

BİR GIDA KATKISI OLARAK JELATİN: YAPISI, ÖZELLİKLERİ, ÜRETİMİ, KULLANIMI ve KALİTESİ

Gökhan Boran*

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Van

Geliş tarihi / *Received*: 02.09.2010

Düzeltilerek Geliş tarihi / *Received in revised form*: 03.02. 2011

Kabul tarihi / *Accepted*: 18.02.2011

Özet

Jelatin, gıdalarda genellikle kıvam artırıcı olarak kullanılan bir katkı maddesidir. Jelatinin oluşturduğu saydam, renksiz, kokusuz ve ağızda kolayca eriyen jel yapı başka kıvam artırıcılar tarafından sağlanamamaktadır. Karbohidrat kaynaklı kıvam artırıcılarla karşılaştırıldığında jelatin bazı üstünlükler göstermekte ve tercih edilmektedir. Bununla birlikte, üretiminin kolay olması ve hammadde sorunu bulunmaması nedeniyle ucuz olarak temin edilebilmektedir. Diğer taraftan, üretiminde domuz derisi ve kemiğinin kullanılması, Müslüman ve Musevi tüketicilerin domuz jelatini kullanılan ürünlerden kaçınmasına neden olmaktadır. Son yıllarda jelatinin domuz dışındaki hayvansal kaynaklardan üretimi pek çok bilimsel araştırmanın konusu olmuştur. Elde edilen sonuçlar, balık ve tavuk gibi hayvanların derisinden elde edilen jelatinin domuz jelatini kadar kaliteli olabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Kolajen, jelatin, kıvam artırıcı, gıda

GELATIN AS A FOOD ADDITIVE: STRUCTURE, CHARACTERISTICS, PRODUCTION, APPLICATIONS and QUALITY

Abstract

Gelatin is an additive generally used as a thickening agent in foods. Gelatin's clear, colorless, odorless, and ready-to-melt in the mouth gels have not yet duplicated by any other thickening agent. Compared to carbohydrate-based thickening agents, use of gelatin is favorable due to its superior characteristics. In addition, gelatin can be obtained at low cost due to a ready supply of suitable raw material and ease of manufacturing. On the other hand, use of pork skin and bones in gelatin manufacturing causes Muslims and Jews to avoid pork-gelatin-used food products. Recently, use of alternative raw materials in gelatin manufacturing has been on focus of many scientific researches. Results obtained in these studies suggest that gelatin extracted from fish and chicken skin might be high in quality, as much as pork gelatin.

Keywords: Collagen, gelatin, thickening agent, food

*Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ gboran@yyu.edu.tr © (+90) 432 225 1025 - 2740 ☎ (+90) 432 225 1104

GİRİŞ

Jelatin ülkemiz dâhil pek çok ülkede gıda katkı maddesi olarak sınıflandırılmamaktadır (1). Buna rağmen jelatin, çeşitli gıda ürünlerinde reolojik ve tesktürel özelliklerin iyileştirilmesi için yaygın olarak kullanılan bir katkıdır (2). Gıda ürünlerinin yanı sıra ilaç, kozmetik, fotoğraf, boya, tarım ilaçları gibi çeşitli ürünlerin üretiminde de jelatin kullanılmaktadır (3-5). Hammaddesi olan kolajen, hayvanlarda çok yaygın bulunan yapısal bir proteindir. Deri, kemik, ve tendon gibi dokularda oldukça yüksek miktarlarda bulunur. Öyle ki, kolajen hayvanlar âleminde en çok bulunan proteindir (6, 7). Ticari olarak üretilen jelatinin büyük bir kısmı domuz derisinden üretilmektedir (8, 9). Bununla birlikte, pek çok hayvanın kemik ve derisi jelatin üretiminde kullanılabilir. Balık ve kanatlı hayvanların işlenmesi ile açığa çıkan atıkların da jelatin üretiminde değerlendirilmesi mümkündür (2, 3, 10-15). Son yıllarda yapılan çalışmalar, balıktan elde edilen jelatinin diğer kaynaklardan elde edilen jelatinle kalite açısından eşdeğer olabileceğini göstermektedir (16-19). Başka hayvanların işlenmesi ile ortaya çıkan atıkların da jelatin üretiminde kullanılabilceği gösterilmiştir (14, 15, 17, 18, 20, 21).

Bu derlemenin amacı; özellikle gıda ürünlerinde yaygın olarak kullanılması ve son zamanlarda hakkında çeşitli tartışmaların olması nedeniyle; jelatinin yapısını, özelliklerini, üretimini, kullanıldığı ürünleri ve kullanılma amacını irdelemektir.

JELATİNİN HAMMADESİ: KOLAJEN

Kolajen sadece hayvanlarda bulunan yapısal bir proteindir. Memelilerin vücudunda en yaygın bulunan protein kolajendir. Deri, kemik, tendon ve bağ dokunun temel yapı taşıdır (22, 23). Temel yapısı üç adet çoklu prolin zincirinin oluşturduğu üçlü sarmaldır. Bu zincirlerde her üç aminoasitten birinin glisin (GLY) olması üçlü sarmal yapının oluşmasında önemli rol oynar ve kolajen molekülünün en karakteristik özelliğidir (24).

Bu zincirlerin genel aminoasit dizilimi GLY-X-Y şeklindedir. Bu dizilimde X genellikle prolin (PRO) ve Y genellikle PRO'in hidroksillenmiş hali olan hidroksiprolin (HYP)'dir (23-25).

Ancak X ve Y pozisyonunda, triptofan (TRP) ve

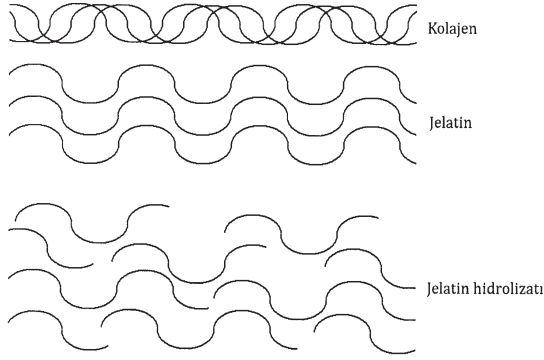
sistein (CYS) hariç DNA tarafından kodlanan diğer 16 aminoasitten herhangi biri bulunabilir. Genel olarak kolajenin yapısında TRP ve CYS bulunmaz (7, 23-25). Bununla birlikte, kükürt içeren aminoasitlerden metiyonin (MET) ve yan zinciri halkalı olan aminoasitlerden fenilalanin (PHE), histidin (HIS) ve tirozin (TYR) kolajenin yapısında az miktarda bulunur (7, 26). Kolajen, oransal olarak PRO ve HYP içeriği ile diğer proteinlerden ayrılır. Öyle ki, başka hiçbir proteinde oransal olarak kolajende olduğu kadar PRO ve HYP bulunmaz (7, 10, 22, 23). Kolajenin toplam PRO ve HYP oranı kolajenin elde edildiği kaynağa bağlı olarak değişmekle birlikte %20 civarındadır. Benzer şekilde, kolajenin HYP içeriği de kolajenin kaynağına bağlı olarak değişir ve %10 civarındadır (7, 23). Doğrudan HYP miktarının tespiti kolajen ve/veya jelatin miktarı hakkında bilgi verir.

Kolajenin oluşmasında hidrojen bağları büyük rol oynar. Hidrojen bağları bir alfa zincirinde bulunan GLY'nin amino grubu ile komşu alfa zincirinde 'X' pozisyonunda bulunan aminoasidin karboksil grubu arasındadır (23-25). Alfa zincirler arasındaki hidrojen bağlarına ek olarak, su ile yapılan hidrojen bağları da kolajenin yapısı açısından önem taşımaktadır. 'X' ve 'Y' pozisyonunda bulunan aminoasitlerin yan zincirleri kolajen molekülünün merkezine göre dışa dönüktür. Bu yan zincirlerdeki yüklü gruplar (bazik ve asidik aminoasitler) ve aminoasitlerin yan zincirleri arasındaki iyonik etkileşimler kolajen fibrillerinin oluşmasında rol oynar. Ancak, kolajen fibrilleri esasen farklı kolajen moleküllerinde bulunan lizin (LYS)'ler arasında oluşan kovalent bağlarla oluşur. HYP'in de kolajen fibrilleri oluşumunda önemli rol oynadığı düşünülmektedir (24-26).

JELATİNİN YAPISI

Kolajen içeren dokular genellikle seyreltik alkali ve/veya asit ile muamale edildikten sonra suda 40 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda hidrolize edilir. Böylece kolajenin fibril yapısı geri dönüşsüz olarak parçalanır (27-29). Oluşan ürün su ile yüksek viskoziteye sahip çözelti meydana getirir. Bu çözelti soğutulduğunda jel oluşturma yeteneğine sahiptir. Jelatinin ana molekülü olan kolajenin molekül ağırlığı yaklaşık olarak 330 kDa'dur (24-26). Kolajen molekülünün kısmi hidrolizi ile alfa zincirler arasındaki hidrojen bağları ve bazı kovalent bağlar kopar. Bununla birlikte alfa

zincirler, peptit bağlarının da kopması ile daha küçük parçalara ayrılır. Oluşan kolajen parçalarından molekül ağırlığı 30 kDa'un üzerinde olanlar jelatin olarak adlandırılır (9, 27). 30 kDa'dan küçük kolajen parçaları jelatin olarak değil ancak jelatin hidrolizati olarak adlandırılır (Şekil 1). Bu parçaların tek başlarına jel oluşturma yetenekleri yoktur (9, 30).



Şekil 1. Kolajen, jelatin ve jelatin hidrolizatının şematik olarak görünümü. Şekil 1, MS Windows Paint yazılımının 6.0 sürümü ve MS Office PowerPoint 2007 yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, ortalama molekül ağırlığı az olan (<10 kDa) jelatin hidrolizatının güçlü antioksidan özellik gösterdiğini ortaya koymaktadır (31). Bu nedenle jelatin hidrolizatı da gıda ve ilaç endüstrisinde kullanım alanı bulabilmektedir. Şekil 1'de şematik olarak görüldüğü gibi, ısıl işlemin etkisiyle kolajeni oluşturan alfa zincirler açılır ve daha küçük parçalara ayrılır.

Bu işlemi uzun süre ve/veya yüksek sıcaklıkta yapmak kolajenin aşırı hidroliz olması ve daha kısa peptit zincirlerinin oluşması anlamına gelir. Sonuç olarak jelatin, kolajenin hidrolize edilmesiyle oluşan çeşitli büyüklükteki kolajen parçalarıdır ve kolajenin aksine suda çözünür.

JELATİNİN ÖZELLİKLERİ

Jelatin diğer jelleştirici karbohidratlarla karşılaştırıldığında bazı avantajlar sağlaması nedeniyle halen tercih edilmekte ve yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Çizelge 1). Bu avantajlar arasında, jelatinin düşük sıcaklıklarda (insan vücut sıcaklığı) kolayca eriyebilmesi ve erime ile jelleşme sıcaklığı arasında görece daha küçük fark olması en önemlileridir (9, 32, 33).

Bununla birlikte jelatin, suda kolay çözünür olması, tatsız ve kokusuz olması, birkaç fonksiyonel özelliği birlikte gösterebilmesi ve çeşitli uygulamalar için farklı özelliklere sahip olarak üretilebilmesi nedeniyle tercih edilmektedir (2-5). Jelatin, üretim koşullarına ve üretildiği hammaddeye bağlı olarak, farklı molekül ağırlığına ve aminoasit kompozisyonuna sahip olarak elde edilebilmektedir. Dolayısıyla, farklı özelliklere (jel gücü ve viskozite gibi) sahip jelatinler elde edilmekte ve bu jelatinler farklı uygulamalarda kullanılabilir.

Ticari olarak üretilen ve domuz derisinden elde edilen jelatin çeşitleri genel olarak 50-300 g jel gücüne (bloom strength) ve 1.5-7.5 cP viskoziteye sahip olmaktadır. Balık ve tavuk derisinden elde

Çizelge 1. Jelatinin diğer kıvam artırıcılarla özellikleri bakımından karşılaştırılması.

Jelatin	Diğer kıvam artırıcılar
Çok fonksiyonludur. Jelleştirici, kıvam artırıcı, emülsifiye edici, köpük önleyici, ve film oluşturuçu olarak kullanılabilir.	Diğer kıvam artırıcılar jelatinin yerine getirdiği fonksiyonları tek başına yapamaz, her fonksiyon için ayrı ayrı kıvam artırıcı kullanmak gerekir.
Jelatin ülkemiz dahil olmak üzere pek çok ülkede gıda katkısi olarak değerlendirilmez yani kullanımı serbest ve güvenlidir.	Diğer kıvam artırıcılar genellikle bir E numarasına sahiptir ve gıda katkısi olarak değerlendirilir.
Jelatin ısıll olarak geri dönüşlü bir jel oluşturur ve en önemli özelliği vücut sıcaklığında eriyebilmesidir. Dolayısıyla gıda endüstrisinde tercih edilmektedir.	Diğer kıvam artırıcılar daha yüksek erime sıcaklığına sahiptir ve geri dönüşlü bir jel oluştursalar bile erime ve jelleşme sıcaklıkları arasında büyük fark vardır.
Jelatin kolajenin hidroliz derecesine göre farklı jel gücünde ve şekillerde üretilebilir.	Diğer kıvam artırıcılarla farklı jel gücü elde edebilmek için şeker ve tuz gibi bileşenler kullanılır.
Jelatin tam ve kolay olarak sindirilebilir.	Diğer kıvam artırıcılar bazı minerallerin emilimini düşürebilmektedir.
Jelatin gıdaların normal pH değerlerinde fonksiyonunu yerine getirebilir.	Diğer kıvam artırıcıların jelleşmesi için tuz, şeker ve gıda asitlerinin eklenmesi gerekli olabilir.

edilen jelatin de benzer jel gücü ve vizkoziteye sahip olarak üretilebilmektedir (kolajenin hidroliz düzeyi ve ortalama molekül ağırlığına bağlı olarak).

JELATİN ÜRETİMİ

Jelatin üretiminde esas amaç, suda çözünmeyen kolajenin hidrolize edilerek daha küçük parçalara bölünmesi, böylece suda çözünür hale getirilmesi ve en iyi jelleşme özelliklerine sahip jelatinin elde edilmesidir (27-29). Uygulanacak ekstraksiyon işlemi, kolajenin aşırı parçalanmasına neden olmamalı ancak yeterli düzeyde parçalanma sağlanarak üstün jelleşme özelliği gösteren jelatinin üretilmesi amaçlanmalıdır (27-29). Elde edilecek jelatinin kalitesi üretim koşullarına göre büyük ölçüde değişir. Kolajen içeren dokuların jelatin ekstraksiyonuna hazırlanması esnasında kullanılacak asit ve/veya alkali konsantrasyonu jelatinin kalitesi açısından önemlidir. Buna ek olarak, ekstraksiyon sıcaklığı ve süresi de elde edilecek jelatinin kalitesini belirleyen en önemli faktörlerdendir (34-36).

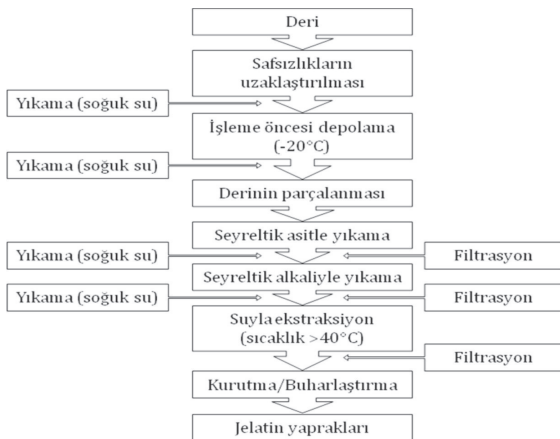
Jelatin üretimi üç temel aşamada gerçekleştirilir: (A) Kolajen içeren dokuların jelatin üretimine hazırlanması (yıkama, küçük parçalara bölme, safsızlıkları ayırma, seyreltik asit ve/veya alkali ile yıkama, yağ ve tuzların uzaklaştırılması, kolajen içeren dokunun belli bir dereceye kadar ölçülü bir şekilde yıpratılması ile jelatin ekstraksiyonuna hazır hale getirilmesi). (B) Jelatin ekstraksiyonu (ekstraksiyona hazırlanan dokuların 40 °C'nin üzerindeki sıcaklıklardaki suda karıştırılarak

bekletilmesi). (C) Ekstraksiyon çözeltilisinin süzülmesi ve buharlaştırılması (40-80 °C arasındaki sıcaklıklarda ısı muamele ya da dondurarak kurutma uygulanarak), elde edilen kalıntının öğütülmesi ve ambalajlanması (28, 29) (Şekil 2).

İlk aşamada kullanılan yıkama çözeltilisi seyreltik asit ise elde edilen jelatin A tipi, seyreltik alkali ise elde edilen jelatin B tipi olarak sınıflandırılır (28, 29). Günümüzde hem asit hem de alkali kullanılan ekstraksiyon işlemleri bulunmaktadır (30). Genellikle hammadde deri ise A tipi jelatin, kemik ise B tipi jelatin üretimi gerçekleştirilir (29). Son ürünün içeriği yaklaşık olarak %8-15 su, %1-2 mineral tuz, ve %84-90 protein şeklindedir. Bu ürün kuru bir ortamda ve oda sıcaklığında yıllarca saklanabilir (29).

Jelatin üretiminde önemli olan bir diğer husus ürün verimidir. Ürün verimi en basit şekliyle ekstraksiyon sonunda elde edilen protein miktarının jelatin üretiminde kullanılan toplam hammaddeye oranı olarak değerlendirilmektedir. Bu şekilde yapılan değerlendirme elbette bazı hatalara neden olabilmektedir. Öncelikle, elde edilen proteinin tamamının kolajen ya da jelatin olduğu varsayımı doğru değildir. Aslında bu şekilde hesaplanan ürün verimi, sadece genel protein verimi olarak belirtilmelidir. Söz konusu ürün jelatin olduğuna göre, hammaddede bulunan jelatin ya da kolajenin ne kadarının son ürünle birlikte alınabildiği gerçek ürün verimi olarak değerlendirilmelidir. Bu amaçla, kolajen ya da jelatin miktarının doğrudan tespit edilebildiği yöntemler (Woessner metodu gibi) kullanılmalıdır (9, 35).

Doğrudan jelatin veriminin hesaplandığı durumlarda, kullanılan hammadde deri ise %10'un üzerinde verim elde etmek mümkündür. Eğer hammadde kemik, kıkırdak, balık pulu veya kemiği ise bu durumda verim %5'e kadar düşmektedir. Bunun nedeni; kemik, kıkırdak ve balık pulu gibi dokularda deri ile benzer oranlarda protein ya da kolajen bulunmasına rağmen; bu dokuların özellikle kalsiyum gibi mineral maddeler bakımından zengin olması ve bu minerallerin protein ekstraksiyonundan önce uzaklaştırılması zorunluluğudur. Bu ön işlemler, hem ürün verimini düşürmekte hem de bu dokulardan elde edilen jelatin deriden elde edilen jelatine göre daha düşük kalitede olmaktadır. Elde edilen ürün verimi ekstraksiyon koşullarından büyük ölçüde etkilenmektedir (35).



Şekil 2. Deriden jelatin üretiminin genel akış şeması. Şekil 2, MS Windows Paint yazılımının 6.0 sürümü ve MS Office PowerPoint 2007 yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur.

JELATİNİN KULLANILDIĞI ÜRÜNLER VE KULLANILMA AMACI

Jelatin; gıda, kozmetik, ilaç, fotoğraf ve boya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan önemli bir endüstriyel katkıdır (2-5). Yapıştırıcı, kıvam artırıcı, köpük önleyici ve emülgatör olarak kullanılması jelatinin başlıca kullanım alanlarıdır. Çizelge 2 jelatinin kullanıldığı ürünleri ve jelatinin kullanım amacını özetlemektedir.

Jelatin gıdalarda genellikle kıvam artırıcı ya da jelleştirici olarak kullanılmakta ancak yenilebilir bir ambalaj materyali veya fonksiyonel katkıların mikroenkapsülasyonunda kaplama materyali olarak kullanım olanakları araştırılmaktadır (37, 38).

Son yıllarda yayınlanan bazı araştırma ve derlemeler, jelatinin çeşitli ürünlerde nasıl kullanıldığını ve gıda teknolojisindeki önemini göstermektedir. Ayana ve Turhan (2010) tarafından yayınlanan derlemede, jelatinin antimikrobiyel maddelerin taşıyıcısı durumunda kullanıldığı gıda kaplama uygulamalarından bahsedilmektedir (39). Karagöz ve Candoğan (2007) tarafından yayınlanan başka bir derlemede ise, antimikrobiyel maddelerin uygulandığı jelatinin yenilebilir bir kaplama materyali olarak et ürünlerinde başarıyla kullanıldığı bildirilmektedir (40). Güven ve arkadaşları (2010) tarafından yapılan bir çalışmada ise az yağlı dondurmaların üretiminde yağ yerine kullanılan

ikame maddelerinden stabilizatörler arasında jelatine de yer verilmiş ve olumlu sonuçlar alınmıştır (41). Jelatinin gıda endüstrisinde kullanımı üzerine örnekleri çoğaltmak mümkündür.

JELATİNİN KALİTESİ

Jelatin kalitesinin belirlenmesinde en çok kullanılan parametreler jel gücü ve viskozitedir (9). Bu iki parametre ölçülürken doğrudan jelatin üzerinde değil, jelatin ile hazırlanan jel veya jelatin çözeltisi üzerinde ölçüm yapılır. Ağırlıkça %6.67 oranında jelatin saf suda çözünür (105 ml saf su için 7.5 g jelatin). Jel gücü testi için standart 'bloom' kavanozu kullanılır (150 ml kapasiteli, 85 mm yüksekliğinde, 59 mm iç çapında, 66 mm dış çapında, boyun iç çapı 41 mm olan ve omuz yüksekliği 65 mm olan düz tabanlı cam kavanoz) (9). Hazırlanan jelatin çözeltisi kavanoza doldurulduktan sonra 10 °C sıcaklıkta 16-18 saat bekletilerek jelleşmesi sağlanır. Daha sonra, bir tekstür cihazı yardımıyla 12.7 mm çapında silindir şeklindeki bir başlık jele 4 mm daldırılır. Başlık jele 4 mm daldırıldığında okunan kuvvet jel gücü olarak g cinsinden verilir (9, 42). Viskozite testinde ise ölçüm jelleşme olmadan yapılır. Hazırlanan jelatin çözeltisi boru tipi bir viskozimetreye doldurulur ve 60 °C'de tutularak jelatin çözeltisinin akış hızı ölçülür. Sonuç, kalibrasyon gerekli ise kalibrasyondan ve gerekli hesaplamalardan sonra santipoise (cP) olarak verilir (9, 42). Jelatin

Çizelge 2. Jelatin kullanılan endüstriyel ürünler ve jelatinin bu ürünlerde kullanıma amacı.

Kullanıldığı Ürün	Kullanılma amacı
Tatlı ve şekerlemeler	Esneklik kazandırır. Çiğneme özelliklerini iyileştirir. Raf ömrünü uzatır.
Süt ürünleri	Esneklik kazandırır. Kıvam artırır. Yapısal özellikleri iyileştirir.
Fırın ve pastacılık ürünleri	Dolgu materyalinin yapısını korur. Emülsiyon özelliklerini iyileştirir. Dondurma işleminin zararlarından korur.
Et, balık ve sosis	Yenilebilir koruyucu kaplama olarak kullanılır. Görünüşü iyileştirir. Raf ömrünü uzatır.
İlaç kapsül ve tabletleri	Sert ve yumuşak kapsüllerin önemli bir bileşenidir. İlacı oksijen ve ışığın zararlı etkisinden korur. İlacın uzun süre etkin kalmasını sağlar.
Vitamin ürünleri	Vitaminleri oksijen ve ışığın zararlı etkisinden korur. Raf ömrünü uzatır.
Fotoğraf ürünleri	Film geliştirilmesinde rol alır. Grafik film ve renkli fotoğraf kağıdı için kullanılır. Renklerin parlak ve düzgün çıkmasına yardım eder.
Şarap, bira, meyve suyu	Çöktürme amacıyla kullanılır. Homojen ve saydam yapı oluşmasında rol alır.
Kibrit	Kibrit uçlarının ahşap sapa tutunmasında kullanılır.
Kâğıt ve kitap	Kitapların onarılmasında kullanılır. Kâğıt ürünlerinin suya dayanımını artırmak için kullanılır. Kâğıda dayanım ve sertlik kazandırmak için kullanılır.
Kimyasal ürünler	Yüksek saflıktaki metallerin üretiminde kullanılır.

kalitesinin belirlenmesi için bu iki teste ek olarak doğrudan jelatin üzerinde yapılan bazı testler de vardır. Jelatinde bulunan su miktarı, protein miktarı, hidroksiprolin miktarı, safsızlıklar miktarı bunlar arasında sayılabilir (43). Ayrıca, belli jelatin konsantrasyonlarında hazırlanan jeller üzerinde yapılan erime ve jelleşme noktası analizi, duyuşsal ve tesktürel testler ile jelatinin kalitesi hakkında daha detaylı bilgi edinilebilir (44-47).

Tekstür cihazı ile yapılan jel gücü ve tekstürel profil analizi, tekrarlanabilirliği yüksek (tekerrürler arasında ± 10 g kuvvetten daha az sapma) ve çok hassas (örneğin 0.1 g kuvvet hassasiyetle) testlerdir. Ayrıca, tekstür cihazı ile ölçülen tekstürel profil parametreleri duyuşsal olarak belirlenen benzer parametreler ile yüksek korelasyon vermektedir (34, 48). Bu durum, pratik ve hızlı oluşunun yanı sıra tekrarlanabilir ve güvenilir sonuç alınması nedeniyle tekstür cihazlarının jel özelliklerinin belirlenmesinde kullanımını yaygınlaştırmıştır.

Benzer şekilde, paralel tabaka reometreler ile ölçülen termal özellikler tekrarlanabilirliği yüksek sonuçlar vermektedir. Aynı koşullar altında hazırlanan farklı jelatin jellerinin sıcaklığının, sabit kayma gerilimi altında ve belli sıcaklıklar arasında aşamalı olarak artırılıp azaltılması yoluyla jelatin jellerinin erime ve jelleşme sıcaklığı çok hassas (± 0.1 °C) bir şekilde tespit edilebilmektedir (16, 19-21).

Ortalama moleköl ağırlık, jelatin kalitesi bakımından belirleyici olan bir diğler parametredir. Elde edilen jelatinin ortalama moleköl ağırlığı jel elektroforezi ile kalitatif veya kantitatif (jel üzerindeki protein bantlarının renk yoğunluğunun ölçümü ve çeşitli ticari yazılımlar ile bilgisayar ortamında değerlendirilmesi yoluyla) olarak belirlenebilir ve böylece kolajenin ne kadar hidroliz olduğu hakkında bilgi edinilebilir. Gerektiğinden fazla hidroliz olan jelatinlerin ortalama moleköl ağırlığı düşük olmakta ve buna bağılı olarak jel gücü ve viskozite de düşük olmaktadır (9, 49).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemiz dâhil başka pek çok ülkede jelatin gıda olarak kabul edilmekte ve tüketimi sınırlandırılmaktadır. Ancak, fonksiyonel özellikleri nedeniyle, özellikle gıda ürünlerinde aldatmaya yönelik

gereğinden fazla kullanılma olasılığı kontrol edilmeli ve jelatinin kullanımı bazı kurallara bağlanmalıdır.

Jelatin, karbohidrat kaynaklı kıvam artırıcılara göre belli üstünlükleri ve avantajları olan bir proteindir. Tüketici beğeni ve hassasiyetleri göz önüne alınmalı, özellikle Müslüman ve Musevi tüketicilerin beklentileri karşılanmalı, jelatin içeren ürünler jelatinin elde edildiği kaynağın da belirtildiği etiketlerle satışa sunulmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Anon 2008. Türk Gıda Kodeksi. Renklendiriciler ve Tatlandırıcılar Dışındaki Gıda Katkı Maddeleri Tebliği (2008/22). Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı. 22 Mayıs 2008 tarih ve 26883 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
2. Baziwane D, He Q. 2003. Gelatin: The Paramount Food Additive. *Food Rev Int*, 19 (4), 423-435.
3. Djagny KB, Wang Z, Xu S. 2001. Gelatin: A Valuable Protein for Food and Pharmaceutical Industries: Review. *Crit Rev Food Sci*, 41 (6), 481-492.
4. Imeson A. 1997. Thickening and Gelling Agents for Food, Springer, USA, pp. 146.
5. Jones NR. 1977. Uses of Gelatin in Edible Products. In: *The Science and Technology of Gelatin*, Ward AG, Courts A (eds), Academic Press, USA, pp. 366-392.
6. DeMan JM. 1999. Proteins: Animal Proteins. In: *The Principles of Food Chemistry*, Aspen Publishers, USA, pp. 147-149.
7. Balian G, Bowes JH. 1977. The Structure and Properties of Collagen, In: *The Science and Technology of Gelatin*, Ward AG, Courts A (eds). Academic Press, UK, pp. 1-27.
8. Karim AA, Bhat R. 2008. Gelatin Alternatives for the Food Industry: Recent Developments, Challenges and Prospects. *Trends Food Sci Tech*, 19, 644-656.
9. Boran G, Regenstein JM. 2010. Fish Gelatin, In: *Advances in Food and Nutrition Research*, Taylor SL (ed), Volume 60, Academic Press, UK, pp. 119-144.

10. Eastoe JE, Leach AA. 1977. Chemical Constitution of Gelatin. In: *The Science and Technology of Gelatin*. Ward AG, Courts A (eds), Academic Press, USA, pp. 73-105.
11. Badii F, Howell NK. 2006. Fish Gelatin: Structure, Gelling Properties and Interaction with Egg Albumen Proteins. *Food Hydrocolloid*, 20, 630-640.
12. Cheow CS, Norizah MS, Kyaw ZY, Howell NK. 2007. Preparation and Characterization of Gelatins from the Skins of Sin Croaker (*Jobnius dussumieri*) and Short Fin Scad (*Decapterus macrosoma*). *Food Chem*, 101, 386-391.
13. Kasankala LM, Xue Y, Weilong Y, Hong SD, He Q. 2007. Optimization of Gelatin Extraction from Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*) Fish Skin by Response Surface Methodology. *Bioresource Technol*, 98 (17), 3338-3343.
14. Zhang S, Wang Y, Herring JL, Oh JH. 2007. Characterization of Edible Film Fabricated with Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) Gelatin Extract Using Selected Pretreatment Methods. *J Food Sci*, 72 (9), C498-C503.
15. Yang H, Wang Y, Jiang M, Oh JH, Herring J, Zhou P. 2007. 2-Step Optimization of the Extraction and Subsequent Physical Properties of Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) Skin Gelatin. *J Food Sci*, 72 (4), C188-C195.
16. Boran G, Mulvaney SJ, Regenstein JM. 2010. Rheological Properties of Gelatin from Silver Carp Skin Compared to Commercially Available Gelatins from Different Sources. *J Food Sci*, 75 (8), E565-E571.
17. Arnesen JA, Gildberg A. 2007. Extraction and Characterization of Gelatin from Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Skin. *Bioresource Technol*, 98, 53-57.
18. Cho SM, Gu YS, Kim SB. 2005. Extracting Optimization and Physical Properties of Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*) Skin Gelatin Compared to Mammalian Gelatins. *Food Hydrocolloid*, 19, 221-229.
19. Gudmundsson M. 2002. Rheological Properties of Fish Gelatins. *J Food Sci*, 67 (6), 2172-2176.
20. Gilenan PM, Ross-Murphy SB. 2000. Rheological Characterization of Gelatins from Mammalian and Marine Sources. *Food Hydrocolloid*, 14, 191-195.
21. Haug IJ, Draget KI, Smidsrod O. 2004. Physical and Rheological Properties of Fish Gelatin Compared to Mammalian Gelatin. *Food Hydrocolloid*, 18, 203-213.
22. Hulmes DJS. 2008. Collagen Diversity, Synthesis, and Assembly. In: *Collagen, Structure and Mechanics*. Fratzl P (ed), Springer, New York, pp. 16-22.
23. Brinckmann J. 2005. Collagens at a Glance. In: *Collagen: Primer in Structure, Processing and Assembly*. Brinckmann J, Notbohm H, Müller PK (eds), Springer, USA, pp. 1-6.
24. Engel J, Bachinger HP. 2005. Structure, Stability and Folding of the Collagen Triple Helix. In: *Collagen: Primer in Structure, Processing and Assembly*. Brinckmann J, Notbohm H, Müller PK (eds), Springer, USA, pp. 8-24.
25. Fratzl P. 2008. Collagen: Structure and Mechanics, an Introduction. In: *Collagen: Structure and Mechanics*, Fratzl P (ed), Springer, USA, pp. 1-13.
26. Eyre DR, Wu JJ. 2005. Collagens Crosslinks. In: *Collagen: Primer in Structure, Processing and Assembly*. Brinckmann J, Notbohm H, Müller PK (eds), Springer, USA, pp. 208-225.
27. Johns P, Courts A. 1977. Relationship between Collagen and Gelatin. In: *The Science and Technology of Gelatin*, Ward AG, Courts A (eds), Academic Press, USA, pp. 138-168.
28. Petersen BR, Yates JR. 1977. Gelatin Extraction. United States Patent No: 4,064,008.
29. Hinterwaldner R. 1977. Technology of Gelatin Manufacture. In: *The Science and Technology of Gelatin*, Ward AG, Courts A (eds), Academic Press, USA, pp. 315-361.
30. Zhou P, Regenstein JM. 2005. Effects of Alkaline and Acid Pretreatments on Alaska Pollock Skin Gelatin Extraction. *J Food Sci*, 70 (6), 392-396.
31. You L, Regenstein JM, Liu RH. 2010. Optimization of Hydrolysis Conditions for the Production of Antioxidant Peptides from Fish Gelatin Using Response Surface Methodology. *J Food Sci*, 75 (6), C582-C587.
32. Stainsby G. 1977. The Gelatin Gel and the Sol-Gel Transformation. In: *The Science and Technology of Gelatin*, Ward AG, Courts A (eds), Academic Press, USA, pp. 179-206.

33. Williams PA (ed). 2007. Handbook of Industrial Water Soluble Polymers. Wiley-Blackwell, USA, pp. 75-76.
34. Boran G, Lawless HT, Regenstein JM. 2010. The Effect of Extraction Conditions on the Sensory and Instrumental Characteristics of Fish Gelatin Gels. *J Food Sci*, 75 (9), S469-S476.
35. Boran G, Regenstein JM. 2009. Optimization of Gelatin Extraction from Silver Carp Skin. *J Food Sci*, 74 (8), E432-E441.
36. Cho SH, Jahncke ML, Chin KB, Eun JB. 2006. The Effect of Processing Conditions on the Properties of Gelatin from Skate (*Raja kenoi*) Skins. *Food Hydrocolloid*, 20, 810-816.
37. Bustillos RJA, Olsen CW, Olson DA, Chiou B, Yee E, Bechtel PJ, McHugh TH. 2006. Water Vapor Permeability of Mammalian and Fish Gelatin Films. *J Food Sci*, 71 (4), E202-E207.
38. Gomez-Guillen MC, Ihl M, Bifani V, Silva A, Montero P. 2007. Edible Films Made from Tuna Fish Gelatin with Antioxidant Extracts of Two Different Murta Ecotypes Leaves (*Ugni molinae*). *Food Hydrocolloid*, 21, 1133-1143.
39. Ayana B, Turhan KN. 2010. Gıda Ambalajlamasında Antimikrobiyel Madde İçeren Yenilebilir Filmler/Kaplamalar ve Uygulamaları. *Gıda*, 35 (2), 151-158.
40. Karagöz Z, Candoğan K. 2007. Et Teknolojisinde Antimikrobiyal Ambalajlama. *Gıda*, 32 (3), 113-122.
41. Güven M, Karaca OB, Yaşar K. 2010. Düşük Yağ Oranlı Kahramanmaraş Tipi Dondurma Üretiminde Farklı Emülgatörlerin Kullanımının Dondurmaların Özellikleri Üzerine Etkileri. *Gıda*, 35 (2), 97-104.
42. Wainwright FW. 1977. Physical Tests for Gelatin and Gelatin Products. In: *The Science and Technology of Gelatin*, Ward AG, Courts A (eds), Academic Press, USA, pp. 529.
43. Zhou P, Regenstein JM. 2006. Determination of Total Protein Content in Gelatin Solutions with the Lowry or Biuret Assay. *J Food Sci*, 71 (8), 474-479.
44. Rao MA. 2007. Rheology of Fluid and Semisolid Foods. Springer, New York, pp. 104-107.
45. Chiou BS, Bustillos RJA, Shey J, Yee E, Bechtel PJ, Imam SH, Glenn GM, Orts WJ. 2006. Rheological and Mechanical Properties of Cross Linked Fish Gelatins. *Polymer*, 47, 6379-6386.
46. Zhou P, Regenstein JM. 2007. Comparison of Water Gel Desserts from Fish Skin and Pork Gelatins Using Instrumental Measurements. *J Food Sci*, 72 (4), C196-201.
47. Zhou P, Mulvaney SJ, Regenstein JM. 2006. Properties of Alaska Pollock Skin Gelatin: A Comparison with Tilapia and Pork Skin Gelatins. *J Food Sci*, 71 (6), 313-321.
48. Choi SS, Regenstein JM. 2000. Physicochemical and Sensory Characteristics of Fish Gelatin. *J Food Sci*, 65 (2), 194-199.
49. Regenstein JM, Zhou P, Wang Y, Boran G. 2010. Fish Gelatin: An Unmet Opportunity, In: *A Sustainable Future: Fish Processing Byproducts*, Bechtel PJ, Smiley S (eds), Alaska Sea Grant, University of Alaska Fairbanks, pp. 27-40.