

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	2.
1.1. Célkitűzés.....	3.
2. Irodalmi áttekintés	3.
2.1. Sertések színhústartalmának <i>in vivo</i> meghatározása CT-vel.....	3.
2.2. Sertés féltetek vizsgálata	6.
2.3. A bacon összetétel meghatározásának lehetőségei.....	8.
3. Saját vizsgálatok	9.
3.1. Anyag és módszer	9.
Kísérleti állatok.....	9.
CT képalkotás elve	10.
CT felvételezés	11.
Képfeldolgozás	11.
Alkalmazott biometriai eljárások.....	13.
3.2. Eredmények és megbeszélés.....	13.
3.2.1. A vizsgálati metodika kidolgozása	13.
3.2.2. A bacon rész szöveti összetételének testtömegfüggő változása	17.
3.2.3. Kétirányú szelekciós kísérlet	18.
Szülői nemzedék jellemzése	18.
Utódnemzedék jellemzése	20.
4. Következtetések	23.
5. Összefoglaló.....	24.
6. Summary	25.
7. Irodalomjegyzék	26.

1. Bevezetés

Az utóbbi évtizedekben a folyamatos, erős szelekció következtében a sertések színhústartalma folyamatosan nőtt. Ezzel párhuzamosan a zsírtartalom szignifikánsan csökkent. Az utóbbi folyamatot nem elsősorban a fogyasztói igények indukálták, hanem sokkal inkább a sertés előállítás és feldolgozás ökonómiai szempontjai (Whittemore, 1998). Napjainkban a sertés piac két részre osztható. Az egyik alapanyagot állít elő a feldolgozóipar számára, míg a másik – egyre növekvő fontosságú – ellátja a vásárlókat magas minőségi követelményeket kielégítő húsokkal és bacon szalonnával. A fogyasztók részéről egyre növekvő igény mutatkozik a kedvező hús/zsír arányt mutató szalonnaféleségek iránt (Warris, 2001). A jelenlegi piaci megítélés a minél húsosabb, izommal jól átszótt, kevés zsírt tartalmazó szalonnát részesíti előnyben. Mindemellett a bacon jelleg tulajdonképpen szubjektív jellemzője az oldal- és hasszalonnának – különféle tájegységek, országok megítélése ebből a szempontból lényeges eltéréseket mutat.

Magyarországon 2003-ban 3300 tonna ún. szakított császár szalonnát (oldalsó hasi részt) dolgoztak fel, melyből 2800 tonna került itthoni fogyasztásra (Menczelné, 2004). Mind a hazai, mind a külföldi fogyasztói szokásokra jellemző a feldolgozott termékek iránti fokozódó kereslet. A bacon rész – zsírral való átszóttóságából eredően – kiváló alapanyagot biztosít pácolt, különleges ízesítésű termékek gyártására.

A Kaposvári Egyetem Állattudományi Karán található infrastrukturális háttér, a korábbi, sertés vizsgálati eredmények (Kövér és mtsai, 1993; Horn és mtsai, 1997), valamint az ISV Hústermelést Szervező Részvénytársasággal történő szoros együttműködés jó lehetőséget biztosított számunkra az oldalsó hasi rész vizsgálatát illetően.

1.1. Célkitűzés

Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Programhoz (2001) kapcsolódó munkánk során célunk egy olyan vizsgálati metodika kidolgozása volt, amely lehetővé teszi a bacon rész szöveti összetételének objektív, *in vivo* vizsgálatát. A módszerre alapozva célul tűztük ki az oldalsó hasi rész izom/zsír arányának jellemzését a rendelkezésre álló lapály populációban. Ezt követően a munkacsoport a kialakított módszertan alkalmazhatóságát kétirányú szelekciós kísérlettel kívánta igazolni.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. Sertések színhústartalmának *in vivo* meghatározása CT-vel

Skjervold és mtsai (1981) a vizsgált sertésekről meghatározott anatómiai pontokon készítettek felvételeket. Ezt követően ezek metszési síkjában 1-1 cm széles szeleteket vágtak ki, majd azok teljes kémiai analízise során meghatározták a víz-, fehérje- és zsírtartalmat, illetve kiszámították az energiatartalmat. Az adott szeletre vonatkoztatva az R^2 értékek sorrendben a következők voltak: 0,85; 0,80; 0,89; 0,85.

Sertéseken végzett korai CT vizsgálatokról Vangen (1992) adott összefoglalást. Ebben a tomográfiás eljárás leírásán túlmenően ismerteti az eltérő képfeldolgozási lehetőségeket, összehasonlítva az ún. norvég, illetve ausztrál iskola módszerét. A norvég közelítésre adnak példát a karkasz összetételének *in vivo* meghatározása érdekében Allen és Vangen (1984), Vangen (1984) és Vangen és mtsai (1984) által végzett vizsgálatok. A szerzők 11 jól azonosítható anatómiai ponton készítettek felvételeket a 9. hátsigolyától a combcsont nyaki végéig. A CT-felvételek elkészülte után a vegyes ivarú sertéseket levágták. A képfeldolgozás során felvett pixelgyakorisági értékeknek, valamint az élőtömegnek és az ivarnak, mint független változóknak segítségével a zsír és az

energia esetében 0,98-as, a fehérjénél pedig 0,93-as R^2 értéket kaptak MGLH stepwise analízissel. A Vangen és mtsai (1984) által közölt becslő egyenleteket Storlien és Sehested (1992) a későbbiekben tesztelte. A korábban felállított egyenletek használatával – független mintán – lényegesen alacsonyabb regressziós koefficiens értékeket kaptak. A becslések pontossága nem érte el még az ultrahangos vizsgálatokét sem. Ezt egyrészt az egyenletekbe bevont, viszonylag alacsony számú CT-változóval és azok egymással való szoros kapcsolódásával, másrészt az egyenletek nagyfokú érzékenységevel magyarázták, és más biometriai módszerek alkalmazását javasolták. Luiting és mtsai (1992) új megközelítéssel próbálkoztak duroc és norvég lapály sertés létfenntartó takarmányszükségleti értékének vizsgálatakor. Statisztikai feldolgozásuk során a gyakoriságeloszlási görbét matematikai módszerekkel három normál eloszlású összetevőre bontották, így a zsír, a víz és a fehérje esetében három egyedi görbét kaptak. Utóbbiak egymáshoz viszonyított arányát, az eloszlások átlag- és szórás értékeit maximum likelihood módszerrel becsülték, melynek eredményeképpen a duroc létfenntartó takarmányigényét találták alacsonyabbnak. Későbbi vizsgálataikban (Luiting és mtsai, 1995) hasonló képfeldolgozásra alapozva megállapították, hogy 65 kg-os élőtömegben a lapály sertések zsírszövetének denzitása meghaladta a durocét, jelezve ezzel az *intermuscularis* zsírtartalom különbözőségét.

Más megközelítést választottak az ausztrál kutatók, akik fix anatómiai pontok helyett egymástól 30-50 mm távolságra lévő sorozatképekkel dolgoztak. A teljes állatról 20-30 felvételt készítettek, majd CATMAN nevű programjukkal értékelték azokat (Thompson és Kinghorn, 1992). Az eljárás lényege a kétdimenziós CT-felvételek háromdimenziós adattá alakítása, amely a testösszetevők térfogatos becslését teszi lehetővé. A két – norvég és ausztrál – értékelési mód célja eltérő. Amíg az előbbi nagy becslési pontosságra törekszik, ezzel párhuzamosan viszonylag szűk értelmezési tartományban (adott

genotípusra, meghatározott tömeg intervallumra) használható, addig az utóbbi a növekedés, vagy a takarmányozás testösszetételre gyakorolt hatásainak követésére alkalmas.

Az ún. norvég módszer eredményeit foglalta össze Kolstad (1996) PhD tézisében. Vizsgálatainak középpontjában a létfenntartó takarmányon tartott Norvég lapály és Duroc sertések ivarfüggő zsír eloszlásának és mobilitásának vizsgálata állt. Összehasonlító CT vizsgálataiban megadta az *inter/intramuscularis* zsír arányának, valamint a *subcutan* zsír mennyiségének változását a hizlalás során (Kolstad és mtsai, 1996). Módszertanilag hasonló módon vizsgálták az energia megoszlás genetikai eltéréseit ismételt CT felvételezéssel (Kolstad és mtsai, 2002). A létfenntartó szükséglet felett adott ME eloszlását vizsgálva megállapították, hogy a takarmány okozta hőtermeléshez képest a genetikailag zsíros állománynak volt a legnagyobb nettó energia retenciója. Ebből a szempontból a duroc köztes állapotot mutat, míg a lapály a legalacsonyabb nettó energia retencióval jellemezhető.

Kaposváron 1990 végétől folynak CT-re alapozott, intenzív sertésvizsgálatok. Az első eredményekről Kövér és mtsai (1993) számoltak be, akik ivadékteljesítmény-vizsgálati (ITV) vágást közvetlenül megelőzve tomografáltak lapály típusú sertéseket. A spirál tomográfia felhasználásának lehetőségeit sertéseken Horn és mtsai (1997) vizsgálták. KA-HYB hibrideken végzett kutatásaik során először élő állapotban, majd a 4 °C-ra hűtött karkaszokon is meghatározták a szöveti összetételt. Utóbbi esetben az R^2 értékek 0,93-0,95-nek adódtak, melyek 0,2-0,3-al meghaladták az élő állapotban mérteket. Szabó (2001) takarmányozási aspektusból közelítette a CT felhasználási lehetőségeit. A takarmány eltérő ileálisan emészthető lizin/emészthető energia arányának hatását vizsgálta a testösszetételre részben élő állatokon, részben féltesteken. Metodikai jellegű vizsgálatain során megállapította, hogy minden ötödik spirál CT felvétel (50 mm-es lépésköz) elegendő a szöveti térfogatok kielégítő becsléséhez.

2.2. Sertés féltetek vizsgálata

Hazánkban 1998. január 1-jétől valamennyi vágóhídon kötelező a vágás utáni minősítés és osztályba sorolás. A levágott sertések minősítése a vágószalagon történik. A színhústartalom becslésére kidolgozott eljárások közül leginkább a szúrószonvás módszereket alkalmazzák (Fat-O-Meter). Ennek segítségével határozzák meg a színhúsarányt a bőrös, hasított sertésfelek szalonna- és izomrétegeinek mérése alapján. A színhústartalom meghatározható az ún. ZP (kétpontos) minősítési eljárással is. Ez esetben a hasítási felületen a megadott mérési helyeken történik az adatfelvételezés, majd egy algoritmus alapján a színhústartalom kiszámítása. Már Magyarországon is üzemel AUTOFOM készülék, ami megközelítően 1,5 %-os színhústartalom becslési pontosságával a legmodernebb vágóhídi minősítő berendezésnek tekinthető. Az automata berendezés közel 3200 egyedi mérést végez a teljes testen a lapockától a farig, így gyakorlatilag háromdimenziós felvételt készít a test *dorsalis* részéről. Ezt követően a számítógép színhústartalmat számol (Haighton, 2002). Pontosabb információt szolgáltat a berendezés a feldolgozó számára azzal, hogy a hús teljes testen belüli eloszlását is becsli, amikor kiszámítja az eladható hús mennyiségét (kg-ban) a karajban, tarjában, sonkában, lapockán. A mérést követően a féltetek az éjszakai hűtve tárolás előtt csoportosíthatók a speciális vásárlói igények szerint. A hasonló féltetek másnap egy tételként, együtt kerülhetnek feldolgozásra. Egy ilyen rendszer által megvalósított előnyök számos megtakarítást eredményeznek, melyek továbbíthatók a termelők felé.

Felhasználva az ismertett AUTOFOM berendezés előnyeit, Németországban néhány nagy vágóhídon az átvételi ár megállapításakor a darabolt félteteket részenként értékelik. A módszer előnye, hogy a feldolgozó üzem befolyásolni tudja a sertéstermelőket a piaci szempontoknak megfelelő vágóalapanyag előállítására érdekében. A vásárlók és feldolgozóipar igényeinek megfelelő,

egyöntetű állományok kialakítása a tenyésztőszervezetek kiemelt érdeke, s mint ilyen, objektív vizsgálati módszerek kidolgozását teszi szükségessé.

Az élő sertések vizsgálata mellett a karkasz színhústartalmának mérésére is kipróbálták a CT módszert. Sehested és Vangen (1988) korai vizsgálataik alapján a tomográfot alkalmasnak tartják ultrahangos és egyéb karkasz minősítő műszerek kalibrálására. Az Európai Unió szabályozása szerint minden, a színhústartalom meghatározására szolgáló karkasz minősítő készüléket kalibrálni kell, legalább 120 sertés féltesten. A ma hivatalosan elfogadott ún. „EU referencia módszer” (Council Regulation No. 3220/84) a bal karkasz standardizált darabolásán, majd a fő részek (comb, karaj, tarja, lapocka, oldalas, dagadó) szöveti összetételének meghatározásán alapul. Az EU szerinti színhústartalom kiszámítása során a fő részekből származó hús, továbbá a vesepecsenye tömegét a féltest százalékában adják meg, majd szorozzák 1,3-mal. Az eljárásnak számos hátránya van: igen költséges, nagy az időigénye és a megfelelő pontosságú munkához különösen képzett henteseket igényel. Ezen problémák ismeretében az EU 5. Keretprogram által finanszírozott „EUPIGCLASS” projekt részeként került sor vizsgálatokra a Kaposvári Egyetemen. Ezek célja objektív, a próbavágást kiváltó referenciamódszer létrehozása volt CT módszerek fejlesztésére alapozva. Az előzetes eredményeket Dobrowolski és mtsai (2004) foglalták össze. A szerzők szerint a kialakított eljárás alkalmas arra, hogy helyettesítse a jelenleg alkalmazott referencia módszert a sertés karkaszok színhústartalmának meghatározásában. A bemutatott eredmények alapján a színhústartalom-becslés igen robusztusnak tűnik, ugyanakkor szignifikáns hatást gyakorol az eredményre az, hogy melyik oldali féltesten alapul. A módszer hibája nem nagyobb az eddig referenciának használt kulmbachi típusú darabolásnál (1 %), azonban könnyen standardizálható. További kísérletek szükségesek a módszer megbízhatóságának vizsgálatára különböző genotípusok, illetve eltérő CT berendezések esetében. Az azonban az eddigi eredmények

alapján is kijelenthető, hogy a nemzetközileg standardizált sertés karkasz minősítésben hosszú távon a CT képalkotásnak kiemelt szerepe várható.

2.3. A bacon összetétel meghatározásának lehetőségei

Jelenleg a bacon rész összetételének becslése szubjektív módszerrel történik, esetleg a színhústartalom alapján indirekt módon kerülnek kiválogatásra az izmoltabb hasi résszel bíró féltetek.

A húsipar a baconszalonna-gyártásra a sertések szalonnás oldalas részét hasznosítja. A bőrös szalonnás oldalast és a dagadót a negyedik és az ötödik borda között, illetve a comb alatt választják le. A dagadót és a bordákat a karaj mellett haladva vágják. Az oldalast ezt követően megtisztítják, és a bordákat, valamint a bordaporcokat a bordaközi izmok nélkül eltávolítják. A kapott darabot négyszögletűre formázzák úgy, hogy az csecsbimbókat ne tartalmazzon. Ügyelve, hogy az előírt szalonna-hús arány meglegyen, 3-5 cm magas, 15-22 cm széles, 30-40 cm hosszú, bőrözött téglalapokat készítenek. A bacon jelleget a húsipari gyakorlat az oldalszalonnából készült metszéslap vizsgálatával ellenőrzi. Eszerint a vágásfelületen legalább három húscsíknak kell lenni az áru bármely részén (Gárgyán, 1983; Kométa, 2004).

Az a tény, hogy a hasi rész szerepe felértékelődik, objektív, a szöveti összetételt meghatározó módszerek kidolgozását igényli (Pfeiffer és mtsai, 1993). Ennek érdekében többféle műszeres eljárást kipróbáltak, így a VIA (video image analysis) módszert (Schwerdtfeger és mtsai, 1993), a valós idejű UH (real time ultrasound) eljárást (Liu és Stouffer, 1995), az MR képalkotást (Baulain és Henne, 1999), a TOBEC módszert (Swan és mtsai, 2001), és a DEXA eljárást (Marcoux és mtsai, 2003).

3. Saját vizsgálatok

3.1. Anyag és módszer

Kísérleti állatok

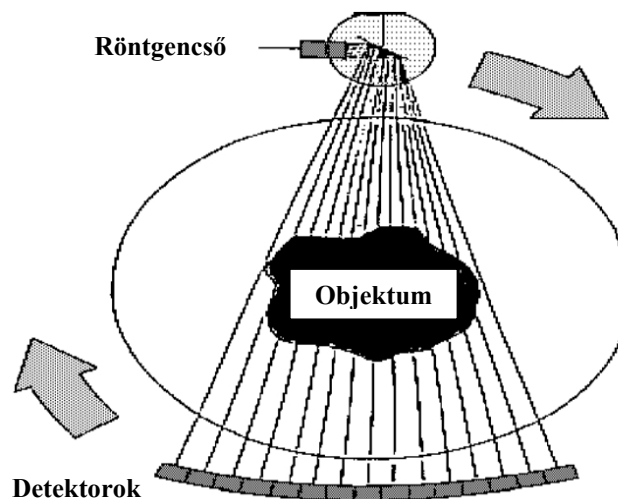
A bacon rész szöveti összetételének metodikai célú vizsgálatokor 130 húsertést (71-145 kg-os testtömeg tartományban) felvételeztünk CT-vel. Az állatokat, melyek színhústartalma 35 és 68 % között változott, FAT-O-méteres vizsgálat alapján választottuk ki egy nagy mintából. A képalkotó vizsgálatokat követően a sertéseket az EU referencia módszer szerint próbavágtuk. További 10 lapály típusú ártányt vittünk CT-re 70, 90 és 110 kg-os testtömegben az oldalsó rész szöveti összetételének tömegfüggő vizsgálata érdekében.

A szelekciós célú vizsgálatokban használt lapály vonal 1990-től zárt, az átlagos állatlétszám 80-90 tenyészkoca és 10-12 kan generációnként. Az eredeti alappopulációt Norvégiából importálták úgy, hogy tenyészanyag kiválasztását a NORSIN cég (Ås), illetve a PATE Állattenyésztési Kara együttesen végezték CT vizsgálatok felhasználásával. A vizsgálatba vont kanokat és kocasüldőket központi teljesítményvizsgáló állomáson tesztelték. A legfontosabb hízalási és vágási tulajdonságok a következők voltak: vágáskori életkor: 153 nap (105 ± 2 kg), napi testtömeg-gyarapodás: 971 g, takarmányértékesítés: 2,53; a karkasz színhústartalma: 55,8 %. A jellemző reprodukciós tulajdonságok a következők voltak: választott malacok száma ellésenként: 9,3; 21 napos alomtömeg: 6,1 kg (OMMI, 2003).

A bacon jelleg javítására irányuló szelekciós kísérletek során a szülői generáció vizsgálatokor 130 lapály típusú hímivarú, illetve 87 nőivarú sertést vontunk be, melyekből 80, illetve 50 egyed került CT-re. Az első szelektált nemzedék vizsgálatokor összesen 33 kan- és 40 kocasüldőt vittünk CT felvételezésre. A szülői populáció CT felvételezése 2003 tavaszán, az első szelektált utódnemzedék vizsgálata egy évvel később történt.

CT képképzés elve

Tekintettel arra, hogy saját vizsgálatainkat a CT eljárásra alapoztuk, a továbbiakban a módszer elvét és gyakorlati kivitelezését részletesebben ismertetem. A computer tomográf működését az 1. ábra szemlélteti. A kép felső részén látható a változtatható vastagságú sugárnyalábot kibocsátó röntgenső, vele szemben az alsó oldalon a detektor mező. A készülék működése közben e két egység egymással szinkronban teljes fordulatot ír le a vizsgálandó tárgy, illetve állat körül.



1. ábra A computer tomográf működési elve

Mozgása közben tetszőlegesen megválasztott elfordulási szögenként 1-2 ms-os röntgen impulzust bocsát ki, melyet a mindenkor vele szemben elhelyezkedő detektor mező fog fel. A felvétel elkészítésekor bizonyos határok között állítható az érintett keresztmetszeti sík vastagsága. A CT számítógépe fordulási szögenként az egyes detektorokhoz érkező sugárintenzitás értékekhez egy-egy számot rendel. Ezekből, valamint a hozzájuk tartozó forgási pozíció értékekből készíti el a berendezés számítógépe a CT felvételt. Ez egy 512 x 512-es mátrix, amelynek minden egyes elemére a keresztmetszeti terület egy-egy elemi négyzetének (pixel) röntgensugár-elnyelő képessége jellemző.

Az eddigiekben ismertetett technikai részleteken túl a CT alkalmazásának elvi lehetőségét az adja, hogy a különböző szövettípusok röntgensugár-elnyelő képessége eltérő. A denzitásértékek alapján a szövetféleségek a módszer gyakorlati kidolgozójáról, Hounsfield-ről elnevezett skálán elkülöníthetők. Megállapodás szerinti ezen skála 0 pontja a víz denzitásértéke. Az eltérő szövetféleségekre különböző, egymást nem átfedő Hounsfield-érték (HU) tartományok jellemzők. A zsír-, illetve izomszövet denzitásértéke a -200 – -20, illetve 20 – 200 közötti HU tartományban található.

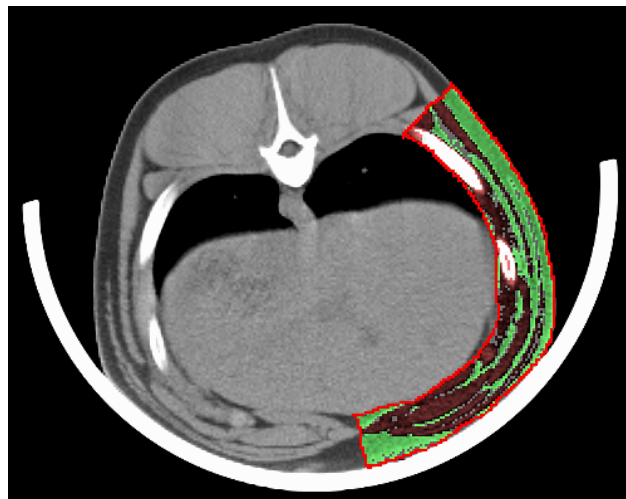
CT felvételezés

Az *in vivo* CT felvételezéseket a Kaposvári Egyetem Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézetében Siemens Somatom Plus 40 Spirál CT berendezéssel végeztük. A vizsgálatokra 12 órás éheztetést követően, altatásban került sor (premedikáció 12-15 mg/ttkg SBH-ketamin (Protulab Pharma) és 0,2 mg/ttkg 2%-os xylazin (Rometar, Spofa) i.m., ezt követően 1,5-2 T^o%-os Isoflurane-gázos (Foran, Abbott Lab) maszkos inhaláció). 10 mm-es szeletvastagsággal, teljes átfedéssel készítettük felvételeket a vizsgált egyedek hasi részéről (lapockáktól a vesetájékig), illetve az első kísérlet során a teljes testről (1. nyakcsigolyától a hátulsó végtag csánkizületéig).

Képfeldolgozás

A bacon rész értékelése során a képek elemzését a lapockaporcot követő első felvétellel kezdtük és az utolsó borda utáni harmadik képig folytattuk a jobb oldali testfélen. A *sternumot* megfelelően, illetve a fehérvonal mentén haladva a hason *dorso-ventralis* – a test felezősíkjára illeszkedő – metszévonalat húztuk, majd a hasfal és a belső szervek között, a mell-, illetve hashártyán *dorsalis* irányba haladva a *m. iliocostalisig* folytattuk a keretezést. A *m. iliocostalis* a test érintőjére merőlegesen, de a *m. trapeziust* nem érintve feleztük, s a keretet a test

külső vonala mentén *ventralisan* haladva zártuk (2. ábra). Így gyakorlatilag a bőrös oldalához tartozó minden izom- és zsírszövetet keretbe foglaltuk. A felvételek értékelése során posztprocesszáló szoftver (CTPC – Berényi és Kövér, 1995) segítségével a pixeldenzitás adatokat rögzítettük, majd a HU skála -200 és +200 közötti tartományát kiemeltük (zsír-izom tartomány), kizárva ezáltal a jelentős pixelgyakorisággal rendelkező extrém denzitásértékű csontszövetet, illetve levegőt. Ezt követően a szomszédos 10-10 Hounsfield érték, illetve az azokhoz tartozó pixelgyakoriságok összevonásával 40 változót (HUv) képeztünk (Romvári és mtsai, 1998). Eszerint a zsír-, illetve izomszövet jellemző HUv tartományai: 0-18, illetve 22-40 HUv.



2. ábra Sertés oldalsó hasi részének CT vizsgálata

A CT képet alkotó pixelek valójában olyan adott térfogatú hasáboknak (voxel) tekinthetők, amelyeket egy-egy átlagos röntgensugár elnyelődési értékkel lehet jellemezni. Az általunk alkalmazott felvételezési és képfeldolgozási technikánál ezek térfogata megközelítően 40 mm^3 . Ez az elvi alapja annak, hogy képesek vagyunk tetszőleges HU intervallumba tartozó szöveti összetevő térfogatát meghatározni.

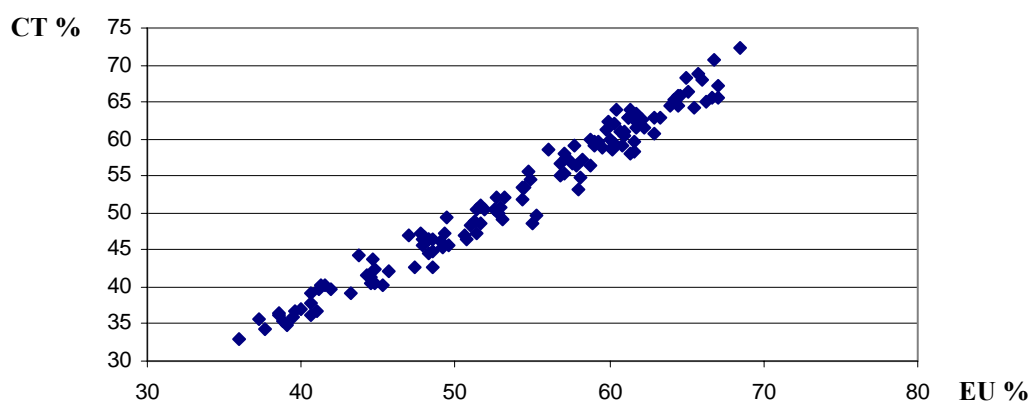
Alkalmazott biometriai eljárások

A hasi rész izom/zsír arányának és a testtömegnek (70, 90 és 110 kg) a kapcsolatát lineáris regressziós modellel jellemeztük. Vizsgálataink eredményességének statisztikai igazolásához szükséges varianciaanalízist (egyutas ANOVA) és a kapcsolódó LSD tesztet SPSS 10-es programcsomaggal végeztük el (SPSS Inc., 1999). A teljes test és a bacon rész szöveti összetétele a HU változókön alapuló NURBS algoritmussal képzett háromdimenziós hisztogramok segítségével került szemléltetésre (TableCurve3D – SYSTAT Software Inc., 2002).

3.2. Eredmények és megbeszélés

3.2.1. A vizsgálati metodika kidolgozása

A CT vizsgálatok alapján meghatározott izomarány és a próbavágások során mért színhústartalom közötti összefüggés magas korrelációs értéke ($r = 0,97$) bizonyítja az *in vivo* módszer alkalmazhatóságát a színhústartalom meghatározásában (3. ábra). Hasonló az összefüggés szorossága ($r = 0,95$) a zsírtartalom becslésénél. A kapott eredmények jó egyezést mutatnak Horn és mtsai (1997) által közölt adatokkal.



3. ábra A CT-vel mért és a próbavágás során meghatározott színhústartalom összefüggése

A képfeldolgozás során először a teljes testen, illetve a hasi részen belüli izom/zsír arányt határoztuk meg, majd ezek alakulását vizsgáltuk az eltérő testtömeg kategóriákban. A becsült értékeket és a tömegkategóriákat az 1. táblázat tartalmazza, kiegészítve az egyes kategóriákhoz tartozó, CT-vel meghatározott színhústartalommal.

1. táblázat Az eltérő testtömegű csoportok jellemzői
(n = elemszám; I/Z = izom/zsír arány)

Testtömeg kategóriák	n	Átlagos testtömeg [kg] ± szórás	Átlagos színhús %	I/Z a hasi részben	I/Z a teljes testben
1	12	76 ± 6,8	50,6	1,13	2,16
2	28	92 ± 2,6	51,6	1,20	2,49
3	19	99 ± 3,2	50,5	1,01	2,13
4	11	111 ± 2,3	51,0	1,02	2,05
5	16	123 ± 2,9	55,4	1,34	2,75
6	29	129 ± 2,6	56,7	1,34	2,91
7	15	140 ± 2,7	49,1	0,81	1,76

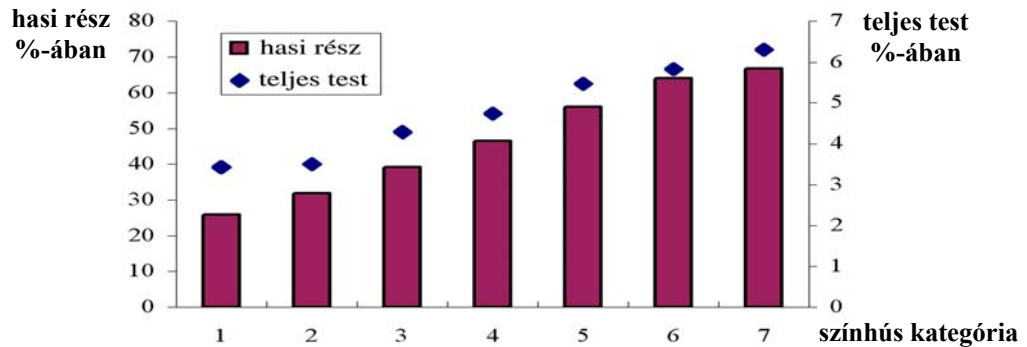
A közölt adatok alapján nem volt szignifikáns eltérés a különböző testtömeg kategóriákhoz tartozó arányértékek között. Ennek alapján megállapítható, hogy a testtömeg ismerete önmagában nem alkalmas a hasi rész szöveti összetételének jellemzésére.

Ezt követően a vizsgálatba vont sertéseket a CT-vel meghatározott színhústartalom alapján hét csoportra osztottuk. A 2. táblázatban közölt adatokból látható, hogy az izom/zsír arány emelkedése – a teljes testen, illetve a hasi részen belül – egyúttal a színhústartalom növekedésével.

2. táblázat Az eltérő színhústartalmú csoportok jellemzői
(n = elemszám; I/Z = izom/zsír arány)

Színhús kategória	n	Átlagos testtömeg [kg]	Átlagos színhús % ± szórás	I/Z hasi részben	I/Z teljes testben
1	15	104	36,3 ± 1,8	0,37	0,82
2	15	110	41,4 ± 2,1	0,49	1,07
3	23	117	46,9 ± 1,9	0,69	1,42
4	17	112	52,3 ± 2,2	0,96	1,89
5	19	94	57,4 ± 1,9	1,42	2,78
6	27	117	62,0 ± 1,5	1,65	3,53
7	14	121	67,1 ± 1,3	2,41	5,19

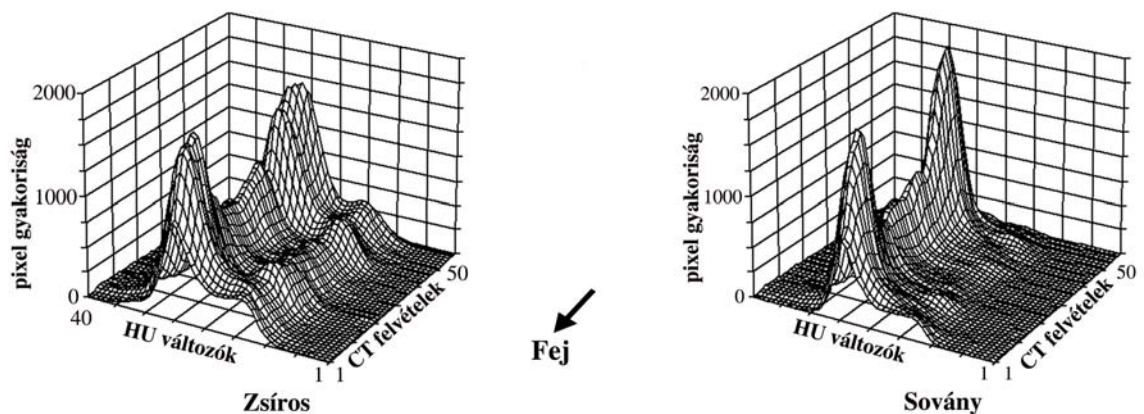
A szignifikáns változást jól szemlélteti a 4. ábra, melyen a hasi rész izomtérfogata a teljes test, illetve a hasi rész teljes térfogatához viszonyítva, százalékosan van feltüntetve.



4. ábra Az izomszövet arányának változása a teljes testben, illetve az oldalsó hasi részben a színhústartalom függvényében

A bemutatott eredmények szerint a hasi rész izomszázalékában mért eltérés (26 és 67%) a két szélsőséges színhústartalmú csoport között (36 és 67%) több mint kétszeres.

A legzsírosabb és a legsoványabb sertések testösszetételének alakulását szemléltetik az 5. ábrán látható háromdimenziós hisztogramok.

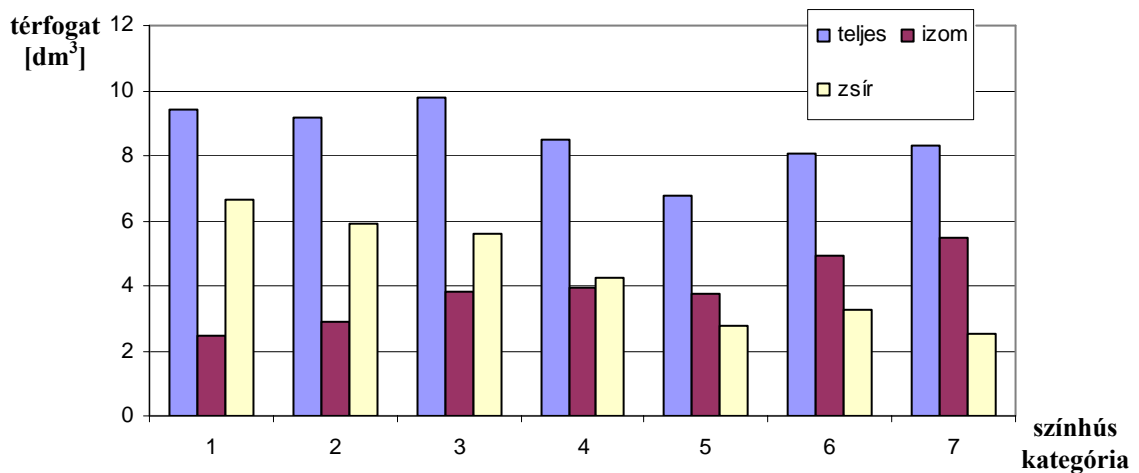


5. ábra Az izom- és zsírszövet mennyisége és eloszlása két szélsőséges színhústartalmú sertésben

Az izomszövetre jellemző tartományban (HUv 22-40) mindkét csoporton belül két jellemző csúcs látható. A fej felől számítva az első a lapocka tájék (2-15. CT felvétel). A következő alacsonyabb terület a törzs régiója, majd ezt követi a

legnagyobb kiemelkedésként a comb tájéka (40-58. CT felvétel). A zsír tartományban (HUv 1-18) rendkívül erős eltérés látható a két csoport között.

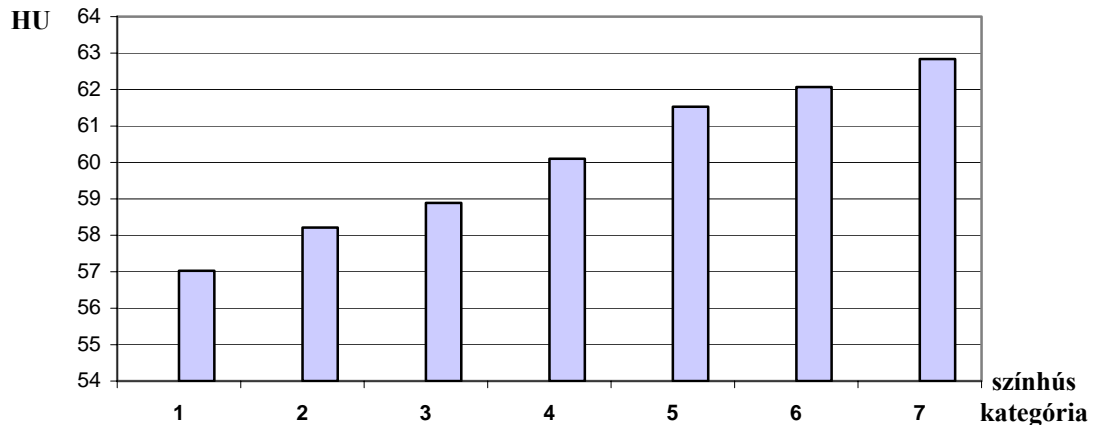
A szöveti összetétel hasi részen belüli térfogatos változásait a 6. ábra szemlélteti. Figyelemre méltó módon a hasi rész teljes térfogatában ($8,6 \pm 1 \text{ dm}^3$) viszonylag alacsony, nem szignifikáns eltéréseket találunk az eltérő színhústartalmú csoportok között. Ugyanakkor a zsírszövet átlagos mennyisége 6,6-ről $2,5 \text{ dm}^3$ -re csökken, ezzel párhuzamosan az izomszöveté 2,4-ről $5,5 \text{ dm}^3$ -re nő. A hasi rész színhústartalmának becsült értéke megfelelt az irodalmi adatoknak. Húsz évvel ezelőtt egy tipikusnak tekinthető hasi rész színhústartalma 45 % alatt maradt (azonos a 3. színhús kategóriával) 103 kg-os vágótömegben (Johnson és mtsai, 1984). Napjainkban a vonatkozó érték 60 % körüli (hasonló a 6. színhús kategóriához) 85 kg-os élőtömegben mérve (Tholen és mtsai, 2003).



6. ábra A hasi rész szöveti összetételének változása

A nagyszámú vizsgálati adat további lehetőséget biztosít a húsmínőség jellemzésére. A 7. ábrán a színhústartalom alapján rendezett sertéscsoportok izomszövetének átlagos röntgensugár denzitásai láthatók. A jellemző értékek 57 és 63 HU érték között változnak, jelezve azt, hogy a színhústartalom emelkedésével párhuzamosan az *intramuscularis* zsírtartalom csökken.

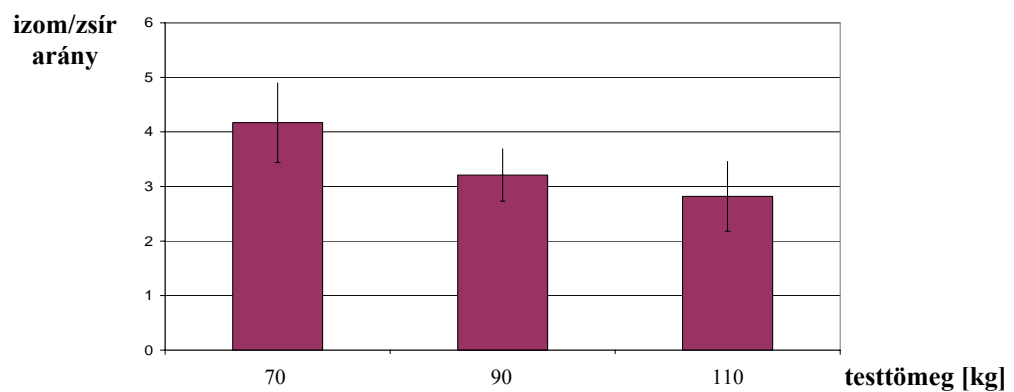
Nyulakon folytatott vizsgálataiban Milisits (1998) fordított hatást írt le. A hosszú hátizom víztartalmának növekedésével párhuzamosan a jellemző denzitásértékek csökkenését tapasztalta.



7. ábra Az izomszövetre jellemző átlagos denzitásértékek az eltérő színhústartalmú csoportokban

3.2.2. A bacon rész szöveti összetételének testtömegfüggő változása

Telepi körülmények között nincs mód egy adott értékmérő – esetünkben az oldalsó rész összetételének – mindig egy adott testtömegben történő vizsgálatára. Ahhoz, hogy a bacon rész izom/zsír arányának testtömegfüggő változását leírjuk, tíz lapály típusú ártány felvételeit értékeltük. Minden egyedat előre meghatározott testtömegben (70, 90, 110 kg) vittünk CT-re. A feldolgozás során meghatározott izom/zsír arányok átlaga 4,17-ről 2,82-re csökkent a növekedés során (8. ábra).



8. ábra A hasi rész izom/zsír arányának változása

Jól érzékelhető a vizsgált testtömeg-tartományban az izom/zsír arány folyamatos csökkenése. Az egyedi adatokra lineáris regressziós egyenletet illesztettünk ($I/Z = -0,0301 \times T + 6,0153$; ahol I/Z: izom/zsír arány, T: élőtömeg [kg]). Az $r = 0,65$ ($P < 0,05$) érték – tekintettel az alacsony mintaszámra – elfogadható, és alkalmas az egyedi adatok standard testtömegekre való korrekciójára, ami szelekciós célú döntések esetén jelentős segítséget jelent.

3.2.3. Kétirányú szelekciós kísérlet

Szülői nemzedék jellemzése

Az ismertetett lapály vonalból 130 hímivarú sertést vontunk be a kísérletbe. Stressz-érzékenység miatt 17 állatot gén teszt alapján kiemeltünk, így a vizsgált egyedek mindkét szülője homozigóta negatív (NN) volt. Ezt követően az ÜSTV eredmények alapján további 33 állatot zártunk ki. A képalkotó vizsgálatokra így csak 16 mm-nél vékonyabb hátszalonna vastagságú, és az 550 g/nap tömeggyarapodást meghaladó egyedek kerültek. A 87 kocasüldőből a stressz-érzékenység miatt 6 állatot, majd az ÜSTV eredmények alapján további 31 egyedet kizártunk. A tenyésztésbe került kocasüldők hátszalonna vastagsága 16 mm alatt, tömeggyarapodása pedig 470 g/nap felett volt. Ennek megfelelően a képalkotó vizsgálatokra 80 hímivarú és 50 nőivarú sertés került.

A vizsgált egyedekhez tartozó CT felvételek értékelése során meghatároztuk az oldalsó hasi rész izom- és zsírszövetének térfogatát, valamint azok arányát, majd a 3.2.2. fejezetben leírt összefüggéssel az egyedi arányértékeket 95 kg-os testtömegekre korrigáltuk. A 3. táblázatban közölt adatok alapján az ivar hatása a szöveti összetételre szignifikánsnak bizonyult ($P=0,003$).

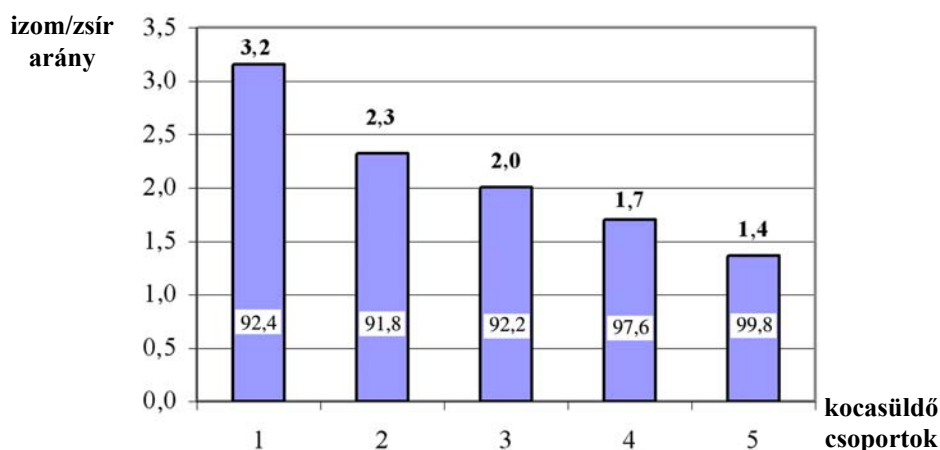
3. táblázat Az oldalsó hasi rész szöveti összetételének jellemzői
(I/Z = izom/zsír arány)

	Hímivar (n = 80)		Nőivar (n = 50)	
	Testtömeg [kg]	Korrigált I/Z	Testtömeg [kg]	Korrigált I/Z
Átlag	95,8	2,6 ^a	94,7	2,1 ^b
Szórás	8,5	0,7	7,8	0,7
Minimum	78,0	1,5	79	1,0
Maximum	112,5	4,3	114,5	5,4

a, b: P < 0,05

A tenyészkán jelöltek kiválasztásakor szelekciós limitnek tekintettük a 3,5 feletti izom/zsír arányt a bacon részen belül. Ennek megfelelően a kiválasztott négy legjobb, illetve a leggyengébb kan izom/zsír aránya 4,3; 3,8; 3,6; 3,5, illetve 2,1 volt.

A kocasüldőket az izom/zsír arány alapján sorba rendeztük, majd tizes csoportokat képeztünk (9. ábra). A két szélső kategória, de figyelemre méltó módon az azonos átlagos testtömegű 1., 2. és 3. csoport közötti arányeltérés igen jelentősnek tekinthető, és mint ilyen, biztató az értékmérő szelekcióval történő módosítására.



9. ábra A kialakított kocasüldő csoportok átlagos testtömege [kg] az oldalsó hasi rész átlagos izom/zsír arányának feltüntetésével

A kialakított tenyésztési tervnek megfelelően a sorba rendezett kocasüldők közül az első tizedet a legjobb, az utolsó tizedet pedig a leggyengébb kanhoz osztottuk be. A 11-től 40-ig rangsorolt nőivarú egyedeket arányosan termékenyítettük a 2., a 3. vagy a 4. helyezett kannel.

Utódnemzedék jellemzése

Az utódgenerációból a szülői nemzedéknél is figyelembe vett szelekciós szempontok (tömeggyarapodás, hátszalonna vastagság) alapján 33 hímivarú, illetve 40 nőivarú egyed került CT-re. Izom/zsír arányértékeiket 95 kg-os testtömegre korrigáltuk (4. táblázat).

4. táblázat Az első szelektált generáció szöveti összetétele az oldalsó hasi részben (I/Z = izom/zsír arány)

	Hímivar (n = 33)		Nőivar (n = 40)	
	Testtömeg [kg]	Korrigált I/Z	Testtömeg [kg]	Korrigált I/Z
Átlag	90,3	3,3	88,8	2,9
Szórás	8,9	1,21	8,4	1,37
Minimum	78	1,4	76	1,0
Maximum	110	7,5	110	6,0

A szülői nemzedékhez hasonlítva a mért értékek mindkét ivarban nőttek (2,6; illetve 2,1-ről 3,2; illetve 2,9-re hím és nőivarban). Ez magyarázható az utódgenerációnál alkalmazott nagyobb szelekciós nyomással (550, illetve 500 g/nap tömeggyarapodás kan-, illetve kocasüldőknél), illetve azzal, hogy aszimmetrikusan négy „plusz variáns” és egy „minusz variáns” apa került tenyésztésbe. Bár abszolút értékben az ivarok közötti eltérés – az oldalsó rész izom/zsír arányában – közel azonos volt a szülői nemzedékhez képest (3. táblázat), ez a nagy szórás miatt mégsem bizonyult szignifikánsnak.

A bacon jellegre történő szelekció eredményességének vizsgálatához figyelembe vettük, hogy mindkét szülőnél ismert a szöveti összetétel. Ezek alapján mindkét ivarban pontoztuk a szülők teljesítményét a következők szerint: izom/zsír arány 1,01 – 1,5 = 1; 1,51 – 2,0 = 2; 2,01 – 2,5 = 3; 2,51 – 3,0 = 4; 3,01 – 3,5 = 5; 3,51 – 4,0 = 6; 4,01 – 4,5 = 7; 4,51 – 5,0 = 8. Ezt követően az utódokat szüleik pontszámainak összege alapján, az átlagtól (7,93) való eltérés szerint kategorizáltuk. Az értékeléshez három csoportot alakítottuk ki: átlag alatti (5, 6, illetve 7 pont), átlagos (8 pont), illetve átlag feletti (9, 10, illetve 11 pont) (5. táblázat).

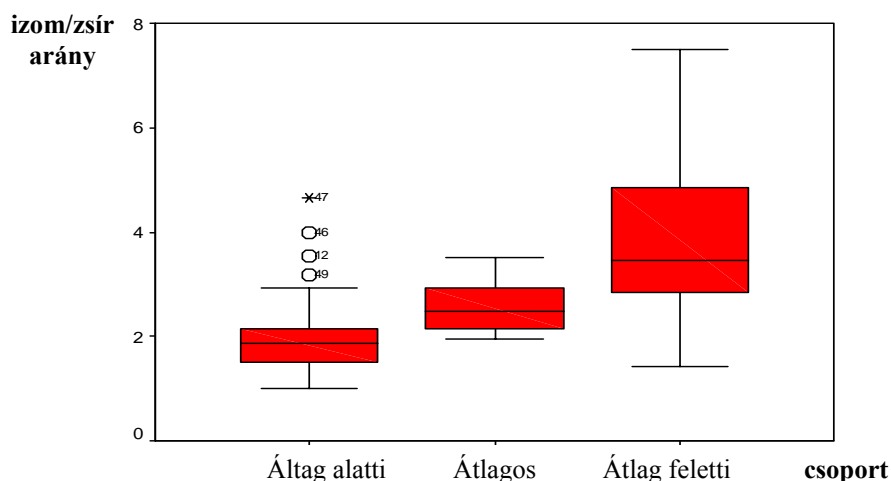
5. táblázat Az oldalsó hasi rész izom/zsír arányának alakulása csoportonként

Csoport	Izom/zsír arány	
	Átlag	Szórás
Átlag alatti (n = 27)	2,1 ^a	0,878
Átlagos (n = 7)	2,58 ^{ab}	0,564
Átlag feletti (n = 39)	3,84 ^{bc}	1,378

a, b, c: $P < 0,05$

A varianciaanalízis során elvégzett LSD teszt alapján az átlag alatti és az átlag feletti csoportok $P = 0,000$, az átlagos és az átlag feletti csoportok pedig $P = 0,014$ -es szinten szignifikáns különbséget mutatnak a szöveti összetétel tekintetében.

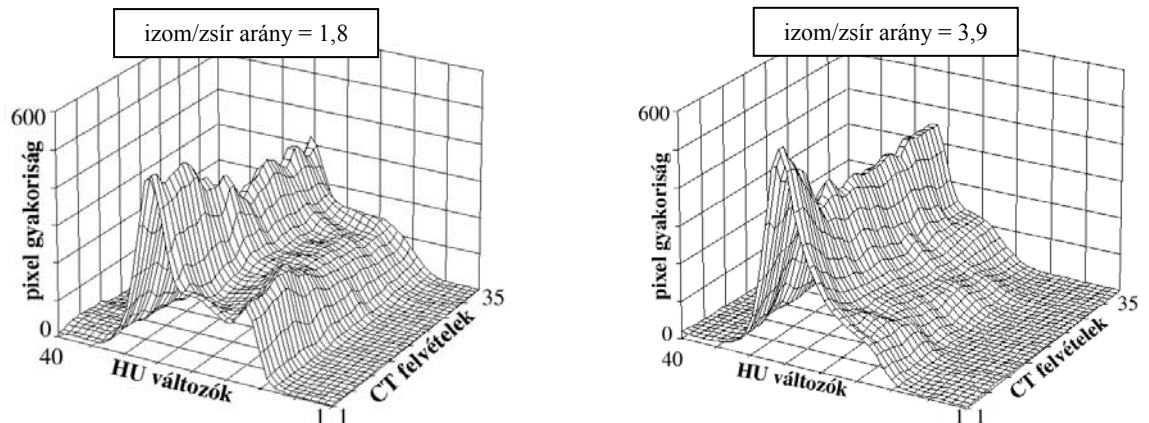
Az 5. táblázatban közölt csoportoknak megfelelően ábrázolja a 10. ábra a bacon jelleget a medián, a kvartilisek és a kiugró értékek megjelölésével.



10. ábra A bacon részen belüli izom/zsír arány alakulása csoportonként

Amennyiben az ivadékcsoportok egyedeit ivaronként külön vizsgáljuk, úgy a kansüldőknél, illetve a kocasüldőknél az 1., 2. és 3. csoport 2,5; 3,1 és 3,8, illetve 1,9; 2,2 és 3,9-es izom/zsír arányértékekkel jellemezhető, megerősítve az 5. táblázatban közölt eredményeket.

A 11. ábra bal oldali háromdimenziós hisztogramja 1,8-as, míg a jobb oldali 3,9-es izom/zsír arányt mutató hasi részhez tartozó pixelgyakoriság eloszlást szemléltet. Jól látható a két szélsőséges csoport között mutatkozó eltérés mind az izom- (22 - 40), mind a zsírszövethez (18 - 1) tartozó HUv tartományok esetében.



11. ábra Izom- és zsírszövet mennyisége és eloszlása átlag alatti és átlag feletti izom/zsír arányú oldalsó hasi részben

A két szélső csoport között a bacon rész színhústömegében mért 13 %-os különbség akkor is jelentős, ha figyelembe vesszük a szülői generációban mutatkozó igen nagy variabilitást. Romvári (1996) nyúlön végzett kétirányú szelekciós vizsgálatának eredményeképpen a hosszú hátizom metszési felszínében 7 %-os eltérést kapott a „-” és „+” variáns egyedek között úgy, hogy a nőivarú állományt nem vizsgálta CT-n.

4. Következtetések

Eredményeink alapján megállapítható, hogy az *in vivo* CT felvételezés alkalmas a hasi rész szöveti összetételének meghatározására. A testtömeg ismerete önmagában nem alkalmas a vizsgált régió belül az izom-, illetve zsírrétegek megoszlásának jellemzésére. Szoros a kapcsolat ugyanakkor a teljes test és az oldalsó rész színhústartalma között. A rendelkezésre álló populációnál megállapított jelentős testtömeg-független eltérések alapján szelekciós kísérletbe kezdtünk.

Ennek eredményei szerint a CT-re alapozott tenyészkiválasztás hatékonyan alkalmazható a szöveti összetétel módosítására a sertések oldalsó hasi részében. A két utódcsoporthoz mért különbség az izom/zsír arányt illetően igen jelentős, s mint ilyen, lehetővé teszi a változó piaci igényekhez igazodó bacon alapanyag előállítását.

A jövőben az NKFP 4/034-es program folytatásaként elkezdődik a második szelektált sertés generáció vizsgálata. A módszertani ismeretek birtokában, a munkacsoport tagjaként további lehetőséget kaptam a kísérletes munkában való részvételre.

5. Összefoglaló

Az utóbbi évtizedekben a folyamatos, erős szelekció következtében a sertés féltettek színhústartalma nőtt, zsírtartalma pedig csökkent. Ezzel párhuzamosan fokozódó piaci igény figyelhető meg a magas minőségi követelményeket kielégítő hús és bacon szalonna iránt. Kísérleteink során a hasi rész összetételében mutatkozó variabilitást 130 lapály típusú sertés (71 - 145 kg) CT felvételezésre alapozott vizsgálatával írtuk le. Első lépésben nem találtunk testtömegfüggő eltérést a hasi részen belüli izom/zsír arányban. Ezt követően a vizsgálatba vont sertéseket színhústartalom alapján kategorizáltuk (36,3; 41,4; 46,9; 52,3; 57,4; 62,0 és 67,1 %), majd megállapítottuk, hogy a hasi rész teljes térfogata ($8,6 \pm 1 \text{ dm}^3$) közel azonos az eltérő színhústartalmú csoportokon belül. Ugyanakkor a teljes test színhústartalmának emelkedésével párhuzamosan igen jelentékeny zsírtérfogat csökkenést ($6,6$ és $2,5 \text{ dm}^3$) és egyidejűleg izomtér fogat növekedést ($2,4$ és $5,5 \text{ dm}^3$) írtunk le a bacon részben, bizonyítva a populációban meglévő jelentős variabilitást.

A korábban kidolgozott CT metodika szerint, az ÜSTV eredmények alapján kiemelkedő egyedekből a képalkotó vizsgálatokba 80 hímivarú és 50 nőivarú sertést vontunk be. A spirál CT felvételezéssel meghatározott izom/zsír arány átlagos értéke 2,6-nak adódott a hasi régióban. A tenyészállatokat a hasi rész összetétele alapján rangsoroltuk. Szelekciós limitnek a 3,5 feletti arányértéket tekintettük. Ennek alapján 4 plusz- és 1 mínusz variáns kant állítottunk tenyésztésbe (izom/zsír arány: 4,3; 3,8; 3,6; 3,5 és 2,1). A CT vizsgálattal jellemzett kocasüldőket az izom/zsír arány alapján sorba rendeztük, majd az első tizet a legjobb, az utolsó tizet pedig a legrosszabb kanhoz állítottuk. A 11-től 39-ig rangsorolt nőivarú egyedeket arányosan osztottuk szét a 2., 3. és 4. helyezett kan között.

Az első szelektált nemzedék esetében a szülőihez képest szigorúbb szelekciós limiteket állítottunk fel a hizlalási és karkasz tulajdonságok tekintetében. A legjobb hizlalási jellemzőket mutató kansüldők közül 33-at, a kocasüldők közül pedig 40-et vizsgáltunk CT-vel. A bacon jellegre történő szelekció eredményességének megítélésékor figyelembe vettük, hogy az oldalsó rész izom/zsír arány esetében mindkét szülő adatait ismerjük. Ennek megfelelően a szülők teljesítményértékeihez pontokat rendeltünk, majd ennek alapján utódcsoportokat képeztünk. Eredményeink szerint az átlag alatti, az átlagos, illetve az átlag feletti csoportba tartozó egyedek izom/zsír aránya egymástól szignifikánsan elkülönül ($2,0$; $2,58$; illetve $3,73$).

Összefoglalva, in vivo CT vizsgálaton alapuló eljárást dolgoztunk ki sertésen az oldalsó rész (bacon szalonna) szöveti összetételének meghatározására, majd a módszer alkalmazhatóságát kétirányú szelekcióval bizonyítottuk.

6. Summary

In the past decades the continuous selection to increase the lean meat percentage of the pig carcass has been highly successful. In connection, a strong decrease in fat tissue growth can be seen. At the same time a growing demand for high quality meat products and sliced bacon is experienced. In our trial the variability of tissue composition of the pig belly was investigated in 130 landrace type pigs (71 – 145 kg) by means of computer tomography. First, no liveweight-associated difference was found in the muscle to fat ratio of the belly. Following, the tested animals were categorized on the basis of their lean meat contents (36.3, 41.4, 46.9, 52.3, 57.4, 62.0 and 67.1 %). It was shown that the total volume of the belly ($8.6 \pm 1 \text{ dm}^3$) was nearly identical in the diverse lean meat categories. However, considerable decrease of the fat volume (6.6 and 2.5 dm^3) and a simultaneous increase of the muscle volume was found in the belly part paralleled with an increase of the total body lean content; thus a great variability of the population was detected.

According to the CT methodology worked out, 80 superior boars and 50 gilts in performance test were chosen for cross sectional imaging. The average muscle to fat ratio determined by spiral CT imaging was 2.6 in the belly. The breeder candidates were ranked by the belly composition. The selection limit was a ratio value of at least 3.5. After this manner 4 plus and 1 minus variant boars (muscle to fat ratio: 4.3; 3.8; 3.6; 3.5 and 2.1) were chosen for the two-way (divergent) selection of this trait. The CT scanned gilts were ranked also by muscle to fat ratio, and the first ten were ordered to the best, the last ten to the worst boars. The gilts No. 11-39. were mated with the 2., 3. and 4. ranked boar, proportionably.

There were more strict selection limits set up in fattening and carcass characteristics for the first selected generation. 33 boars and 40 gilts, showing the highest fattening traits were examined by CT. To judge the efficiency of the selection on the bacon characteristics, the characteristic data of both parents were available and were taken into account. Accordingly, dams and sires were scored separately after their performances. Summing up the scores of the parents, the bacon composition of the progenies was characterized with an average value and three categories were formed. According to our results there were significant differences among the muscle to fat ratios of „below the average”, „average”, and „above the average” groups (2.0, 2.58 and 3.73).

Summarized, *in vivo* CT methodology was developed for pigs to determine the tissue composition of the belly part (used for sliced bacon) in pigs. The applicability of our method was proven in a two-way selection trial.

7. Irodalomjegyzék

Allen, P., Vangen, O. (1984): X-ray tomography of pigs. Some preliminary results. In: In vivo measurement of body composition in meat animals. Elsevier Applied Science Publishers, London, 52-66.

Baulain, U., Henne, H. (1999): Variation of lean content in pig bellies of dam lines. Arch. Tierz. **42 (6)**: 593-600.

Council Regulation No. 3220/84

Berényi, E., Kövér, Gy. (1995): CTPC, PC alapú posztprocesszálo program

Dobrowolski, A., Branscheid, W., Romvari, R., Horn, P., Allen, P. (2004): X-ray computed tomography as possible reference for the pig carcass evaluation. Fleischwirtschaft **84 (3)**: 109-112.

Gárgyán, Z. (1983): Étkezési szalonnák. *Húsipari technológia*, 134-141.

Haighton, M. (2002): Updating pig carcass grading. Meat International **12 (7)**: 26-28.

Horn, P., Kövér, Gy., Repa, I., Berényi, E., Kovách, G. (1997): The use of spiral CAT for volumetric estimation of body composition of pigs. Arch. Tierz. **40 (5)**: 445-450.

Johnson, D.D., Savell, J.W., Smith, G.C., Weatherspoon, L. (1984): Prediction of pork belly composition using various measurements of the carcass or belly. J. Anim. Sci. **58 (3)**: 611-618.

Kolstad, K. (1996): Maintenance requirements in pigs: a breed comparison including body composition study. PhD Thesis, Institut for Husdyrfag, Norges Landbrukskole, 21 pp.

Kolstad, K., Jopson, N. B., Vangen, O. (1996): Breed and sex differences in fat distribution and mobilization in growing pigs fed at maintenance. *Livest. Prod. Sci.* **47 (1)**: 33-41.

Kolstad, K., Brenoe, U. T., Vangen, O. (2002): Genetic differences in energy partitioning in growing pigs. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section A, Anim. Sci.* **52, (4)**: 213-220.

Kométa 99 Kft. (2004): Somogyi Bacon Szalonna Terméklap

Kövér, Gy., Horn, P., Kovách, G., Pászthy, Gy. (1993): Computer tomográfiával nyert adatok és a vágóérték adatok összefüggése sertésekben. *Kaposvári Állattenyésztési Napok 93'*, 76-83.

Liu, Y.J., Stouffer, J.R. (1995): Pork carcass evaluation with an automated and computerize ultrasonic system. *J. Anim. Sci.* **73 (1)**: 29-38.

Luiting, P., Enting, H., Vangen, O. (1992): Breed differences in maintenance requirements in pigs measured by computerized tomography. Paper, Genetics Commission, EAAP., Madrid.

Luiting, P., Kolstad, K., Enting, H., Vangen, O. (1995): Pig breed comparison for body composition at maintenance: analysis of computerized tomography data by mixture distributions. *Livest. Prod. Sci.* **43 (3)**: 225-234.

Marcoux, M., Bernier, J.F., Pomar, C. (2003): Estimation of Canadian and European lean yields and composition of pig carcasses by dual-energy X-ray absorptiometry. *Meat Sci.* **63 (3)**: 359-365.

Menczelné, E. (2004): Magyar Húsiparosok Szövetsége, személyes beszélgetés

Milisits, G. (1998): Növendék- és anyanyulak testösszetétel változásának vizsgálata komputer tomográffal és TOBEC módszerrel. PhD értekezés, Kaposvár, 126 pp.

Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Program (2001): Digitális keresztmetszeti képalkotó rendszerek (CT és MR) használatára alapozott, környezetbarát és a korábbiaknál hatékonyabb módszerek és technológiák kifejlesztése az életminőség javítása érdekében (4/034)

Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet (2003): Sertés teljesítményvizsgálati kódex.

Pfeiffer, H., Brendel, B., Vonlengerken, G. (1993): Evaluation of the quality of belly by pig. *Arch. Tierz.* **36 (3-4)**: 397-407.

Romvári, R. (1996): A komputer tomográfia lehetőségei a húsnyúl és a brojlercsirke testösszetételének és vágóértékének *in vivo* becslésében. PhD értekezés, Kaposvár, pp. 121.

Romvári, R., Szendrő, Zs., Jensen, J.F., Sorensen, P., Milisits, G., Bogner, P., Horn, P., Csapó J. (1998): Noninvasive measurement of body composition of two rabbit populations between 6-16 week of age by computer tomography. *J. of Anim. Breeding and Genetics* **115 (5)**: 383-395.

Schwerdtfeger, R., Krieter, J., Kalm, E. (1993): Objective measurement of bellies. *Fleischwirtschaft* **73 (1)**: 93-96.

Sehested, E., Vangen, O. (1988): Computer tomography, a nondestructive method of carcass evaluation. Paper, VI. World Conference of carcass evaluation, Helsinki, 8 pp.

Skjervold, H., Grønseth, K., Vangen, O., Evensen, A. (1981): *In vivo* estimation of body composition by computerized tomography. *Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol.* **98**: 77-79.

SPSS[®] for Windows[™] 1999. Version 10., Copyright SPSS Inc.

Storlien, H., Sehested, E. (1992): Slakteegenskaper i avlsarbeidet på svin (Slaughter traits in pigs). *Norsvinreport no. 1/92*, Hamar, Norway, 37 pp.

Swan, J.E., Parrish, F.C., Wiegand, B.R., Larsen, S.T., Baas, T.J., Berg, E.P. (2001): Total body electrical conductivity (TOBEC) measurement of compositional differences in hams, loins, and bellies from conjugated linolic acid (CLA)-fed stress-genotype pigs. *J. Anim. Sci.* **79 (6)**: 1475-1482.

Szabó, Cs.(2001): Determination of protein and fat content in growing and fattening pigs by means of computer tomograph, using different lysine to digestible energy ratios in diet. Doctoral (PhD) Dissertation, 116 pp.

TableCurve 3D Vision 4.0 SYSTAT Software Inc. 1993-2002.

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 (5)**: 1177-1184.

Thompson, M. J., Kinghorn, B. (1992): CATMAN - A program to measure CAT-Scans for prediction of body components in live animals. Australian Assoc. of Animal Breeding and Genetics, Proc. of the 10 th Conference, Rockhampton, Australia, 5.

Vangen, O. (1984): Evaluation of carcass composition of live pigs based on computed tomography. 35th Annual Meeting of the EAAP, The Hague, Netherlands, 6-9 August, Vol. 1. Summaries. Study Commissions. Genetic, nutrition, management. Paper No. G5. 23, 2.

Vangen, O. (1992): Assessing body composition of pigs by computer assisted tomography. Review. *Pigs News and Information*, **13 (4)**: 1-22.

Vangen, O., Standal, N., Walach-Janiak, M. (1984): Tissue deposition rate in genetically lean and fat pigs estimated by computerised tomography (CT). 35th Annual Meeting of the EAAP, The Hague, Netherlands, 6-9 August, Vol. 1. Study Commissions. Genetic, nutrition, management. Paper No. G5. 22, 1.

Warriss, P.D. (2001): Meat quality. In *Meat Science*, CABI Publishing, Oxon, UK.

Whittemore, C. (1998): Pig meat and carcass quality. In *The Science and Practice of Pig Production*, Blackwell Science Ltd., USA, Malden, MA, 4-26.

Köszönetnyilvánítás

Munkámban nyújtott segítségéért szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek, Dr. Romvári Róbert tanszékvezető egyetemi docensnek, továbbá az Állati Termékfeldolgozás és Minősítés Tanszék, valamint a Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézet munkatársainak. Vizsgálatainkat a Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Program (2001) támogatásával végeztük.