

FARKLI KAYNAKLARDAN ÜRETİLEN JELATİNİN ÖZELLİKLERİ VE SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Elif Aykın*, Mustafa Erbaş

Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya

Geliş tarihi / *Received*: 09.10.2015

Düzeltilerek Geliş tarihi / *Received in revised form*: 08.12.2015

Kabul tarihi / *Accepted*: 30.12.2015

Özet

Son yıllarda jelatinin farklı kaynaklardan ekstrakte edilmesi ve ekstraksiyon koşullarının iyileştirilmesi konusunda yapılan çalışmaların sayısı artmıştır. Jelatinlerin fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri, aminoasit kompozisyonuna ve peptit içeriğine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Özellikle balık derisinden ekstrakte edilen jelatin, helal ve kosher ürünler için alternatif bir kaynak oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalarda tavuk derisinden elde edilen jelatinin ticari sığır jelatinine benzer fizikokimyasal özelliklerde olduğu tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak, kollajen veya jelatinden enzimatik hidroliz yoluyla elde edilen biyoaktif peptitler antihipertansif/ ACE inhibitör aktivite, kriyoprotektan, antidiyabetik, antidepresyon ve anti-Alzheimer gibi fizyolojik fonksiyonlara sahip değerli bileşiklerdir. Bu makalede farklı kaynaklardan elde edilen jelatinin özellikleri ve jelatin hidrolizatlarının sağlık üzerine etkileri derlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Jelatin, kollajen, peptit, üretim, sağlık

CHARACTERISTICS of GELATINE PRODUCED from DIFFERENT SOURCES

Abstract

In recent years, it increased the number of studies on extracting the gelatin from different sources and improving the extraction conditions. The physicochemical and functional properties of gelatin are different depending on the composition of amino acids and peptide content. In particular, the gelatin extracted from fish skin constitute an alternative source for halal and kosher products. In previous studies was determined that the gelatin derived from chicken skin had similar physicochemical properties to commercial beef gelatin. In addition, the bioactive peptides obtained by enzymatic hydrolysis of collagen or gelatin are valuable compounds having physiological functions such as antihypertensive/ACE inhibitory activity, cryoprotectant, antidiabetic, antidepression and anti-Alzheimer. In this article has been compiled characteristics of gelatin obtained from various sources and their effects on health of gelatin hydrolysate.

Keywords: Gelatin, collagen, peptide, production, health

* Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ elifaykin@akdeniz.edu.tr,

☎ (+90) 242 310 4345,

☎ (+90) 242 227 4564

GİRİŞ

Jelatin; domuz ve sığır gibi hayvanların derisi ve kemiklerinden ekstrakte edilen kollajenin ısı uygulamasıyla kontrollü hidrolizi sonucu üretilen denatüre bir proteindir. Jelatin, biyoyoumluluk ve biyobozunma özelliklerinin yanı sıra toksik olmaması ve bağımlılık yapmaması gibi olumlu özelliklerine bağlı olarak günümüzde en yaygın kullanılan gıda katkı maddelerinden biridir (1, 2). Bu katkı maddesi ilaç, kozmetik ve fotoğraf endüstrisinde özellikle jel oluşturma amacıyla kullanılırken; gıda endüstrisinde emülgatör, durultma ajanı ve kaplama materyali gibi çeşitli fonksiyonel özellikleri sağlayabilmektedir (3-5).

Jelatin, kaynağı ve üretim yöntemi tüketiciler tarafından tam olarak bilinmemesi nedeniyle tüketimine kuşku ile yaklaşılan bir katkı maddesidir. Jelatinin özellikleri, kullanılan hammaddenin çeşidi, hayvanın yaşı ve kollajenin tipi gibi farklı faktörlerden etkilenmektedir. En yaygın kullanılan ticari jelatinler, sığır ve domuzdan alınan deri ve kemikten üretilmektedir. Son yıllarda balık ve tavuk kaynaklı kemik ve deriden jelatin üretimi konusundaki gelişmeler de hızla artmaktadır. Özellikle balık derisinden jelatin üretimi, helal ve kosher ürünler için alternatif bir kaynak oluşturmaktadır. Ayrıca, bu kaynakların kullanımı jelatin tüketimi ile deli dana hastalığının (BSE) bulaşma riskini de ortadan kaldırmaktadır (4).

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE JELATİN ÜRETİMİ VE TÜKETİMİ

Dünyadaki jelatin üretimi yaklaşık olarak 326.000 ton/yıldır (6). Jelatin üretiminin en önemli kaynakları sırasıyla domuz derisi (%46), sığır derisi (%29) ve domuz ve sığır kemikleridir (%23) (7). Avrupa'daki jelatinlerin %60'ı domuzdan ve %40'ı ise sığır ve diğer hayvanlardan elde edilen deri, kemik gibi kaynaklardan üretilmektedir. Türkiye'de ise Halavet Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. ve Sel Sanayi Ürünleri Ticaret ve Pazarlama A.Ş. olmak üzere 2 firma tarafından sığır derisi jelatini üretilmektedir (8). Türkiye'nin 2013 yılında jelatin ihracatı yaptığı ilk beş ülke sırasıyla İsviçre, Almanya, İtalya, ABD ve İran'dır. Türkiye'nin jelatin ithalatında önde gelen ülkeler ise Brezilya, Arjantin, İspanya, Kolombiya ve Almanya'dır (9). Jelatin üretiminde özel tercih ve hassasiyetleri olan tüketiciler için uygun hammadde ve yöntemin seçilmesiyle dünyada ve Türkiye'de jelatin ihtiyacının daha da artacağı düşünülmektedir.

KOLLAJENİN YAPISI

Hayvanın kesimi ve işlenmesi sırasında elde edilen kemik, deri ve bağ dokusundaki kollajen liflerinin

kısmi hidrolizi ile jelatin üretilmektedir. Bir bağ dokusu proteini olan kollajen, lif benzeri yapıda olup kas liflerini, kas fasiküllerini ve kasın etrafını sararak kas ile iç içe bulunmaktadır. Kollajen lifleri temel olarak tropokollajen adı verilen bir proteinden oluşmaktadır. Tropokollajenin kristalleşmesiyle mikrofibriller, mikrofibrillerin bir araya gelmesiyle kollajen fibrilleri ve kollajen fibrillerinin bir araya gelmesiyle de kollajen lifleri oluşmaktadır. Kollajenin bugüne kadar tanımlanmış 27 farklı tipi bulunmaktadır. Bunlardan tip 1 deri, kemik ve tendonlarda, tip 2 kırıldak dokuda ve tip 3 genç derilerde bulunurken; çok daha düşük miktarlardaki diğer kollajen tipleri ise organlara özgüdür (10).

Kollajen diğer proteinler gibi primer, sekonder, tersiyer ve kuaterner yapıya sahiptir. Tip 1 kollajenin primer yapısı, zincir şeklinde bağlanmış 1014 tane aminoasit içermektedir. Kollajenin yapısında en fazla bulunan aminoasit glisindir (%33). Prolin ve hidroksiprolin ise aminoasit bileşiminin %22'sini oluşturmaktadır (11). Tip 1 kollajenin primer yapısı, üçlü heliks yapıdaki üç alfa zincirinden oluşmaktadır. Alfa zincirleri Gly-X-Y aminoasit sekanslarının sürekli tekrarlarından oluşmaktadır. Sekanslarda gösterilen X ve Y ifadeleri genellikle prolin ve hidroksiprolin aminoasitleridir (7, 10). Primer yapı içerisine düzenli bir şekilde yerleşen Gly-Pro-Hyp dizini kollajenin sekonder yapısından sorumludur (11).

Sekonder yapı, alfa zincirlerinin her birinin bir turda üç aminoasit bulunduracak şekilde dönmesiyle meydana gelmektedir. Kollajen üçlü heliks yapısı, esas olarak karbonil ve amin grupları arasındaki zincir içi hidrojen bağlarının oluşumu ile meydana gelmektedir. Yapının Pro-Hyp bakımından zengin bölgelerindeki pirolidin iminoasidinin toplam içeriği ile orantılı olarak polipeptit yapının dönmesi sınırlanmakta ve üçlü heliks yapının stabilitesine katkı sağlamaktadır (12). Özellikle hidroksiprolin aminoasidi, yapısında bulunan hidroksil gruplarının hidrojen bağlama yeteneği sayesinde stabilizasyonda önemli rol oynamaktadır. Aldehit türevlerinin yanı sıra büyük bir kısmı Lys ve Hyl aminoasitlerinden oluşan ve telopeptit (15-26 aminoasit) olarak adlandırılan C- ve N- terminal bölgeleri ise üçlü heliks yapı meydana getirmemektedir (10). Sekonder yapıdaki üç alfa zincirinin birbiri etrafında bükülmesiyle elde edilen ip şeklindeki tersiyer yapı, kollajen dokusunun temel yapı taşıdır. Kuaterner yapı ise, yük dağılımına bağlı olarak kollajen yapı taşının kıvrılmasıyla oluşmaktadır.

Kollajen lifleri bağ dokusunda serbest ya da demet şeklinde bulunabilmektedir. Deri ve kemik gibi dokular, kollajen liflerinin kovalent bağlarla çapraz

bağlanması sonucunda şekillenmektedir. Bağ dokusunun tipine bağlı olarak kollajen lifleri ağ şeklinde (deri) ya da paralel bir yapıya (tendon ve ligament) sahip olabilmektedir. Ağ yapıya sahip düzensiz bir bağ dokusu olan derinin büyük bir kısmını tip 1 kollajeni ve daha az bir kısmını ise tip 3 kollajeni oluşturmaktadır (10, 13). Ayrıca, kollajen bir glikoprotein olduğundan yapısında hidroksil gruplarına bağlı olarak galaktoz ve glukozilgalaktoz gibi çeşitli karbonhidrat birimleri de bulunmaktadır.

JELATİNİN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ

Jelatin; %51 karbon, %25 oksijen, %17 azot ve %7 hidrojen moleküllerinden oluşmaktadır. Jelatinin kimyasal bileşiminin %85-92'ini kollajen proteini ve geri kalan kısmını ise mineraller ve kurutma sonrasında kalan nemden oluşturmaktadır (4). Kollajen proteinin toplam 20 aminoasitten oluştuğu ve insan beslenmesi için esansiyel olan aminoasitleri içerdiği bilinmektedir.

Jelatinin aminoasit kompozisyonu türe özgüdür (3, 14, 15). Jelatinin yüksek oranda glisin, prolin, hidroksiprolin ve alanin aminoasitlerini içerdiği bilinmektedir (16). Bir çalışmada Tip 1 jelatini olarak tanımlanan zebra balığı jelatininin esansiyel aminoasitlerin tümünü içerdiği ve baskın aminoasidinin glisin olduğu tespit edilmiştir (1). Yapılan başka bir çalışmada domuz derisi jelatininde sistein aminoasidine rastlanılmasa da; bu aminoasidin özellikle tip 3 kollajeninde (deri jelatininde) bulunduğu bildirilmiştir (15, 17). Ayrıca, kollajenin yapısında metiyonin çok az düzeyde bulunduğu ve triptofan aminoasidinin olmadığı bilinmektedir. Jelatin hem hidrofilik hem de hidrofobik aminoasitleri içermesi nedeniyle ampifilik özellik göstermektedir. Bu özelliği

sayesinde jelatin su-yağ ara yüzeyinde adsorplanarak polimerik bir ağ yapısı oluşturmaktadır (18).

Jelatin üretiminde kollajen yapısındaki kovalent bağların kontrollü kısmi hidrolizasyonunun yanı sıra ideal molekül ağırlığı dağılımı da hedeflenmektedir. Jelatinin molekül ağırlığı dağılımı hidroliz işleminin tipine ve yoğunluğuna bağlıdır. Kollajen alfa zincirlerinin molekül ağırlığı 110000 g/mol'dür. Jelatinde ise alfa zincirlerindeki kovalent bağların parçalanması ile oluşan beta ve gama zincirleri sırasıyla 200000 ve 300000 g/mol molekül ağırlığına sahiptir. Farklı jelatin tiplerinin molekül ağırlığı dağılımı 10000-400000 g/mol aralığında değişmektedir. Jelatin üretimi sırasında peptitlerin hidrolize olmasına bağlı olarak ürünün molekül ağırlığı dağılımı değişmektedir. Örneğin jelatin ekstraksiyonunda pepsinin kullanılması düşük molekül ağırlıklı peptitlerin miktarını arttırmaktadır (7, 17, 19-21).

Belirli bir uygulamada kullanılacak jelatinin kalitesi çözünürlük, renk, koku ve tat gibi fizikokimyasal özelliklerinin dışında reolojik özelliklere bağlıdır. Jel kuvveti ve termal kararlılık (jelleşme ve erime sıcaklıkları) gibi reolojik özellikler jelatinin ticari kalitesini en iyi şekilde ifade etmektedir. Jel kuvveti ve termal kararlılık; jelatinin aminoasit kompozisyonu ve molekül ağırlığı dağılımına bağlı olarak değişmektedir (12). Farklı kaynaklardan ekstrakte edilen jelatinlerin jel kuvveti, jelleşme sıcaklığı ve erime sıcaklığı değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Bloom değeri olarak da bilinen jel kuvveti, jelatinin sertliğinin ve dayanıklılığının bir ölçüsü olup jelatin bileşenlerinin molekül ağırlığını ifade etmektedir. Jelatinin jel kuvveti genellikle 30 ile 300 bloom aralığında değişmektedir (<150 düşük bloom, 150-220 orta bloom ve 220-300 yüksek

Çizelge 1. Farklı kaynaklardan ekstrakte edilen jelatinlerin jel kuvveti, jelleşme sıcaklığı ve erime sıcaklığı değeri

Jelatin kaynağı	Jel kuvveti (g)	Jelleşme sıcaklığı (°C)	Erime sıcaklığı (°C)	Kaynak
Ton balığı derisi	167	15	22.5	49
Sığır derisi	211	20	30	49
Sazan balığı derisi	30-76	-	23.2-27.2	50
Tatlısu çipurası derisi	385	-	27.77	51
Levrek balığı derisi	140	-	19.23	22
Levrek balığı kılçığı	130	-	19.0	22
Kırlangıç balığı kılçığı	770	16	26	52
Orfoz balığı kılçığı	787	16	25	52
Tavuk derisi	355	25	34	14
Sığır derisi	259	24	32	14
Mürekkep balığı derisi	120-198	12.9-21.8	19.2-25.4	27
Ahtapot derisi	62-284	13.7-19.6	19.4-24.5	20
Mercan balığı pulları	126	20	26	31
Mercan balığı kılçığı	87	14-15	22-23	31
Modifiye balık derisi	211-231	-	20.5-21.9	53
Yayın balığı derisi	234	-	25.7	23
Tavuk derisi	355	21.02-27.19	32.67-36.02	54

bloom) (4). Kollajenin hidrolizi sırasında primer yapıdaki peptit bağların yıkımının önlenmesiyle, yüksek jel kuvvetine sahip jelatin üretimi mümkün olmaktadır. Yani, jelatinin yapısında daha fazla alfa zincirinin bulunması sağlanarak yüksek jel kuvvetli jelatin üretilmektedir (4, 6, 14).

JELATİN ÜRETİM AŞAMALARI

Büyük ölçekli firmalar jelatin üretiminde istenilen ürün kalitesini sağlamak amacıyla hammadde olarak sığır ve domuz kollajenini kullanmaktadır. Kökenleri farklı olan bu hammaddelerin ortak yönleri, sıkı denetim altında tutulmaları ve insan tüketimine uygunluğunun onaylanmasından sonra piyasaya sunulmalarıdır.

Hammadde

Kesimhane ve et işleme tesislerinden elde edilen ve kollajenin önemli bir kaynağı olan kemiklerin büyük bir kısmı jelatin üretiminde kullanılmaktadır. Hijyenik koşullar altında kemik materyali 0.5 cm'lik küpler haline getirildikten sonra 85-90 °C'deki sıcak su içerisinde yaklaşık 30 dk güçlü bir şekilde karıştırılarak kalıntı etler ve kemik derileri uzaklaşana kadar yıkanmaktadır (22). Bu işlemin ardından kemik parçaları bir kurutucu yardımıyla kurutulur ve partikül büyüklüğüne göre sınıflandırılarak ayrı ayrı işlenmektedir. Kemikten ayrılan yağ, et ve kemik unu özellikle hayvan yeminde kullanılmak üzere yan ürün olarak işlenmektedir.

Maserasyon ya da demineralizasyon aşamasında, kemik parçaları seyreltik hidroklorik asitle (%4-6) 10-20 °C'deki zıt akımlı bir tank içinde yaklaşık bir hafta muamele edilmektedir. Böylece, kemik yapısında bulunan kalsiyum fosfat ve kalsiyum karbonatın çözünmesi ve ardından çöktürme işlemi ile ayrılması sağlanmaktadır. Maserasyon işlemi tamamlandığında geriye kemik proteini kalmaktadır. Ayrıca, maserasyon işlemine gerek kalmadan basınç hidrolizi yöntemiyle de kemikten jelatin üretilmektedir. Bu yöntemde kemik parçacıklarının boyutu küçüldükçe, proses süresi kısalmış ve renk, tat, koku ve jelleşme gücü bakımından daha iyi özelliklere sahip jelatin üretilmektedir.

Sığır derisinin daha az kollajen içeren dış kısmı ve iç kısımdaki yağ tabakası uzaklaştırıldıktan sonra geriye saf kollajen içeren orta tabaka kalır ve bu tabaka jelatin üretimi için hammadde olarak kullanılmaktadır. Jelatin verimini düşürmeme amacıyla kollajen içeriği düşük olan kıllar deriden uzaklaştırılmaktadır. Daha sonra deride boyut küçültme işlemi yapılarak alkali ve asit uygulamasının homojen dağılması ve ekstraksiyonun kolaylaşması sağlanmaktadır. Domuz derisinden

jelatin üretiminde ise; deriden yağ tabakası ayrıldıktan sonra mikrobiyel bozulmanın ve kalan yağların oksidasyonunun önlenmesi amacıyla soğutma ve dondurma işlemi yapılmaktadır. Kollajen proteini içeren domuz derisinin yağ dokusu da jelatin üretimi için kullanılabilir. Ancak, üretim sırasında yağların bulanıklığa neden olması nedeniyle özel uygulamalara gerek duyulmaktadır.

Son yıllarda deri ve kemik gibi yan ürünlerin büyük bir kısmı su ürünleri işleme tesislerinden elde edilmiştir. Su ürünlerinde toplam ağırlığın %75'i işleme artıklarından ve bu artıkların %30'u da deri ve kemikten oluşmaktadır (23). Elde edilen deri ve kemiklerin yanı sıra yüzgeç, pul ve hava keseciği gibi artıklar jelatin üretiminde kullanılabilir. Günümüzde morina, mezgit, somon, istavrit, ton balığı, köpekbalığı, levrek, uskumru ve tatlısu çipurası gibi farklı balıklardan jelatin üretimi yapılmaktadır (10, 19, 24, 25). Balık jelatini memeli jelatini ile benzer fonksiyonel özelliklere sahiptir (10). Ancak, balık kollajeni memeli kollajenine kıyasla daha düşük sıcaklıklarda denatüre olmaktadır. Bu durumun balık kollajeninin daha düşük miktarda prolin ve hidroksiprolin iminoasitlerini içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (4). Ayrıca, farklı balık jelatinlerinin memeli jelatinine göre daha düşük stabilite göstermesi ve kötü reolojik özelliklere sahip olması kullanım alanlarını sınırlandırmaktadır (3, 5).

Alkali ve Asit Uygulaması (Ön muamele)

Kollajenin yapısındaki çapraz bağları genellikle kimyasal uygulaması ile parçalanmaktadır. Yüksek sıcaklık uygulaması jelatin kalitesi üzerinde olumsuz etki göstereceğinden, çapraz bağların parçalanmasında tercih edilmemektedir. Kimyasal hidroliz uygulaması, kısmi olarak meydana gelir ve seyreltik asit ve/veya alkali çözeltisi çapraz bağları parçalarken kollajen protein zincirleri bozulmadan kalmaktadır (18).

Kimyasal hidroliz uygulamasında asit ve baz kullanımına göre üretilen jelatin sırasıyla A ve B tipi olarak tanımlanmaktadır. Kollajenin jelatine dönüşümü sırasında birçok aminoasidin moleküler yapısı da değişmektedir. A ve B tipi jelatinlerin izoelektrik noktalarının farklı olmasına bağlı olarak aminoasit kompozisyonu da farklı olmaktadır. A tipi jelatinin izoelektrik noktası 7-9 aralığında değişmektedir. B tipi jelatinin izoelektrik noktası ise, doğal kollajende bulunan asparagin ve glutamin aminoasitleri asidik aminoasitlere (aspartik ve glutamik asit) dönüştüğünden 5 civarındadır (7, 18). Genellikle domuz derisinden A tipi jelatin ve daha kompleks kollajen yapısına sahip sığır derisinden ise B tipi jelatin üretilmektedir (4, 20, 26).

Endüstriyel uygulamalarda üretilecek jelatinin tipi, hammaddedeki kollajenin çapraz bağlanma derecesine göre değişmektedir. Balık derisi gibi olgunlaşmamış kollajenin çapraz bağlarının aside direnci düşük olduğundan hafif bir asit uygulama işlemi kollajenin çözünmesini sağlamaktadır (10). Yaşlı hayvanlarda yoğun bir alkali uygulaması yapılırken, genç hayvanlarda ise seyreltik asitle kısa süreli muamele yeterli olmaktadır. Domuz derilerinin yağ içeriği yüksek olduğu için sabunlaşmayı önlemek amacıyla genellikle asitle muamele yapılmaktadır. Ancak, kollajen yapısındaki kararsız peptit bağlarının hidrolizine ve dolayısıyla proteinin denatürasyonuna neden olacağından fazla asidik koşulların uygulamasından kaçınılmaktadır (5, 16). Ayrıca, sığır derilerinde kılları uzaklaştırmak amacıyla uygulanan alkali de çapraz bağların parçalanmasına katkı sağlamaktadır.

Kimyasal hidroliz işlemi enzim uygulaması ile desteklenebilir ya da enzimatik hidrolizle yer değiştirebilir. Enzimatik ekstraksiyon ile daha yüksek verimli ve istenilen fonksiyonel ve reolojik özelliklere sahip jelatin üretimi mümkün olmaktadır (27, 28). Jelatin üretiminde en çok kullanılan enzimlerden biri olan pepsin, moleküller içi ve moleküler arası kovalent çapraz bağları içeren kollajenin telopeptit bölgesindeki peptit bağlarını yıkıma uğratmaktadır (3, 4). Ahtapot derisinden jelatin ekstraksiyonunun yapıldığı bir çalışmada, pepsin enzimi uygulamasının jelatin verimini arttırdığı belirlenmiştir (20).

Jelatin üretiminde kimyasal ve enzim uygulamasının dışında ultra-yüksek basınç uygulaması da yapılabilmektedir. Ultra-yüksek basınç uygulaması ile üretilen jelatinler yüksek molekül ağırlıklı jelatinlerle benzer özellikler göstermektedir. Yapılan bir çalışmada ultra-yüksek basınç uygulaması kollajenin termostabilitesini azaltırken, jelatinleşme derecesini arttırmıştır. Aynı çalışmada, ultra-yüksek basınç uygulanan jelatinlerin geleneksel jelatinlere göre daha yüksek jel kuvveti ve bileşen içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (29).

Ekstraksiyon

Jelatin farklı yöntemlerle ekstrakte edilmektedir. Geleneksel yöntemle ekstraksiyonda 50-100 °C sıcaklık aralığında jelatin kademeli olarak çözünmektedir. Ekstraksiyon işlemi boyunca çok hafif karıştırma işlemi uygulanarak daha sonra uzaklaştırması zor olan yağ emülsiyonunun oluşumu engellenmektedir. Her ekstraksiyon kademesinde % 3-7 jelatin solüsyonu üretilmektedir. Üretilen jelatinin jel kuvveti, üretim sırasında sıcaklık artışı nedeniyle polipeptit zincirlerinin parçalanmasına bağlı olarak azalmaktadır. Ayrıca,

kemik ve derinin yapısından gelen şekerler nedeniyle geleneksel yöntemde Maillard reaksiyonu sonucu daha koyu renkli jelatin elde edilmektedir (7). Bu sorun ürün renginin açılmasını sağlayan oksitleyici ve indirgeyici ağartma ajanları kullanılarak çözülebilmektedir.

Sığır jelatinini üretiminde sürekli ekstraksiyon yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemde, devamlı olarak hammaddenin ekstraktöre girişi sağlanır ve yüksek bloom değerli, düşük viskoziteli ve açık renkli homojen özellikte jelatin üretilmektedir. Eğer, proses sonunda ekstraktör dibinde kalan kısım tekrar ısıtılırsa düşük bloom değerli jelatin elde edilmektedir.

Genellikle yüksek kalitedeki jelatinler, kollajen yapısı kısmi olarak hidroliz edilmiş ve homojen yapıdaki hammaddeden 50 °C sıcaklıkta elde edilmektedir (30). Genellikle asit ve alkali uygulaması partikül dışına içinden daha fazla etki etmektedir. Ayrıca, farklı parça büyüklüğü ve parçaların farklı yaşlardaki hayvanlardan elde edilmiş olması işlemin homojen olarak gerçekleşmesini olumsuz yönde etkilemektedir.

Ekstrakte Edilen Jelatinin İşlenmesi

Ekstrakte edilen jelatin çözeltisi üreticiler tarafından farklı şekillerde saflaştırılmaktadır. Saflaştırma işlemleri başlıca; filtrasyon ve durultma, deiyonizasyon, konsantrasyon, sterilizasyon, kurutma ve paketleme basamaklarından oluşmaktadır (22, 28, 31, 32).

JELATİNİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİSİ

Diyet proteinler sindirim sisteminde, gıdanın işlenmesi sırasında ya da fermantasyonla parçalanarak sağlığa yararlı etki gösteren biyoaktif peptitlere dönüşebilmektedir. Yapılan bazı *in vitro* araştırmalar, jelatinden elde edilen peptitlerin antioksidan, antihipertansif/ACE inhibitör aktivite, antimikrobiyal, bağışıklık sistemi düzenleyici, mineral bağlayıcı, yağ azaltıcı ve kriyoprotektan özellikleri sayesinde vücut sağlığı üzerine yararlı etki gösterdiğini bildirmiştir (4, 10, 31, 33-35).

Genellikle jelatin ve kollajen türevi hidrolizatlar enzimatik proteoliz ile elde edilmektedir. Tripsin, kimotripsin, pepsin, alkalaz, properaz E, pronaz, kollajenaz, bromelin ve papain hidrolizatlar ve peptitlerin üretiminde kullanılan ticari enzimlerdir. Balık derisi ve kemiğinden biyoaktif hidrolizat elde etmek amacıyla bu enzimlerin dışında balık iç organlarından elde edilen enzimatik ekstraktlar da kullanılmaktadır. Proteazların spesifikliği, serbest aminoasit kompozisyonunu ve peptitlerin miktar ve aminoasit dizilimini etkilemektedir (10, 36).

Peptitlerin antioksidan etkisi farklı mekanizmalara dayanmaktadır; biyoaktif peptitler lipit

peroksidasyonunu engellemekte, serbest radikalleri süpürmekte ve metal iyonları ile intereaksiyona girmektedir (24, 37). Peptitlerin aminoasit kompozisyonu, yapısı, molekül ağırlığı ve hidrofobikliği antioksidan özelliğini etkilemektedir (38, 39, 33, 34). Peptitlerin hidrofobik aminoasit içeriği arttıkça, yağda çözünürlükleri ve dolayısıyla antioksidan etkileri artmaktadır (10). Buna ek olarak, peptit molekül ağırlığı azaldıkça da antioksidan aktivite artmaktadır (40).

Karnjanapratum ve Benjakul (41) dikenliçütre balığının derisinden glisil endopeptidaz enzimi kullanılarak elde edilen jelatin hidrolizatlarının kriyoprotektan özellik gösterdiğini belirlemiştir. Enzim uygulamasının yapıldığı başka bir çalışmada ise; mercan balığı pullarına ait jelatinlerin esperaz (serin tipi proteaz) enzimi ile hidrolizasyonundan sonra oluşan peptit fraksiyonlarının (molekül ağırlığı 3kDa'dan düşük) yüksek ACE inhibitörü aktivitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (31). Çalışmada da belirlendiği gibi ACE inhibitörü aktivitesine sahip peptitler genellikle düşük molekül ağırlıklıdır. ACE inhibitörleri genellikle üçlü C-terminal pozisyonlarının her birinde hidrofobik aminoasit kalıntılarını içermektedir. Kollajen ve jelatin hidrolizat ve peptitlerinin yapısındaki Pro miktarı ve hidrofobik aminoasit konsantrasyonu arttıkça ACE inhibitörü aktivitesi artmaktadır (10).

Bir biyoaktif peptitin antimikrobiyal özelliği; aminoasit kompozisyonuna, dizilimine, molekül ağırlığına ve bakteri tipine bağlı olarak değişmektedir (42). Hidrofilik karakterdeki aminoasitler peptitlerin hücre duvarından geçmesine izin vermektedir. Peptitlerin aktivitesi, bakteri dış membranın parçalanmasını takiben bakteriyel sitoplazmik membran ile etkileşimine bağlıdır (10, 43).

Jelatin hidrolizatları ya da jelatinden türetilmiş peptitlerin antidiyabetik, antidepresyon ve anti-Alzheimer gibi fizyolojik fonksiyonları da bulunmaktadır. Sila ve ark. (12) karakeçi balığı jelatinini çeşitli proteaz enzimleri ile parçaladıktan sonra elde ettikleri hidrolizatların biyolojik aktivitelerini değerlendirmiştir. Çalışmada, dipeptidil peptidaz-IV ve prolin endopeptidaz doğal inhibitörleri için hidrolizatların iyi bir kaynak olduğu ve bu hidrolizatların nöropatolojik bozuklukların ve tip 2 diyabetin tedavisinde diyet katkı maddeleri olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Başka bir çalışmada ise, domuz derisi jelatininden hidrolize edilen ve prolin içeren peptitin dipeptidil peptidaz-IV inhibitör aktivitesi belirlemiştir (44).

Yapılan diğer *in vivo* çalışmalarda da, jelatin ve kollajen peptitlerin biyolojik aktivitesi doğrulanmıştır.

Deney hayvanları üzerinde yapılan çalışmalarda, jelatin ve kollajen hidrolizatlarının lipit emilimini ve metabolizmasını düzenlediği (45), proinflatuar sitokin üretimini azalttığı (46), kan basıncını düşürdüğü (47) ve eklem hastalıklarını iyileştirdiği (48) belirlenmiştir.

SONUÇ

Gıda endüstrisinde özellikle helal ve kosher gıdalar için yeni jelatin kaynaklarına talep artmaktadır. Jelatinin jel kuvveti, viskozite, erime ve kaynama noktası gibi reolojik özellikleri molekül ağırlığı ve aminoasit kompozisyonuna bağlı olarak değişmektedir. Ekstraksiyon işleminin yüksek sıcaklıkta ve uzun süre gerçekleştirilmesiyle yüksek verimli, fakat zayıf jel kuvvetine sahip jelatin elde edilebilmektedir. Diğer taraftan farklı kaynaklardan farklı ekstraksiyon yöntemleri ile alfa ve beta zincir içeriği yüksek ve yüksek jel kuvvetli jelatin üretimi mümkündür. Yakın gelecekte, optimum proses koşulları sağlanarak farklı kaynaklardan maksimum verim ve kalitede jelatin üretimi hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

1. Ktari N, Jridi M, Nasri R, Lassoued I, Ayed HB, Barkia A, Nasri M. 2014. Characteristics and functional properties of gelatin from zebra blenny (*Salaria basilisca*) skin. *LWT - Food Sci Technol*, 58, 602-608.
2. Boran G. 2011. Bir gıda katkısı olarak jelatin: Yapısı, özellikleri, üretimi, kullanımı ve kalitesi. *GIDA*, 36, 97-104.
3. Lassoued I, Jridi M, Nasri R, Dammak A, Hajji M, Nasri M, Barkia A. 2014. Characteristics and functional properties of gelatin from thornback ray skin obtained by pepsin-aided process in comparison with commercial halal bovine gelatin. *Food Hydrocoll*, 41, 309-318.
4. Nur Hanani ZA, Roos YH, Kerry JP. 2014. Use and application of gelatin as potential biodegradable packaging materials for food products. *Int J Biol Macromol*, 71, 94-102.
5. Niu L, Zhou X, Yuan C, Bai Y, Lai K, Yang F, Huang Y. 2013. Characterization of tilapia (*Oreochromis niloticus*) skin gelatin extracted with alkaline and different acid pretreatments. *Food Hydrocoll*, 33, 336-341.
6. Shyni K, Hema GS, Ninan G, Mathew S, Joshy CG, Lakshmanan PT. 2014. Isolation and characterization of gelatin from the skins of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*), dog shark (*Scoliodon sorrakowah*), and rohu (*Labeo rohita*). *Food Hydrocoll*, 39, 68-76.

7. Duconseille A, Astruc T, Quintana N, Meersman F, Sante-Lhoutellier V. 2015. Gelatin structure and composition linked to hard capsule dissolution: A review. *Food Hydrocoll*, 43, 360-376.
8. Tekle Ş, Sağdıç O, Nursaçan Ş, Yetim H, Erdem M. 2013. Ülkemizde ve Dünyada Helal Gıda Hususunda Karşılaşılan Problemler. *Eur J Sci Technol*, 1, 1, 1-6.
9. Anonim 2014. United Nations Commodity Trade Statistics Database <http://comtrade.un.org/db/dqBasicQueryResults.aspx?px=H2&cc=3503&r=792> (Accessed 11.12.2014)
10. Gómez-Guillén MC, Giménez B, López-Caballero ME, Montero MP. 2011. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. *Food Hydrocoll*, 25, 1813-1827.
11. Okuyama K, Miyama K, Mizuno K, Bachinger HP. 2012. Crystal structure of (Gly-Pro-Hyp)₉: implications for the collagen molecular model. *Biopolymers*, 97, 607-616.
12. Sila A, Martinez-Alvarez O, Haddar A, Gómez-Guillén MC, Nasri M, Montero MP, Bougateg A. 2015. Recovery, viscoelastic and functional properties of Barbel skin gelatine: Investigation of anti-DPP-IV and anti-prolyl endopeptidase activities of generated gelatine polypeptides. *Food Chem*, 168, 478-486.
13. Bruckner P. 2010. Suprastructures of extracellular matrices: paradigms of functions controlled by aggregates rather than molecules. *Cell Tissue Res*, 339, 7-18.
14. Sarbon NM, Badii F, Howell NK. 2013. Preparation and characterisation of chicken skin gelatin as an alternative to mammalian gelatin. *Food Hydrocoll*, 30, 143-151.
15. Farris S, Song J, Huang Q. 2009. Alternative reaction mechanism for the crosslinking of gelatin with glutaraldehyde. *J Agr Food Chem*, 58, 998-1003.
16. Nikoo M, Benjakul S, Bashari M, Alekhorshied M, Cissouma AI, Yang N, Xu X. 2014. Physicochemical properties of skin gelatin from farmed Amur sturgeon (*Acipenser schrenckii*) as influenced by acid pretreatment. *Food Biosci*, 5, 9-26.
17. Schrieber R, Gareis H. 2007. Theory and Industrial Practice. In: *Gelatine Handbook*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 335p.
18. Hattrem MN, Molnes S, Haug IJ, Draget KI. 2015. Interfacial and rheological properties of gelatin based solid emulsions prepared with acid or alkali pretreated gelatins. *Food Hydrocoll*, 43, 700-707.
19. Silva RSG, Bandeira SF, Pinto LAA. 2014. Characteristics and chemical composition of skins gelatin from cobia (*Rachycentron canadum*). *LWT - Food Sci Technol*, 57, 580-585.
20. Jridi M, Nasri R, Ben Slama-Ben Salem R, Lassoued I, Barkia A, Nasri M, Souissi N. 2014. Chemical and biophysical properties of gelatins extracted from the skin of octopus (*Octopus vulgaris*). *LWT - Food Sci Technol*, xxx, 1-9.
21. Guo L, Colby RH, Lusignan CP, Whitesides TH. 2003. Kinetics of triple helix formation in semidilute gelatin solutions. *Macromolecules*, 36, 9999-10008.
22. Koli JM, Basu S, Nayak BB, Patange SB, Pagarkar AU, Gudipati V. 2012. Functional characteristics of gelatin extracted from skin and bone of Tiger-toothed croaker (*Otolithes ruber*) and Pink perch (*Nemipterus japonicus*). *Food Bioprod Process*, 90, 555-562.
23. Alfaro AT, Biluca FC, Marquetti C, Tonial IB, de Souza NE. 2014. African catfish (*Clarias gariepinus*) skin gelatin: Extraction optimization and physical-chemical properties. *Food Res Int*, 65, 416-422.
24. Yang JI, Liang WS, Chow CJ, Siebert KJ. 2009. Process for the production of tilapia retorted skin gelatin hydrolysates with optimized antioxidative properties. *Process Biochem*, 44, 1152-1157.
25. Gökçin M. 2013. Uskumru (*Scomber scombrus*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) kemiklerinden jelatin eldesi ve karakterizasyonu. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, Türkiye, 76 s.
26. Coppola M, Djabourov M, Ferrand M. 2012. Unified phase diagram of gelatin films plasticized by hydrogen bonded liquids. *Polymer*, 53, 1483-1493.
27. Jridi, M., Nasri, R., Lassoued, I., Souissi, N., Mbarek, A., Barkia, A., Nasri, M. 2013. Chemical and biophysical properties of gelatins extracted from alkali-pretreated skin of cuttlefish (*Sepia officinalis*) using pepsin. *Food Res Int*, 54, 1680-1687.
28. Karnjanapratum S, Benjakul S. 2014. Glycyl endopeptidase from papaya latex: Partial purification and use for production of fish gelatin hydrolysate. *Food Chem*, 165, 403-411.
29. Chen L, Ma L, Zhou M, Liu Y, Zhang Y. 2014. Effects of pressure on gelatinization of collagen and properties of extracted gelatins. *Food Hydrocoll*, 36, 316-322.
30. Sinthusamran S, Benjakul S, Kishimura H. 2014. Characteristics and gel properties of gelatin from skin of seabass (*Lates calcarifer*) as influenced by extraction conditions. *Food Chem*, 152, 276-284.
31. Akagündüz Y, Mosquera M, Giménez B, Alemán A, Montero P, Gómez-Guillén MC. 2014. Sea bream bones and scales as a source of gelatin and ACE inhibitory peptides. *LWT - Food Sci Technol*, 55, 579-585.

32. Mariod AA, Adam HF. 2013. Review: gelatin, source, extraction and industrial applications. *Acta Sci Pol Technol Aliment*, 12(2), 135-147.
33. Nikoo M, Benjakul S, Ehsani A, Li J, Wu F, Yang N, Xu B, Jin Z, Xu X. 2014. Antioxidant and cryoprotective effects of a tetrapeptide isolated from Amur sturgeon skin gelatin. *J Funct Foods*, 7, 609-620.
34. Wang L, Liang Q, Chen Q, Xu J, Shi Z, Wang Z, Liu Y, Ma H. 2014. Hydrolysis kinetics and radical-scavenging activity of gelatin under simulated gastrointestinal digestion. *Food Chem*, 163, 1-5.
35. Sun L, Zhang Y, Zhuang Y. 2013. Antiphotobleaching effect and purification of an antioxidant peptide from tilapia (*Oreochromis niloticus*) gelatin peptides. *J Funct Foods*, 5, 154-162.
36. Phanturat P, Benjakul S, Visessanguan W, Roytrakul S. 2010. Use of pyloric caeca extract from bigeye snapper (*Priacanthus macracanthus*) for the production of gelatin hydrolysate with antioxidative activity. *LWT-Food Sci Technol*, 43(1), 86-97.
37. Weng W, Tang L, Wang B, Chen J, Su W, Osako K, Tanaka M. 2014. Antioxidant properties of fractions isolated from blue shark (*Prionace glauca*) skin gelatin hydrolysates. *J Funct Foods*, 11, 342-351.
38. Kim SE, Mendis E. 2006. Bioactive compounds from marine processing byproducts: a review. *Food Res Int*, 39, 383-393.
39. Li B, Chen F, Wang X, Ji BP, Wu YN. 2007. Isolation and identification of antioxidative peptides from porcine collagen hydrolysate by consecutive chromatography and electrospray ionization-mass spectrometry. *Food Chem*, 102(4), 1135-1143.
40. Gómez-Guillén MC, López-Caballero ME, López de Lacey A, Alemán A, Giménez B, Montero P. 2010. Antioxidant and antimicrobial peptide fractions from squid and tuna skin gelatin. In: *Sea by-products as a real material: New ways of application*, Le Bihan E, Koueta N (Eds.), Chapter 7, Transworld Research Network Signpost, Kerala, India, pp. 89-115.
41. Kamjanapratum S, Benjakul S. 2015. Cryoprotective and antioxidative effects of gelatin hydrolysate from unicorn leatherjacket skin. *Int J Refrig*, 49, 69-78.
42. Di Bernardini R, Harnedy P, Bolton D, Kerry J, O'Neill E, Mullen AM, Hayes M. 2011. Antioxidant and antimicrobial peptidic hydrolysates from muscle protein sources and by-products. *Food Chem*, 124, 1296-1307.
43. Arfat YA, Benjakul S, Prodpran T, Sumpavapol P, Songtipya P. 2014. Properties and antimicrobial activity of fish protein isolate/fish skin gelatin film containing basil leaf essential oil and zinc oxide nanoparticles. *Food Hydrocoll*, 41, 265-273.
44. Huang SL, Hung CC, Jao CL, Tung YS, Hsu KC. 2014. Porcine skin gelatin hydrolysate as a dipeptidyl peptidase IV inhibitor improves glycemic control in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Funct Foods*, 11, 235-242.
45. Saito M, Kiyose C, Higuchi T, Uchida N, Suzuki H. 2009. Effect of colagen hydrolysates from salmon and trout skins on the lipid profile in rats. *J Agr Food Chem*, 57(21), 10477-10482.
46. Zhang Y, Kouguchi T, Shimizu K, Sato M, Takahata Y, Morimatsu F. 2010. Chicken collagen hydrolysate reduces proinflammatory cytokine production in C57BL/6.KOR-ApoEshl Mice. *J Nutr Sci Vitaminol*, 56, 208-210.
47. Cheng FY, Wan TC, Liu YT, Chen CM, Lin LC, Sakata R. 2009. Determination of angiotensin-I converting enzyme inhibitory peptides in chicken leg bone protein hydrolysate with alcalase. *Anim Sci J*, 80, 91-97.
48. Beynen AC, van Geene HW, Grim HV, Jacobs P, van der Vlerk T. 2010. Oral administration of gelatin hydrolysate reduces clinical signs of canine osteoarthritis in a double blind, placebo-controlled trial. *Am J Anim Vet Sci*, 5(2), 95-99.
49. Gómez-Estaca J, Montero P, Fernández-Martín F, Gómez-Guillén MC. 2009. Physico-chemical and film-forming properties of bovine-hide and tuna-skin gelatin: A comparative study. *J Food Eng*, 90, 480-486.
50. Duan R, Zhang J, Xing F, Konno K, Xu B. 2011. Study on the properties of gelatins from skin of carp (*Cyprinus carpio*) caught in winter and summer season. *Food Hydrocoll*, 25, 368-373.
51. Jamilah B, Tan KW, Umi Hartina MR, Azizah A. 2011. Gelatins from three cultured freshwater fish skins obtained by liming process. *Food Hydrocoll*, 25, 1256-1260.
52. Shakila RJ, Jeevithan E, Varatharajakumar A, Jeyasekaran G, Sukumar D. 2012. Functional characterization of gelatin extracted from bones of red snapper and grouper in comparison with mammalian gelatin. *LWT - Food Sci Technol*, 48, 30-36.
53. Mohtar NF, Perera CO, Hemar Y. 2014. Chemical modification of New Zealand hoki (*Macruronus novaezelandiae*) skin gelatin and its properties. *Food Chem*, 155, 64-73.
54. Sarbon NM, Badii F, Howell NK. 2015. The effect of chicken skin gelatin and whey protein interactions on rheological and thermal properties. *Food Hydrocoll*, 45, 83-92.

Author Instructions

GIDA (2009) 34 (1): 59-63

www.gidadernegi.org / English / The Journal of FOOD /Author Instructions

Manuscript Submission and Copyright Release Form

GIDA (2009) 34 (1): 67

www.gidadernegi.org / English / The Journal of FOOD /Manuscript Submission and Copyright Release Form

Final Check List

GIDA (2009) 34 (1): 68

www.gidadernegi.org / English / The Journal of FOOD /Final Check List

can be reached from those addresses. Authors must read carefully the author instructions and prepare the manuscript accordingly.