

ET HAYVANLARININ KARKASLARI ÜZERİNE ELEKTRİKSEL STİMÜLASYONUN ETKİLERİ (Derleme)

Mete YANAR ¹

Effect of electrical stimulation on the carcasses of meat animals
(A Review).

SUMMARY

In this review, general information about electrical stimulation and its effects on pre-rigor and post-rigor carcasses were presented. In addition, parameters of electrical stimulation were also discussed.

KEY WORDS : Electrical stimulation, carcass quality.

ÖZET

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

ANAHTAR KELİMELER: Elektriksel stimülasyon, Karkas kalitesi.

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 özelliğini iyileştirmek 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 benimsenmemiş ve uygulama sahası bulamamıştır (19).

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 (19).

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 (25). Benjamin Franklin'in bu gözleminin 200 yıl sonra, 1951 yılında, Kroger ve Westinghouse şirketlerince desteklenen çalışmaları sonunda, Harshan ve Deatherage ile Rentshler tarafından ES'un eti gevrekleştirme mekanizması ile 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.

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

Elektriksel stimülasyonun prerigor karkas Üzerine etkileri

Elektriksel stimülasyon sırasında, karkastaki bütün kaslar hızlı ve sert bir şekilde kasılıp gevşemektedir. Kasların gevşemesi için gerekli enerji, başlıca kastaki mevcut ATP tarafından sağlandığından, stimülasyon işlemi, kaslardaki ATP'nin tamamen kullanılmasına neden olmaktadır (3). Artan miktarlarda kullanılan ATP, kas dokusunda glikolizis ve buna bağlı olarak, laktik asit birikiminin hızla artmasına neden olmaktadır. 120 saniye stimüle edilen ve 35°C'de depolanan Sternomandibularis kasının 1.5 saatte pH değerinin 6'ya düştüğü, bu asitlik değerine stimüle edilmeyen aynı kasın ulaşması için yaklaşık 7 saatlik bir süre gerektiği tesbit edilmiştir (7). ES'un glikolizis artırıcı etkisi konusunda ileri sürülen

bir hipoteze göre, stimülasyon işlemi aldolaz, fosfofruktokinaz, gliseraldehid-3-fosfat dehidrojenaz ve pürivatkinaz enzimlerinin aktin filamentine bağlanmasına, aktivasyonlarına ve sonuçta, kasta laktik asit birikimini hızlandırıcı etkisi olduğu ileri sürülmüştür (16).

Kas'ta ATP depolarının ve üretiminin büyük çapta azalması sonucunda aktin ve miyosin arasındaki köprüleri kırarak yeterli miktarda ATP bulunmadığından dolayı, karkasın daha 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 (14). Kasın ayrıca, erken rigor mortise girmesi hot bonning (kesimin hemen ardından karkasın kemiklerinin sıyrılp etinin ayrılması) işlemini, herhangi bir gevreklik problemi olmaksızın yapılmasına olanak sağlamaktadır (10).

Elektriksel stimülasyonun post-rigor karkas Üzerine etkileri

ES tekniğinin, rigor mortis sonrası karkasın başta gevreklik ve lezzet olmak üzere, diğer kalite özelliklerini iyileştirdiği, yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (20, 21, 23, 25).

Gevreklik :

ES işleminin, eti gevreklaştırması 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 (5, 6, 7), 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 tesbit etmişlerdir.

Bir grup araştırmacı, soğuk kasılmasının oluşmayacağı şartlarda bile uygulanan ES'un, etin gevrekliğini arttırdığını tesbit etmişlerdir (8, 13). İleri sürülen ikinci teoriye göre, halen sıcak olan karkasta, glikolizisin hızındaki artışın bir sonucu olarak, pH'nin hızlı düşüşü ile lizozomal enzim aktiviteleri artmaktadır. Ayrıca, stimülasyon esnasındaki sert ve hızlı kasılmalar, stoplazmadaki lizozozomların parçalanarak içerisindeki enzimlerin, sitoplazmada serbest hale geçmesine neden olabilmektedir (8). 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 (9, 18). 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 teorinin, etin gevrekliğinin açıklanmasına katkıda bulunduğu gerçeği yaygınlaşmaktadır.

Kalite

Muhtemelen başta ABD olmak üzere, bir çok ülkede ES'un karkas kalitesi özellikleri üzerine olan müspet etkilerinden dolayı, yaygın olarak kullanılmaktadır.

Stimüle edilen karkaslarda marbling (mozaikleşme), daha erken ve kolayca değerlendirilmektedir. Ayrıca, bel gözü sahasında ortaya çıkan ve Longissimus dorsi kasının dış kısmının boyu, ortaya doğru daha açık renk almasına yol açan (Heat-ring) arzu edilmeyen bu olay, ES yardımıyla elemine edilmektedir (19).

ES işlemine tabii tutulan sığır ve koyun karkaslarında et rengi arzu edilen parlak kırmızı renginde olup, renkte zamanla bir değişim olmamaktadır (25). Ayrıca, bu özellik 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 (24).

Fiziksel stimülasyon parametreleri

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 (2000-1100 Volt), d) Çok yüksek (1100 Volttan daha yüksek) olmak üzere 4 sınıfa ayrılmaktadır (22).

Yüksek ve düşük voltajın etki mekanizmaları, iki değişik yolla olmaktadır. Düşük voltajlı stimülatörlerde, elektrik akımı karkasın halen fonksiyonel halde bulunan sinir sistemi yolu ile taşınmaktadır (5). Oysa, yüksek voltaj kullanılan ES sistemlerinde, elektrik akımı başlıca kaslar üzerinden iletilmekte ve bu nedenle fonksiyonel haldeki bir sinir sistemine ihtiyaç duyulmamaktadır (4). Bu çalışma prensibinden dolayı, düşük voltajlı ES'nun, hayvanın boğazının kesimini takiben bir kaç dakika içerisinde yapılması gerekmektedir. Öte yandan, yüksek voltajlı sistemler, post-partumun ilk 30 dakikası içerisinde 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 (2, 11). Yüksek ve düşük voltajlı sistemlerin karşılaştırılması ile de genellikle yüksek voltajlı sistemlerin, düşük voltajlılara göre daha etkin oldukları ortaya konulmuştur (2, 12, 15, 21). 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 (11). Öte yandan, etteki sertlik soğuk kasılmasından ileri geliyorsa, düşük voltajlı stimülatörler bu problemin çözümünde uygun olabilirler.

Elektriksel dalgalının şekli, başlıca sinüzoidal veya kare şeklinde olabilmektedir (7). Yapılan çalışmalara göre, elektriksel dalganın şeklinin rigor gelişimini ve pH'nın düşüş hızına etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir (6).

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 glikolizisi hızlandırdığı ve karkas kalite özelliklerini iyileştirdiği tesbit edilmiştir (17). Öte yandan,

bu optimum frekans değerinin, uygulanan ES tekniğine göre farklılıklar gösterdiği de belirlenmiştir (1).

SONUÇ

Elektriksel stimülasyon, karkasın, başta gevreklik olmak üzere, birçok kalite özelliklerini düzelter 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

1. Bendall JR (1980) The electrical stimulation of carcasses of meat animals. In Development of Meat Science, Editor, RA Lawrie, Applied Sci.Pub.Ltd., London.
2. Bouton PE, Ford AL, Harris PV, Shaw FD (1980) Electrical stimulation of beef sides. Meat Sci., 4: 145-155.
3. Bowling RA, Smith GC, Dutson TR, Carpenter ZL (1978) Effects of prerigor conditioning treatments on lamb muscle shortening, pH and ATP., J.Food Sci., 43: 502-505.
4. Carrick ED, Chrystall BB, Davey CL (1979) Studies in electrical stimulation: effect of neuromuscular blocking agent in lamb. J. Food Sci. and Agric., 30: 1007-1011.
5. Chrystall BB, Devine CE, Davey CL (1980) Studies in electrical stimulation: Postmortem decline in nervous response in lambs. Meat Sci., 4: 69-78.
6. Chrystall BB, Devine CE, 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.
7. Chrystall BB, Devine CE (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.
8. Dutson TR, Smith GC, Carpenter ZL (1980) Lysosomal Enzyme Distribution in Electrically Stimulated Ovine Muscle. J.Food.Sci., 45: 1097-1098.
9. 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.
10. Griffin CL, Stiffler DM, Ray EE, Berry BW (1981) Effect of electrical stimulation and boning time and cooking method on beef roast. J. Food Sci., 46: 987.
11. Kauffman RG, Marsh BB (1987) Quality characteristics of muscle as food. In the Science of Meat and Meat Product, Editors, JF Price, BS Schweigert, Food and Nutrition Press, Inc. Connecticut, USA.
12. Mc Keith FK, Smith GC, Dutson TR, Savell JW, Carpenter ZL, Hammans DR (1981) Effects of certain electrical stimulation parameters on quality and palatability of beef. J. Food Sci., 46: 13-18.
13. Moeller PW, Fields PA, Dutson TR, Landman WA, Carpenter ZL (1976) Effects of high temperature conditioning on subcellular distribution and levels of lysosomal enzymes. J. Food Sci., 41: 216-217.
14. Pearson AM, Dutson TR (1985) Scientific basis for electrical stimulation. In Advances in Meat Research, Vol. 1, Editors, AM Pearson, TR Dutson, AVI Pub. Co. Westport, USA.
15. Petersen GV, Blackmore DK (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.
16. Rashid NH, Henricksn RL, Asghar A, Claypool PL (1983) 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.

17. Rashid NH, Asghar A, Henrickson RL, Claypool PL (1983) Evaluation of certain electrical parameters for the stimulating of lamb carcasses. J. Food Sci., 48: 10.
18. Savell JW, Dutson TR, Smith GC, Carpenter ZL (1978) Structural changes in electrically stimulated beef muscle. J. Food Sci., 43: 1606-1609.
19. Savell JW, McKeith FK, Murphey CE, Smith GC, Carpenter ZL (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.
20. Smith GC, Savell JW, Dutson TR, Hostetler RL, Terrel RL, Murphey RN, Carpenter ZL (1980) Effects of electrical stimulation on beef, pork, lamb and goat meat. proceedings of twenty sixth european meeting of meat research workers, Colorado, USA.
21. Smith GC (1985) Effects of electrical stimulation on meat quality, color, grade, heat-rig and palatability. In Advances in Meat Research, Vol. 1, Editors, AM Pearson, TR. Dutson, AVI Pub. Co., Westport, USA.
22. Smith SM (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.
23. Stiffler DM, Savell JW, Smith GC, Dutson TR, Carpenter ZL (1982) Electrical stimulation: Purposes, Application and Results. Texas Agricultural Extension Service Bulletin No: B-1375.
24. Tang BH, Henrickson RL (1980) Effect of postmortem electrical stimulation on bovine myoglobin and its derivatives. J. Food Sci., 45: 1139-1141.
25. 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.