



KURUTULMUŞ ET ÜRÜNLERİNİN KALİTE ÖZELLİKLERİ

Elif Aykın Dinçer*, Mustafa Erbaş

Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye

Geliş / *Received*: 21.12.2018; Kabul / *Accepted*: 07.05.2019; Online baskı / *Published online*: 15.05.2019

Aykın Dinçer, E., Erbaş, M. (2019). Kurutulmuş et ürünlerinin kalite özellikleri. *GIDA* (2019) 44 (3): 472-482 doi: 10.15237/gida.GD18124

Aykın Dinçer, E., Erbaş, M. (2019). Quality properties of dried meat products. GIDA (2019) 44 (3): 472-482 doi: 10.15237/gida.GD18124

ÖZ

Kurutma, eş zamanlı olarak ısı ve kütle transferi ile gıdadan suyun uzaklaştırılmasına dayanan kompleks bir işlemdir. Kurutulmuş et ürünleri; sığır, domuz, kümes hayvanları ve balık gibi farklı et kaynağı, baharat, antioksidan ve stabilizatörler gibi fonksiyonel katkı maddeleri ve kütleleme, tütsüleme ve kurutma gibi üretim yöntemlerinin kullanılmasıyla çeşitli şekillerde üretilir. Bu yöntemlerle elde edilen kurutulmuş et ürünlerine pastırma, ham, jerky, pemmican, biltong, kaddid ve cecina örnek verilebilir. Ancak, kurutma işlemi sıcaklık ve süre gibi çeşitli faktörler yönünden optimum koşullarda yapılmadığında, et ürünlerinde esmerleşme reaksiyonları, renk kaybı, lipid oksidasyonu, yoğun ve sert bir yapı, boyut küçülmesi, rehidrasyon yeteneğinin azalması gibi birtakım olumsuz değişiklikler meydana gelebilir. Ayrıca, depolama koşulları da kurutulmuş et ürünlerinin kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu makalede kurutulmuş et ürünlerinin kalite özellikleri ve depolama işleminin ürün kalitesi üzerine etkileri derlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Depolama, kalite, kurutma, kurutulmuş et ürünleri

QUALITY PROPERTIES OF DRIED MEAT PRODUCTS

ABSTRACT

Drying is a complex process based on simultaneous removal of water from food by heat and mass transfer. Dried meat products are produced in various ways by using different meat sources such as cattle, pig, poultry and fish; functional additives such as spices, antioxidants and stabilizers; and production methods such as curing, smoking and drying. Pastırma, ham, jerky, pemmican, biltong, kaddid and cecina can be exemplified dried meat products obtained by these methods. However, some negative changes such as browning reactions, discoloration, lipid oxidation, intense and hard structure, reduction in dimension and lower rehydration ability may occur in meat products when drying process isn't carried out under optimum conditions for factors, such as temperature and time. Furthermore, storage conditions also have a significant impact on quality of dried meat products. In this article, quality characteristics of dried meat products and effects of storage process on product quality have been compiled.

Keywords: Storage, quality, drying, dried meat products

*Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ elifaykin@akdeniz.edu.tr,

☎ (+90) 242 310 4345

☎ (+90) 242 227 4564

GİRİŞ

Toplum sağlığı için tüketimi oldukça önemli olan kırmızı et, sahip olduğu yüksek su içeriği, su aktivitesi değeri ($a_w \approx 0.99$) ve zengin besin maddeleri nedeniyle mikrobiyolojik olarak hızlı bir şekilde bozulma riski taşır (Başlar vd., 2014; 2015; Aykın-Dinçer ve Erbaş, 2018). Et ağırlığının yaklaşık %75 kadarını oluşturan suyun büyük çoğunluğu miyofibrillerin içerisinde bulunurken, daha az bir kısmı ise miyofibriller arasında bulunur (Traffano-Schiffo vd., 2014). Ette suyun çoğunluğunun miyofibriller içerisinde bulunması etten suyun uzaklaştırılmasını zorlaştırır ve uzun zaman gerektirir. Bu uzun zamanda ise et mikrobiyolojik olarak bozulabilir. Diğer taraftan etin yapısında bulunan suyun miktarı ve fizikokimyasal durumu olumsuz biyokimyasal reaksiyonları da artırabilir. Bunlara bağlı olarak da etin kalitesi düşebilir ve raf ömrü kısalsabilir.

Genel olarak kurutma, herhangi bir üründeki; mikrobiyolojik, biyokimyasal ve kimyasal faaliyetleri kontrol altına almak için hijyenik şartlar altında ürünün bünyesinde bulunan suyun uygun sıcaklık ve/veya nispi nem farklılığı prensibi ile üründen uzaklaştırılması ve ürünün su aktivitesi değerinin düşürülmesi olarak tanımlanır (Petit vd., 2014; Kilic, 2017a; b; Ponwiboon ve Rojanakorn, 2017). Etin bozulma riski nedeniyle kurutma işlemi tek başına uygulanmayıp; genellikle tuzlama, kürlenme veya tütsüleme gibi işlemlerle birlikte uygulanır (Ahmat vd., 2015). Kurutma işlemi ile ürünün bozulması önlenerek raf ömrü artırılabilir ve ambalajlama, nakliye ve depolama giderleri azaltılabilir (Traffano-Schiffo vd., 2014; Kumar vd., 2017). Kuru et ürünleri bu avantajları sayesinde sporcular, seyahat edenler ve ordu mensupları tarafından tercih edilir ve ayrıca yurt içinde ve dışında güçlü bir şekilde rekabet edebilme şansı da yakalayabilir.

KURUTULMUŞ ET ÜRÜNLERİ

Geçmişten günümüze kadar insanlar, gıdaların uzun süre bozulmadan saklanmasını sağlayacak muhafaza yöntemlerini araştırmış ve yeni muhafaza yöntemleri geliştirmeye çalışmıştır. Hayvansal gıdalar arasında önemli bir yere sahip olan et için de çeşitli muhafaza teknikleri kullanılmış ve geliştirilmiştir. Etlerin tuzlandıktan

sonra güneşte kurutulması bilinen en eski muhafaza yöntemlerinden biridir. Geleneksel yöntemde etler güneşte ya da sıcaklık uygulamalarıyla kurutulur (Martins vd., 2015). Bu yöntemle elde edilen et ürünleri soğuk zincire gereksinim duyulmadan satışa sunulur ve böylece üretim maliyetleri de düşer. Geleneksel yöntemlerle elde edilen bu et ürünleri oda sıcaklığında birkaç hafta ile birkaç ay arasında bozulmadan muhafaza edilebilir (Heldman ve Lund, 2006).

Orta Doğu ve Güney Asya ülkeleri başta olmak üzere birçok ülkede geleneksel olarak üretilen kurutulmuş et ürünleri (Çizelge 1) temel olarak üç gruba ayrılır. Bunlar;

- Tuzlama ve kurutma işlemi ile üretilen ürünler,
- Tuz ve çeşitli katkı maddeleri ile muamele edildikten sonra kurutma ile üretilen ürünler,
- Tuzlama ve kürlenme işlemine ilaveten ısı işlem uygulanarak üretilen ürünlerdir.

Çizelge1. Dünya'daki bazı kurutulmuş et ürünleri ve orjinleri (Aykın-Dinçer, 2018)

Et ürünü	Orjin
Charque	Latin Amerika
Jerky	Kuzey Amerika
Pemmican	Kuzey Amerika
Carne-de-sol	Brezilya
Biltong	GüneyAfrika
Kaddid	Kuzey Afrika
Jirge	Afrika
Tasajo	Küba
Kilishi	Nijerya
Qwanta	Etiyopya
Cecina	İspanya, Meksika
Bündnerfleisch	İsviçre
Serano ham	İspanya
Black Forest ham	Almanya
Parma ham	İtalya
Pancetta	İtalya
Parma coppa	İtalya
Rougan	Çin
Roupu	Çin
Pastırma	Orta Asya, Türkiye

Pastırma; kendine özgü üretim teknolojisiyle asırlardan beri üretilen Türklere özgü kurutulmuş bir et ürünü olup, temel itibariyle sığır karkaslarının belirli bölgelerinden çıkarılan bütün kasların kürlenmesi, kurutulması, kurutmanın belirli aşamalarında baskılanması ve daha sonra da çemen adı verilen bir sos ile kaplanıp tekrar kurutulması ile elde edilir (Aksu ve Kaya, 2005; Akköse ve Aktaş, 2014; Akköse vd., 2018). Pastırmanın anavatanı Orta Asya olup, burada yaşayan Türkler tarafından uzun yolculuklarda tüketildiği bilinir. Ayrıca, pastırmanın Selçuklular zamanında Anadolu'ya getirildiği ve Osmanlılar zamanında da hüküm sürülen ülkelere yayıldığı ileri sürülür. Ülkemizde pastırma üretimi ikliminin uygunluğu nedeniyle Kayseri başta olmak üzere; Afyon, Ankara, Bursa, Çorum, Çankırı, Erzurum, Erzincan, Karaman, Kastamonu, Sakarya, Sivas ve Tokat illerinde yapılır.

Genellikle kürlenmiş et ürünleri olgunlaştırılmış, kurutulmuş ve/veya tütsülenmiş bütün et parçalarından oluşur. Bu et ürünlerinin işleme teknolojileri kuruma yoğunluğuna, olgunlaşma süresine ya da tütsülemeye bağlı olarak farklılık gösterir (Toldrá, 2011). Akdeniz'de yaygın olarak domuz etinden üretilen ve *ham* olarak adlandırılan kuru-kürlenmiş ürünler tüketilmekte olup, bunlardan İspanya'daki *Iberian* ve *Serranoham*, İtalya'daki *Parma* ve *San Danielleham* ve Fransa'daki *Bayonneham* en çok bilinenleridir. Bu kuru kürlenmiş et ürünlerinin ortak özellikleri en az 6 ay olan uzun işlem süresi ve kurumadan sonra %32-34 ağırlık kaybına sahip olmalarıdır. Çin'de ise *Xuanwei*, *ChingHua* ve *Yunnanham* yaygın olarak tüketilen kuru kürlenmiş et ürünleridir. Kuzey Avrupa ve ABD'de üretilen ürünler ise, nispeten diğer kuru kürlenmiş et ürünlerine göre birkaç hafta gibi daha kısa süren bir olgunlaştırma periyoduna sahiptir. Bu ürünlere ABD'de *Kentucky* ve *Virginianham*, Almanya'da *Westphalianham* ve Finlandiya'da *Sannaham* örnek verilebilir (Aykın-Dinçer, 2018).

Kuzey Amerika'da üretilen *jerky* isimli kurutulmuş et ürünü düşük su içeriği, uzun süre depolanabilmesi, küçük boyutlarda olması ve kolay taşınabilmesi gibi özellikleriyle atıştırma gıdalarının önemli bir parçasıdır (Li vd., 2014; Choi

vd., 2015). İnce bir şekilde dilimlenmiş bütün kasların tuzlandıktan sonra 50-70°C sıcaklıklarda kurutulmasıyla elde edilen bu kuru et ürününün üretimi, su aktivitesinin düşürülmesi yoluyla mikrobiyel gelişimin engellenmesi prensibine dayanır (Kucerova vd., 2015). Bu kuru et ürününde, protein içeriğinin %75'i kadar su bulunur. *Jerky* tipi ürünler; sığır, domuz, kümes hayvanları, geyik ve balık gibi farklı et kaynağı, baharat, antioksidan ve stabilizatörler gibi fonksiyonel katkı maddeleri ve kürlenme, tütsüleme ve kurutma gibi üretim yöntemlerinin kullanılmasıyla çeşitli şekillerde üretilir (Konieczny vd., 2007; Ojha vd., 2017).

KURUTMA İŞLEMİNİN ÜRÜN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Esmerleşme reaksiyonu ve renk kaybı

Gıdaların rengi üzerine enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları önemli etkilerde bulunur. Kurutulmuş et ürünlerinin rengi üzerine ise, kasta bulunan az miktardaki glukoz ve serbest aminoasitlerin kuruma süresi boyunca reaksiyona girmesiyle oluşan ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu olarak tanımlanan Maillard reaksiyonu etkili olur. Maillard reaksiyonu ürünleri, kuru etin rengi yanı sıra tekstürü, aroması, lezzeti ve besin değeri üzerine de etkili olur. Bunlara ilaveten, kurutulmuş et ürünlerinde et rengi, tüm kesilmiş dilim boyunca homojen olmalıdır (Heldman ve Lund, 2006).

Nathakaranakule vd. (2007), tüketime hazır makarnalarda ingredient olarak kullanılacak tavuk etini farklı şekillerde kombine edilmiş kızgın buharlı bir kurutucuda kurutmuşlardır. Kurutulmuş ürünlerin parlaklığı azalırken, kırmızılığı kurutma sıcaklığına bağlı olarak artmıştır. Ürünün rengindeki bu değişikliklerin yüksek kurutma sıcaklığında meydana gelen esmerleşme reaksiyonları sonucunda oluştuğu bildirilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada havada kurutma sırasında diğer kalamar çeşitlerine göre Japon kalamarlarının (*Todarodespacificus*) yüksek proteaz aktivitesi ve arginin ve riboz konsantrasyonuna bağlı olarak daha fazla kahverengileştiği saptanmıştır. Ayrıca, kurutulmuş çığ etin haşlandıktan sonra kurutulmuş örneklerle

göre daha fazla kahverengileştiği tespit edilmiştir (Geng vd., 2015).

Kurutulmuş kırmızı et ürünlerinde renk gelişimi etteki miyoglobinin formu ve miktarı ile ilişkilidir (Toldrá, 2011). Sığır ve domuz etlerinin rengi üzerine düşük sıcaklıkta vakum ve dondurarak kurutma yöntemlerinin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, sıcaklık artışının ve dondurarak kurutma yönteminin örneklerde daha çok miyoglobin kaybına neden olduğu tespit edilmiştir (King ve Chen, 1998). Yapılan başka bir çalışmada da, taze et örneklerine göre dondurarak kurutulmuş kırmızı et örneklerinin L^* ve b^* değerlerinin daha yüksek ve a^* değerinin ise daha düşük olduğu tespit edilmiş ve bu durumun kurutma sırasında miyoglobin proteininin üç boyutlu yapısının deformasyonundan kaynaklandığı değerlendirilmiştir (Aykın ve Erbaş, 2016).

Lipid oksidasyonu

Kurutulmuş gıdalarda lipid oksidasyonu ransit tada, kötü lezzet oluşumuna ve yağda çözünen vitaminlerin ve pigmentlerin kaybına neden olur (Heldman ve Lund, 2006). Kuru kürlenmiş et ürünlerinde bulunan gliseritler ve fosfolipitler, lipoliz sonucunda serbest yağ asitlerine dönüşür. Lipolizden sorumlu olan enzimler, kas dokudaki lizozomal asit lipaz ve asit fosfolipazlar iken, adipoz dokuda nötral lipazlardır. Lipoliz sonucunda çoğunlukla palmitik, stearik, oleik ve linoleik asitler meydana gelir (Toldrá, 2011). Oluşan bu serbest yağ asitlerinden doymamış olanlar, oksidasyon reaksiyonlarına daha çok yatkınlık gösterir.

Kuru kürlenmiş et ürünlerinde oksidatif reaksiyonlar; lipoksigenazlar gibi kas oksidatif enzimlerinin ya da ışık, sıcaklık ve metal iyonları gibi çevresel faktörlerin etkisi ile başlar (Fu vd., 2015). Oksidasyon reaksiyonları, peroksit radikalleri ile ilerler ve primer oksidasyon ürünü olan hidroperoksitler oluşur. Peroksit radikalleri çok reaktif olup çok düşük konsantrasyonlarda aromaya da katkıda bulunan alifatik hidrokarbonlar, alkoller, aldehytler ve esterler gibi ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşmasını da sağlar (Toldrá, 2011).

Jin vd. (2010), kurutulmuş ve kürlenmiş bir et ürünü olan *bacon* örneklerinin kas içi yağlarında meydana gelen lipoliz ve lipit oksidasyonunu araştırmışlardır. Araştırma sonucunda toplam serbest yağ asidi miktarının fosfolipitlerden daha yüksek olduğu, lipolitik aktivitenin artan işlem süresi ile azaldığı, asidik lipazların nötral lipazlara göre daha aktif olduğu ve yüksek tuz içeriğinin ise asidik lipazın aktivitesini engellerken lipoksigenazın aktivitesini teşvik ettiği tespit edilmiştir. Ying vd. (2016) ise, kurutulmuş ve kürlenmiş kaz eti örneklerinde meydana gelen lipoliz ve lipit oksidasyonu reaksiyonlarını araştırmışlardır. Araştırmada lipoksigenaz ve tiyobarbitürik asit reaktif bileşikleri (*TBARS*) değerlerinin kürlenme ve marinasyon aşamalarında arttığı, olgunlaşma aşamasında ise azaldığı ve yüksek miktarda tuzun kullanıldığı örneklerde ise lipoksigenaz aktivitesi ve *TBARS* değerinin arttığı tespit edilmiştir.

Boyut küçülmesi ve rehidrasyon

Kurutma yöntemi ve koşulları; ürünün boyut küçülmesi, porozite ve yoğunluk özellikleri üzerinde etkili olur. Sıcaklık uygulaması ve su kaybı et proteinlerinin yapısında büzülme, gözenek oluşumuna ve mikro yapıda birtakım değişikliklere yol açar. Gıdaların kurutulması sırasında meydana gelen ve materyaldeki düzensiz su ve sıcaklık değişiminden kaynaklanan düzensiz hacim değişiminin yol açtığı kırılma ve çatlama önemli kalite bozulmaları olarak tanımlanır (Heldman ve Lund, 2006). Kalamar filetosunun mikro yapısına kızılötesi ile kurutmanın etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; nem kaybı, protein denatürasyonu ve liflerin büzülmesine bağlı olarak daha yoğun ve sert bir kas lifi yapısının meydana geldiği belirlenmiştir (Deng vd., 2014).

Kurutulmuş gıdaların rehidrasyon yetenekleri kurutma işlem koşulları, etin bileşimi, pH değeri, yoğunluğu ve gözenekliliğine bağlıdır (Heldman ve Lund, 2006). Büzülme gibi hücrel ve yapısal bozulmalar en aza indirildiğinde ürünün rehidrasyonu en yüksek düzeye ulaşabilir. Dondurarak kurutma işlemi ile elde edilen gözenekli yapıdaki ürünler; daha az büzülme, üstün tat sağlama ve daha iyi rehidrasyon özelliklerine sahiptir (Yalçın ve Şeker, 2016).

Kızgın buharlı bir kurutucuda kurutulmuş tavuk etinin kalitesinin araştırıldığı bir çalışmada, boyut küçülme oranının uygulanan sıcaklığa bağlı olduğu ve kontrole göre kızgın buharla kurutma yönteminin örneklerde daha az boyut küçülmesine ve daha yüksek rehidrasyona neden olduğu tespit edilmiştir (Nathakaranakule vd., 2007).

Tekstür

Nem içeriği, bileşim, pH değeri, örnek boyutu ve kurutma yöntemi gibi faktörler kuru et ürününün tekstürel özelliklerine etki eder. Özellikle çiğ etin pH değeri, kuru kürlenmiş et ürünlerinin üretimi sırasında enzim aktivitesini etkiler. Yüksek pH değerinde bir hammadde kullanıldığında, proteolitik aktivite yükseldiği için kuru kürlenmiş et ürünleri daha yumuşak, soluk, parçalanabilir ve yapışkan bir yapıya sahip olabilir.

Kurutulmuş et ürünlerinin tekstürü kuruma derecesiyle yakından ilişkilidir. Bu nedenle daha yoğun bir kuruma ve buna bağlı nem kaybına sahip ürünler daha sert dokuya sahiptir. Ayrıca, hızlı kurutma işlemi ürün dışında yoğun bir kuruma sağlarken, ürünün iç kısımlarının daha yüksek nem içeriğinde kalmasını sağlar (Toldrá, 2011). Kuru kürlenmiş *ham* örnekleri üzerinde yapılan bir çalışmada, kritik su içeriği değerinin (%60) altında su içeren örneklerin sertliğinde önemli bir artış meydana geldiği ve bunun ürünlerin dış bölgesinde oluşan kabuktan kaynaklandığı bildirilmiştir (Serra vd., 2005). Diğer taraftan, sertleşmeye katkıda bulunan etkenlerle proteinlerin proteazlarla parçalanmasına katkıda bulunan etkenler arasında bir denge bulunur. Özellikle kuru kürlenmiş et ürünlerinde bulunan endoproteazlar, peptidazlar ve aminopeptidazlar gibi kas proteazlarının aktivitesi, kürlenme sırasında ilave edilen tuz miktarı ile kontrol edilir ve böylece aşırı yumuşak bir yapının oluşması engellenebilir. Żochowska-Kujawska (2016), *biceps femoris*, *semimembranosus* ve *longissimus lumborum* gibi farklı geyik kaslarından üretilen kurutulmuş-kürlenmiş et ürünlerinin tekstürel özellikleri üzerine tuz miktarının (%4, 6 ve 8) ve kas lifi yapısının etkisini belirlemiştir. Bu çalışmada kırmızı kas lifi ve tuz içeriği yüksek örneklerin daha yüksek sertlik, kohezyon, esneklik

ve çiğnenebilirlik değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Et gibi kuru gıdaların viskoelastik davranışları gerilim ve deformasyon ilişkisine dayalı olarak incelenir. Kuru et ürünlerinin diğer özellikleri gibi viskoelastik özellikleri de sıcaklık ve su içeriğine bağlı olarak değişir (Heldman ve Lund, 2006). Yapılan bir et kurutma çalışmasında kurutmanın farklı zamanlarında örnekler alınmış ve örneklerin duyuşal olarak en yüksek çiğnenebilirlik özelliğinin, örneğin nem/protein oranının 0.5 olduğu kuruma süresinde sağlandığı tespit edilmiştir (Konieczny vd., 2007).

Lezzet ve aroma

Kurutulmuş et ürünlerinin lezzeti; üründen ürüne değişebilen baharatların kombinasyonu, endojen enzim aktiviteleri, mikrobiyel aktiviteler, otooksidasyon ve koku bileşiklerinin interaksiyonu gibi faktörlere bağlıdır. Proteoliz ve lipoliz; kurutulmuş et ürünlerinde görülen önemli enzimatik reaksiyonlar olup, bunları oksidasyon takip eder. Tüm bu reaksiyonlar kurutulmuş et ürünlerinde aroma bileşiklerinin oluşumundan sorumlu olur (Toldrá, 2011). Özellikle kuru kürlenmiş et ürünlerinde proteoliz sonucunda meydana gelen serbest aminoasitler kürlenmiş flavor oluşumuna katkı sağlar.

Gıdanın aroma ve lezzetinden sorumlu uçucu bileşiklerin kaynama noktası, suyun kaynama noktasından daha düşüktür. Bu nedenle kurutma işlemi sırasında bu bileşikler gıdadan uzaklaşabilir. Kurutma işleminin başlangıcında ürün yüzeyde ince bir kabuk oluşturularak bu bileşiklerin kaybı önenebilir (Heldman ve Lund, 2006).

Kaban (2009) pastırmanın geleneksel üretimi sırasında uçucu bileşenleri belirlemiş ve toplamda 48 uçucu bileşik tespit etmiştir. Araştırmada, ikinci kurutmanın sonlarında aldehit yapısındaki bileşiklerin en yüksek seviyelere ulaştığını ve aromatik hidrokarbonların ise son üründe baskın uçucu bileşikler olduğunu belirlemiştir. Lorenzo (2014) *cecina* örneklerinin üretimi sırasında esterler, aldehitler, hidrokarbonlar, alkoller, furanlar ve ketonlardan oluşan 55 kadar uçucu bileşiğin aroma oluşumuna katkıda bulunduğunu

bildirmiştir. Sha vd. (2017) Kazakistan'a özgü kuru kürlenmiş sığır etinin aroması üzerine birincil temel bileşenler olarak sırasıyla yağ, doymuş yağ asitleri, TBARS, furanlar, çoklu doymamış yağ asitleri, nem ve hidrokarbonların ve ikincil temel bileşenler olarak da esterler, alkoller, ketonlar ve aldehitlerin etkili olduğunu belirlemiştir.

Fu vd. (2015), yaptıkları çalışmada gümüş sazan balığı filetoalarını sıcak hava, mikrodalga ve mikrodalga-vakum yöntemleriyle kurutmuşlardır. Kurutma işlemi balıksız istenmeyen kokunun azalmasını sağlarken okside olmuş yağ kokusunun artmasına neden olmuştur. Mikrodalgada kurutma işleminin topraksı-küfsü kokuyu büyük ölçüde azalttığı, mikrodalga ve mikrodalga vakum yöntemleriyle kurutulan örneklerin TBARS değerlerinin daha düşük olduğu ve TBARS değerinin mikrodalga kurutma sırasında güç yoğunluğu ile azalırken, vakum işlemiyle arttığı belirlenmiştir.

Mikrobiyolojik kalite

Mikroorganizmaların gelişimi için taze et ideal bir ortam olmasına rağmen; gastrointestinal sistem, solunum yolları ve lenf düğümleri haricinde hayvanın iç kısmında organizmalar bulunmaz. Ancak, kesimden önce ve işleme sırasındaki çevresel koşullar et yüzeyindeki kirlilik derecesini ve etin mikrobiyel bozulmasını etkiler. Diğer taraftan, işlenmiş et ürünlerinde taze ete göre farklı bir mikrobiyel grup bulunur. Özellikle, su aktivitesi aralığı 0.60-0.90 olan ve orta nemli olarak tanımlanan et ürünlerinde bazı bakteriler (*Pediococcus*, *Streptococcus*, *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Vibrio* ve *Staphylococcus*), mayalar (*Hansenula*, *Candida*, *Hanseniaspora*, *Torulopsis*, *Debaryomyces* ve *Saccharomyces*) ve küfler (*Cladosporium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Emericella*, *Eremascus*, *Wallemia*, *Eurotium*, *Chrysosporium* ve *Monascus*) gelişebilir. Bu mikroorganizmaların büyük bir kısmı üründe bozulmaya ve tüketici de sağlık sorununa sebep olabilir (Huang ve Nip, 2001).

Kesimle birlikte ete bulaşan soğuğa dayanıklı *Enterobacter* spp., *Protens* spp., *Citrobacter* spp. ve özellikle *Serratia* spp. gibi Enterobacteriaceae familyası üyesi mikroorganizmalar da üründe bozulmaya neden olur. Bunlara ilaveten,

bozulmuş ürünlerde *Clostridium* and *Staphylococcus* cinsi mikroorganizmalar da bulunabilir. Gıdanın su aktivitesi değeri 0.95'in altına düşürüldüğünde *Clostridium botulinum*'un A ve B tipi ile *C. perfringens*'in gelişimi engellenebilirken, aerobik koşullarda 0.86 su aktivitesi değerine kadar *Staphylococcus aureus* gelişim gösterebilir (Huang ve Nip, 2001).

Gıdanın su aktivitesi 0.85 değerinin altına düşürülmesiyle mikroorganizmaların gelişimi engellenebilir, fakat bu işlem ürünü güvenli hale getirmez. Kurutma işleminin sıcaklığı mikroorganizmaların sayısını azaltırken canlı kalabilen ve gıdada bozulma yapabilen mikroorganizmalar üründe sorunlara neden olabilir (Heldman ve Lund, 2006). Kuru kürlenmiş et ürünlerinin mikrobiyel güvenliğini etkileyen başlıca patojen *Listeria monocytogenes*'dir. Bu mikroorganizma insanlarda listeriosis gibi ciddi enfeksiyonlara neden olabilir. Listeriosis kaynaklı ölümlerin oranı (%20) oldukça yüksek olduğundan, ürün pazarlanmadan önce *L. monocytogenes*'in ortadan kaldırılması veya azaltılması gerekir (Sara vd., 2014). ABD Tarım Bakanlığı Gıda Güvenliği ve Denetimi Birimi (FSIS/USDA) tüketime hazır gıdalarda *L. monocytogenes* için sıfır tolerans politikasını uygular. Avrupa Birliği ise, bu ürünler için 100 kob/g değerinde bir gıda güvenliği hedefi belirlemiştir. Kurutulmuş et ürününün mikrobiyel açıdan daha stabil olmasını sağlamak amacıyla; nitrit kullanımı, düşük pH, tuz ilavesi, vakum ambalajlama ve ısı işlem gibi faktörler bir arada uygulanır (Huang ve Nip, 2001). Plavsic vd. (2015) tarafından ev yapımı kurutulmuş ve tütsülenmiş bir et ürününün özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, son ürünün %37.8 su, %5.1 tuz içerdiği ve su aktivitesi değerinin 0.89 olduğu, maya ve küf sayısının ise sırasıyla 10⁷ ve 10⁶ kob/g olduğu tespit edilmiştir.

Scheinberg vd. (2014), yüksek basınç uygulama ve kaynar suya daldırma olmak üzere iki farklı işlemin *jerkey* üretimi sırasındaki patojen sayısını azaltmaya etkisini araştırmışlar ve yüksek basınç uygulamasının (550 MPa, 60s) *Salmonella* spp. sayısında 6.83 log kob/şerit ve *E. coli* O157:H7 sayısında ise 4.45 log kob/şerit düzeyinde önemli bir azalma sağladığını ancak *L. monocytogenes*

sayısında 1.28 log kob/şerit ve *S. aureus* sayısında 1.32 log kob/şerit olmak üzere daha düşük bir azalma sağladığını tespit etmişlerdir. Kaynar su uygulamasının (100±2°C, 20-30s) ise; *Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* ve *S. aureus* sayılarını 5.0 log kob/şerit düzeyinden daha fazla azalttığını belirlemiştir.

Kurutulmuş et ürünlerinde mikroflora genellikle Koagulaz (-) stafilokoklardan oluşur. Bu mikroorganizmalar stabil ve güçlü bir et renginin oluşmasına katkı sağlar ve sahip olduğu katalaz enzimi ile hidrojen peroksiti parçalayarak uzun süre kurutulmuş üründeki acılaşmayı geciktirir. Hava ile kurutulmuş et ürünlerinde ise mikroflora genellikle LAB'den oluşur. Son üründe bulunan ve birlikte sayılan *Staphylococcus*, *Micrococcus* ve *Pediococcus* cinslerinin sayısı 10⁵-10⁶ kob/g ürün aralığında değişir. Öz vd. (2017), 14 farklı üreticiden temin edilen pastırma örneklerinden 106 farklı tür LAB'sini izole etmişler ve izolatların %27.4'ünü *Lactobacillus sakei*, %24.5'ini *Weissella cibaria* ve %19.8'ini *W. confusa* olarak tanımlamışlardır. Ayrıca, pastırma örneklerinde *Micrococcus/Staphylococcus*, LAB ve maya-küf sayılarının sırasıyla 5.28-7.69, 3.30-7.90 ve 2.30-6.42 log kob/g aralığında olduğu ve Enterobacteriaceae sayısının ise tespit edilebilir düzeyin altında (< 2 log kob/g) olduğu belirlenmiştir.

DEPOLAMA İŞLEMİNİN ÜRÜN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Taze ve işlenmiş et ürünlerinde kullanılan ambalajlama teknolojileri temel olarak atmosferik ambalajlama (AP), vakumlu ambalajlama ve modifiye atmosfer ambalajlama (MAP) şeklinde sınıflandırılır (Yu vd., 2018). AP uygulamasında gıdanın içinde bulunduğu havanın bileşimi %78 azot (N₂), %21 oksijen (O₂), az miktarda karbondioksit (CO₂), su buharı ve diğer gazlardan oluşur. Vakum ambalajlamada gıdayı çevreleyen hava uzaklaştırılır ve düşük O₂ geçirgenliğine sahip bir film kullanılır. Bu yöntemle, gıdanın O₂ ile teması sonucunda meydana gelebilecek bozulmaların önüne geçilebilir. Ancak, vakum ambalajlamanın en önemli dezavantajı *C. botulinum* gibi anaerobik patojenlerin gelişimi ve toksin üretimi için uygun ortam sağlamasıdır. Vakum

ambalajlamada görülen bu mikrobiyolojik bozulmaların ve basıncın gıda maddesi üzerindeki zararlı etkilerinin önüne geçebilmek amacıyla MAP uygulaması geliştirilmiştir.

MAP, gıdanın raf ömrünü ve güvenliğini arttırmak için ambalaj içindeki gaz atmosferinin arzu edilen gaz bileşimine dönüştürülmesi işlemi olup çoğunlukla %75 N₂ ve %25 CO₂ olarak uygulanır. MAP işlemi minimal işlenmiş gıdaların raf ömrünü uzatma özelliğinin yanı sıra yüksek ürün kalitesi ve koruyucu kullanımını azaltma gibi ilave faydalar da sağlar (Wani vd., 2014). MAP işlemi, duyuusal ve mikrobiyolojik kaliteyi sağlama amacıyla genellikle soğuk depolama ile birlikte uygulanır. MAP uygulamasında CO₂ gazı (≥ %20), aerobik bakteri gelişiminin lag fazını uzatma ve logaritmik fazda çoğalma hızını azaltma için kullanılır. Ancak, yüksek konsantrasyonlarda CO₂ kullanımı lezzet bozulması ve ambalajda çökme gibi sorunlara neden olabilir. İnert bir gaz olan N₂ ise; oksidasyonu, lezzet bozulmalarını ve CO₂'in neden olduğu çökmeleri önlemek için kullanılır.

Taze meyve ve sebzelerde genellikle anaerobik solunumu ve yoğunlaşmayı önlemek için optimal düzeyde O₂ içeren ve belli bir miktar su buharı geçirgenliğine sahip ambalajlamaya ihtiyaç duyulur. Çiğ soğutulmuş etlerde depolama sırasında görülen solunum ise taze meyve sebzelerde olduğu gibi belirgin değildir. Posmortem kas mitokondrisi O₂'i metabolize etmeye devam ederken, posmortem zamanına bağlı olarak aktif O₂ tüketimi ve CO₂ oluşumu azalır. Dolayısıyla taze etlerin ambalajlanmasında daha yüksek düzeylerde O₂ arzu edilirken, işlenmiş etlerde daha düşük konsantrasyonlarda kullanılabilir. Taze et ürünlerinin ambalajlanmasında yüksek O₂ konsantrasyonunun tercih edilmesinin nedeni; kırmızı renkli myoglobin pigmentinin parlak kiraz kırmızısı renkli oksimyoglobine dönüşmesini sağlamaktır. Aksi durumda düşük O₂ konsantrasyonu oksimyoglobinin metmyoglobine okside olmasına neden olur. Özellikle taze etler %80 O₂ ve %20 CO₂ ve işlenmiş et ürünleri %70 N₂ ve %30 CO₂ içeren modifiye atmosfer ambalajlarda depolanır. Dolayısıyla, her ürün için

optimum gaz kompozisyonlarının kullanımı gerekir (Wani vd., 2015).

AP ve vakum ambalajlamaya göre MAP işlemi kurutulmuş et ürünlerinin kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerini daha iyi koruyabilir. Aksu ve Kaya (2005), dilimlenmiş pastırmanın MAP (%50 N₂ ve %50 CO₂) uygulamasıyla 150 gün depolanabileceğini ve 4°C'de depolanan örneklere göre 10°C'de depolanan örneklerin daha yüksek TBARS değerine sahip olduğunu ancak, renk özelliklerini daha iyi koruyabildiğini tespit etmişlerdir. Parra vd. (2010) 4°C'de 120 gün depolanan *Iberian ham* örneklerinin TBARS değerini en düşük vakum ambalajlanan ve en yüksek %40 CO₂ uygulanan örneklerde belirlemişlerdir. Parra vd. (2012) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise; 4°C'de 60 gün boyunca karanlıkta depolanan *Iberian ham* örneklerinin daha açık renge, düşük TBARS değerine ve hekzenal içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Piras vd. (2016) 2 ve 8°C'de depolanan vakum ambalajlanmış *ham* örneklerinin mikrobiyel profilini koagülaz negatif stafilkoklar ve *Pseudomonas* spp. bakterilerinin oluşturduğunu, depolamanın 63. gününde TAMB sayısının önemli düzeyde bir artış göstererek bozulma sınırı olan 7 log kob/g'a ulaştığını ve *ham* dilimlerinin kabul edilebilir raf ömrünün 43 gün olduğunu belirlemişlerdir. Olmo vd. (2014) 120 gün depolama süresince Gram-negatif bakterilerin kontrolünü sağlamada vakum ambalajlanmış *lacon* örneklerine 500 MPa yüksek basınç uygulamasının en iyi korumayı sağladığını belirlemişlerdir. Rubio vd. (2006), 6°C'de 210 gün depolanan *cecina* örneklerinin pH değerinin depolama süresince arttığını ve su aktivitesi değerinin ise vakum uygulanan örneklerde azalırken, MAP uygulanan örneklerde değişmediğini belirlemişlerdir. Aynı çalışmada, MAP grubu örneklerin mikrobiyel yükleri vakum uygulanan örneklere göre daha düşük tespit edilmiştir. Kim vd. (2014) benzer olarak, MAP uygulanan kuru kürlenmiş örneklerin TAMB sayısı ve Enterobacteriaceae sayısını vakum ambalajlanmış örneklere göre daha düşük tespit etmişlerdir. Ayrıca, depolama süresince tüm

örneklerde duyuşal özelliklerin azaldığını belirlemişlerdir. Zouaghi ve Cantalejo (2016) ise, %40'dan fazla CO₂ içeren MAP uygulamalarının örneklerin duyuşal sertlik ve çiğnenabilirlik özelliklerini düşürdüğünü ve dondurarak kurutulmuş tavuk etinin ambalajlanması için en uygun MAP koşulunun %80 N₂ ve %20 CO₂ bileşimi şeklinde olduğunu belirlemişlerdir.

SONUÇ

En eski muhafaza yöntemlerinden biri olan kurutma, geçmişte sadece güneşte doğal yolla yapılırken günümüzde teknolojinin ilerlemesiyle çok farklı yöntemlerle uygulanmaya başlanmıştır. Bu yöntemler temel olarak, su aktivitesinin düşürülmesi yoluyla mikrobiyel gelişimin engellenmesi prensibine dayanır. Ancak, kurutma yöntemi ve koşulları her zaman gıda güvenliğini sağlayamamakla birlikte ürünün rengi, lezzet ve aroması, boyutu ve tekstüründe çeşitli sorunlara neden olabilmektedir. Sonuç olarak; bu derlemede optimum kurutma ve depolama koşulları sağlanarak yüksek kalitede kurutulmuş et ürünlerinin üretilmesi gerekliliğine yer verilmiştir.

KAYNAKLAR

- Ahmat, T., Barka, M., Aregba, A.-W., Bruneau, D. (2015). Convective drying kinetics of fresh beef: An experimental and modeling approach. *J Food Process Pres*, 39: 2581-2595, doi: 10.1111/jfpp.12508.
- Akköse, A., Aktaş, N. (2014). Curing and diffusion coefficient study in pastırma, a Turkish traditional meat product. *Meat Sci*, 96: 311-314, doi: 10.1016/j.meatsci.2013.07.026.
- Akköse, A., Kaban, G., Karaoğlu, M.M., Kaya, M. (2018). Characteristics of pastırma types produced from water buffalo meat. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 24(2): 179-185, doi: 10.9775/kvfd.2017.18551.
- Aksu, M.I., Kaya, M. (2005). Effect of storage temperatures and time on shelf-life of sliced and modified atmosphere packaged pastırma, a dried meat product, produced from beef. *J Sci Food Agric*, 85: 1305-1312, doi: 10.1002/jsfa.2118.
- Aykın, E., Erbaş, M. (2016). Quality properties and adsorption behavior of freeze-dried beef

- meat from the *Biceps femoris* and *Semimembranosus* muscles. *Meat Sci*, 121: 272–277, doi:10.1016/j.meatsci.2016.06.030.
- Aykın-Dinçer, E. (2018). Kurutulmuş et ürünü üretmek için soğuk kurutucu tasarımı ve elde edilen kuru et ürününün kuruma-kalite karakteristiklerinin belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Antalya, Türkiye, 121 s.
- Aykın-Dinçer, E., Erbaş, M. (2018). Drying kinetics, adsorption isotherms and quality characteristics of vacuum-dried beef slices with different salt contents. *Meat Sci*, 145: 114-120, doi: 10.1016/j.meatsci.2018.06.007.
- Başlar, M., Kiliçli, M., Yalınkılıç, B. (2015). Dehydration kinetics of salmon and trout fillets using ultrasonic vacuum drying as a novel technique. *Ultrason Sonochem*, 27: 495-502, doi: 10.1016/j.ultsonch.2015.06.018.
- Başlar, M., Kiliçli, M., Toker, O.S., Sağdıç, O., Arici, M. (2014). Ultrasonic vacuum drying technique as a novel process for shortening the drying period for beef and chicken meats. *Innov Food Sci Emerg*, 26: 182-190, doi: 10.1016/j.ifset.2014.06.008.
- Choi, Y.-S., Ku, S.-K., Park, J.-D., Kim, H.-J., Jang, A., Kim, Y.-B. (2015). Effects of drying condition and binding agent on the quality characteristics of ground dried-pork meat products. *Korean J Food Sci Anim Resour*, 35(5): 597-603, doi: 10.5851/kosfa.2015.35.5.597.
- Deng, Y., Wang, Y., Yue, J., Liu, Z., Zheng, Y., Qian, B., Zhong, Y., Zhao, Y. (2014). Thermal behavior, microstructure and protein quality of squid fillets dried by far-infrared assisted heat pump drying. *Food Control*, 36: 102-110, doi: 10.1016/j.foodcont.2013.08.006.
- Fu, X., Lin, Q., Xu, S., Wang, Z. (2015). Effect of drying methods and antioxidants on the flavor and lipid oxidation of silver carp slices. *LWT - Food Sci Technol*, 61: 251-257, doi: 10.1016/j.lwt.2014.10.035.
- Geng, J.T., Kaido, T., Kasukawa, M., Zhong, C., Sun, L.C., Okazaki, E., Osako, K. (2015). Mechanism study of high browning degree of mantle muscle meat from Japanese common squid *Todarodes pacificus* during air-drying. *Food Chem*, 176: 158-166, doi: 10.1016/j.foodchem.2014.12.029.
- Heldman, D.R., Lund, D.B. (2006). Food Dehydration. In: *Handbook of Food Engineering*, Okos, M.R. (chief ed.), CRC press, New York, the USA, pp. 601-744.
- Huang, T.C., Nip, W.K. (2001). Intermediate-moisture meat and dehydrated meat. In: *Meat Science and Applications*, Hui, Y.H. (chief ed.), Marcel Dekker Inc., New York, the USA, pp. 403-442.
- Jin, G., Zhang, J., Yu, X., Zhang, Y., Lei, Y., Wang, J. (2010). Lipolysis and lipid oxidation in bacon during curing and drying-ripening. *Food Chem*, 123: 465-471, doi: 10.1016/j.foodchem.2010.05.031.
- Kaban, G. (2009). Changes in the composition of volatile compounds and in microbiological and physicochemical parameters during pastırma processing. *Meat Sci*, 82: 17-23, doi: 10.1016/j.meatsci.2008.11.017.
- Kilic, A. (2017a). LTHV (Low Temperature and High Velocity) drying characteristics and mathematical modeling of anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *J Food*, 42(6): 654-665, doi: 10.15237/gida.GD17043.
- Kilic, A. (2017b). Mathematical modeling of low temperature high velocity (LTHV) drying in foods. *J Food Process Eng*, 40(2): e12378, doi: 10.1111/jfpe.12378.
- Kim, I.-S., Jin, S.-K., Yang, M.-R., Ahn, D.U., Park, J.-H., Kang, S.-N. (2014). Effect of packaging method and storage time on physicochemical characteristics of dry-cured pork neck products at 10°C. *Asian-Australas J Anim Sci*, 27(11): 1623-1629, doi: 10.5713/ajas.2013.13728.
- King, V.A.-E., Chen, J.-F. (1998). Oxidation of controlled low-temperature vacuum dehydrated and freeze-dried beef and pork. *Meat Sci*, 48(1-2): 11-19, doi: 10.1016/S0309-1740(97)00070-3.
- Konieczny, P., Stangierski, J., Kijowski, J. (2007). Physical and chemical characteristics and

- acceptability of home style beef jerky. *Meat Sci*, 76: 253-257, doi: 10.1016/j.meatsci.2006.11.006.
- Kucerova, I., Hubackova, A., Rohlik, B.A., Banout, J. (2015). Mathematical modeling of thin-layer solar drying of eland (*Taurotragus oryx*) jerky. *Int J Food Eng*, 11 (2): 229-242, doi: 10.1515/ijfe-2014-0227.
- Kumar, A., Elavarasan, K., Kishore, P., Uchoi, D., Devi, H.M., Ninan, G., Zynudheen, A.A. (2017). Effect of dehydration methods on physico-chemical and sensory qualities of restructured–dehydrated fish product. *J Food Process Pres*, 41: e13277, doi: 10.1111/jfpp.13277.
- Li, M., Wang, H., Zhao, G., Qiao, M., Li, M., Sun, L., Gao, X., Zhang, J. (2014). Determining the drying degree and quality of chicken jerky by LF-NMR. *J Food Eng*, 139: 43-49, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2014.04.015.
- Lorenzo, J.M. (2014). Changes on physico-chemical, textural, lipolysis and volatile compounds during the manufacture of dry-cured foal “cecina”. *Meat Sci*, 96: 256–263, doi: 10.1016/j.meatsci.2013.06.026.
- Martins, M.G., Martins, D.E.G., Pena, R.D.S. (2015). Drying kinetics and hygroscopic behavior of pirarucu (*Arapaima gigas*) fillet with different salt contents. *LWT - Food Sci Technol*, 62: 144-151, doi: 10.1016/j.lwt.2015.01.010.
- Nathakaranakule, A., Kraiwanchkul, W., Soponronnarit, S. (2007). Comparative study of different combined superheated-steam drying techniques for chicken meat. *J Food Eng*, 80(4): 1023-1030, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2006.04.067.
- Ojha, K.S., Kerry, J.P., Tiwari, B.K. (2017). Investigating the influence of ultrasound pre-treatment on drying kinetics and moisture migration measurement in *Lactobacillus sakei* cultured and uncultured beef jerky. *LWT - Food Sci Technol*, 81: 42-49, doi: 10.1016/j.lwt.2017.03.011.
- Olmo, A.D., Calzada, J., Nuñez, M. (2014). Effect of high pressure processing and modified atmosphere packaging on the safety and quality of sliced ready-to-eat “lacón”, a cured–cooked pork meat product. *Innov Food Sci Emerg*, 23: 25-32, doi: 10.1016/j.ifset.2014.03.003.
- Öz, E., Kaban, G., Barış, Ö., Kaya, M. (2017). Isolation and identification of lactic acid bacteria from pastırma. *Food Control*, 77: 158-162, doi: 10.1016/j.foodcont.2017.02.017.
- Parra, V., Viguera, J., Sánchez, J., Peinado, J., Espárrago, F., Gutierrez, J.I., Andrés, A.I. (2012). Effect of exposure to light on physico-chemical quality attributes of sliced dry-cured Iberian ham under different packaging systems. *Meat Sci*, 90: 236-243, doi: 10.1016/j.meatsci.2011.07.007.
- Parra, V., Viguera, J., Sánchez, J., Peinado, J., Espárrago, F., Gutierrez, J.I., Andrés, A.I. (2010). Modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period chilled storage of dry-cured Iberian ham. *Meat Sci*, 84: 760-768, doi: 10.1016/j.meatsci.2009.11.013.
- Petit, T., Caro, Y., Petit, A.S., Santchurn, S.J., Collignan, A. (2014). Physicochemical and microbiological characteristics of biltong, a traditional salted dried meat of South Africa. *Meat Sci*, 96: 1313-1317, doi: 10.1016/j.meatsci.2013.11.003.
- Piras, F., Fois, F., Casti, D., Mazza, R., Consolati, S.G., Mazzette, R. (2016). Shelf life of sliced dry-cured ham packaged under vacuum. *J Food Process Pres*, 40: 1223-1228, doi: 10.1111/jfpp.12706.
- Plavsic, D., Okanovic, D., Gubic, J., Njezic, Z. (2015). Microbiological and chemical evaluation of dried smoked meat product. *Procedia Food Sci*, 5: 239-242, doi: 10.1016/j.profoo.2015.09.061.
- Ponwiboon, N., Rojanakorn, T. (2017). Desorption isotherms and drying characteristics of Nile tilapia fish sheet. *Int Food Res J*, 24(3): 1292-1300.
- Rubio, B., Martínez, B., González-Fernández, C., García-Cachán, M. D., Rovira, J., Jaime, I. (2006). Influence of storage period and packaging method on sliced dry cured beef “Cecina de León”: Effects on microbiological, physicochemical and sensory quality. *Meat Sci*, 74: 710-717, doi: 10.1016/j.meatsci.2006.06.002.
- Sara, S., Martina, C., Giovanna, F. (2014). High pressure carbon dioxide combined with high

- power ultrasound processing of dry cured ham spiked with *Listeria monocytogenes*. *Food Res Int*, 66: 264-273, doi: 10.1016/j.foodres.2014.09.024.
- Scheinberg, J.A., Svoboda, A.L., Cutter, C.N. (2014). High-pressure processing and boiling water treatments for reducing *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp., and *Staphylococcus aureus* during beef jerky processing. *Food Control*, 39: 105-110, doi: 10.1016/j.foodcont.2013.11.002.
- Serra, X., Ruiz-Ramírez, J., Arnau, J., Gou, P. (2005). Texture parameters of dry-cured ham m. biceps femoris samples dried at different levels as a function of water activity and water content. *Meat Sci*, 69(2): 249-254, doi: 10.1016/j.meatsci.2004.07.004.
- Sha, K., Lang, Y.-M., Sun, B.-Z., Su, H.-W., Li, H.-P., Zhang, L., Lei, Y.-H., Li, H.-B., Zhang, Y. (2017). Changes in lipid oxidation, fatty acid profile and volatile compounds of traditional Kazakh dry-cured beef during processing and storage. *J Food Process Pres*, 41: e13059, doi: 10.1111/jfpp.13059.
- Toldrá, F. (2011). Improving the sensory quality of cured and fermented meat products. In: *Processed Meats Improving Safety, Nutrition And Quality*, Kerry, J.P. (chief ed.), Woodhead, Oxford, pp. 508-520.
- Traffano-Schiffo, M.V., Castro-Giraldez, M., Fito, P.J., Balaguer, N. (2014). Thermodynamic model of meat drying by infrared thermography. *J Food Eng*, 128: 103-110, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2013.12.024.
- Wani, A.A., Singh, P., Langowski, H.C. (2014). Food technologies: Packaging. In: *Encyclopedia of Food Safety*, Motarjemi, Y. (chief ed.), Academic Press, Waltham, pp. 211–218.
- Wani, A.A., Singh, P., Pant, A., Langowski, H.C. (2015). Packaging methods for minimally processed foods In: *Minimally Processed Foods*, Siddiqui M.W. (chief ed.), Springer International Publishing, Switzerland, pp. 35-55.
- Yalçın, M.Y., Şeker, M. (2016). Effect of salt and moisture content reduction on physical and microbiological properties of salted, pressed and freeze dried turkey meat. *LWT - Food Sci Technol*, 68: 153-159, doi: 10.1016/j.lwt.2015.12.032.
- Ying, W., Ya-Ting, J., Jin-Xuan, C., Yin-Ji, C., Yang-Ying, S., Xiao-Qun, Z., Dao-Dong, P., Chang-Rong, O., Ning, G. (2016). Study on lipolysis-oxidation and volatile flavour compounds of drycured goose with different curing salt content during production. *Food Chem*, 190: 33-40, doi: 10.1016/j.foodchem.2015.05.048.
- Yu, H.H., Song, M.W., Kim, T.-K., Choi, Y.-S., Cho, G.Y., Lee, N.-K., Paik, H.-D. (2018). Effect of various packaging methods on small-scale hanwoo (Korean native cattle) during refrigerated storage. *Korean J Food Sci Anim Resour*, 38(2): 338-349, doi: 10.5851/kosfa.2018.38.2.338.
- Żochowska-Kujawska, J. (2016). Effects of fibre type and structure of longissimus lumborum (Ll), biceps femoris (Bf) and semimembranosus (Sm) deer muscles salting with different NaCl addition on proteolysis index and texture of dry-cured meats. *Meat Sci*, 121: 390-396, doi: 10.1016/j.meatsci.2016.07.001.
- Zouaghi, F., Cantalejo, M.J. (2016). Study of modified atmosphere packaging on the quality of ozonated freeze-dried chicken meat. *Meat Sci*, 119: 123-131, doi: 10.1016/j.meatsci.2016.04.032.