

A TOBEC MÓDSZER ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA A HÁZINYULAK TESTZSÍRTARTALOMRA TÖRTÉNŐ SZELEKCIÓJÁBAN*

MILISITS GÁBOR — LÉVAI ANDRÁS — ANDRÁSSY_ZOLTÁNNÉ — ROMVÁRI RÓBERT

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők Pannon fehér tenyész növendék nyulak testzsírtartalmát becsülték élő állapotban TOBEC módszerrel, majd a becsült szervezeti zsírtartalom alapján kiválogatott zsíros anyákat zsíros bakokkal, a nem zsíros anyákat pedig nem zsíros bakokkal párosították. Az utódok szervezeti zsírtartalmát vizsgálva megállapították, hogy napos korban még nem, 6. hetes korban viszont már szignifikáns különbség alakult ki a magas, illetve az alacsony szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódai között. Hat és 11. hetes kor között, mind a vállóvi, mind az abdominális, mind pedig a medence tájéki zsír szervezeten belüli arányának magasabb értékét kapták a nagyobb szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódaiban. A szervezeti zsírtartalom mellett a máj, illetve a többi ehető belsőség testsúlyhoz viszonyított aránya is magasabb értékeket eredményezett a zsíros szülők utódaiban. Ezzel szemben, a karkasz testsúlyhoz viszonyított arányában, az alacsony szervezeti zsírtartalmú nyulak utódai mutattak kedvezőbb értékeket, minek következtében a teljes test nyersfehérje-tartalma is ezekben a nyulakban alakult kedvezőbben. Az eredmények alapján tehát úgy tűnik, hogy a TOBEC módszer eredményesen használható a házinyulak testzsírtartalomra történő szelekciójában.

SUMMARY

Milisits, G. – Lévai, A. – Andrassy, Z.-né Ms. – Romvári, R.: EXAMINATION OF USEFULNESS OF THE TOBEC METHOD IN THE SELECTION OF RABBITS BASED ON THEIR BODY FAT CONTENT

The aim of this study was to clarify the usefulness of the TOBEC method in the selection of rabbits based on their body fat content. For this purpose Pannon White rabbits of average ± 1 S.D. live weight at 10 weeks of age and of average ± 1 S.D. daily weight gain between 6 and 10 weeks of age were chosen and their fat content was determined in vivo with an EM-SCAN SA-3152 type small animal body composition analyser (by means of the TOBEC method). Based on the fat content determined, the best and worst 16% of the does and the best and worst 8% of the bucks were chosen and mated with each other (fatty doe with fatty buck and lean doe with lean buck). It was established that the offspring of fatty and non-fatty parents showed the same body fat content at 1 day of age. Between 6 and 11 weeks of age higher body fat content was observed in the offspring of fatty rabbits than in the offspring of non-fatty ones. The ratio of scapular, abdominal and pelvic fat to the total amount of body tissues also showed higher values in the offspring of fatty rabbits in all examined time between 6 and 11 weeks of age. Next to the fat content also the liver and other edible organs showed higher ratio in the offspring of fatty rabbits at 11 weeks of age. In spite of these a higher ratio of carcass was observed in the non-fatty animals at slaughter, which resulted in a higher protein content of the body in these rabbits. Based on these results it could be established that the TOBEC method seems to be a useful technique for selecting rabbits based on their body fat content.

* A kutatást az OTKA (F 032594) támogatta

BEVEZETÉS

A házinyúl vágóértékének és test-összetételének meghatározására többféle módszer (Fekete, 1992) is elterjedt a gyakorlatban, de ezek közül mind az állattenyésztési kutatások, mind pedig a gyakorlati nemesítő munka során a próbavágással és a kémiai teljestest-analízissel találkozhatunk a leggyakrabban. Ezek a módszerek azonban — pontosságuk ellenére — nem váltották be maradéktalanul a hozzájuk fűzött reményeket, mivel a vágóérték javítása érdekében végzett nemesítő munka (ivadékvizsgálat) során az ivadékok nagyszámú vágása az utódgeneráció számos tagjának kieséséhez, így az évenkénti genetikai előrehaladás jelentős lassulásához vezetett. Ennek a problémának a kiküszöbölése érdekében szükségessé vált tehát olyan új eljárás, vagy eljárások kidolgozása, amelyek élő állapotban biztosítják a testösszetétel kellő pontosságú meghatározásának lehetőségét.

Az ún. non-invasive módszerek közül napjaink csúcstechnikáját a komputer tomográf (CT) és a mágneses rezonancia tomográf (MR) jelenti. Mindkét módszert eredményesen használják a nyúltenyésztési kutatásokban, mind a vágóérték (Szendrő és mtsai, 1994), mind pedig a testösszetétel (Romvári, 1996; Kövér és mtsai, 1998; Milisits, 1998) kellő pontosságú meghatározására, illetve a test-összetételbeni változások élő állapotban történő kimutatására (Romvári és mtsai, 1994; Milisits, 1998; Milisits és mtsai, 1999b). A két módszer gyakorlati alkalmazhatóságának és széleskörű elterjedésének azonban gátat szab magas beruházási és üzemeltetési költsége, valamint helyhez kötöttsége, ami sok esetben a vizsgálatra szánt állatok nagy távolságról történő beszállítását teszi szükségessé.

Ennek a problémának — bizonyos esetekben — egy lehetséges megoldását jelentheti az ún. EM-SCAN készülék (TOBEC módszer) alkalmazása, ami kis mérete miatt mobil, így a mérések helyszínére könnyen szállítható és a mérések az állatok tartózkodási helyén, azok minimális mozgatásával, elvégezhetők. A készülék másik nagy előnye, hogy az említett korszerű berendezésekhez képest, beruházási és üzemeltetési költsége jóval alacsonyabb, hátránya ugyanakkor, hogy az előbb említett módszerekkel ellentétben, képi információt nem szolgáltat.

Az eredetileg gyermekgyógyászati célra kifejlesztett, a mágneses térbe helyezett testek eltérő elektromos vezetőképességének mérésén alapuló módszert, több esetben, kisebb testsúlyú haszon- és laborállatok test-összetételének meghatározására már használták (Fekete és mtsai, 1995). Az eddigi eredmények azt bizonyítják, hogy ez az eljárás eredményesen ($r=0,88-0,99$) alkalmazható a zsírtmentes test súlyának pontos meghatározására (Cunningham és mtsai, 1986; Fekete és Brown, 1993; Staudinger és mtsai, 1995), de csak közepes ($r=0,59$) megbízhatósággal használható a zsír szerkezeten belüli arányának becslésére (Fekete és mtsai, 1995).

Mivel a gyakorlat számára ez utóbbi meghatározása lenne a fontosabb, ezért a közelmúlt kutatásai döntően ennek a problémának a megoldására összpontosítottak. Az eddigi eredmények azonban azt mutatják, hogy a teljes test zsírtartalma a napos- (Milisits és mtsai, 1999a), a növendék- (Milisits és mtsai, 2000), és az anyanyulak (Szendrő és mtsai, 1998) esetében is csak közepes megbízhatósággal becsülhető.

Jelen kísérletünkben arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a közepes becslési pontosság ismeretében megvalósítható-e a TOBEC módszer alkalmazásával egy olyan szelekciós program, amelynek keretében, a szervezeti zsírtartalomra nézve, két egymástól elkülönülő nyúlpopulációt hozunk létre. Ehhez az alábbi konkrét célokat tűztük ki magunk elé:

- a növendéknyulak szervezeti zsírtartalmának meghatározása 10. hetes életkorban egy, már korábban kidolgozott (*Milisits és mtsai*, 2000) becslő egyenlet segítségével;

- a becsült zsírtartalom alapján kétirányú szelekció a szervezeti zsírtartalom tekintetében egymástól eltérő nyúlpopulációk kialakítása érdekében;

- a zsírbeépülés mértékének és szervezeten belüli helyeződésének vizsgálata a magas és az alacsony szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódaiban;

- a vágáskori testösszetétel, és néhány vágási paraméter összehasonlítása az eltérő tetstzsírtartalmú nyulak utódaiban.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleti állatok, tartási körülmények

Vizsgálatainkat a Kaposvári Egyetem Állattudományi Karának kísérleti nyúlházában Pannon fehér nyulakkal végeztük. A nyulakat — 6. hetes kori választásukat követően — napi 16 órás megvilágítással, ponthegeesztett dróthálóból készült ketrecekben (800x500mm), csoportosan (5–6 nyúl/ketrec) helyeztük el. *Ad libitum* takarmányozásukra kereskedelmi forgalomban kapható nyúltápot (DE: 10,30 MJ/kg, nyersfehérje: 17,5%, nyerszsír: 3,6%, nyersrost: 15,5%) használtunk. Ivóvizet szópókás önitatókból, tetszés szerinti mennyiségben fogyasztottak a nyulak.

A növendéknyulak TOBEC vizsgálata

A tizedik hetes életkorban az állományt lemértük, majd az élő súly, valamint a 6. és 10. hetes kor közötti súlygyarapodás alapján az átlagot (átlag $\pm$ 1 szórás) reprezentáló egyedeket kiválogattuk. Szervezeti zsírtartalmukat egy EM-SCAN SA-3152 típusú készülékkel, az ún. TOBEC módszerrel határoztuk meg. A méréshez az állatokat hason fekvő testhelyzetben, altatás nélkül, hevederekkel rögzítettük. Minden állatot háromszor mértünk meg és a további számításainkhoz e három mérés átlagát használtuk. A mérés közvetlen eredményét, az ún. E-értéket, az EM-SCAN készülék gyártója által fejlesztett SA3000 jelű program, DOS alatt futó 2,1-es változatával határoztuk meg. A három mérés szórása minden egyed esetében 2% alatt maradt. A zsír szervezeten belüli százalékos arányát a készülékkel mért értékeknek (E-érték) a *Milisits és mtsai* (2000) által kidolgozott egyenletbe történő behelyettesítésével számítottuk ki.

A kísérleti egyedek kiválogatása, elhelyezése

A becsült értékek alapján, a nőivarú állatok közül, a szélső 16-16%-ot ($n=2 \times 25$), a hímivarúak közül pedig a szélső 8-8%-ot ($n=2 \times 12$) válogattuk ki kísérletünkhöz. A kiválasztott állatok közül a zsíros anyákból 25, a nem zsíros anyákból 21, a zsíros bakokból 10, a nem zsíros bakokból pedig 9 egyed bizonyult alkalmasnak a továbbtenyésztésre.

A tenyésznövendékek kiválasztása után, az anyanyulakat ponthegeesztett dróthálóból készült ketrecekben (800x500 mm), napi 16 órás megvilágítással, egyedileg helyeztük el. A baknyulak elhelyezésére hasonló körülmények között, 400x500mm alapterületű ketreceket használtunk. Mind az anya, mind pedig a baknyulak, *ad libitum* takarmányozására kereskedelmi forgalomban kapható nyúltápot (DE: 10.30 MJ/kg, nyersfehérje: 17,5%, nyerszsír: 3,6%, nyersrost: 15,5%) használtunk. Ivóvíz szópókás önitatókból tetszés szerinti mennyiségben állt a nyulak rendelkezésére.

Az anyanyulakat 17. hetes életkorban vettük tenyésztésbe, de az első termékenyítésükhöz még a kísérletben nem szereplő bakok spermáját használtuk. A kísérlethez kiválasztott bakok spermájával történő termékenyítésekre, az anyanyulak első fialását követő 10–11. napon került sor. A termékenyítésekhöz friss, hígított spermát használtunk, minden zsíros anyához zsíros bakot, minden zsírszegény anyához zsírszegény bakot párosítva. A termékenyített 25 zsíros és 21 nem zsíros anyanyúl közül 22, illetve 16 fialt meg sikeresen.

A naposnyulak TOBEC vizsgálata

A megszületett kisnyulak közül 100-100 testösszetételét először egy napos életkorban vizsgáltuk TOBEC módszerrel. Szervezeti zsírtartalmukat egy EM-SCAN SA-2 típusú készülékkel határoztuk meg. A méréshez az állatokat 2 mg/testsúly kg xylazin (Rometar, SPOFA) és 20 mg/testsúly kg ketamin (Calypsovet injekció, RICHTER GEDEON) izomba adásával altattuk és hason fekvő testhelyzetben rögzítettük. Minden állatot háromszor mértünk meg és további számításainkhoz a három mérés átlagát használtuk. A mérés közvetlen eredményét, az ún. E-értéket az EM-SCAN készülék gyártója által fejlesztett, DOS alatt futó SA2 jelű programmal határoztuk meg. A három mérés szórása ez esetben is minden egyed esetében 2% alatt maradt. A zsír százalékos arányát a készülékkel mért értékeknek a Milisits és mtsai (1999a) által kidolgozott egyenletbe történő behelyettesítésével számítottuk ki.

Komputer tomográfias (CT) vizsgálatok

A zsírbeépülés mértékének és anatómiai helyeződésének követéséhez az utódok egy részét ($n=8$, illetve $n=7$) komputer tomográfias (CT) vizsgálatoknak vetettük alá. A vizsgálatokat 6. és 11. hetes életkor között heti gyakorisággal végeztük. A 6. hetes kor előtti CT-vizsgálatoknak az állatok kis mérete miatt nem láttuk értelmét.

A kísérletbe vont nyulakat, a felvételezés idejére, altatás nélkül, egy speciálisan erre a célra készített plexi tartóban, hason fekvő testhelyzetben, hevederekkel rögzítettük. Az állatokról a vizsgálat minden hetében (minden héten azo-

nos időpontban) CT sorozat-felvételek készültek a vállóvtól a combcsont végéig terjedő testtartományban. A felvételek azonos szeptesztvastagsággal, de az állatok méretétől függő lépésközzel készültek, így biztosítva azt, hogy az egyes felvételek minden állat esetében azonos anatómiai ponton készüljenek. A vizsgálatok során valamennyi állatról 23 felvétel készült a jelzett testtartományban.

A CT-felvételek értékelése

A CT-vel készült felvételek értékelését a CTPC szoftver segítségével (Berényi és Kövér, 1991) végeztük. A felvételek értékeléséhez a különböző szövetek röntgensugárelnyelő-képességét kifejező ún. Hounsfield-skálának az izomszövetre, a vízre és a zsírszövetre jellemző (–200-tól +200-ig terjedő) denzitástartományát használtuk. A vizsgált tartomány 400 adatából — az adatok könnyebb kezelhetősége és statisztikai feldolgozhatósága érdekében — a szomszédos 10-10 érték összevonásával 40 változót (HUv) képeztünk, melyeket HUv1, HUv2... HUv40 rövidítésekkel jelöltünk. A zsírbeépülés nyomon követéséhez a zsírszövetre leginkább jellemző denzitásértékekkel (HUv8-HUv16) rendelkező képpontok számának az összpixelszámhoz (HUv1-HUv40) való viszonyításával indexszámokat képeztünk a „Zsirindex= $\frac{\sum \text{HUv8-HUv16}}{\sum \text{HUv1-HUv40} \times 100}$ ” képlet segítségével. Így egy olyan új változóhoz jutottunk, ami alkalmas a teljes test, illetve az egyes fontosabb testtájak zsírtartalmának számszerű kifejezésére, ezáltal a két csoportra számított értékek statisztikai összevetésére. A vállóvi régióban az indexszámításhoz a 2–4. felvétel, a vesék régiójában a 12–14. felvétel, a medence régiójában pedig a 18-20. felvétel adatait használtuk. Az indexszámítást, és a fentebb említett adat-összevonásos redukciót, a Predictor 2.2 programmal végeztük (Romvári, 1996).

Vágás, kémiai analízis

A célirányos párosításokból származó első generációs egyedek közül — 11. hetes életkorban — mindkét csoportból, a becsült zsírtartalom alapján, az átlagot (átlag $\pm$ szórás) reprezentáló néhány egyed (n=15, illetve n=18) levágtunk, majd a karkaszt Blasco és mtsai (1993) szerint daraboltuk. A test kémiai összetételének meghatározásához, a teljes testből kétszeri darálással, homogén vizsgálati mintát készítettünk, majd a homogenátumokból 100 g mintát vettünk. A minták szárazanyag-, nyersfehérje-, nyerszsír- és hamutartalmának meghatározása a Magyar Szabvány előírásai szerint történt:

- szárazanyag-tartalom: MSZ ISO 6496:1993;
- nyersfehérje-tartalom: MSZ 6830-4:1981;
- nyerszsírtartalom: MSZ 6830-6:1984;
- nyershamutartalom: MSZ ISO 5984:1992

Statisztikai értékelés

A TOBEC-módszerrel becsült zsírtartalom, a kémiai analízis során meghatározott egyes testösszetevők és a vágás során mért fontosabb adatok csoportok közötti eltéréseinek szignifikanciáját kétmintás t-próbával teszteltük. A sze-

lekció eredményességének bizonyítására a kémiai úton meghatározott testzsírtartalom alapján diszkriminancia analízist végeztünk. A statisztikai számításokhoz az SPSS for Windows statisztikai programcsomag 10.0-ás verzióját használtuk (SPSS for Windows, 1999).

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELESLÜK

A rendelkezésre álló Pannon fehér állományból — a 10. hetes korban becsült zsírtartalmi értékek alapján — a kísérlethez kiválogatott egyedek néhány fontosabb alapadatát az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat

A 10. hetes korban becsült zsírtartalom alapján továbbtenyésztésre kiválasztott nyulak alapadatai

Tulajdonság(1)	Anyák(2)		Bakok(3)	
	zsíros(4)	nem zsíros(5)	zsíros(4)	nem zsíros(5)
n	25	21	10	9
10. hetes súly, g(6)	2274±107	2284±172	2233±141	2228±166
Testzsír, %(7)	8,5±1,0	4,5±1,5	8,8±1,0	3,4±1,7

Table 1.: Basic data of the rabbits choosen for the experiment based on their predicted body fat content at 10th weeks of age

traits(1), does(2), bucks(3), fatty(4), non-fatty(5), body weight at 10th weeks of age(6), body fat(7)

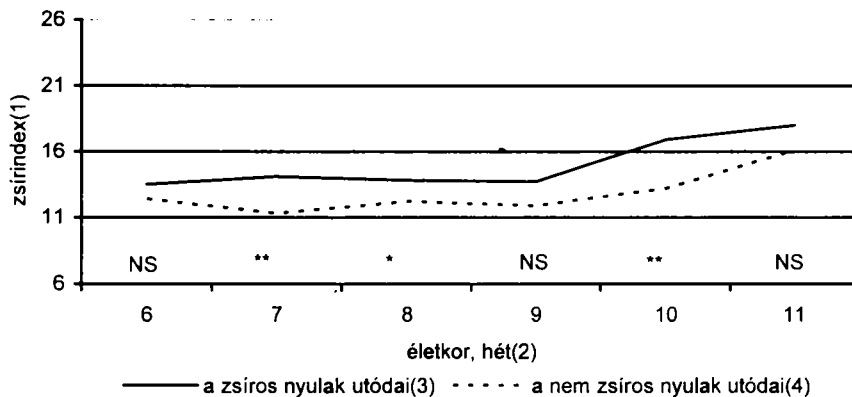
A táblázat adataiból jól látható, hogy a két csoport becsült zsírtartalmi értékei jól elkülönülnek egymástól. A zsíros és a nem zsíros anyákon, illetve bakokon megfigyelt különbségek — $P < 0,001$ szinten — statisztikailag is igazolhatóak.

A szülők szervezeti zsírtartalmában tapasztalt különbségek az első utódgeneráció egyedeinek a napos kori TOBEC mérésekor még nem jelentkeztek. A magas, illetve az alacsony szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódainak napos kori becsült zsírtartalma $4,1 \pm 0,8\%$, illetve $4,1 \pm 0,9\%$ volt ($P = 0,957$), így valószínűsíthető, hogy a szülők szervezetének zsírtartalma nem befolyásolja az utódok szervezetének születéskori zsírtartalmát. Ezt látszik igazolni Kolstad (2001), valamint Bernstein és Goran (1996) eredménye is, akik sertés, illetve humán vonatkozásban számoltak be hasonló megfigyelésekről.

A napos korban megfigyelt azonos zsírtartalommal ellentétben a teljes testre vonatkoztatva számított ún. zsírindex, hat hetes korban már a magas szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódainak nagyobb mértékű elzsírosodását mutatta (1. ábra).

Kilenc hetes korig a két kísérleti csoportban a zsírtartalom nem változott jelentősen, de a kisebb ingadozások miatt csak 7. és 8. hetes korban lehetett szignifikáns különbséget kimutatni. Kilenc hetes kort követően nagyon intenzív zsírbeépülés kezdődött mind a két csoport egyedeinél, aminek eredményeként a teljes testre vonatkoztatott zsírindex értéke 11. hetes korra már elérte a 18-at a zsíros, és a 16-ot a nem zsíros szülők utódainál. A két csoport egyedeire számított zsírindex-értékek átlaga közötti különbséget 10. hetes életkorban sikerült statisztikailag is igazolni ($P < 0,01$).

1. ábra: A CT-felvételek alapján teljes testre számított zsírindex változása a magas és az alacsony szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódaiban a 6. és 11. hetes kor között

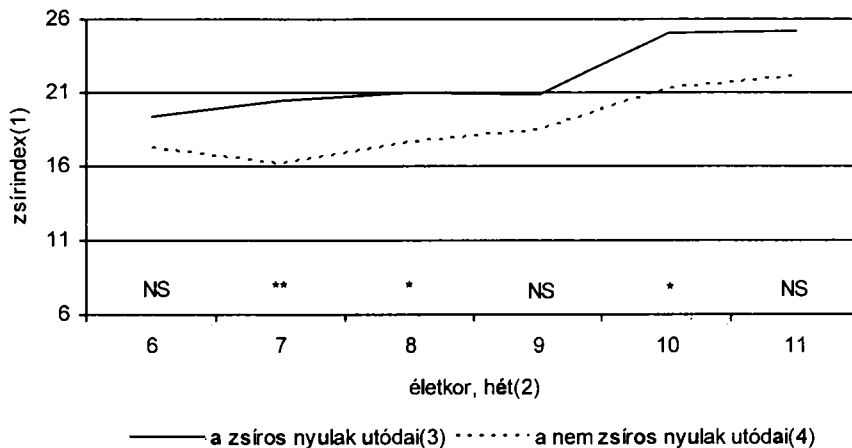


* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$

Fig. 1.: Changes in the fat index calculated from the CT scans for the whole body in the offspring of fatty and non-fatty rabbits between 6 and 11 weeks of age
fat index(1), live weight, weeks(2), offspring of fatty rabbits(3), offspring of non-fatty rabbits(4)

A vállövi régióban csak kismértékű zsírbeépülést lehetett megfigyelni 6. és 9. hetes kor között mindkét kísérleti csoportban (2. ábra).

2. ábra: A CT felvételek alapján számított zsírindex változása a vállövi régióban a magas és az alacsony szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódaiban 6. és 11. hetes kor között



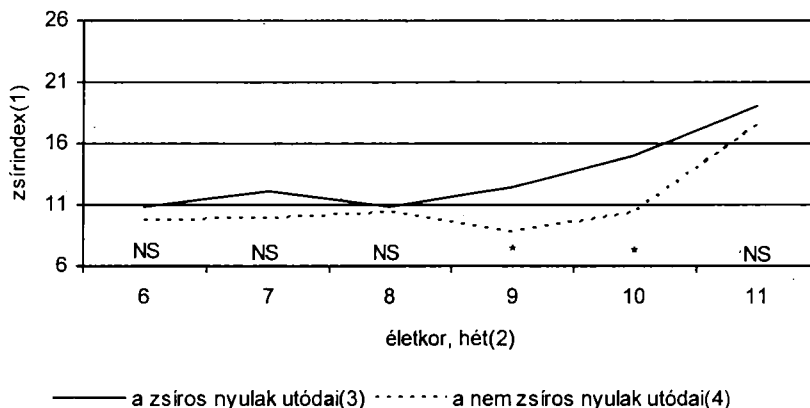
* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$

Fig. 2.: Changes in the fat index calculated from the CT scans for the scapular region in the offspring of fatty and non-fatty rabbits between 6 and 11 weeks of age
as in Fig. 1.(1-4)

A zsírindex ebben az életkorban 19,4-ről 20,8-re nőtt a zsíros nyulak utódaiban és 17,2-ről 18,5-re a nem zsíros nyulak esetében. A csoportátlagok közötti különbség a 7. és 8. hetes korban bizonyult statisztikailag is igazolhatónak. Kilenc és tíz hetes kor között a vállövi zsír nagyon intenzív beépülését lehetett megfigyelni mindkét csoport egyedeinél. A zsírindex a zsíros nyulak utódaiban a 10. hetes korra, 25,1-del érte el maximumát, míg a nem zsíros nyulak utódainak ezen értéke ekkor 21,3 volt. A vizsgálat utolsó hetében, a vállövi régióban számított zsírindex már nem változott a zsíros nyulak utódainál, míg a nem zsíros nyulak utódainál további kis mértékű emelkedést lehetett megfigyelni.

A házinyúl legjelentősebb zsírraktárában (a vesék tájékán) érdekes volt megfigyelni, hogy a zsírtartalom mindkét csoport egyedeiben meglehetősen alacsony volt a 8. hetes életkorig (3. ábra).

3. ábra: A CT-felvételek alapján számított zsírindex változása a vesék régiójában a magas és az alacsony szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódaiban 6. és 11. hetes kor között



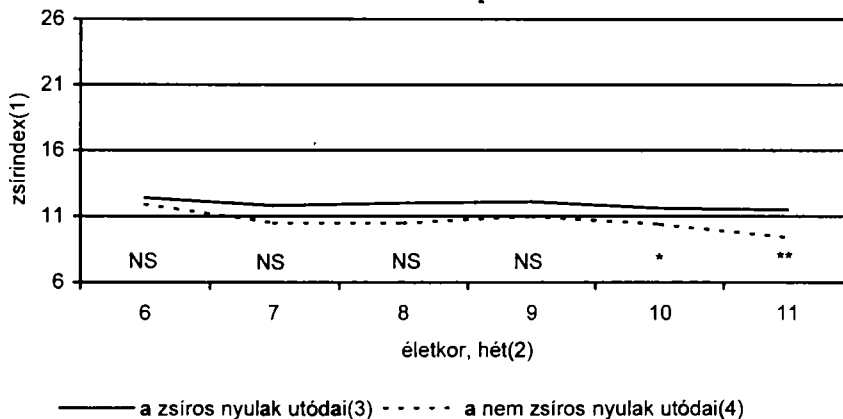
* $P < 0,05$

Fig. 3.: Changes in the fat index calculated from the CT scans for the region of kidneys in the offspring of fatty and non-fatty rabbits between 6 and 11 weeks of age as in Fig. 1.(1-4)

Ezután egy nagyon intenzív zsírbeépülés kezdődött a magas szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódaiban, míg a másik csoport egyedeiben a 10. hetes életkorig nem tapasztaltunk számottevő változást. Kilenc és tíz hetes korban, a vesék régiójában, a magas szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódainak szignifikáns fölényét lehetett kimutatni. A kísérlet utolsó hetében az abdominális zsír mennyiségének jelentős növekedését tapasztaltuk a nem zsíros szülők utódaiban, így 11. hetes korra ezek az egyedek is majdnem elérték a zsíros szülők utódaiban mért zsírtartalmat. A zsíros nyulak abdominális zsírtartalmának 9. és 10. hetes korban megfigyelt szignifikáns fölényével szemben a kísérlet végén már nem lehetett a két csoport átlagértékei között statisztikailag igazolható különbséget kimutatni.

A vállövi és az abdominális zsírral ellentétben, a medence tájéki zsír aránya csökkenő tendenciát mutatott mindkét csoportban, a vizsgált időszak alatt (4. ábra).

4. ábra: A CT-felvételek alapján számított zsírindex változása a medence tájéki régióban a magas és az alacsony szervezeti zsirtartalomra szelektált nyulak utódaiban 6. és 11. hetes kor között



* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

Fig. 4.: Changes in the fat index calculated from the CT scans for the perirenal region of the body in the offspring of fatty and non-fatty rabbits between 6 and 11 weeks of age as in Fig. 1.(1-4)

A zsírindex, a medence régiójában, a 6. hetes korban érte el maximumát mindkét csoport egyedeiben (12,4 a zsíros nyulakban és 11,9 a nem zsírosakban). Ezután egy csökkenés volt megfigyelhető a 7. hetes életkorig, majd a számított értékek gyakorlatilag nem változtak a nyulak 9. hetes koráig. A vizsgálat utolsó két hetében mindkét csoportban a zsírindex csökkenését tapasztaltuk. Mivel a csökkenés mértéke nagyobb volt a nem zsíros szülők utódaiban, így szignifikáns különbség alakult ki a két csoport egyedeinek átlagértékei között a 10. és a 11. hetes korban.

A magas, illetve az alacsony szervezeti zsirtartalomra szelektált nyulak utódainak szervezeti zsirtartalmában komputer tomográfiai kimutatott különbségeket a kísérlet végi vágási eredmények is alátámasztották. Tizenegy hetes életkorban, a kísérleti csoportok között, mind a vállövi, mind pedig az abdominális zsír testsúlyhoz viszonyított arányában szignifikáns különbséget lehetett kimutatni (2. táblázat).

A vágás során a vállövi és az abdominális zsír testsúlyhoz viszonyított arányában megfigyelt különbségeket a teljes testek kémiai analízise is visszaigazolta. A kémiaiilag meghatározott nyerszsirtartalmi értékek szintén a magas szervezeti zsirtartalomra szelektált nyulak utódainak jelentősebb elzsírosodását mutatták. A két csoport átlagértékeiben ($9,4 \pm 1,7$, illetve $7,4 \pm 1,7$) megfigyelt különbség $P < 0,05$ szinten ez esetben is statisztikailag is igazolható.

2. táblázat

A vállövi és az abdominális zsír testsúlyhoz viszonyított arányának alakulása a magas és az alacsony szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódaiban 11. hetes életkorban

Tulajdonság(1)	Zsíros nyulak utódai(2)	Nem zsíros nyulak utódai(3)	P
n	15	18	
Vállövi zsír, %(4)	0,35±0,09	0,28±0,11	<0,05
Abdominális zsír, %(5)	1,08±0,43	0,68±0,39	<0,01

Table 2.: Ratio of scapular and abdominal fat to the live weight in the offspring of fatty and non-fatty rabbits at 11 weeks of age
traits(1), offspring of fatty rabbits(2), offspring of non-fatty rabbits(3), scapular fat(4), abdominal fat(5)

A szelekció eredményességét azonban mi sem bizonyítja jobban, minthogy a diszkriminancia analízis módszerével — a kémiaiilag meghatározott zsírtartalmi értékeket alapul véve — a két csoport egyedei 84,5%-os biztonsággal elkülöníthetőnek bizonyultak egymástól (3. táblázat).

3. táblázat

A magas és az alacsony szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódainak szétválogatása diszkriminancia analízissel a 11. hetes korban analizált nyerszsírtartalmi értékek alapján

Eredeti csoportok(1)	Becsült csoportok(2)	
	zsíros nyulak utódai(3)	nem zsíros nyulak utódai(4)
Zsíros nyulak utódai, n=15(3)	80.0% (n=12)	20.0% (n=3)
Nem zsíros nyulak utódai, n=18(4)	11.1% (n=2)	88.9% (n=16)

Table 3.: Classification of the offspring of fatty and non-fatty rabbits by discriminate analysis based on the chemically analyzed body fat content at 11 weeks of age
original groups(1), estimated groups(2), offspring of fatty rabbits(3), offspring of non-fatty rabbits(4)

Érdekes volt ugyanakkor megfigyelni, hogy az eddig megállapított különböző zsírtartalmi értékeken kívül, az ehető belsőségek testsúlyhoz viszonyított arányai is magasabb értékeket mutattak a zsíros szülők utódaiban. A más esetében kb. 1,5-szeres, míg a többi ehető belsőség (szív+tüdő+vesék) esetén 1,2-szeres értékeket mértünk a magas szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódaiban az alacsony szervezeti zsírtartalomra szelektált csoporthoz képest (4. táblázat).

4. táblázat

A máj és az egyéb ehető belsőségek testsúlyhoz viszonyított arányának alakulása a magas és az alacsony szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódaiban 11. hetes életkorban

Tulajdonság(1)	Zsíros nyulak utódai(2)	Nem zsíros nyulak utódai(3)	P
n	15	18	
Máj, %(4)	3,0±0,9	2,2±0,8	<0,001
Szív+tüdő+vesék, %(5)	2,1±0,2	1,8±0,2	<0,05

Table 4.: Ratio of liver and other edible organs to the liveweight in the offspring of fatty and non-fatty rabbits at 11 weeks of age
traits(1), offspring of fatty rabbits(2), offspring of non-fatty rabbits(3), liver(4), heart+lungs+kidneys(5)

A szervezeti zsírtartalomban és az ehető belsőségek testsúlyhoz viszonyított arányában a magas szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódaiban megfigyelt magasabb értékek egybevágának több korábbi kísérlet eredményével is. Ezekben a napi kétszeri szoptatás (*Szendrő és mtsai*, 2002) és a takarmányok zsír-kiegészítésének (*Fernandez és Fraga*, 1996) hatására elzsírosodott nyulakban szintén magasabb szervezeti zsírtartalmat és az ehető belsőségek nagyobb arányát állapították meg a kontroll állatokhoz képest.

A szervezeti zsírtartalommal, és az ehető belsőségek testsúlyhoz viszonyított arányával szemben, a karkasz testsúlyhoz viszonyított arányában az alacsony szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódai mutattak kedvezőbb értéket ($49,3 \pm 2,0\%$, illetve $50,2 \pm 2,6\%$), de a két csoport közötti különbség statisztikailag nem volt igazolható ($P=0,31$). A karkasz *Blasco és mtsai* (1993) szerinti darabolása után az elülső- és a hátulsó rész testsúlyhoz viszonyított aránya szintén az alacsony szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódaiban volt magasabb, de a középső rész testsúlyhoz viszonyított arányában a magas szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódai mutattak kedvezőbb értékeket (5. táblázat).

5. táblázat

A karkasz elülső, középső és hátulsó részének testsúlyhoz viszonyított aránya a magas és az alacsony szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódaiban 11. hetes életkorban

Tulajdonság(1)	Zsíros nyulak utódai(2)	Nem zsíros nyulak utódai(3)	P
n	15	18	
Elülső rész, %(4)	$13,5 \pm 1,1$	$14,2 \pm 0,8$	0,07
Középső rész, %(5)	$17,2 \pm 1,0$	$16,7 \pm 1,4$	0,26
Hátulsó rész, %(6)	$18,6 \pm 1,0$	$19,2 \pm 1,4$	0,13

Table 5.: Ratio of the fore, middle and hind part of the carcass to the live weight in the offspring of fatty and non-fatty rabbits at 11 weeks of age
traits(1), offspring of fatty rabbits(2), offspring of non-fatty rabbits(3), fore part(4), middle part(5), hind part(6)

A karkasz testsúlyhoz viszonyított magasabb arányának köszönhetően, az alacsony szervezeti zsírtartalomra szelektált nyulak utódaiban magasabb nyersfehérje-tartalmat lehetett meghatározni ($18,7 \pm 0,4\%$, illetve $19,4 \pm 0,9\%$). A megfigyelt különbséget $P < 0,05$ szinten statisztikailag is sikerült igazolni.

A kísérletben elért eredményeinkről összefoglalóan megállapítható, hogy azok jól egybevágának több korábbi, hasonló céllal végzett szelekciós vizsgálat publikált eredményeivel. Brojlercsirkék esetében például, *Leclercq és mtsai* (1980) bizonyították, hogy a magas abdominális zsírtartalmú madarak utódaiban már 28. napos korban kimutatható az abdominális zsír testsúlyhoz viszonyított nagyobb aránya az alacsony abdominális zsírtartalmú madarak utódaikhoz képest. Ez a különbség kifejezettebben jelentkezett a kakasokban, mint a tyúkokban, de mindkét ivarban megmaradt a kísérlet végéig, azaz a 62. napos életkorig.

Hasonló eredményre jutottak *Whitehead és Griffin* (1984) is, akik a plazma VLDL (very low density lipoprotein) koncentrációja alapján két irányba szelektált állományokban nagyobb abdominális és teljestest-zsírtartalmat figyeltek meg a magas VLDL-koncentrációjú madarak utódaiban. A zsírtartalommal ellentétben ugyanakkor alacsonyabb fehérjetartalmat tudtak kimutatni ugyanezen egyedekben.

Barna és mtsai (1990) 7. hetes életkorban 6,5% különbséget találtak az abdominális zsír testsúlyhoz viszonyított arányában a magas, illetve az alacsony VLDL koncentrációjú szülőktől származó brojlercsirkék esetében.

A háton mért faggyúvastagság alapján végzett kétirányú szelekció a juhokban is a nagyobb faggyúvastagságú egyedek utódainak jelentősebb elzsírosodását okozta, mind a faggyúvastagság, mind a vese körüli zsír mennyisége, mind pedig a karkasz zsírtartalma tekintetében (*Bennett és mtsai*, 1988; *McEwan és mtsai*, 1989).

A testzsírtartalom alapján két irányba szelektált egerekben a zsírtartalom kétszeresére nőtt a magas, illetve felére csökkent az alacsony zsírtartalomra szelektált egerek 53. generációjában *Bunger és Hill* (1999).

A zsírtartalomra történő szelekció lehetőségére mutatnak rá *Suzuki és mtsai* (2002) eredményei is, akik a hátszalonna vastagság és az intramuszkuláris zsírtartalom esetében is kedvező öröklődhetőségi értékeket ($h^2=0,727$, illetve $0,496$) mértek fajtatiszta duroc sertésekkel végzett kísérleteikben.

Az intramuszkuláris zsírtartalom alapján végezhető szelekció lehetőségére hívja fel a figyelmet az a kutatás is, amelyben *Sapp és mtsai* (2002) a magas és az alacsony intramuszkuláris zsírtartalmú angus bikák utódaiban szignifikáns különbséget tudtak kimutatni a karkasz márványozottságát illetően. Eredményeik alapján külön hangsúlyozzák, hogy ezzel a szelekciós eljárással úgy tudták a hús zsírtartalmát megnövelni, hogy az nem járt együtt az egyéb szervezeti zsírok mennyiségének növekedésével.

KÖVETKEZTETÉSEK

A TOBEC módszer alkalmazásával a szervezeti zsírtartalom *in vivo* becslésében elérhető közepes becslési pontosság elegendőnek bizonyult egy populáció magas, illetve alacsony zsírtartalmú egyedeinek megbízható szétválogatására. A szülők szervezeti zsírtartalmában kimutatható különbségek az utódokban is egyértelműen jelentkeztek, ezért a TOBEC-módszer eredményesen alkalmazhatónak tűnik a házinyulak testzsírtartalomra irányuló szelekciójában.

IRODALOM

- Barna, J. – Papp, M. – Holdas, S.* (1990): A nagyon alacsony sűrűségű lipoprotein szintre alapozott szelekció a brojlerek hasüregi zsírtömegének csökkentésére. Állattenyésztés és Takarmányozás, 39. 2. 145–151.
- Bennett, G.L. – Meyer, H.H. – Kirton, A.H.* (1988): Effects of selection for divergent ultrasonic fat depth in rams on progeny fatness. Anim. Prod., 47. 379–386.
- Berényi, E. – Kövér, Gy.* (1991): CTPC, PC alapú posztprocesszálo program, Kaposvár
- Bernstein, I.M. – Goran, M.I.* (1996): Fat distribution is altered in infants of obese mothers. J. Soc. Gynecol. Invest., 3. 2. 278A.

- Blasco, A. – Ouhayoun, J. – Masoero, G.(1993): Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. *Wrlld Rabbit Sci.*, 1. 1. 3–10.
- Bunger, L. – Hill, W.G.(1999): Inbred lines of mice derived from long-term divergent selection on fat content and body weight. *Mammalian Genome*, 10. 6. 645–648.
- Cunningham, J. – Molnar, J. – Meara, P.A. – Bode, H.H.(1986): *In vivo* total body electrical conductivity (TOBEC) following perturbations of body fluid compartments in rats. *Metabolism*, 35. 572–575.
- Fekete, S.(1992): The rabbit body composition: Methods of measurement, significance of its knowledge and the obtained results - a critical review. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15. 72-85.
- Fekete, S. – Brown, D.L.(1993): The major chemical components of the rabbit whole body measured by direct chemical analysis, deuterium oxide dilution and total body electrical conductivity. *J. Vet. Nutr.*, 2. 23–29.
- Fekete, S. – Kósa, E. – Andrásófszky, E. – Hullár, I.(1995): *In vivo* measurements of body composition of dwarf and normal rabbit. 9th Symposium on Housing and Diseases of Rabbits, Furbearing Animals and Fancy Pet Animals, Celle, 223–234.
- Fernandez, C. – Fraga, M.J.(1996): The effect of dietary fat inclusion on growth, carcass characteristics and chemical composition of rabbits. *J. Anim. Sci.*, 74. 9. 2088–2094.
- Kolstad, K.(2001): Fat deposition and distribution measured by computer tomography in three genetic groups of pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 67. 281–292.
- Kövér, Gy. – Szendrő, Zs. – Romvári, R. – Jensen, J. F. – Sørensen, P. – Milisits, G.(1998): *In vivo* measurement of body parts and fat deposition in rabbits by MRI. *Wrlld Rabbit Sci.*, 6. 2. 231–235.
- Leclercq, B. – Blum, J.C. – Boyer, J.P.(1980): Selecting broilers for low or high abdominal fat: initial observations. *Br. Poult. Sci.*, 21. 107–113.
- McEwan, J.C. – Fennessy, P.F. – Greer, G.J. – Bruce, G.D. – Bain, W.E.(1999): Selection for carcass composition: effects on the development of subcutaneous and internal fat depots. *Proc. Nutr. Soc.*, New-Zealand, 14. 163–164.
- Milisits, G.(1998): Növendék- és anyanyulak testösszetétel változásának vizsgálata komputer tomográffal és TOBEC módszerrel. Doktori (PhD.) értekezés, Kaposvár, 124.
- Milisits, G. – Gyarmati, T. – Szendrő, Zs.(1999a): *In vivo* estimation of body fat content of new-born rabbits using the TOBEC method. *Wrlld Rabbit Sci.*, 7. 3. 151–154.
- Milisits, G. – Romvári, R. – Dalle Zotte, A. – Szendrő, Zs.(1999b): Non-invasive study of changes in body composition in rabbits during pregnancy using X-ray computerized tomography. *Ann. Zootech.*, 48. 25–34.
- Milisits, G. – Szendrő, Zs. – Mihálovics, Gy. – Biró-Németh, E. – Radnai, I. – Lévai, A.(2000): Use of the TOBEC method for predicting the body composition of growing rabbits. 7th Wrlld Rabbit Congr., Valencia, 1. 637–642.
- Romvári, R.(1996): A komputeres röntgen tomográfia alkalmazásának lehetőségei a húsnyúl és brojlercsirke testösszetételének és vágási kitermelésének *in vivo* becslésében. Doktori (PhD.) értekezés. PANNON Agrártudományi Egyetem, Állattenyésztési Kar, Kaposvár
- Romvári, R. – Szendrő, Zs. – Hom, P.(1994): A hús- és a zsírszövet beépülésének követése CT-vel 0,5 és 3,5 kg közötti nyulakban. 6. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, Kaposvár, 80–85.
- Sapp, R.L. – Bertrand, J.K. – Pringle, T.D. – Wilson, D.E.(2002): Effects of selection for ultrasound intramuscular fat percentage in Angus bulls on carcass traits of progeny. *J. Anim. Sci.*, 80. 8. 2017–2022.
- SPSS for Windows(1999): Version 10.0, Copyright SPSS Inc.
- Staudinger, F.B. – Rorie, R.P. – Anthony, N.B.(1995): Evaluation of a noninvasive technique for measuring fat-free mass in poultry. *Poult. Sci.*, 74. 271–278.
- Suzuki, K. – Kadowaki, H. – Shibata, T. – Uchida, H. – Sato, U.(2002): Selection for daily gain, loin-eye muscle area, backfat thickness and intramuscular fat in 7 generations of Duroc pigs. *Proc. 7th Wrlld Congr. Gen. Appl. Livest. Prod.*, Montpellier, Session 11, 0–4.
- Szendrő, Zs. – Gyarmati, T. – Maertens, L. – Biróné Németh, E. – Radnai, I. – Milisits, G. – Matics, Zs. (2002): Effect of nursing by two does on the performance of sucking and growing rabbits. *Anim. Sci.*, 74. 117–125.
- Szendrő, Zs. – Milisits, G. – Romvári, R. – Lévai, A. – Gyarmati, T. – Radnai, I. – Biróné Németh, E. (1998): A házinyúl testösszetételének vizsgálata TOBEC módszerrel: 1. Anyanyulak. 10. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, Kaposvár, 107–114.

- Szendró, Zs. – Romvári, R. – Horn, P. – Radnai, I. – Biróné Németh, E.(1994): A vágóértékre történő szelekció CT-vel. 6. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, Kaposvár, 96–105.
- Whitehead, C.C. – Griffin, H.D.(1984): Development of divergent lines of lean and fat broilers using plasma very low density lipoprotein concentration as selection criterion: the first three generations. Br. Poult. Sci., 25. 573–582.

Érkezett: 2006. január

Szerzők címe: Milisits, G. – Andrassy, Z.-né – Romvári, R.: Kaposvári Egyetem, Állattud. Kar

Authors' address: University of Kaposvár, Faculty of Animal Science
H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.

Lévai A.: Magyar Élelmiszer-biztonsági Hivatal
Hungarian Food Safety Office
H-1035 Budapest, Miklós tér 1.

E-mail: milisits@mail.atk.u-kaposvar.hu