <sup>a</sup>	98,2±9,4 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	R+ <sup>a</sup>
Magyar tarka	378,5±21,8 <sup>a</sup>	58,3±1,4 <sup>a,b</sup>	101,7±9,7 <sup>a</sup>	2 <sup>-b</sup>	R+ <sup>a</sup>
Limousin	378,9±35,7 <sup>a</sup>	59,6±2,0 <sup>b,c</sup>	115,7±12,6 <sup>b</sup>	1+ <sup>b</sup>	U <sup>-b</sup>
Charolais	405,7±22,5 <sup>b</sup>	60,0±1,0 <sup>c</sup>	106,4±9,5 <sup>a,b</sup>	1+ <sup>b</sup>	R+ <sup>a</sup>
Összes	380,9±29,4	58,9±1,8	105,5±12,0	2-	R+

<sup>a, b</sup> P<0,05-on szignifikáns az eltérés az azonos betűt nem tartalmazó értékek között

Az ultrahanggal mért P8 bőr alatti faggyúvastagság és az EUROP faggyússági osztály, az ultrahanggal, illetve vágott testen mért rostélyos keresztmetszet-terület, valamint az ultrahanggal, illetve vágott testen mért rostélyos keresztmetszet-terület és az EUROP izmoltsági kategória közötti kapcsolatok szorosságát korrelációanalízissel vizsgáltam meg.

### **5.2. Az ultrahangos vizsgálat és a vágás között eltelt idő hatása a pontosságra**

Az ultrahangos vizsgálat és a vágás között eltelt idő hatásának vizsgálata érdekében 2x40 (n=80) angus hízbika ultrahangos (P8, REA) és vágási adatait használtam fel. Az I. csoport (40 állat) esetében a vágás napján, a II. csoport (40 állat) esetében a vágás előtt 10 nappal ultrahanggal becsült, illetve vágott testen mért rostélyos keresztmetszet-terület értékek közötti kapcsolatot értékeltem. Az állatokat két különböző telepen tartották, de a takarmányozás- és tartásmód megegyezett. A statisztikai értékelés során első lépésben egytényezős varianciaanalízissel hasonlítottam össze az ultrahanggal, illetve vágott testen mért rostélyos keresztmetszet területét csoportonként és mindösszesen. A második lépésben korrelációanalízissel vizsgáltam az ultrahanggal mért P8 bőr alatti faggyúvastagság és az EUROP faggyússági osztály, az ultrahanggal, illetve vágott testen mért rostélyos keresztmetszet-terület, valamint az ultrahanggal, illetve vágott testen mért rostélyos keresztmetszet-terület és az EUROP izmoltsági kategória közötti összefüggéseket csoportonként és mindösszesen.

### **5.3. A képzítő, illetve -kiértékelő személy hatásának vizsgálata**

A képzítő, illetve -kiértékelő személyének az ultrahangos mérési eredményekre gyakorolt hatásának vizsgálata érdekében 115 charolais és 216 angus bika rostélyos keresztmetszet-területéről és P8 bőr alatti faggyúvastagságáról egy gyakorlott technikus (A) és saját magam (B) által közvetlenül egymás után készített és kiértékelte ultrahangos felvételek eredményeit értékeltem. Az állatok három különböző telepen, de közelítőleg azonos takarmányozási feltételek mellett, lekötés nélkül, mélyalmos, kiscsoportos tartásmódban voltak elhelyezve.

A bikánként két elkészített felvétel mindegyikét egymástól függetlenül mindketten (A és B) kiértékeltek, így a bikák mindkét vizsgált paraméterét (P8; REA) illetően négy adatsort kaptam: AA (A személy által készített felvétel, A személy által értékelve), AB (A személy által készített felvétel, B személy által értékelve), BA (B személy által készített felvétel, A személy által értékelve), BB (B személy által készített felvétel, B személy által értékelve).

Az így létrejött adatbázist a normalitásvizsgálatok (Shapiro-Wilk teszt) és a homogenitásvizsgálatok (Levene-féle teszt) eredményének függvényében varianciaanalízissel vagy Mann-Whitney teszttel, illetve korrelációelemzéssel vizsgáltam meg. Mivel *Houghton és Turlington (1992)* megállapítása szerint a korrelációanalízis eredménye nagyban függ a populáció varianciájától és elfedheti a torzítást, ezért *Herring és mtsai (1994)* ajánlása szerint RMSE (root mean square error; a négyzetes eltérés négyzetgyöke) és ESD (error standard deviation; a szórás hibája) értékeket számítottam az adatsorok között. Az RMSE a variancia nagyságától független értékelést tesz lehetővé, az ESD kis mértékben korrigálja a képzítés és/vagy kiértékelés hatásának torzítását, mivel minden egyes adat átlagostól való eltérését veszi figyelembe. Nagy elemszámnál az RMSE megbízhatóbb, mert nem korrigálja a személyek torzító hatását.

Kiszámítottam az adatsorok közötti eltérések átlagát, és Mann-Whitney teszttel hasonlítottam össze azokat. Vizsgáltam a fajta hatását az adatsorok közötti eltérések nagyságára, valamint a négy adatsor átlaga alapján 8 bőr alatti faggyúvastagság (P8) kategóriát hoztam létre a személyek közötti különbségek bőr alatti faggyúvastagságtól függő értékelésére.

#### **5.4. Egymást követő kiértékelések közötti kapcsolat vizsgálata**

Az egymást követő kiértékelések közötti kapcsolat vizsgálata érdekében 72 hereford hízóbika rostélyos keresztmetszetének területéről (REA), valamint fartájéki bőr alatti faggyúvastagságáról (P8) készített felvételeket két egymást követő időpontban, egymástól függetlenül, két nap elteltével értékeltem ki. Így egy-egy állatnak egy-egy tulajdonságára nézve két eredményt kaptam. A mérési eredményeket a 13. táblázat mutatja be.

**13. táblázat**

**Az életkor, az élősúly, valamint a két különböző időpontban mért fartájéki bőr alatti faggyúvastagság és rostélyos keresztmetszet-területe hereford hízóbikák esetében**

	n	Minimum	Maximum	Átlag	Szórás	CV%
<b>Kor (nap)</b>	72	321	460	380,1	24,62	6,48
<b>Súly (kg)</b>	72	352	583	436	36,01	8,26
<b>P8 1. (cm)</b>	70	0,26	1,24	0,7071	0,1858	26,28
<b>P8 2. (cm)</b>	70	0,26	1,21	0,7112	0,1857	26,11
<b>REA 1. (cm<sup>2</sup>)</b>	72	62,4	111,1	80,4	8,59	10,68
<b>REA 2. (cm<sup>2</sup>)</b>	72	60,2	103,7	79,5	8,54	10,74

A tulajdonságonkénti két adatsor átlagát egytényezős varianciaanalízissel hasonlítottam össze. Korrelációelemzést végeztem a két adatsor között a két egymást követő kiértékelés közötti kapcsolat szorosságának értékelése céljából.

#### **5.5. A hátszín keresztmetszet-terület mint alternatív mérési pont vizsgálata**

A rostélyos keresztmetszet területéről készült ultrahangfelvételek elkészítése és kiértékelése nagy gyakorlatot igényel, a saját tapasztalataim szerint a felvétel kiértékelése sokszor problémás lehet. Ezért 11 limousin növendék bikát vizsgáltam meg a hátszín keresztmetszet-terület mint alternatív mérési pont tanulmányozása céljából. Az állatokat azonos körülmények között, növekvő mélyalmon, kötetlen kiscsoportos elhelyezéssel tartották. Az átlagos életkoruk  $1,09 \pm 0,13$  év, az átlagos súlyuk az ultrahangos mérés előtt 21 nappal  $433,18 \pm 62,85$  kg volt. Az állatok hosszú hátizmáról egyedenként 4 ultrahangfelvételt készítettem, azonos helyen, az állatok jobb oldalán, a 10-11. és 12-13. bordaköznél (REA), a hátszín közepén (a csípő és az utolsó borda között középen), valamint a csípő felett közvetlenül. A bőr alatti faggyú vastagságát a P8 módszerrel mértem. (3. és 4. ábra)



3. ábra

A 3921-es használati számú limousin bika hátszín-keresztmetszetének ultrahangképe



4. ábra

A 3921-es használati számú limousin bika hátszín-keresztmetszete a körberajzolás után



Az adatok rendezése után korreláció-analízissel vizsgáltam az egyes tulajdonságok (élő súly, életkor, bőr alatti zsír vastagsága, hosszú hátizom különböző pontokon mért keresztmetszete) közötti összefüggéseket.

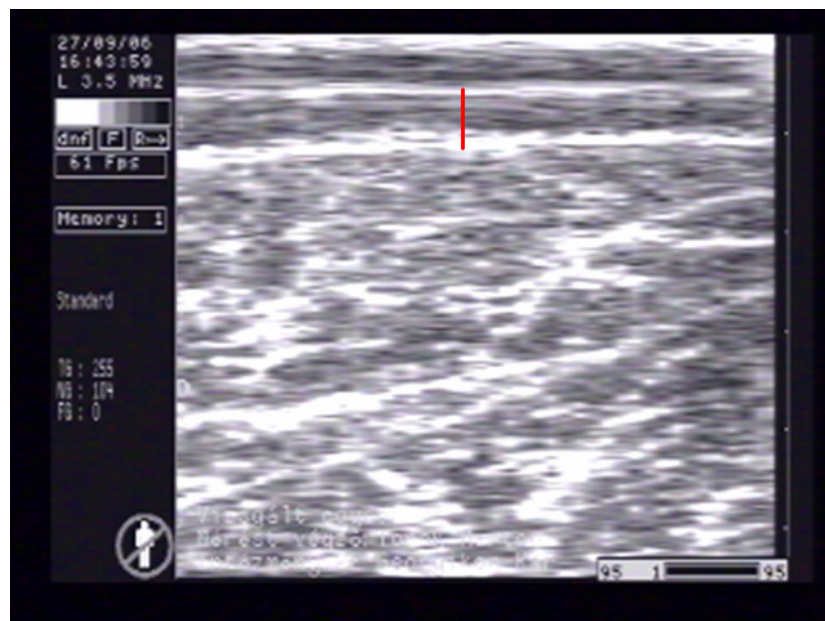
### **5.6. Két különböző zsírvastagság-mérési módszer összehasonlító vizsgálata**

Az amerikai és ausztrál ultrahangos bőr alatti zsírvastagság-mérési módszer összehasonlítása érdekében összesen 225 hízbika (többszöri ismétlésben 95 angus, 10 charolais, 10 limousin és 10 magyar tarka) azonos időpontban mért P8, illetve RF bőr alatti zsírvastagság adatait értékeltem. Az állatok egy szezonból származtak, ugyanazon telepen tartották őket, azonos körülmények között, kiscsoportos, lekötés nélküli, mélyalmos tartásban.

Az ausztrál P8 képeket 5 cm mérésmélységen készítettem. Az 5. ábra egy tipikus P8 felvételt mutat be.

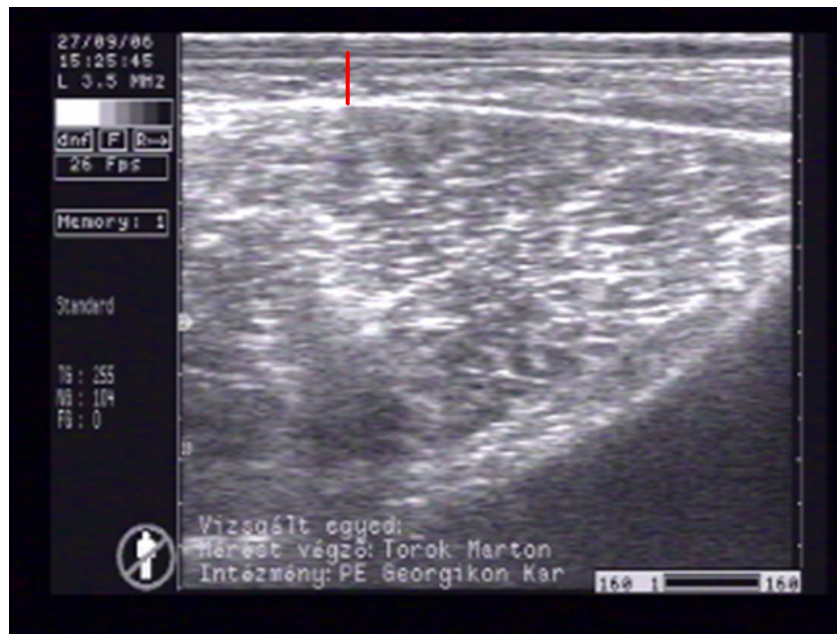
**5. ábra**

**P8 ultrahangfelvétel és értékelése**



Az amerikai RF képeket 13, illetve 15 cm mérésmélységen készítettem, az állat méretétől függően. A 6. ábra egy tipikus RF felvételt szemléltet.

## RF ultrahangfelvétel és értékelése



A statisztikai elemzés során első lépésben kiszámítottam a két módszer (P8 és RF) eredményei közötti páronkénti eltérés nagyságát. Ezután a két adatsor átlagát egytényezős varianciaanalízissel hasonlítottam össze, majd szintén varianciaanalízissel vizsgáltam meg a fajta hatását a kétféle módszerrel mért bőr alatti faggyúvastagság értékeire, illetve a két módszer közötti eltérés nagyságára. A két módszer eredményei közötti kapcsolatot korrelációanalízissel vizsgáltam meg. A P8 bőr alatti faggyúvastagság alapján hat faggyússági kategóriát hoztam létre 2 mm-es osztályközökkel, és varianciaanalízissel vizsgáltam a (P8) bőr alatti faggyúvastagsági kategória hatását a két módszer közötti eltérés nagyságára.

### **5.7. Az ultrahanggal mért tulajdonságok változása a hizlalás alatt**

Az ultrahanggal mért tulajdonságok hizlalás alatti változásának tanulmányozása érdekében 10 angus, 10 limousin, 10 magyar tarka és 10 charolais hízó bikának a hizlalás alatt 3 havonta, összesen 4 alkalommal felvett (megmért) élősúlyát, rostélyos keresztmetszet-területét (REA), valamint P8 fartájéki bőr alatti faggyúvastagságát elemeztem. Az állatokat intenzíven hizlalták, kukoricaszilázzsal és koncentrátummal, kiscsoportos, lekötés nélküli, mélyalmos tartásban. A bikák átlagéletkora az első méréskor  $335 \pm 14,43$ , a második méréskor  $432 \pm 11,19$ , a harmadik méréskor  $519 \pm 9,31$ , a vágás előtti utolsó méréskor  $577 \pm 8,7$  nap volt.

Az adatok értékelése során első lépésben a fajta hatását a vizsgált tulajdonságokra egytényezős varianciaanalízissel elemeztem, majd grafikusán ábrázoltam. Ezután az egész csoportra vonatkozóan kiszámítottam a növekedési sebesség „k” együtthatóját (Fábián, 1973; Gere és Bartosiewicz, 1979) a következő képlet szerint:

$$k = \frac{\ln w_2 - \ln w_1}{t_2 - t_1},$$

ahol **k** a növekedés sebességi együtthatója,

**w<sub>2</sub>** és **w<sub>1</sub>** az aktuális, illetve előző paraméter-érték,

**t<sub>2</sub>** és **t<sub>1</sub>** az aktuális, illetve előző felvételezés időpontja.

Az így kapott „k” növekedési sebesség-tényezők (az egyes vizsgált növekedési-hizlalási szakaszok) közötti kapcsolatokat korrelációanalízissel elemeztem.

### **5.8. Különböző testtájakon mért bőr alatti faggyúvastagság értékei és azok összefüggései**

A különböző testtájakon mért bőr alatti faggyúvastagság értékeinek és azok összefüggéseinek vizsgálata érdekében összesen 51 (13 angus, 13 limousin, 13 magyar tarka, 12 charolais és charolais × magyar tarka) hízóbika életkorát, élősúlyát, rostélyos keresztmetszet-területét, valamint a P8, RF, illetve FT módszerrel mért bőr alatti faggyúvastagságát elemeztem. Az állatokat intenzíven hizlalták, kukoricaszilázzsal és koncentrátummal, kiscsoportos, lekötés nélküli, mélyalmos tartásban. Átlagéletkoruk a méréskor 419,39±55,55 nap, átlagos súlyuk 468,55±38,75 kg volt. A bikák a hizlalás ideje alatt, 244 és 419 napos átlagéletkor között naponta átlagosan 1,248±0,19 kg-ot gyarapodtak.

Varianciaanalízist végeztem a fajták közötti esetleges különbségek kimutatására a vizsgált tulajdonságok esetében. Az összehasonlíthatóság érdekében relatív rostélyosterületet számítottam. Korrelációs számítással értékeltem a P8, illetve RF fartájéki-, valamint a rostélyostájéki (FT) bőr alatti faggyúvastagságnak az egymással, illetve az életkorral, élősúllyal és az átlagos napi gyarapodással való kapcsolatát.

### **5.9. Regressziós vizsgálatok az ultrahanggal mért paraméterek esetében**

Munkám során két tenyészetben összesen 327 angus hízbikának összesen 748 (n=748) mérési eredménye (egyedenként egy vagy több ismétlésben) alapján vizsgáltam a rostélyos keresztmetszet-terület, fartájéki bőr alatti faggyúvastagság, életkor és élősúly regressziós összefüggéseit. A kísérletben szereplő állatokat mindkét tenyészetben félintenzíven, kukoricaszilázzsal és abrakkal hizlalták kiscsoportos, lekötés nélküli, mélyalmos tartásban. A méréseket összesen 9 alkalommal, az állatok 267 és 589 napos kora és 236-760 kg súlya között végeztem. Az életkor-, élősúly- és ultrahangos mérési adatokról a 14. táblázat nyújt tájékoztatást.

**14. táblázat**

**A vizsgált tulajdonságok értékei**

	<b>Életkor (nap)</b>	<b>Élősúly (kg)</b>	<b>P8 (mm)</b>	<b>REA (cm<sup>2</sup>)</b>
<b>n</b>	748	738	694	708
<b>Átlag</b>	411,4	414,1	0,49	73,5
<b>Szórás</b>	67,3	101,6	0,23	13,0
<b>CV%</b>	16,4	24,5	45,62	17,6
<b>Minimum</b>	267	236	0,15	45,2
<b>Maximum</b>	589	760	1,65	116,1

Az adatelemzés első lépésében az életkor, élősúly, P8, valamint REA értékek között összefüggés-vizsgálatot végeztem. Ezt követően regressziós egyenleteket állítottam fel a rostélyos keresztmetszet terület-, fartájéki bőr alatti faggyúvastagság-, életkor- és élősúly-értékek között regresszióanalízis segítségével.

### **5.10. Ultrahangos adatok a hazai fontosabb húsmarhafajtákról**

Ebben a fejezetben fajtánként, illetve hova fordítási csoportonként különböző telepeken, illetve évben, eltérő takarmányadagok mellett termelő, de a hazai viszonyok között reprezentatívnak mondható 17 blonde d'aquitaine, 24 limousin, 35 magyar tarka, 54 charolais, 72 hereford, valamint 49 angus hízbika ultrahangos adatait, életkorát és élősúlyát gyűjtöttem össze. Az állatokat minden esetben intenzíven hizlalták, kiscsoportos, lekötés nélküli, mélyalmos tartásban. Az eltérő környezet miatt statisztikai módszerekkel nem vettem össze a

csoportokat, hanem az alapadatok alapján tendenciák megfigyelésére törekedtem, illetve relatív rostélyosterületet számítottam, valamint a kor, az élősúly, a P8 és a rostélyos keresztmetszet-terület együttes összevetésére a következő komplex mutatószámot (KM) képeztem:

$$KM = \frac{REA}{P8} \cdot \frac{súly}{kor}$$

## 6. Eredmények és értékelésük

### 6.1. A mérések pontossága

Az ultrahangos mérések pontosságának meghatározása érdekében végzett kísérletben angus, magyar tarka, limousin és charolais egyedek vágás napján ultrahanggal, valamint hideg vágott testen mért rostélyos keresztmetszetének területét hasonlítottam össze.

Az ultrahangos, illetve vágott test-értékek közötti korrelációanalízis eredményét a 15. táblázat foglalja össze. A korreláció az ultrahanggal, valamint a vágott testen mért rostélyos keresztmetszet-terület között az angusoknál  $r=0,74$  ( $P<0,05$ ), a magyar tarkák esetében  $r=0,74$  ( $P<0,05$ ), a limousinok esetében  $r=0,96$  ( $P<0,01$ ), a charolais egyedeknél  $r=0,8$  ( $P<0,01$ ) volt. Ezek az értékek hasonlóak (Perkins és mtsai, 1992a; Robinson és mtsai, 1992; Greiner és mtsai, 2003a), vagy valamivel szorosabbak (Smith és mtsai, 1992; Perkins és mtsai, 1992b; May és mtsai, 2000) az irodalmi áttekintésben említettéknél. Összességében a vágott testen mért, illetve ultrahanggal becsült rostélyos keresztmetszet-terület között  $r=0,83$  ( $P\leq 0,01$ ) korrelációt tapasztaltam. A P8 és az EUROP faggyússági osztály között a magyar tarkák esetében  $r=0,73$  ( $P<0,05$ ), a többi fajta esetében  $r=0,28-0,56$  (nem szignifikáns) kapcsolat volt tapasztalható. Így összességében az ultrahangos bőr alatti faggyúvastagság és az EUROP faggyússági osztály között lazább kapcsolatot tapasztaltam ( $r=0,69$ ;  $P\leq 0,01$ ), mint amiről más szerzők (Perkins és mtsai, 1992a; Robinson és mtsai, 1992; Greiner és mtsai, 2003a; Smith és mtsai, 1992; Perkins és mtsai, 1992b; May és mtsai, 2000; Brethour, 1990) beszámoltak az ultrahangos- és vágott testen mért bőr alatti faggyúvastagság közötti kapcsolat esetében.

15. táblázat

Az ultrahanggal, valamint vágott testen mért adatok közötti fenotípusos korrelációk

	n	P8- EUROP faggyú	UREA- CREA	CREA- EUROP izmoltság	UREA- EUROP izmoltság
Angus	10	0,51	0,74*	-0,28	-0,75*
Magyar tarka	10	0,73*	0,74*	0,22	0,54
Limousin	10	0,56	0,96**	0,58	0,58
Charolais	10	0,28	0,80**	0,14	-0,13
Összes	40	0,69**	0,83**	0,44**	0,25

\*  $P<0,05$ -on szignifikáns kapcsolat; \*\*  $P<0,01$ -on szignifikáns kapcsolat

## 6.2. Az ultrahangos vizsgálat és a vágás között eltelt idő hatása a pontosságra

Az ultrahangos vizsgálat és a vágás között eltelt idő hatásának értékelése érdekében vizsgált állatok csoportonkénti ultrahangozási és vágási életkoráról, élősúlyáról, valamint vágási eredményeiről a 16. táblázat nyújt tájékoztatást. Az I. csoport esetében (ultrahangozás a vágás napján) nem volt statisztikailag igazolható eltérés az ultrahanggal, illetve vágott testen mért rostélyos keresztmetszet-terület között, viszont a II. csoport esetében (ultrahangozás a vágás előtt 10 nappal) a különbség szignifikáns volt ( $P < 0,01$ ). A két csoport adatait együtt vizsgálva szintén nem tapasztaltam eltérést.

16. táblázat

Az életkor, élősúly, valamint az ultrahanggal, illetve vágott testen mért adatok csoportonként

Tulajdonság		I. csoport	II. csoport	I-II. csoport
n		40	40	80
ultrahangozási	életkor (nap)	656,98±46,66	682,21±28,40	669,43±40,53
	élősúly (kg)	635,80±71,85	668,82±31,42	652,10±57,77
vágási	életkor (nap)		693,21±28,40	
	élősúly (kg)		676,92±32,71	
meleg féltestsúly (kg)		350,12±42,82	379,62±17,90	364,68±35,96
EUROP	izmoltság (osztály)	R	R+	R+
	faggyúss. (pont)	2+	3-	2+
CREA (cm <sup>2</sup> )		84,41±9,80 <sup>a</sup>	89,33±7,76 <sup>a</sup>	86,84±9,14 <sup>a</sup>
UREA (cm <sup>2</sup> )		85,12±8,61 <sup>a</sup>	86,07±7,39 <sup>b</sup>	85,59±8,00 <sup>a</sup>
P8 (cm)		0,71±0,17	0,75±0,25	0,73±0,21

<sup>a, b</sup>  $P < 0,01$ -on szignifikáns az eltérés az azonos betűt nem tartalmazó értékek között

(oszloponként)

Az ultrahanggal, valamint vágott testen mért REA közötti, illetve az EUROP minősítés és az ultrahangos REA, valamint P8 közötti korrelációelemzés eredményeit a 17. táblázat mutatja be. A legszorosabb kapcsolat a kétféle módon mért rostélyos keresztmetszet-értékek között volt megfigyelhető, még a II. csoport esetében is szorosabb, mint a *Smith és mtsai (1992)*, *Perkins és mtsai (1992b)*, illetve *May és mtsai (2000)* által közöltek. Az EUROP izmoltsági osztály és a REA értékek közötti korrelációk összességében közepesen szorosnak mondhatók. Azonban az ultrahanggal mért bőr alatti faggyúvastagság és az EUROP



faggyússági pontszám között közvetlenül a vágás előtt történő ultrahangozás esetében (I. csoport) még kimutatható kapcsolat, ám a vágás előtt 10 nappal történt ultrahangozás esetében a korreláció nem szignifikáns. Megállapítható, hogy az I. csoport korrelációs értékei szorosabbak a II. csoport értékeinél.

17. táblázat

Az ultrahanggal, valamint vágott test adatok közötti korrelációk csoportonként

Korreláció	I. csop.	II. csop.	I-II. csop
UREA – CREA	0,95**	0,79**	0,87**
UREA – EUROP	0,38*	0,33*	0,34**
izmoltsági kategória			
CREA – EUROP	0,35*	0,33*	0,42**
izmoltsági kategória			
P8 – EUROP	0,31 <sup>+</sup>	ns	0,27*
faggyússági pontszám			

ns: nem szignifikáns összefüggés; <sup>+</sup> P<0,1-en szignifikáns kapcsolat;

\* P<0,05-on szignifikáns kapcsolat; \*\* P<0,01-on szignifikáns kapcsolat

### 6.3. A képkészítő, illetve -kiértékelő személy hatása

A képkészítő, illetve -kiértékelő személy hatásának értékelése során vizsgált 3 charolais csoport P8 átlaga  $0,31 \pm 0,14$  cm, REA átlaga  $83,13 \pm 21,5$  cm<sup>2</sup> volt. Nem találtam statisztikailag igazolható különbséget a csoportok adatsorainak (a négy adatsor: AA= A által készített felvétel, A által értékelve; AB= A által készített felvétel, B által értékelve stb.) átlaga között az első mérési alkalom esetén, hasonlóan *Tózsér és mtsai (2007)* vizsgálatához. A második mérési alkalom P8 adatsorai között több esetben szignifikáns különbség volt. A csoportok részletes eredményeiről az egyes mérésekkor a 18. és 19. táblázat számol be.

18. táblázat

Az adatsorok közötti különbségek a charolais csoportok első mérésénél (n=54)

Csoport	Tulajdonság	n	Átlag	CV%	Minimum	Maximum	
Charolais I.	súly (kg)	17	631,2	2,7	595	655	
	kor (nap)		521,4	6,8	453	564	
	P8 (cm)	AA	68	0,384	21,3	0,277	0,592
		BA		0,397	22,5	0,268	0,632
		AB		0,440	19,0	0,303	0,621
		BB		0,432	23,7	0,290	0,672
	összes	0,414	22,0	0,268	0,672		
	REA (cm <sup>2</sup> )	AA	17	99,38	9,0	83,90	120,94
		BA		99,87	9,0	84,50	118,76
		AB		103,59	8,8	90,45	124,43
BB		103,99		9,4	88,81	118,72	
összes		101,71		9,1	83,90	124,43	
Charolais II.	súly (kg)	16	250,6	15,9	180	310	
	kor (nap)		195,3	2,2	188	204	
	P8 (cm)	AA	64	0,185	28,9	0,118	0,291
		BA		0,188	26,2	0,118	0,290
		AB		0,226	30,4	0,092	0,369
		BB		0,200	36,9	0,092	0,316
	összes	0,200	31,4	0,092	0,369		
	REA (cm <sup>2</sup> )	AA	16	59,06	17,6	42,15	77,86
		BA		58,08	18,1	40,37	78,08
		AB		59,25	15,9	42,72	76,05
BB		59,77		15,5	42,15	77,86	
összes		59,04		16,4	40,37	78,08	
Charolais III.	súly (kg)	21	584,1	6,2	530	645	
	kor (nap)		453,4	4,2	416	494	
	P8 (cm)	AA	84	0,412	33,7	0,237	0,764
		BA		0,398	34,1	0,221	0,724
		AB		0,480	31,5	0,316	0,885
		BB		0,413	32,9	0,211	0,697
	összes	0,425	33,3	0,211	0,885		
	REA (cm <sup>2</sup> )	AA	21	89,56	7,4	80,95	103,16
		BA		89,60	7,1	78,21	100,24
		AB		91,18	7,6	75,15	104,90
BB		92,91		8,0	77,77	105,67	
összes		90,81		7,6	75,15	105,67	

**Az adatsorok átlagának varianciaanalízise**  
**a charolais csoportok második mérése esetében (n=61)**

<b>Csoport</b>	<b>Tulajdonság</b>	<b>n</b>	<b>Átlag</b>	<b>CV%</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	
Charolais I.	súly (kg)	17	645,1	4,0	600	682	
	kor (nap)		554,4	6,4	486	597	
	P8 (cm)	AA		0,353 <sup>a</sup>	25,1	0,184	0,540
		BA		0,362 <sup>a</sup>	25,5	0,214	0,552
		AB		0,370 <sup>a</sup>	26,8	0,237	0,619
		BB		0,275 <sup>b</sup>	34,1	0,171	0,589
	összes	68	0,340	29,2	0,171	0,619	
	REA (cm <sup>2</sup> )	AA	17	105,29	9,5	88,56	128,07
		BA		105,19	9,4	87,07	130,79
		AB		110,56	11,1	86,29	132,47
BB			107,95	8,9	86,95	126,88	
összes		68	107,25	9,8	86,29	132,47	
Charolais II.	súly (kg)	25	275,9	18,0	193	353	
	kor (nap)		226,4	5,4	171	237	
	P8 (cm)	AA		0,160 <sup>a</sup>	30,9	0,092	0,276
		BA		0,171 <sup>a,b</sup>	34,3	0,092	0,303
		AB		0,215 <sup>b</sup>	34,3	0,105	0,408
		BB		0,170 <sup>a</sup>	32,7	0,105	0,277
	összes	100	0,179	35,1	0,092	0,408	
	REA (cm <sup>2</sup> )	AA	25	56,88	18,0	37,49	72,57
		BA		57,35	18,8	35,93	75,21
		AB		58,47	18,4	36,39	75,93
BB			58,18	19,3	36,87	78,17	
összes		100	57,72	18,4	35,93	78,17	
Charolais III.	súly (kg)	19	609,0	5,8	568	680	
	kor (nap)		485,5	4,0	449	527	
	P8 (cm)	AA		0,333 <sup>a</sup>	33,2	0,161	0,661
		BA		0,354 <sup>a</sup>	34,9	0,179	0,714
		AB		0,386 <sup>a</sup>	30,5	0,250	0,768
		BB		0,277 <sup>b</sup>	43,2	0,118	0,661
	összes	76	0,337	36,3	0,118	0,768	
	REA (cm <sup>2</sup> )	AA	19	89,60	8,8	77,05	103,96
		BA		89,91	8,0	77,61	105,48
		AB		91,56	9,9	79,53	107,13
BB			89,46	8,7	78,00	105,90	
összes		76	90,13	8,7	77,05	107,13	

<sup>a, b</sup> P<0,05-on szignifikáns az eltérés az azonos betűt nem tartalmazó értékek között

Az angus csoportok adatait a 20. táblázat mutatja be. Az adatsorok átlagai között minden esetben megfigyelhető volt szignifikáns különbség. A két csoport P8 átlaga  $0,42 \pm 0,16$  cm, REA átlaga  $78,54 \pm 10,49$  cm<sup>2</sup> volt. A charolais csoportokkal ellentétben az angus REA adatsorok között statisztikailag igazolható különbségek tapasztalhatók, ami a fajta befolyásoló hatására enged következtetni a REA mérések esetében.

20. táblázat

Az adatsorok varianciaanalízise, illetve Mann-Whitney tesztje az angusok esetében (n=216)

Csoport	Tulajdonság	n	Átlag	CV%	Minimum	Maximum	
Angus I.	súly (kg)	40	518,2	12,3	332	644	
	kor (nap)		481,6	4,3	440	534	
	P8 (cm)	AA		0,576 <sup>a</sup>	35,0	0,276	1,434
		BA		0,567 <sup>a,b</sup>	36,8	0,224	1,408
		AB		0,512 <sup>b</sup>	37,7	0,237	1,329
		BB		0,558 <sup>a</sup>	29,6	0,251	1,105
	összes	160	0,553	34,8	0,224	1,434	
	REA (cm <sup>2</sup> )	AA	40	75,7 <sup>a</sup>	12,8	43,50	94,43
		BA		77,3 <sup>a,b</sup>	13,5	44,61	95,97
		AB		79,6 <sup>a,b</sup>	13,5	51,88	100,26
BB			82,7 <sup>b</sup>	12,5	49,46	101,93	
összes		160	78,8	13,4	43,50	101,93	
Angus II.	súly (kg)	176	461,5	11,2	308	568	
	kor (nap)		530,9	4,9	449	565	
	P8 (cm)	AA		0,381 <sup>a,c</sup>	34,1	0,152	0,829
		BA		0,391 <sup>a</sup>	33,4	0,158	0,869
		AB		0,414 <sup>b</sup>	32,1	0,147	0,882
		BB		0,358 <sup>c</sup>	33,7	0,158	0,777
	összes	704	0,386	33,7	0,147	0,882	
	REA (cm <sup>2</sup> )	AA	176	76,70 <sup>a,c</sup>	12,8	52,70	103,32
		BA		75,15 <sup>a</sup>	12,3	52,46	103,25
		AB		83,22 <sup>b</sup>	13,7	56,69	112,91
BB			78,83 <sup>c</sup>	12,1	55,76	113,82	
összes		704	78,48	13,4	52,46	113,82	

<sup>a, b, c</sup> P<0,05-on szignifikáns az eltérés az azonos betűt nem tartalmazó értékek között

Az összes csoport adatait egyben vizsgálva a P8  $0,38 \pm 0,16$  cm, a REA  $80,13 \pm 15,39$  cm<sup>2</sup>. Mindkét vizsgált tulajdonság adatsorai között statisztikailag igazolható eltéréseket tapasztaltam, melyet a 21. táblázat szemléltet.

21. táblázat

Az adatsorok átlagának Mann-Whitney tesztje (n=331)

Csoport	Tulajdonság	n	Átlag	CV%	Minimum	Maximum	
Összes (angus és charolais együtt)	súly (kg)	331	478,5	23,5	180	682	
	kor (nap)		478,9	22,1	171	597	
	P8 (cm)	AA		0,376 <sup>a</sup>	43,7	0,092	1,434
		BA		0,383 <sup>a</sup>	42,7	0,092	1,408
		AB		0,403 <sup>b</sup>	38,0	0,092	1,329
		BB		0,359 <sup>c</sup>	43,3	0,092	1,105
	összes	1324	0,380	42,0	0,092	1,434	
	REA (cm <sup>2</sup> )	AA	331	78,42 <sup>a,c</sup>	18,9	37,49	128,07
		BA		77,82 <sup>a</sup>	19,1	35,93	130,79
		AB		83,19 <sup>b</sup>	19,3	36,39	132,47
BB			81,11 <sup>c</sup>	18,8	36,87	126,88	
összes		1324	80,13	19,2	35,93	132,47	

<sup>a, b, c</sup> P<0,05-on szignifikáns az eltérés az azonos betűt nem tartalmazó értékek között

A 22. táblázatban bemutatott Mann-Whitney teszt eredménye szerint az adatsorok közötti eltérések átlaga minden esetben szignifikánsan különbözik 0-tól, vagyis különbség van a személyek eredményei között.

22. táblázat

Az adatsorok közötti átlagos eltérések Mann-Whitney tesztje (n=331)

Tulajdonság	Adatsorok közötti különbség	Átlag	Szórás	Az átlag hibája	CV%	Szignifikancia
P8	AA – BA	-0,0069	0,0426	0,0023	-619,7	0,004
	AA – AB	-0,0272	0,0557	0,0031	-205,2	0,000
	AA – BB	0,0174	0,0660	0,0036	378,4	0,000
	BA – AB	-0,0203	0,0705	0,0039	-347,3	0,000
	AB – BB	0,0446	0,0816	0,0045	183,0	0,000
	BA – BB	-0,0243	0,0578	0,0032	-237,9	0,000
REA	AA – BA	0,64	3,73	0,21	586,6	0,004
	AA – AB	-4,59	5,39	0,30	-117,4	0,000
	AA – BB	-2,70	5,01	0,28	-185,7	0,000
	BA – AB	-5,11	7,06	0,39	-138,0	0,000
	AB – BB	2,26	7,05	0,39	311,7	0,000
	BA – BB	3,33	3,86	0,21	115,9	0,000

A vizsgált egyedek ultrahanggal mért, illetve egyéb tulajdonságai közötti korrelációanalízis eredményét a 23. táblázat mutatja be, adatsoronként. Az állatok élősúlya, életkora és az egyes ultrahangos tulajdonságok adatsorai között hasonló szorosságú kapcsolat van. Ugyanazon ultrahangos tulajdonságok egyes adatsorai között a kapcsolat igen szoros, hasonló Perkins és mtsai (1992b) megállapításaihoz, de szorosabb, mint a Hartjen és mtsai (1993), Tőzsér és mtsai (2007), illetve Harangi és mtsai (2008b) által leírtak.

23. táblázat

Korrelációk az adatsorok között (n=331)

	Súly	P8				REA			
		BB	BA	AB	AA	BB	BA	AB	AA
<b>Kor</b>	0,62**	0,31**	0,37**	0,35**	0,37**	0,49**	0,45**	0,55**	0,47**
<b>Súly</b>	x	0,41**	0,46**	0,47**	0,46**	0,86**	0,85**	0,82**	0,85**
<b>P8</b>	<b>BB</b>	x	0,94**	0,86**	0,92**	0,33**	0,28**	0,30**	0,29**
	<b>BA</b>		x	0,90**	0,97**	0,37**	0,32**	0,35**	0,33**
	<b>AB</b>			x	0,94**	0,41**	0,37**	0,40**	0,39**
	<b>AA</b>				x	0,38**	0,32**	0,36**	0,34**
<b>REA</b>	<b>BB</b>					x	0,97**	0,90**	0,94**
	<b>BA</b>						x	0,90**	0,97**
	<b>AB</b>							x	0,95**

\*\* A kapcsolat szignifikáns P<0,01 szinten

A 23. táblázatban szereplő korrelációs koefficiensek közötti különbségeket mutatják a 24. táblázatban szereplő RMSE és ESD értékek. Mind a P8, mind a REA esetében az AA és BA adatsorok között volt tapasztalható a legszorosabb összefüggés. Ugyanazon képeknek a két személy által történő kiértékelései (AA – AB és BA – BB) között közel azonos korrelációt lehet megfigyelni. A keresztértékelések (BA – AB) között valamivel lazább a kapcsolat. Ugyanazon bikák két személy által egymástól függetlenül becsült bőr alatti faggyúvastagság értékei között a korreláció (a mérés ismételhetsége)  $r=0,92$  ( $P<0,01$ ), míg a rostélyos keresztmetszet-terület értékei között  $r=0,94$  ( $P<0,01$ ).

Korrelációs koefficiensek, RMSE és ESD értékek  
az ultrahangos adatsorok között (n=331)

Tulajdonság	Adatsorok közötti különbség	P8			
		Korrelációs koefficiens	RMSE	ESD	Sorrend
P8	AA – BA	0,97**	0,0430	0,0426	1
	BA – AB <sup>+</sup>	0,90**	0,0733	0,0705	5
	AB – BB <sup>+</sup>	0,86**	0,0929	0,0816	6
	AA – BB <sup>+</sup>	0,92**	0,0681	0,0660	4
	AA – AB <sup>+</sup>	0,94**	0,0619	0,0557	2
	BA – BB <sup>+</sup>	0,94**	0,0626	0,0578	3
REA	AA – BA	0,97**	3,77	3,73	1
	BA – AB <sup>+</sup>	0,90**	8,71	6,87	6
	AB – BB <sup>+</sup>	0,90**	7,40	7,11	5
	AA – BB	0,94**	5,68	5,01	3
	AA – AB <sup>+</sup>	0,95**	7,07	5,23	4
	BA – BB <sup>+</sup>	0,97**	5,09	3,90	2

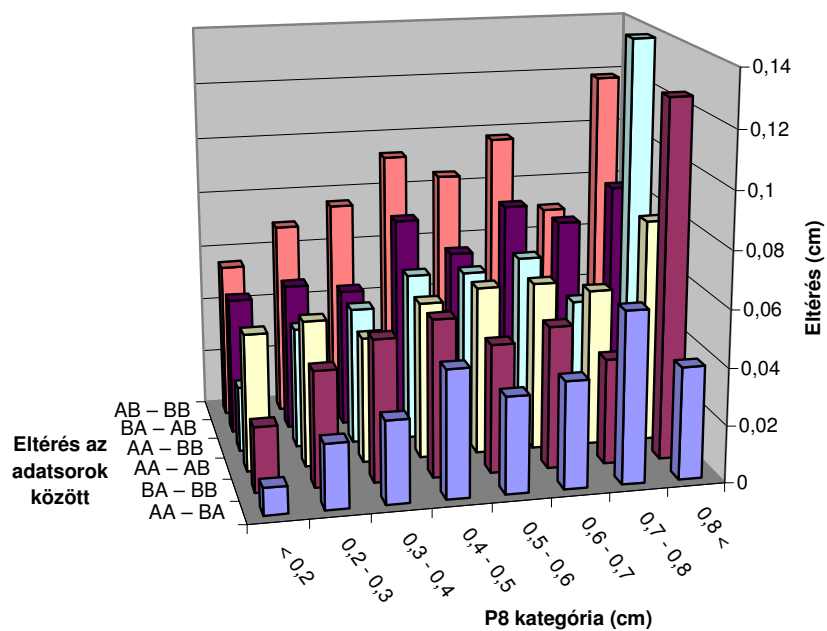
\*\* A kapcsolat szignifikáns P<0,01 szinten;

+ Az adatsorok közötti különbség szignifikáns P<0,01 szinten

Az adatsorok közötti eltéréseket P8, illetve REA kategóriák szerint a 7., illetve 8. ábra szemlélteti. A tendencia azonosnak mondható az egyes kategóriák között mindkét tulajdonság esetében. Jól szemléltetik az ábrák a fentebb leírtakat, miszerint a keresztértékelések eredményei közötti, illetve az ugyanazon állatról készült 2 különböző felvétel B személy által történt értékelései közötti eltérések a legnagyobbak majdnem minden kategóriában. A legnagyobb kategóriában – elsősorban a P8 esetében – tendencia jelleggel megfigyelhető kiugró értékek arra engednek következtetni, hogy a képkészítők/kiértékelők a kisebb értéket mutató képekhez képest bizonytalanabbak voltak a legnagyobb kategóriába tartozó képek kiértékelésekor.

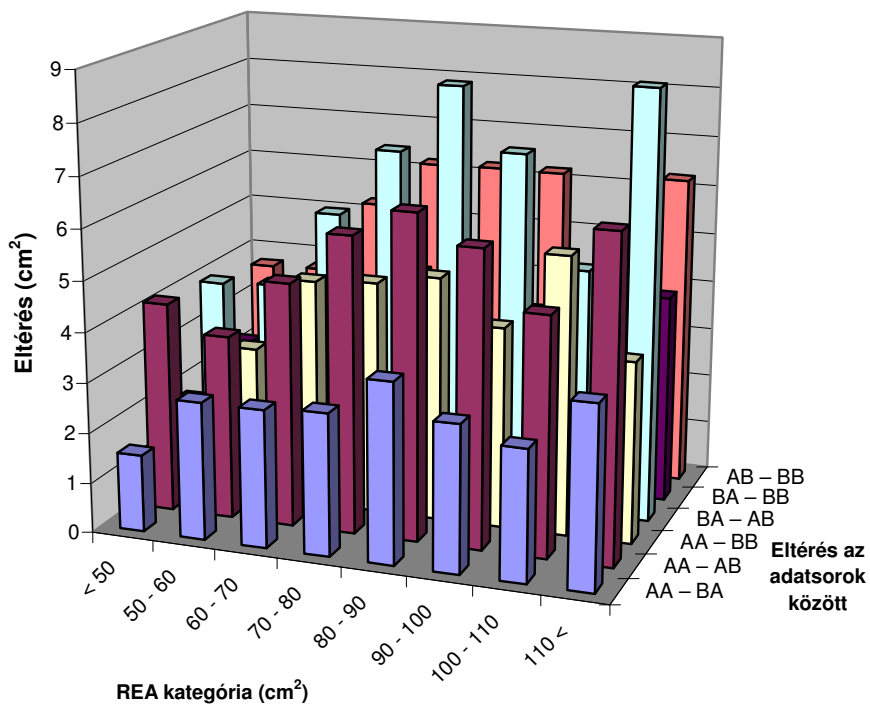
7. ábra

A P8 adatsorok közötti különbségek P8 kategóriák szerint (n=331)



8. ábra

A REA adatsorok közötti különbségek REA kategóriák szerint (n=331)

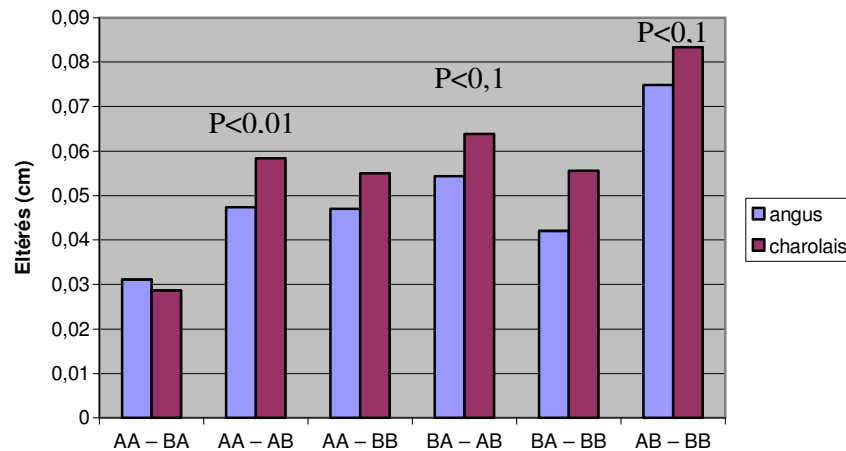




A P8 adatsorok közötti eltéréseket fajták szerint részletezve a 9. ábra mutatja be. A 25. táblázatban bemutatott Mann-Whitney teszt eredményei szerint a charolais csoportok adatsorai közötti eltérés két esetben  $P < 0,05$  szinten, egy esetben  $P < 0,10$  szinten szignifikánsan nagyobb volt, mint az angus csoportok azonos adatsorai közötti eltérés. Ezen eredmények alapján megállapítható, hogy a charolais fajtájú egyedek bőr alatti faggyúvastagságának ultrahangos becslése nehezebb, mint az angusoké. Ennek oka a vizsgálatban szereplő charolais egyedek kisebb átlagos bőr alatti faggyúvastagsága lehet, mert a kisebb bőr alatti faggyúvastagság kisebb mérendő abszolút távolságot eredményez a képek kiértékelésekor. A kisebb abszolút távolságot pedig nehezebb pontosan megmérni, kis pontatlanság is relatíve nagyobb hibát eredményez. Ez az eredmény egybevág *Brethour (1992)* megállapításával, miszerint szignifikáns ( $P < 0,001$ ) negatív kapcsolat figyelhető meg a mérési hiba nagysága és a bőr alatti faggyú mennyisége között. Elképzelhető bizonyos anatómiai-szöveti különbség (a faggyúrég alatti izom felületének, illetve a faggyúrég eloszlásának egyenletességében) is a fajták között. Hasonlóan vélekedett *Boulwood és Greathead (1994)* a P8 és az FT mérési helyek összehasonlítása kapcsán.

9. ábra

A P8 adatsorok közötti különbségek fajták szerint (n=331)

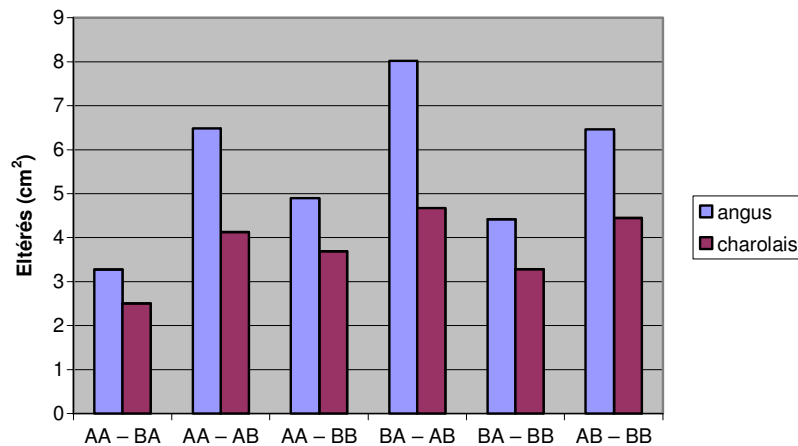


A REA adatsorok közötti eltéréseket fajták szerint részletezve a 10. ábra mutatja be. A 25. táblázatban bemutatott Mann-Whitney teszt eredményei szerint az angus csoportok adatsorai közötti eltérés minden esetben szignifikánsan nagyobb volt  $P \leq 0,01$  szinten a charolais csoportok azonos adatsorai között

tapasztalható. Ezen eredmények alapján megállapítható, hogy az angusok rostélyos keresztmetszet-területének ultrahangos becslése problémásabb, mint a charolais egyedeké. Legnagyobb mértékben az angus egyedek hosszabb szőre okolható ezért, amely zavarja az ultrahangos képminőséget, rontja az elkészített felvételek kiértékelésének pontosságát.

10. ábra

A REA adatsorok közötti különbségek fajták szerint (n=331), az eltérés minden esetben szignifikáns P<0,01 szinten



25. táblázat

A Mann-Whitney teszt eredményei:  
a fajták adatsor-páronkénti átlagos eltérése közötti különbségek (n=331)

Tulajdonság	Adatsorok közötti különbség	Mann-Whitney U	Aszimp. szignifikancia
P8	AA – BA	11603	0,324 ns
	AA – AB	10239	0,009 *
	AA – BB	11695	0,382 ns
	BA – AB	10852	0,059 +
	AB – BB	11198,5	0,141 ns
	BA – BB	11009	0,089 +
REA	AA – BA	10286	0,010 **
	AA – AB	8632,5	0,000 **
	AA – BB	9511	0,000 **
	BA – AB	8243	0,000 **
	AB – BB	9533,5	0,000 **
	BA – BB	9768	0,001 **

\*\* Az eltérés szignifikáns P<0,01 szinten; \* Az eltérés szignifikáns P<0,05 szinten;  
+ Az eltérés szignifikáns P<0,1; <sup>ns</sup> Az eltérés nem szignifikáns

#### 6.4. Egymást követő kiértékelések közötti kapcsolat

Az ugyanazon személy által két különböző időpontban elvégzett kiértékelések közötti kapcsolat vizsgálata során a kiértékelési időpontok átlageredményei (P8 1. és P8 2., valamint REA 1. és REA 2.) között nem tapasztaltam szignifikáns eltérést a varianciaanalízis eredményei alapján, egybevágóan *Tőzsér és mtsai (2007)* eredményeivel. A két kiértékelési időpont átlageredményei között a kapcsolat az irodalmi adatoknál szorosabbnak (*Brethour, 1992; Tőzsér és mtsai, 2007; Harangi és mtsai, 2008b*), igen szorosnak, statisztikailag igazolhatónak bizonyult a korrelációanalízis során, amint azt a 26. táblázat adatai is bizonyítják.

26. táblázat

Az életkor, az élősúly, valamint a két különböző időpontban mért fartájéki bőr alatti faggyúvastagság és rostélyos keresztmetszet-terület közötti korrelációk

	Súly	P8 1.	P8 2.	REA 1.	REA 2.
<b>Kor</b>	0,10	-0,05	-0,03	0,03	0,03
<b>Súly</b>	x	0,16	0,15	0,35**	0,42**
<b>P8 1.</b>		x	,99**	-0,14	-0,05
<b>P8 2.</b>			x	-0,16	-0,07
<b>REA 1.</b>				x	0,95**

\*\* A kapcsolat szignifikáns P<0,01 szinten

#### 6.5. A hátszín keresztmetszet-terület mint alternatív mérési pont

A hosszú hátizom alternatív mérési pontok kidolgozása érdekében történő vizsgálata során mért állatok életkoráról, élősúlyáról, átlagos napi gyarapodásáról, valamint ultrahanggal mért adatairól a 27. táblázat nyújt tájékoztatást.

27. táblázat

A vizsgált állatok néhány tulajdonsága (n=10)

Paraméter	Átlag	CV%	Minimum	Maximum
Életkor (nap)	363,09	14,36	270	428
Súly I. (90 nappal megelőző) (kg)	326,25	11,69	280	380
Súly II. (aktuális) (kg)	433,18	15,23	330	525
Átlagos napi súlygyarapodás (g/nap)	1181,73	7,55	1061	1325
P8 (cm)	0,46	45,63	0,13	0,82
Rostélyos keresztm. a 10-11. bordaközben (cm <sup>2</sup> )	91,73	11,14	72,25	112,10
Rostélyos keresztm. a 12-13. bordaközben (cm <sup>2</sup> )	88,15	8,13	76,46	97,88
Hátszín keresztmetszet (cm <sup>2</sup> )	87,23	10,22	72,35	97,72
Hátszín keresztmetszet a csípőnél (cm <sup>2</sup> )	86,88	10,93	73,23	103,85

Munkám során megállapítottam, hogy a hátszín-keresztmetszetről a képek általában könnyen elkészíthetők, mert nem kell ügyelni arra, hogy a borda árnyéka a kép értékelhetőségét ne rontsa. A felvételeken az izom éles határvonalú, ami nagyban megkönnyíti a körberajzolást.

A korreláció-analízis eredményét a 28. táblázatban foglaltam össze. A P8 (bőr alatti faggyúvastagság a faron) majdnem minden mért értékkel szoros, szignifikáns kapcsolatot mutat, ugyanúgy, mint az ultrahangos vizsgálatkor mért súly. A P8 és az egyed kora közötti  $r=0,8$ -es, szignifikáns korrelációs értéket tapasztaltam, ellentétben *Harangi és mtsai (2008a)* statisztikailag nem igazolható, laza korrelációs értékeivel. Értelemszerűen az ultrahangos vizsgálatot 90 nappal megelőzően mért és aktuális súlyok között szintén igen szoros és szignifikáns ( $r=0,91$ ) a kapcsolat. A 12-13. bordaközben mért rostélyos keresztmetszet-terület a P8-cal  $r=0,83$  ( $P<0,05$ ) kapcsolatot mutatott, szemben *Harangi és mtsai (2008a)* nem szignifikáns, laza korrelációs értékeivel. A hátszín-keresztmetszet és a csípőnél mért hátizom-keresztmetszet között szintén szoros, szignifikáns ( $r=0,91$ ) kapcsolat van. Ennek oka valószínűleg az, hogy a két mérési pont egymáshoz közel helyezkedik el. Mindkét mérési ponton kevesebb a képkészítést és -kiértékelést zavaró tényező, mint a rostélyosok esetében. A 10-11. borda között mért rostélyos keresztmetszettel kapcsolatos gyenge, illetve erősen változó korrelációs értékek arra engednek következtetni, hogy ezen a ponton az elfogadható kép készítését nehéz megvalósítani. A csípőnél mért hátszín keresztmetszet a napi súlygyarapodással mutat  $r=0,61$ -os, szignifikáns kapcsolatot, ami nem mondható el egyetlen másik paraméterről sem.

Limousin bikák egyes paramétereik között számított korrelációs értékek

	P8	Rostélyos (10-11. b.)	Rostélyos (12-13. b.)	Hátszín	Hátszín a csípőnél	Életkor	Súly I.	Súly II.
Rostélyos (10-11. borda)	0,55							
Rostélyos (12-13. borda)	0,83*	0,55						
Hátszín	0,69*	0,34	0,70					
Hátszín a csípőnél	0,57	0,39	0,55	0,91**				
Életkor	0,80**	0,37	0,89*	0,47	0,21			
Súly I.	0,86**	0,14	0,79	0,18	0,06	0,86**		
Súly II.	0,91**	0,45	0,88*	0,71*	0,49	0,88**	0,91**	
Napi súlygyarap.	0,30	0,19	0,03	0,58	0,61*	-0,13	-0,21	0,35

\* a kapcsolat szignifikáns  $P < 0,05$ -on; \*\* a kapcsolat szignifikáns  $P < 0,01$ -on

Összességében a 12-13. borda közötti rostélyos (REA) és a hátszín keresztmetszetének a többi paraméterhez számított korrelációs értéke közel hasonlóan szorosnak mondható, ugyanakkor a két tulajdonság között jelen kísérletben  $r=0,7$ -es korrelációt tapasztaltam, amely azonban nem bizonyult szignifikánsnak.

### 6.6. Két különböző faggyúvastagság-mérési módszer összehasonlítása

A kétféle módszerrel (P8, illetve RF) készült felvételek kiértékelése során azt tapasztaltam, hogy a kisebb mérésmélységen (5 cm) készült P8 képek esetében egyrészt könnyebb volt az egeret pozícionálni, mint az RF esetében, másrészt nagyobb volt a képernyőn mérendő abszolút távolság, ezért az esetleges pontatlanság kisebb eltérést eredményezett. Ezáltal ezeket a képeket – javítandó az előző, hibás mérést – kevesebbszer kellett ismételtlen kiértékelni, mint az RF felvételeket.

Az egytényezős varianciaanalízis szerint a 29. táblázatban bemutatott P8 és RF bőr alatti faggyúvastagság értékek átlaga szignifikánsan ( $P < 0,01$ ) különbözik egymástól, a P8 módszer átlageredménye kisebb, mint az RF-é.

A vizsgált állatok életkora, élősúlya és bőr alatti faggyúvastagsága

Tulajdonság	n	Átlag	CV%	Minimum	Maximum
Kor (nap)	199	522,78	11,9	321	719
Súly (kg)	199	587,01	13,0	415	770
P8 (cm)	225	0,69 <sup>a</sup>	30,4	0,29	1,71
RF (cm)	225	0,76 <sup>b</sup>	27,6	0,35	1,78
Eltérés (cm)	225	0,11	63,6	0,0001	0,4006

<sup>a, b</sup> P<0,01-on szignifikáns az eltérés az azonos betűt nem tartalmazó értékek között

A fajtahatás vizsgálatának eredményeit a 30. táblázat mutatja be. Az egyes csoportok szignifikánsan különböztek mind életkorban, mind P8 és RF bőr alatti faggyúvastagságban. Ugyanakkor a fajta nem befolyásolta a két mérési módszer eredményei közötti eltérést.

A fajta hatása az egyes tulajdonságokra

Tulajdonság	Fajta	n	Átlag	CV%	Minimum	Maximum
Kor (nap)	angus	113	532,2 <sup>a</sup>	6,8	417	589
	magyar tarka	28	496,2 <sup>b</sup>	15,2	371	671
	limousin	30	502,5 <sup>ab</sup>	18,4	324	719
	charolais	6	478,5 <sup>ab</sup>	22,8	321	631
	charolais × magyar tarka	22	548,1 <sup>a</sup>	12,0	441	637
	összes	199	522,8	11,9	321	719
Súly (kg)	angus	113	586,7	11,6	428	760
	magyar tarka	28	592,2	13,7	438	722
	limousin	30	568,1	15,4	415	722
	charolais	6	565,2	16,0	437	652
	charolais × magyar tarka	22	613,7	14,7	450	770
	összes	199	587,0	13,0	415	770
P8 (cm)	angus	121	0,78 <sup>a</sup>	30,0	0,34	1,71
	magyar tarka	38	0,61 <sup>b</sup>	21,9	0,32	0,94
	limousin	36	0,58 <sup>b</sup>	23,5	0,29	0,93
	charolais	6	0,53 <sup>b</sup>	23,4	0,37	0,69
	charolais × magyar tarka	24	0,64 <sup>b</sup>	15,3	0,53	0,96
	összes	225	0,69	30,3	0,29	1,71
RF (cm)	angus	121	0,86 <sup>a</sup>	26,1	0,42	1,78
	magyar tarka	38	0,68 <sup>b</sup>	19,5	0,50	1,06
	limousin	36	0,63 <sup>b</sup>	18,1	0,35	0,94
	charolais	6	0,59 <sup>b</sup>	25,6	0,41	0,81
	charolais × magyar tarka	24	0,65 <sup>b</sup>	17,8	0,38	0,84
	összes	225	0,76	27,9	0,35	1,78
Eltérés (cm)	angus	121	0,119	65,2	0,0001	0,3228
	magyar tarka	38	0,117	52,5	0,0021	0,2378
	limousin	36	0,104	89,6	0,0018	0,4006
	charolais	6	0,121	56,0	0,0290	0,1980
	charolais × magyar tarka	24	0,094	75,7	0,0046	0,2305
	összes	225	0,114	67,7	0,0001	0,4006

<sup>a, b</sup> P<0,05-on szignifikáns az eltérés az azonos betűt nem tartalmazó értékek között

A P8 faggyúvastagság alapján kialakított hat csoport a 31. táblázatban bemutatottak szerint alakult.

31. táblázat

A csoportok beosztása faggyúvastagság alapján

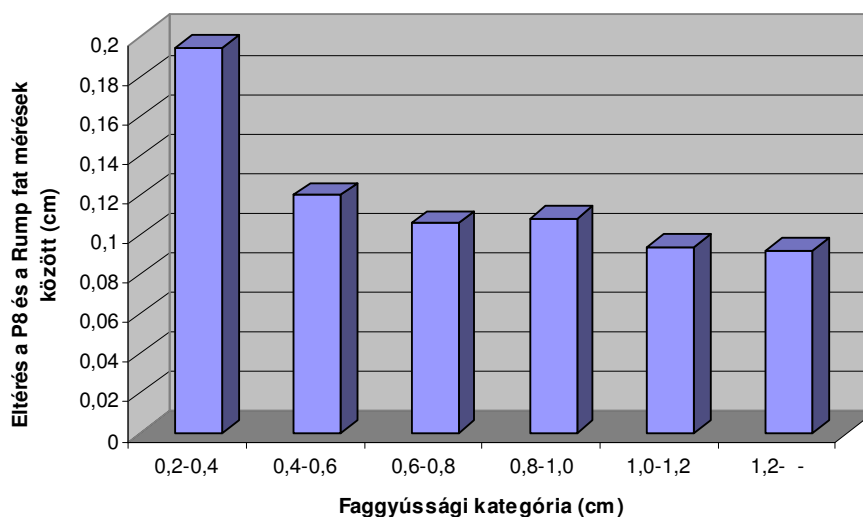
Csoport	n	P8 faggyú- vast. (cm)	Átlagos eltérés a két módszer között (cm)	Szórás
1. csoport	11	0,2-0,4	0,19 <sup>a</sup>	0,101
2. csoport	66	0,4-0,6	0,12 <sup>b</sup>	0,0074
3. csoport	92	0,6-0,8	0,11 <sup>b</sup>	0,0072
4. csoport	36	0,8-1,0	0,11 <sup>b</sup>	0,0080
5. csoport	16	1,0-1,2	0,094 <sup>b</sup>	0,0065
6. csoport	4	1,2-	0,092 <sup>a,b</sup>	0,0055

<sup>a, b</sup>  $P < 0,05$ -on szignifikáns az eltérés az azonos betűt nem tartalmazó értékek között

Megvizsgáltam varianciaanalízissel az így kialakított egyes faggyúsodási kategóriák és a két mérési eredmény (P8, RF) közötti eltérés kapcsolatát, és azt tapasztaltam, hogy minél kisebb a bőr alatti faggyú mennyisége (vastagsága), annál nagyobb a különbség az ultrahanggal mért adatok között ( $P < 0,05$ ). Ezt a tendenciát a 11. ábrán látható grafikon jól szemlélteti. Ez az eredmény egybevág Brethour (1992) megállapításával, mely szerint a mérési hiba nagysága és a bőr alatti faggyú mennyisége között szignifikáns ( $P < 0,001$ ) negatív kapcsolat figyelhető meg. Magasabb faggyúvastagsági (1,2 cm felett) kategóriában az eltérés majdnem a felére csökken.

11. ábra

Eltérések a két mérés (P8, RF) között faggyúsági kategóriák szerint





A korrelációanalízis eredményét a 32. táblázat mutatja be. Azt tapasztaltam, hogy a két mérési módszer (P8, RF) eredményei között szoros,  $r=0,85$  összefüggés áll fenn 1 %-os szignifikanciaszinten. Ezen eredményt irodalmi adatokkal összevetni nem állt módomban, mivel ilyen irányú vizsgálatot tudtommal még nem végeztek. *Harangi és mtsai (2008a)* eredményeihez hasonlóan az élősúly az életkornál szorosabb kapcsolatot mutatott a bőr alatti faggyúvastagsággal. Az RF bőr alatti faggyúvastagság mind az életkorról, mind az élősúllyal a P8-nál szorosabb összefüggést bizonyított.

**32. táblázat**

**A faggyúvastagság, életkor és élősúly összefüggései**

Tulajdonság		P8	RF	Súly
Kor	n	199	199	199
	r	0,18*	0,31**	0,69**
P8	n	x	225	199
	r	x	0,85**	0,30**
RF	n		x	199
	r		x	0,41**

\*\* A kapcsolat szignifikáns  $P<0,01$ -on; \* A kapcsolat szignifikáns  $P<0,05$ -on

### 6.7. Az ultrahanggal mért tulajdonságok változása a hizlalás alatt

Az ultrahanggal mért tulajdonságok változásának nyomon követése érdekében vizsgált fajták egyedeinek életkorában nem találtam szignifikáns eltérést, és az élősúlyban is csak az utolsó, vágás előtti mérés volt különbség az először vágásra került angus és az utoljára vágásra került charolais csoport között. A REA és a P8 értékek között viszont mindegyik méréskor szignifikáns volt a fajta hatása. A mérési eredményeket a 33. táblázat mutatja be.

33. táblázat

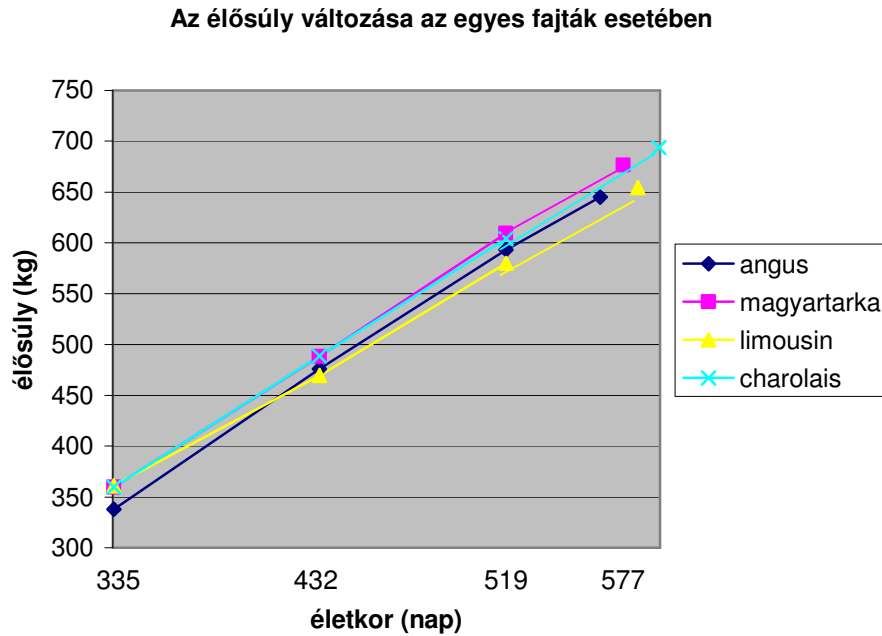
Az élősúly, az életkor, a fartájéki bőr alatti faggyúvastagság és a rostélyos keresztmetszet-terület fajtánként

		Angus		Magyar tarka		Limousin		Charolais		Összes	
n		10		10		10		10		40	
		átlag	CV%	átlag	CV%	átlag	CV%	átlag	CV%	átlag	CV%
1. mérés	életkor (nap)	340	4,76	324	14,65	327	21,71	350	13,12	335	14,43
	élősúly (kg)	338	5,43	360	7,07	361	11,58	360	7,65	355	8,47
	REA (cm <sup>2</sup> )	66,7 <sup>a</sup>	4,84	68,2 <sup>a</sup>	11,12	75,3 <sup>b</sup>	8,41	68,0 <sup>a</sup>	9,73	69,6	9,88
	P8 (cm)	0,533 <sup>a</sup>	22,20	0,395 <sup>b</sup>	30,03	0,403 <sup>b</sup>	18,04	0,367 <sup>b</sup>	21,87	0,425	27,26
2. mérés	életkor (nap)	437	3,71	421	11,27	424	16,74	447	10,27	432	11,19
	élősúly (kg)	476	6,45	488	5,73	470	7,42	489	6,53	481	6,52
	REA (cm <sup>2</sup> )	78,9 <sup>ab</sup>	11,06	77,0 <sup>a</sup>	13,10	85,8 <sup>b</sup>	7,60	84,9 <sup>ab</sup>	7,53	81,6	10,64
	P8 (cm)	0,656 <sup>a</sup>	25,10	0,411 <sup>b</sup>	28,60	0,357 <sup>bc</sup>	32,66	0,541 <sup>c</sup>	41,71	0,486	39,77
3. mérés	életkor (nap)	524	3,09	508	9,34	511	13,89	534	8,60	519	9,31
	élősúly (kg)	593	6,31	610	4,69	580	7,23	604	5,89	597	6,14
	REA (cm <sup>2</sup> )	94,5 <sup>ab</sup>	6,76	87,6 <sup>a</sup>	9,91	99,9 <sup>b</sup>	10,03	100,4 <sup>b</sup>	13,40	95,6	11,42
	P8 (cm)	0,782 <sup>a</sup>	27,35	0,519 <sup>b</sup>	23,46	0,507 <sup>b</sup>	21,62	0,545 <sup>b</sup>	29,64	0,588	32,18
4. mérés	életkor (nap)	566	2,79	563	8,43	573	12,39	606	7,57	577	8,70
	élősúly (kg)	645 <sup>a</sup>	6,44	676 <sup>a</sup>	6,18	655 <sup>a</sup>	7,76	694 <sup>b</sup>	6,10	668	7,00
	REA (cm <sup>2</sup> )	104,7 <sup>ab</sup>	6,54	102,7 <sup>a</sup>	10,16	111,3 <sup>b</sup>	8,65	108,5 <sup>ab</sup>	7,68	106,8	8,61
	P8 (cm)	1,048 <sup>a</sup>	26,25	0,620 <sup>b</sup>	21,38	0,623 <sup>b</sup>	15,03	0,606 <sup>b</sup>	28,91	0,724	35,61

<sup>a, b, c</sup> P<0,05-on szignifikáns az eltérés az azonos betűt nem tartalmazó értékek között

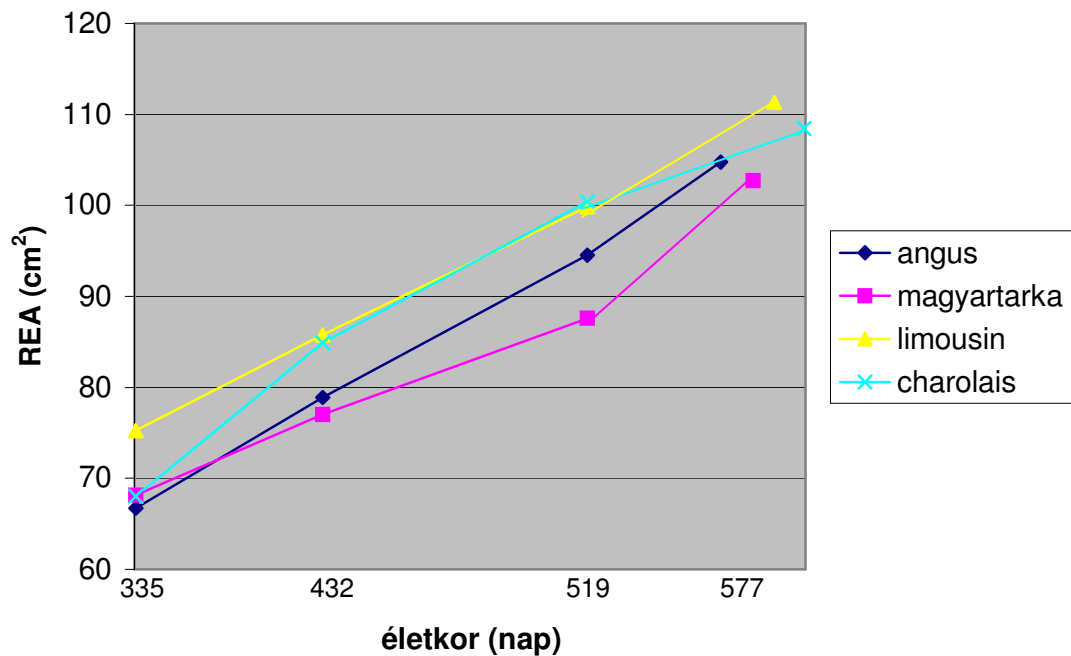
Az élősúly és a REA időbeli változását fajtánként a 12. és 13. ábra szemlélteti. A varianciaanalízis eredményeivel egybevégtően nincs számottevő különbség az egyes fajták élősúlyának és rostélyos keresztmetszet-területének változásában.

12. ábra



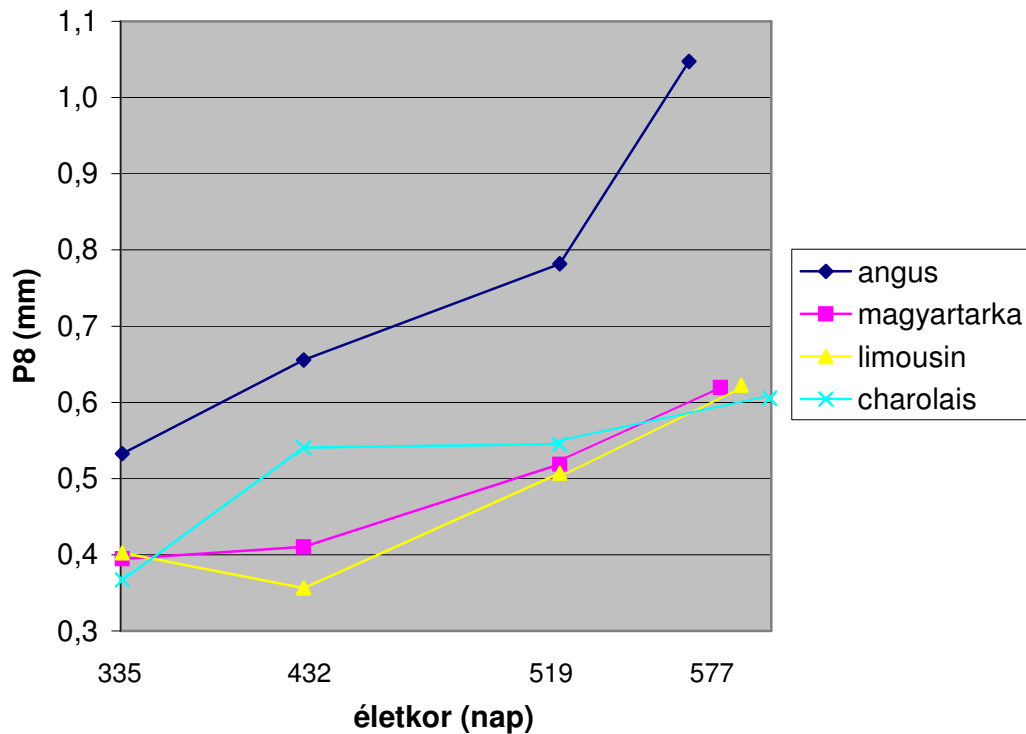
13. ábra

**A rostélyos keresztmetszet területének (REA) változása az egyes fajták esetében**



A P8 értékekre szignifikáns hatással volt a fajta, az angus egyedek az egész vizsgált időszak alatt szignifikánsan több bőr alatti faggyúval rendelkeztek, mint a többi genotípus. A fartájéki bőr alatti faggyúvastagság változását a 14. ábra szemlélteti.

A fartájéki bőr alatti faggyúvastagság (P8) változása az egyes fajták esetében



A növekedés „k” tényezőinek korrelációit az egyes vizsgált időszakokra vonatkozóan a 34. táblázat ismerteti. A P8, illetve a REA esetében az egymást követő hizlalási szakaszok növekedési sebesség tényezői között eltérő szorosságú, de minden esetben statisztikailag igazolható negatív kapcsolatot tapasztaltam. Ezek alapján a bőr alatti faggyúvastagság és rostélyos keresztmetszet növekedésében is megfigyelhető szakaszosság, illetve ütemváltások, hasonlóan Nagy (1996) gazdasági állatok külső testméreteire, testarányaira vonatkozó leírásához.

A növekedés "k" tényezőinek korrelációi a vizsgált három időszakra vonatkozóan,  
tulajdonságoként

	k1 <sub>P8</sub>	k1 <sub>REA</sub>	k1 <sub>súly</sub>	k2 <sub>P8</sub>	k2 <sub>REA</sub>	k2 <sub>súly</sub>	k3 <sub>P8</sub>	k3 <sub>REA</sub>
k1 <sub>REA</sub>	0,147	1						
k1 <sub>súly</sub>	0,250	0,146	1					
k2 <sub>P8</sub>	<b>-0,715***</b>	-0,006	-0,199	1				
k2 <sub>REA</sub>	-0,039	<b>-0,502***</b>	0,236	-0,037	1			
k2 <sub>súly</sub>	0,022	-0,159	0,229	<b>0,321*</b>	0,264	1		
k3 <sub>P8</sub>	0,046	0,168	0,233	<b>-0,315*</b>	0,079	-0,168	1	
k3 <sub>REA</sub>	-0,039	-0,099	-0,116	0,148	<b>-0,581***</b>	0,073	0,107	1
k3 <sub>súly</sub>	-0,010	0,205	0,157	0,095	<b>-0,344**</b>	-0,015	0,142	<b>0,340**</b>

\*\*\* P<0,001-en szignifikáns kapcsolat

### 6.8. Különböző testtájakon mért bőr alatti faggyúvastagság értékei és azok összefüggései

A far két különböző pontján (P8, illetve RF), illetve a rostélyos régiójában mért bőr alatti faggyúvastagság összehasonlítása érdekében vizsgált fajták élősúlyában és rostélyos keresztmetszetének nagyságában a varianciaanalízis nem mutatott szignifikáns különbséget, viszont a bőr alatti faggyúvastagságban és az átlagos napi gyarapodásban igen. Az angus bikák gyarapodtak legtöbbit naponta a hizlalás alatt, vélhetően azért, mert a választási súlyuk és életnapra jutó gyarapodásuk elmaradt a többi csoportétól, így ezek az egyedek ekkor kompenzálták lemaradásukat. A szakirodalmi adatokkal megegyezően a vizsgált fajták, genotípusok között az angus fajta bőr alatti faggyúja volt a legvastagabb mindhárom mérési ponton, ezt követték a charolais és charolais keresztezett, majd a magyar tarka, végül a limousin egyedek. A relatív rostélyosterület (az állatok élősúlyhoz viszonyított rostélyos keresztmetszet) alapján a limousin hosszú hátizom-keresztmetszete bizonyult a legnagyobbnak, a magyar tarkaké a legkisebbnek azonos élősúly esetén. A mérési eredményeket a 35. táblázat mutatja be.

Az élősúly, az életkor, az átlagos napi gyarapodás, a bőr alatti faggyúvastagságok és a rostélyos keresztmetszet-terület fajtánként

Tulajdonság	Fajta	Angus	Limousin	Magyar tarka	Charolais és keresztezett	Összes
	n	13	13	13	12	51
Életkor (nap)	átlag	436,39	419,08	407,69	414	419,39
vizsgálatkor	CV%	4,33	15,28	16,71	14,43	13,25
Élősúly (kg)	átlag	237	258	257	249	250
beállításkor	CV%	2,58	6,02	3,86	3,67	2,15
Élősúly (kg)	átlag	474	456	475	469	468
vizsgálatkor	CV%	7,08	9,12	8,00	9,19	8,27
Napi gyarap. (kg/nap)	átlag	1,36 <sup>a</sup>	1,13 <sup>b</sup>	1,25 <sup>ab</sup>	1,26 <sup>ab</sup>	1,25
	CV%	13,99	13,45	17,58	7,60	14,87
P8 (cm) fartájéki faggyúv.	átlag	0,64 <sup>a</sup>	0,34 <sup>b</sup>	0,37 <sup>b</sup>	0,46 <sup>b</sup>	0,45
	CV%	25,04	34,48	32,24	47,04	42,84
RF (cm) fart. faggyúv.	átlag	0,60 <sup>a</sup>	0,33 <sup>b</sup>	0,39 <sup>b</sup>	0,43 <sup>b</sup>	0,44
	CV%	29,23	29,74	33,76	36,47	39,77
FT (cm) hátfaggyú v.	átlag	0,37 <sup>a</sup>	0,25 <sup>b</sup>	0,26 <sup>b</sup>	0,33 <sup>ab</sup>	0,30
	CV%	28,59	23,71	21,49	51,18	37,28
Rostélyos terület (cm <sup>2</sup> )	átlag	79,29	83,47	78,19	82,32	80,70
	CV%	9,78	9,74	11,87	8,18	10,06
Relatív rostélyosterület	átlag	16,76	18,07	16,56	17,75	17,25
	CV%	9,43	7,57	14,13	9,41	10,73

<sup>a, b</sup> P<0,05-on szignifikáns az eltérés az azonos betűt nem tartalmazó értékek között

A jelen vizsgálatban résztvevő azonos fajtájú egyedekkel gyakorlatilag azonos súlyú (élősúly: 475,55±51,40 kg, életkor: 357±23,47 nap) magyar tarka bikák (n=11) esetében *Tőzsér és mtsai (2005a)* szerint a bőr alatti faggyúvastagság a faron (P8) 0,37±0,15 cm volt, vagyis azonos az általunk tapasztalttal. A charolais fajtánál általunk mért adatok szintén alátámasztják a *Tőzsér és mtsai (2005b)* által közölt értékeket. A szarvált charolais tenyészbikajelöltek (n=13; élősúly: 469,54±54,81 kg, életkor: 382±20 nap) bőr alatti faggyúvastagsága 0,46±0,08 cm, a szarvatlan egyedeké (n=23; élősúly: 484±61,39 kg, életkor: 390±41 nap) 0,47±0,14 cm volt.

A korrelációs számítás eredményét a 36. táblázat mutatja be. A P8 és az RF eredmények között a kapcsolat r=0,93 (P<0,01) igen szorosnak bizonyult. Az életkor csak laza korrelációt mutat a vizsgált paraméterekkel, viszont a testsúly és minden más ultrahangos mérési eredmény között gyenge közepes, szignifikáns

( $P < 0,05$ ) kapcsolatot tapasztaltam. Az átlagos napi gyarapodás és a rostélyos tájékon mért bőr alatti faggyúvastagság között  $r = 0,3$  ( $P < 0,05$ ), míg a faron mért faggyúvastagság között  $r = 0,4$  (P8), illetve  $r = 0,38$  (RF) korreláció ( $P < 0,01$ ) volt megfigyelhető. A rostélyostájékon mért faggyúvastagság közepesen szoros, statisztikailag is igazolható kapcsolatban volt az élősúllyal, a 244 és 419 napos kor közötti napi gyarapodással, valamint a faron mért faggyúvastagság értékeivel. Ezek az eredmények hasonlóak, illetve lazábbak, mint a *Harangi és mtsai (2008a)* által közöltek. A rostélyos keresztmetszetének területe csak a testsúllyal mutatott gyenge közepes ( $r = 0,32$ ;  $P < 0,05$ ) kapcsolatot, ami egybevág *Harangi és mtsai (2008a)* hasonló eredményével.

36. táblázat

A különböző pontokon mért bőr alatti faggyúvastagság és a rostélyos értékeinek korrelációi egymással és az egyedek egyéb tulajdonságaival (n=51)

Tulajdonság	P8	RF	Rost. tájéki bőr alatti faggyúv. (FT)	Rostélyos keresztmetszet
Életkor vizsgálatkor	0,15	0,10	0,22	0,18
Élősúly vizsgálatkor	0,33*	0,30*	0,31*	0,32*
Átlagos napi gyarapodás	0,40**	0,38**	0,30*	-0,04
P8, fartájéki bőr alatti faggyúv.	x	0,93**	0,41**	0,12
RF, fartájéki bőr alatti faggyúv.		x	0,44**	0,05
FT, bőr alatti faggyúv. a rostélyosnál			x	0,19

\*  $P < 0,05$ -on szignifikáns kapcsolat; \*\*  $P < 0,01$ -on szignifikáns kapcsolat

### 6.9. Az ultrahanggal mért paraméterek regressziói

Az ultrahanggal mérhető paraméterek regressziós összefüggéseinek vizsgálata érdekében első lépésben elvégzett korrelációs számítás eredményét a 37. táblázat mutatja be. A kapcsolat mind a négy vizsgált paraméter között igazolható volt statisztikailag ( $P < 0,001$ ). A legszorosabb korrelációt az élősúly és a rostélyos keresztmetszet-terület (REA) között ( $r = 0,85$ ) tapasztaltam, szorosabbat, mint a *Field és Schoonover (1967)* által közölt ( $r = 0,8$ ). A leglazább kapcsolat az életkor és a P8 fartájéki bőr alatti faggyúvastagság között ( $r = 0,35$ ) volt megfigyelhető.

Az életkor, az élősúly, a P8 bőr alatti faggyúvastagság és a rostélyos keresztmetszet-terület (REA) értékeinek korrelációi

Tulajdonság		Élősúly	P8	Rostélyos keresztmetszet
Életkor vizsgálatkor	r	0,75***	0,35***	0,62***
	n	738	694	708
Élősúly vizsgálatkor	r		0,67***	0,85***
	n		684	699
P8, fartájéki bőr alatti faggyúvastagság	r			0,59***
	n			654

\*\*\* P<0,001-en szignifikáns kapcsolat

A regresszióanalízis során kapott eredményeket a 38. táblázat szemlélteti a regressziós egyenletek ( $y = bx + a$ ) együtthatóinak (a; b) és az illeszkedés pontosságának bemutatásával. Minden esetben a lineáris regressziós függvény illeszkedése volt a legszorosabb, de az egyes vizsgált esetek között jelentős különbségeket tapasztaltam. A kor és P8 bőr alatti faggyúvastagság illeszkedése volt a leglazább ( $r^2=0,12$ ), a rostélyos keresztmetszet-terület (REA) és élősúly illeszkedése volt a legszorosabb ( $r^2=0,71$ ). Az életkor ugyanakkor a rostélyos keresztmetszetet is csak kisebb mértékben befolyásolta ( $r^2=0,39$ ), míg az élősúly a P8-at 44,6 %-ban, a rostélyos keresztmetszet területét 71,4 %-ban határozta meg. A rostélyos keresztmetszet-terület (REA) és a P8 bőr alatti faggyúvastagság között a determinációs koefficiens  $r^2=0,34$  értéket mutatott. Összességében elmondható, hogy az életkor gyengébb kapcsolatot és lazább illeszkedést mutatott az ultrahangos mérési eredményekkel, mint az élősúly. Az élősúly - rostélyos keresztmetszet-terület (REA) regressziós egyenes nagyságrendileg hasonlóan bizonyult a *Field és Schoonover (1967)* által hereford, angus és shorthorn fajtájú bikák esetében leírthoz ( $Y=18,42+0,1307X$ ;  $e=9,4$ ), de mind az 'a', mind a 'b' érték kissé eltért, az egyenes alacsonyabb értéknél metszi az y tengelyt, de nagyobb a meredeksége.



A regressziós modellek együtthatói és illeszkedése, valamint az „b” korrekciós faktorok dimenziója

Modell	Regressziós egyenlet együtthatói		Mérték-egység	A becslés hibája (e)	Korrigált illeszkedés ( $r^2$ )
	b (korrekciós faktor)	a			
kor-P8	0,0011***	0,0261 (P<0,59)	mm/nap	e=0,21	$r^2 = 0,12^{***}$
P8-kor	106,65***	356,65***	nap/mm	e=64,54	
súly-P8	0,0015***	- 0,1188***	mm/kg	e=0,17	$r^2 = 0,45^{***}$
P8-súly	298,55***	262,67***	kg/mm	e=75,44	
kor-REA	0,1181***	25,19***	cm <sup>2</sup> /nap	e=10,15	$r^2 = 0,39^{***}$
REA-kor	3,279***	168,03***	nap/cm <sup>2</sup>	e=53,45	
súly-REA	0,1078***	29,34***	cm <sup>2</sup> /kg	e=6,96	$r^2 = 0,71^{***}$
REA-súly	6,628***	- 77,15***	kg/cm <sup>2</sup>	e=54,57	
REA-P8	0,0099***	- 0,2385***	mm/cm <sup>2</sup>	e=0,18	$r^2 = 0,34^{***}$
P8-REA	34,76***	56,32***	cm <sup>2</sup> /mm	e=10,47	
súly-kor	0,502***	204,03***	nap/kg	e=44,47	$r^2 = 0,57^{***}$
kor-súly	1,132***	- 52,09***	kg/nap	e=66,78	

\*\*\* P<0,001-en szignifikáns koefficiens, illetve modell

A regressziós egyenletek meredeksége (b) a megfelelő dimenzióval (38. táblázat 4. oszlopa) ellátva tulajdonképpen felfogható korrekciós faktorként. A korrekciós faktor arról nyújt információt, hogy az egyik vizsgált tulajdonság egységnyi megváltozása mekkora változást idéz elő a vizsgált másik tulajdonság esetében:

$$k_u = k_r + (r_u - r_r) \cdot b,$$

ahol  $k_u$  a korrigált tulajdonság új értéke,

$k_r$  a korrigált tulajdonság eredeti, mért értéke,

$r_u$  a kiválasztott tulajdonság új értéke, amely alapján a másik értéket korrigáljuk,

$r_r$  a kiválasztott tulajdonság eredeti, mért értéke, amely alapján a másik értéket korrigáljuk,

$b$  a megfelelő korrekciós faktor.

Eszerint egy 492 kg élősúlyú, 82,93 cm<sup>2</sup> rostélyos keresztmetszet-területű angus bika 550 kg élősúlyban előre láthatólag

$$82,93 \text{ cm}^2 + (550 \text{ kg} - 492 \text{ kg}) \cdot 0,1078 \frac{\text{cm}^2}{\text{kg}} = 89,18 \text{ cm}^2$$

hosszú hátizom keresztmetszet-területű lesz.

A fenti, regressziós egyenletek segítségével kialakított korrekciós faktorok kisebb intervallumokon belüli korrekciókra alkalmasak lehetnek, ám főleg pl. a gyenge illeszkedést mutató kor-P8 esetében a pontosabb korrekció érdekében további vizsgálatok szükségesek.

### **6.10. Ultrahangos adatok a hazai fontosabb húsmarhafajtákról**

A vizsgált 6 fajta jellemzésére, valamint az életkorhoz, illetve élősúlyhoz viszonyított relatív összehasonítására mért ultrahangos eredményeit, valamint a relatív rostélyosterület- és KM értékeket a 39. táblázat mutatja be. Megközelítőleg azonos életkorban és élősúlyban a legnagyobb bőr alatti faggyúvastagságot a hereford, a legkisebbet a blonde d'aquitaine egyedek mutatták. Szintén a blonde d'aquitaine fajtának volt a legnagyobb, míg a magyar tarka vágóbikáknak a legkisebb rostélyos keresztmetszet-területe. A relatív rostélyosterület esetében azonban változott a rangsor, a limousin STV-s bikák esetében volt a legnagyobb a rostélyos keresztmetszete adott élősúly mellett. A KM mutató az alapadatokkal összhangban jól tükrözi, hogy a többi fajtához viszonyítva a legfiatalabb korban a legnagyobb élősúlyt és rostélyos keresztmetszet-területet, valamint a legkevesebb faggyút az STV-s blonde d'aquitaine bikák mutatták.

**39. táblázat**

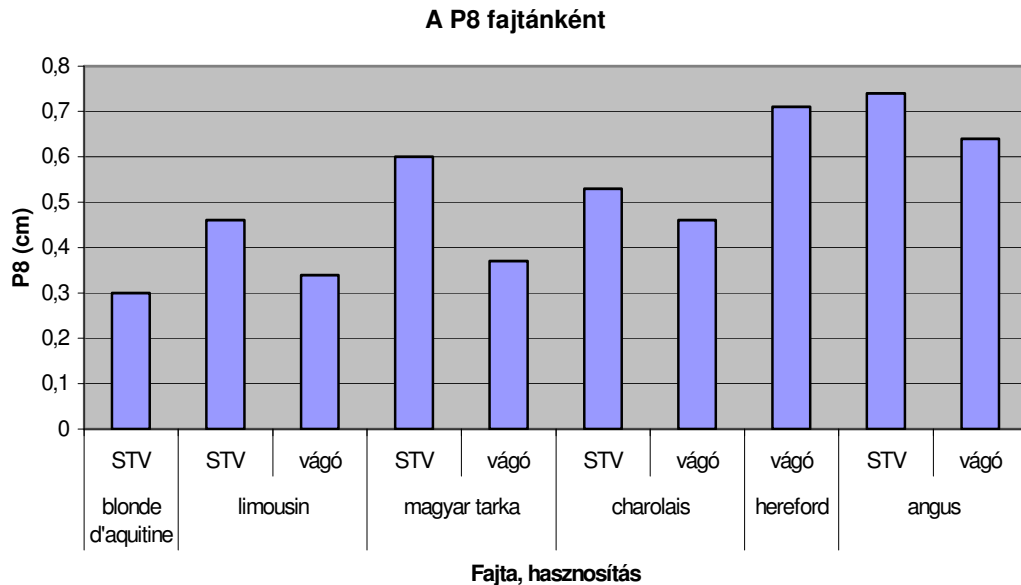
**Az egyes fajtájú tenyészbikajelöltek és hízó bikák életkora, élősúlya, P8 és REA értéke, valamint relatív rostélyosterülete és KM mutatója (n=215)**

Fajta	Megj.	n	Életkor	Élősúly	P8	REA	Rel. REA	KM
			(nap)	(kg)	(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> /kg)	(cm <sup>2</sup> /mm)× (kg/nap)
blonde d'aquitaine	STV	17	392	562	0,3	106,4	18,93	50,85
limousin	STV	11	385	433	0,46	88,1	20,35	21,54
	vágó	13	419	456	0,34	83,5	18,31	26,73
magyar tarka	STV	22	380	562	0,6	78,9	14,04	19,45
	vágó	13	408	475	0,37	78,2	16,46	24,61
charolais	STV	42	439	603	0,53	93,3	15,47	24,18
	vágó	12	414	469	0,46	82,3	17,55	20,27
hereford	vágó	72	380	436	0,71	80	18,35	12,93
angus	STV	47	381	502	0,74	78,1	15,56	13,94
	vágó	13	436	474	0,64	79,3	16,73	13,47

Fajtánként, tenyész-, illetve hízó csoportonként megvizsgálva a bőr alatti faggyú vastagságát azt tapasztaltam, hogy rendre több bőr alatti faggyúval rendelkeztek a sajátteljesítmény-vizsgálatban részt vevő egyedek, mint vágásra

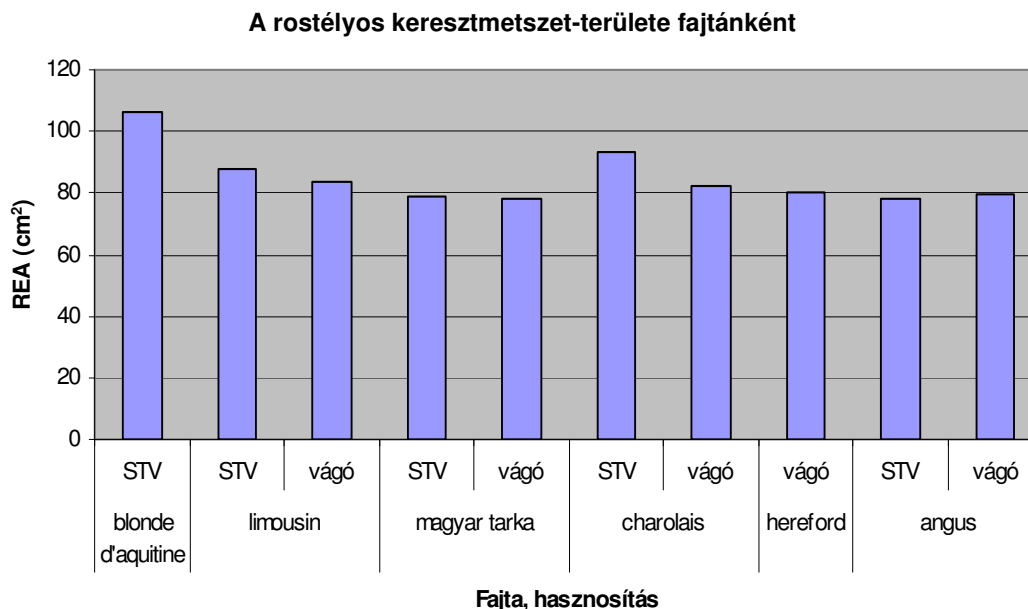
hizlalt fajtatársaik, annak ellenére, hogy legtöbb esetben 20-30 nappal fiatalabbak voltak a vágóbikáknál. A fentieket szemlélteti a 15. ábra.

15. ábra



A rostélyos keresztmetszet területét fajtánként a 16. ábra mutatja be. A sajátteljesítmény-vizsgálatban részt vevő limousin és charolais egyedek nagyobb, a magyar tarka és angus bikák közelítőleg azonos méretű rostélyos keresztmetszet-területűek voltak, mint vágásra hizlalt fajtatársaik. A megfigyelhető különbségek mérsékeltebbek voltak, mint a P8 esetében. Az STV-s állatok genetikai előnyére enged következtetni az, hogy fiatalabb korban nagyobb rostélyos keresztmetszet-területtel rendelkeztek, mint az áruterelő fajtatársaik.

16. ábra



## **7. Következtetések, javaslatok**

A *real-time* ultrahangos mérések egyszerűségük (vértelen eljárás, nem igényel külön beruházást az állattartó telepeken) és gyorsaságuk (kb. 2-3 perc/állat) miatt jól alkalmazhatók a hazai húsmarhatenyésztésben is, különösen akkor, ha az ultrahang képeket közvetlenül egy hordozható számítógépre mentjük.

### **7.1. A mérések pontossága**

A gyakorlott mérést végző által készített ultrahangfelvétel alapján a rostélyos keresztmetszet-terület pontosan meghatározható, ezért ezen eredmények használata javasolható mind a tenyésztéértékbecslés pontosabbá tétele, mind a hízómarhák vágás előtti válogatása érdekében.

A P8 bőr alatti faggyúvastagság és az EUROP faggyússági pontszám között lazább a kapcsolat, mint az ultrahanggal becsült, illetve vágott testen mért rostélyos keresztmetszet-terület között. A rostélyos keresztmetszet-terület és az EUROP izmoltsági osztály között szintén laza a kapcsolat.

### **7.2. Az ultrahangozás és vágás között eltelt idő hatása a pontosságra**

Az eredmények tükrében megállapítható, hogy a vágás előtt közvetlenül történő ultrahangos vizsgálatok megbízhatóbb becsléseket eredményeznek, mint a vágási előtt 10 nappal elvégzett mérések. A rostélyos keresztmetszetének területét közvetlenül a vágás előtt nagy, míg 10 nappal a vágás előtt elfogadható pontossággal lehet becsülni.

### **7.3. A képkészítő, illetve -kiértékelő személy hatása**

Megfelelően gyakorlott mérő, illetve kiértékelő személyek esetén az ugyanazon az állaton rövid időn belül megismételt ultrahangos mérések eredményei között a kapcsolat igen szoros mind a P8, mind a rostélyos esetében. A P8 esetében, ha egyazon felvételt két személy értékeli ki, az szorosabb korrelációt eredményez a két mérési eredmény között, mintha az egyazon állatról két különböző személy által készített képet egyazon személy értékelné ki. Ez arra enged következtetni, hogy a P8 képek elkészítésében nagyobb eltérések lehetnek a technikusok között, mint a képek kiértékelésében. A rostélyos esetében mindkét technikus a saját felvételét értékelte ki pontosabban, míg a kereszt-értékelések

eredményei között nagyobb volt az eltérés. Az angus fajta esetében az adatsorok között mutatkozó, a charolais-nál nagyobb eltérések kiküszöbölésére javasolható a hosszabb szőrzet nyírása. A fentiek felhívják a figyelmet mind a képkészítés, mind a kiértékelés precíz, gyakorlott személyek által történő végrehajtásának fontosságára. Nagy szerepet kaphat ebben ultrahangos tréningek, szemegyezettető kurzusok rendezése is.

#### ***7.4. Egymást követő kiértékelések közötti kapcsolat***

A két egymást követő, egymástól független, ugyanazon személy által végzett kiértékelés eredményei közötti kapcsolat kifejezetten szorosnak mondható.

Fontos ugyanakkor a jó eredmények eléréséhez a kiértékelést végző személy megfelelő gyakorlottsága, és hogy jó minőségű ultrahangfelvételek álljanak rendelkezésre.

#### ***7.5. A hátszín keresztmetszet-terület mint alternatív mérési pont***

A 10-11. bordaközben nehéz jó, könnyen és egyértelműen értékelhető képet készíteni. A csípőnél ugyan könnyebb a képkészítés, az életkorral, élősúllyal számított korrelációs értékei azonban jelentősen elmaradnak a hátszín, illetve a 12-13. bordaközi rostélyos azonos korrelációs eredményeitől. A hátszín mint mérési pont a rostélyos mellett korrelációs értékei alapján alkalmas lehet az információnyerés kiszélesítésére, amennyiben a további vizsgálatok (nagyobb állatlétszám és vágási-csontozási paraméterekkel való összevetés) eredményei megerősítik a fentebb leírtakat.

#### ***7.6. Két különböző faggyúvastagság-mérési módszer összehasonlítása***

A két mérési módszer pontosságát, illetve a módszerek közötti eltérést nem befolyásolja a vizsgált egyed fajtája.

A kor, az élősúly és a két különböző ponton mért faggyúvastagság összefüggései egyértelmű szoros kapcsolatot mutatnak, ám a két faggyúvastagság-érték között statisztikailag igazolható eltérés tapasztalható.

Kis súlyú (2-300 kg), illetve kevés faggyúval rendelkező (0,2-0,4 cm) egyedek esetében a mérések pontatlansága igen nagy, amit jól mutat a két mérési

módszer eredményei közötti eltérés. A bőr alatti faggyúvastagság növekedésével az eltérés tendenciaszerűen csökken.

A P8 telepi körülmények között sokkal könnyebben elvégezhető, mint az RF (bár az RF korrelációs értékei némileg jobbak), gyorsabban lehet a felvételeket elkészíteni, a kisebb mérési mélység nagyobb felbontású felvételt, így könnyebb értékelhetőséget eredményez.

### ***7.7. Az ultrahanggal mért tulajdonságok változása a hizlalás alatt***

Az egyes fajták élősúlya és rostélyos keresztmetszet-területe nem tért el jelentősen a vizsgált időszakban, viszont az eltérő trendek miatt hosszabb hizlalás esetén akár jelentős különbségekre lehet számítani.

Vizsgálatom szerint az egyes fajták faggyúsodása, annak üteme – a korábbi vágóhídi megállapításokhoz hasonlóan – jelentősen eltér egymástól. Az angusok hamarabb kezdek el intenzíven faggyúsodni, míg a többi fajta egyedei még a vágáskor sem faggyúsodtak igazán nagy ütemben.

A bőr alatti faggyúvastagság és a rostélyos keresztmetszet-terület növekedésének sebességében megfigyelhetők ütemváltások, szakaszok.

### ***7.8. Különböző testtájakon mért bőr alatti faggyúvastagság értékei és azok összefüggései***

RF méréseket eddig hazánkban nem végeztek, így azok összevetésére még nincs lehetőség.

Az a tény, hogy a fartájékon a kétféle faggyúvastagság kapcsolata szoros, arra enged következtetni, hogy a módszerek pontossága azonosnak tekinthető, vagyis mindegy, hogy melyik módszert alkalmazzuk.

A rostélyostájékon mért faggyúvastagságot a lazább kapcsolatai alapján inkább csak a másik két mérés kontrolljaként, illetve *Tőzsér és mtsai (2004a)* javaslata szerint a hosszú hátizom területének a faggyúvastagság, az izomvastagság és a bőrvastagság alapján történő becslésére célszerű használni.

### **7.9. Az ultrahanggal mért paraméterek regressziója**

Vizsgálatom szerint a rostélyos keresztmetszet-terület, a P8 bőr alatti faggyúvastagság, az életkor és az élősúly között közepes, illetve erős, statisztikailag igazolható kapcsolat figyelhető meg. Ez a tény alapot szolgáltat az egyes mért értékek azonos életkorra, élősúlyra, bőr alatti faggyúvastagságra, illetve rostélyos keresztmetszet-területre történő korrigálására.

Az általam meghatározott függvény „b” regressziós együtthatójának (meredekség) segítségével a hazai angus populáció esetében, az adott határértékek közötti tartományban elvégezhető az azonos életkor-, élősúly-, bőr alatti faggyúvastagság-, illetve rostélyos keresztmetszet-terület értékre történő korrekció. Ez fontos lehet a tenyésztéértébecslés fejlesztésében és a hízóbikák vágás előtti válogatása során.

### **7.10. Ultrahangos adatok a hazai fontosabb húsmarhafajtákról**

A hazánkban tenyésztett fontosabb hús- és kettőshasznú marhafajták körében végzett felmérés jelentős különbségekre enged következtetni mind a bőr alatti faggyú mennyiségét, vastagságát, mind a rostélyos keresztmetszet-terület nagyságát illetően. A megfigyelt különbségek egy része takarmányozási, környezeti okokra vezethető vissza, ám az eredmények jól tükrözik az egyes fajtákkal kapcsolatban kialakult szakmai véleményeket. A tenyészbikajelöltek főlénye szintén megmutatkozott tendenciaszerűen a vágásra hizlalt fajtatársakkal szemben. A megfigyelt különbségek fennállásának, illetve az eltérések nagyságának igazolására azonban további, célirányos vizsgálatok szükségesek.

### **7.11. Javaslatok a gyakorlat számára**

A bőr alatti faggyúvastagság mérésére az Ausztráliában használatos P8 módszert javaslom. Törekedni kellene arra, hogy a rutinszerű alkalmazás során mindig a mérést végző személy értékelje ki a saját felvételeit, ne pedig központilag történjen a felvételek kiértékelése. A felvételeket elégséges egy alkalommal kiértékelni. Javasolható a hosszabb szőrzet nyírása az irodalmi adatokkal egybehangzólag. A méréseket éves vagy 400 napos korban, vagy esetleg választáskor lenne célszerű elvégezni.

Azon fajták esetében (pl. charolais, angus, hereford), melyeknél a BreedPlan tenyészték-becslési rendszert alkalmazzák, az éves kori mérési eredmények többi tenyésztési adattal együtt történő kiküldésére és értékelésére nyílik lehetőség. A hazai ITV-k esetében az ivadékcsoportok ultrahangos adatait is fel lehetne venni (pl. éves korban, esetleg választáskor), és ez alapján is értékelni lehetne a tenyész bikákat. Az STV-ben is éves korban, vagy pl. 400 napos korban lehetne elvégezni a mérést, majd a minősítés során ezen értékeket (indexeket) is figyelembe lehetne venni. Az azonos életkorra, élősúlyra (pl. éves kor vagy 500 kg élősúly) történő rostélyos keresztmetszet-terület korrekció (az angus fajta esetében az általam meghatározott) regressziós függvények segítségével (adott határértékek között) elvégezhető, ami – hasonlóan pl. a 205 napos súlyhoz vagy az STV alatti napi súlygyarapodáshoz – az indexek számítását közvetlenül lehetővé teszi.

A tenyésztés szempontjából, a tömegszelekció érdekében nagyon hasznos volna az ultrahangos adatgyűjtés bevezetése a hazai hizlaldák gyakorlatába. A széleskörű adatgyűjtésnek azonban csak az állatok apai származásának ismeretében lenne igazán értelme, ami a természetes fedeztetés esetében többnyire nem követhető, a származásellenőrzés elvégzése pedig jelentős többletköltséget jelentene. A tenyésztési célú adatgyűjtésre az STV-k mellett a tenyészállat-előállító gazdaságok tenyésztésre szánt üszői esetében nyílna mód.

A húsminőség/vágóérték becslése, a vágás előtti előválogatás reális lehet nagyobb hizlaldákban, illetve esetleg TÉSZ-ek (termelő- és értékesítői szövetkezetek) esetében, ahol koncentrálnék akkora árualap, hogy az állatok válogatásának és csoportosításának van létjogosultsága. A módszerben rejlő lehetőségeknek a vágóhidakkal, termelőkkel és tenyésztőkkel való mind szélesebb körben történő megismertetése rendkívül fontos volna.



## 8. Összefoglalás

A külföldi (elsősorban ausztrál és amerikai) kutatási eredmények és tapasztalatok egyértelműen rámutatnak az ultrahangos bőr alatti faggyú és rostélyos keresztmetszet-terület megállapításának indokoltságára és az így nyert információk jelentőségére, hasznosságára. A mérés pontossága és ismételhetősége jó, az adatok felhasználásával készített egyenletek segítségével pedig jól becsülhetőek egyes vágási paraméterek (pl. értékes húsrészek mennyisége stb.). Az ultrahanggal mért rostélyos keresztmetszet-terület örökölhetősége gyengének, vagy közepesnek mondható.

A doktorjelölt munkája során a hazai húsmarha populációkon (STV-, és hízbikák) vizsgálta az ultrahangos bőr alatti faggyúvastagság- és rostélyos keresztmetszet-terület mérések alkalmazásának lehetőségeit, valamint ezen tulajdonságok kapcsolatait az egyéb termelési paraméterekkel. Összehasonlította a nemzetközi szinten legismertebb, legelterjedtebb, illetve egyéb mérési protokollokat, módszereket, hogy azok közül a hazai viszonyokhoz, a hazánkban elérhető műszertípushoz leginkább illőt lehessen kiválasztani. Értékelte a kivitelezhetőség szempontjából legeredményesebbnek, legjobban alkalmazhatónak bizonyult módszerek pontosságát, a mérések ismételhetőségét (az ugyanazon állaton elvégzett egymást követő, egymástól független mérések, illetve kiértékelések közötti kapcsolatot). Tanulmányozta továbbá a bőr alatti faggyú és rostélyos keresztmetszet-terület hizlalás alatti változását, annak ütemét, dinamikáját. Az eltérő életkorban, illetve élősúlyban ultrahanggal mért értékek összehasonlíthatósága érdekében regressziós egyenletet dolgozott ki ezen adatoknak az adott (egységes) életkorra, élősúlyra, bőr alatti faggyúvastagságra, rostélyos keresztmetszet-területre történő korrigálására. Relatív mutatószámokat képzett, melyek az életkorhoz, illetve élősúlyhoz való viszonyítás révén pontosabb képet adnak az egyes fajták rostélyos keresztmetszet-területéről és a bőr alatti faggyúvastagságról.

A jelölt vizsgálatait Falco 100 (Pie Medical) ultrahangos készülékkel, lineáris, 18 cm-es, 3,5 MHz-es mérőfejjel végezte. Hereford, angus, magyar tarka, limousin, charolais és blonde d'aquitaine hízó-, illetve tenyészelő bikák bőr alatti faggyúvastagságát és rostélyos keresztmetszet-területét vizsgálta. Az RF fartájéki bőr alatti faggyúvastagságot a 3. keresztcsonti csigolya magasságában a gerincoszlopra bocsátott merőleges és az ülőgumótól a gerincoszloppal

párhuzamos egyenes metszéspontján, míg a P8 fartájéki bőr alatti faggyúvastagságot a külső csípőszögletet és az ülőgumót összekötő egyenes mentén, a *M. gluteus medius* és a *M. biceps femoris* izmok találkozásánál (a külső csípőszöglettel kb. egy magasságban, attól kb. 10 cm-re) mérte. A rostélyos keresztmetszetének területét a 12-13. borda között, a gerinchez közel, a bordákkal párhuzamosan elhelyezett mérőfejjel vette fel. A hátfaggyú vastagságát is ezen felvételeken értékelte. Az adatelemzéshez minden esetben SPSS 9.0 for Windows programot használt.

A hátszín-keresztmetszet mint alternatív mérési pont vizsgálata során a bikák hosszú hátizmáról egyedenként 4 felvétel készült: a 10-11. és 12-13. bordaköznél, a hátszín középvonalán (a csípő és az utolsó borda között), valamint a csípő felett közvetlenül. A P8 és az élősúly majdnem minden mért értékkel szoros kapcsolatot ( $r=0,3-0,91$ ) mutatott, a hátszín-keresztmetszet és a csípőnél mért hátizom-keresztmetszet között szintén szoros, szignifikáns ( $r=0,91$ ) kapcsolat volt megfigyelhető. A hátszín a korrelációs értékei alapján alkalmas lehet (a rostélyos mellett) az információgyűjtés kiszélesítésére.

Az ultrahangos bőr alatti faggyúvastagság mérési módszerek összehasonlítása során az Ausztráliában alkalmazott P8 és az USA-ban használatos RF módszer szerint készült 1-1 jó minőségű felvétel állatonként. Az egytényezős varianciaanalízis szerint a fajta nem befolyásolta a két módszer közötti eltérés nagyságát, viszont a P8 és RF bőr alatti faggyúvastagság értékek átlaga szignifikánsan különbözött egymástól. A P8 eszerint alul, az RF pedig felülbecsülte a bőr alatti faggyúvastagságot a másikkhoz képest. Ugyanakkor a két mérési módszer (P8, RF) eredményei között szoros,  $r=0,85$  összefüggés állt fenn ( $P>0,01$ ). A bőr alatti faggyú vastagsága és a két mérési eredmény (P8, RF) közötti eltérés kapcsolatát megvizsgálva a jelölt azt tapasztalta, hogy minél kisebb volt a bőr alatti faggyú mennyisége (vastagsága), annál nagyobb a különbség az ultrahanggal mért adatok között. Az RF bőr alatti faggyúvastagság mind az életkorral, mind az élősúllyal a P8-nál szorosabb összefüggést bizonyított. A méréseket nagy súlykategóriáknál (500-600 kg fölött) célszerű végezni. A két mérési módszer közül (bár az RF korrelációs értékei némileg jobbak) az Ausztráliában használatos P8 mérést telepi körülmények között könnyebben és gyorsabban lehet elvégezni, a kisebb mérési mélység nagyobb felbontású felvételt, így könnyebb értékelhetőséget eredményez.

Az ultrahangos mérések pontosságának meghatározása érdekében végzett első kísérletben a jelölt angus, magyar tarka, limousin és charolais egyedek vágás napján ultrahanggal, valamint hideg vágott testen mért rostélyos keresztmetszetének területét hasonlította össze. Összességében a vágott testen mért, illetve ultrahanggal becsült rostélyos keresztmetszet-terület között  $r=0,83$  ( $P\leq 0,01$ ), míg az ultrahangos bőr alatti faggyúvastagság és az EUROP faggyússági osztály között lazább ( $r=0,69$ ;  $P\leq 0,01$ ) korrelációt tapasztalt. A második kísérletben az ultrahangozás és a vágás között eltelt idő hatását vizsgálta az ultrahangos mérés pontosságára, vagyis a vágás napján és a vágás előtt 10 nappal ultrahanggal becsült, illetve vágott testen mért rostélyos keresztmetszet-terület értékek közötti kapcsolatot vizsgálta. Közvetlen a vágás előtti ultrahangozás esetében nem volt statisztikailag igazolható eltérés az ultrahanggal, illetve vágott testen mért rostélyos keresztmetszet-terület között, viszont a vágás előtt 10 nappal történt ultrahangozásnál a különbség szignifikáns volt ( $P<0,01$ ). A két csoport adatait együtt vizsgálva szintén nem tapasztalt eltérést.

A rostélyos keresztmetszet területének és fartájéki bőr alatti faggyúvastagságának változását vizsgálva az egyes fajták rostélyos keresztmetszet-területe nem tért el jelentősen a vizsgált időszakban, viszont az angusok hamarabb kezdtek el intenzíven faggyúsodni, míg a többi fajta egyedei még a vágáskor sem faggyúsodtak igazán nagy ütemben. A bőr alatti faggyúvastagság és a rostélyos keresztmetszet-terület növekedésének sebességében megfigyelhetők ütemváltások, szakaszok.

A regressziós egyenletek képzése érdekében a jelölt a rostélyos keresztmetszet-terület, illetve a fartájéki bőr alatti faggyúvastagság értékét vizsgálta az életkor, valamint az élősúly függvényében. A mért adatok közül a kapcsolat a rostélyos keresztmetszet-terület és az élősúly között volt a legszorosabb ( $r=0,85$ ,  $P<0,001$ ), az életkor és a P8 között a leglazább ( $r=0,35$ ;  $P<0,001$ ). Az életkor és az élősúly között  $r=0,75$ , az élősúly és a P8 között  $r=0,67$ , a P8 és a rostélyos keresztmetszet-terület között  $r=0,59$  volt a korreláció ( $P<0,001$ ). A regresszióanalízis során minden esetben a lineáris regressziós függvény illeszkedése volt a legszorosabb, de az egyes vizsgált esetek illeszkedésének szorossága között jelentős különbségek mutatkoztak. A jelölt a P8 és az életkor között  $r^2=0,12$ , az életkor és a rostélyos keresztmetszet-terület (REA) között  $r^2=0,39$ , míg az élősúly és a P8 között  $r^2=0,45$ , az élősúly és a rostélyos

keresztmetszet-terület között  $r^2=0,71$  determinációs együtthatót számított. Az eredmények alapján korrekciós tényezőket határozott meg, amelyek a becslések során használhatók lehetnek.

Az ultrahangos és egyéb paraméterek közötti kapcsolatok elemzése során a jelölt azt tapasztalta, hogy a fartájékon két különböző ponton mért bőr alatti faggyúvastagság (P8 és RF) eredmények között a kapcsolat  $r=0,93$  ( $P<0,01$ ) igen szoros. A napi gyarapodás és a rostélyostájékon mért faggyúvastagság között  $r=0,3$  ( $P<0,05$ ), míg az előbbi és a fartájéki faggyúvastagságok között a korrelációs koefficiensek értéke  $r=0,4$  (P8), illetve  $r=0,38$  (RF) volt ( $P<0,01$ ). A fajta a bőr alatti faggyúvastagságra és az átlagos napi gyarapodásra szignifikáns ( $P<0,01$ ) hatással bírt. Az angus fajta rendelkezett a legvastagabb bőr alatti faggyúval mindhárom mérési ponton, ezt követték a charolais és charolais × magyar tarka keresztezett, majd a magyar tarka, végül a limousin egyedek. A bőr alatti faggyúvastagság mérésére a P8 és az RF módszerek a korrelációs értékeik alapján hasonló eredményre vezetnek. A rostélyostájéki faggyúvastagságot viszont inkább csak a másik két mérés ellenőrzésére célszerű használni az eredmények tükrében.

A két egymást követő, egymástól független, ugyanazon személy által végzett kiértékelés eredményei közötti kapcsolat kifejezetten szorosnak mondható.

Az ultrahangos mérések jól beilleszthetők az állattartó telepek, hizlaldák technológiájába, amennyiben a méréshez szükséges minimum feltételek (az állat rögzítése, lehetőleg nyakfogóval, hálózati áramellátás) adottak. Fontos ugyanakkor a jó eredmények eléréséhez a kiértékelést végző személy megfelelő gyakorlottsága, és hogy jó minőségű ultrahangfelvételek álljanak rendelkezésre.

A nemesítő munka hatékonyabbá válása érdekében a jelölt szorgalmazza ezen mérések hazai elterjesztését és az eredmények beépítését a tenyésztékbecslési rendszerbe a fontosabb, hazánkban tenyésztett húsmarhafajták esetében.

## 9. Új tudományos eredmények (Tézispontok)

1. Megállapította, hogy a rostélyos keresztmetszetének területét nagy pontossággal ( $r=0,83$ , illetve  $0,95$ ) lehet becsülni a 12-13. bordaközben, közvetlenül vágás előtt Falco 100 ultrahangkészülékkel.
2. Rámutatott, hogy a képkészítő és a -kiértékelő személye hatással van az ultrahangos becslések pontosságára. A nem saját képek kiértékelései között nagyobbak az eltérések, mint a kiértékelő saját maga által készített képek kiértékelései között. Ezért fontos, hogy a gyakorlati munka során lehetőség szerint a felvétel készítője értékelje ki az általa készített képet.
3. Igen szoros kapcsolatot (REA:  $r=0,95$ ; P8:  $r=0,99$ ) mutatott ki az ultrahangfelvételek ugyanazon személy által elvégzett ismételt kiértékelései között. Ezért megfelelően gyakorlott kiértékelőnek elegendő egy alkalommal kiértékelnie egy felvételt.
4. Megállapította, hogy a hátszín keresztmetszet terület korrelációs értékei (élőszúllyal:  $r=0,71$ ; átlagos napi gyarapodással:  $r=0,61$ ) alapján alkalmas lehet az ultrahangos információgyűjtés kiszélesítésére.
5. Arra a megállapításra jutott, hogy az RF módszer korrelációi valamivel szorosabbak (életkorral:  $r=0,30$ ; élőszúllyal:  $r=0,41$ ), mint a P8 módszeré (életkorral:  $r=0,18$ ; élőszúllyal:  $r=0,30$ ), viszont a P8 képet könnyebb elkészíteni és kiértékelni. Ezért a P8 módszer – hazai viszonyok között elsősorban – jobban alkalmazható.
6. Megállapította, hogy a húsmarhák faggyúsodásának, illetve rostélyos keresztmetszet területének változása jól nyomon követhető ultrahangos mérésekkel. A vizsgált fajták faggyúsodásában eltéréseket, különböző ütemű szakaszokat figyelt meg.
7. A hazai angus állományra kidolgozta a rostélyos keresztmetszet területének azonos életkorra, illetve élőszúllyra történő korrigálási módszerét.

8. Adatot szolgáltatott a hazánkban tenyésztett húsmarha fajták ultrahanggal mérhető paramétereiről, amelyek alapján az általa kidolgozott relatív rostélyosterület és KM-mutató segítségével könnyebben értelmezhetők a csoportok, fajták közötti különbségek.
9. Kifejlesztette az ultrahang-képek rögzítésére és az elkészített felvételek kiértékelésére szolgáló szoftvert.

## 10. New scientific results (Thesispoints)

1. Ribeye area was found to be estimated quite exactly ( $r=0.83$  and  $r=0.95$ , respectively) between the 12th-13th rib just before slaughter by Falco 100 ultrasonic equipment.
2. The personal influence of the scanner and interpreter of the pictures to the accuracy of ultrasonic estimation was observed. Higher differences between the results of cross interpretations than interpretations made by the scanner of the picture were found. A picture should be interpreted by the same person who made it in the practice in this case.
3. Very high correlation (REA:  $r=0.95$ ; P8:  $r=0.99$ ) was assessed between interpretations made by the same person on the same pictures. One interpretation made by well practiced interpreter is quite enough in this case.
4. Sirloin-eye area was found to be capable for collecting plus informations based on its correlations to weight ( $r=0.71$ ) and average daily gain ( $r=0.61$ ).
5. RF method was found to have a little bit higher correlations (to age:  $r=0.30$ ; to weight:  $r=0.41$ ) than P8 method (to age:  $r=0.18$ ; to weight:  $r=0.30$ ), but P8 pictures can be taken and interpreted easier. Based on this finding, P8 method is better for daily practice (principally between home conditions).
6. Change of fat thickness and ribeye area of beef cattle were assessed to be followed up by ultrasonic measurements. Cycleturns and phases were observed in the development of subcutan fat thickness and ribeye area of obtained breeds.
7. A method for corrigating ribeye area of inland Angus animals to the same age or weight was developed.
8. Ultrasonic measured data on the Hungarian beef cattle population were provided. The differences between these data (between breeds, groups) can be interpreted easier by the 'Relative ribeye area' and 'KM index' developed by the Candidate.
9. A software for storing and interpreting ultrasonic images was designed.

## 11. Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondok első sorban témavezetőmnek Dr. Szabó Ferenc professzor úrnak, aki a témaválasztástól kezdve folyamatosan segítségemre volt hasznos tanácsaival, szakmai iránymutatásával és nem utolsó sorban kutatói példamutatásával.

Köszönettel tartozom a kezdeti segítségért, az alapvető mérési fogások átadásáért és a későbbi tanácsokért Dr. Tózsér János professzor úrnak.

Kocsi Gyula volt a mérések állandó résztvevője (rajtam kívül). Fáradtságot nem ismerő, kitartó munkája, nagy gyakorlati érzéke, humora és segítőkészsége rendkívül nagy segítségemre volt a mérések során.

Munkám elkészítésében nyújtott technikai és szakmai segítségéért hálával tartozom elsősorban Dr. Bene Szabolcsnak, Dr. Polgár J. Péternek, valamint a Tanszéki Csoport munkatársainak és PhD hallgatóinak. Köszönöm a mérések során való közreműködésüket, és a baráti légkört, mely nagyban hozzájárult munkám eredményességéhez.

A telepek, hízaldák dolgozóinak türelme és segítése nélkül szintén nem készülhetett volna el ez a dolgozat. A lektorok áldozatos munkája nélkül pedig több hiba maradt volna benne. Köszönet érte!

Hálás vagyok a Szüleimnek, amiért embert faragtak belőlem, lehetővé tették tanulmányaimat, és mindvégig támogattak az elmúlt évtizedek alatt!

Köszönöm Feleségemnek az elmúlt négy évben tanúsított türelmét és bátorítását, amellyel lehetővé tette a nyugodt munkámat.

Végül, de nem utolsósorban, Deo gratias!



## 12. Irodalomjegyzék

1. Anderson, S. K., Truscott, T. G. (1982): The accuracy of the Toland probe in measuring hot fat depth. Australian Society of Animal Production. Proceedings, 14. 607. p.
2. Bergen, R., Miller, S. P., Wilton, J. W., Crews Jr., D. H., Mandell, I. B. (2006a): Genetic correlations between live yearling bull and steer carcass traits adjusted to different slaughter end points. 1. Carcass lean percentage. J. Anim. Sci. 84. 546-557. pp.
3. Bergen, R., Miller, S. P., Wilton, J. W., Mandell, I. B. (2006b): Genetic correlations between live yearling bull and steer carcass traits adjusted to different slaughter end points. 2. Carcass fat partitioning. J. Anim. Sci. 84. 558-566. pp.
4. Bhattacharya, B., Ghoshi, T. K., Duttagupta, R., Maitra, D. N. (1984): Estimation of body weight in Black Bengal goats from body measurements. Indian Veterinary Journal, 61. (5.) 406-408. pp.
5. Boulwood, J. N., Greathead, K. D. (1994): Ultrasonic point readings on live cattle and carcass fat cover. Australian Society of Animal Production. Proceedings, 20. 352. p.
6. Brackelsberg, P. O., Willham, R. L. (1968): Relationships among Some Common Live and Carcass Measurements and Beef Carcass Composition. J. Anim. Sci. 27. 53-57. pp.
7. Brackelsberg, P. O., Willham, R. L., Walters, L. E. (1967): Probing Beef Cattle to Predict Carcass Fatness. J. Anim. Sci. 26. 713-717. pp.
8. Brethour, J. R. (1990): Relationship of ultrasound speckle to marbling score in cattle. J. Anim. Sci. 68. 2603-2613. pp.
9. Brethour, J. R. (1992): The Repeatability and Accuracy of Ultrasound in Measuring Backfat of Cattle. J. Anim. Sci. 70. 1039-1044. pp.
10. Brown, D.J., Wolcott, M.L., Crook, B.J. (2001): The measurement of skin thickness in Merino sheep using real time ultrasound. Wool Technology and Sheep Breeding, 48. (4.) 269-276. pp.
11. Coubrough, C. A., Castell, M. C. (1998): Fetal sex determination by ultrasonically locating the genital tubercle in ewes. Theriogenology, 50. 263-267. pp.
12. Crews Jr., D. H., Kemp, R. A. (2001): Genetic parameters for ultrasound and carcass measures of yield and quality among replacement and harvest beef cattle. J. Anim. Sci. 79. 3008-3020. pp.
13. Davis, J. K., Long, R. A., Saffle, R. L., Warren, E. P., Carmon, J. L. (1964): Use of Ultrasonics and Visual Appraisal to Estimate Total Muscling in Beef Cattle. J. Anim. Sci. 23. 638-644. pp.
14. Davis, J. K., Temple, R. S., McCormick, W. C. (1966): A Comparison of Ultrasonic Estimates of Rib-Eye Area and Fat Thickness in Cattle. J. Anim. Sci. 25. 1087-1090. pp.

15. De Pape, J. G., Whatley, J. A. Jr. (1956): Live Hog Probes at Various Sites, Weights, and Ages as Indicators of Carcass Merit. *J. Anim. Sci.* 15. 1029-1035. pp.
16. Deland, M. P. B., Hebbeman, B. K. (1992): Sequential scanning of crossbred feedlot steers. *Proc. Aust. Assoc. Anim. Breed. Genet.* 10. 388-391. pp.
17. Dicker, R. W., Fowler, D. G., Perry, D., Sundstrom, B. (1988): Accuracy of real-time ultrasound systems for fat thickness estimation in live cattle. *Australian Society of Animal Production. Proceedings*, 17. 178-181. pp.
18. Domokos Z., Török M., Szabó F., Tózsér J. (2007): A bőr alatti faggyú vastagság mérésének lehetőségei ultrahang-készülékkel a szarvasmarha-fajban. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 56. (3.) 263-278. pp.
19. Duello, D. A. (1993): The use of real-time ultrasound measurements to predict composition and estimate genetic parameters of carcass traits in live beef cattle. PhD értekezés, Iowa State University, Ames, IA, USA.
20. 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. p.
21. Fábrián Gy. (1973): *Állattan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1973., 108-114. pp.*
22. Field, R. A., Schoonover, C. O. (1967): Equations for Comparing Longissimus Dorsi Areas in Bulls of Different Weights. *J. Anim. Sci.* 26. 709-712. pp.
23. Gábor Gy. (2005): Képkalkoló eljárások szaporodásbiológiai felhasználása. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 54. (5.) 504-515. pp.
24. Gere T., Bartosiewicz L. (1979): A szarvasmarha hasznosítási típusának összefüggése egyes testméretek posztembrionális növekedésével. *Állattenyésztés*, 28. (3.) 245-254. pp.
25. Graser, H-U., Reverter, A., Upton, W., Donoghue, K., Wilson, D. E. (1998): Use of real-time ultrasonic measurements of fat thickness and percent intramuscular fat for the Angus breed in Australia. 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Armidale, Australia, 11-16. January 1998.
26. Greiner, S. P., Rouse, G. H., Wilson, D. E., Cundiff, L. V., Wheeler, T. L. (2003a): The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 81. 676-682. pp.
27. Greiner, S. P., Rouse, G. H., Wilson, D. E., Cundiff, L. V., Wheeler, T. L. (2003b): Prediction of retail product weight and percentage using ultrasound and carcass measurements in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 81. 1736-1742. pp.
28. Greiner, S. P., Rouse, G. H., Wilson, D. E., Cundiff, L. V., Wheeler, T. L. (2003c): Accuracy of predicting weight and percentage of beef carcass

- retail product using ultrasound and live animal measures. *J. Anim. Sci.* 81. 466–473. pp.
29. Gresham, J. D. (2004): International study guide, Operator training manual for Aquila and Falco. Pie Medical, <http://www.esaote-piemedical.com> (utolsó letöltés: 2006.08.23.)
  30. Harangi S., Béri B., Gazdó K., Czeglédi L. (2008a): Különböző genotípusú növendék bikák sajátteljesítmény-vizsgálat alatti teljesítményének értékelése. I. Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Napok, Gödöllő, 2008. április 11-12., Előadások és poszterek összefoglaló kötete, 37. p.
  31. Harangi S., Béri B., Varga T. (2008b): Ultrahangos felvételek értékelésének megbízhatósága szarvasmarhánál. XIV. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely, 2008. április 3., ISBN: 978-963-9639-24-9
  32. Hartjen, P., Preisinger, R., Ernst, E. (1993): Schätzung der Schlachtkörperzusammensetzung beim Rind. 1. Mitteilung: Schätzung der Schlachtkörperzusammensetzung am lebenden Rind mit Hilfe von Ultraschallmessungen und Lebendmaßen. *Arch. Tierz.* 36. 315-324. pp.
  33. Hassen, A., Wilson, D. E., Amin, V. R., Rouse, G. H. (1999a): Repeatability of Ultrasound-Predicted Percentage of Intramuscular Fat in Feedlot Cattle. *J. Anim. Sci.* 77. 1335–1340. pp.
  34. Hassen, A., Wilson, D. E., Rouse, G. H. (1999b): Evaluation of Carcass, Live, and Real-Time Ultrasound Measures in Feedlot Cattle: II. Effects of Different Age End Points on the Accuracy of Predicting the Percentage of Retail Product, Retail Product Weight, and Hot Carcass Weight. *J. Anim. Sci.* 77. 283–290. pp.
  35. Hassen, A., Wilson, D. E., Rouse, G. H. (2003): Estimation of genetic parameters for ultrasound-predicted percentage of intramuscular fat in Angus cattle using random regression models. *J. Anim. Sci.* 81. 35–45. pp.
  36. 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. pp.
  37. Hazel, L. N., Kline, E. A. (1953): Accuracy of eight sites for probing live pigs to measure fatness and leanness. *J. Anim. Sci.* 12. 894-895. pp.
  38. Hazel, L. N., Kline, E. A. (1959): Ultrasonic measurements of fatness in swine. *J. Anim. Sci.* 18. 815-819. pp.
  39. Hedrick, H. B., Meyer, W. E., Alexander, M. A., Zobrisky, S. E., Naumann, H. D. (1962): Estimation of rib-eye area and fat thickness of beef cattle with ultrasonics. *J. Anim. Sci.* 21. 362. p.
  40. 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. *J. Anim. Sci.* 72. 2216-2226. pp.
  41. Hetzer, H. O., Zeller, J. H., Hankins, O. G. (1956): Carcass Yields as Related to Live Hog Probes at Various Weights and Locations. *J. Anim. Sci.* 15. 257-270. pp.

42. Holló I., Tőzsér J. (2004): Tenyésztésszervezés, törzskönyvezés és teljesítményvizsgálatok. In: Általános állattenyésztés. Szerk.: Szabó F. Mezőgazda Kiadó, Budapest
43. Holló I., Tőzsér J., Holló G., Zándoki R., Repa I. (2005): A képkotó eljárások felhasználása a szarvasmarha húsirányú szelekciójában. Állattenyésztés és Takarmányozás, 54. (5.) 480-493. pp.
44. Houghton, P. L., Turlington, L. M. (1992): Application of Ultrasound for Feeding and Finishing Animals: A Review. J. Anim. Sci. 70. 930-941. pp.
45. Hulet, C. V. (1969): Pregnancy Diagnosis in the Ewe Using an Ultrasonic Doppler Instrument. J. Anim. Sci. 28. 44-47. pp.
46. Johnson, E. R., Taylor, D. G., Priyanto, R., Meehand, D. P. (1992): The value of eye muscle area in predicting carcass muscle. Australian Society of Animal Production. Proceedings, 19. 68-70. pp.
47. Kallweit, E., Wesemeier, H.H., Smidt, D., Baulain, U. (1994): Einsatz der Magnet-Resonanz-Messung in der Tierzuchtforschung. Arch. Tierz. 37. 105-120. pp.
48. Kelly, M. J., Thompson, J. M., Newman, S., Ferguson, D. M. (1998): Differences between brahman, santa gertrudis and belmont red breeds in subcutaneous fat distribution over the carcass. 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Armidale, Australia, 11-16. January 1998.
49. King, A. M. (2006): Review. Development, advances and applications of diagnostic ultrasound in animals. The Veterinary Journal, 171. 408–420. pp.
50. Kirton, A. H., Mercer, G. J. K., Duganzich, D. M., Uljee, A. E. (1993): The use of commercial grading probes for classifying lamb carcasses. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 53. 393-396. pp.
51. Kovács A. Z., Papp R., Zsoldos R., Véghseő R., Szabari M. (2007): A kor és a termelés hatása red angus anyatehenek háti faggyú vastagságára. Acta Agraria Kaposváriensis 11. (1.) 9-21. pp.
52. Lamb, M. A., Robinson, O. W., Tess, M. W. (1990): Genetic parameters for carcass traits in hereford bulls. J. Anim. Sci. 68. 64-69. pp.
53. Leeds, T. D., Mousel, M. R., Notter, D. R., Zerby, H. N., Moffet, C. A., Lewis, G. S. (2008): B-mode, real-time ultrasound for estimating carcass measures in live sheep: Accuracy of ultrasound measures and their relationships with carcass yield and value. J. Anim. Sci. 86. 3203-3214. pp.
54. Lindahl, I. L. (1972): Early Pregnancy Detection in Ewes by Intrarectal Reflection Echo Ultrasound. J. Anim. Sci. 34. 772-775. pp.
55. Ludwig, G. D., (1950): The Velocity of Sound through Tissues and the Acoustic Impedance of Tissues. The Journal of the Acoustical Society of America, 22. (6.) 862-866. pp.

56. MacNeil, M. D., Bailey, D. R. C., Urick, J. J., Gilbert, R. P., Reynolds, W. L. (1991): Heritabilities and genetic correlations for postweaning growth and feed intake of beef bulls and steers. *J. Anim. Sci.* 69. 3183-3189. pp.
57. Mai, N. T., Luc, K. M., Hai, L. T., Thong, T. T. (2000): Growth performances of the Vietnamese Bach Thao and French Alpine goats and their crossbred offspring in Ninh Thuan, Vietnam. *Proceedings of 7th International Conference on Goats, France, 15-21 May 2000*, 239. p.
58. Matthews, D. J., Merkel, R. A., Wheat, J. D., Cox, R. F. (1960): A Technique for Measuring the Cross-Sectional Axes of the Longissimus Dorsi Muscle and Fat Depth in Lambs. *J. Anim. Sci.* 19. 803-809. pp.
59. 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. pp.
60. McDonald, C. A., Robinson, D. L., Hammond, K. (1990): The use of real time ultrasonic scanning for evaluation of carcass traits in beef cattle. *Australian Association of Animal Breeding and Genetics. Proceedings* 8. 443-446. pp., Hamilton és Palmerston North, NZ
61. McIntyre, B. L., Frapple, P. G. (1988): Estimation of the yield of beef carcasses from measurements of fat thickness over the rib and rump. *Australian Society of Animal Production. Proceedings*, Vol. 17. 242-245. pp.
62. McReynolds, W. E., Arthaud, V. H. (1970): Ultrasonic Application for Estimating Fat Thickness of Beef Cattle. *J. Anim. Sci.* 30. 186-190. pp.
63. Miles, C. A., Fursey, G. A. J. (1974): A note on the velocity of ultrasound in living tissue. *Anim. Prod.* 18. 93-96. pp.
64. Miles, C. A., Fursey, G. A. J., Pomeroy, R. W. (1983): Ultrasonic evaluation of cattle. *Anim. Prod.* 36. 363-370. pp.
65. Miles, C. A., Pomeroy, R. W., Harries, J. M. (1972): Some factors affecting reproducibility in ultrasonic scanning of animals. *Anim. Prod.* 15. 239-249. pp.
66. Miller, M. F., Cross, H. R., Smith, G. C., Baker, J. F., Byers, F. M., Recio, H. A. (1988): Evaluation of live and carcass techniques for predicting beef carcass composition. *J. Anim. Sci.* 63. (Suppl. 1.) 261. p.
67. MLA (Meat & Livestock Australia Limited) (2008): Glossary. <http://www.mla.com.au/HeaderAndFooter/Glossary.htm> (utolsó letöltés: 2008.04.01.)
68. Moeller, S. J. (2002): Evolution and use of ultrasonic technology in the swine industry. *J. Anim. Sci.* 80. (E. Suppl. 2.) E19–E27. pp.
69. Mohammed, I. D., Amin, J. D. (1996): Estimating body weight from morphometric measurements of Sahel (Borno White) goats. *Small Ruminant Research*, 24. (1.) 1-5. pp.
70. Mourad, M., Anous, M. R. (2000): Efficiency of selection index compared with mass selection for improved growth performance of goats. *Proceedings*

of 7th International Conference on Goats, France, 15-21 May 2000. 231. p.

71. Nagy N. (szerk.) (1996): Az állattenyésztés alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1996., 127-130. pp.
72. Newcom, D. W., Baas, T. J., Schwab, C. R., Stalder, K. J. (2005a): Genetic and phenotypic relationships between individual subcutaneous backfat layers and percentage of longissimus intramuscular fat in Duroc swine. *J. Anim. Sci.* 83. 316-323. pp.
73. Newcom, D. W., Baas, T. J., Stalder, K. J., Schwab, C. R. (2005b): Comparison of three models to estimate breeding values for percentage of loin intramuscular fat in Duroc swine. *J. Anim. Sci.* 83. 750-756. pp.
74. Oláh J., Harangi S., Pécsi T., Kovács A., Jávora A. (2008): A kosondó minősége és a kondíció közötti kapcsolat vizsgálata. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia (AWETH)*, <http://www.animalwelfare.szie.hu> 4. (2.) 352-358. pp.
75. Pajor F., Póti P., Láczo E., Tózsér J. (2008): Ultrahang mérések és vágási tulajdonságok összefüggései eltérő életkorú magyar merinó kosbárányokban. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 57. (3.) 229-238. pp.
76. Parrett, D. F., Johnson, R. D., Faulkner, D. B., Malone, D. L. (1987): The use of „Technicare” real-time linear array ultrasound equipment for fat determination in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 65. (Suppl. 1.) 114. p.
77. Pearson, A. M., Price, J. F., Hoefler, J. A., Bratzler, L. J., Magee, W. T. (1957): A Comparison of the Live Probe and Lean Meter for Predicting Various Carcass Measurements of Swine. *J. Anim. Sci.* 16. 481-484. pp.
78. 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. pp.
79. 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. pp.
80. 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*, <http://www.aptcbeef.org> (utolsó letöltés: 2006.08.26.)
81. Perry, T. C., Ainslie, S. J., Traxler, M. J., Fox, D. G., Stouffer, J. R. (1990): Use of real-time and attenuation ultrasonic measurements to determine backfat thickness, rib eye area, carcass marbling and yield grade in live cattle. *J. Anim. Sci.* 68. (Suppl. 1.) 337. p.
82. Pfeiffer, H., Leuthold, G., Wörnke, J., Kairies, O. (1985): Erste Ergebnisse aus Untersuchungen zur Erfassung des Schlachtkörperwertes am lebenden Rind mittels Ultraschall. *Arch. Tierz.* 28. 111-120. pp.

83. Piyasena, P., Mohareb, E., McKellar, R.C. (2003): Review article. Inactivation of microbes using ultrasound: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 87. 207–216. pp.
84. Polák, P., Blanco Roa, E. N., Hetényi L., Krupa, E., Huba, J. (2001): In vivo carcass value estimation using ultrasound and body measurements. Book of abstracts No. 7 (2001) of the 52th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Poster C4.26. Budapest, Hungary, 26th-29th August 2001
85. Porter, S. J., Owen, M. G., Page, S. J., Fisher, A. V. (1990): Comparison of seven ultrasonic techniques for in vivo estimation of beef carcass composition with special reference to performance testing. *Anim. Prod.* 51. 489-495. pp.
86. Price, J. F., Pearson, A. M., Emerson, J. A. (1960a): Measurement of the Cross-Sectional Area of the Loin Eye Muscle in Live Swine by Ultrasonic Reflections. *J. Anim. Sci.* 19. 786-789. pp.
87. Price, J. F., Pearson, A. M., Pfof, H. B., Deans, R. J. (1960b): Application of Ultrasonic Reflection Techniques in Evaluating Fatness and Leanness in Pigs. *J. Anim. Sci.* 19. 381-387. pp.
88. Price, J. F., Pfof, H. B., Pearson, A. M., Hall, C. W. (1958): Some observations on the use of ultrasonic measurements for determining fatness and leanness in live animals. *J. Anim. Sci.* 17. 1156. p.
89. Realini, C. E., Williams, R. E., Pringle, T. D., Bertrand, J. K. (2001): Gluteus medius and rump fat depths as additional live animal ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcasses. *J. Anim. Sci.* 79. 1378-1385. pp.
90. Renand, G., Fisher, A.V. (1997): Comparison of methods for estimating carcass fat content of young Charolais bulls in performance testing station. *Livest. Prod. Sci.* 51. 205-213. pp.
91. Reynolds, W. L., Urick, J. J., Veseth, D. A., Kress, D. D., Nelsen, T. C., Short, R. E. (1991): Genetic parameters by son-sire covariances for growth and carcass traits of hereford bulls in a nonselected herd. *J. Anim. Sci.* 69. 1000-1007. pp.
92. Robinson, D. L., McDonald, C. A., Hammond, K., Turner, J. W. (1992): Live Animal Measurement of Carcass Traits by Ultrasound: Assessment and Accuracy of Sonographers. *J. Anim. Sci.* 70. 1667-1676. pp.
93. Scholz, A. M., Förster, M. (2006): Genauigkeit der Dualenergie-Röntgenabsorptiometrie (DXA) zur Ermittlung der Körperzusammensetzung von Schweinen in vivo. *Arch. Tierz.* 49. 462-476. pp.
94. Shepard, H. H., Green, R. D., Golden, B. L., Hamlin, K. E., Perkins, T. L., Diles, J. B. (1996): Genetic Parameter Estimates of Live Animal Ultrasonic Measures of Retail Yield Indicators in Yearling Breeding Cattle. *J. Anim. Sci.* 74. 761–768. pp.
95. Silva, S. R., Afonso, J. J., Santos, V. A., Monteiro, A., Guedes, C. M., Azevedo, J. M. T., Dias-da-Silva, A. (2006): In vivo estimation of sheep

- carcass composition using real-time ultrasound with two probes of 5 and 7.5 MHz and image analysis. *J. Anim. Sci.* 84. 3433-3439. pp.
96. Silva, S. R., Gomes, M. J., Dias-da-Silva, A., Gil, L. F., Azevedo, J. M. T. (2005): Estimation in vivo of the body and carcass chemical composition of growing lambs by real-time ultrasonography. *J. Anim. Sci.* 83. 350-357. pp.
  97. 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. pp.
  98. Stouffer, J. R., Hogue, D. E., Marden, D. H., Wellington, G. H. (1958): Some relationships between live animal measurements and carcass characteristics of lamb. *J. Anim. Sci.* 17. 1151. p.
  99. Stouffer, J. R., Wallentine, M. V., Wellington, G. W., Dickmann, A. (1961): Development and application of ultrasonic methods for measuring fat thickness and rib-eye area in cattle and hogs. *J. Anim. Sci.* 20. 759. p.
  100. Suzuki, K., Irie, M., Kadowaki, H., Shibata, T., Kumagai, M., Nishida, A. (2005): Genetic parameter estimates of meat quality traits in Duroc pigs selected for average daily gain, longissimus muscle area, backfat thickness, and intramuscular fat content. *J. Anim. Sci.* 83. 2058-2065. pp.
  101. Tait, Jr R. G., Rouse, G. H., Wall, P. B., Busby, W. D., Maxwell, D. L. (2004): Real-time Ultrasound and Performance Measures to Assist in Feedlot Cattle Sorting for Marketing Decisions. Iowa State University, Animal Industry Report 2004., <http://www.ans.iastate.edu>, (utolsó letöltés 2005.10.13.)
  102. Tarouco, J. U., Lobato, J. F. P., Tarouco, A. K., Massia, G. d. S. (2005): Relação entre Medidas Ultra-Sônicas e Espessura de Gordura Subcutânea ou Área de Olho de Lombo na Carcaça em Bovinos de Corte. (Relationship between Ultrasound Measurements and Fat Thickness or Rib Eye Area in Carcass of Beef Cattle.) *R. Bras. Zootec.*, 34. (6.) 2074-2084. pp.
  103. Thériault, M., Pomar, C., Castonguay, F.W. (2009): Accuracy of real-time ultrasound measurements of total tissue, fat and muscle depths at different measuring sites in lamb. *J. Anim. Sci.* 87. 1801-1813. pp.
  104. Tholen, E., Baulain, U., Henning, M. D., Schellander, K. (2003): Comparison of different methods to assess the composition of pig bellies in progeny testing. *J. Anim. Sci.* 81. 1177-1184. pp.
  105. Töyräs, J., Nieminen, M. T., Kröger, H., Jurvelin, J. S. (2002): Bone Mineral Density, Ultrasound Velocity, and Broadband Attenuation Predict Mechanical Properties of Trabecular Bone Differently. *Bone*, 31. (4.) 503–507. pp.
  106. Tózsér J., Balázs F., Márton I., Zándoki R. (2003): Red és aberdeen angus tenyészbika-jelöltek teljesítményei egy tenyészetben. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 52. (1.) 39-50. pp.
  107. Tózsér J., Domokos Z., Bujdosó M., Szentléleki A., Bakus G., Zándoki R., Minorics R. (2004a): A hosszú hátizom területének mérése real-time



- ultrahangkészülékkel a charolais fajtában (előzetes közlemény). *Acta Agraria Kaposvariensis*, 8. (2.) 11-21. pp.
108. Tózsér J., Domokos Z., Bujdosó M., Wolcott, M. L. (2005c): Szarvált és szarvatlan charolais tenyészbikajelölteken a hosszú hátizom területének és a far bőr alatti faggyúvastagságának értékelése real-time ultrahangkészülékkel. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 127. (3.) 131-138. pp.
  109. Tózsér J., Domokos Z., Szentléleki A., Minorics R., Bakus G., Zándoki R., Kovács T., Sváb L. (2005b): Charolais és magyar szürke fajtájú tinók hosszú hátizom területének mérése ultrahang képek alapján. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 54. (4.) 331-338. pp.
  110. Tózsér J., Holló G., Domokos Z. (2001): Az ultrahang sebességen (VOS) alapuló technika legújabb franciaországi eredményei a szarvasmarha vágott felek összetételének becsléséhez. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 50. (3.) 197-204. pp.
  111. Tózsér J., Holló G., Holló I., Seregi J., Repa I. (2004b): A szarvasmarha hosszú hátizom területének mérése real-time ultrahangkészülékkel. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 53. (6.) 539-553. pp.
  112. Tózsér J., Holló G., Holló I., Seregi J., Szentléleki A., Repa I., Zándoki R., Minorics R. (2005d): Magyartarka fajtájú bikák real-time ultrahangkészülékkel mért rostélyos területének és fartájéki bőr alatti faggyúvastagságának változása hizlalás alatt. *Agrártudományi Közlemények*, 2005/18. 11-18. pp.
  113. Tózsér J., Holló G., Holló I., Seregi J., Szentléleki A., Repa I., Zándoki R., Minorics R. (2006a): Real-time ultrahang-készülékkel mért rostélyosterület és fartájéki bőr alatti faggyúvastagság változása holstein-fríz hízbikákon. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 55. (1.) 25-34. pp.
  114. Tózsér J., Minorics R., Bakus G., Szentléleki A., Domokos Z., Zándoki R., Kovács T. (2005a): A szarvasmarha hosszú hátizma területének mérése ultrahangképek alapján, kétféle módszerrel. *A Hús*, 15. (1.) 46-48, 51-52. pp.
  115. Tózsér J., Szentléleki A. P., Zándoki R., Sipos M., Holló G., Holló I., Gabrielné Tózsér Gy., Zsigmond K. (2007): A kiértékelést végző személy hatása a fartájéki bőr alatti faggyúvastagság (P8) real-time ultrahang-készülékkel történő mérésének eredményeire (rövid közlemény). *Acta Agraria Kaposvariensis*, 11. (1.) 65-71. pp.
  116. Tózsér J., Szentléleki A., Zándoki R., Sipos M., Holló G., (2006b): A fartájék bőr alatti faggyúvastagság (P8) mérésének megbízhatósága real-time ultrahang-készülékkel. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 55. (5.). 451-457. pp.
  117. Urban, W. E., Hazel, L. N. (1960): Ultrasonic measurement of fatness in swine during the growing-fattening period. *J. Anim. Sci.* 19. 1228-1229. pp.
  118. Van Vleck, L. D., Hakim, A. F., Cundiff, L. V., Koch, R. M., Crouse, J. D., Boldman, K. G. (1992): Estimated Breeding Values for Meat

Characteristics of Crossbred Cattle with an Animal Model. *J. Anim. Sci.* 70. 363-371. pp.

119. Veseth, D. A., Reynolds, W. L., Urick, J. J., Nelsen, T. C., Short, R. E., Kress, D. D. (1993): Paternal Half-Sib Heritabilities and Genetic Environmental, and Phenotypic Correlation Estimates from Randomly Selected Hereford Cattle. *J. Anim. Sci.* 71. 1730-1736. pp.
120. Waldner, D. N., Dikeman, M. E., Schalles, R. R., Olson, W. G., Houghtonr, 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 Months to 2 Years of Age. *J. Anim. Sci.* 70. 3044-3054. pp.
121. Wall, P. B., Rouse, G. H., Wilson, D. E., Jr. Tait, R. G., Busby, W. D. (2004): Use of ultrasound to predict body composition changes in steers at 100 and 65 days before slaughter. *J. Anim. Sci.* 82. 1621–1629. pp.
122. Watkins, J. L., Sherritt, G. W., Ziegler, J. H. (1967): Predicting Body Tissue Characteristics Using Ultrasonic Techniques. *J. Anim. Sci.* 26. 470-473. pp.
123. Westervelt, R. G., Stouffer, J. R., Hintz, H. F., Schryver, H. F. (1976): Estimating Fatness in Horses and Ponies. *J. Anim. Sci.* 43. 781-785. pp.
124. Wheeler, T. L., Cundiff, L. V., Koch, R. M., Crouse, J. D. (1996): Characterization of Biological Types of Cattle (Cycle IV): Carcass Traits and Longissimus Palatability. *J. Anim. Sci.* 74. 1023–1035. pp.
125. Wild, J. J. (1950): The use of ultrasonic pulses for the measurement of biological tissues and the detection of tissue density changes. *Surgery*, 27. 183. p.
126. Wilson, D. E. (1992): Application of Ultrasound for Genetic Improvement. *J. Anim. Sci.* 70. 973-983. pp.
127. Wilson, D. E., Willham, R. L., Northcutt, S. L., Rouse, G. H. (1993): Genetic parameters for carcass traits estimated from Angus field records. *J. Anim. Sci.* 71. 2365-2370. pp.
128. Wilson, S. P., Squiers, C. D., Warren, W. M. (1958): Carcass quality in swine as evaluated by live animal measurements. *J. Anim. Sci.* 17. 1136. p.
129. Wiseman, T. G., Mahan, D. C., Moeller, S. J., Peters, J. C., Fastinger, N. D., Ching, S., Kim, Y. Y. (2007): Phenotypic measurements and various indices of lean and fat tissue development in barrows and gilts of two genetic lines from twenty to one hundred twenty-five kilograms of body weight. *J. Anim. Sci.* 85. 1816-1824. pp.
130. Wolcott, M. L., Stephens, E. M., Ferguson, D. M., Thompson, J. M. (1996): The prediction of retail beef yield from live animal real time ultrasound measurements. Australian Society of Animal Production. Proceedings, 21. 478. p.
131. Wolcott, M. L., Thompson, J. M., Ferguson, D. M., Skerritt, J. W., Robinson, D. L. (1997): Prediction of retail beef yield from real time ultrasound scans recorded at weaning, the commencement of finishing and pre-

- slaughter. Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics. Proceedings, Dubbo, NSW., 12. 734-737. pp.
132. Woodward, B. W., Pollak, E. J., Quaas, R. L. (1992): Parameter Estimation for Carcass Traits Including Growth Information of Simmental Beef Cattle Using Restricted Maximum Likelihood with a Multiple-Trait Model. *J. Anim. Sci.* 70. 1098-1109. pp.
  133. Youssao, A. K. I., Verleyen, V., Leroy, P. L. (2002a): Evaluation de la composition de la carcasse et de la qualité de la viande par ultrasonographie chez le porc. *Ann. Méd. Vét.* 146. 19-29. pp.
  134. Youssao, A. K. I., Verleyen, V., Michaux, C., Clinquart, A., Leroy, P. L. (2002b): Evaluation par ultrasonographie en temps réel de la teneur en gras intramusculaire du porc Piétrain. *Ann. Méd. Vét.* 146. 249-255. pp.
  135. Zobriský, S. E., Tribble, L. F., Moody, Wm. G., Naumann, H. D. (1960): Live hog and carcass relationships between boar, barrow and gilt littermates. *J. Anim. Sci.* 19. 1245. p.
  136. Zobriský, S., Brady, D. E., Lasley, J. F. (1953): Significant relationships in pork carcass evaluation. *J. Anim. Sci.* 12. 904-905. pp.