Eurasian Journal
of Veterinary Sciences

www.eurasianjvetsci.org

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Kuru Dinlendirme İşleminin Akkaraman Irkı Erkek Kuzuların *Longissimus Thoracis* ve *Longissimus Lumborum* Kaslarının Sarkomer Yapısı Üzerine Etkisi

Hatice Ahu Kahraman[1]*, Banu Kandil[2], İlknur Tekdemir[3], Emrah Sur[3],Ümit Gürbüz[4,5]

[1]Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, 15030, Burdur, [2]Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, 56100,Siirt, [3]Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, 42003, Konya [4]Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, 42003, Konya, [5]Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, 720044, Bişkek/Kırgızistan
Geliş:30.05.2017, Kabul: 28.11.2017
* h.ahuerdem@mehmetakif.edu.tr

Effect of Dry Aging Application on Sarkomeric Structure of *M. Longissimus Thoracis and M. Longissimus Lumborum* in Akkaraman Male Lambs

Eurasian J Vet Sci, 2018, 34, 1, 43-48
DOI:10.15312/EurasianJVetSci.2016318389

Öz

Amaç: Araştırmada, Akkaraman ırkı erkek kuzuların *longissimus thoracis* (LT) ve *longissimus lumborum* (LL) kaslarından elde edilen etlere, 14 gün süre ile kuru dinlendirme yöntemi uygulanarak dinlendirme periyodu boyunca sarkomer uzunluklarında meydana gelen değişikliklerin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Gereç ve Yöntem: Materyal olarak, 11 aylık 6 adet Akkaraman ırkı erkek kuzunun l*ongissimus thoracis* ve *longissimus lumborum* kaslarından elde edilen etler kullanılmıştır. Kuru dinlendirme uygulaması için etler, +1°C'de, % 85 rutubet ve 0,2-0,5m/sn hava akımı olan soğutma dolabında 14 gün boyunca dinlenmeye bırakılmıştır. Dinlendirme işleminin, başlangıç (0), 7 ve 14. günlerinde alınan örnekler, rutin histolojik takip işlemlerinden sonra Crossmon'ın üçlü boyama yöntemiyle boyanıp sarkomer uzunlukları ölçülmüştür. Preparatlar ışık mikroskobu (Leica DM 250) ile değerlendirilmiş ve gerekli bölgelerin görüntüleri kamera ile dijital ortamda kaydedilmiştir.

Bulgular: Kuru dinlendirme işlemine tabi tutulan LT ve LL kas gruplarının, dinlendirme periyodu boyunca sarkomer uzunluklarının 1,71-1,87µm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. LT kaslarının sarkomer uzunluklarının 7. güne kadar artış gösterip, sonrasında sabit kaldığı, LL kas grubundaki artışın ise 14. güne kadar sürdüğü belirlenmiştir. Aynı zamanda, 14 günlük süre zarfında LL kaslarında ölçülen ortalama sarkomer uzunluklarının LT kaslarına kıyasla daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Dinlendirme periyodu boyunca ölçülen ortalama sarkomer uzunluklarındaki değişimler ile LT ve LL kas grupları arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

Öneri: Elde ettiğimiz sonuçlar kuru dinlendirme işleminin Akkaraman ırkı erkek koyunların LL ve LT kaslarının sarkomer uzunlukları üzerine önemli düzeyde etkileri olduğunu göstermiştir. Bu sebeple farklı kas gruplarının sarkomer uzunluklarının bilinmesinin, kas grupları arasındaki gevreklik farklılıklarının ortaya konması ve daha gevrek etler elde edilebilmesi açısından önem taşıdığı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Akkaraman ırkı, et gevrekliği, kuru dinlendirme, sarkomer uzunluğu.

Abstract

Aim: In the study, it was aimed to determine the changes in sarcomere lengths of *M. longissimus thoracis* (LT) and *M. longissimus lumborum* (LL) obtained from Akkaraman breed male lamb.

Materials and Methods: The LT and LL muscles obtained from Akkaraman breed male lambs of 11-month old were used. For dry aging, meats were aged for 14 days at +1 °C with 0.2-0.5 m/s airflow and 85% humidity. Samples were taken at the beginning (0), 7th and 14th days of the aging process, stained with Crossmon's triple staining method after routine histological procedures. Cross-sections were evaluated under a light microscope and sarcomere lengths were measured. Images were recorded digitally.

Results: It was determined that mean sarcomere lengths of LT and LL muscle groups ranged from 1,71 to 1,87 µm during the aging period. It was detected that the sarcomere lengths of LT muscles was increased up to 7th day, following it remained constant. The sarcomere lengths of LL muscle increased until the 14th day. It was also found that the mean of sarcomere lengths of LL muscles were longer than LT muscles during the aging period. There were significant differences among the muscle groups ($p<0.05$).

Conclusions: The results show that dry aging has significant effects on the sarcomere lengths of LL and LT muscles of Akkaraman male lambs. It is believed that the knowledge of the sarcomere length of different muscle groups is important for demonstrating the tenderness differences between muscle groups and for being able to obtain more tender meats.

Key Words: Akkaraman breed, dry aging, meat tenderness, sarcomere length.

Giriş

Tüketici tercihlerinin değişmesi ile birlikte son yıllarda kaliteli ürünlere olan talep giderek artmaktadır. Buna paralel olarak ülkemiz için henüz yeni bir kavram olan kuru dinlendirme uygulamaları giderek ilgi gören önemli bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Kuru dinlendirme, karkasların ya da değerli etleri içeren bazı kas bölümlerinin, herhangi bir koruyucu paketleme sistemi olmaksızın, belli sıcaklık derecelerinde birkaç hafta süreyle doğal enzimatik ve biyokimyasal süreçler sonucunda gevrekleşerek kendine has lezzet ve aromayı kazanması ile karakterize bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Bu amaçla etler, özel soğutucu dolaplarda 1-3 °C sıcaklık ve % 70-85 rutubetle 1-5 hafta(ortalama 21-28 gün) kuru dinlendirme işlemine tabi tutulmaktadır (Savell 2008). Kuru dinlendirme süresinin belirlenmesinde bilimsel literatürlerden daha çok kişisel tercihlerin ön plana çıktığı görülmektedir (Baird 2008).

Kuru dinlendirme işleminde; depolama süresi, depolama sıcaklığı, nem oranı ve hava akımı gibi faktörler ile üründe aroma ve lezzet gelişimi, raf ömrü, kurumaya bağlı fire kaybı ve mikrobiyel bozulma gibi ekonomik yönden önem taşıyan kriterler, sürecin başarısı açısından son derece önemlidir. Özellikle dinlendirme işlemlerinin gerçekleştirildiği ortamın sıcaklığı etin gevrekleşmesinde etkili olan enzimatik reaksiyonların devamlılığı açısından önem taşımaktadır. Bu sebeple dinlendirilecek olan etlerin, etin donma derecesinden (-2°C) yüksek derecelerde muhafaza edilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Ortam sıcaklığının -2 °C'den daha düşük olması durumunda etin olgunlaşmasında rol oynayan enzimlerinin olumsuz yönde etkilendiği ifade edilmektedir (Savel 2008).

Kuru dinlendirme sürecinde ette lezzet ve aroma gelişimini arttıran mekanizmanın, dokuların su kaybederek lezzet veren bileşenlerin (stearik, linoleik, palmitik, oleik asit, glutamat, aspartat, carnosin, inosin monofosfat vb) yoğunluğunun artmasından (Feiner 2006); ette gevrekleşmeye neden olan mekanizmanın ise kas dokusundaki doğal enzimlerin bağ dokuyu oluşturan unsurları parçalamasından kaynaklandığı bilinmektedir (Nishimura 2015).

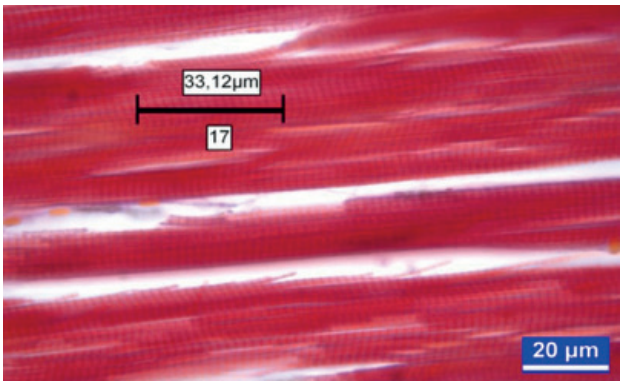
İskelet kasları enine çizgilenmeler göstermektedir. 1-5 cm uzunluğunda, 10-150 µm kalınlığında olan iskelet kası hücreleri (telleri)'nin çok sayıdaki çekirdeği, hücre zarı olan sarkolemmanın altında yerleşmiştir. İskelet kaslarında enine bantlaşma adı da verilen çizgilenmeye neden olan yapılar aktin ve miyozin olarak bilinen miyofilamanların özel düzenlenmesi ile oluşturdukları miyofibrillerden ileri gelmektedir. Aktin miyofilamanlarının kendi aralarında ve miyozin miyofilamanlarının da yine kendi aralarında bir araya gelerek oluşturdukları açıklı koyulu bölgeler, 1-3 µm kalınlığında olan miyofibriller boyunca yer alırlar. Sonuçta aynı tondaki bölgelerin aynı hizada sıralanmaları ile de enine çizgili görünüm oluşmaktadır. Açık renkli bölgeler "İzotrop (İ)"; koyu renkli bölgeler ise "Anizotrop (A)" bandlar olarak isimlendirilirler. Tamamı aktin miyofilamanlarından oluşan İ-bandının tam ortasında çok ince ve koyu renkli bir "Z" çizgisini bulunmaktadır. Bir "Z" çizgisinden diğer bir "Z" çizgisine kadar olan mesafe ise "Sarkomer" olarak bilinmektedir (Özcan 2016).

Yapılan çalışmalar, kasların sarkomer uzunluğu ile gevreklik gelişimi arasında doğru orantı olduğunu; ortalama sarkomer uzunluklarının, hayvanın türüne, ırkına, aynı hayvandaki farklı kas gruplarına göre değişim gösterdiğini ifade etmektedir (Starkey 2016). Etlerde olgunlaşma esnasında temel değişikliklerin görüldüğü yer kas fibrilleridir. Kas fibrillerini bir arada tutma işlevini sağlayan bağ dokularda gevrekliğin oluşumu ile ilgili hemen hemen hiç bir değişiklik meydana gelmemektedir (Herring ve ark 1967). Hughes (2014), sarkomer uzunluğunun canlı bir kasta sabit olmasına rağmen, kasın rigor mortis aşamasına girişi ile birlikte kalın ve ince filamentler arasındaki mesafede değişiklikler görüldüğünü belirtmektedir. Bununla birlikte birçok araştırmacı (Wheeler ve Koohmaraie 1994; Koohmaraie ve ark 1996) *longissimus* kaslarında gevreklik gelişiminin sarkomer uzunluğu ve kas proteinlerinin proteolizis derecesine bağlı olduğunu ifade etmektedirler. Bunların yanı sıra, Honikel ve ark (1986), ete uygulanan kurutma işlemleri sonucunda etin su kaybetmesinin sarkomer uzunluğunu etkileyebileceğini, dolayısıyla postmortem dinlendirme süresinin artışına bağlı olarak sarkomer uzunluğunda azalmalar meydana gelebileceğini ifade etmektedir.

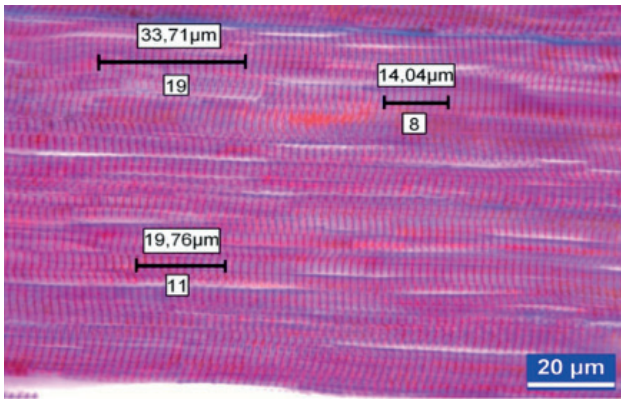
Bu araştırmada, 14 gün süre ile kuru dinlendirme yöntemi uygulanan kuzuların *longissimus thoracis* ve *longissimus lumborum* kaslarından elde edilen et preparatlarının sarkomer uzunluklarında meydana gelen değişikliklerin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Gereç ve Yöntem

11 aylık 6 adet Akkaraman ırkı erkek kuzunun *longissimus thoracis* ve *longissimus lumborum* kaslarından elde edilen etler kullanılmıştır. Yerel bir mezbahada kesim işleminin ardından karkaslar 24 saat boyunca soğuk hava depolarında depolanmıştır. Temin edilen karkasların LT ve LL kasları çıkarılıp uygulama günlerine (0., 7. ve 14. gün) göre kodlanmıştır. Numuneler kuru



Şekil 1. LT kas grubundan alınan bir kesitte I bantlarının sayımının yapıldığı bölge.



Şekil 2. LL kas grubundan alınan bir kesitte I bantlarının sayımının yapıldığı üç farklı bölge.

dinlendirme işlemi için,+1°C'de, % 85 rutubet ve 0,2-0,5 m/sn hava akımı olan soğutma dolabında 14 gün boyunca dinlenmeye bırakılmıştır. Dinlendirme işleminin başlangıç (0), 7 ve 14. günlerinde numunelerden 1x1x1 cm^3 boyutlarında alınan doku örnekleri %10'luk formaldehit içerisinde tespit edilmiştir. Kas dokusu örnekleri rutin histolojik takip işlemlerinden sonra parafinde bloklanmıştır. Parafin bloklardan alınan 5-6 µm kalınlığındaki kesitler Crossmon'ın üçlü boyama (Culling ve ark 1985) yöntemiyle boyanmıştır.

Hazırlanan preparatlar ışık mikroskobu (Leica DM 250) ile değerlendirilmiş ve gerekli bölgelerden Leica DFC 320 model kamera ile alınan görüntüler dijital ortamda kaydedilmiştir. Resimlendirilen her bir preparatta rastgele seçilen on bölgeden birbiri ardına en az on sarkomeri içeren bölümler ölçülmüştür. Ölçümler A bandı başlangıcından diğer sarkomerin A bandı bitişine kadar yapılmış olup, arada kalan bölgedeki I bantları sayılarak sarkomer sayısı belirlenmiştir.

Elde edilen uzunluk ve I bandı sayıları aşağıdaki formülde yerine konarak ortalama sarkomer uzunluğu hesaplanmıştır. Ortalama sarkomer uzunluğu (µm) = Ölçülen bölgenin uzunluğu (µm) / I bandı sayısı

Araştırma, üç tekrar şeklinde tasarlanmış olup, numunelere ait preparatların on farklı bölgesi değerlendirmeye alınmıştır. Toplamda 360 adet sarkomer bölgesi incelenmiştir. Elde edilen veriler T testi ile SPSS, 21.0 (Statistical Package Version, Chicago, USA) programında değerlendirilmiştir.

Bulgular

Numunelerin dinlendirme periyodu boyunca sarkomer uzunluklarında meydana gelen değişime ait sonuçlar Tablo.1 ve Şekil 3'te verilmiştir. Kuru dinlendirme işlemine tabi tutulan LT ve LL kas gruplarının, dinlendirme periyodu boyunca ortalama sarkomer uzunluklarının 1,71-1,87 µm arasında değiştiği belirlenmiştir. LT kaslarının sarkomer uzunluklarının 7. güne kadar artış gösterip, sonrasında sabit kaldığı; LL kas grubundaki artışın ise 14. güne kadar sürdüğü belirlenmiştir. Aynı zamanda, 14 günlük süre zarfında LL kaslarında ölçülen ortalama sarkomer uzunluklarının LT kaslarına kıyasla daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Dinlendirme periyodu boyunca ölçülen ortalama sarkomer uzunluklarındaki değişimlerin, LL kas grubunda 14. günde, LT kas grubunda ise 7. ve 14.günde istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Aynı zamanda dinlendirme periyodunun 0., 7. ve 14. günlerinde her iki kas grubunun sarkomer uzunlukları arasındaki farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tartışma

Tüketime sunulan etlerin dinlendirilmesi, "olgunlaşma" olarak da bilinen ve etin lezzet özelliklerini artırmak için uygulanan doğal bir süreçtir. Kaslar, dinlendirme işlemi olarak adlandırılan bu süreç sonrasında daha gevrek bir ete dönüşmektedir. Ticari anlamda dinlendirme işleminde ise, genellikle kontrollü bir ortamda ve belli şartlar altında depolanan etlerin tüketici memnuniyeti de gözetilerek gevreklik ve lezzet gibi özelliklerinin ön plana çıkarılması amaçlanmaktadır. Proteoliz, lipoliz ve oksidasyon gibi önemli biyokimyasal reaksiyonların sonunda etler, lezzet, sululuk ve gevreklik gibi istenen özellikleri kazanmaktadır (Khan ve ark 2016).

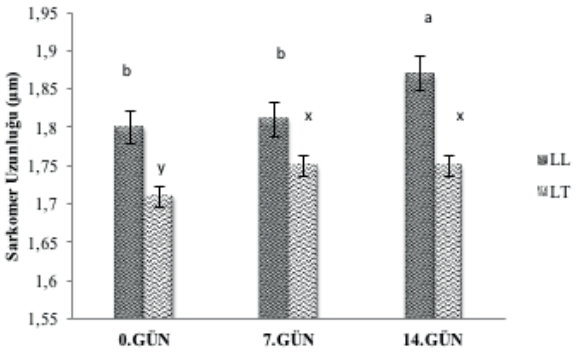
Gevreklik, dinlendirme işlemi boyunca belirli bir süre artış göstermektedir. Özellikle dinlendirme periyodunun süresi ve ortam sıcaklığı etin gevrekliği açısından son derece önemli olup; kas fibrilinin tipine (tip I, tip IIa, tip IIb) göre değişmektedir. Bu nedenle farklı kas gruplarının tüketici beklentilerine göre istenilen gevrekliklere ulaşması için gereken süre oldukça farklı olabilmektedir (Pichard ve ark 1998; Khan ve ark 2016).

Uygun şartlarda gerçekleştirilen dinlendirme işleminin etlerde

Tablo.1. *Longissimus lumborum* ve *Longissimus thoracis* kaslarının dinlendirme periyodu boyunca sarkomer uzunluklarındaki meydana gelen değişime ait sonuçlar (µm).

		0.gün	7.gün	14.gün	p
Kas grupları	**n**	**x±Sx**	**x±Sx**	**x±Sx**	
LL	180	1,80±0,05xb	1,81±0,06xb	1,87±0,05xa	*
LT	180	1,71±0,02yb	1,75±0,04ya	1,75±0,04ya	*
p		***	**	**	

x: ortalama, Sx: ortalamanın standart hatası. LL: longissimus lumborum, LT: longissimus thoracis kasları. x: ortalama, Sx: ortalamanın standart hatası. a,b; aynı satırdaki, x,y; aynı sütundaki gruplar arası farklılıkları göstermektedir. $p<0,05$*, $p<0,01$**, $p<0,001$***



Şekil 3. Kuru dinlendirme periyodu boyunca numunelerin sahip olduğu ortalama sarkomer uzunlukları. LL: *Longissimus lumborum* ,LT: *Longissimus thoracis.* Farklı harf ile gösterilen sonuçlar istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05) .

lezzeti artırdığı da bilinmektedir. Hayvanın kesimini takiben kaslardaki kan dolaşımının durması ve metabolik ürünlerin birikmesi sonucu pH düşmekte ve postmortem olgunlaşmaya bağlı olarak da etlerin lezzetinde arzulanan değişimler meydana gelmektedir. Özellikle lipid oksidasyonunun dinlendirme süreci ile birlikte arttığı ve ortaya çıkan oksidasyon ürünlerinin proteinlerin parçalanma ürünleri ile reaksiyona girerek lezzeti artırdığı bildirilmektedir (Yancey ve ark 2005). Bunun yanı sıra yine dinlendirme işlemi sırasında meydana gelen proteoliz olayı sonucunda miyofibriler proteinlerin yıkımlanması ile açığa çıkan peptid ve amino asitler de suda çözünen lezzet verici maddelere dönüşmektedir. Peptid ve amino asitlerle reaksiyona giren indirgenmiş şeker molekülleri ete lezzet kazandırırken, bu ürünlerle reaksiyona giren yağ asitleri de ette aroma gelişimine katkıda bulunmaktadır (Imafidon ve Spanier, 1994; Spanier ve ark 1997; Zhou ve Zhao 2007; Koutsidis ve ark 2008).

Kuru dinlendirme sürecinde bazı mantar türlerinin etin yüzeyinde hızla çoğalarak tabaka oluşumuna neden olduğu bildirilmektedir. Ette herhangi bir bozulmaya neden olmayan bu mikroorganizmaların oluşturduğu tabaka etin tüketimi öncesinde trimlenerek kolaylıkla et yüzeyinden uzaklaştırılabilmektedir. Bu mantarların ürettiği bazı enzimlerin ette gevreklik gelişiminin yanı sıra lezzet ve aromaya da katkıda bulundukları bildirilmiştir. Özellikle *Thamnidium* türü mantarların ürettiği kollajenolitik enzimlerin, kuru dinlendirme işleminin uygulandığı etlerde gevreklik, lezzet ve aroma gelişimine yardımcı olduğu öne sürülmektedir (Savel ve ark 2007).

Kaslarda kuru dinlendirme periyodunda oluşması istenen gevreklik derecesi ve süresinin kas tipine ve doğal proteolitik enzim aktivitesine göre değiştiği belirtilmektedir. Özellikle pH değerinin düşmesi ile birlikte miyofibrillerdeki parçalanmanın, sarkomerlerin yapısındaki aktin ve miyozin filamanlarının pozisyonunda değişimlere neden olduğu ortaya konmuştur. Kasılma anında ve rigor mortis süresince aktomiyozin kompleksinin oluşumu ile boyları kısalan sarkomerlerin etin gevrekliğini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir (Calkins ve Sullivan 2007).

Kas dokusunda yer alan bağ doku miktarının yanı sıra, aktin ve miyozin filamanlarının özel tertiplenmesi sonucu ortaya çıkan açık ve koyu renkli bantlar ile kasların en küçük kasılma ünitesi olarak bilinen sarkomer yapılarının, etin gevrekliği üzerine etkili olduğu bilinmektedir. Kuru dinlendirme yöntemi ile miktar ve organizasyonları değişen bu yapılar üzerinde ışık mikroskobik seviyede belli bazı değerlendirmeler ve ölçümler yapılabilmesi, söz konusu işlemin etkilerinin değerlendirilmesinde histolojik yöntemleri de önemli bir konuma getirmiştir (Damez ve ark 2008).

Kasların sarkomer uzunluklarının, karkasların soğutma derecesi ve postmortem dönemdeki kas metabolizması ile de ilgili olduğu bilinmektedir. Etin pH değeri, sıcaklığı, rigor mortisten önceki glikolizis düzeyi, miyozin başlarının denatürasyonu ve miyofibriler bantların zayıflamasının, sarkomer boyundaki kısalma oranı ile yakından ilişkili olduğu ileri sürülmektedir (Offer ve ark 1991). Ayrıca hayvan türlerinin sahip olduğu farklı düzeylerdeki proteaz aktivitesine bağlı olarak etlerin gevrekleşme miktar ve hızında da farklılıklar oluşabildiği görülmüştür. Feiner (2006), sığır etlerinin daha gevrek hale gelebilmesi için 0-3 °C'de en az 15 gün, koyun etlerinin ise 7-10 gün süreyle depolanması gerektiğini ifade etmektedir.

Wheeler ve ark (2000), farklı sürelerde vakum pakette ıslak dinlendirme işlemi uyguladıkları domuz ve sığır *longissimus* kaslarının sarkomer uzunluklarını sırasıyla 1,77 ve 1,69 µm olduğunu ifade etmişlerdir. Koohmaraie ve ark (2002), koyun *longissimus* kaslarının ortalama sarkomer uzunluklarının kesim işlemi ve 24 saatlik postmortem olgunlaşma sonrası sırasıyla 2,24-1,69 µm uzunluğunda olduğunu belirtmektedirler. Sunulan bu çalışmada, 14 günlük kuru dinlendirme işleminin koyun *longissimus* kaslarının sarkomer uzunluklarında artışa neden olduğu belirlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar, postmortem olgunlaştırmanın tavuk, domuz ve sığır etlerinin sarkomer uzunluklarında artışa neden olduğunu belirten Takahashi ve ark (1995) ile benzerdir. Ancak, Kahraman (2016), 28 gün boyunca üç farklı dinlendirme yöntemi uygulanan sığır LL kaslarından elde edilen etlerin sarkomer uzunluklarının 1,55-1,74 µm olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, 28 günlük süre zarfında kuru dinlendirme işleminin sarkomer uzunluklarında azalmaya, pakette kuru dinlendirme ve ıslak dinlendirme uygulamalarının ise artışa neden olduğunu ileri sürmüştür. Battaglia ve ark (2016) vakum pakette 21 gün boyunca ıslak dinlendirme işlemi uyguladıkları sığır LL kaslarının ortalama sarkomer uzunluklarının 1,31-1,85 µm aralığında değişim gösterdiğini, ancak dinlendirme süresince sarkomerlerde meydana gelen bu değişikliğin istatistiksel açıdan önemli bulunmadığını ifade etmiştir. Araştırmacılar tarafından elde edilen sonuçlardaki bu farklılığın hem kullanılan hayvan türü hem de uygulama süresindeki farklılıktan ileri gelebileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada gevreklik derecelendirmesinde "orta" kategoride bulunan LT ve LL kasları (Calkins ve Sullivan 2007) materyal olarak kullanılmıştır. +1°C'de, % 85 rutubet ve 0,2-0,5m/sn hava akımı olan soğutma dolabında 14 gün boyunca dinlenmeye bırakılan kaslardan dinlendirme işleminin başlangıç (0), 7 ve

14. günlerinde alınan örnekler üzerinde yapılan histolojik incelemeler sonucunda sarkomer uzunluklarının 1,71 µm ile 1,87 µm arasında değiştiği; LT kasında ortalama sarkomer uzunluğunun 7. güne kadar artış gösterirken, LT kasının ortalama sarkomer uzunluğundaki artışın ise 14. güne kadar sürdüğü tespit edilmiştir. Aynı zamanda, 14 günlük süre zarfında LL kasında ölçülen ortalama sarkomer uzunluğunun LT kasına oranla daha fazla olduğu dikkati çekmiştir. Dinlendirme periyodu boyunca ölçülen ortalama sarkomer uzunluklarındaki değişimler ile LT ve LL kasları arasındaki farklılıkların ise ista-tistiksel açıdan önemli olduğu görülmüştür ($p>0.05$).

Öneriler

Değişmekte olan tüketim alışkanlıkları sebebiyle, kaliteli, sağlıklı, güvenli ve yenilikçi et ürünlerine olan talep artmaktadır. Et teknolojisi açısından yenilikçi ürün arayışları göz önüne alındığında, sığır eti dışında farklı tür hayvan etlerinin de kuru dinlendirme işleminde kullanılabilirliğinin araştırılmasının, et bilimi ve tüketici tercihlerine yönelik yenilikçi ürünlerin ortaya konması açısından önem taşıdığı düşünülmektedir. Elde ettiğimiz sonuçlar kuru dinlendirme işleminin Akkaraman ırkı erkek kuzuların LL ve LT kas gruplarının sarkomer uzunlukları üzerine önemli düzeyde etkileri olduğunu göstermiştir. Bu sebeple farklı kas gruplarının sarkomer uzunluklarının bilinmesinin, kas grupları arasındaki gevreklik farklılıklarının ortaya konması ve daha gevrek etler elde edilebilmesi açısından önem taşıdığı düşünülmektedir.

Kaynaklar

Baird B, 2008. Dry aging enhances palatability of beef. https://www.beefresearch.org/CMDocs/BeefResearch/PE_Issues_Update/Dry_aging_enhances_palatability_of_beef.pdf (Erişim tarihi: 26 Kasım 2017).

Battaglia CT, Vilella GF, Sousa BI, Gomes CL, de Felicio PE, Pflanzer SB, 2016. Are sarcomere length and miofibrilar fragmentation index predictors for sensory and instrumental tenderness of aged beef? Meat Science, 112, 148.

Calkins CR, Sullivan G, 2007. Ranking of Beef Muscles for Tenderness. Beef Facts, Product Enhancement URL: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.513.5054&rep=rep1&type=pdf

Culling CFA, Allison RT, Barr WD, 1985. Cellular pathology technique, 4th ed. London, Butterworths, p 214–255.

Damez JL, Clerjon S, Abouelkaram S, Lepetit J, 2008. Electrical impedance probing of the muscle food anisotropy for meat ageing control. Food Control, 19,10, 931-939.

Feiner G, 2006. Meat Products Handbook Practical Science and Technology. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, p.27-30.

Herring NK, Cassens RG, Briskey EJ, 1967. Factors affecting collagen solubility in bovine muscles, J Food Sci, 32, 534.

Honikel KO, Kim CJ, Hamm R, Roncales P, 1986. Sarcomere shortening of prerigor muscles and its influence on drip loss. Meat Science, 16,4, 267-282.

Hughes JM, Oiseth SK, Purslow PP, Warner RD, 2014. A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. Meat Science, 98,3, 520-532.

Hwang IH, Devine CE, Hopkins DL, 2003. The biochemical and physical effects of electrical stimulation on beef and sheep meat tenderness. Meat Science, 65,2, 677.

Imafidon GI, Spanier AM, 1994. Unraveling the secret of meat flavor. Trends in Food Science & Ttechnology, 5,10,, 315-321.

Kahraman HA, 2016 Kemikli ve kemiksiz sığır kontrfilelerine (*M. longissimus lumborum*) farklı dinlendirme yöntemlerinin uygulanması ve kalite niteliklerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Khan MI, Jung S, Nam KC, Jo C, 2016. Postmortem Aging of Beef with a Special Reference to the Dry Aging. Korean Journal for Food Science of Animal Resources, 36, 2, 159.

Koohmaraie M, Doumit ME, Wheeler, TL, 1996. Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented. Journal of Animal Science, 74,12, 2935-2942.

Koohmaraie M, Kent MP, Shackelford SD, Veiseth E, Wheeler TL, 2002. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? Meat Science, 62, 3, 345-352.

Koutsidis G, Elmore JS, Oruna-Concha MJ, Campo MM, Wood JD, Mottram DS, 2008. Water-soluble precursors of beef flavour. Part II: Effect of post-mortem conditioning. Meat Science, 79,2, 270-277.

Nishimura T, 2015. Role of extracellular matrix in development of skeletal muscle and postmortem aging of meat. Meat Science, 109, 48-55.

Offer G, 1991. Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat: Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. Meat Science, 30, 2, 157-184.

Özcan Z, 2016. Kas dokusu. In: Temel Histoloji, Ed. Özer A, 3. Baskı. DORA Basın-Yayım Dağıtım Ltd. Şti. Bursa.

Picard B, Duris MP, Jurie C. Classification of bovine muscle fibres by different histochemical techniques, 1998. The Histochemical Journal, 30,7, 473-477.

Savell JW, Harris KB, Miller RK, Griffin DB, Laster MA. Voges KL, 2007. Tenderness flavor and yield assessments of dry aged beef. Project summary. National Cattlemen's Beef Association. http://www.beefresearch.org/CMDocs/BeefResearch/PE_Project_Summaries/FY06Tenderness_flavor_yield_assessments.pdf (Erişim tarihi: 26 Kasım 2017)

Savell JW, 2008. Dry-aging of beef. Executive summary. Centennial, CO: National Cattlemen's Beef Association,1–16. http://www.beefissuesquarterly.com/CMDocs/BeefResearch/PE_Executive_Summaries/Dry_Aging_of_Beef.pdf (Erişim tarihi: 26 Kasım 2017).

Spanier AM, Flores M, McMillin KW, Bidner TD, 1997. The effect of post-mortem aging on meat flavor quality in Brangus beef. Correlation of treatments, sensory, instrumental and chemical descriptors. Food Chemistry, 59, 4, 531-538.

Starkey CP, Geesink GH, van de Ven R, Hopkins DL, 2017. The relationship between shear force, compression, collagen

characteristics, desmin degradation and sarcomere length in lamb biceps femoris. Meat Science, 126, 18-21.

Takahashi K, Hattori A, Kuroyanagi H, 1995. Relationship between the translocation of paratropomyosin and the restoration of rigor-shortened sarcomeres during post-mortem ageing of meat—A molecular mechanism of meat tenderization. Meat science, 40, 3, 413-423.

Wheeler TL, Koohmaraie M, 1994. Prerigor and postrigor changes in tenderness of ovine longissimus muscle. Journal of Animal Science, 72, 5, 1232-1238.

Wheeler TL, Shackelford SD, Koohmaraie M, 2000. Variation in proteolysis, sarcomere length, collagen content, and tenderness among major pork muscles. Journal of Animal Science, 78,4, 958-965.

Yancey EJ, Dikeman ME, Hachmeister KA, Chambers E IV, Milliken GA, 2005. Flavor characterization of top blade, top sirloin, and tenderloin steaks as affected by pH, maturity, and marbling. J. Anim. Sci. 83, 2618-2623.

Zhou GH, Zhao GM, 2007. Biochemical changes during processing of traditional Jinhua ham. Meat Science, 77, 1, 114-120.