

ОБЗОР

ВЛИЯНИЕ НА НЯКОИ *ANTE MORTEM* ФАКТОРИ ВЪРХУ КРЕХКОСТТА НА МЕСОТО ОТ ПРЕЖИВНИ ЖИВОТНИ

ВАСИЛ С. ВАСИЛЕВ
Земеделски институт – Стара Загора

Крежкостта е най-важният компонент на ядивното качество според проучвания на консуматорите (Wood et al., 1999; Maltin et al., 2003). Поради голямата ѝ вариабилност, тя е най-малко контролираният сетивен признак на месото (Geay et al., 2001).

Крежкостта е комплексна функция на производство, преработка и приготвяне. Гаранция за крежкост може да бъде дадена само, ако всички фактори, които ѝ влияят, са контролирани по цялата верига на производство на месо (Hocquette et al., 2005).

Възрастова категория и мускулен тип

Възрастовата категория има най-голямо влияние върху точката за крежкост, следвана от мускул. Има значителни взаимодействия между мускул x зреене и възрастова категория x мускул (Thompson et al., 2005). С възрастта и съзряването има основна и прогресивна промяна на типа колаген (към повече тип I) и увеличаване на концентрацията на зрели напречни връзки (McCormick, 1994), с което се увеличава и устойчивостта на колагена при термично разграждане (Young and Dobbie, 1994).

Междумускулни различия в крежкостта са установени при говеда (Rhee et al., 2004) и агнета (Tschirhart, 2003; Bianchi et al., 2006).

Влияние на пола

Женските и по-младите животни продуцират по-крежко месо (Gularte et al., 2000). Мъжките показват по-висок общ колаген и по-нисък разтворим колаген (Velasco et al., 2000), по-голяма загуба при готвене и по-големи стойности за срязваща сила (Dawson et al., 2002) от женските.

В други проучвания се установява, че по-ниските стойности на срязваща сила за женските агнета може да се дължат на по-високото интрамускулно мастно съдържание на женските животни (Cividini et al., 2009). Mushi (2009) намира различие в крежкостта между мъжки и женски агнета единствено при *ad libitum* концентратно хранене.

Повишените серумни нива на тестостерон, съвпадащи с половото развитие, са свързани със съпътстващо увеличаване на съдържанието на интрамускулен колаген и по-висока активност на calpastatin в мускулатурата, което води до по-бавно зреене (по Tatum et al., 1999). При агнета има тенденция за по-крежко месо от кастратите (Myhara et al., 2000; Young et al., 2006).

Породни различия

Различия в съдържанието на съединителна тъкан в мускулите се наблюдават и под влияние на породата (Пинкас и Маринова, 1984). При овцете има и породни различия в pH на муску-

лите. Кръстоските са склонни да бъдат междинни. При високи и ниски нива, рН влияе на крехкостта, като най-ниското и най-високото рН показват най-голяма крехкост, но най-ниското рН е с най-добрата текстура (www.naturalhub.com).

Породни различия в крехкостта на агнешко месо са установени в много проучвания (**Shackelford et al., 2004; Leymaster et al., 2006; Osman and Aldosari, 2006; Navajas et al., 2008; Ekiz et al., 2009; Garibotto et al., 2009**). Общо, изглежда, че породата е най-важна в повлияването жилавостта на месото, отколкото възрастта или пола. Вътре в породата има някаква доказаност на ефекта на възрастта (по-старите животни са с по-жилаво месо) и храненето (**Sanudo et al., 2003**).

В някои проучвания за крехкостта на месото агнетата кръстоски превъзхождат чистопородните. Кръстоските са показали по-ниско съдържание на колаген и по-добри параметри на текстурата (**De Siqueira et al., 2002; Brzostowski et al., 2006a, 2006b**).

Влияние на селекцията

Селекцията за замускуленост редуцира общата трупна мазнина, водещо до увеличаване на добива от чисто месо и подобряване на икономическите печалби. При такава селекция, крехкостта на месото може да се намали, което се дължи на голямо съдържание на съединителна тъкан, но това може да бъде контролирано чрез едновременна селекция за растеж. Селекцията за комбинация от замускуленост и растеж при терминални бащи е отличен път за повишаване на размера на трупа и добива от чисто агнешко месо и за осигуряване на по-големи доходи за производителите (**Gardner et al., 2006; Hopkins et al., 2005, 2007**).

Сетивната крехкост се подобрява и интрамускулната мазнина е по-висока при агнета от бащи, селектирани за висока мазнина. Влиянието на бащината генетика върху състава на трупа далеч надхвърля ефектите на храненето след отбиване (**Warner et al., 2007; Hopkins et al., 2007**). Въпреки това, в някои проучвания с говеда съдържанието на интрамускулна мазнина не е добър индикатор за крехкостта на месото (**Dubiski et al., 1997; Kim et al., 2007**).

Темп на растеж

С увеличаване темпа на растеж има повишаване в крехкостта (**Meat Technology Update, 2000**). Влиянието на темпа на растеж върху крехкостта на месото зависи главно от промени в реорганизацията на мускулния протеин (**Zgur et al., 2003**).

Подобряване на крехкостта при компенсаторен растеж след период на ограничаване е установено при говеда (**Allingham et al., 1998; Hornick et al., 1998; Purchas et al., 2002; Therkildsen, 2005; Therkildsen et al., 2008**) и агнета (**Asghar and Yeates, 1979; Allingham et al., 2009**). Причините за този ефект са свързани с бързия темп на растеж, индуциращ депозирането на “помлади” мускули, в които съединителните тъкани са по-малко структурирани. Освен това, дължината на компенсаторния растеж повлиява нивото на преобразуване на *in vivo* протеина и *post mortem* протеолизиса (**Therkildsen et al., 2002**). Подобен извод правят и **Sylvestre et al. (2002)** за агнета: темпът на растеж на животните до клането повлиява промяната на колагена *in vivo*, също и разрушаването на колагена *post mortem*.

Компенсаторният растеж води до метаболитно ориентиране в полза на гликолитичната активност с намаляване на бавните оксидативни мускулни влакна (тип I). Това може да бъде благоприятно за подобряване на крехкостта на месото, тъй като бързите гликолитични влакна имат по-висок темп на зреене от бавните (**Ouali, 1990**).

Хранене

Агнета с ниско равнище на хранене имат относително повече интрамускулна съединителна тъкан от тези с високо ниво на хранене (Allingham et al., 2006). Повишената разтворимост на колагена чрез хранене с високоенергийна храна води до точки за вкус и срязваща сила, сходни с тези, очаквани при млади животни (Miller et al., 1987). Доброто финиширане оптимизира количеството на мускула, което води до получаване на крехко месо (Meat & Livestock Australia, 2006). Стойностите за миофибриларна фрагментация, повишени със зреенето, са показател за повишена деградация, но са по-ниски при животните с ниско равнище на хранене (Hopkins and Hegarty, 2004). С увеличаване на крайното рН срязващата сила нараства за животните с ниско равнище, докато за тези с високо равнище няма същия ефект (те са със значително по-ниски стойности за крайно рН) (Hopkins et al., 2005).

Пасищно хранените агнета продуцират по-чисто месо от концентратно-финишираните. Все пак, колагеновото съдържание на тяхното месо е по-малко благоприятно от гледна точка на крехкостта, като общата концентрация на съединителния протеин е по-висока, и пропорцията на неговата разтворима фракция по-ниска от тази при интензивно хранените агнета (Piasentier, 2003). Консуматорите предпочитат агнета, хранени с концентрат или комбинацията от концентрат и пасище пред хранените само пасищно (Font I Furnols et al., 2009). Храненето с малки количества на протеинови добавки към фураж с много ниско качество по време на сухите сезони може да бъде приложим начин за подобряване на теглото и чистотата на трупа при агнета без промяна в крехкостта на месото (Ponnampalam et al., 2003).

Агнета, получавали храна с по-високо съдържание на фибри дават месо с по-ниски стойности на срязваща сила (Costa et al., 2009) и най-добра обща приемливост (Resconi et al., 2009).

Предполага се, че витамин D значително повишава кръвните нива на калций (абсорбция и ретенция), което помага на естествено получените ензими, които разпадат мускулното влакно, когато месото зрее след смъртта (the 'calpain proteolytic enzyme system') (www.naturalhub.com). Въпреки това, в проучвания с агнета суплементирането с витамин D₃ не е ефективен начин за подобряване на крехкостта и вероятно се изисква по-висока доза (Wiegand et al., 2001; Boleman et al., 2004).

Влияние на метаболитните модификатори

В усилието за подобряване на доходите от животинската продукция бяха развити много технологии (метаболитни модификатори), които повишават хранителното оползотворяване и чистото тъканно депозиране и намаляване на мастното депозиране. Фокусирането върху повишаването на добива на продукцията и добива на чисто месо може да бъде вредно за качеството на месото. Традиционното използване на всяка от тези технологии може да въздейства силно върху характеристиките на колагена и ще доведе до повишаване на срязващата сила със сходна редукция на възприемането на крехкостта (Dunshea et al., 2005; McCormick, 1994).

Метаболитни модификатори с негативен ефект върху крехкостта на месото при неправилното им използване са анаболните стероидни импланти, соматотропинът и някои β-агонисти (Dikeman, 2007). Храненето с β-агонисти води до мускулна хипертрофия и увеличаването на протеиновото съдържание се дължи на намалена деградация на протеина и възможно на повишен синтез на протеин (Koochmaraie et al., 1991), т.е. β-агонистите могат да въздействат на системата calpain-calpastatin (Pringle et al., 1993). При третираните агнета съхранението *post*

mortem няма ефект върху индекса за миофбриларна фрагментация и деградирането на дезмин и тропонин-Т (Koohmaraie et al., 1991), наблюдава се повишена активност на calpastatin (20 дни *post mortem*) и повишена срязваща сила (20 дни *post mortem*) (Koohmaraie et al., 1996). Подобни са резултатите при бичета (Wheeler and Koohmaraie, 1992).

Стрес и темперамент

Краткосрочният стрес в резултат на различни манипулации в фермата и преди клане, както и дългосрочният стрес, могат да окажат влияние върху крехкостта на месото, дължащо се на отклонение в крайното рН на месото.

Разбирането на регулацията на рН в мускулите е важно за благополучието (welfare) на живите животни и от технологична гледна точка като фактор, повлияващ качеството на месото. Малките различия в скоростта на отклоняването на рН *post mortem* имат огромни ефекти върху водозадържането, цвета и крехкостта (Pösö and Puolanne, 2005). Крайно рН от 5.3 до 5.7 се смята за приемливо от гледна точка на ядивното качество. Ключът към постигането на крайно рН под 5.7 (и потенциално добро ядивно качество на месото) е обезпечаването на високите нива на гликоген в живите животни преди клането (попълване на гликогеновия резервоар). Това означава добро хранене и редуциран стрес или усилена физическа активност (Meat & Livestock Australia, 2000).

В опити за постигане на предкланичен стрес и различен диапазон от стойности на крайно рН е установено, че най-крехкото месо произхожда от трупчета с крайно рН, по-голямо от 6.3 или от млади агнета с крайно рН от 5.5 до 5.7, докато има намалено одобрение на месото със средно крайно рН между 5.8 и 6.0 (Devine et al., 1993). След един (Watanabe et al., 1996) или два дни (Geesink et al., 2001) зреене *post mortem*, средният рН диапазон (5.8-6.2) има най-висока срязваща сила и най-ниска стойност за миофбриларна фрагментация (MFI). Все пак, в контраст със стойностите за срязваща сила, крайната стойност на MFI в зрели мускули е най-ниска във високия рН диапазон (6.4-6.7; минимална стойност при 6.4). Най-високите стойности за фрагментация са открити при ниския диапазон на крайно рН. Тези наблюдения подсказват, че зависимите от крайното рН различия в крехкостта на месото са резултат от различни темпове на зреене в *post rigor* период и тези различия се изгубват след достатъчен период на зреене. Най-бавният темп на тендеризация, измерен за сготвено месо, е наблюдаван при стойности на крайно рН около 6.07, но-най малката фрагментация на сурово месо е наблюдавана при стойности на крайно рН около 6.4, разлика от почти 0.33 рН единици (Watanabe et al., 1996). В друго проучване темповете на тендеризация са по-бавни за средните стойности на крайно рН (около 5.7), което води до по-високи стойности за срязваща сила при всички срокове на зреене (0,4,24 и 72 h) (Devine et al., 2006).

В проучвания с говеда е установено също, че темперамента има значителен ефект върху крехкостта на месото. Животните с възбудим (нервен) темперамент имат по-висока срязваща сила от тези със спокоен и междинен темперамент 14 дни *post mortem* (Voisinet et al., 1997), а в друго проучване и 21 дни *post mortem* (King et al., 2006). Говеда с по-нервен темперамент имат по-високо финално мускулно рН, по-тъмен мускулен цвят, по-висока активност на calpastatin, по-високи стойности за срязваща сила и по-ниски оценки за крехкост и вкус, сравнено с говедата с по-спокойни темпераменти (Wulf et al., 1997). Селекция, базирана на оценки на темперамента, може да се използва за подобряване на темперамента сам по себе си, с корелиращи подобрения в крехкостта и ядивното качество (Kadel et al., 2006).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Пинкас, А., П. Маринова**, 1984. Подобряване качеството на месото. Земиздат-София.
2. **Allingham, P. G., G. S. Harper and R. A. Hunter**, 1998. Effect of growth path on the tenderness of the semitendinosus muscle of Brahman-cross steers. *Meat Science*, Vol.48, Issues 1-2, Pages 65-73 .
3. **Allingham, P. G., G. E. Gardner, M. Taylor, R. S. Hegarty, G. S. Harper**, 2006. Effects of sire genotype and plane of nutrition on fascicular structure of *M. longissimus thoracis et lumborum* and its effect on eating quality. *Australian Journal of Agricultural Research* 57:6,641-650.
4. **Allingham, P. G., W. Barris, A. Reverter, V. Hilsenstein, R. van de Ven, D. L. Hopkins**. 2009. Sire and growth-path effects on sheep meat production. 3. Fascicular structure of lamb loin muscle (*m. longissimus lumborum*) and the impact on eating quality. *Animal Production Science*, Vol.49, No.3, pp.239-247.
5. **Asghar, A. and N. T. M. Yeates**, 1979. Muscle characteristics and meat quality of lambs, grown on different nutritional planes. IV. Effect on meat quality. *Agric. Biol. Chem.*, 43 (3), 455-461.
6. **Bianchi, G., G. Garibotto, F. Nan, F. Ballesteros, R. Michelon, O. Feed, J. Franco, S. Forichi, O. Bentancur**, 2006. The effect of muscle different on instrumental meat quality of heavy lambs. *Revista Argentina de Produccion Animal*, Vol.26, No.3, pp. 225-230.
7. **Boleman, C. T., D. R. McKenna, W. S. Ramsey, R. K. Peel, J. W. Savell**, 2004. Influence of feeding vitamin D3 and aging on the tenderness of four lamb muscles. *Meat Science*, Volume 67, Issue 2, Pages 185-190.
8. **Brzostowski, H., R. Niznikowski, S. Milewski**, 2006. Composition and properties of meat of Pomeranian purebred lambs and their crossbreeds with Berrichon du Cher and Charolaise. *Archiv fuer Tierzucht*. 49 (5). 494-501.
9. **Brzostowski, H., J. Sowinska, Z. Tanski**, 2006. Slaughter value and quality of meat from Pomeranian lambs and crossbreeds by Blackface and Charolaise rams. *Animal Science Papers and Reports*, Vol.24, No. Supplement 2, pp.53-60.
10. **Cividini, A., D. Kompan, K. Potocnik, S. Zgur**, 2009. The sensory quality of lamb meat produced in different rearing systems of autochthonous Jezersko-Solcava sheep breed. *Biotechnology in Animal Husbandry* 25 (5-6), p 935-944.
11. **Costa, R. G., A. S. M. Batista, M. S. Madruga, S. Gonzaga Neto, R. de C. R. do E. Queiroga, J. T. de Araujo Filho, A. S. Villarroel**, 2009. Physical and chemical characterization of lambmeat from different genotypes submitted to diet with different fibre contents. *Small Ruminant Research*, Vol. 81, No.1, pp.29-34.
12. **Dawson, L E R., A. F. Carson, B. W. Moss**, 2002. Effects of crossbred ewe genotype and ram genotype on lamb meat quality from the lowland sheep flock. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 139:2, 195-204.
13. **de Siqueira, E. R., R. O. Roca, S. Fernandes, A. Uemi**, 2002. Caracteristicas sensoriais da carne de cordeiros das racas Hampshire Down, Santa Ines e mestiços Bergamacia x Corriedale abatidos com quarto distintos pesos. *R. Bras. Zootec.*, v.31, n.3, p.1269-1272.
14. **Devine, C. E., A. E. Graafhuis, P. D. Muir, B. B. Chrystall**, 1993. The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. *Meat Science*, Vol. 35, Is. 1, P. 63-77.
15. **Devine, C. E., T. E. Lowe, R. W. Wells, N. J. Edwards, J. E. Hocking Edwards, T. J. Starbuck, P. A. Speck**, 2006. Pre-slaughter stress arising from on-farm handling and its interac-

- tions with electrical stimulation on tenderness of lambs. *Meat Science*, Vol. 73, Iss. 2, P. 304-312.
16. **Dubiski, P. L., J. L. Aalhus, S. D. M. Jones, W. M. Robertson, R. S. Dyck**, 1997. Meat quality of heifers fattened to heavy weights to enhance marbling. *Canadian Journal of Animal Science*.77:4, 635-643.
17. **Dunshea, F. R., D. N. D'souza, D.W. Pethick, G. S. Harper, R. D. Warner**, 2005. Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. *Meat Science*.71 (1).p.8-38.
18. **Dikeman, M. E**, 2007. Effects of metabolic modifiers on carcass traits and meat quality. *Meat Science*, Volume 77, Issue 1, Pages 121-135.
19. **Ekiz, B., A.Yilmaz, M. Ozcan, C. Kaptan, H. Hanoglu, I.Erdogan, H. Yalcintan**, 2009. Carcass measurements and meat quality of Turkish Merino, Ramlic, Kivircik, Chios and Imroz lambs raised under an intensive production system. *Meat Science*, Vol. 82, No.1, pp.64-70.
20. **Font I Furnols, M., C. E. Realini, L. Guerrero, M. A. Oliver, C. Sanudo, M. M. Campo, G. R. Nute, V. Caneque, I.Alvarez, R.San Julian, S. Luzardo, G. Brito, F. Montossi**, 2009. Acceptability of lamb fed on pasture, concentrate or combinations of both systems by European consumers. *Meat Science*, Vol. 81, No.1, pp.196-202.
21. **Gardner, G. E., D. W. Pethick, D. L. Hopkins, R. S. Hegarty, M. A. Cake, M. D. Boyce, P.G.Allingham**, 2006. The impact of carcass estimated breeding values on yield and quality of sheep meat. *International Journal of Sheep and Wool Science*. University of New England, Armidale, Australia, 54:1, paper 7.
22. **Garibotto G., G. Bianchi, O. Bentancur, S. Forichi, F. Ballesteros, F. Nan, J. Franco, O. Feed**, 2009. Feedlot of lambs of different genotype and initial live weight. 2. Effects on instrumental and sensory meat quality. *Revista Argentina de Produccion Animal*, Vol. 29, No.1, pp.59-68.
23. **Geay, Y., D. Bauchart, J-F. Hocquette, J. Culioli**, 2001. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. *Reprod. Nutr.Dev.* 41, 1-26.
24. **Geesink, G. H., M. H. D. Mareko, J. D. Morton, R. Bickerstaffe**, 2001. Effects of stress and high voltage electrical stimulation on tenderness of lamb m.longissimus. *Meat Science*, Volume 57, Issue 3, Pages 265-271.
25. **Gularte, M. A., R.de O. Treptow, J. L. F. Pouey, J. C. Osorio**, 2000. Idade e sexona maciez da carne de ovinos da raca Corriedale. *Ciencia Rural*, Santa Maria, v.30, n.3, p.485-488.
26. **Hocquette, J-F., R. I. Richardson, S. Prache, F. Medale, G. Duffy, N. D. Scollan**, 2005. The future trends for research on quality and safety of animal products. *Ital. J. Anim. Sci.* Vol.4 (Suppl.3), 49-72.
27. **Hopkins, D. L., D. F. Stanley, E. S. Toohey, G. E. Gardner, D. W. Pethick, R.van de Ven**, 2007. Sire and growth path effects on sheep meat production. 2. Meat and eating quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia. 47:10, 1219-1228.
28. **Hopkins, D. L., D. F. Stanley, L. C. Martin, E. S. Toohey, A. R. Gilmour**, 2007. Genotype and age effects on sheep meat production 3. Meat quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture*.47 (10), 1155-1164.
29. **Hopkins, D. L., R. S. Hegarty**, 2004. Effect of sire type and plane of nutrition on lamb loin shear force, myofibrillar fragmentation index and calcium concentration. *Journal of Muscle Foods*, Volume 15, Issue 2, Page 109-120.

30. **Hopkins, D. L., R. S. Hegarty, T. C. Farrell**, 2005. Relationship between sire estimated breeding values and the meat and eating quality of meat from their progeny grown on two planes of nutrition. *Australian Journal of Experimental Agriculture*.45 (5). 525-533.
31. **Hornick, J. L., C. Van Eenaeme, A. Clinquart, M. Diez, L. Istasse**, 1998. Different periods of feed restriction before compensatory growth in Belgian Blue Bulls. I. Animal performance, nitrogen balance, meat characteristics and fat composition. *Animal Science* 69, 563-572.
32. **Kadel, M. J., D. J. Johnston, H. M. Burrow, H-U. Graser, D. M. Ferguson**, 2006. Genetics of flight time and other measures of temperament and their value as selection criteria for improving meat quality traits in tropically adapted breeds of beef cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol.57, No 9, pp. 1029-1035.
33. **Koohmaraie, M., S. D. Shackelford, N. E. Muggli-Cockett and R. T. Stone**, 1991. Effect of the β -adrenergic agonist L644,969 on muscle growth, endogenous proteinase activities, and postmortem proteolysis in wether lambs. *J. Anim. Sci.* 69:4823-4835.
34. **Koohmaraie, M., S. D. Shackelford and T. L. Wheeler**, 1996. Effects of a β -adrenergic agonist (L-644,969) and male sex condition on muscle growth and meat quality of callipyge lambs. *J. Anim. Sci.* 74:70-79.
35. **Kim, Y. S., A. Ong, N. Bobbili, M. W. DuPont and G. K. Fukumoto**, 2007. Evaluation of meat tenderness of forage-finished cattle produced in Hawai'i, and factors affecting the tenderness. *Food Safety and Technology*, June 2007, FST-27.
36. **King, D. A., C. E. Schuehle Pfeiffer, R. D. Randel, T. H. Welsh, R. A. Oliphint, B. E. Baird, K.O. Curley, R. C. Vann, D. S. Hale, J. W. Savell**, 2006. Influence of animal temperament and stress responsiveness on the carcass quality and beef tenderness of feedlot cattle. *Meat Science*, Vol. 74, No3, pp. 546-556.
37. **Leymaster, K. A., S. D. Shackelford, T. L. Wheeler, M. Koohmaraie**, 2006. Direct breed effects on growth, carcass, and meat quality traits of sheep. *Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, 13-18 August 2006, pp. 32-12.
38. **Maltin, C., D. Balcerzak, R. Tilley and M. Delday**, 2003. Determinants of meat quality: tenderness. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62, 337-347.
39. **McCormick, R. J.**, 1994. The flexibility of the collagen compartment of muscle. *Meat Science*.36 (1-2). 79-91.
40. Meat Technology Update Newsletter No.00/3, 'Sheep meat eating quality'
41. Meat & Livestock Australia. 2000. Managing glycogen to improve meat quality in lamb and sheepmeat. *Tips & Tools*, ISBN No.1 74036 515 1
42. Meat & Livestock Australia. 2006. The effect of nutrition and growth on sheepmeat eating quality. *Tips & Tools*, Meat Standards Australia, ISBN:1 74036 802 9
43. **Miller, M. F., H. R. Cross, J. D. Crouse, T. G. Jenkins**, 1987. Effect of feed energy intake on collagen characteristics and muscle quality of mature cows. *Meat Science*.21 (4), 287-294.
44. **Mushi, D. E.**, 2009. Strategies for improving quality of meat produced from lambs and goats in Norway and in Tanzania: influences of species, breed, sex, age and diet. *Philosophiae Doctor (PhD) Thesis*, 100 pp.
45. **Myhara, R. M., D. J. Byerley, O. Mahgoub, J. M. Chesworth**, 2000. Effects of testicular status and feeding diets containing date palm by-product on the

sensory attributes of Omani lamb meat. *Small Ruminant Research*, Volume 38, Issue 1, Pages 57-61.

46. **Navajas, E. A., N. R. Lambe, A.V. Fisher, G. R. Nute, L. Bünger, G. Simm**, 2008. Muscularity and eating quality of lambs: effects of breed, sex and selection of sires using muscularity measurements by computed tomography. *Meat Science*, Vol. 79, No.1, pp.105-112.

47. **Ouali, A.**, 1990. Meat tenderization: possible causes and mechanisms. A review. *Journal of Muscle Foods*, Volume 1, Issue 2, Pages 129-165.

48. **Osman, B. M., M. N. Aldosari**, 2006. Sensory evaluation of Awassi and Najdi lambs meat. *Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)*, Vol. 7, No. 2, pp.137-146.

49. **Piasentier, E.**, 2003. The effect of grazing on the quality of lamb meat. *Internationale Fachtagung für Schafhaltung*, 30. und 31. Jänner 2003, Innsbruck.

50. **Pösö, A. R., E. Puolanne**, 2005. Carbohydrate metabolism in meat Animals –a review. *Meat Science*, Vol. 70, Iss.3, P. 423-434

51. **Ponnampalam, E. N., B. J. Hosking, A. R. Egan**, 2003. Rate of carcass components gain, carcass characteristics, and muscle longissimus tenderness in lambs fed dietary protein sources with a low quality roughage diet. *Meat Science*, Vol. 63, No.2, pp.143-149.

52. **Pringle, T. D., C. R. Calkins, M. Koohmaraie and S. J. Jones**, 1993. Effects over time of feeding a β -adrenergic agonist to wether lambs on animal performance, muscle growth, endogenous muscle proteinase activities, and meat tenderness. *J. Anim. Sci.* 71:636-644.

53. **Purchas, R. W., D. L. Burnham and S. T. Morris**, 2002. Effects of growth potential and growth path on tenderness of beef longissimus muscle from bulls and steers. *Journal of Animal Science* 80:3211-3221.

54. **Resconi, V. C., M. M. Campo, M. Font I Furnols, F. Montossi, C. Sanudo**, 2009. Sensory evaluation of castrated lambs finished on different proportions of pasture and concentrate feeding systems. *Meat Science*, Vol. 83, No.1, pp.31-37.

55. **Rhee, M. S., T. L. Wheeler, S. D. Shackelford and M. Koohmaraie**, 2004. Variation in palatability and biochemical traits within and among eleven beef muscles. *J. Anim. Sci.* 82:534-550.

56. **Sanudo, C., M. Alfonso, A. Sanchez, P. Berge, E. Dransfield, D. Zygoiannis, C. Stamataris, G. Thorkelsson, T. Valdimarsdottir, E. Piasentier, C. Mills, G. R. Nute and A.V. Fischer**, 2003. Meat texture of lambs from different European production systems. *Australian Journal of Agricultural Research* 54 (6) 551-560.

57. **Shackelford, S. D., K. A. Leymaster, T. L. Wheeler and M. Koohmaraie**, 2004. Lamb meat quality progress report number 2. Preliminary results of an evaluation of effects of breed of sire on carcass composition and sensory traits of lamb. *Meat Animal Research Center, Clay Center, Nebraska*. 1-9.

58. **Sylvestre M. N., D. Balcerzak, C. Feidt, V. E. Baracos, J. B. Bellut**, 2002. Elevated rate of collagen solubilization and postmortem degradation in muscles of lambs with high growth rates: possible relationship in with activity of matrix metalloproteinases. *Journal of Animal Science. American Society of Animal Science, Savoy, USA.* 80:7,1871-1878.

59. **Tatum, J. D., G. C. Smith and K. E. Belk**, 1999. New approaches for improving tenderness, quality, and consistency of beef. *Proceedings of the American Society of Animal Science*.

60. **Therkildsen, M., B. Riis, A. Karlsson, P. Erthbjerg, P. P. Purslow, M. Dall Aaslyng and N. Oksbjerg**, 2002. Compensatory growth response in pigs, muscle protein turn-over and meat texture: effects of restriction/realimentation period. *Anim Sci.* 75:367-377.
61. **Therkildsen, M.**, 2005. Muscle protein degradation in bull calves with compensatory growth. *Livestock Production Science*, Volume 98, Issue 3, Pages 205-218.
62. **Therkildsen, M., M. B. Houbak, D. V. Byrne**, 2008. Feeding strategy for improving tenderness has opposite effects in two different muscles. *Meat Science*, Vol. 80, No 4, pp.1037-1045.
63. **Thompson J. M., D. L. Hopkins, D. N. D'Souza, P. J. Walker, S. R. Baud, D. W. Pethick**, 2005. The impact of processing on sensory and objective measurements of sheep meat eating quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Vol. 45, No. 5, pp.561-573.
64. **Tschirhart, T. E.**, 2003. Histological, physical, and chemical factors of various lamb muscles. Thesis. Texas A&M University.
65. **Velasco, S., S. Lauzurica, V. Caneque, C. Perez, F. Huidobro, C. Manzanares, M. T. Diaz**, 2000. Carcass and meat quality of Talaverana breed sucking lambs in relation to gender and slaughter weight. *Animal Science (Pencaifland)*. 70 (2). 253-263.
66. **Voisinet, B. D., T. Grandin, S. F. O'Connor, J. D. Tatum and M. J. Deesing**, 1997. Bos indicus-cross feedlot cattle with excitable temperaments have tougher meat and a higher incidence of borderline dark cutters. *Meat Science*, Vol. 46, Issue 4, Pages 367-377.
67. **Warner, R. D., D. W. Pethick, P. L. Greenwood, E. N. Ponnampalam, R. G. Banks D. L. Hopkins**, 2007. Unravelling the complex interactions between genetics animal age and nutrition as they impact on tissue deposition, muscle characteristics and quality of Australian sheep meat. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47 (10), 1229-1238.
68. **Watanabe, A., C. C. Daly, C. E. Devine**, 1996. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. *Meat Science*, Volume 42, Issue 1, Pages 67-78
69. **Wood, J. D., M. Enser, A. V. Fisher, G. R. Nute, R. I. Richardson, P. R. Sheard**, 1999. Manipulating meat quality and composition. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58, 363-370
70. **Wheeler, T. L. and M. Koohmaraie**, 1992. Effects of the beta-adrenergic agonist L644,969 on muscle protein turnover, endogenous proteinase activities, and meat tenderness in steers. *J. Anim. Sci.* 70:3035-3043.
71. **Wiegand B. R., Parrish F. C., Morrical D. G., Huff-Lonergan E.**, 2001. Feeding high levels of Vitamin D3 does not improve tenderness of callipyge lamb loin chops. *Journal of Animal Science*, Vol. 79, No 8, pp.2086-2091.
72. **Wulf, D. M., S. F. O'Connor, J. D. Tatum and G. C. Smith**, 1997. Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness. *Journal of Animal Science* 75:684-692.
73. **Young, O. A. and J. L. Dobbie**, 1994. Characteristics of intramuscular collagen of two sheep breeds. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Volume 37, Issue 1, Pages 93-97.
74. **Young, O. A., G. A. Lane, C. Podmore, K. Fraser, M. J. Agnew, T. L. Cummings, N. R. Cox**, 2006. Changes in composition and quality characteristics of ovine meat and fat from castrates and rams aged to 2 years. *New Zealand Journal Of Agricultural Research*, Vol. 49:419-430.
75. **Zgur, S., M. Cepon, S. Cepin**, 2003. Influence of growth rate in two growth periods on intramuscular connective tissue and palatability traits of beef. *Czech Journal of Animal Science*. 48:3,113-119.
76. www.naturalhub.com/buy_food_meat_tendernes.htm