

ET HAYVANLARININ KARKASLARI ÜZERİNE ELEKTRİKSEL STİMÜLASYONUN ETKİLERİ

Mete YANAR

ÖZET : Bu çalışmada, elektriksel stimülasyon hakkında genel bilgiler verilerek, pre ve post-rigor karkas üzerine etkileri incelenmiştir. Ayrıca, elektriksel stimülasyon parametreleri de tartışılmıştır.

GİRİŞ

Bugün bir çok ülkede yaygın olarak kullanılan elektriksel stimülasyon, hayvanın boğazının kesimini takiben (post veya derileri soyulmamış, iç organlarıyla birlikte) veya yaklaşık 30-45 dakika içerisinde elde edilen karkasa elektrik akımı verilerek, etin bir çok kalite özelliğinin iyileştirmesi amacıyla yapılan bir işlemdir. Elektriksel stimülasyon tekniğinin et endüstrisindeki öneminin kavranması ve kullanımının hızla yaygınlaşması son 15 - 20 yıl içerisinde olmuştur. Muhtemelen, et bilimi sahasında geliştirilen hiç bir yeni fikir ve buluş elektriksel stimülasyon tekniği kadar süratle benimsenmiş ve uygulama sahası bulamamıştır (Savell ve ark., 1982).

Elektriksel stimülasyon (ES) tekniği dünya çapında farklı derecede ve farklı nedenlerle yaygın olarak kullanılmaktadır. ABD, Fransa, ve Avustralya'da yüksek ve düşük voltajlı ES sadece et sığırlarında kullanılırken, İsveç'te sığır karkaslarında sadece düşük voltaj stimülasyon tekniği uygulanmaktadır. Yeni Zelanda'da ise kuzu karkasları yüksek voltajlı elektrik akımı ile stimüle edilmektedirler (Savell ve ark., 1982).

Yakın zamanlarda, dikkatleri üzerinde toplayan ES tekniğinin kökleri 1749'lara kadar uzanmaktadır. İlk olarak Benjamin Franklin tarafından "elektrik akımı verilerek öldürülen hindilerin etlerinin alışılmamış derecede gevrek olduğu ve bunun elektriğin memnuniyet verici bir yan etkisi olduğu" gözlenerek ifade edilmiştir (Yanar, 1994). Benjamin Franklin'in bu gözleminden 200 yıl sonra, 1951 yılında, Kroger ve Westinghouse şirketlerince desteklenen çalışmaları sonunda, Harshan ve Deatherage ile Rentschler tarafından ES'nin eti gevrekleştirme mekanizması ve ilgili ekipmanların patentleri alınmıştır. Daha sonraları patent hakları bu şirketlere devredilmiş, ancak bir süre sonra bu şirketlerin çalışma sahalarını başka sahalara kaydırmaları nedeniyle, bu buluş gereken ilgiyi görememiştir.

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootečni Böl., ERZURUM.

Yetmişli yılların sonuna doğru, ES tekniği tekrar Yeni Zelanda'lı bilim adamlarının ilgisini çekmiş ve kuzu karkaslarında bu tekniğin kullanılabilirliği araştırılmaya başlanmıştır.

ELEKTRİKSEL STİMÜLASYONUN PRERİGOR KARKAS ÜZERİNE ETKİLERİ

Elektriksel stimülasyon sırasında, karkastaki bütün kaslar hızlı ve sert bir şekilde kasılıp gevşemektedir. Kasların kasılıp gevşemesi için gerekli enerji başlıca kastaki mevcut ATP tarafından sağlandığından, stimülasyon işlemi kaslardaki ATP nin tamamen kullanılmasına neden olmaktadır (Bowling ve ark., 1978). Artan miktarlarda kullanılan ATP kas dokusunda glikolizisin ve buna bağlı olarak laktik asit birikiminin hızla artmasına neden olmaktadır. Yüzyirmi saniye stimüle edilen ve 35 °C de depolanan *Sternomandibularis* kasının 1.5 saatte pH değerinin 6 ya düştüğü, bu asidik değerine stimüle edilmeyen aynı kasın ulaşması için yaklaşık 7 saatlik bir süre gerektiği tespit edilmiştir (Chrystall ve Devine, 1985). ES'un glikolizisi artırıcı etkisi konusunda ileri sürülen bir hipoteze göre, stimülasyon işlemi aldolaz, fosfofrüktokinaz, gliseraldehid-3-fosfat dehidrojenaz ve pürivatkinaz enzimlerinin aktin filamentine bağlanmasını ve bu enzimlerin aktivasyonlarının artmasına sebep olmaktadır. Bunun bir sonucu olarak, kasta laktik asit birikiminin hızlandığı Rashid ve ark. (1983 a) tarafından ileri sürülmüştür.

Kasta ATP depolarının ve üretiminin büyük çapta azalması sonucunda aktin ve miyosin arasındaki köprüleri kıracak yeterli miktarda ATP bulunmadığından dolayı karkas daha erken devrede rigor mortise (ölüm sertliğine) girmektedir (Chrystall ve Devine, 1985). Karkasın erken devrede rigor mortise girmesi soğuk kasılmasından (cold shortening) dolayı ortaya çıkan kasın sertliğini önlemektedir. Bir diğer ifade ile eğer kasın sıcaklığı 10 °C nin altına düşmeden önce pH değeri 6 veya daha aşağı düşerse soğuk kasılması durumu ortaya çıkmaktadır (Pearson ve Dutson, 1985). Kasın ayrıca erken rigor mortise girmesi hot bonning (kesimin hemen ardından karkasın kemiklerinin sıyrılıp etinin ayrılması) işlemini herhangi bir gevreklik problemi olmaksızın yapılmasına olanak sağlamaktadır (Griffin ve ark., 1981).

ELEKTRİKSEL SİTÜMÜLASYONUN POST-RİGOR KARKAS ÜZERİNE ETKİLERİ

ES tekniğinin, rigor mortis sonrası karkasın başta gevreklik ve lezzet olmak üzere diğer kalite özelliklerini iyileştirdiği yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Smith ve ark., 1980; Smith, 1985; Stiffler ve ark., 1982; Yanar, 1994).

Gevreklik :

ES işleminin eti gevrekleştirilmesi ile ilgili 3 ayrı teori ileri sürülmüştür. Birinci teoriye göre, ES karkasta daha erken bir devrede rigor mortisin başlamasını teşvik ederek soğuk

kasılması oluşumunu engellemektedir. Bu teoriyi destekleyen araştırmacılar (Chrystall ve ark., 1980; Chrystall ve ark., 1984; Chrystall ve Devine, 1985), soğuk kasılmasının oluşumunu teşvik edici şartlar altında yürüttükleri çalışmalarda, stimülasyon işleminin et dokusunda sarkomer uzunluğunu pozitif yönde etkilediğini tesbit etmişlerdir. Kontrol grubundaki karkaslarda ise sarkomer uzunluğunun daha kısa, bir diğer ifade ile kasların kasılmış bir halde olduğunu tespit etmişlerdir.

Bir grup araştırmacı soğuk kasılmasının oluşmayacağı şartlarda bile uygulanan ES'un etin gevrekliğini artırdığını tespit etmişlerdir (Dutson ve ark., 1980; Moeller ve ark., 1976). İleri sürülen ikinci teoriye göre, halen sıcak olan karkasta, glikolisin hızındaki artışın bir sonucu olarak pH'nin hızlı düşüşü ile lizozomal enzim aktiviteleri artmaktadır. Ayrıca stimülasyon esnasındaki sert ve hızlı kasılmalar stoplazmadaki lizozozomların parçalanarak içersindeki enzimlerin sitoplazmada serbest hale geçmesine neden olabilmektedir (Dutson ve ark., 1980). Uygun sıcaklık, pH ve serbest formda bulunmaları nedeniyle lizozomal proteolitik enzimler (β -glukoronidaz, Cathepsin B ve H) kas proteinlerini parçalayarak fibrillerin yapılarının bozulmasına ve parçalanmasına sebep olmaktadır. **Bu durum etin gevrekleşmesine katkıda bulunmaktadır.**

Stimüle edilen et dokusunun histolojisi üzerinde çalışan diğer bir grup araştırmacı da, ES'un fiziksel olarak kas dokusunun yapısının bozulmasına yol açtığını saptamışlardır (Georgakis ve ark., 1982; Savell ve ark., 1978). Kas dokusunda başlıca meydana gelen değişiklikler, fibrillerin çatlaması ve kopması, dalgalı bir görünüm alması, ve aşırı kasılmalar sonucunda kasılma bantlarının meydana gelmesi şeklinde özetlenebilir. Kas fibrillerinde meydana gelen bu değişiklikler kasın normal fiziksel yapısının bozulup yumuşamasına ve gevrekliğinin artmasına yol açtığı ileri sürülmüştür.

Bugün halen bu teorilerden hangisinin geçerli olduğuna dair kesin bir karar verilememiş olmasına rağmen, değişik şartlar altında, her bir teorisinin etin gevrekliğinin açıklanmasına katkıda bulunduğu gerçeği yaygınlaşmaktadır.

Kalite :

Muhtemelen başta ABD olmak üzere, bir çok ülkede ES karkas kalite özellikleri üzerine olan müspet etkilerinden dolayı yağın olarak kullanılmaktadır.

Stimüle edilen karkaslarda marbling (mozaikleşme) daha erken ve kolayca değerlendirilmektedir. Ayrıca bel gözü sahasında ortaya çıkan ve *Longissimus dorsi* kasının dış kısmının koyu, ortaya doğru daha açık renk almasına yol açan (Heat-ring) arzu adılmeyen bu olay ES yardımıyla elemine edilebilmektedir (Savell ve ark., 1982).

ES işlemine tabii tutulan sığır ve koyun karkaslarında et rengi arzu edilen parlak kiraz kırmızısı renginde olup, renkte zamanla bir değişim olmamaktadır (Yanar, 1994). Ayrıca bu

özelliik perakendeci et parçalarının renk bakımından raf ömrünün uzamasına da yol açmaktadır. Kesin olarak bilinmemekle beraber, bu durumun stimüle edilen karkaslarda oxymyoglobin (ete parlak kırmızı rengi veren pigment) konsantrasyonunun kontrol grubuna göre daha fazla olmasından dolayı ortaya çıkabilir (Tang ve Henrickson, 1980).

ELEKTRİKSEL STİMÜLASYON PARAMETRELERİ

ES işleminin şartlarını optimum hale getirmek için bir çok faktörün göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu faktörler, voltaj seviyesi, elektriksel dalganın şekli ve frekansdır.

Elektriksel stimülasyon için seçilecek voltaj seviyesi büyük varyasyonlar gösterebilmektedir. Kullanılan voltaj seviyeleri a)Ekstra düşük (50 Volt ve altı), b)Düşük (151-199 Volt), c)Yüksek (200-1100 Volt), d)Çok yüksek (1100 Volttan daha yüksek) olmak üzere 4 sınıfa ayrılmaktadır (Smith, 1984). Yüksek ve düşük voltajın etki mekânizmaları iki değişik yolla olmaktadır. Düşük voltajlı stimülatörlerde, elektrik akımı karkasın halen fonksiyonel halde bulunan sinir sistemi yolu ile taşınmaktadır (Chrystall ve ark., 1980). Oysa, yüksek voltaj kullanılan ES sistemlerinde, elektrik akımı başlıca kaslar üzerinden iletilmekte ve bu nedenle fonksiyonel haldeki bir sinir sistemine ihtiyaç duyulmamaktadır (Carrick ve ark., 1979). Bu çalışma prensibinden dolayı, düşük voltajlı ES`nin hayvanın boğazının kesimini takiben bir kaç dakika içersinde yapılması gerekmektedir. Öte yandan, yüksek voltajlı sistemler, post-partumun ilk 30 dakikası içersinde karkasa uygulanabilmektedir.

Yüksek voltajlı elektrik akımının canlılar üzerindeki tehlikelerinden dolayı, ES sistemlerinde düşük voltajların kullanımı çoğunlukla tercih edilmektedir. Düşük voltajlı sistemlerin karkas kalitelerine etkilerini araştıran bilim adamları, etin gevrekliğindeki artışın daha ziyade karkasın soğuk kasılmasından korunmasının bir sonucu olduğunu ortaya koymuşlardır (Bouton ve ark. 1980; Kaufman ve Marsh 1987). Yüksek ve düşük voltajlı sistemlerin karşılaştırılması ile de genellikle yüksek voltajlı sistemlerin düşük voltajlılara göre daha etkin oldukları ortaya konulmuştur (Bouton ve ark., 1980, Mc Keith, 1981; Petersen ve Blackmore, 1982; Smith, 1985). Bugün et hayvanlarından optimum kalitede karkas elde etmek için uygulanması gereken voltaj seviyesi konusunda kesin bir karara varılamamıştır. Ancak soğuk kasılmasının ortaya çıkmasına yol açacak şartlar mevcut değilse, nisbeten yüksek voltaj seviyeleri kullanılmalı ve bu değer en az 300 volt olmalıdır (Kauffman ve Marsh, 1987). Öte yandan, etteki sertlik soğuk kasılmasından ileri geliyorsa, düşük voltajlı stimülatörler bu problemin çözümünde uygun olabilirler.

Elektriksel dalgaların şekli başlıca sinüzoidal veya kare şeklinde olabilmektedir (Chrystall ve Devine, 1985). Yapılan çalışmalara göre, elektriksel dalganın şeklinin rigor

gelişimi ve pH'nın düşüş hızına etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir (Chrystall ve ark., 1984).

Sabit bir noktadan saniyede geçen elektrik dalgalarının sayısı olarak tarif edilen frekansın ES için optimum değerinin saptanması amacıyla yapılan çalışmalarda 5-16 dalga/saniye değerinin glikolisisi hızlandırdığı ve karkas kalite özelliklerini iyileştirdiği tespit edilmiştir (Rashid ve ark., 1983 b). Öte yandan bu optimum frekans değerinin uygulanan ES tekniğine göre farklılıklar gösterdiği de belirlenmiştir (Bendall., 1980).

SONUÇ

Elektriksel stimülasyon karkasın başta gevreklik olmak üzere, birçok kalite özelliklerini düzelten ve gelişmiş birçok ülkenin et endüstrisinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemin eti gevrekleştirme mekanizması kesin olarak bilinmemekle beraber, konuyla ilgili teorilerin herbirisinin bu konunun açıklanmasına katkıda bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, soğuk kasılmasının ortaya çıkmasına yol açan şartların olmadığı hallerde 300 voltluk ES sistemlerinin kullanılması gereklidir.

KAYNAKLAR

- Bendall, J.R., 1980. The Electrical Stimulation of Carcasses of Meat Animals. In "Development of Meat Science", Editor, RA Lawrie, Applied Sci. Pub. Ltd. London.
- Bouton, P.E., Ford, A.L., Harris, P.V., Shaw, F.D. 1980. Electrical stimulation of beef sides. Meat Sci., 4:145-155.
- Bowling, R.A., Smith, G.C., Dutson, T.R., Carpenter, Z.L. 1978. Effects of prerigor conditioning treatments on lamb muscle shortening, pH and ATP. J. Food Sci., 43:502-505.
- Carrick, E.D., Chrystall, B.B., Davey, C.L. 1979. Studies in electrical stimulation: effect of neuromuscular blocking agent in lamb. J. Food Sci. and Agric., 30:1007-1011.
- Chrystall, B.B., Devine, C.E., Davey, C.L. 1980. Studies in electrical stimulation: postmortem decline in nervous response in lambs. Meat Sci. 4:69-78.
- Chrystall, B.B., Devine, C.E., Ellery, S., Wade, L. 1984. Low voltage electrical stimulation of lamb, its effect on muscle pH and tenderness. New Zealand J. Agric. Research, 27:513-523.
- Chrystall, B.B., Devine, C.E. 1985. Electrical Stimulation: Its Early Development in New Zealand. In "Advances in Meat Research, Vol. 1", Editors, AM Pearson, TR Dutson, AVI Pub. Co. West port, USA
- Dutson, T.R., Smith, G.C., Carpenter, Z.L. 1980. Lysosomal enzyme distribution in electrically stimulated ovine muscle. J. Food Sci. 45:1097-1098.

- Georgakis, S., Kaldrimidou, E., Varelziz, K., Agakidou, E., Tsagaris, T. 1982. The electrical stimulation of lamb carcasses. Proceedings of Twenty Eight European Meeting of Meat Research Workers, Spain.
- Griffin, C.L., Stiffler, D.M., Ray, E.E., Berry, B.W. 1981. Effect of electrical stimulation and boning time and cooking method on beef roast. *J. Food Sci.* 46:987.
- Kauffman, R.G., Marsh, B.B. 1987. Quality Characteristics of Muscle as Food. In "The Science of Meat and Meat Product", Editors, J.F. Price, B.S. Schweigert, Food and Nutrition Press, Inc. Connecticut, USA.
- Mc Keith, F.K., Smith, G.C., Dutson, T.R., Savell, J.W., Carpenter, Z.L., Hammans, D.R. 1981. Effects of certain electrical stimulation parameters on quality and palatability of beef. *J. Food Sci.* 46:13-18.
- Moeller, P.W., Fields, P.A., Dutson, T.R., Landman, W.A., Carpenter, Z.L. 1976. Effects of high temperature conditioning on subcellular distribution and levels of lysosomal enzymes. *J. Food Sci.* 41:216-217.
- Pearson, A.M., Dutson, T.R. 1985. Scientific Basis for Electrical Stimulation. In "Advances in Meat Research, Vol. 1", Editors, AM Pearson, TR Dutson, AVI Pub. Co. Westport, USA
- Petersen, G.V., Blackmore, D.K. 1982. Combined effects of electrical stunning and stimulation on post-mortem glycolysis in lambs. Proceedings of Twenty Eight European Meeting of Meat Research Workers, Spain.
- Rashid, N.H., Henrickson, R.L., Asghar, A., Claypool, P.L. 1983 a. Biochemical and quality characteristics of ovine muscle as affected by electrical stimulation, hot boning and mode of chilling. *Animal Sci. Research Report of Oklahoma State Univ.* USA.
- Rashid, N.H., Asghar, A., Henrickson, R.L., Claypool, P.L. 1983 b. Evaluation of certain electrical parameters for the stimulating of lamb carcasses. *J. Food Sci.* 48:10.
- Savell, J.W., Dutson, T.R., Smith, G.C., Carpenter, Z.L. 1978. Structural changes in electrically stimulated beef muscle. *J. Food Sci.* 43:1606-1609.
- Savell, J.W., Mc Keith, F.K., Murphey, C.E., Smith, G.C., Carpenter, Z.L. 1982. Singular and combined effects of electrical stimulation, postmortem aging and blade tenderisation on the palatability attributes of beef from young bulls. *Meat Sci.* 6:97
- Smith, G.C., Savell, J.W., Dutson, T.R., Hosteller, R.L., Terrel, R.L., Murphey, R.N., Carpenter, Z.L. 1980. Effects of electrical stimulation on beef, pork, lamb and goat meat. Proceedings of Twenty Sixth European Meeting of Meat research Workers, Colorado, USA.
- Smith, G.C. 1985. Effects of Electrical Stimulation on Meat Quality, Color, Grade, Heat-Ring and Palatability. In "Advances in Meat Research, Vol. 1", Editors, AM Pearson, TR Dutson, AVI Pub. Co. Westport, USA.
- Smith, S.M. 1984. The Effect of Kidney Knob Removal and Electrical Stimulation on Characteristics Related to the Tenderness and Merit of Bull Carcasses Produced Through the Use of Growth Promotants and Variation in Energy Management, MS. Thesis, The Ohio State University, Columbus, USA.
- Stiffler, D.M., Savell, J.W., Smith, G.C., Dutson, T.R., Carpenter, Z.L. 1982. Electrical stimulation: purposes, application and results. Texas Agricultural Extension Service Bulletin No:B-1375.

- Tang, B.H., Henrickson, R.L. 1980. Effect of postmortem electrical stimulation on bovine myoglobin and its derivatives. *J. Food Sci.* 45:1139-1141.
- Yanar, M. 1994. Biochemical, Histological and Quality Characteristics of Mutton Carcasses as Affected by Electrical Stimulation and Blade Tenderization. Ph.D. Thesis, The Ohio State University, Columbus, USA.