



## ORTA NEMLİ İNCİRLERDE DEPOLAMA SONRASINDA PEKTİN METİL ESTERAZ AKTİVİTESİ DEĞİŞİMİ

### PECTIN METHYL ESTERASE ACTIVITY CHANGE IN INTERMEDIATE MOISTURE SUN-DRIED FIGS AFTER STORAGE

Dilek DEMİRBÜKER KAVAK<sup>1\*</sup>, Ahmet YEMENİCİOĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar, Türkiye.  
dkavak@aku.edu.tr

<sup>2</sup>Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İzmir, Türkiye.  
ahmetyemenicioglu@iyte.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 01.06.2015, Kabul Tarihi/Accepted: 27.07.2015  
\* Yazışılan yazar/Corresponding author

doi: 10.5505/pajes.2015.33254  
Özel Sayı Makalesi/Special Issue Article

#### Öz

Orta nemli meyveler, kurutulmuş meyvelerin rehidre edilmesiyle elde edilebilmektedirler. Kuru meyvelere kıyasla doğrudan tüketime daha uygun olan orta nemli meyveler, sanayide unlu mamüller, süt ürünleri, şekerlemeler gibi farklı ürünlerin üretiminde doğrudan kullanılabilirler. Bu çalışmanın amacı orta nemli hale getirilmiş incirlerin 3 aylık depolama süresi sonucunda mikrobiyal stabiliteilerinin ve dokuda yumuşamaya neden olan pektin metil esteraz enzimi (PME) aktivitelerinin kıyaslanmasıdır. Bu amaçla kuru incirler 30°C ve 80°C'de suyla %30 nem içeriğine ulaşana kadar rehidre edilmişlerdir. Rehidre edilmiş örnekler, 3 ay süreyle +4°C'de depolanmışlardır. Depolama süresi sonunda toplam canlı sayımı sonuçlarına göre 30°C kontrol örnekleri ile 80°C'de rehidre edilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Depolama süresi sonucunda PME aktivitesi, kontrol örnekleri için 24.1 µmol COOH dk<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup> iken, 80°C'de rehidre edilmiş orta nemli incirlerde 17.4 µmol COOH dk<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup> bulunmuştur. Sonuç olarak incirleri orta nemli hale getirmek için 80°C'de gerçekleştirilen rehidrasyon işlemi, depolama sonrası mikrobiyal yükü belirgin şekilde etkilememesine karşın, yumuşamaya neden olan PME aktivitesini 30°C'de rehidre edilmiş kontrol örneklerine kıyasla %28 oranında azaltmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** İncir, Rehidrasyon, Pektin metil esteraz

#### Abstract

Intermediate moisture fruits can be obtained by rehydrating dried fruits. Intermediate moisture fruits are suitable for direct consumption compared to dry fruits and can be directly used in the production of various products such as bakery products, dairy products and candies. Aim of this study is to compare the pectin methyl esterase (PME) activity of intermediate moisture figs which causes softening of the texture and to compare their microbial stability after 3 months storage period. For this purpose, dried figs were rehydrated in 30 and 80°C water until they reach 30% moisture content. Rehydrated samples were stored for 3 months at +4°C. Results showed that there was no statistically significant difference between the control samples and the samples rehydrated at 80°C according to the total viable counts. At the end of the storage period, results of residual PME activity in control samples was 24.1 µmol COOH min<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>, while it was found 17.4 µmol COOH min<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup> in samples rehydrated at 80°C. As a result rehydration conducted at 80°C provided 28% reduction in PME activity compared to the control samples rehydrated at 30°C, although it did not affect the microbial load significantly after storage.

**Keywords:** Fig, Rehydration, Pectin methyl esterase

## 1 Giriş

Gıdaların kalitesinin korunmasında nem içerikleri önemli bir faktördür. Nem içeriğindeki artışın mikrobiyal kaliteyi etkilemesinin yanı sıra, oksidasyon, hidroliz ve enzimatik olmayan esmerleşme gibi reaksiyonlar ile gıdanın yapısında bulunan enzim aktivitelerini arttırması gibi olumsuz etkileri bulunmaktadır[1].

Gıdaların kurutulması, eski çağlardan günümüze kadar gelmiş ve özellikle sıcak iklime sahip bölgelerde gıdanın uzun süre bozulmadan depolanabilmesini sağlayan bir gıda muhafaza yöntemidir [2]. Kurutma ile gıdaların nem içeriği, mikrobiyal gelişme ve diğer reaksiyonları sınırlamaya yetecek düzeye düşürülebilmektedir. Gıdaların kurutulması tanım olarak; ham, işlenmiş ya da yarı işlenmiş katı, sıvı, yarı sıvı gıdaların bütünelerindeki su miktarının azaltılarak belirli düzeylere düşürülmesi işlemi olarak tanımlanmıştır [3]. Gıdaların kurutulmasındaki temel amaç ise gıdaların nem içeriğini dolayısıyla su aktivitesini düşürerek gıdaların raf ömrünün uzatılmasıdır.

Gıdalar nem içeriklerine göre; yüksek nemli, orta nemli ve düşük nemli olarak sınıflandırılabilirler. Büyük bir gıda grubunu kapsayan orta nemli gıdalar grubundaki orta nemli meyveler, kurutulmuş meyvelerin rehidre edilmesiyle elde edilebilmektedirler [4]. Orta nemli meyveler, kuru meyvelere kıyasla doğrudan tüketime daha uygundur. Birçok ülkede kuru ürünler belirli oranda rehidre edilerek nemleri %30-35 arasına getirilmekte ve bu şekilde pazarlanmaktadır [5]. Literatürde orta nemli meyvelerin fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmeleri, kalite özelliklerinin ve raf ömürlerinin belirlenmesi ile ilgili değişik çalışmalar mevcuttur [6]-[11]. Orta nemli meyveler, sanayide farklı ürünlerin (fırıncılık, süt ürünleri şekerlemeler gibi) üretiminde doğrudan kullanılabilirler [7],[12]. Orta nemli meyveler, özellikle kurutulmuş meyvelere göre bozulma riski daha yüksek olan gıdalardır. Orta nemli meyvelerin muhafazası sırasındaki bozulma riskleri ise engel teknolojisi gibi birkaç koruyucu faktörün bir arada düşük oranlarda kullanıldığı teknikler ile bertaraf edilebilmektedirler [13].

İncir, yüksek kalori değerine sahip bir meyvedir ve önemli besin maddelerini içermesinin yanı sıra, mineral madde içeriğiyle de önemli bir gıdadır. Türkiye, incir üretiminde dünya üzerinde söz sahibi bir ülkedir ve 2000-2014 yılları arasında 200-300 bin ton civarındaki incir üretimini dünya üretiminde önemli bir yere sahiptir [14],[15]. Aydın ve İzmir illeri çevresinde, Büyük ve Küçük Menderes havzalarında üretilen Sarılop çeşidi kuru incirin yaklaşık olarak %90'ı ihraç edilmekte ve bu ihracatın da %70-75'i AB ülkelerine yapılmaktadır [16]. İncir işleme firmalarının yıllık kuru incir işleme kapasitelerinin ise 100-5500 ton arasında olduğu belirtilmektedir [17].

Bu çalışmanın amacı, farklı rehidrasyon sıcaklıklarında orta nemli hale getirilmiş incirlerin, 3 aylık depolama süresi sonucunda mikrobiyal stabiliteilerinin ve dokuda yumuşamaya neden olan pektin metil esteraz enzimi aktivitelerinin kıyaslanmasıdır.

## 2 Materyal ve Yöntemler

### 2.1 Materyal

Çalışmada Aydın yöresine ait Sarılop (sinonim 'Calimyrna') çeşidi kuru incir kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan plate count agar (PCA), potato dextrose agar (PDA) Merck'ten (Darmstadt, Almanya) temin edilmiştir. Turuncuğil pektini (Galakturonik acid miktarı %79, metoksi miktarı %8) ise Sigma (St. Louis, MO, A.B.D) firmasından temin edilmiştir.

### 2.2 Rehidrasyon

Uygun rehidrasyon sıcaklığı, bazı istenmeyen enzimlerin inaktivasyonu ve mikrobiyal yüke etkisi göz önüne alınarak yapılan ön çalışmalar sonucunda 80°C olarak belirlenmiştir. Kontrol inciri olarak 30°C'de rehidre edilmiş incirler kullanılmıştır. Kuru incirlerin başlangıç nem değerleri AOAC [18] standartlarına göre hesaplanmıştır. Daha sonra incirler, %30 nem içeriğine kadar 30 ve 80°C'lerde su kullanılarak sırasıyla 65 ve 30 dakika süreyle rehidre edilmiştir. Her rehidrasyon için yaklaşık 1.2 kg incir ve 12 litre su kullanılmış ve çalışmalar iki tekerrür üç paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

### 2.3 Pektin Metil Esteraz Aktivitesi Tayini

PME aktivitesi tayini ise, pektin çözeltilisinin substrat olarak kullanıldığı Yemenicioğlu [19] tarafından belirtilen titrimetrik yöntem ile gerçekleştirilmiştir. Reaksiyonun substratı 0.1M NaCl içinde hazırlanmış %0.5'lik pektin çözeltilisidir. Titrasyon çözeltilisi ise 0.01N NaOH çözeltilisidir. Titrasyonlar çift cidarlı su sirkülasyonlu sistemi ile 30°C sabit sıcaklıkta tutulan manyetik karıştırıcı ile karıştırılan reaksiyon hücrelerinde gerçekleştirilmiştir. Enzim aktivitesi sonuçları bir dakikada gram incir başına açığa çıkan karboksil gruplarının  $\mu\text{mol}$  cinsinden değeri ( $\mu\text{mol COOH dk}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) olarak ifade edilmiştir.

### 2.4 Soğukta Depolama

Rehidre edilmiş örnekler, kilitli polietilen ambalajlarda 0, 1 ve 3 ay süreyle +4°C'de depolanmışlardır.

### 2.5 Mikrobiyolojik Analizler

Rehidre edilmiş  $\frac{1}{4}$  incir örnekleri %0.1 (w/w) peptonlu su ile hazırlanıp yayma plak yöntemiyle besiyerlerine ekilmiştir [20]. Toplam canlı sayımı ve maya küf sayımları için sırasıyla PCA ve PDA agarlar kullanılmıştır. İnkübasyonlar PCA için 35°C'de 48

saat, PDA için 25-28°C'de 5 gün süreyle gerçekleştirilmiştir. Koloni sayım sonuçları 5 petrinin ortalaması olarak verilmiştir.

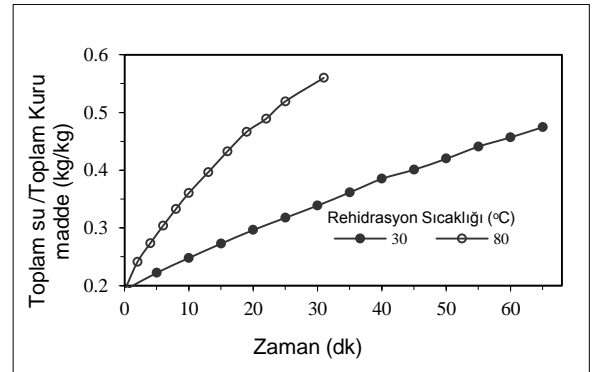
## 2.6 İstatistiksel Analiz

Bu araştırma iki tekerrür yapılmış ve tüm analizler her tekerrür için üç paralel olarak düzenlenmiştir. Araştırma sonuçlarının analizi tekrarlı ölçümler ve tek yönlü varyans analizi kullanılarak (ANOVA) yapılmıştır.  $P < 0.05$  anlamlı olarak kabul edilmiştir [21].

## 3 Sonuçlar

Yapılan ön çalışmalarda ilk olarak incirler, rehidre edilerek %35 nem değerine getirilmişlerdir. Ancak, bu nem içeriği değerinde, depolamayla birlikte hızlı bir küf ve maya üremesi gözlenmiştir (2.5 ay sonunda toplam canlı sayımı  $1.3 \times 10^4$ , toplam maya küf sayımı  $3 \times 10^3 \text{ kob g}^{-1}$ ). Bu sebeple daha düşük bir nem içeriği değeri seçilmiş ve incirler %30 nem içeriği değerine kadar rehidre edilmiştir.

Rehidrasyon eğrilerinin oluşturulması amacıyla gerçekleştirilen nem tayini sonucunda kuru incirlerin başlangıç nem içeriği değerleri  $15.4 \pm 0.2$  olarak bulunmuştur. Rehidrasyon grafikleri Şekil 1 de verilmiştir. Eğrilere göre %30 nem değerine gelme süreleri 30°C ve 80°C için sırasıyla 65 ve 16 dakika bulunmuştur.



Şekil 1: Kuru incirler için değişik sıcaklıklara ait rehidrasyon eğrileri.

PME enzimi meyve ve sebzelerin yumuşamasında önemli role sahip bir enzimdir. PME meyve ve sebzelerin yapısındaki pektinin metilasyonun derecesini düşürmekte ve pektini depolimerize eden poligalaktronaz enzimi için pektini substrat haline getirmektedir [22],[23]. Orta nemli incirlerin üç aylık soğukta depolama süreçlerinin sonundaki PME aktivitesindeki değişimleri Tablo 1'de verilmiştir. 3 aylık depolama süresi sonunda 80°C'de rehidre edilen incirlerde kontrol örneklerine göre PME aktivitesi 30°C'de rehidre edilen kontrol örneklerine göre %28 daha az ( $17.4 \mu\text{mol COOH dk}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) bulunmuştur. Nitekim Demirbüker ve diğ. [6] yaptıkları benzer bir çalışmada, rehidre ettikleri incirleri 3,5 ve 5 ay süre ile depolamışlar, penetrometre ile sertlik ölçümlerini almışlar ve sonuç olarak 80°C'de rehidre edilen incirlerin sertlik değerlerinin kontrol örneklerine göre %14-21 arasında korunduğunu tespit etmişlerdir. Sıcak rehidrasyonun kısmi enzim inaktivasyonu sağlama yoluyla pektin metilasyonu derecesi düşmemektedir. Böylece 80°C'de gerçekleştirilen rehidrasyon ile orta nemli incirlerde 3 aylık depolama süresi boyunca istenen tekstürün korunabildiği düşünülmektedir.

Mikrobiyolojik sayım sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Bu sayımlarda kontrol olarak 30°C'de rehidre edilmiş incirler kullanılmış ve 80°C'deki ısıtmanın depolama süresi boyunca orta nemli incirlerin mikrobiyal yüküne etkisi incelenmiştir. Yürütülen mikrobiyolojik sayımlar, 3 ay soğukta depolama süreci sonunda incirlerde belirgin bir küf veya maya gelişmesi meydana gelmediğini göstermiştir. İstatistiksel çalışma ile de kontrol ile 80°C'deki rehidrasyon işleminin mikrobiyal yüküne etkisi arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Tablo 1: Orta nemli hale getirilmiş incirlerin 3 aylık depolama sonrasındaki PME aktiviteleri.

Rehidrasyon	PME Aktivitesi ( $\mu\text{mol COOH dk}^{-1} \text{g}^{-1}$ )
Kontrol: 65 dk.30°C suda	
deneme 1	25.73±0.2
deneme 2	22.42±0.6
Ortalama: 24.1	
16 dk. 80°C suda	
deneme 1	17.24±1.5
deneme 2	17.58±0.3
Ortalama: 17.4	

Tablo 2: Orta nemli hale getirilmiş incirlerin 3 aylık depolama sonrasındaki PME aktiviteleri.

	Toplam Mezofilik Aerobik Mikrobiyal Sayımları (kob/g)			Toplam Maya Küf Sayımları (kob/g)		
	Depolama Süresi (Ay)					
	0	1	3	0	1	3
Rehidrasyon: Kontrol / 65 dk- 30°C Suda						
Deneme 1	2,0 .10 <sup>4</sup>	3,0 .10 <sup>2</sup>	4,2 .10 <sup>2</sup>	< 13	27	38
Deneme 2	2,0 .10 <sup>3</sup>	1,6 .10 <sup>3</sup>	1,7 .10 <sup>3</sup>	14	< 15	< 15
Rehidrasyon: 16 dk -80 °C Suda						
Deneme 1	1,0 .10 <sup>3</sup>	2,2 .10 <sup>3</sup>	4,3 .10 <sup>3</sup>	44	< 12	< 16
Deneme 2	2,0 .10 <sup>3</sup>	4,5 .10 <sup>2</sup>	1,2 .10 <sup>3</sup>	< 14	< 13	< 13

Sonuç olarak orta nemli incir elde etmek için uygulanan 80°C'de su ile rehidrasyon depolama süresi boyunca mikrobiyal yükte değişim sağlamamasına karşın, yumuşamaya neden olan PME enziminin kısmi inaktivasyonuna neden olmaktadır. Böylece orta nemli incirlerde 3 aylık depolama süresi sonrasında uygun tekstürün korunabilmesi sağlanmıştır.

#### 4 Teşekkür

Bu bilimsel çalışmanın ulusal düzeyde paylaşılmasına olanak sağlayan Pamukkale Gıda Sempozyumu III'ün ev sahibi Pamukkale Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne teşekkür ederiz.

#### 5 Kaynaklar

- [1] Saldamlı İ. *Gıda Kimyası*. Ankara, Türkiye, Hacettepe Üniversitesi Basımevi, 1998.
- [2] Doğu SÖ, Sarıçoban C. "Et Kurutma Teknolojisi ve Dünyada Tüketilen Bazı Kurutulmuş Et Ürünleri". *Journal of Food and Health Science*, 1(3), 109-123, 2015.
- [3] Saldamlı İ, Saldamlı E. *Gıda Endüstrisi Makinaları*. Ankara, Türkiye, Savaş Yayınevi, 2000.

- [4] İntepe M, Toğrul İT. "Kayısının Rehidrasyon Yeteneğine Kurutma Sıcaklığı ve Ön İşlemin Etkisi". *11. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi*, Eskişehir, Türkiye 2-5 Eylül 2014.
- [5] Cemeroglu B. *Kurutma Teknolojisi*: Editörler: Cemeroglu B, Acar J., Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, 365-434, Ankara, Türkiye, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 1986.
- [6] Demirbüker D, Simsek S, Yemenicioğlu A. "Potential Application of Hot Rehydration Alone or in Combination with Hydrogen Peroxide to Control Pectin Methyltransferase Activity and Microbial Load in Cold Stored Intermediate Moisture Sun-Dried Figs". *Journal of Food Science* 69, 170-178, 2004.
- [7] Demirbüker D, Arcan I, Tokatlı F, Yemenicioğlu A. "The Effects of Hot Rehydration in the Presence of Hydrogen Peroxide on Microbial Quality, Texture, Color and Antioxidant Activity of Cold Stored Intermediate Moisture Sun-Dried Figs". *Journal of Food Science*, 70, 153-159, 2005.
- [8] Taner B, Ersus S, Apaydın E. "Yenilebilir Mısır Zeini Filmi Kaplamalarının Orta Nemli Domates Kalitesi Üzerine Etkisi". *Gıda*, 34(6), 359-366, 2009.
- [9] Taner B, Bilek SE, Apaydın E. "Yenilebilir mısır zeini filmi kaplamalarının orta nemli kayısı (*Prunus armenica L.*) kalitesi üzerine etkisi". *Gıda*, 35(4), 245-249, 2010.
- [10] Lavelli V, Corey M, Kerr W, Vantaggi C. "Stability and Anti-Glycation Properties of Intermediate Moisture Apple Products Fortified with Green Tea". *Food Chemistry*, 127, 589-595, 2011.
- [11] Mishra BB, Satyendra Gautam S, Chander R, Arun Sharma A. "Characterization of nutritional, Organoleptic and Functional Properties of Intermediate Moisture Shelf Stable Ready-to-Eat Carica Papaya Cubes". *Food Bioscience*, 10, 69-79, 2015.
- [12] De-Daza MST, Alzamora SM, Weltri-Chanes J. *Minimally Processed High Moisture Fruit Products by Combined Methods: Results of a Multinational Project*, Editors: Fito P, Ortega-Rodriguez E, Barbosa-Canovas GV. Food Engineering 2000, 161-180, New York, USA, Chapman and Hall ITP, 1997.
- [13] Demirbüker D. Control of Microbial and Enzymatic Changes in Intermediate Moisture Sun-Dried Figs by Mild Heating and Hydrogen Peroxide Disinfection. MSc Thesis, Izmir Institute of Technology, Izmir, Turkey, 2003.
- [14] Cabrita LF, Aksoy U, Hepaksoy S, Leitao JM. "Suitability of Isozyme, Rapd and Aflp Markers to Assess Genetic Differences and Relatedness among Fig (*ficus carica L.*) Clones". *Scientia Horticulturae*, 87, 261-273, 2001.
- [15] Türkiye İstatistik Kurumu. "İstatistik Arama" [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001) (02.05.2015).
- [16] Aksoy, U, Meyvacı KB, Sen F, Can HZ. "Monitorin aflatoxin Contamination in Turkish Dried Figs". *IV. International Symposium on Fig*, Meknes, Morocco. 29 September-3 October 2009.
- [17] Çobanoğlu F. "Kuru İncir Firmalarında Gıda Güvenliği Uygulamalarının Benimsenmesine Yönelik Olarak Ekonomik Teşvik Edicilerin Belirlenmesi". *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(1), 6-16, 2012.
- [18] AOAC (Association of Official Analytical Chemists). *Fruits and Fruit Products: Official Methods of Analysis of AOAC International*. 934.06, 16<sup>th</sup> ed. USA, 1995.

- [19] Yemenicioğlu A. "Control of Polyphenol Oxidase in whole Potatoes by Low Temperature Blanching". *European Food Research Technology*, 214, 313-319, 2002.
- [20] Ünlütürk A, Turantaş F. *Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları*. İzmir, Türkiye, Ege Üniversitesi Basımevi, 1996.
- [21] Montgomery DC. *Design and Analysis of Experiments*. 5<sup>th</sup> ed. New York, USA, John Wiley & Sons, Inc., 2001.
- [22] Marangoni AG, Jackman RL, Stanley DW. "Chilling-Associated Softening of Tomato Fruit is related to Increased pectinmethylesterase Activity". *Journal of Food Science*, 60(12), 77-81, 1995.
- [23] Artes F, Cano A, Fernandez-Trujillo JP. "Pectolytic Enzyme Activity during Intermittent Warming Storage of Peaches". *Journal of Food Science*, 61(3), 11-21, 1996.