

Pektinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma

Ömer Utku ÇOPUR*

Gülçin DÖNMEZ**

ÖZET

Bu çalışmada, gıda sanayiinde kullanımı giderek artan ve ürünün kalitesini önemli ölçüde etkileyen pektinin bazı fiziksel, kimyasal ve teknolojik özellikleri saptanmış ve böylece kullanılan pektinin özelliklerini tam olarak bilmemekten kaynaklanan kalite kayıplarının önlenmesi amaçlanmıştır. Sonuç olarak, analizi yapılan pektinlerin özellikleri arasında önemli farklar olduğu saptanmış ve elde edilen bu bulgular tartışılmıştır.

Anahtar Sözcük: Pektin.

SUMMARY

A Research on the Determination of Some Properties of Pectin

In this study, some physical, chemical and technological properties of pectin which is increasingly being used in food industry and which effects the quality of product considerably were determined thus it was aimed to minimize the quality loses due to the unawareness of the characteristics of the pectin used. As a result, significant differences were determined between the properties of analyzed pectins and results obtained were discussed.

Key Word: Pectin.

* Yard. Doç. Dr.; U.Ü. Ziraat Fak., Gıda Bilimi ve Tekn. Bölümü.

** Ziraat Müh.; U.Ü. Ziraat Fak., Gıda Bilimi ve Tekn. Bölümü.

GİRİŞ

Gıda sanayii için önemli bir katkı maddesi olan pektin reçel, marmelat, jele, meyve suyu, dondurma, çeşitli konserveler, mayonez, sos, eritme peyniri ve aromalı yoğurt üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Saldamlı, 1985). Reçel marmelat ve jelelerin kıvamlı yapıları asit ve şeker eşliğinde, pektin tarafından sağlanmaktadır (Kılıç ve ark., 1987).

Pektin denildiği zaman, gerçekte özellikleri benzer pektik madde grubu anlaşılmaktadır (Ekşi, 1988). Pektik maddeler, yüksek bitkilerin hücreleri arasında, hücre duvarlarında ve Ca-pektat olarak orta lamellerinde bulunup hücreleri birbirine bağlamaktadır (Lee, 1983).

Pektik maddeler, galaktronik asit veya galaktronik asidin metil esteri olup, birbirlerine 1-4 bağı ile zincir yaparak bağlanmışlardır ve bu tanım içine pektinik asit, pektinat, pektik asit, pektat, protopektin ve pektin gibi bileşikler girmektedir (Ekşi, 1988).

Bitki dokularında ve tüm olgunlaşmamış meyvelerde pektin suda çözünmeyen protopektin şeklinde bulunur ve olgunlaşma ile birlikte protopektin suda çözünür forma dönüşür (Çopur, 1988). Protopektin hidrolize olduğunda ise, pektinik asit ve pektin oluşur (Cemeroğlu, 1976). Pektinik asitler, karboksil grubu metil grubu ile esterleşmiş poligalaktronik asitlerdir (Keskin, 1981).

Genel tanıma göre pektin; karboksil grupları kısmen metil alkolle esterleşmiş olan ve birbirine α 1-4 glikozidik bağ ile bağlanmış galaktronik asit zinciridir. Molekül ağırlığı 30.000-500.000 arasındadır ve bu da 150-2500 galaktronik asit birimine karşılık gelmektedir (Ekşi, 1988).

Pektin, bitkisel dokularda yaygın olarak bulunmasına rağmen, her bitkiden pektin üretimi ekonomik olmamaktadır. Bunun yanısıra bitkisel dokuda yeterli pektin bulunsa bile, pektinin nitelikleri kullanım açısından uygun olmayabilir (Cemeroğlu, 1976).

Tablo 1'den de görüldüğü gibi elma posası ve turuncgöl kabukları ekonomik pektin üretimi açısından uygun kaynaklardır. Bu nedenle 5000 ton dolayında olan dünya pektin üretiminin büyük bir çoğunluğu bu kaynaklardan sağlanmaktadır. Üretilen bu pektinin % 50'sinden fazlası reçel, marmelat ve jele üretiminde kullanılmaktadır (Gürbüz, 1989).

Bu araştırmada, gıda sanayiinde kullanımı giderek artan ve ürünün kalitesini önemli ölçüde etkileyen pektinin bazı fiziksel, kimyasal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca kullanılan pektinin özelliklerinin tam olarak bilinmemesinden kaynaklanan kalite kayıpları, böyle bir araştırmanın yapılmasını daha da gerekli kılmıştır.

Gıda Maddeleri Tüzüğü'nün ilgili maddesinde pektin, elma cinsinden çeşitli meyvelerle, turuncgöllere ait meyvelerin suları ve kabuklarından özel yol-

Tablo: 1
Çeşitli Bitkisel Materyallerin Pektin İçerikleri

Bitkisel Materyal	Pektin İçeriği (%)
Patates	2.5
Elma	3.0
Havuç	10.0
Domates	15.0
Elma Posası	15.0 - 20.0
Şeker Pancarı Pulpu	15.0 - 20.0
Ayçiçeği Tablası (tohumuz)	25.0
Sitrus Kabuğu (albedo)	30.0 - 35.0

larla ekstrakte edilen, reçel, marmelat ve jellelere kıvam vermeye yarayan ve suda eriyen madde olarak tanımlanmaktadır (Cemeroğlu, 1976).

Gıda sanayinde pektinin kullanımı jel oluşturma özelliğine dayanmaktadır. Ancak pektinin mükemmel bir jel oluşturabilmesi için optimum ortam koşullarının sağlanması gereklidir (Çopur, 1988).

Pektin-asit-şeker jelinin oluşumunda en önemli faktör ortamın pH derecesidir. Ortamın pH derecesi 3.5'in altına düşmedikçe jel oluşmaz. pH 2.8'in altına düşmesi durumunda ise, jel cıvılaşır ve sulanır. Jelin bu şekilde cıvıyıp, sulanması olayına *syneresis* denilir. pH 2.8-3.2 arasında pektin lifleri maksimum esneklik gösterdiğinden optimum jelleşme bu pH sınırları arasında görülmektedir. Bu nedenle reçel, marmelat ve jele üretiminde sitrik asit, laktik asit ve tartarik gibi asitler kullanılarak pH istenilen sınır arasına getirilmektedir (Cemeroğlu ve Acar, 1986).

İyi bir jel oluşumu için % 1 oranında pektin kullanımı yeterli olmakla birlikte, pektinin nitelikleri de kullanım oranını önemli ölçüde etkilemektedir (Cemeroğlu, 1976).

Ortamın şeker konsantrasyonu % 67.5 olduğu zaman, maksimum jelleşme görülmektedir. % 64 şeker konsantrasyonunda hafif bir jelleşme olurken % 71 şeker konsantrasyonunda kristal yapı oluşmaktadır (Çopur, 1988).

Jelleşme üzerinde etkili diğer bir faktör de pektinin asetil içeriğidir. Örneğin, % 5 asetil içeren bir pektinle yapılan jelin birkaç haftada katılaşmadığı görülürken, % 3-3.5 asetil içeren pektinin asetil içeriği % 2.4'e düşürüldüğünde jel zayıfladığı belirtilmiştir (Kılıç ve ark., 1987).

Pektinler esterleşme derecelerine göre yüksek esterli veya yüksek metoksilli pektinler (esterleşme derecesi % 50'den fazla) ve düşük esterli pektinler veya düşük metoksilli pektinler (esterleşme derecesi % 30-50) olarak iki gruba ayrılırlar. Düşük esterli pektinler % 3-7 metoksil içerirler ve bunlar Ca^{++} gibi

çok değerli kasyonların varlığında jel oluşturlar (Graham, 1977, DeMan, 1985). Yüksek esterli pektinler ise, % 7-12 metoksil içerirler ve bu pektinler çok değerli kasyonlara ihtiyaç duymaksızın jel oluşturlar (Lee, 183; Berk, 1980).

Pektinin esterleşme derecesi, jelleşme koşulları ve jelleşme hızını etkilemektedir. Esterleşme derecesi arttıkça jelleşme için gerekli olan şeker miktarı artarken, optimum pH değeri yükselmekte ve jelleşme süresi kısalmaktadır (Ekşi, 1988).

Jelleşme süresinin ölçümünün sağladığı kolaylık, yüksek esterli pektinlerin hızlı, orta hızlı ve yavaş jelleşen pektinler olarak sınıflandırılmasını mümkün kılmaktadır (Cemeroğlu ve Acar, 1986).

Jelleşme derecesi pektinin kullanım alanını belirleyen en önemli kriterdir. Yavaş jelleşen pektinler 55-65°C'da jel oluşturmaya başlarlar ve belli sıcaklığa soğutulup ambalajlanan ürünlerin üretimi için kullanılmaları uygundur. Çünkü bu tip ürünlerde, hızlı jelleşen pektin kullanılırsa daha pişirme sırasında jel oluşmaktadır (Kılıç ve ark., 1987).

Hızlı jelleşen pektinler, 88°C'de jel yapmaya başlayıp, 90°C'nin üzerinde ambalajlanan ürünlerde ve açık kazanlarda yapılan reçel üretiminde kullanılmaktadır. Böylece meyve parçacıkları tepede toplanma olasılığı bulamadan jel oluşmakta ve meyveler ürüne dağılmış olarak kalmaktadır (Cemeroğlu ve Acar, 1986).

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırma materyalini, 9 ayrı firmadan temin edilen pektin örneği oluşturmuştur.

Yöntem

Kuru madde, kül, toplam asitlik, pH ve selüloz tayinleri Anonymous (1983)'e göre yapılmıştır.

Ekivalent ağırlık; 0.5 g örnek ve 1 g NaCl, 5 ml etanol ve 100 ml karbondioksitsiz suda çözündürülmüş, fenol red inkatörü eşliğinde 30 sn. pH 7.50'da değişmeden kalana kadar 0.1 N NaOH ile titre edilerek bulunmuştur (Evranus, 1985).

Metoksil (%); ekivalent ağırlığı saptanmış çözeltiye, 25 ml 0.25 N NaOH eklenecek, 30 dakika bekletildikten sonra 25 ml 0.25 N HCl ilave edilerek, fenol red indikatörü eşliğinde 0.1 N NaOH ile titre edilerek saptanmıştır (Evranus, 1985).

Asetil (%); 0.5 g pektine 25 ml 0.1 N NaOH eklenecek bir saat bekletilmiş süre sonunda su ile 50 ml'ye tamamlanmış ve bu çözeltiden 20 ml alınıp, içe-

risinde 100 ml su ve 20 ml $MgSO_4 + H_2SO_4$ karışımı bulunan damıtma balonuna ilave edilmiş ve 80-100 ml damıtık toplanana kadar damıtılmıştır. Damıtık 0,05 N NaOH ile fenol red eşliğinde titre edilerek % asetil değeri bulunmuştur (Evranus, 1985).

Amidasyon (%); ekivalent ağırlığı ve metoksil içeriği belirlenen çözelti, damıtma balonuna alınarak üzerine 20 ml % 10'luk NaOH ilave edilip Kjeldahl balonunda damıtılmıştır. Damıtık toplama kabına 150 ml karbondioksitsiz su ve 20 ml 0.1 N HCl ilave edilmiş ve 80-120 ml damıtık toplanınca metil kırmızısı eşliğinde 0.1 N NaOH ile titre edilerek sonuca varılmıştır (Evranus, 1985).

Metilasyon Derecesi (%); hesaplama yoluyla bulunmuştur (Evranus, 1985).

Amidasyon Derecesi (%); hesaplama yoluyla bulunmuştur (Evranus, 1985).

Esterleşme Derecesi (%); 0,5 g külsüzlendirilmiş pektin örneği 2 ml alkol ve 100 ml karbondioksitsiz su içinde ağzı kapatılıp karıştırılarak eritilmiş ve fenolfitalein eşliğinde 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir (V_1). Daha sonra 20 ml 0.5 N NaOH ilave edilmiş karıştırıldıktan sonra 20 ml 0.5 N HCl ilave edilerek pembe renk kayboluncaya kadar fenolfitalein eşliğinde 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir (V_2). Bu örnek damıtma balonuna alınarak, 20 ml 1:10 oranında sulandırılmış NaOH ilave edilerek damıtılmıştır. Damıtık toplama kabına önceden 150 ml karbondioksitsiz su ve 20 ml 0.1 N HCl konulmuş ve 80-120 ml damıtık toplandıktan sonra metil kırmızısı eşliğinde 0.1 N NaOH ile titre edilerek esterleşme derecesi (%) bulunmuştur (Evranus, 1985).

Galaktronik Asit; hesaplama yoluyla bulunmuştur (Evranus, 1985).

Jel Direnci; % 50 şeker ve % 5 pektin içeren 200 ml pektin çözeltisi hazırlanmış ve ısıtılarak 67.5 briks'e koyulaştırılmış ve % 50'lik sitrik asit çözeltisi ile pH 3.2'ye ayarlandıktan sonra bir gece buzdolabında bekletilmiş ve bu süre sonunda penetrometrenin sivri ucunun 5 sn'de jele etkime derinliği "cm" olarak saptanmıştır.

Viskozite; % 50 şeker ve % 2 pektin içeren 200 ml pektin çözeltisi 67.5 brikse kadar koyulaştırıldıktan sonra pH 3.2'ye % 50'lik sitrik asit çözeltisi ile ayarlanmış ve 25°C'de Bostwick konsistometresinde aldığı yol "cm" olarak bulunmuştur.

Metal ve Mineral Madde Tayini; atomik absorpsiyon spektrofotometriyle yapılmıştır (Evranus, 1985).

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Pektin örneklerine ait analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'de görüldüğü gibi pektin örneklerinin toplam kuru madde miktarları, 91.5805-

Tablo: 2
Pektin Örneklerinin Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri

Örnek No.	Kuru Madde (g/100 g)	Kül (g/100 g)	Toplam Asit* (g/100 g)	pH	Ekivalent Ağırlık	Metoksil (%)	Asetil (%)	Amidas- yon (%)	Metilasyon Derecesi (%)	Amidasyon Derecesi (%)	Esterleşme Derecesi (%)	Galaktronik Asit	Selüloz		
													(g/100 g)	Jel Direnci (cm/5 sn)	Viskozite (cm/15 sn)
1	92.2883	6.1823	0.45	3.50	1630.82	5.49	2.01	60.96	35.67	49.27	52.98	758.15	0.187	3.0	18.0
2	92.2237	2.7110	0.51	3.30	1744.65	6.68	0.43	62.32	32.77	50.63	41.98	815.37	1.457	0.2	2.5
3	92.6522	6.2530	0.48	3.42	1487.22	7.67	1.68	57.40	39.44	47.16	49.75	851.71	0.597	2.1	11.5
4	92.1682	1.5888	0.43	3.75	1649.98	7.36	3.58	56.89	36.37	44.70	49.83	870.09	0.677	1.7	9.0
5	92.6264	9.2231	0.67	3.19	987.18	8.35	2.44	52.51	43.26	46.99	52.49	919.39	1.024	0.9	6.5
6	94.7463	1.4690	0.24	4.07	1704.98	7.52	3.90	57.03	36.60	43.39	52.37	865.95	0.143	3.4	19.5
7	98.9117	1.5580	0.26	4.18	1706.35	8.37	2.90	57.51	36.88	45.14	50.51	870.74	0.350	2.6	16.0
8	91.5805	10.5750	0.48	3.43	1079.24	7.03	2.08	58.95	39.13	45.76	54.25	940.72	1.437	0.3	3.0
9	94.2863	9.2510	0.38	3.65	1648.74	5.62	1.86	63.52	36.65	47.56	54.55	861.16	0.632	1.8	10.0
Ort.	93.8089	5.4530	0.43	3.61	1515.46	7.12	2.23	58.56	37.42	46.73	50.97	863.70	0.723	1.8	10.7

* Sitrik asit cinsinden.

98.9117 g/100 g arasında, ortalama 93.8089 g/100 g olarak saptanmıştır. Pektin örneklerinin kuru madde içerikleri incelendiğinde örneklerin tümünün "FAO" tarafından toz pektin için kabul edilen maksimum % 12 nem içeriğine uygun olduğu belirlenmiştir.

Örneklerin kül miktarı, 1.4690 - 10.5750 g/100 g arasında değişerek ortalama 5.4530 g/100 g olarak saptanmıştır. Gıda Maddeleri Tüzüğü'nün ilgili maddesinde pektinin içermesi gereken maksimum kül miktarı, % 12 olarak kabul edildiğinden inceleme sonucu pektinlerin tümünün kül miktarının Gıda Maddeleri Tüzüğü'ne uygun olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç pektin örneklerine yabancı katkı maddelerinin katılmadıklarını göstermesi açısından da önemli bulunmuştur.

Pektinlerin toplam asitlik değerleri, 0.24-0.67 g/100 g arasında, ortalama 0.43 g/100 g olarak bulunmuştur.

Örneklerin pH değerleri, 3.19-4.18 arasında değişmiş ve ortalama 3.61 olarak saptanmıştır. pH değerleri incelendiğinde örneklerin tümünün asidik pH gösterdiği gözlenmiştir. Pektindeki serbest karboksil grupları, pektinin asidik pH göstermesinin nedenidir. % 1'lik tamponlanmış pektin çözeltisinin pH'sı 2.7-3.0'tür. Ancak, ticari pektinler standardize edilmeden önce kısmi nötralizasyonla pH 3-4'e yükselmektedir. Araştırma sonucunda 6 ve 7 no'lu örnekler dışında tüm örneklerin pH değerlerinin belirtilen sınırlar içinde olduğu saptanmıştır.

Pektinlerin ekivalent ağırlıkları 987.18 - 1744.65 arasında ortalama 1515.46 olarak belirlenmiştir.

Örneklerin metoksil değerleri (%) ise, 5.49-8.37 arasında değişmiş ve ortalama % 7.12 olarak bulunmuştur. Doğal olarak elde edilen pektinlerin metoksil içerikleri, % 7-12 arasında değişmektedir. % 8 metoksil içeren pektinler iyi bir jel oluşturma özelliğine sahiptir. Yapılan analiz sonucunda 1, 2, 9 nolu örneklerin dışındaki diğer örneklerin metoksil içeriklerinin doğal yolla elde edilmiş pektinlerin metoksil değerlerine uygun olduğu saptanmıştır.

Pektinlerin asetil içerikleri (%), 0.43-3.90 arasında değişmiş ve ortalama % 2.23 olarak bulunmuştur. Pektinlerin asetil içerikleri, ortamın pH değeri üzerine etkili olduğundan jel oluşumunda önemli rol oynamaktadır.

Örneklerin amidasyon değerleri (%), 52.51 - 63.52 arasında değişmiş ve ortalama % 58.56 olarak bulunmuştur.

Pektinlerin metilasyon dereceleri ise, % 32.77-43.26 arasında, ortalama % 37.42 olarak belirlenmiştir.

Örneklerin amidasyon dereceleri (%), 43.39-50.63 arasında değişmiş ve ortalama % 46.73 olarak saptanmıştır. Örneklerin tümünün amidasyon dereceleri, "FAO" tarafından verilen maksimum % 25 ve "FCC" tarafından verilen maksimum % 40'lık sınırın üzerindedir. Bu durum büyük bir olasılıkla pektin üretimi sırasında yapılan amidleştirme işleminden sonra yapılan yıkama işleminin yetersizliğinden kaynaklanmaktadır.

Pektinlerin esterleşme dereceleri, % 41.98-54.55 arasında değişmiş, ortalama % 50.97 bulunmuştur. Esterleşme derecesi oluşan jelin özelliklerini ve pektinin kullanım alanını önemli ölçüde etkilemektedir. Araştırma sonucunda esterleşme dereceleri (%), sırasıyla 41.98, 49.75 ve 49.83 olan 2, 3 ve 4 nolu örneklerin düşük esterli pektin olduğu 1, 5, 6, 7, 8 ve 9 nolu örneklerin ise, esterleşme dereceleri % 50'nin üzerinde bulunduğundan yüksek esterli pektin olduğu saptanmıştır.

Örneklerin galaktronik asit değerleri, 758.15-940.72 arasında değişmiş ve ortalama 863.70 olarak belirlenmiştir. Ekşi (1988), pektinlerin galaktronik asit içeriklerini 150-2500 arasında değiştiğini bildirmiştir. Buna göre örneklerin tümünün galaktronik asit içeriğinin literatürde belirtilen değere uygun olduğu bulunmuştur.

Pektinlerin selüloz içerikleri, 0.143-1.457 g/100 g arasında ve ortalama 0.273 g/100 g olarak saptanmıştır. Örneklerin selüloz içeriklerindeki farklılığın, pektin üretim yöntemlerinin ve elde edildikleri hammaddelerin farklı olmasından kaynaklanmış olduğu sanılmaktadır.

Örneklerin jel direnci ve vizkoziteleri sırasıyla 0.2-3.4 cm/5 sn (ort. 1.8 cm/5 sn) ve 2.5-19.5 cm/15 sn (ort. 10.7 cm/15 sn) olarak saptanmıştır. Pektinlerin jel dirençleri ve vizkoziteleri karşılaştırıldığında örneklerin vizkoziteleri arttıkça jel dirençlerinin de artmış olduğu görülmektedir.

Tablo 3'de görüldüğü gibi pektinlerin metal ve mineral madde içeriklerinde önemli farklılıklar çıkmıştır. Bu durum, gerek pektin üretiminde kullanılan hammaddelerin farklı olmalarından gerekse de uygulanan üretim tekniği ile kon-

Tablo: 3
Pektin Örneklerinin Bazı Metal ve Mineral Madde İçerikleri

Örnek No.	Demir (mg/kg)	Bakır (mg/kg)	Mangan (mg/kg)	Çinko (mg/kg)	Magnez-yum (mg/kg)	Sod-yum (mg/l)	Potas-yum (mg/l)	Kalsi-yum (mg/l)	Klor (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)
1	14.40	1.497	0.605	2.735	4.275	1383.47	181.97	152.93	0.00	0.00
2	3.830	0.378	0.199	1.038	0.564	251.88	46.62	273.32	0.00	21.21
3	2.086	0.315	0.113	2.031	1.767	1012.33	24.26	24.80	0.00	0.00
4	7.011	0.618	0.290	2.483	0.297	268.02	43.12	355.63	0.00	0.00
5	2.239	0.917	0.159	5.438	3.286	1862.16	59.44	66.13	0.00	0.00
6	2.048	0.478	0.041	0.620	0.398	2679.70	43.12	128.13	0.00	0.00
7	14.78	1.524	0.699	0.714	0.524	4500.16	85.61	596.40	0.00	31.81
8	13.44	1.287	0.214	0.315	0.443	602.70	97.96	655.92	0.00	31.84
9	5.602	0.413	0.117	1.737	0.739	7902.84	96.20	221.26	0.00	0.00
Ort.	7.270	0.830	0.270	1.900	1.366	2273.69	75.37	274.95	0.00	9.43

taminasyonların farklı olabilmesinden kaynaklandığı sanılmaktadır. Pektin örneklerinin tümünde klor bulunmamasına rağmen, NH_4N sadece 2, 7 ve 8 nolu örneklerde sırasıyla 21.21 mg/l, 31.81 mg/l ve 31.84 mg/l olarak saptanmıştır.

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1983. Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri T.O.K.B., Gıda İşleri Gen. Md. Yay. No: 65, Ankara.
- BERK, Z., 1980. Introduction to the Biochemistry of Foods. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, s. 315.
- CEMEROĞLU, B., 1976. Reçel, Marmelat, Jele Üretim Teknolojisi ve Analiz Metodları, Gıda Kontrol Eğitim ve Araştırma Enstitüsü Yayınları No: 5, Bursa, s. 95.
- CEMEROĞLU, B. ve ACAR, J., 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Der. Yay. No: 6, Ankara, s. 507.
- ÇOPUR, Ö.U., 1988. Bir Jelleşme Maddesi Olarak Pektin, Gıda Teknolojisi Der. Yay. No: 13(4), Ankara, 253-257.
- DeMAN, J.M., 1985. Principles of Food Chemistry, Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut, s. 564.
- EKŞİ, A., 1988. Meyve Suyu Durultma Tekniği, Gıda Teknolojisi Der. Yay. No: 9, Ankara, s. 127.
- EVİRANUS, Ö., 1985. Ayciçek Tablalarında Pektin Eldesini Etkileyen Faktörler ve Konu İle İlgili Teknolojik Öneriler, Marmara Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurum (TÜBİTAK), Yay. No: 92/1.
- GRAHAM, H.D., 1977. Food Colloids, The Avi Publishing Co. Inc. Westport, Connecticut. p. 588.
- GÜRBÜZ, O., 1989. Pektinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Lisans Tezi (Basılmamış), Bursa, s. 55.
- KESKİN, H., 1981. Besin Kimyası, İstanbul Üniversitesi, Yay. No: 2888, Kimya Fakültesi No: 47, Cilt: 1, İstanbul, s. 688.
- KILIÇ, O., BAŞOĞLU, F., ÇOPUR, Ö.U., ETEL, M., 1987. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, U.Ü.Z.F. Ders Notları, No: 24, Bursa, s. 253.
- LEE, F.A., 1983. Basic Food Chemistry, The Avi Publishing Co., Inc. Westport, Connecticut, p. 564.
- SALDAMLI, İ., 1985. Gıda Katkı Maddeleri ve İngrediyenler, H.Ü. Müh. Fak. Gıda Müh. Böl. Ankara, s. 188.