

PEKTİNİN FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ, ÜRETİMİ VE GIDALARDA KULLANIMI

PECTIN, ITS PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES, PRODUCTION AND ITS USE IN FOODS

Nurhan ARSLAN

Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü- ELAZIĞ

ÖZET: Pektin gıda, ilaç, kağıt ve tekstil endüstrilerinde jel yapıcı, stabilizan ve emülsifiyan olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Tarımsal endüstri artıklarının değerlendirilmesi özellikle bu endüstri kolları gelişen ülkelerde güncel bir konudur. Bu artıklar bazı hallerde çok kıymetli ürünleri içermektedir. Pektin eldesinde başlıca hammadde kaynağı elma posası, portakal kabukları, ayçiçeği tablası ve şeker pancarı küspesidir. Ülkemizde pektin ihtiyacının tamamı ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Son yıllarda tüketime hazır gıdalar sektöründeki gelişmeler nedeniyle, Türkiye'de pektin kullanımını yaygınlaştırdığından ihtiyaç giderek artmaktadır.

SUMMARY: Pectin is widely used by the food, pharmaceutical, textile and paper industries as a gelling, stabilizing, emulsifying and thickening agent. Primary sources of pectin are citrus fruits, apple, sunflower head and sugar-beet pulp. The pectin requirement in Turkey is met through imports, mostly from European countries. Pectin requirement has increased because of wide pectin uses due to developments in food sector recently.

GİRİŞ

Pektik maddeler bitkilerin hücre zarlarında, hücre aralarında veya orta lamel bölgesinde kolloidal olarak bulunan kompleks asidik heteropolisakaritlerdir. Genel olarak pektin, farklı oranlarda metil ester içeren ve farklı nötralizasyon derecesinde suda eriyen, uygun koşullar altında şeker ve asitle jelimsi bir yapı oluşturan maddedir. Pektin bitkisel kaynaklı bir stabilizör olup, her meyve ve sebze farklı nitelik ve miktarlarda bulunur. Elma posası, portakal kabuğu, ayçiçeği tablası ve şeker pancarı küspesi gibi tarımsal endüstri artıkları önemli miktarda pektin içermektedirler. Herhangi bir bitkiden elde edilebilecek pektin miktarı ve bileşimi; bitkinin türüne ve çeşidine, olgunluk derecesine, bitkinin ekstraksiyonda kullanılan kısmına, ekstraksiyon öncesi işlemlere ve ekstraksiyon yöntemine göre değişmektedir (GEE ve ark., 1958; KIRK-OTHMER, 1967; LEE, 1983).

PEKTİN VE YAPISI

Pektik maddelerin temel bileşeni D-Galakturonik asittir. Galakturonik asit birimleri α (1-4) glikozid bağlarıyla bağlanmışlardır ve metanol ile kısmen esterleşmişlerdir. Pektinler, D-galakturonik asit birimlerinden başka diğer şekerleri de içerirler. Bunlar arasında D-galaktoz, L-arabinoz ve L-ramnoz en önemlileridir. Bu şekerlerin çoğu muhtemelen pektin molekülüne kovalent olarak bağlanmışlardır. Pektin, uzun zincirler halindedir ve kısmen metil ester grubu bulunduran 1,4- α -D-galakturonan, dallanmış L-araban, 1,4- β -D-galaktan, ramnogalakturonan, L-ramnan ve arabinogalaktan'dan oluşmuştur (GOODBAN ve OWENS, 1956; ZITKO ve BISHOP, 1965; FRY, 1983; WHITAKER, 1984; ROMBOUTS ve THIBAUT(a), 1986).

Pektin molekülündeki galakturonik asitlerin karboksil grupları, metil gruplarıyla kısmen esterleşmiş, kısmen kationlarla nötralleşmiş veya serbest halde bulunabilirler. Şeker pancarı pektini gibi bazı pektinlerde hidroksil grubu kısmen asetilleşmiştir. MCCOMB ve MCREADY (1957), oda sıcaklığında pektindeki ester grupları ile alkali hidrosilaminin reaksiyonuna dayanan hidrosamik asit reaksiyonu yöntemiyle, pektindeki asetil gruplarının tayinini araştırmışlar ve bu reaksiyonun pektindeki asetilin kantitatif tayini için spesifik-hızlı bir kolorimetrik yöntem olduğunu ifade etmişlerdir. Şeker pancarı pektininin asetil miktarını %2,5 olarak bulmuşlardır. Pektin molekülleri; esterleşme derecesi, poligalakturonik asit zinciri boyunca metil ester gruplarının dağılım şekli, polimerizasyon derecesi (molekül ağırlığı) ve pektin molekülüne bağlı nötral şekerlerin cins ve miktarı gibi bileşim ve yapıdaki muhtemel değişikliklerden dolayı birbirlerinden farklı olabilirler (KLAVONS ve BENETT, 1986, ROMBOUTS ve THIBAUTL(a), 1986; KUJAWSKI ve TUSZYNSKI, 1987).

Hiçbir karboksil grubu esterleşmemiş poligalakturonik asitlere pektik asit, tuzlarına pektat denir. Pektik asitler suda çözünmezler. Bazı karboksil grupları metil grupları ile esterleşmiş poligalakturonik asitlere pektinik asit, tuzlarına pektinat denir. Değişik oranlarda metil ester grubu bulunduran, şeker ve asitle uygun koşullarda jel yapabilen ve suda çözünebilir asitlere pektin denir. Bitkilerde bulunan ve soğuk suda çözünmeyen fakat sıcak su, asit veya tuz çözeltileri ile ekstrakte edilebilen pektik maddelere protopektin denir. Protopektinin kısmi hidrolizi ile pektin ve pektinik asitler oluşur. Ham meyvalardaki pektik maddelerin çoğu protopektin halinde olup, büyüme ve olgunlaşma sırasında protopektin enzimatik hidrolizle yavaş yavaş suda çözünen pektine dönüşür (ROBOZ ve VAN HOOK, 1946; MCREADY, 1966; KIRK-OTHMER, 1967; YİĞİT, 1975; WHITAKER, 1984).

PEKTİNİN FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Pektinin Fiziksel Özellikleri

Saf pektin açık renklidir ve en iyi çözücüsü sudur. Pektinin sulu çözeltisi pektin molekülünün lineer yapısından dolayı viskoz olduğundan en fazla % 4'lük pektin çözeltisi hazırlamak mümkündür. Pektin; formamid, dimetil sülfoksit, dimetil formamid ve sıcak gliserol hariç organik çözücülerde çözünmez. Bu özelliğinden yararlanarak pektini sulu çözeltilerinden metanol, etanol, propanol veya aseton gibi suyla karışabilen çözücüler, Cu^{2+} ve Al^{3+} gibi çok değerlikli katyonlar, setiltrimetil amonyum bromür, polietilenimin gibi suda çözünebilir polimerler ve kazein gibi bazı proteinler ilave ederek çöktürmek mümkündür (KIRK-OTHMER, 1967; EVRANUZ, 1985).

Pektinin diğer polisakaritler gibi erime noktası yoktur, ısıtma ile bozunur ve kömürleşir. Pancar pektini diğer pektin türlerine kıyasla ısıya daha az dayanıklıdır (KIRK-OTHMER, 1967; BOZOK, 1971).

Pektinin ortalama molekül ağırlığı; pektin türüne, pektin hazırlama yöntemine ve ölçme yöntemine bağlı olarak 30000-300000 dalton arasında değişir. Pektinde viskozite ölçümleri genellikle molekül ağırlığını tayin etmek için kullanılır. Viskozite; molekül ağırlığı, esterleşme derecesi, elektrolitlerin varlığı, pH, sıcaklık ve konsantrasyon gibi faktörlere bağlıdır. Molekül ağırlığının ve nötralizasyon derecesinin artması ile intrinsik viskozite artar. Elektrolit ilavesi pektini çöktürmemesi şartıyla viskoziteyi azaltır. Şeker pancarı pektininin nispeten yüksek nötral şeker içeriğine ve düşük molekül ağırlığına sahip olduğu bildirilmektedir (CHEN ve JOSLYN, 1967; HERP ve ark., 1967; KIRK-OTHMER, 1967; ROMBOUITS ve THIBAUT(b), 1986; TANGLERTPAIBUL ve RAO, 1987).

CHEN ve JOSLYN (1967), pektin çözeltilerinin viskozitesi üzerine dekstroz, maltoz ve dekstrin gibi şekerlerin etkisini incelemişler, dekstroz ve maltozun pektin çözeltisinin viskozitesini artırdığını, dekstrinin ise azalttığını bulmuşlardır.

HERP ve ark. (1967), L-askorbik asidin bazı polisakaritlerin depolimerizasyonunu sağladığını göstermişlerdir. 0,2 M fosfat tamponunda pH=7,3'de 30°C'de 3,3 mM askorbik asit kullanıldığında, % 73 metilasyon derecesine sahip pektinin intrinsik viskozitesinde % 56 azalma olduğunu ifade etmişlerdir.

Pektin çözeltileri polimerizasyon derecesine (molekül ağırlığına) bağlı olarak yüksek optik çevirme açısına sahiptir. D-galakturonik asidin spesifik rotasyonu $[\alpha]_D^{20} = +51,9^\circ$, pektinin spesifik rotasyonu ise yaklaşık olarak $[\alpha]_D^{20} = +230^\circ$ 'dir (MCREADY ve ark., 1951; KIRK-OTHMER, 1967).

Çizelge 1'de bazı sebze ve meyvaların içerdikleri ham pektinin özellikleri gösterilmiştir (ZITKO ve BISHOP, 1965).

Çizelge 1. Bazı Sebze ve Meyvalardaki Ham Pektinin Özellikleri

Ürün Adı	Galakturonik Asit (%)	Esterleşme Derecesi (%)	$[\alpha]^*$	$[\mu]^{**}$
Ayçiçeği	71,7	38,7	+227°	340
Elma	87,1	62,5	+253°	600
Narenciye	72,9	67,0	+215°	500
Şeker pancarı	68,5	54,8	+215°	174

* $[\alpha]$ spesifik rotasyon

** $[\mu]$ intrinsik viskozite (ml/g)

Pektinin Jelleşmesi

Değişik kaynaklardan elde edilen pektinler; galakturonik asit zincir boylarının, karboksil gruplarının metil gruplar ile esterleşme derecelerinin ve uygulanan ekstraksiyon yöntemlerinin farklı oluşuna göre şekle ve asitler ile farklı jel meydana getirme özelliği gösterirler. Jel, kolloid parçacıkların çekmiş oldukları suyu azaltmakla gerçekleşebilir. Pektinin jel oluşturma özelliği galakturonan'ın lineer yapısından dolayıdır. Jelin oluşumunu ve mekanik özelliklerini etkileyen esas faktörler; pektinin bileşimi ve cinsi, esterleşme derecesi, molekül ağırlığı, şekerin cinsi ve miktarı, pH ve elektrolit varlığıdır. Yüksek molekül ağırlıklı pektinler daha iyi jel oluştururlar. Düşük molekül ağırlıklı pancar pektininin jel yapma yeteneği azdır ve yüksek oranda asetil grupları içerdiklerinden jel oluşumunda sterik bir engelleme yaratırlar. Bu nedenle ekstraksiyon, deasetilasyona neden olan kuvvetli asidik koşullarda yapılır. Asetil gruplarının kısmi asit hidrolizi de pektinin jelleşme gücünü düzeltmektedir. Düşük metoksilli pektinler, düşük şeker konsantrasyonlarında veya şekerless fakat çok değerlikli katyonlar (Ca^{2+} , Mg^{2+} gibi) ile ve daha geniş pH aralığında jel oluştururlar. Çok değerlikli katyonlar bir pektinat zincirinden bir karboksil ile birleşebilir. Ayrıca komşu bir pektinat zincirinden bir karboksil ile de birleşebilir. Kovalent bağlar yoluyla iyonik çapraz bağlanma, çok değerlikli katyonların bir jel yapısı oluşturmalarını sağlar. Düşük metoksilli pektinlerin jel oluşturmaları için şeker gerekli olmamasına rağmen % 10-20 oranında şeker jele arzu edilebilir fiziksel özellikler verir. Sıcaklık, düşük metoksilli pektin jellerinin oluşumunda jelatin jellerinde olduğu gibi önemli bir faktördür (MCREADY, 1966; KIRK-OTHEMER, 1967; JOHNSON ve BREENE, 1988).

Yüksek metoksilli pektinin jel oluşturma yeteneği ancak çok miktarda şeker ve asidin (% 50'den daha fazla) bulunmasına bağlıdır. Ayrıca pH değeri yaklaşık 3,6'nın altında olmalıdır. Şeker dehidratasyon etkisi yapar. Asit ise pozitif yüklü hidrojen iyonları ile pektin molekülünün negatif yükünü azaltır. Bu çift etki, kolloidal çözülmüş pektinin çökmesine neden olur ve üç boyutlu bir şeker-pektin jeli oluşur, hidrojen köprüleri yardımıyla kitle halinde durur. Yüksek metoksilli pektinler tamamen farklı bir türde ve farklı bir mekanizma ile jel oluştururlar. Bu tip jel oluşumu, dehidratasyona ve kolloidal bir şekilde disperse olmuş, aşırı hidrate olmuş pektin aglomeratlarının veya moleküler agregatların elektriksel nötralizasyonuna bağlıdır. Bu pektin moleküler agregatları sulu çözeltilerde negatif bir yük taşır. Bu nedenle jel oluşumu için gerekli elektriksel nötralizasyon pH= 3,5'un altına düşünceye kadar pozitif hidrojen iyonlu asit ilave ederek sağlanır. OAKENFUL ve SCOTT (1984), yüksek metoksilli pektinlerin jelleşmesinde metil ester grupları arasındaki hidrofobik etkileşimin rolünü araştırmışlar ve hem kırılma kuvveti hem de jel başlangıcının, CH_3 grupları arasındaki hidrofobik etkileşim serbest enerjisi ile kısmen orantılı olduğunu bulmuşlardır. Ticari pektinlerin kalitesi jel derecesi ile belirlenir. Jel derecesi pektinin şeker alma kapasitesini gösterir. Örneğin 100 derecelik 1 gram pektinin standart kıvamda jöle yapabilmesi için 100 gram şeker gerekir (PIPPEN ve ark., 1950; MCREADY, 1966; KIRK-OTHEMER, 1967; OAKENFUL ve SCOTT, 1984; SALDAMLI, 1985).

Pektinler; pektin molekülünün karboksil gruplarının esterleşme derecesine göre, yüksek metoksilli veya düşük metoksilli olarak adlandırılırlar. Toplam galakturonik asit birimlerindeki esterleşmiş karboksil gruplarının toplam karboksil gruplarına oranı *esterleşme derecesi* olarak ifade edilir. Tüm karboksil grupları esterleşmiş pektin molekülünün metoksil miktarı % 16,32, esterleşme derecesi % 100'dür. Metoksil miktarı % 3-7 arasındaki pektin düşük metoksilli, % 7-16,32 arasındaki pektin yüksek metoksilli olarak adlandırılır. Yüksek metoksilli pektinin (elma posası, narenciye kabukları ve şeker pancarı küspesinden elde edilen pektin) esterleşme derecesi % 50'den daha fazla, düşük metoksilli pektinin (ayçiçeği tablalarından elde edilen pektin) esterleşme derecesi % 50'den daha azdır. Düşük metoksilli pektinler, yüksek metoksilli pektinlerin kısmi hidrolizi ile elde edilmektedirler. Şekil 1'de pektik maddelerin esterleşme derecesi ve jel yapma özelliğine göre tanımları Şekil 1'de şematik olarak gösterilmiştir (KIRK-OTHEMER, 1967; YİĞİT, 1975; KESKİN, 1981; EVRANUS, 1985).

Esterleşme derecesi, jel oluşumu için gerekli sıcaklık ve süre ilişkisini de etkiler. Pektin ile hazırlanan jölenin sertleşme süresine göre, yüksek metoksilli pektinler hızlı sertleşen (esterleşme derecesi % 70 veya daha fazla) veya yavaş sertleşen (esterleşme derecesi % 50-70) olarak iki sınıfa ayrılırlar. Düşük metoksilli pektinler yavaş sertleşirler (YİĞİT, 1975; EVRANUZ, 1985).

Pektinin Kimyasal Özellikleri

Pektinin sulu çözeltileri, yapılarındaki serbest karboksil gruplarından dolayı asidiktir. Karboksil grupları nötrleştirilmemiş pektinin % 0,5-1'lik çözeltisinin pH değeri 3,2 ile 3,4 arasındadır. Pektin sıcak asitle muamele edildiğinde, asit konsantrasyonuna ve sıcaklığa bağlı olarak metil ester grupları ve glikozid bağları hidroliz olur ve sonunda galakturonik asit oluşur. Düşük sıcaklıktaki asitler glikozid bağlarının hidrolizinden ziyade metil ester gruplarının hidrolizini iletirler. Halbuki, sıcaklıktaki bir artış glikozid bağlarının

hidrolizini hızlandırır ve pektin molekülünün küçülmesine ve molekül ağırlığının düşmesine neden olur. Bu nedenle uygun koşullarda pektin, molekül ağırlığında bir azalma olmaksızın asitler ile deesterifikasyona tabi tutulabilir. Pektinlerin bu özelliğinden düşük metoksilli pektinlerin hazırlanmasında yararlanır. Asitler genellikle pektinde bulunan uronid olmayan polisakaritlerin (özellikle arabanlar) oranını düşürürler. Galakturonik asit daha fazla hidroliz ile dekarboksilasyona uğrar ve karbondioksit, furfural, redüktik asit ve diğer bozunma ürünlerinin oluşumuna yol açan dehidratasyon reaksiyonları oluşur. Galakturonik asit ayrıca çok ılımlı koşullarda, pH=5'de, 70-100 °C'de ağır metaller varlığında piridin kullanarak dekarboksilasyona uğratılabilir (KIRK-OTHMER, 1967; BOZOK, 1971).

Oda sıcaklığında seyreltik alkaliyle muamele metil ester gruplarının sabunlaşmasına ve poligalakturonik asit zincirinin az da olsa parçalanmasına neden olur. Daha yüksek sıcaklıklarda parçalanma artar (MCREADY, 1966; KIRK-OTHMER, 1967).

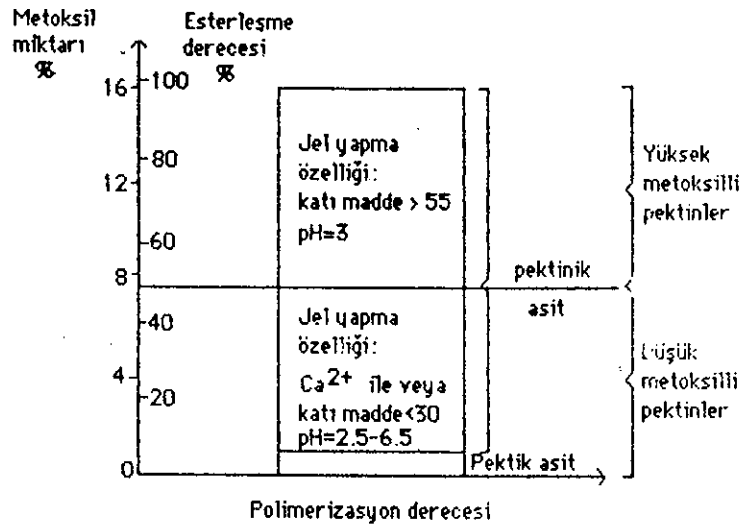
Çözünmeyen pektik maddeler katyon değiştirici olarak rol oynarlar. Pektik maddeler Ca^{2+} iyonu ve Zn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} gibi ağır metal iyonları için çok seçimlidir (KIRK-OTHMER, 1967).

Pektinler $KMnO_4$, Cl_2 , H_2O_2 , Fe^{2+}/H_2O_2 , oksijen veya su varlığında askorbik asit gibi oksidasyon ajanları ile bozunabilir. Bitkideki veya çözüldükteki pektin radyasyon ile de bozunabilir (KIRK-OTHMER, 1967).

PEKTİN ÜRETİMİ

Çizelge 2'de bazı sebze ve meyvaların içerdikleri kuru maddede yüzde (K.M'de %) olarak pektin miktarları gösterilmiştir (EVİRANUZ, 1985).

Pektin eldesinde amaç, jel yapma özelliği ve hazırlanan jölenin katılaşma süresi bakımından istenen özelliklere sahip pektinin en çok fakat en ekonomik şekilde elde edilmesidir. Pektin, kullanım alanına göre jel yapma özelliği ayarlanmış toz halinde üretilir ve satılır. Pektin ekstraktı konsantre edilerek taşıma maliyetinin az olduğu



Şekil 1. Esterleşme Derecesi ve Jel Yapma Özelliğine Göre Pektik Maddelerin Tanımları

Çizelge 2. Bazı Sebze ve Meyvaların Yaklaşık Pektin İçerikleri

Ürün Adı	Toplam Pektik Maddeler (K.M.'de %)
Patates	2,5
Havuç	10
Siyah turp	15
Domates	3
Elma	4-7
Elma Posası	15-20
Ayçiçeği tablaları	25
Narenciye kabukları (albedo)	30-35
Şeker pancarı küspesi	15-20

üretim merkezlerine yakın alanlarda kullanılmak üzere sıvı pektin olarak da pazarlanabilir (KIRK-OTHMER, 1967; EVRANUZ, 1985).

Pektin üretim yöntemi tüm hammaddeler için aynı temel adımlardan oluşur. Bunlar: hammaddedeki pektinin suda çözünür hale getirilmesi ve zayıf asit çözeltisinde ısıtarak pektinin ekstraksiyonu, ekstraktın süzülerek arıtılması, pektinin çöktürülmesi, süzülmesi, yıkanıp kurutulması, öğütülmesi ve ürünün standardizasyonudur (KIRK-OTHMER, 1967; EVRANUZ, 1985; KOSEKI ve ark., 1986).

Pektin ticari olarak elma, limon ve portakaldan suları alındıktan sonra geriye kalan posadan üretilmektedir. Bu posa 50-120 dk. 60-100°C'de tartarik, limon ve süt asidi gibi seyreltik organik asitlerle veya fosfat, sülfat ve klorür asidi gibi inorganik asitlerle muamele edilir. Karışım presten geçirilerek santrifüj edilir. Süzüntü 35-40°C'ye kadar soğutulur. Soğutulan pektinli özüt, pH değeri yaklaşık olarak 4,5 yapıldıktan sonra ya derişik hale getirilerek sıvı pektin olarak şişelere doldurulur ya da Cu ve Al tuzları ile muamele edilerek çöktürülür. Tuzlarla çöktürülmüş pektin asitlendirilmiş alkol ve sonra da nötral alkol ile yıkanarak metal katyonlar giderilir. Presten geçirilip öğütülen kütle kuru pektin olarak piyasaya verilir (GÜRBÜZ ve TEKİNŞEN, 1993).

EVRANUZ (1985), ayçiçeği tablasından pektin eldesini incelemiş ve ayçiçeği tablalarını % 0,5'lik oksalat (% 0,25 oksalik asit + % 0,25 amonyum oksalat) çözeltisi ile katı, sıvı oranı 1:20 ve 1:25 olmak üzere 70°C, 80°C ve 90°C'lerde 30,60, 90 ve 120 dk. ekstrakte ederek elde edilen pektinin kalitesini belirlemiştir.

EL-NAWAVI ve SHETAKA (1987), portakal kabuklarından pektinin asit ekstraksiyonunda optimum şartların 90 ve 120 dk. olduğunu ve % 21-30 verimle pektin elde edilebileceğini bildirmişlerdir.

PHATAK ve ark., (1988), şeker pancarı küspesinden en yüksek verimle pektin elde etmek için ekstraksiyon işlemlerini optimize ederek, ayrılan pektinin fizikokimyasal özelliklerini incelemişler ve pektinin izolasyonunda HCl ekstraksiyonu, disodyum etilendiamin tetraasetik asit ekstraksiyonu ve amonyum oksalat ekstraksiyonu olmak üzere üç farklı ekstraksiyon yöntemi uygulamışlar, en fazla pektin veriminin (% 24,89) pH:3,5'da, 75°C'de 1 saat süreyle % 0,25'lik amonyum oksalat ile yapılan ekstraksiyonla sağlandığını bildirmişlerdir.

PEKTİNİN GIDALARDA KULLANIMI

Pektin bitkilerde bulunduğu haliyle; bitkinin yenebilen kısımlarını ve dokusunun korunmasını, üründe istenilen kıvamın kazanılmasını sağlar. Gıda alanında pektinin kullanılması şekerler ve asitler ile jel oluşturma özelliğine dayanır. Pektin jel yapıcı, kıvam verici, emülgatör ve stabilizör özelliğinden dolayı meyva ve sebze sularında, reçel, jöle, marmelat, meyveli şekerlemeler ve süt ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek metoksilli pektinler, jöle ve marmelatların hazırlandığı koşullarda (yüksek şeker konsantrasyonu ve pH= 2,0-3,5) diğer polisakkaritlerden daha iyi jel yaparlar. Düşük metoksilli pektinler düşük şeker konsantrasyonunda ve daha geniş pH aralığında (pH= 2,5-6,5) düşük kalorili jöle, reçel, marmelat hazırlanmasında kullanılırlar. Aynı koşullarda jel yapan agar ve karragenan'a göre, düşük metoksilli pektinle hazırlanan jöleler daha dayanıklıdır. Pektin ilaç sanayinde diyareye karşı kullanılan bazı ilaçların bileşiminde de kullanılmaktadır. Pektin yatıştırıcı özelliğe sahiptir ve toksik etkiyi giderici rol oynar. Ayrıca pektin su-yağ emülsiyonlarında emülsiyon tutucu ve ince bir tabaka haline getirilebilme özelliğinden dolayı da kağıt ve tekstil sanayilerinde kullanılmaktadır. Marmelat, jöle ve meyva suyu endüstrisinde, dondurma, balık konservesi, mayonez ve sosların üretiminde 1-5 mg/kg arasında, eritme peyniri üretiminde ise 8 g/kg dolaylarında yüksek esterli pektin kullanılmaktadır (KIRK-OTHMER, 1967; YİĞİT, 1975; LEE, 1983; SALDAMLI, 1985).

KAYNAKLAR

- BOZOK, O., 1971. Şekerin Teknolojisi Cilt 1, Türkiye Şeker Fab. A.Ş. Yayınları, Sayı: 168
 CHEN, T.S., and JOSLYN, M.A. 1967. The Effect of Sugars on Viscosity of Pectin Solutions 11. Comparison of Dextrose, Maltose and Dextrin, Journal Colloid Interface Science, 25, 346-352
 EL-NAWAVI, S.A., and SHEHATA, F.R. 1987. Extraction of Pectin from Egyptian Orange Peel. Factors Affecting the Extraction, Biological Wastes, 20(4), 281-290

- EVRA NUZ, Ö. 1985. Ayçiçeği Tablalarından Pektin Eldeğinde Pektin Kalitesini Etkileyen Faktörler ve Konu ile İlgili Teknolojik Öneriler, TÜBİTAK MBEAE Beslenme ve Gıda Tek. Bölümü, Yayın No: 92
- FRY, S.C. 1983. Feruloylated Pectins from the Primary Cell Wall: Their Structure and Possible Functions. *Planta*, 157, 111-123
- GEE, M., et.al. 1958. A Method for the Characterization of Pectic Substances in Some Fruit and Sugar-Beet Marcs, *Food Research*, 23, 341-349
- GOODBAN, A.E., and OWENS, H.S. 1956. Isolation and Properties of Sugar Beet Araban, *Journal of the American Society Sugar Beet Technology*, 9(2), 129-132
- GÜRBÜZ, Ü., ve TEKİNŞEN, O.C. 1993. Besin Endüstrisinde Kullanılan Stabilizörler ve Emülgatörler, *Türk Vet.Hek.Dergisi*, 5(2), 39-43
- HERP, A., et.al. 1967. Depolymerization of Some Polysaccharides and Synthetic Polymers by L-Ascorbic Acid, *Carbohydrate Research*, 4, 63-71
- JOHNSON, R.M., and BREENE, W.M. 1988. Pectin Gel Strength Measurement, *Food Technology*, 87-93
- KESKİN, H. 1981. Besin Kimyası Cilt 1, İstanbul Üni., Yayın No: 2888
- KIRK-OTHMER. 1967. Pectic Substances, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 14, 636-651
- KLAVONS, J.A., and BENETT, R.D. 1986. Determination of Methanol Using Alcohol Oxidase and its Application to Methyl Ester Content of Pectins, *J.Agric. Food Chem.*, 34, 597-599.
- KOSEKI, M., et.al. 1986. Determination of Pectin in the Presence of Food polysaccharides, *Journal of Food Science*, 51(5), 1329-1332
- KUJAWSKI, M., and TUSZYNSKI, T. 1987. A Comparison of Some Methods for the Determination of Methoxyl Groups in Commercial Pectin Preparations. *Die Nahrung*, 31(3), 233-238
- LEE, F.A. 1983. *Basic Food Chemistry*, 2th Edition. New York, The Avi Publishing Company
- MCCOMB, E.A., and MCREADY, R.M. 1957. Determination of Acetyl in Pectin and in Acetylated Carbohydrate Polymers, *Analytical Chemistry*, 29(5), 819-821
- MCREADY, R.M. 1966. Polysaccharides of Sugar Beet Pulp, A Review of Their Chemistry, *Journal American Sugar Beet Technology*, 14
- MCREADY, R.M., et.al. 1951. Determination of Citrus Pectic Substances by Optical Rotation, *Analytical Chemistry*, 23, 975-977
- OAKENFUL, D., and SCOTT, A. 1984. Hydrophobic Interaction in the Gelation of High Methoxyl Pectins, *Journal of Food Science*, 49(4), 1093-1098
- PHATAKL., et.al. 1988. Isolation and Characterization of Pectin in Sugar-Beet Pulp, *Journal of Food Science*, 53(3), 830-833
- PIPPEN, E.L., et.al. 1950. Gelation Properties of Partially Acetylated Pectins. *American Chemical Society*, 72, 813-816
- ROBOZ, E., and VAN HOOK, A. 1946. Chemical Study of Beet Pectin, *Journal of the American Society Sugar Beet Technology*, 4, 574-583
- ROMBOUTS, F.M., and THIBAUT, J.F. (a) 1986. Enzymic and Chemical Degradation and the Fine Structure of Pectins from Sugar-Beet Pulp, *Carbohydrate Research*, 154, 189-203
- ROMBOUTS, F.M., and THIBAUT, J.F., (b) 1986. Feruloylated Pectic Substances from Sugar-Beet Pulp, *Carbohydrate Research*, 154, 177-187
- SALDAMLİ, İ. 1985. Gıda Katkı Maddeleri ve İngrediyenler
- TANGLERTPAIBUL, T., and RAO, M.A. 1987. Intrinsic Viscosity of Tomato Serum as Affected by Methods of Determination and Methods of Processing Concentrates, *Journal of Food Science*, 52(6), 1642-1645
- WHITAKER, J.R. 1984. Pectic Substances, Pectic Enzymes and Haze Formation in Fruit Juices, *Enzyme and Microb. Technol.*, 6(8), 341-349
- YİĞİT, V. 1975. Türkiye'de Çeşitli Hammaddelerde Bulunan Pektin Miktarları ve Pektin Üretimi Olanakları, Tübitak MBEAE Beslenme ve Gıda Tek. Bölümü, Yayın No:7
- ZITKO, V., and BISHOP, C.T. 1965. Fractionation of Pectins from Sunflowers, Sugar Beets, Apples and Citrus Fruits, *Canadian Journal Chemistry*, 43, 3206-3214