



## **A juh növekedése**

### **I. A hústermelés általános jellemzése**

#### **(Irodalmi áttekintés)**

**Kupai T., Lengyel A.**

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Juhtenyésztési és Állatnemesítési Tanszék, Kaposvár, 7400 Guba Sándor u. 40.

#### **ÖSSZEFOGLALÁS**

*Az izomzat növekedésének és fejlődésének megismerése az állati termék-előállítás egyik legfontosabb célja. Az első részben a születést megelőző és követő időszakban bekövetkező szöveti, kémiai összetételbeli és testalakulásbeli változásokat követtük nyomon. A bárányhús tömegét főként az izomrostok száma és mérete határozza meg. A színhúsnövekedés a magzati korban zajló hiperplázia és a születés utáni hipertrofia eredménye. A zsírszövetnek is jelentős szerepe van, különös tekintettel a húsmínőségre. A növekedés ütemének és befolyásoló tényezőinek ismeretében meghatározható a juh gazdaságos hizlalási végtőmege.*

(Kulcsszavak: juh, növekedés, izom, zsír, összetétel, testalakulás)

#### **The growth of sheep**

##### **I. General characterisation of meat production (A review)**

T. Kupai, A. Lengyel

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Department of Sheep Breeding and Animal Improvement  
Kaposvár, H-7400 Guba Sándor u. 40.

#### **ABSTRACT**

*The understanding of growth and development of muscle is one of the most important goals in meat science. In this part the prenatal and postnatal changes in tissue-types, chemical composition and conformation were studied. The major determinants of the volume of lamb are the number and the size of constituent muscle fibres. The growth of lean tissue is composed of hyperplasia during prenatal and hypertrophy during postnatal life. The adipose tissue plays an important role as well, especially in meat quality. The reviewed process and influenced factors determined the end of keeping in order to product economically.*

(Keywords: sheep, growth, lean, fat, composition, conformation)

#### **BEVEZETÉS**

Az állati termék-előállítás során a hústermelés szempontjából két, egymással szoros kapcsolatban lévő folyamatot kell figyelembe venni; az egyik a hízóalapanyag előállítása, a másik a növendékállat felnevelése. Az előbbi alapvetően az egy anyajuhtól származó hasznosult szaporulat nagyságától (számától) függ, amely növelhető a szaporaság – vagyis az egy ellésre jutó életképes bárányok számának – javításával, illetve az újraellési időintervallum csökkentésével. Ennek részletes tárgyalása nem

kapcsolódik szorosan a témához. Az utóbbi, az egyedi hústermelő képesség, viszont igen, amely a növendékállat felnevelése során várt tulajdonságokból (hízékonyság, húsformák és vágóérték) tevődik össze. A tanulmány célja ennek átfogó jellemzése.

A hús teszi ki a bárány fogyasztható részeinek legnagyobb százalékát. A húst alkotó vázizomzatnak, mint élettani egységnek fontos funkcionális részei a zsírszövet, a kötőszövet, a kapilláris érhalózat és az idegrostok. Az izom méretének meghatározásában mégis kevésbé fontosak, tekintettel arra, hogy az izomtömeget főként az izomrostok száma és mérete határozza meg. Ennek ellenére, említésre méltó szerepe van a zsírszövetnek is, különösen az intramuszkuláris zsírnak, mert mennyisége és eloszlása döntően befolyásolja a hús minőségét, úgymint a porhanyósságát és ízét, ezáltal fogyasztói megítélését (*Verbeke és mtsai.*, 1999). Újabban egyre nagyobb szerepet kap a kutatásokban a zsírsavtartalom, amely fontos tényezője a hús minőségnek – így meghatározóan az organoleptikus bírálatokban (*Wood és mtsai.*, 2003, *Santos-Silva és mtsai.*, 2002b) –, valamint a zsír humán fogyasztásban betöltött tápértékének (*Santos-Silva és mtsai.*, 2002a).

Legújabb kutatások szerint azok az állatok termelnek jobb minőségű és több húst, amelyeknek közepes méretű izomrostjaiból van több. Az izomrostok számát alapvetően a miogenezis során bekövetkező izomsejt-osztódás (hiperplázia) mértéke határozza meg. Ezért az izomrostok számát főleg genetikai és a magzati miogenezisre ható környezeti tényezők befolyásolják. A vázizomzat születés utáni növekedése az izomrostok hosszának valamint területének növekedésében (hipertrófiában), és – néhány kivételtől eltekintve, – nem az izomrostok számának növekedésében nyilvánul meg (*Rehfeldt és mtsai.*, 2004).

## **NÖVEKEDÉS ÉS FEJLŐDÉS A MAGZATI ÉLETKORBAN**

A felnevelés alatti növekedés-fejlődés a megtermékenyülés pillanatától a felnőtt kor eléréséig tartó összetett élettani folyamat. Ezért, hogy korlátait megértsük, a magzati korra kell visszanyúlni. Az embrionális fejlődés során a mioblastok a miogénikus prekursor sejtekből fejlődnek, amelyek mezodermális eredetűek. A miogenezis során az izomrostok két eltérő állományból fejlődnek. A juhok 5 hónapos vemhességének ideje alatt az elsődleges izomrostok a 32.-38. nap között, míg a másodlagosak a 38.-62. nap között fejlődnek ki (*Wilson és mtsai.*, 1992). A másodlagosak egy részéből, amelyek az elsődlegestől eltávolodnak, harmadlagos izomrostok képződnek (*Maier és mtsai.*, 1992; *Wilson és mtsai.*, 1992). A 90. napig a növekedést alapvetően a hipertrófia és nem a hiperplázia jellemzi (*Joubert*, 1956). Az izomrostokhoz közel helyezkedő szatellit sejtek (mioblastok csoportja) a születés utáni izomrost növekedéséhez és a regenerációs folyamatokhoz járulnak hozzá (*Rehfeldt és mtsai.*, 2004). Az egyes izomcsoportok különböző rosttípusainak fejlődési sajátosságait számos kutató vizsgálta (*White és mtsai.*, 1978; *Sivachelvan és Davies*, 1981; *Hawkins és mtsai.*, 1985; *Finkelstein és mtsai.*, 1992; *Moody és mtsai.*, 1980; *Kadim és mtsai.*, 1993).

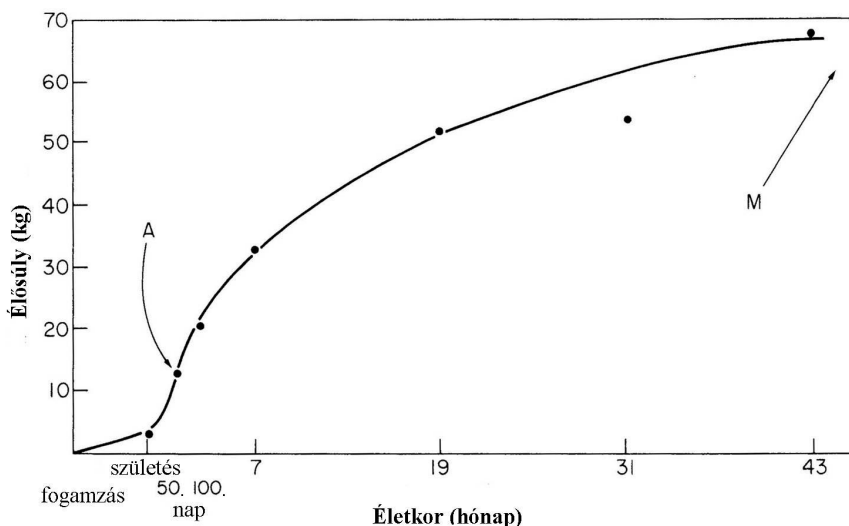
Az izom- és porcsejtekhez hasonlóan a zsírsejtek is mezodermális eredetű multipotens sejtekből alakulnak. Ebben az esetben az új sejtek képzésének lehetősége az élet teljes időszakában fenn áll az állatokban és az emberben is (*Smas és Sul*, 1995; *Prins és O'Rahilly*, 1997). A zsírsejt prekursorok már az 5-8 cm-es (kb. 44-52. napos) báránymagzatban megjelennek, majd a 9 cm-es (55. nap) magzatban az első triglicerid raktárak is (*Wensvoort*, 1967).

## A NÖVEKEDÉS ÉS FEJLŐDÉS ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE A SZÜLETÉST KÖVETŐEN

A teljes test növekedési görbéje szigmoid alakú (1. ábra). Az ábrán jól látszik, hogy a fogamzást követően a növekedés abszolút értékben lassú, mert a kezdeti élő súly nagyon kicsi, de a születés után a növekedés felgyorsul (a legmeredekebb része az „A” pont). A kifejelettkori testtömeg relatíve stabilá válásáig a növekedés lassul („M” pont), végül az öregkorral némi súlyvesztés is előfordulhat.

### 1. ábra

A juh növekedési görbéje (Owen, 1976)



A=gyorsulás (acceleration), M=maximum

Figure 1: Growth curve of sheep (Owen, 1976)

Mating(1), Birth(2), Days(3), Age (months)(4), Live weight(5)

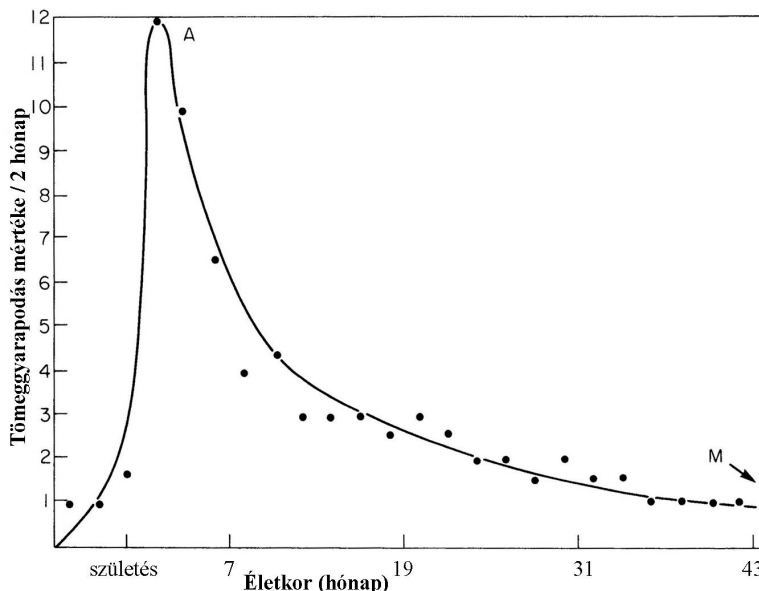
Gazdasági állatainkra, így a juhra is igaz, hogy az izombeépülés intenzív szakaszának befejeződésével – az 1. ábrán a görbe áthajlási pontjától – a testsúlygyarapodás is fokozatosan lassul, majd megszűnik (Hammond, 1932). Ez a pont az ideális vágótömeg, amely juh fajban a kifejelettkori testtömeg 50-55%-a (Veress és mtsai., 1995). Tóth I.-né (1997) ezt életkorban határozta meg, szerinte 3.-6. hónapra érik el a különböző fajtájú bárányok vágásérettségét, mivel később a húskitermelési % csökken a zsigerek növekedésével. Bárányoknál optimális feltételek mellett az első 5 hónapban maximális a növekedés mértéke, 6 hónapos korra eléri a kifejelettkori méretek 87%-át, míg 15 hónapos korra a 97%-át, ettől kezdve a növekedés mértéke lelassul. Az intenzíven hizlalt bárányok 100-160 napos (♀-ban 90-120, ♂-ban 150-160) korukra eléri a közel végleges testformát (Göhler, 1979). Mihálka (1967) viszont azt állapította meg, hogy az

akkori tartási és takarmányozási körülmények között a magyar fésűsmerinók testméretei és arányai még csak  $\frac{3}{4}$  részben fejlődnek ki 10-12 hónapos korukra.

Ha nem az abszolút élősúly, hanem a testsúlygyarapodás változását vizsgáljuk (2. ábra), akkor a nagy kapacitású és intenzitású juh fajták növekedési intenzitása a 140. nap körül éri el a csúcspontját („A” pont), majd ezt követően enyhén hanyatlóvá válik, azonban a testtömeghez viszonyított gyarapodás ugyan kis mértékben, de még két éves korban is tart (Thompson, 1990).

## 2. ábra

A kéthavi gyarapodás mértéke juh fajban (kg/2 hónap) (Owen, 1976)



A=gyorsulás vagy csúcs (*apex or acceleration*), M=maximum

Figure 2: Two monthly growth rate curve in case of sheep (kg/2 months) (Owen, 1976)

Birth(1), Rate of gain kg /2 month period(2), Age (month)(3)

### A szövettípusok növekedése - a testösszetétel változása

A fejlődés során – a fogamzástól a kifejlett korig – a bárány nem egyszerűen a kisebb mérettől a nagyobb felé tart, hanem az egyes szövetek közti arány is progresszíven változik. Természetesen a szövettípusok gyarapodása ennél is bonyolultabb, dinamikus folyamat, hiszen a test kémiai összetevői (zsír-szénhidrát-fehérje) állandó körfolyamatban vannak. Minden egyes komponens (szövettípus) növekedési görbéje megegyezik az 1. és 2. ábrán leírt mintázattal, azonban növekedési ütemükben és tartamukban eltérők, a szervezetben betöltött különböző szerepüknek megfelelően (Hammond, 1960; Owen, 1976). Fejlődésük párhuzamos, de maximális intenzitásuk más-más időszakra tevődik, amely pontos kronológiai rendben zajlik: az idegszövet fejlődik a legkorábban, ezt követik a nélkülözhetetlen szervek, a csont és az izom, majd

a sort a zsírszövet zárja (Palsson, 1955; Hammond, 1960). Az 1. és 2. ábrán jelzett „A” pont körül koncentrálódik az idegszövet végleges formájának kialakulása, míg az „M” pont körül a zsírszöveté. Ebből következik, hogy az „M” ponthoz közeledve, a 4. hónaptól a bárány testösszetételében a hús és a csont aránya csökken, míg a faggyúé nő (Göhler, 1979).

Hammond (1932) felismerte, hogy a születés után az élősúly növekedéséért leginkább felelős vázizmok a szervezet legnagyobb átmérőjű rostjaiból épülnek fel. Ezek alapvetően a testtartásért felelősek, míg az előrehaladást biztosító kisebb rostátmérővel rendelkeznek. Átmérőjük kifejlett juhokban 25-50  $\mu\text{m}$  (Carpenter és mtsai., 1996).

Az egyes testösszetevők és anatómiai részek növekedésének és fejlődésének vizsgálatát suffolk F<sub>1</sub> bárányokkal végezték (Hammond, 1932; Palsson és Verges, 1952).

## 1. táblázat

**A bárány anatómiai részeinek aránya a növekedés során (Palsson és Verges, 1952)**

| Vizsgálati kor<br>(1) | Agy- és<br>idegszövet<br>(2) | Szív<br>(3) | Máj<br>(4) | Csontok<br>(5) | Izmok<br>(6) | Faggyú<br>(7) |
|-----------------------|------------------------------|-------------|------------|----------------|--------------|---------------|
| Születéskor (8)       | 1,6%                         | 0,7%        | 2%         | 17,3%          | 27%          | 3,7%          |
| 41. élethéten (9)     | 0,1%                         | 0,3%        | 1,2%       | 5,9%           | 24%          | 31%           |

Table 1: Growth of anatomical components in lambs (Palsson and Verges, 1952)

Examined age(1), Brain and nervous tissue(2), Heart(3), Liver(4), Bones(5), Muscles(6), Fat(7), At birth(8), At age of 41<sup>th</sup> weeks(9)

A többi szervhez és szövethez képest az izmok aránya csak kisebb változáson megy keresztül a növekedés során (1. táblázat). Jóllehet a teljes izomzaton belül nagy különbségek fedezhetők fel az egyes izmok érési idejében: a fej és nyak izmai relatíve korán kifejlődnek a teljes izomzathoz képest, míg a karaj izmai későn és a zsírdepók még később érnek. Születéskor a bárányok kis zsírtartalmúak (a vesefaggyúval együtt 3,7%), amely a 41. élethétre 31%-ra nőtt. Az előbbivel egybehangzó eredményt publikáltak Bicer és mtsai. (1995) awassi kosbárányok vágási adatai alapján. A kosokat 40, 50, 55, 60 és 65 kg-os élősúlyban vágták. A vágási kihozatal (44,3%-ról 50,8%-ra) és a faggyú % (23%-ról 35%-ra) nőtt, míg a vágott test csont %-a (19,6%-ról 14,4%-ra) és színhús %-a (53,7%-ról 45,5%-ra) csökkent. Notter és mtsai. (1983) és Thompson és mtsai. (1979) megállapították, hogy a vágósúly és a színhús arány között negatív ( $r = -0,54 - -0,77$ ), míg a vágósúly és a bőralatti, illetve az intramuszkuláris zsírtartalom között pozitív korreláció van. Az ellentétes irányú változás genetikai háttere, hogy a faggyú- és izombeépülés üteme eltérő ( $r = -0,91$ ) (Reguisné Mócsényi és Sárdi, 1993).

Kérődzőkben jellegzetes sorrendje van az egyes zsírdepók fejlődésének (Hammond és mtsai., 1971; Kirton és mtsai., 1972): először a belső szervek és belfodrok körül alakulnak ki, majd a bőr alatt. Ez utóbbi magzati korban kevés, ám a születést követően azonnal fejlődni kezd (Vezinhet és mtsai., 1974). Ezt követi a vese körüli faggyú – amely Burton és mtsai. (1974) szerint amerikai suffolk jerkékben 50-70 kg közt nő jelentősen – végül az inter- és intramuszkuláris depók alakulnak ki. Eredményeik szerint a növekedés oka a zsírsejtek hipertrófiája (a trigliceridek felgyülemzése által), új sejtek képződése nélkül. Ugyanerre az eredményre jutott Nougues és Vezinhet (1977) is.

A technika fejlődésének köszönhetően a testösszetevők vizsgálata ma már vágópróbák nélkül is kivitelezhető. Ezek közül *Vangen és Jopson* (1996) szerint a CT bizonyult az egyik legpontosabb módszernek.

### Kémiai összetétel változása a növekedés során

A hús minőségét jelző egyik mutató annak kémiai összetétele, amelyet döntően befolyásol a takarmányozás, míg a fajon belüli genetikai hatás minimális. *Morgan és Owen* (1973) mesterségesen nevelt bárányokat vágott le különböző élősúlyokban és megvizsgálta azok kémiai összetételét (2. táblázat). Ismerve, hogy a zsírszövethez kevés víz kötődik és a színhús alapvetően a nagy víztartalmú izomszövetből áll, a test víztartalma a fejlődése során csökken, úgyszintén a test, illetve a vágott test szárazanyagának fehérjetartalma, ami a faggyút alkotó lipidtartalom progresszív növekedésének eredménye. Ez a növekedés szárazanyagra vonatkoztatva még markánsabb: a 41. hétre a vágott test szárazanyagának kb. 60%-át teszi ki. Megállapították, hogy az extrahált zsír mennyisége szoros összefüggésben van a vágóhídon leszedhető faggyú mennyiségével.

### 1. táblázat

A bárány-vágott test összetétele a növekedés során (*Morgan és Owen, 1973*)

| Kémiai összetétel (1)  | 3,5 kg-os<br>élősúlyban (2) | 22,5 kg-os<br>élősúlyban (3) | 38,5 kg-os<br>élősúlyban (4)  |
|------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|                        | _*                          | 9,1 kg-os vágott test<br>(5) | 16,1 kg-os vágott<br>test (6) |
| Víz (7)                | 77,4%                       | 59,3%                        | 55,4%                         |
| Hamu/sz.a. (8)         | 13,9%                       | 10,2%                        | 9,0%                          |
| Nyersfehérje/sz.a. (9) | 71,7%                       | 37,1%                        | 31,2%                         |
| Zsír/sz.a. (10)        | 8,1%                        | 52,5%                        | 59,5%                         |

\*Az elemzés a teljes testről és nem a vágott testről készült. (*Analyses carried out on the whole body and not on the dressed carcass.*)

Table 2: Carcass composition of lambs during growth (*Morgan and Owen, 1973*)

*Chemical composition(1), At 3.5 kg live weight(2), At 22.5 kg live weight(3), At 38,5 kg live weight(4), 9.1 kg carcass weight(5), 16.1 kg carcass weight(6), Water(7), Ash per dry matter(8), Crude protein per dry matter(9), Fat per dry matter(10)*

A zsírokat alkotó zsírsavak is jelentősen befolyásolják a minőséget. A telített és a telítetlen zsírsavak aránya – amely a faggyú konzisztenciáját megváltoztatja – jelentős szerepet tölt be az élelmiszerkutatásokban. A kérődzők húsának kedvezőbb az n-6/n-3 aránya, mint a sertéshúsnak, mivel egyrészt kevesebb C18:2 zsírsavat tartalmaznak, másrészt az n-3 többszörösen telítetlen zsírsavaknak (PUFA), különösen a C18:3 zsírsavnak relatíve magas az aránya (*Enser és mtsai., 1996*). *Mezőszentgyörgyi és mtsai.* (2001) vizsgálatai szerint a növendék bárányok bőr alatti zsírszövetében a telített zsírsavak közül a palmitinsav (C16:0) aránya volt a legnagyobb, ez az eloszlás a sztearinsav (C18:0) javára változott meg kifejezett korra.

### A születés utáni testalakulás

Az S/EUROP nagysúlyú (13-22 kg-os) juh vágott test minősítő rendszer hazai bevezetését (16/1998 FM rendelet) követően a juhokat testalakulás és faggyúborítottság szerint osztályozzák. A bárány növekedése során a test méretei és arányai változnak: először a test magassági, majd szélességi méretei növekednek, tehát a törzs szélesebbé és mélyebbé, a karaj területe fejlettebbé válik, szemben a nyak és mellkas területével (Palsson és Verges, 1952). Hammond (1962) által vizsgált suffolk bárányok vágási százaléka nőtt az életkorral (3. táblázat). A csontok aránya viszont csökkent, tehát javult az izom:csont arány, amelyből érthetővé válik, hogy a kis élősúlyban vágott bárányban az izom növekedési potenciálja nincs kihasználva. Hazai kutatók (Mezőszentgyörgyi és Lengyel, 1998) vizsgálatai szerint a magyar merinó kosok növekedése során (25 kg-tól 45 kg eléréséig) a bunda, a fej, a lábvégek, a nyak és a comb aránya csökkent, míg a hosszú - és a rövid karaj, a lapocka valamint az oldalas arány nőtt. A kifejlett korhoz közeledve a test arányai megváltoznak, a beépülő izomzatnak köszönhetően a törzs mérete jelentősebbé válik, mint a végtagoké.

### 2. táblázat

Suffolk bárányok vágási eredménye (Hammond, 1962)

| Életkor (hónap)<br>(1) | Vágott test aránya<br>(2) | Ehető részek aránya<br>(3) | Csont aránya<br>(4) |
|------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|
| Születéskor (5)        | 53%                       | 31%                        | 17%                 |
| 3                      | 54%                       | 42%                        | 9%                  |
| 11                     | 60%                       | 54%                        | 5%                  |
| 22                     | 67%                       | 62%                        | 4%                  |

Table 3: Mean values of carcass and other traits of Suffolk lambs (Hammond, 1962)

Age (months)(1), Rate of carcass(2), Rate of useable parts(3), Rate of bones(4), At birth(5)

A bárány formáját az izmok alakja és a faggyúzottság határozza meg. Ez utóbbi töretlen fejlődés esetén csak a növekedési görbe későbbi szakaszán válik jelentőssé. A zsír deponálódás eredményeként a test felülete kisimul, zömökebbé válik, hatására az izmok kerekdedebbé válnak (Young és Sykes, 1987; Abdullah és mtsai., 1998). A bőr alatti faggyú lerakódásának menete juhban speciális: a farok tövénél kezdődik, és ezután húzódik az ágyékra és a hátgerinc közvetlen környékére, a comb és a vállak csak a legutolsók a sorban. A testalakulás teljes folyamatát a környezeti tényezők erősen befolyásolják (Kamalzadeh és mtsai., 1998a).

### KÖVETKEZTETÉSEK

Az egyes vizsgálatok eredményei szerint, néhány kivételtől eltekintve, az izom- és zsírsejtek száma a magzati korban alakul ki, a születést követően pedig a sejtek mérete változik. Az izombeépülés intenzív szakaszának befejeződésével a testsúlygyarapodás fokozatosan lassul, ami tulajdonképpen az ideális vágósúly (kifejlettkori súly 50-55%-a). A fejlődés során az egyes szövetek aránya változik, de mindegyik növekedési görbe lefutása szigmoid alakú. Mivel az egyes fajták növekedése matematikai függvényekkel

jól modellezhető adott környezeti feltételek között, így megállapítható, hogy hol van az a pont, ameddig érdemes az állatokat hizlalni a fokozott faggyúsodás veszélye nélkül. A vágott test súlya szorosan összefügg a darabolt részekkel, de azok aránya a növekedés során változik.

A növekedéssel és hústermeléssel kapcsolatos irodalmi elemzés következő részében a korábbi hazai vizsgálatok eredményeit foglaljuk össze részletesen.

## **IRODALOM**

- Abdullah, A.Y., Purchas, R.W., Davies, A.S. (1998). Patterns of change with growth for muscularity and other composition characteristics of Southdown rams selected for high and low backfat depth. *N.Z. J. Agr. Res.*, 41. 367-376.
- Bicer, O., Guney, O., Pekel, E. (1995). Effect of slaughter on carcass characteristics of Awassi male lambs. *J. Appl. Anim. Res.*, 1. 85-90.
- Burton, J.H., Anderson, M., Reid, J.T. (1974). *Br. J. Nutr.*, 32. 515.
- Carpenter, C.E., Rice, O.D., Cockett, N.E., Pond, W.G. (1996). Histology and composition of muscles from normal and callipyge lambs. *J. Anim. Sci.*, 74. 388-393.
- Enser, M., Hallett, K., Hewett, B., Fursey, G.A.J., Wood, J.D. (1996). Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. *Meat Sci.*, 44. 443-458.
- Finkelstein, D.L., Andrianakis, P., Luff, A.R., Walkre, D.W. (1992). Developmental changes in hindlimb muscles and diaphragm of sheep. *Am. J. Physiol.*, 263. 900-908.
- Göhler, H. (1979). Dissertation B. KMU, Leipzig. In: Juhtenyésztők kézikönyve. (Szerk: Veress, L., Jankowski, S.T., Schwark, H.J.) Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1982. 142-166.
- Hammond, J. (1932). Growth and development of mutton qualities in the sheep. Oliver and Boyd, Edinburgh, 163.
- Hammond, J. (1960). Farm Animals – their breeding, growth and inheritance. 3. kiadás, Edward Arnold, London, 29.
- Hammond, J. (1962). Landwirtschaftliche Nutztiere, Pary Verlag Hamburg – Berlin, 1. Aufl. In: Juhtenyésztők kézikönyve. (Szerk: Veress, L., Jankowski, S.T., Schwark, H.J.) Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1982, 142-166.
- Hammond, J., Mason, I.L., Robinson, T.J. (1971). Hammond's Farm Animals 4<sup>th</sup> Ed. London: Edward Arnold, 89.
- Hawkins, R.R., Moody, W.G., Kemp, J.D. (1985). Influence of genetic type, slaughter weight and sex on ovine muscle fiber and fatcell development. *J. Anim. Sci.*, 61. 1154-1163.
- Joubert, D.M. (1956). Analysis of factors influencing postnatal growth and development of muscle fibre. *J. Agr. Sci. Camb.*, 47. 59-102.
- Kadim, I.T., Purchas, R.W., Davies, A.S., Rae, A.L., Barton, R.A. (1993). Meat quality and muscle fibre type characteristics of Southdown rams from high and low backfat selection lines. *Meat Sci.*, 33. 97-109.
- Kamalzadeh, A., Koops, W.J., van Bruchem, J. (1998a). Feed quality restriction and compensatory growth in growing sheep: Modelling changes in body dimensions. *Liv. Prod. Sci.*, 53. 57-67.
- Kirton, A.H., Fourie, P.D., Jury, K.E. (1972). Growth and development of sheep. III. Growth of the carcass and non-carcass components of the Southdown and Romney and their cross and some relationships with composition. *N.Z. J. Agr. Res.*, 15. 214-227.

- Maier, A., McEwan, J.C., Dodds, K.G., Fischman, D.A., Fitzsimons, R.B., Harris, A.J. (1992). Myosin heavy chain composition of single fibres and their origins and distribution in developing fascicles of sheep tibialis cranialis muscles. *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, 5. 55-572.
- Mezőszentgyörgyi, D., Húsvéth, F., Lengyel, A., Szegleti, C., Komlósi, I. (2001). Genotype-related variations in subcutaneous fat composition in sheep. *Anim. Sci.*, 3. 607-612.
- Mezőszentgyörgyi, D., Lengyel, A. (1998). A vágáskori testtömeg hatása merinó juhok vágási eredményeire. *Act. Agr. Kapos.*, 1. 23-38.
- Mihálka, T. (1967). Éves pecsenyebárányok típusainak és hízekonyságának vizsgálata. *Állattenyésztés*, 1. 69-81.
- Moody, W.G., Kemp, J.D., Mayuddin, M., Jonston, D.M., Ely, D.G. (1980). Effect of feeding systems, slaughter weight and sex on histological properties of lamb carcasses. *J. Anim. Sci.*, 50. 249-256.
- Morgan, J.A., Owen, J.B. (1973). The nutrition of artificially reared lambs. *Anim. Prod.*, 16. 49-57.
- Notter, D.R., Ferrell, C.L., Field, R.A. (1983). Effect of breed and intake level on allomeric growth patterns in ram lambs. *J. Anim. Sci.*, 56. 380-395.
- Nougues, J., Vezinhet, A. (1977). *Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys.*, 17. 799.
- Owen, J.B. (1976). *Sheep production*. Baillière Tindall, London, 57-88.
- Palsson, A. (1955). Conformation and body composition. In: *Progress in the Physiology of Farm Animals. Vol.2.* (Ed.: Hammond, J.) Butterworths Scientific Publications, London, 430.
- Palsson, H., Verges, J.B. (1952). Effects of plane of nutrition on growth and development of carcass quality in lambs. Parts 1.-2. *J. Agr. Sci.*, 42. 1-149.
- Prins, J.B., O'Rahilly, S. (1997). Regulation of adipose cell number in man. *Clin. Sci.*, 92. 3-11.
- Reguisné Mócsényi, Á., Sárdi, J. (1993). Növendék marhák vágóértékének alakulása melléktermék etetésekor. *A hús*, 1. 33-39.
- Rehfeldt, C., Fiedler, I., Stickland, N.C. (2004). Number and size of muscle fibres in relation to meat production. In: *Muscle development of livestock animals, Physiology, genetics and meat quality.* (Eds: te Pas, M. F., Everts, M. E., Haagsman, H.P.) CABI Publishing, London, 1-29.
- Santos-Silva, J., Bessa, R. J. B., Santos-Silva, F. (2002a). Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs II. Fatty acid composition of meat (Research paper). *Liv. Prod. Sci.*, 2-3. 187-194.
- Santos-Silva, J., Mendes, I. A., Bessa, R. J. B. (2002b). The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. 1. Growth, carcass composition and meat quality. *Liv. Prod. Sci.*, 1-2. 17-25.
- Sivachelvan, M.N., Davies, A.S. (1981). Antenatal anticipation of postnatal muscle function. *J. Anat.*, 132. 545-555.
- Smas, C.M., Sul, H.S. (1995). Control of adipocyte differentiation. *Biochem. J.*, 309. 697-710.
- Thompson, J.M. (1990). Correlated responses to selection for growth and leanness sheep. *Proceedings of the 4th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Edinburgh, 16. 266-275.
- Thompson, J.M., Atkins, K.D., Gilmour, A.R. (1979). Carcass characteristics of heavy weight crossbred lambs. II. Carcass composition and partitioning of fat. *Aust J. Agric. Res.*, 30. 1270-1214.

- Tóth I.né (1997). A juhhús konyhai feldolgozása. In: Juhtenyésztés és –tartás. (szerk.: Mucsi I.) 374.
- Vangen, O., Jopson, N.B. (1996). Research application of non-invasive techniques for body composition. 47<sup>th</sup> Annual Meeting of EAAP, Lillehammer, 1996-08-25/29, Norway, Session 5. <http://ansc.une.edu.au/catscan/newzealand/1996/jopson96.htm>
- Verbeke, W., Van Oeckel, M.J., Warnants, N., Viaene, J., Boucque, C.V. (1999). Consumer perceptions, facts and possibilities to improve acceptability of health and sensory characteristics of pork. *Meat Sci.*, 53. 77-99.
- Veress, L., Bedő, S., Lovas, L., Mucsi, I., Lengyel, A., Zomborszky, Z. (1995). in: *Állattenyésztés 1.* (Ed.: Horn, P.) Mezőgazda Kiadó, Budapest, 347-353.
- Vezinhet A., Prud'hon, M., Benevent, M. (1974). Evolution of different types of adipose deposits after birth in normal or hypophysectomized sheep Merinos d'Arles. *Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys.*, 1. 117-129.
- Wensvoort, P. (1967). The development of adipose tissue in sheep fetuses. *Path. Vet.*, 4. 69-78.
- White, N.A., McGavin, M.D., Smith, J.E. (1978). Age-related changes in percentage of fiber types and mean fiber diameters of the ovine quadriceps muscles. *Am. J. Vet. Sci.*, 8. 1297-1302.
- Wilson, S.J., McEwan, J.C., Sheard, P.W., Harris, A.J. (1992). Early stages of myogenesis in a large mammal: formation of successive generations of myotubes in sheep tibialis cranialis muscle. *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, 5. 534-550.
- Wood, J.D., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E., Sheard, P.R., Enser M. (2003). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci.*, 66. 21–32.
- Young, M.J., Sykes, A.R. (1987). Bone growth and muscularity. *Proc. N.Z. Soc. An. Prod.*, 47. 73-75.

Levelezési cím (*corresponding author*):

**Kupai Tímea**

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar  
7401 Kaposvár, Pf. 16.

*University of Kaposvár, Faculty of Animal Science  
H-7401 Kaposvár, P.O. Box 16.*

Tel.: 36-82-314-155/287, fax: 36-82-320-175

e-mail: [kupait@mail.atk.u-kaposvar.hu](mailto:kupait@mail.atk.u-kaposvar.hu)