

A NYULAK KOMPUTER TOMOGRÁFIÁS VIZSGÁLATÁNAK ALAPJAI

Romvári R. - Milisits G. - Szendrő Zs.

PANNON Agrártudományi Egyetem, Állattenyésztési Kar, Kaposvár

Bevezetés

A komputeres röntgen tomográfia (CT) alkalmas a test különböző mélységben lévő szövetrétegeinek egyedi vizsgálatára, azok eltérő röntgensugár elnyelődése alapján (HOUNDSFIELD, 1980). A denzitásértékek szerint a szövettípusok a módszer gyakorlati kidolgozójáról - Houndsfield-ről - elnevezett skálán elkülöníthetők. A -1000 -tól (nincs elnyelés) +1000 -Houndsfield egységig (HU) (teljes abszorpció) terjedő szürkességi skála megállapodás szerinti 0 pontja a víz denzitás értéke. Az 1980 -as évek elején norvég kutatók bizonyították, hogy a háziállatok eltérő szövetféleségei egymással nem átfedő HU tartományokkal jellemezhetők (SKJERVOLD *et al.*, 1981). Így a zsírszövet jellemző denzitás intervalluma pl. -200 és -20, az izomszöveté pedig +20 és +200 HU érték között található.

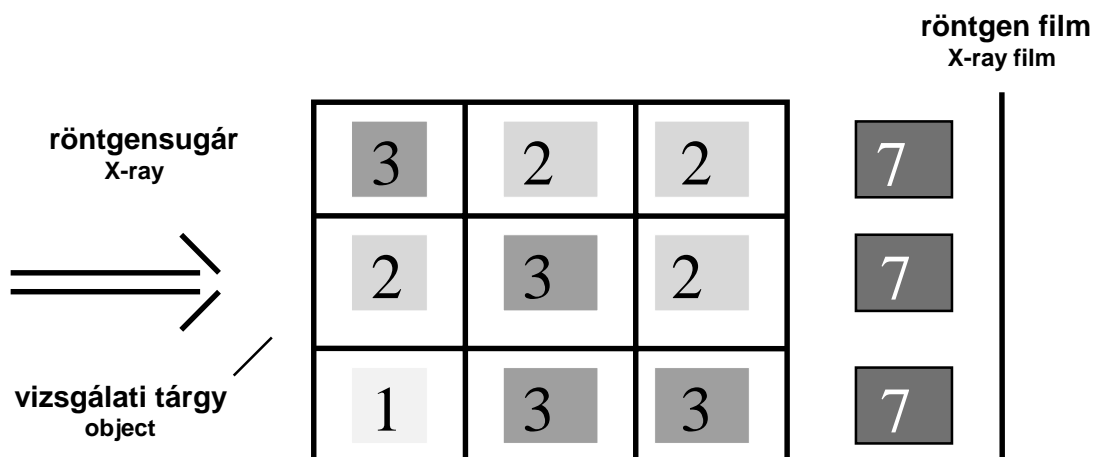
A képalkotás elve

A PATE Állattenyésztési Karán 1990 -ben kezdte meg működését a CT Biológiai Központ, egy Siemens Somatom DRG típusú, harmadik generációs CT készülékkel (HORN, 1991). Jelenleg, többlépcsős bővítés eredményeként a humán diagnosztika és az állattenyésztési kutatás rendelkezésére áll egy újabb típusú ún. spirál CT és egy 1.5 Tesla térerősségű NMR berendezés is.

Az 1. ábra a kétdimenziós képalkotás vázlatát mutatja. A képen kilenc elemi

1. ábra: A kétdimenziós képalkotás elve

(Base of the two dimensional picture forming)

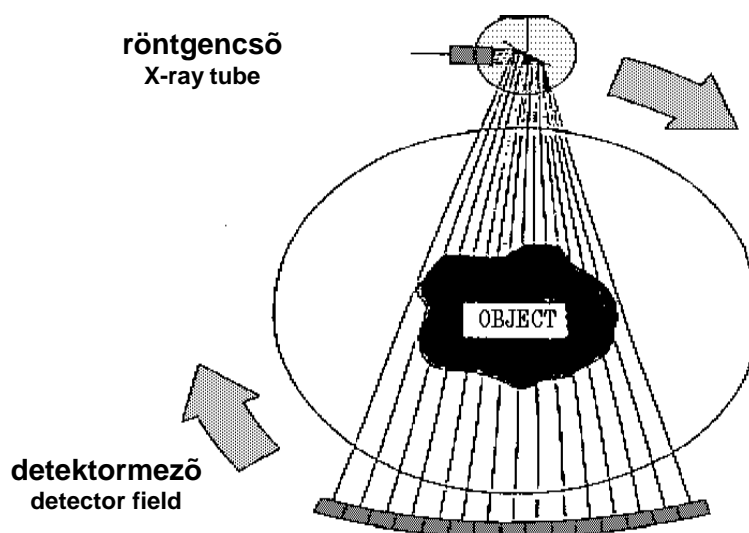


kockából álló test vázlata látható. Ezek mindegyike tartalmaz egy számot, ami az adott terület röntgensugár elnyelő képességét jellemzi. Az ábrán nyíl jelzi a röntgensugárzás irányát, valamint feltüntetésre került az ellentétes oldalon elhelyezett röntgensugár érzékeny film is. A képalkotásnak ez a módja elfedi az egymás alatti rétegek különbségét, hiszen az eltérő denzitású elemi egységeken áthatoló sugárzás a filmen azonos elnyelési értéket, képet eredményez.

A komputer röntgen tomográf a képalkotásnak ezt a hiányosságát oldja fel, amennyiben felépítésénél fogva alkalmas a testszövetek mélységi rétegeinek egyenkénti, térbeli vizsgálatára. A módszer elvét a 2. ábra mutatja.

2. ábra: A röntgenső és vele szemben forgó detektormező

(The X-ray tube and the detector field)



A röntgensugárcső és a vele szemben elhelyezett detektormező teljes fordulatot végez a vizsgálandó állat körül a felvétel készítés során. Eközben tetszés szerint megadott elfordulási szögenként 1-2 ms hosszú röntgensugár impulzust bocsát ki. Példaképpen 360 impulzus és az 512 detektor szorzata összesen 184320 sugárabszorpciós értéket ad. Ebből, valamint a szögelfordulási adatokból állítja elő a tomográf számítógépe a képet, ami egy 256 x 256 ($n = 65536$) elemből álló mátrix (tomogram). Ennek minden pontjára (pixel) jellemző egy HU érték.

A CT vizsgálatokra általában éjszaka kerül sor, az állatok nyolc órás éheztetése után, amit elsősorban az emésztőtraktus teltségének képminőséget rontó hatása indokol. A nyulak hason fekve, speciális tartókban övekkel kerülnek rögzítésre anaestheticumok alkalmazása nélkül (3. ábra). Az elhelyezésnek ez a módja növendéknyulak számára előnyös, miután biztosítja a felvételezéshez szükséges mozdulatlanságot, valamint a végtagok megfelelő elkülönítését a törzstől. Vemhes nyulak esetében a magzatok védelme érdekében az altatás használata indokolt lehet.

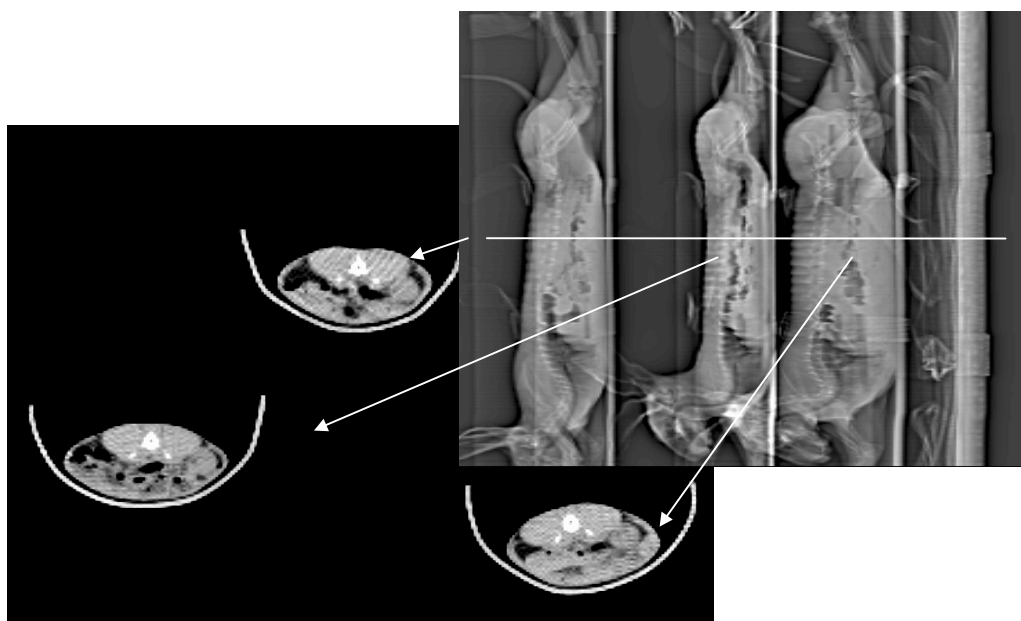
3. ábra: A tomográf vizsgálóasztalán speciális tartóban rögzített növendéknyúl
(Fixed rabbits in the special container)



A vizsgálat a topogram felvételével kezdődik, amely hagyományos kétdimenziós röntgen felvételnek tekinthető. Segítségével történik a megfelelő anatómiai pontok, vagy testszelvények kijelölése.

A kísérletek első szakaszában az állatok felvételezése egyedileg történt, jelenleg lehetőség van három nyúl egyidejű vizsgálatára is. A 4. ábrán három növendéknyúl topogramja látható, a vesék síkjának jelölésével.

4. ábra: Három nyúlról készült oldalsó topogram, a vesék síkját metsző felvétellel
(Topogram of three rabbits with the level of the kidneys on the right and the cross section of the m. longissimus dorsi and the left kidney on the left)



A képen látható speciális állatrögzítő egyaránt alkalmas felső és oldalsó topogram készítésére, ill. a nyulak egyedi értékelésére. Ezzel a felvételezési technikával a vizsgálatok idő és költség szükséglete jelentősen csökkenthető.

Három egymástól eltérő vizsgálati módszer használható, melyek közül az első anatómiai pontokhoz kötött. Ezt a lehetőséget használjuk a Pannon Fehér szelekciós programjában, ahol a m. longissimus dorsi keresztmetszetét a 2., 3. és a 4., 5. ágyéki csigolya között határozzuk meg (SZENDRŐ *et al.*, 1992, 1994., ROMVÁRI *et al.*, 1995). Az említett metszési síkok az 5. ábra felülről készített topogramján kerültek kijelölésre.

5. ábra: Felülről készített topogram a 2. és 3., valamint a 4. és 5. ágyéki csigolya találkozási síkjának jelölésével

(Upper tomogram with the join of the 2nd, 3rd (I) and 4th, 5th (II) lumbar vertebra)



A második megközelítés az egymást azonos távolságra követő sorozatfelvételeken alapul. Ilyen módon képi információ nyerhető az egész állatról, ami a továbbiakban összevethető lehet a teljes test kémiai analízisének eredményeivel. A 7. ábra egy oldalsó topogramot ábrázol, amin kettős vonallal jelölt a vállöv, illetve a combcsont vége.

A harmadik módszer alkalmazásakor a szomszédos felvételek közötti távolság a vizsgálandó nyúl méretének függvénye. Így eltérő méretű nyulak esetében azonos számú képet készítve a megfelelő sorszámú felvételek mindig ugyanazon anatómiai ponton metszik az állatot, ami lehetővé teszi azok összehasonlítását. Ez az eljárás jól használható a növekedés közbeni testösszetétel változásának követésére.

A képfeldolgozás lehetőségei

A CT felvételek értékelése alapvetően két módon történhet. Az első a CTPC képfeldolgozó software (BERÉNYI and KÖVÉR, 1991) nyújtotta azon lehetőségen alapul, amely szabadon választott HU tartományban -a felvétel egészén, vagy

annak tetszőleges részén- kiemeli az adott denzitás intervallumba tartozó pixeleket. Ezt követően a kérdéses terület nagysága cm^2 -ben közvetlenül leolvasható. A program ezen túlmenően alkalmas távolságok mérésére, valamint az egyes részletek nagyítására. A 6. ábrán látható felvétel a 3. és 4. ágyéki csigolya között készült, ahol a tomogramon a jobb szemléltethetőség érdekében a m.LD bal fele világos színnel került kiemelésre.

6. ábra: Vemhes nyúlról készített felvétel a hosszú hátizom baloldalának és legnagyobb szélességének jelölésével

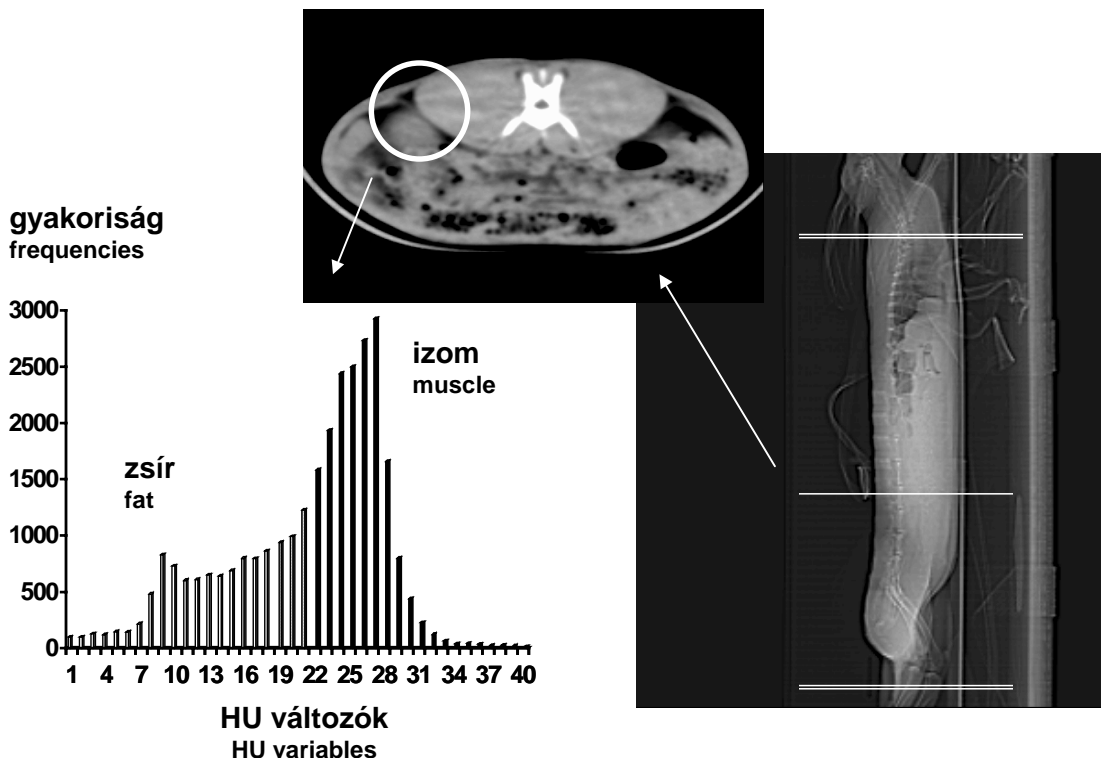
(Cut of the m. longissimus dorsi with marking it's left side and width)



A képfeldolgozás második típusa a képalkotó pixelekhez tartozó denzitásértékek rögzítésén alapul. Vizsgálati céljainkra általában a teljes HU skálának csak egy részét használjuk, azt, amely magában foglalja a zsír és az izomszövet röntgensugár elnyelési tartományát. Az adatfeldolgozás során a HU skálán a - 200 és +200 közötti intervallumban a szomszédos 10-10 denzitásértéket összevonjuk. Ez a 40 HU változó képezi a további statisztikai feldolgozás alapját (FEKETE *et al.*, 1994). A 7. ábrán szereplő tomogramon a bal vese és a m.LD metszete látható.

7. ábra: A középső felvételen körrel kiemelt terület pixel denzitás értékeinek hisztogramja. A jobb oldali topogramon a metszési sík látható

(Construction of the histogram (left) from the pixel density values of the marked area. The anatomical location of the cut (centre) is shown on the side taken topogram (right))

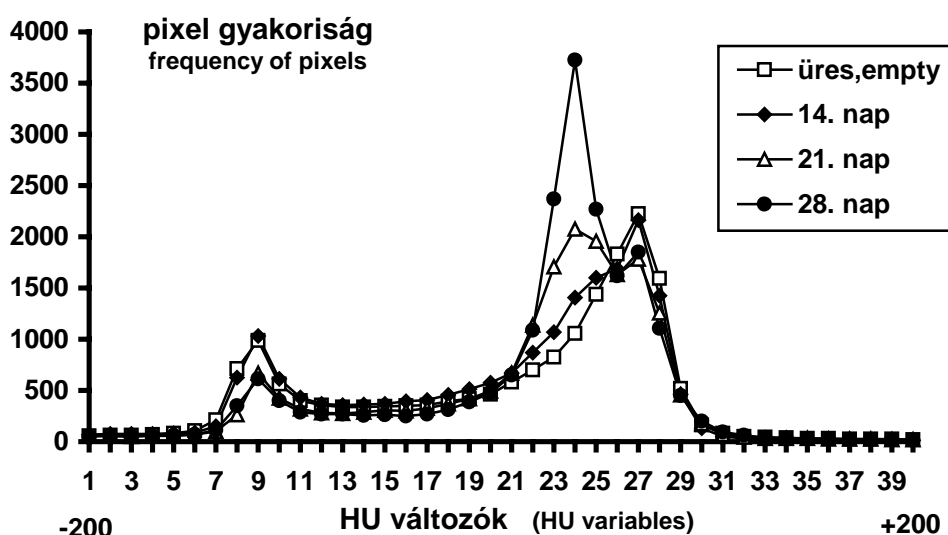


Az ábra jobb szélén lévő, oldalsó topogramon a felvétel síkja került bejelölésre. A baloldali hisztogram a körrel kiemelt terület pixel denzitás értékeiből származik. Két csúcst tartalmaz, egyet a zsír, egyet pedig az izomszövet elnyelési tartományában.

FEKETE *et al.* (1993) üresen álló és a vemhesség 14., 21. és 28. napján lévő nyulakat vizsgáltak. A 3. és 4. ágyéki csigolya találkozásánál készült felvétel (6. ábra) a vemhesség 4. hetében lévő anyáról készült. A 8. ábrán látható hisztogram görbék a négy kísérleti csoport vemhet metsző hasonló felvételeinek alapján készültek, segítségükkel az embrionális növekedés jól követhető.

8. ábra: Üres és a vemhesség különböző stádiumában lévő anyanyulakról a -200 és +200 HU intervallumban készült hisztogramok

(Histograms of does at different stages of pregnancy between -200 and +200 HU interval)



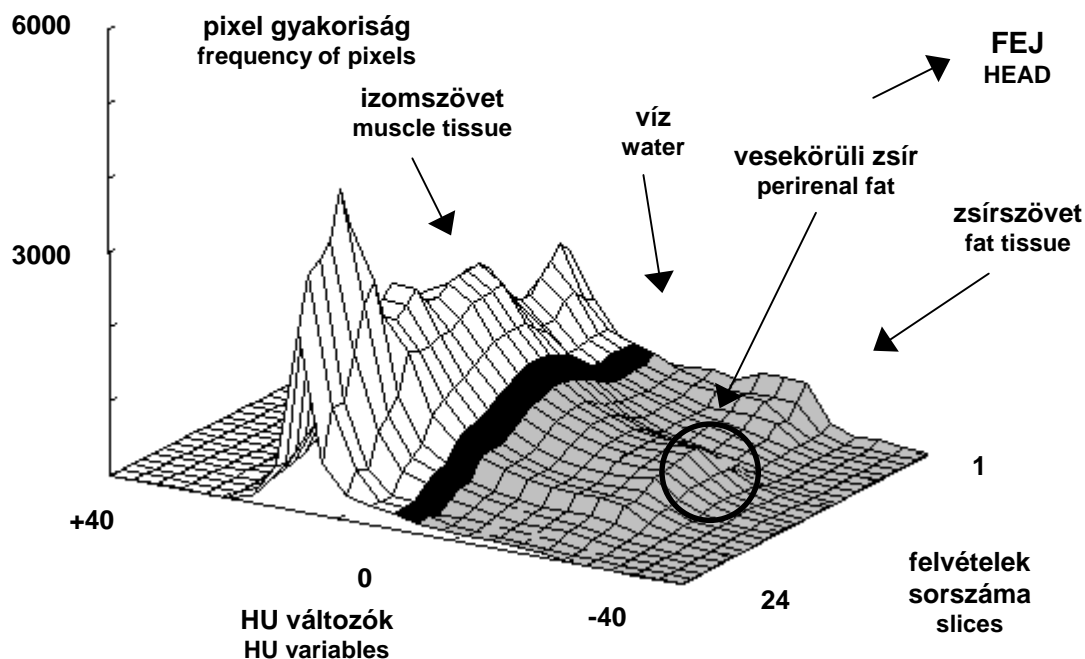
A CT felvételek tetszőlegesen választott (1 - 12 mm-es) szeletvastagsággal készülnek, ami azt jelenti, hogy a képalkotó pixelek térfogattal bíró hasábnak tekinthetők. Ennek alapján a vizsgált felvétel, vagy testszelvény esetében meghatározható, hogy annak mekkora része esik egy adott HU intervallumba. Végső soron ez az egyes szövettípusok (pl. zsírszövet) térfogatos becslésére ad lehetőséget.

Sorozat felvételek pixel denzitás adataiból konstruált háromdimenziós hisztogramot ábrázol a 9. ábra (ROMVÁRI *et al.*, 1993). A 3.5 kg -os nyúlról 24 kép készült, ahol a lépésközt a gerinc hosszának 20 -szal történő osztása adta. Az X tengelyen a felvételek sorszámát, az Y tengelyen (40-től 1-ig számozva, tizes összevonást követően +200 -tól -200 -ig) a HU változókat, a Z tengelyen pedig a denzitásértékek gyakoriságát ábrázoltuk. Az izomszövet tartományában jól elkülönül egy jellemző három csúcsú "domborzati" jelleg, ahol a fej felől számolva az első a vállövi terület. Az ezt követő alacsonyabb rész a tüdő tartománya (4-5. felvétel), ami után a legnagyobb kiemelkedésként, a törzs (gerinc) jelentkezik. Ezt a combok által alkotott csúcstól a medencetájék (19-20. felvétel) választja el. A vállövi- (1-3. felvétel) és a medencetájéki zsír mellett igen határozottan jelentkezik -körrel kiemelten- a vesekörüli zsír (12-14. felvétel) is. A térháló alatti terület

összegzésével a különböző szövetípusok térfogata becsülhető (ROMVÁRI *et al.*, 1994).

9. ábra: 3.5 kg-os nyúlról készült háromdimenziós hisztogram

(3-dimension histogram of rabbits of 3.5 kg)



Összefoglalás

A közlemény a nyulak komputer röntgen tomográfiás (CT) vizsgálatának alapjait foglalja össze. A módszer széleskörű lehetőséget nyújt genetikai és takarmányozási célú kutatásokban. Legfontosabb előnye a nagy pontosságú *in vivo* vizsgálati eljárás lehetősége, hátrányaként relative magas költségigénye említhető. Eltérő felvételezési és értékelési megoldásokkal eredményesen használható szelekciós programokban, ahol az értékes testrészek arányának becslésével lehetőséget nyújt a vágási kitermelés javítására. Alkalmos a testösszetétel becslésére, valamint a növekedés során a legfontosabb szövetek mennyiségi változásának követésére, ugyanazon kísérleti állat ismételt CT vizsgálatával.

Abstract

Base of the rabbit's X-ray computerised tomography

The most important information about the base of X-ray computerised tomography (CT) in rabbits presented in the paper. The CT gives a wide range of possibilities in the rabbit genetic and nutrition research. Its main advantages are the non invasive method and the accuracy, but on the other hand it is relatively costly. With different scanning and evaluating technics it can be used in selection program -to estimate the carcass traits for improving the dressing percentage-, in

the prediction of total body composition and the measuring of the growth of important tissues in the same rabbit during the whole growing period.

Irodalomjegyzék

BERÉNYI E., KÖVÉR Gy., 1991. "CTPC", PC alapú posztprocesszáló program.

FEKETE S., HULLÁR I., ROMVÁRI R., SZENDRŐ Zs. SZAKÁLL I., 1993. Determination of nutrient requirement of rabbit by direct chemical analysis and computerised tomography. Proc. Soc. Nutr. Physiol., Göttingen, Band I. 61.

FEKETE S., HULLÁR I., ROMVÁRI R., ANDRÁSOFSZKY E., SZENDRŐ Zs., 1994. A nyúl vemhességének komplex vizsgálata. 6. Nyúlteny. Tud. Nap., Kaposvár.

HORN P., 1991. Az *in vivo* testanalízis újabb lehetőségei a húshasznosítású állatfajok nemesítésében, különös tekintettel a röntgen komputeres tomográfia (RTC) alkalmazására. Magyar Áo. Lapja, 46, 3. 133-137.

HOUNDSFIELD G.N., 1980. Computed medical imaging. Nobel Lecture, Dec. 8, 1979. J. Computer Assisted Tomography 4, 665-674.

ROMVÁRI R., SZENDRŐ Zs., HORN P., 1993. Study on growth of muscle and fat tissue in rabbits by computerised tomography. 8th Symp. on Housing and Disease of Rabbits..., Celle, 192-202.

ROMVÁRI R., SZENDRŐ Zs., HORN P., 1994. Study of growth of muscle and fat tissue by X-ray Computerised Tomography. First International Conference on Rabbit Production in Hot Climates, Cairo.

ROMVÁRI R., SZENDRŐ Zs., RADNAI I., BÍRÓ-NÉMETH E., 1995. The effect of the selection based on computer tomography on the carcass traits of Pannon White growing rabbits. 3rd Int. Symp. "Livestock Scientific Days", Bled, 253-259.

SKJERVOLD H., GRONSETH K., VANGEN O., EVENSE A., 1981. In vivo estimation of body composition by computerised tomography. Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol. 98 77-79.

SZENDRŐ Zs., HORN P., KÖVÉR Gy., BERÉNYI E., RADNAI I., BÍRÓ-NÉMETH E., 1992. In vivo measurement of the carcass traits of meat type rabbits by X-ray computerised tomography. 5th World Rabbit Congress, Corvallis, 799-809.

SZENDRŐ Zs., ROMVÁRI R., HORN P., RADNAI I., BÍRÓ-NÉMETH E., 1994. Selection for carcass traits of growing rabbits by CT. First International Conference on Rabbit Production in Hot Climates, Cairo .