

ALTINTOP DİLİM KONSERVESİ ÜRETİMİNDE DİLİM ZARININ PEKTOLİTİK VE SELLÜLOTİK ENZİMLERLE UZAKLAŞTIRILMASI

Osman Kola*¹, Emine Cura², Ali Altan², Hüseyin Duran¹

¹Sakarya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Sakarya

²Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

* Osman Kola: okola@sakarya.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, altıntop dilim konservesi üretiminde dilim zarının uzaklaştırılması işleminde pektolitik ve sellülotik enzim kombinasyonları kullanılmasının etkileri araştırılmıştır. Dilim zarı soyma işlemi hem enzimatik hem de kimyasal yöntemle (NaOH çözeltisiyle) gerçekleştirilmiştir. Dilim zarı soyma işlemlerinde hem pektolitik hem de sellülotik enzim kombinasyonlarının konsantrasyonları hem de dilimlerin enzim çözeltisi içerisinde bekletilme süresinin etkili olduğu görülmüştür. En iyi sonuç dilimlerin enzim çözeltisi içerisinde 30 dakika süreyle bekletildiği "%2 Pectinex Ultra SpL + %1 Celluclast 1.5 L" enzim kombinasyonu ile elde edilmiştir. Enzimatik uygulama ile zarı soyulmuş dilimlerin sıcak NaOH uygulaması ile zarı soyulmuş dilimlere göre duyu yönünden daha üstün olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Altıntop, Dilim zarı, Altıntop Dilim Konservesi, Enzim, Dilim Zarı Soyma

REMOVING SEGMENT MEMBRANE WITH PECTOLYTIC AND CELLULOTIC ENZYMES IN CANNED GRAPEFRUIT SEGMENT PRODUCTION

ABSTRACT

In this study, effects of combination of pectinase and cellulase on the removal of grapefruit membrane were searched. Comparisons were made with chemical (NaOH) method; considering the quality of final product and applicability in the industry. On the removal of segment membrane, both the concentration of Pectinex Ultra SpL and Celluclast 1.5 L and treatment period were found to be effective. In the process of removal of segment membrane by enzyme solutions and NaOH, the best results were obtained by using of Pectinex Ultra SpL at 2% and Celluclast 1.5 L at 1% concentrations and 30 min. treatment. Segments peeled by enzymatic treatments were found to be superior organoleptically over the segments of NaOH treatment.

Keywords: Grapefruit, Segment Membrane, Canned Grapefruit Segments, Enzyme, Membrane Degradation

1. GİRİŞ

2008 yılında yaklaşık olarak 115.6 milyon tona ulaşan dünya turunçgil üretiminde Türkiye'nin payı % 2.68'dir. Türkiye üretimi 2008 yılında 3.10 milyon tona ulaşmış olup bu üretimin yaklaşık % 50'si portakal, %25'ini mandarin, %22'sini limon, %4'ünü de altıntop oluşturmaktadır. Altıntopların dünyada tanınma ve yayılması diğer turunçgil türlerine göre çok daha geç olmuştur. Ülkemizde ticari amaçla altıntop üretiminin yaygınlaşması 1950'li yılların ikinci yarısında gerçekleşmiştir. Turunçgil meyveleri büyük ölçüde taze meyve olarak piyasaya sunulmakla birlikte meyve suyu, dilim konservesi, reçel ve marmelat gibi çeşitli gıda ürünlerine de işlenirler. Özellikle, ihracata uygun olmayan fiziksel kusurlu meyveler meyve suyuna işlendiği gibi dilim konservesine işlenerek de değerlendirilebilmektedir [1]. Altıntop dilim konservesi üretimi, özellikle son yıllarda, artan dış talebe bağlı olarak ülkemizde de gelişme göstermektedir. Altıntop üretimimizin bir kısmının dilim konservesi tesislerinde konserveye işlenmesi ülke ekonomisine büyük faydalar sağlamaktadır [2].

Levi ve ark. [3], turunçgil dilim zarlarının özellikle de altıntop dilim zarlarının hem altıntopun kendine özgü acılığını gidermek hem de daha kolay yenilebilir bir ürün elde etmek amacıyla, altıntop dilimlerinin konserveye işlenmesi sırasında dilim zarlarının soyulması gerektiğini bildirmişlerdir. Altıntop gibi meyvelerin dilim zarları soyulmuş halde pazarlanmasıyla bu tip meyvelerin tüketimi artmış, dilim zarı soyma zahmeti ortadan kalkmış ve otel, restoran gibi işletmelerde müşteriler için çekici bir ürün olmuştur [4].

Altıntop dilim konservesi üretiminde başlıca 3 aşama vardır. Bunlar; 1. Meyve kabuğunun soyulması, 2. Dilimlerin ayrılması ve dilim zarının soyulması, 3. Dilimlerin konserve edilmesidir. Turunçgil dilim konservesi üretiminde, dilim zarı soyma işlemi genellikle kimyasal madde (sıcak NaOH çözeltisi) uygulaması ile gerçekleştirilmektedir [3]. Dilim zarı soyma işleminde kullanılan NaOH çözeltisinin dilimlerin iç kısmına nüfuz ederek lezzet, tekstür ve sağlamlık gibi dilimlerin kalite özellikleri üzerine yaptığı olumsuz etkileri azaltmak amacıyla son yıllarda biyokimyasal yöntemlerle ilgili çalışmalar başlatılmıştır [4,5,6]. Enzimlerin kullanıldığı biyokimyasal yöntemler, turunçgil dilim zarı soyma işleminde yeni bir uygulamadır [7].

Kimyasal madde (sıcak NaOH çözeltisi) uygulayarak turunçgil dilim zarının soyulması amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Çağlar ve Başeğmez [2] ile Itoo [8] turunçgil dilim konservesi üretimi üzerine yaptıkları çalışmalarda dilim zarlarını soymak için HCl ve NaOH çözeltilerini kullanmışlardır. Bu amaçla elle ayrılan dilimler önce 35-37 °C'deki % 0.7'lik HCl çözeltisinde 40 dakika süreyle bekletilmiştir. HCl çözeltisinden çıkarılan dilimler su ile

yıkandıktan sonra 30-31 °C'deki % 0.25'lik NaOH çözeltisine 20-25 dakika süreyle daldırılarak dilim zarlarının soyulması sağlanmıştır. Bu araştırmacılar tarafından yapılan bir başka çalışmada da HCl çözeltisi kullanılmadan, dilimler, 98 °C'ye kadar ısıtılmış olan % 1.5'lik sıcak NaOH çözeltisinde 20-30 saniye bekletilerek dilim zarı soyma işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra su banyosunda yıkanan dilimler üzerine fenolfitalein indikatörü damlatılarak NaOH kalıntısı olup olmadığı kontrol edilmiştir.

Itoo [8], mekaniksel olarak kabukları soyulan ve dilimlerine ayrılan altıntop dilimlerinin önce 30-35 °C'deki % 0.6-0.7'lik seyreltik HCl çözeltisine 40 dakika süreyle daldırıldığını, HCl çözeltisinden çıkarılan dilimlerin su ile yıkandıktan sonra 35 °C'deki %0.4-0.5'lik seyreltik NaOH çözeltisinde 15 dakika bekletilerek dilim zarlarının soyulduğunu bildirmiştir.

Altıntop dilim konservesi üretimi üzerine yapılan diğer bir çalışmada da; elle ayrılan dilimler 93-100 °C'deki % 0.5-2.5'lik sıcak alkali çözeltisi ile muamele edilmişlerdir. Furia [9] ile Ludin ve ark. [10] ise, dilimleri 98-99 °C'deki % 2'lik alkali çözeltisi ile yaklaşık 12 saniye muamele edilerek dilim zarlarının soyulmasını sağlamışlardır.

Hayoğlu [11], "kesecikli portakal suyu üretimi" ile ilgili araştırmasında, dilim zarının soyulmasında dilimlerin 95 °C'deki % 0.5'lik NaOH çözeltisi içerisinde 4 dakika, %1'lik NaOH çözeltisi içerisinde 1.5 dakika ve %1.5'lik NaOH çözeltisi içerisinde 30 saniye tutulduğunda dilim zarlarının kolaylıkla soyulabildiğini, ancak, bu uygulamaların da meyve suyu keseciklerinin birbirinden ayrılmasına ve dilimlerin bütünlüğünün bozulmasına neden olduğunu saptamıştır. Kola [12] tarafından yapılan kimyasal yöntemle dilim zarı soyma işleminde; Hayoğlu'nun [11] çalışmasında belirtilen alkali çözeltisinin konsantrasyonu ve sıcaklığının dilimlerinin bütünlüğü üzerinde meydana getirdiği olumsuz etkinin, 40 °C deki %0.5 lik NaOH çözeltisi kullanılarak azaltılabildiğini ve dilimlerin bu çözelti içerisinde 5 dakika tutulmasıyla dilim zarlarının kolaylıkla uzaklaştırılabildiğini belirlemiştir.

Turunçgil dilim zarlarına sıcak NaOH çözeltisi uygulaması dilim zarlarının soyulmasını önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır. Fakat bu uygulama verimde ve zarı soyulmuş dilimlerin kalitesinde olumsuz bir etkiye neden olmaktadır [3]. Bu nedenle, turunçgil dilim konservesi üretiminde dilim zarı soyma işlemleri, enzimlerin kullanıldığı biyokimyasal yöntemlerle de gerçekleştirilmeye başlanmıştır [5].

Altıntop dilim zarlarının enzimatik yöntemle soyulması amacıyla yapılan çalışmalarda farklı enzim kombinasyonları denenmiş ve bu denemeler sonucunda "Pectinex Ultra SpL" ve "Rohapect D5S" enzim preparatlarının en uygun

pektolitik enzimler olduğu, "Celluclast 1.5 L" ve "Rohament CT" enzim preparatlarının da en uygun sellülotik enzimler olduğu belirlenmiştir. Bu enzimler kullanılarak farklı iki dilim zarı soyma işlemi gerçekleştirilmiştir. Birinci işlemde, altıntop meyveleri elle kabuk soyma ve dilimleme işlemlerine tabi tutulduktan sonra elde edilen dilimler enzim çözeltisine (pH 4.5, 40 °C, 1000 mg/kg pektolaz ve 1000 mg/kg sellülaz, 0.02 mol/L'lik tampon) daldırılmıştır. Birinci uygulamada, tam bir dilim zarı soyma işlemi için gerekli süre 2 saat olarak tespit edilmiştir. İkinci işlemde ise dilimlemeyi kolaylaştırmak amacıyla altıntop meyvelerinin kabuğu enzimatik yöntemle soyulmuştur. Kabuğu soyulan altıntop meyveleri 15 °C'ye kadar soğutulmuş ve elle dilimleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra dilimler (pH 4.5, 40 °C, 1000 mg/kg pektolaz ve 1000 mg/kg sellülaz, 0.02 mol/L'lik tampon) enzim çözeltisine daldırılmıştır. İkinci uygulamada, tam bir dilim zarı soyma işlemi için gerekli bekleme süresi 30-45 dakika olarak belirlenmiştir [6].

Soffer ve Mannheim [4] ile Ben-Shalom ve ark. [5], turuncgil dilim zarlarının enzimatik yöntemle soyulması üzerine yaptıkları çalışmalar sonucunda etkin bir dilim zarı soyma işlemleri için pektinaz ve sellülazın her ikisinin de kullanılması gerektiğini ve enzim çözeltisinin aktivite kaybını azaltmak için pH'nın stabilize edilmesinin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Janser'de [7] enzimatik yöntemle kabuk ve dilim zarı soyma işlemlerinde kullanılan enzimleri pektinazlar, sellülazlar ve hemisellülazlar olmak üzere üç grupta toplamıştır.

Kola [12] tarafından yapılan çalışmada da; dilim zarlarının uzaklaştırılması işleminde, NaOH çözeltisi yerine 40 °C sıcaklıkta 30 dakika süreyle % 0.5-%1.5 Peelzym enzim preparatı kullanılmasının hem işlemin etkinliği hem de son ürünün kalitesi açısından uygun olabileceği sonuçlarına varılmıştır.

Bu çalışmada, turuncgil dilim konservesi üretiminde dilim zarı soyma işlemlerinin hem kimyasal (sıcak alkali çözeltisi) hem de pektolitik ve sellülotik enzimlerin kullanıldığı biyokimyasal yöntemlerle gerçekleştirilmesi suretiyle bu iki yöntemin birbirleriyle karşılaştırılması ve biyokimyasal yöntemin uygulanabilirliğinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Materyal

Araştırmada, meyve materyali olarak, Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Altıntop bahçelerinden toplanan Marsh Seedless çeşidi altıntop kullanılmıştır.

Denemelerde kullanılan "Pectinex Ultra SpL" ve "Celluclast 1.5 L" enzim preparatları doğrudan üretici firmadan (Novo

Nordisk A/S Ferment Ltd. Neumat 4243 Dittingen, Switzerland) sağlanmış ve deneme süresince buzdolabında saklanmıştır.

"Pectinex Ultra SpL" ve "Celluclast 1.5 L" enzim preparatlarının enzim etkinliğini belirlemek amacıyla yapılan analizlerde substrat olarak kullanılan pektin (P-9135, Sigma), poligalakturonik asit (P-3889, Sigma) ve karboksimetilsellüloz (C-4888, Sigma) doğrudan Sigma firmasından (Sigma Chemical Company, Missouri-U.S.A.) temin edilmiştir.

Dilim zarı soyma işlemlerinde; dilimlerin çözelti içerisinde bekletilmesinde, galvanize edilmiş saçtan yapılmış bir kap ve içerisine tülbent serilen, paslanmaz çelik telden yapılmış silindirik bir sepet kullanılmıştır.

2.2 Teknolojik Metotlar

Kabuk soyma, Kola [12]'ye göre gerçekleştirilmiş ve altıntop meyveleri kabukların soyulmasını kolaylaştırmak amacıyla 95-98 °C'deki su içerisinde 5 dakika süreyle sıcak su uygulamasına tabi tutulmuş ve derhal musluk suyu ile soğutulmuş meyvelerin kabukları soyulmuştur. Kabukları soyulan meyveler elle dilimlerine ayrılıp aşağıda ayrıntılı olarak açıklanan şekillerde dilim zarları soyulmuştur. Takiben dilimler 370 mL'lik twist-off kapaklı cam kavanozlara doldurulup pH'sı sitrik asit ile 3.5±0.1'e ayarlanmış, 12 brikslik 95±1°C'deki şurup ilave edilmiştir. Daha sonra, kavanozlar soğuk nokta sıcaklığı 75±1°C olacak şekilde ekzost işlemine tabi tutulmuş ve aynı sıcaklıkta 5 dakika süreyle pastörizasyon işlemi gerçekleştirildikten sonra kavanozlar hemen soğutulmuştur. Soğutulan kavanozlar etiketlendikten sonra 5±1 °C'deki soğuk hava deposunda yaklaşık 8 ay süreyle muhafaza edilmiştir.

Dilimlerin dilim zarlarını soymak için; a) NaOH çözeltisi uygulaması, b) Enzim çözeltisi uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Enzim çözeltisi uygulanmasında, 3 farklı konsantrasyonda "Pectinex Ultra SpL" (% 1, 1.5 ve 2)'e karşılık 4 farklı konsantrasyonda Celluclast 1.5 L (% 0, 0.5, 1.0 ve 1.5) kullanılarak 9 değişik enzim çözeltisi kombinasyonu ve iki değişik işlem süresi (15 ve 30 dakika) denenmiştir. Bu yöntemde, 0.02 M sodyum sitrat tamponu ile pH'sı 4.5'e ayarlanan 40 °C'deki enzim çözeltisi içerisine dilimler tartıldıktan sonra koyulmuş ve dilimler enzim çözeltisi içerisine daldırılarak çözelti içerisinde 15 ve 30 dakika süreyle bekletilmiş ve takiben yıkanmıştır [6]. Sıcak NaOH çözeltisi ile dilim zarı soyma işlemleri; Kola [12] tarafından uygun olduğu bildirilen yöntemle göre elle birbirinden ayrılan altıntop dilimlerinin 40 °C'deki % 0.5'lik NaOH çözeltisi içerisinde 5 dakika tutulmasıyla gerçekleştirilmiştir.

Dilim zarı soyma işleminde, her denemede 60 dilim kullanılmıştır. Dilimler tartıldıktan sonra içerisine tülbent

serilen, delik çapı 2 mm olan paslanmaz çelik telden yapılmış 25x25 cm boyutlarındaki sepet içerisine yerleştirilmiştir. Daha sonra dilimler, sepet içerisinde enzim çözeltilerine (15 ve 30 dakika) ya da sıcak NaOH çözeltisi içerisine (5 dakika) daldırılmış ve çözelti içinde bekletilmiştir. Çözelti içerisinde çıkarılan dilimler, bir kuvvet içerisindeki akıntı halindeki suya daldırılarak belirli bir süre bekletilmek suretiyle dilimlerin üzerinde kalan dilim zarı parçacıkları ve çözeltinin uzaklaştırılması sağlanmıştır. Alkali ile dilim zarı soyma işleminde yıkama etkinliğini belirlemek amacıyla sepetin farklı noktalarından alınan dilimler üzerine fenolfitalein indikatörü damlatılmış ve pembe renk oluşmadığında yıkama işlemine son verilmiştir.

2.3 Analitik Metotlar

Meyve özellikleri ile ilgili analizlerde; pH değeri [13], titrasyon asitliği [14], suda çözünür kuru madde [15], L-askorbik asit [16], tat dengesi [15] değerleri belirlenmiştir. Dilim konservesinde yapılan duyu analizi ise Kola [12] tarafından belirtilen yöntem kullanılarak, enzim çözeltisi içerisinde bekletilen dilimler ile NaOH çözeltisi ile soyulan dilimler renk-görünüm, yapı-bütünlük, koku ve tat-aroma yönünden karşılaştırılmıştır.

2.4 Enzim Preparatlarının Etkinlik Değerleri İle İlgili Analizler

Denemeler sırasında kullanılan "Pectinex Ultra SpL" ve "Celluclast 1,5 L" enzim preparatlarının pektindeki (PG Pektin) ve poligalakturonik asitteki (PG PGA) genel depolimeraz etkinlikleri hem iyodimetrik [17] hem de viskozimetrik [18,19] yöntemlerle ayrı ayrı belirlenmiştir. İyodimetrik yöntemle belirlenen etkinlik, pektik madde zincirindeki çözümlerin sayısına dayandığı için hem "endo" hem de "ekzo" karakterli depolimerazların toplam etkinliklerini, viskozimetrik yöntemle belirlenen enzim etkinliği ise pektik madde zincirini rastgele parçalayarak viskoziteyi hızla azaltan "endo" depolimeraz etkinliğini belirtmektedir [20].

Ayrıca, preparatların pektinde (PMGL) ve poligalakturonik asitte (PGL) transeliminasyon yoluyla gerçekleştirdiği depolimeraz etkinlikleri [21,22] ile pektinesteraz etkinlikleri [18,20] ve sellülaz etkinlikleri [23] de belirlenmiştir. Dilimlerin üzerinde kalan ve dilimlerden uzaklaştırılan dilim zarı vb. miktarları [7] dilim zarı soyma işlemlerinde, çözelti içerisinde çıkarılıp su ile yıkanan dilimlerin üzerinde kalan dilim zarı, iplikçik vb. kısımların bir pens yardımıyla temizlenip tartılması suretiyle belirlenmiştir.

2.5 İstatistiksel Analizler

Denemelerden elde edilen veriler, SAS istatistiksel analiz paket programı ile tesadüf parselleri deneme planına göre varyans analizine tabi tutulmuş, farklı bulunan değerler

Duncan çoklu karşılaştırma yöntemi ile belirlenmiştir. İstatistiksel değerlendirme sonucunda, 0.01 ya da 0.05 güven sınırına göre birbirinden farkı önemli bulunan değerler, ilgili tablolarda farklı harflerle işaretlenmişlerdir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1 Altıntop Meyvelerinin Özellikleri ve Enzim Preparatlarının Etkinlik Değerleri

Denemelerde kullanılan altıntop meyvelerinin bazı temel özelliklerine ilişkin minimum, maksimum ve ortalama değerler Tablo 1'de, "Pectinex Ultra SpL" ve "Celluclast 1,5 L" enzim preparatlarının enzimatik etkinliklerine ilişkin ortalama değerler ise Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1'de görüldüğü gibi; ticari olgunluk döneminde derimi yapılan ve denemelerde kullanılan altıntop meyvelerinin, ortalama suda çözünür kurumadde içeriği (SÇKM) 10.3 g /100 g, titrasyon asitliği 2.0 g /100 mL, tat dengesi (SÇKM/ Titrasyon asitliği) 5.2, pH değeri 2.75 ve L-Askorbik asit içeriği 34.9 mg /100 mL olarak belirlenmiştir.

Tablo 2'nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi, "Pectinex Ultra SpL"nin hem pektinaz hem de sellülaz etkinliğine sahip olduğu, buna karşın, "Celluclast 1.5 L"nin ise yalnızca sellülaz etkinliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, "Pectinex Ultra SpL"nin pektinesteraz etkinliğine de sahip olduğu belirlenmiştir.

3.2 Dilim Zarının Uzaklaştırılması İşlemleri

Dilim zarının kimyasal ve enzimatik yöntemlerle uzaklaştırılması işlemlerinden elde edilen bulgular Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3'ün incelenmesiyle görülebileceği gibi dilim zarının uzaklaştırılmasında farklı düzeylerde kullanılan Pectinex Ultra SpL ve Celluclast 1.5 L kombinasyonlarının dilimlerin yüzeyinde kalan dilim zarı vb. nin miktarı üzerinde etkili olduğu ve dilimlerin yüzeyinde kalan dilim zarı vb. nin miktarını azalttığı belirlenmiştir.

Tablo 1: Dilim Konservesi Yapımında Kullanılan Marsh Seedless Altıntop Meyvelerinin Bazı Özellikleri

Altıntop Meyvelerinin Özellikleri	Özelliklere Ait Değerler		
	Minimum	Maximum	Ortalama ve Standart Sapma
Suda Çözünür Kurumadde (g/100g)	10.0	10.7	10.3± 0.1
Titrasyon Asitliği (g/100mL)	1.8	2.3	2.0±0.1
Tat Dengesi (SÇKM/Titrasyon Asitliği)	5.0	5.5	5.2±0.1
pH	2.71	2.87	2.75±0.01
L-Askorbik Asit (mg/100mL)	31.9	38.6	34.9±1.4

SÇKM: Suda Çözünür Kuru Madde

Tablo 2: Denemelerde Kullanılan Enzim Preperatlarının Enzimatik Etkinliklerine İlişkin Ortalama Değerler

Etki Şekli	Pektinaz Etkinlikleri						Sellülaz Etkinliği	
	Depolimerizasyon				Deesterifikasyon		Depolimerizasyon	
Etkinlik	Toplam Depolimeraz Etkinliği (Ekzo+Endo)		Endo Depolimeraz Etkinliği		Transeeliminaz Etkinliği (Ekzo+Endo)		Pektinesteraz Etkinliği	Sellülaz Etkinliği
Substrat	Pektin	PGA	Pektin	PGA	Pektin	PGA	Pektin	CMC
Etkinlik Birimi	PGpektin u/mL	PGpga u/mL	PGpektin u/mL	PGpga u/mL	PMGL u/mL	PGL u/mL	PE u/mL	NCU
Pectinex Ultra SpL	18783±36	2010±5	67±2	49±6	0	0	6±0.1	10±1.1
Celluclast 1.5 L	0	0	0	0	0	0	0	48±1

PGA :Poligalakturonik Asit CMC : Karboksimetilsellüloz NCU : Novo Cellulase Unit

Tablo 3. Altıntop Dilim Zarlarının Uzaklaştırılması Amacıyla Meyve Dilimlerinin NaOH Çözeltisi ve Değişik Konsantrasyonlardaki Enzim Çözeltileri ile Değişik Sürelerde İşleme Tabi Tutulmasının Etkileri

Dilim Zarı Soyma İşlemi			İşlem Süreleri ve İşlemin Etkileri					
Kullanılan Konsantrasyon(%)			Dilimlerin Yüzeyinde Kalan Dilim Zarı vb. Miktarı (g/100 dilim)			Dilimlerden Uzaklaştırılan Dilim Zarı vb. Miktarı (g/100 dilim)		
NaOH	Pectinex	Celluclast	5'	15'	30'	5'	15'	30'
0.5			47.67 ^{k(1)}			185.33 ^c		
	1.0	0.5	-	160.33 ^a	95.00 ^e	-	62.33 ^p	116.00 ⁱ
		1.0	-	125.00 ^b	70.33 ^h	-	84.33 ^o	137.67 ^{ij}
		1.5	-	117.33 ^c	55.67 ^j	-	103.00 ^m	172.33 ^e
	1.5	0.5	-	122.67 ^b	65.67 ⁱ	-	94.67 ⁿ	152.00 ^h
		1.0	-	109.00 ^d	46.67 ^{kl}	-	126.00 ^k	163.67 ^f
		1.5	-	77.00 ^g	43.67 ^l	-	136.33 ^j	175.67 ^{de}
	2.0	0.0	-	86.33 ^f	38.33 ^m	-	142.33 ⁱ	177.67 ^d
		0.5	-	74.67 ^g	36.00 ^m	-	158.33 ^g	195.00 ^b
		1.0	-	31.33 ⁿ	19.00 ^o	-	193.00 ^b	200.67 ^a

(1) Tabloda aynı başlık altındaki "Dilim yüzeyinde kalan dilim zarı vb. miktarı" ve "Dilimlerden uzaklaştırılan dilim zarı vb. miktarı" kısımlarda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Tablo 3'de görülebileceği gibi, dilimlerin enzim çözeltisi içerisinde bekletilme süresinin de dilimlerin yüzeyinde kalan dilim zarı vb.'nin miktarı üzerinde etkili olduğu ve enzim uygulamalarında bekletme süresinin 15 dakikadan 30 dakikaya çıkarılması ile dilimlerin yüzeyinde kalan dilim zarı vb. miktarının yaklaşık yan yarıya azaldığı belirlenmiştir. Araştırmada elde edilen bulgular, Kola [12] tarafından yapılan çalışmadaki bulgularla aynı doğrultuda olmasına karşın, etkin bir dilim zarı soyma işlemi için kullanılan enzim preparatlarının konsantrasyonlarının ve dilimlerin enzim çözeltisi içerisinde bekletilme sürelerinin incelendiği diğer araştırmalardaki [6,7,24,25] bulgularda ise, dilimlerin çözelti içerisinde daha fazla bir süreyle (30-45-60 dakika) bekletilmesi gerektiği saptanmıştır. Bu durumun, muhtemelen dilim zarı soyma işlemlerinde kullanılan enzim preparatlarının ve/ya da kullanılan enzim çözeltilerinin konsantrasyonlarının farklı olmasından kaynaklandığı kanısına varılmıştır.

NaOH ve enzim çözeltileri ile yapılan dilim zarı soyma işlemlerinde; en iyi sonuç dilimlerin enzim çözeltisi içerisinde 30 dakika süreyle bekletildiği "%2 Pectinex Ultra SpL + %1 Celluclast 1.5 L" enzim kombinasyonu ile elde edilmiştir. Tablo 3'ün incelenmesiyle de görülebileceği gibi, "%2 Pectinex Ultra SpL + %1 Celluclast 1.5 L" enzim kombinasyonu dışında, NaOH çözeltisi ile yapılan dilim zarı soyma işlemlerine göre 15 dakikalık bekletme süresinin yetersiz olduğu gözlemlenmiştir. Dilimlerin enzim çözeltisi içerisinde 30 dakika bekletilmesiyle yapılan dilim zarı soyma işlemlerinde de, pektolitik enzim içeriğinin %2'ye çıkarılmasıyla NaOH uygulamasına göre daha iyi sonuçlar alındığı ve artan sellülotik enzim içeriğinin de bu etkiyi olumlu yönde arttırdığı belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar ve daha önce yapılan çalışmalar [4,5,6,12,25], etkili bir dilim zarı soyma işlemi için kullanılacak enzimin hem pektolitik hem de sellülotik etkinliğe sahip olması gerektiğini göstermiştir.

Enzimatik yöntemle dilim zarları uzaklaştırılan dilimlerin, kimyasal yöntemle uzaklaştırılanlara göre renk bakımından daha parlak, yapı-bütünlük açısından daha diri olduğu ve dilim yüzeyinde kalan kısımların dilimlerden daha kolay ayrıldığı gözlenmiştir. Kimyasal yöntemle dilim zarları soyulan dilimlerin, işlem sonunda bütünlüğünü korumakla birlikte daha yumuşak ve dağılmaya daha yatkın bir yapıya sahip olduğu da belirlenmiştir. Dilim zarı soyma işlemlerinde, kullanılan NaOH ve enzim çözeltilerinin dilimler üzerindeki etkilerini inceleyen diğer araştırmacıların [6,12,24,26] bulguları da; araştırmada elde edilen bu bulgulara desteklemektedir.

3.3 Konserve Edilmiş Altıntop Dilimlerinin Bazı Kimyasal Özellikleri

Denemeler sırasında kullanılan Marsh Seedless altıntop meyveleri ile 15 ve 30 dakika süreyle enzim ya da 5 dakika

süreyle sıcak NaOH çözeltisi uygulamasına tabi tutularak dilim zarları soyulan ve konserve edilen altıntop dilimlerinin titrasyon asitliği, suda çözünür kurumadde (SÇKM), pH, tat dengesi ve L-Askorbik asit içeriklerine ait elde edilen bulgular Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4'ün incelenmesi ile görülebileceği gibi, konserve edilmiş altıntop dilimleri ile konserve yapımında kullanılan şurup arasında zamanla diffüzyon yoluyla madde alışverişi olduğu için, konserve edilmiş dilimlerin titrasyon asitliği, suda çözünür kurumadde, pH ve L-askorbik asit değerlerinde bir denge oluşmuştur.

Dilimlerin konserve edilmesinde kullanılan şurubun briksi 12 ve pH'sı da 3.5 olduğu için, konserve edilmiş altıntop dilimlerinin SÇKM'si yaklaşık 11'de, pH'sı da 3.2-3.3'te dengelenmiştir. Konserve edilmiş altıntop dilimlerinin titrasyon asitliği ve L-Askorbik asit değerleri de dengelenme sonucu yaklaşık yan yarıya azalmıştır.

Hem sıcak NaOH uygulaması hem de enzim uygulaması ile dilim zarları uzaklaştırılan altıntop dilimleri konserve edilmiş ve soğuk hava deposunda 5 ± 1 °C'de yaklaşık 8 aylık bir depolama süresi sonunda enzim çözeltisi içerisinde 15 ve 30 dakika süreyle bekletilerek dilim zarı soyulan dilimler, kimyasal yöntemle dilim zarı soyulan dilimlere karşı Kola [12] tarafından belirtilen yöntemle göre duyuşal özellikler bakımından değerlendirilmiştir.

Enzim çözeltisi içerisinde 15 dakika bekletilerek dilim zarı uzaklaştırılan dilimler ile NaOH çözeltisi ile soyulan dilimler renk-görünüm, yapı-bütünlük, koku ve tat-aroma yönünden karşılaştırıldığında önemli bir farklılıklarının bulunmadığı belirlenmiştir. Buna karşın, enzim uygulamasına tabi tutulan dilimlerin duyuşal özelliklerinin kimyasal yöntemle göre daha iyi olduğu da saptanmıştır. Bu değerlendirmelere göre, %1 ve 1.5 Pectinex Ultra SpL. ilaveten %0.5, 1.0, 1.5 Celluclast 1.5 L içeren enzim kombinasyonlarının duyuşal özellikler bakımından genellikle daha iyi olduğu kanısına varılmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Elde edilen bulguların değerlendirilmesiyle varılan sonuçları şu şekilde özetlemek mümkün olabilir:

- Dilim zarının uzaklaştırılmasında kullanılan değişik düzeylerdeki pektolitik ve sellülotik enzim kombinasyonlarının dilim zarlarının parçalanması ve/ya da eritilmesi üzerinde etkili olduğu ve artan enzim konsantrasyonlarının dilimlerin yüzeyinde kalan dilim zarı vb.'nin miktarını önemli düzeyde azalttığı,

Tablo 4. Taze Meyvelerin ve 15 Dakikalık Enzim Uygulaması İle Dilim Zarları Uzaklaştırılmış Altıntop Dilim Konservelerinin Bazı Özellikleri

Kullanılan Konsantrasyon			Taze Meyve ve Konserve Edilmiş Dilimlere Ait Özellikler									
			Titrasyon Asitliği (g/100g)		SÇKM (g/100g)		Tat Dengesi		pH		L-Askorbik Asit (mg/100mL)	
NaOH	Pectinex	Celluclast	Taze Meyve	Konserve Dilim	Taze Meyve	Konserve Dilim	Taze Meyve	Konserve Dilim	Taze Meyve	Konserve Dilim	Taze Meyve	Konserve Dilim
0.5		-	2.0	0.8	10.3	10.8	5.1	13.5	2.75	3.20	31.9	17.5
	1.0	0.5	2.0	0.8	10.1	10.8	5.1	13.0	2.75	3.26	32.6	18.5
		1.0	2.1	0.9	10.4	11.0	5.0	12.8	2.76	3.29	33.7	18.8
		1.5	2.0	0.8	10.2	10.8	5.1	13.4	2.77	3.23	33.6	18.9
	1.5	0.5	2.1	0.8	10.5	11.0	5.0	14.4	2.74	3.21	36.4	21.1
		1.0	1.9	0.7	10.0	10.7	5.3	14.8	2.75	3.20	35.8	19.7
		1.5	2.1	0.8	10.4	11.0	5.0	13.9	2.72	3.20	36.4	19.4
	2.0	0.0	1.9	0.8	10.2	10.8	5.3	13.5	2.72	3.31	33.8	20.3
		0.5	2.0	0.8	10.4	11.0	5.1	14.1	2.75	3.24	36.1	20.8
		1.0	2.0	0.8	10.5	11.0	5.2	14.4	2.74	3.12	35.3	20.6

KAYNAKLAR

- Enzim kullanılarak gerçekleştirilen işlemlerde sıcak NaOH çözeltisi ile soyulmuş dilimlere göre daha iyi sonuçlar alındığı ve elde edilen dilimlerin daha parlak, diri ve bütünlüğünü koruyan bir yapıda olduğu,
- Ancak, enzim uygulaması ile yapılan dilim zarı soyma işleminin kimyasal yöntemle kıyasla daha uzun zaman aldığı,
- Dilim zarının uzaklaştırılması işleminde kimyasal madde (alkali çözeltisi) yerine enzim (pektolitik ve sellülotik enzimler) kullanılmasının hem işlemin etkinliği hem de son ürünün kalitesi açısından uygun olabileceği, sonuçlarına varılmıştır.

Elde edilen bu sonuçlara göre, enzim kullanmanın kalite üzerindeki olumlu etkisine karşılık enzimatik işlemin daha uzun süre almasının ve birim miktarda dilim zarının soyulması için kullanılacak enzim preparatının kostik uygulamasına göre maliyette meydana getireceği artışın iyi hesaplanması gerekir. Enzim uygulamasının maliyette ve kalitede meydana getireceği artışların pazarın talep ve fiyat oluşumuna uygunluk durumuna göre üreticinin hangi yöntemi yeğleyeceğine karar vermesi gerekir.

TEŞEKKÜR

Bu makaleye ait araştırmanın düzenlenmesi ve gerçekleştirilmesinde desteklerinden dolayı rahmetli hocamız Sayın Prof. Dr. Ali Altan'a teşekkürü bir borç biliriz.

- [1] FAO, 2008. *FAO Statistical Database*, FAOSTAT Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://faostat.fao.org>
- [2] Çağlar, E., Başeğmez, M., 1973. Turunçgil meyvelerinin (Satsuma -Washington Navel - Yafa - Marsh Seedless Grapefruit) dilim kompostosuna elverişlilik durumlarının saptanması ve turunçgillerden marmelat yapılması üzerinde araştırmalar. Turunçgiller Araştırma İstasyonu, Antalya, s.20.
- [3] Levi, A., Hershkowitz, E., Ludin, A., 1971. Studies on the quality characteristics of canned grapefruit segment, III. Addition of surfactant agents during the lye-peeling process to improve their quality. *Journal of Food Technology*, 6 265-271.
- [4] Soffer, T., Mannheim, C.H., 1994. Optimization of enzymatic peeling of oranges and pomelo. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 27 245-248.
- [5] Ben-Shalom, N., Levi, A., Pinto, R., 1986. Pectolytic enzyme studies for peeling of grapefruit segment membrane. *Journal of Food Science*, 51 (2): 421-423.
- [6] Rouhana, A., Mannheim, C.H., 1994. Optimization of enzymatic peeling of grapefruit. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 27 103-107.
- [7] Janser, E., 1995. Enzymatic peeling of fruit. *The Fifth International Congress on Food Industry*, 351-359p.
- [8] Ito, S., 1977. Citrus varieties and production. Citrus Science And Technology, edit by S. Nagy, E.P. Show, K.M. Veldhuis. The Avi Pub. Com. Inc., Westport, Connecticut, Volume II, 598-609.

- [9] Furia, T.E., 1985. Critical reviews in food science and nutrition. Volume 19, issue 1. Crc Press Inc., Boca Raton, Florida.
- [10] Ludin, A., Samish, Z., Levi, A., Hershkowitz, E., 1969. Studies on the quality characteristics of canned grapefruit segment. I. Factors affecting the drained weight and texture. *Journal of Food Technology*, 4 171-177.
- [11] Hayoğlu, İ.A., 1995. Kesecikli portakal suyu üretim teknolojisi üzerine bir araştırma (Doktora Tezi), Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, s.102.
- [12] Kola, O., 1999. Altıntop dilim konservesi üretiminde kabuk ve dilim zarı soyma işlemlerinin enzimatik yöntemlerle gerçekleştirilebilme olanakları üzerinde bir araştırma (Yüksek Lisans Tezi), Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, s. 62.
- [13] Anonim, 1962. International Federation of Fruit Juice Producers, IFFJP, Analyses No: 11.
- [14] Anonim, 1968. International Federation of Fruit Juice Producers, IFFJP, Analyses No: 8/3.
- [15] Cemerođlu, B.,1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metodları. Biltav Yayıncılık, Ankara.
- [16] Anonim, 1970. Official Methods of AOAC, 11th ed. Ed: W. Horowitz. AOAC, Washington D.C.
- [17] Phaff, H.J., 1966. Methods in enzymology. Volume 8, ed. By F. Neufeld, V. Ginsburg. Academic Press, N. Y., USA.
- [18] Vas, K., Nedbalek, M., Scheffer, H., Kovacs, G.P., 1967. Methodological investigations on the determination of some pectic enzymes. *Furctsaft-İnd.*, 12 164-184.
- [19] Baker, R.A., Breummer, J.H., 1972. Pectinase stabilization of orange juice cloud. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 20 1169-1173.
- [20] Altan, A., 1995. Çukurova bölgesinde yetiştirilen beş portakal çeşidinin meyve suyu teknolojisi bakımından önemli bazı özellikleri. *Gıda Dergisi*, 20 (4): 215-225.
- [21] Albersheim, P., 1966. Methods in enzymology, volume 8, ed. by F. Neufeld and V. Ginsburg., Academic Press, N.Y., USA.
- [22] Gökçe, K., Altan, A., 1982. Pastörize portakal suyu üretiminde pektinaz kullanılması. I. Pektinazların pektik maddeler ve bulanıklık üzerindeki etkileri. *Dođa Bilim Dergisi: Vet. Hay. / Tar. Orm.*, 6 147-157.
- [23] Boyce, C.O.L., 1986. Novo's Handbook of Practical Biotechnology, 2nd Edition Novo Industri A/S Bagsvard, Denmark.
- [24] Berry, R.E., Baker, R.A., Breummer, J.H., 1988. Enzyme separated sections: A new lightly processed citrus product. Proceedings of Sixth International Citrus Congress, Tel Aviv, Israel, 1711-1716p.
- [25] Janser, E., 1996. Enzymatic peeling of fruit. *Fruit processing* (Special Print), no. 3/96, pp. 1-4.
- [26] Janser, E., 1997. Enzyme applications for tropical fruits and citrus. *Fruit Processing*, 97 (10): 388-393.