

Derleme

**ELEKTRİK STİMÜLASYONUNUN ET KALİTESİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

* Tolga KAHRAMAN

* Bülent NAZLI

* Özer ERGÜN

Geliş Tarihi : 31.10.2005

Kabul Tarihi : 26.12.2005

Effects of Electrical Stimulation on Meat Quality

Summary: Electrical stimulation, was first applicated in 1749, involves transmitting an electrical current through the carcasses of freshly slaughtered animals. This electrical current causes an increase in the rate of postmortem glycolysis in the muscles, it prevents cold induced shortening during rigor development and improves meat quality including tenderness, colour and palatability attributes. Additionally, according to the publications it is reported that the electrical stimulation reduced the microbial count and increased the shelf life of meat under chill conditions. This review aims to explain electrical stimulation practices.

Key Words: Electrical Stimulation, Tenderness, Carcass, Meat Quality

Özet: İlk olarak 1749 yılında uygulanan elektrik stimülasyonu, yeni kesilen hayvan karkaslarından elektrik akımı geçirilmesi esasına dayanır. Bu elektrik akımı ile kaslarda postmortem glikoliz hızlanır. Böylece kasların kasılmasıyla karakterize olan soğuk kasılma riski de ortadan kalkarak tekstür, renk ve lezzet gibi kalite kriterleri gelişir. Tüm bunlara ek olarak, incelenen literatürlerde elektrikle stimülasyonun etlerdeki mikrobiyel yükü azalttığı ve buna bağlı olarak uygun muhafaza koşulları altında raf ömrünü de uzattığı bildirilmektedir. Bu çalışma ile stimülasyon uygulamaları hakkında bilgi vermek amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elektriksel Stimülasyon, Gevreklik, Karkas, Et Kalitesi

Giriş

Ülkemiz et sanayiinde kalite kavramı gittikçe önem kazanmaya başlayan bir faktör durumuna gelmiştir. Tüketime sunulan etlerin kalitesi; duyuşal özelliklerin yanında fiziksel, kimyasal, teknolojik ve hijyenik özellikleri de kapsar. Çiftlikten sofraya et üretiminde yetiştiricilikten, karkas et eldesine, taze et işlemlerinden et mamulleri üretimine kadar uygulanan tüm işlemler et kalitesini etkiler. Et kalitesinin geliştirilmesi tüketici beğenisine olduğu kadar tüketici sağlığına da hizmet eder.

* İ.Ü Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Avcılar/İstanbul.

Et kalitesinin geliştirilmesi ve standartlaştırılması amacıyla birçok fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik yöntem uygulamaya konulmuştur. Bu yöntemlerden birisi, et sanayiinde elektrik akımı uygulamalarıdır.

Et teknolojisinde elektrik, kesimden önce bayılma, kesimden sonra ise karkasları olgunlaştırma ve kaliteyi artırma amacıyla kullanılmaktadır (6, 7, 8, 34, 36). Kesimden sonra karkaslara belirli noktalardan elektrik akımı uygulanmasına elektrik stimülasyonu (ES) adı verilir (15). Uygulamada elektrotların biri boyun kaslarına, diğeri de but kaslarına veya monoray hatta saplanmakta ya da takılmaktadır.

Elektrik stimülasyonu, kanatma sırasında (17, 35) ya da kesimden sonraki 20. ve 60. dakikalar arasında (19, 22) yaklaşık olarak 20-120 saniye süresince uygulanmaktadır. Uygulamada 0-100 volt akım kullanılırsa düşük voltaj, 100'den fazla ise yüksek voltaj olarak isimlendirilmektedir (11). Yüksek voltaj uygulamalarının, düşük voltaj uygulamalarından daha etkili olduğu vurgulanmasına rağmen, konuya insan güvenliği açısından yaklaşıldığında düşük voltaj elektrik stimülasyonu uygulaması dünyanın çoğu ülkesinde tercih edilmektedir (15, 17, 31).

İlk olarak 1749 yılında Benjamin Franklin tarafından hindi karkaslarına uygulanan elektrik stimülasyonu, başarılı sonuçlanmasına rağmen gerekli ilgiyi görememiştir. Bundan yaklaşık iki yüz yıl sonra 1951 yılında Harsham, Deatherage ve Rentschler tarafından patenti alınan ES, 1976 yılından itibaren ağırlıklı olarak Yeni Zelanda, ABD başta olmak üzere Avustralya ve İngiltere'de bir çok çalışmaya konu olmuştur (14, 17, 32).

Ülkemiz et sanayiinde ise, kasaplık hayvanlarda ES uygulamaları üzerine çalışmalar yok denecek kadar azdır. Hayvan yetiştiriciliğinde mevcut sorunlar, kötü mezbahe koşulları ve et sanayiindeki yetersizlikler ülkemizde üretilen etlerin kalitesini olumsuz etkilemektedir.

Elektrik Stimülasyonunun Etki Mekanizması

Uzun yıllardır tartışılan elektrik stimülasyonunun etki mekanizması günümüzde de tam anlamıyla açığa kavuşturulamamıştır. ES'nun, etin olgunlaşması üzerinde olan etkisi hakkında üç çeşit teori mevcuttur. Birinci teori; elektrik stimülasyonu uygulanan kasların pH'sı kısa süre sonra 5.7-5.9'a kadar düşer. Böylece soğuk kasılması riski ortadan kalkar. İkinci teori, ES uygulanan karkasların sıcaklığı yüksekken pH hızlı bir düşüş gösterir. Bu durumda lizozomal enzimler (katepsin) aktive olarak proteinleri denatüre eder ve doğal hızlı bir olgunlaşma meydana gelir. Üçüncü teori ise, ES kas yapısını fiziksel olarak bozarak hücre boşluklarına serbest kalsiyum salınmasını artırır. Bu görüş ışık ve elektron mikroskobu ile desteklenmiştir (15, 32).

Sonuçta ES, etlerde postmortem glikolizisi ve rigor mortisi hızlandırır. Böylece hızlı pH düşüşü ile birlikte bir taraftan kasların kasılmasıyla karakterize potansiyel bir et kalitesi sorunu olan soğuk kasılması riski ortadan kalkar. Diğer taraftan da protein denatürasyonunu da arttırarak hızlı bir olgunlaşma meydana gelir (11, 20, 28).

Elektrik Stimülasyonunun Etin Yapısal Özelliklerine Etkisi

Uytterhaegen ve ark. (34), sığır karkaslarına uygulanan elektrik stimülasyonunun myofibriller protein denatürasyonunu ve buna bağlı olarak proteolitik enzim aktivitesini arttırdığını ileri sürmüşlerdir. Buna benzer nitelikteki çalışmalar, Hollanda (10), Güney Kore (25) ve ABD'nde (14) yapılmış olup, hemen hemen aynı sonuçlara ulaşılmıştır. Buna karşılık Kerth ve ark (19) tarafından yürütülen bir araştırma sonucuna göre ES uygulamasının myofibriller protein hidrolizi üzerine herhangi bir etkisi olmadığı savunulmuştur. Bu tez daha önceki yıllarda, Carballo ve ark. (6) 'nın yaptığı incelemelerde de ortaya konmuştur. Morton ve ark. (22) tarafından yapılan bir çalışmada ise, postmortem safhanın 26. dakikasında koyun karkaslarına ve postmortem safhanın 43. dakikasında sığır karkaslarına yüksek voltaj elektrik stimülasyonu (1130 V, 1.8-2 A) 90 saniye boyunca uygulanmıştır. Kesimi takip eden günlerde ES uygulanan ve kontrol grubunu oluşturan karkaslardan alınan örneklerin; pH, kalpastatin ve gevreklik değerleri ölçülmüştür. Sonuçta ES uygulanan koyun ve sığır karkaslarında normalden 3 kat daha hızlı bir pH düşüşü gözlemlenmiş olup ayrıca ES uygulanan karkasların daha gevrek olduğu ortaya konmuştur. Kalpastatin aktivitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan analizlerin neticesinde ise, stimüle edilmiş kaslarda 24 saatin sonunda % 80'lere varan bir azalma söz konusu iken bu oranın kontrol gruplarında % 25 civarında olduğu saptanmıştır.

Stres ve elektrik stimülasyonunun koyun kasları üzerine etkisini araştıran Geesink ve ark. (13), 6. saatte yaptıkları pH ölçümleri sonucunda stimüle edilmemiş karkaslarda 6.39, stimüle edilmişlerde 5.74, deneysel olarak stres oluşturulan grupta ise 6.10 değerleri okunmuş, 48. saat sonunda tüm değerler birbirine yakın bulunmuştur. İkinci gün yapılan gerilme kuvveti analizlerinde stimüle edilmemiş, stimüle edilmiş ve stres oluşturulan gruplar için okunan değerler sırasıyla 8 kgF, 11.4 kgF ve 9.8 kgF'dir. 48. gün sonucunda yapılan ölçümlerde ise gruplar arasında bir fark bulunamamıştır.

Elektrik Stimülasyonunun Kalite Kriterlerine Etkisi

ES'nun, kalite kriterlerini iyileştirdiği yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Etin kalitesini saptamada renk, tekstür, lezzet, su tutma kapasitesi, olgunluk gibi kriterler esas alınmaktadır. Bu kriterler kimyasal ve biyokimyasal özellikleri de dolaylı olarak etkiler (1, 2).

Dana ve sığır etlerinin kalite özelliklerini artırma amacıyla karkaslara elektrik uygulaması bir çok defa denenmiştir. Hwang ve Thompson (16), farklı zamanlarda uygulanan elektrik stimülasyonunun etin gevrekliğine ve kalpain sistemlerine olan etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak kanatma sırasındaki uygulamanın en düşük etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. 24 adet 10-12 aylık Rambouillet cinsi koyunun kullanıldığı çalışmada denekler eşit sayılarda iki gruba bölünmüş ve bir gruba 60 saniye boyunca 28 V ES uygulanmıştır. İlk 6 saatte yapılan ölçümlerde stimüle edilmiş karkaslarda hızlı pH düşüşü tespit edilmiştir. ATP miktarını belirlemeye yönelik yapılan incelemelerde kontrol gruplarındaki miktarın önemli sayılabilecek derecede

fazla olduğu görülmüştür. Gerilme gücünün tayininde ise farklı iki kastan (*Longissimus*, *Semimembranosus*) alınan numunelerin, postmortemin 2. günü yapılan değerlendirilmelerinde *Longissimus* kasında azalma tespit edilirken, *Semimembranosus* kasında herhangi bir fark görülmemiştir. 7. gün yapılan değerlendirmede ise, her iki kasta da kontrol gruplarına kıyasla azalma meydana gelmiştir (23). Soares ve ark (31) yüksek voltaj elektrik stimülasyonunun (700V) myofibriller denatürasyonuna etkisini jel elektroforez yöntemiyle ortaya koymuşlardır.

Düşük voltaj ES uygulamasına ait çalışma yapan Janz ve ark. (17), bu çalışmalarında ES (21 V, 60 Hz) uygulanan bizon karkaslarının *Longissimus lumborum* kasında, kesimi takip eden günlerde renk, su tutma kapasitesi ve tekstür değerlerini ölçmüşlerdir. Sonuçta; ES uygulanan karkasların daha gevrek olduğu görülmüştür. Aynı zamanda uygulama sırasında meydana gelen protein denatürasyonundan ötürü ES'nun su tutma kapasitesini azalttığı saptanırken, etlerin daha parlak kırmızı renge sahip olduğu da tespit edilmiştir. Roeber ve ark. (27)'nin yaptığı incelemelerde de benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Mc Kenna ve ark (21) ise su tutma özelliği bakımından stimüle edilmişlerle kontroller arasında bir fark bulamamışlardır.

Channon ve ark. (7)'nin, düşük voltaj elektrik stimülasyonunun domuz kaslarına etkisi üzerine yaptıkları çalışmada kaslar gerilme kuvveti yönünden incelenmiş ve bu kriterin stimüle edilmemiş karkaslara oranla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Gevreklik, sululuk, renk ve aroma özelliklerini kapsayan duyuusal analizlerde de karşılaşılan sonuçların oldukça tatmin edici olduğu vurgulanmıştır.

İngiltere'de yapılan ve 72 domuzun kullanıldığı bir araştırmada, kesim sonrası karkaslar 90 saniye boyunca yüksek voltaj elektrik stimülasyonuna (700 V) tabi tutulduktan sonra 1°C'de soğutulmuştur. *M. Longissimus thoracis et lumborum* (LTL) ve *M. Semimembranosus* (SM) kaslarından renk, tekstür ve lezzet değerleri ölçülmüştür. Renk ve lezzet yönünden stimülasyon uygulanan grup en yüksek puanları almıştır. Postmortemin 4., 7. ve 12. günlerde yapılan tekstür kontrollerinde de ES'nin olumlu etkisi açıkça belirlenmiştir (33).

ES'nun etkisi tavuk etlerinde de araştırılmıştır. Stimüle edilen kasların, normalden daha gevrek olduğu da bir çok çalışmada ortaya konmuştur (8, 24, 28, 30). Birkhold ve Sams (4), tavukların göğüs kaslarına 440 V ES uygulamışlar ve hızlı pH düşüşü ile birlikte gerilme gücündeki azalmaları tespit etmişlerdir. Sams ve Dzuik (29) tarafından yapılan bir başka çalışmada da ES'nun tavuk karkasları üzerine olumlu etkileri açıkça sergilenmiştir. Son yıllarda sığır, domuz, koyun, keçi, hindi ve tavuk etleri dışında elektrik stimülasyonu geyik (35), balık (26) ve timsah (9) etlerine de tatbik edilmiş olup olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Elektrik Stimülasyonunun Antimikrobiyel Etkisi

Araştırmacılar ES'nun antimikrobiyel etkisinin de olabileceğini vurgulamışlardır. ES uygulaması ile etteki bakterileri inhibe ederek dayanıklılık süresini uzatması mümkün görülmektedir (5). Yapılan bir çalışmada, Bawcom ve ark (3) 1800 V ile stimüle edilmiş karkaslarda tespit edilen toplam mezofilik bakteri sayısı kontroller ile karşılaştırıldığında 0.41 log CFU/cm² oranında daha düşük görülmüştür.

Edwards (12) yüksek voltaj elektrik stimülasyonunun (800V, 2A) antimikrobiyel etkisini araştırmak amacıyla yarısı kontrol grubu olmak suretiyle 48 koyun karkasının farklı dört noktasından uygulama öncesi ve sonrası alınan 384 swab örneğini toplam mezofilik aerob bakteri yönünden incelemiş ve önemli bir fark bulamamıştır. Koyun karkasları üzerine yapılan bir başka çalışmada, kesim sonrasında üç farklı uygulamanın bakteriler üzerine etkisi incelenmiştir. Birinci grup (C) 24 saat boyunca 1°C de; ikinci grup (ES) 550 V uygulamasından sonra 24 saat boyunca 1°C'de; üçüncü grup (HB+ES) ise elektrik stimülasyon uygulamasını takiben sıcak odada tutulmuş ve daha sonra 1°C'de vakum paketlenip soğutulmuştur. Üç grup *Pseudomonas*, *Brochothrix thermosphacta*, psikrofil bakteri ve laktik asit bakteri yönünden değerlendirilmiştir. Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda sadece *Brochothrix thermosphacta* sayısının HB+ES grubunda daha az olduğu görülmüş, incelenen diğer bakteri sayıları açısından gruplar arasında herhangi bir farklılık tespit edilememiştir (18).

Sonuç

Sonuç olarak karkas etlerin kalitesi üzerine yapılan çalışmalarda, elektrik stimülasyonu uygulamalarının, kaslarda glikoliz hızlandırarak soğuk kılmasının oluşumunu engellediği ve duyuşal özellikleri iyileştirdiği, özellikle etin gevrekleşmesinde etkin rolü olduğu bildirilmektedir. Dolayısıyla, ülkemizde de et kalitesinin artırılması amacıyla uygulaması kolay olan bu teknolojiye ihtiyaç duyulmaktadır.

Tarafımızdan yapılan incelemelerde, ülkemiz kırmızı et sanayiinde üretilen karkas etlerin kalitesi üzerine yapılan çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Ülkemiz mezbahaların yaklaşık %80'inde hijyen ve teknoloji koşulları yeterli değildir. Kasaplık hayvanların kesim metotları ve karkas etlerin kalite kriterlerine göre sınıflandırılması standardize edilmemiştir. Bu durum kırmızı et ve et ürünleri sanayiini olumsuz etkilemeye devam etmektedir. Avrupa Birliği'nin çiftlikten sofraya gıda güvenliği ilkesi doğrultusunda, kasaplık hayvanlardan karkas etlere, karkas etlerden et ve et ürünlerine; dolayısıyla çiftliklerden mezbahalara, mezbahalardan et ve et ürünleri üretim tesislerine, uygulanan tüm teknolojilerde karkasların kalitesine ve güvenirliliğine yönelik çalışmalar yapılmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır.

Kaynaklar

1. Altuğ, T., Ova, G., Demirağ, K., Kurtcan, Ü.: Gıda Kalite Kontrolü. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, 1995; No. 29, 23-27.
2. Arslan, A.: Et Muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi, 2002; Medipres, 50-100.
3. Bawcom D.W., Thompson L.D., Miller M.F., Ramsey C.B.: Reduction of Microorganisms On Beef Surfaces Utilising Electricity. J. Food Protec., 1995; 58 (1): 35- 38.
4. Birkhold, S.G., Sams, A.R.: Fragmentation, Tenderness and Post Mortem Metabolism of Early-Harvested Broiler Breast Fillets From Carcasses Treated with Electrical Stimulation and Muscle Tensioning. Poult Sci., 1993; 72(3): 577-82.
5. Bostan, K., Nazlı, B., Arun, Ö.Ö.: Elektriksel Stimülasyonun Ette Gevreklik ve Mikroflora Üzerine Etkisi. İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg., 2001; 27 (2), 547-556.
6. Carballo, J., Garcia-Matamoros, E., Jimenez Colmenero, F.: Influence of Electrical Stimulation on Lamb Quality During Frozen Storage. International Journal of Refrigeration, 1989; Volume 12, Issue 3, 164-168.
7. Channon, H.A., Baud, S.R., Kerr, M.G., Walker, P.J.: Effect of Low Voltage Electrical Stimulation of Pig Carcasses And Ageing on Sensory Attributes of Fresh Pork. Meat Science, 2003; 65, 1315-1324.
8. Craig, E.W., Fletcher, D.L., Papinaho, P.A.: The Effects of Antemortem Electrical Stunning on Biochemical and Textural Properties of Broiler Breast Meat. Poult Sci., 1999; 78(3): 490-4.
9. Davis, B.M., Pecker, S.K.J., Mayer, R.J.: Crocodiles Restraining & Meat Quality. RIRDC, 2000; 00/105.
10. Den Hertog-Meischke, M.J., Smulders, F.J., Van Logtestjin, J.G., Van Knapen, F.: The Effect of Electrical Stimulation on the Water Holding Capacity and Protein Denaturation of Two Bovine Muscles. J. Anim. Sci., 1997; 75(1): 118-24.
11. Devine, C.E., Payne, S.R., Wells, R.W.: Effect of Muscle Restraint on Sheep Meat Tenderness with Rigor Mortis at 18 C. Meat Science, 2002; 60, 155-159.
12. Edwards, D.S.: High Voltage Electrical Stimulation : Its Effect on Microbial Contamination of Lamb Carcasses in a Comercial Abattoir. Meat Science, 1999; 52, 387-389.
13. Geesink, G.H., Mareko, M.H.D., Morton, J.D., Bickerstaffe, R.: Effects of Stress and High Voltage Electrical Stimulation on Tenderness of Lamb M. Longissimus. Meat Science, 2001; 57, 265-271.
14. Ho, C.Y., Stromer, M.H., Robson, R.M.: Effect of Electrical Stimulation on Postmortem Titin, Nebulin, Desmin and Troponin-T Degradation and Ultrastructural Changes in Bovine Longissimus Muscle. J. Anim. Sci., 1996; 74(7): 1563-75.
15. Hwang, I.H., Devine, C.E., Hopkins, D.L.: The Biochemical and Physical Effects of Electrical Stimulation on Beef and Sheep Meat Tenderness. Meat Science, 2003; 65, 677-691.

16. **Hwang, I.H., Thompson, J.M.:** The Effect of Time and Type of Electrical Stimulation on the Calpain System and Meat Tenderness in Beef Longissimus Dorsi Muscle. *Meat Science*, 2001; 58, 135-144.
17. **Janz, J.A.M., Aalhus, J.L., Price, M.A.:** Blast Chilling and Low Voltage Electrical Stimulation Influences on Bison Meat Quality. *Meat Science*, 2001; 57, 403-411.
18. **Jeremiah, L.E., Greer, G.G., Dilts, B.D.:** Influence of Hot-Processing and Electrical Stimulation on the Bacteriology and Retail Case Life of Vacuum Packaged Lamb. *Food Research International*, 1997; Vol. 30, No. 34, 281-286.
19. **Kerth, C.R., Cain, T.L., Jackson, S.P., Ramsey, C.B., Miller, M.F.:** Electrical Stimulation Effects on Tenderness of Five Muscles From Hampshire X Rambouillet Crossbred Lambs with the Callipyge Phenotype. *J. Anim. Sci.*, 1999; 77: 2951-2955.
20. **Maribo, H., Erthbjerg, P., Anderson, M., Barton-Gade, P., Moller, A.J.:** Electrical Stimulation of Pigs – Effect on pH Fall, Meat Quality and Cathepsin B+L Activity. *Meat Science*, 1999; 52, 179-187.
21. **McKenna, D.R., Maddock, T.D., Savell, J.W.:** Water Holding and Color Characteristics of Beef Electrically Stimulated Carcasses. *Journal of Muscle Foods*, 2003; Volume 14(1), 33-51.
22. **Morton, J.D., Bickerstaaffe, R., Kent, M.P., Dransfield, E., Keeley, G.M.:** Calpain - Calpastatin and Toughness in M. Longissimus From Electrically Stimulated Lamb and Beef Carcasses. *Meat Science*, 1999; 57, 71-79.
23. **Polidori, P., Lee, S., Kauffman, R.G., Marsh, B.B.:** Low Voltage Electrical Stimulation of Lamb Carcasses: Effects on Meat Quality. *Meat Science*, 1999; 53, 179-182.
24. **Raloff, J.:** The Shocking Science of Tender Poultry. *Science News*, 2003; 163(2).
25. **Rhee, M.S., Kim, B.C.:** Effect of Low Voltage Electrical Stimulation and Temperature Conditioning on Postmortem Changes in Glycolysis and Calpains Activities of Korean Native Cattle (Hanwoo). *Meat Science*, 2001; 58, 231-237.
26. **Robb, D.H.F., Kestin, S.C., Warriss, P.D.:** Muscle Activity at Slaughter: I Changes in Flesh Colour and Gaping in Rainbow Trout. *Aquaculture*, 2000; 182, 261-269.
27. **Roeber, D.L., Cannell, R.C., Belk, K.E., Tatum, J.D., Smith, G.C.:** Effects of a Unique Application of Electrical Stimulation on Tenderness, Colour and Quality Attributes of the Beef Longissimus Muscle. *J. Anim. Sci.*, 2000; 78, 1504-1509.
28. **Sams, A.:** Commercial Implementation of Postmortem Electrical Stimulation. *Poult. Sci.*, 1999; 78(2): 290-4.
29. **Sams, A.R., Dzuik, C.S.:** Meat Quality and Rigor Mortis Development in Broiler Chickens with Gas-Induced Anoxia and Postmortem Electrical Stimulation. *Poult. Sci.*, 1999; 78: 1472-1476.
30. **Sams, A. R.:** Meat Quality During Processing. *Poult. Sci.*, 1999; 78(5), 798-803.
31. **Soares, J.D.G., Areas, A.G.J., Batistiti, P. J.:** Effect of High Voltage Electrical Stimulation on Buffalo Meat Conditioning. *Bras. de Agrociencia*, 1995; V1, n 2, 61-68.

32. **Stiffler, D.M., Savell, J.W., Smith, G.C., Dutson, T.R., Carpenter, Z.L.:** Electrical stimulation purpose, application and results. *Tex. Agr. Sta. Ext. Bul.*, 1982; B-1375.
33. **Taylor, A.A., Nute, G.R., Warkup, C.C.:** The Effect of Chilling, Electrical Stimulation and Conditioning on Pork Eating Quality. *Meat Science*, 1995; 39, 339-347.
34. **Uytterhaegen, L., Claeys, E., Demeyer, D.:** The Effect of Electrical Stimulation on Beef Tenderness, Protease Activity and Myofibrillar Protein Fragmentation. *Biochimie*, 1992; 74(3): 275-81.
35. **Wiklund, E., Stevenson-Barry, J.M., Duncan, S.J., Littlejohn, R.P.:** Electrical Stimulation of Red Deer Carcasses – Effects on Rate of pH Decline, Meat Tenderness, Colour Stability and Water Holding Capacity. *Meat Science*, 2001; 59, 201-220.
36. **Wilkins L.J., Gregory N.G., Wotton S.B.:** Effectiveness of Different Electrical Stunning Regimens for Turkeys and Consequences for Carcass Quality. *Br Poult Sci.*, 1999; 40(4): 478-84.