

Limon Suyunun Ev Koşullarında Pastörize Edilerek Dayandırılması Olanığı Üzerinde Bir Araştırma

Doç. Dr. Ali ALTAN Doç. Dr. Hasan FENERCİOĞLU
Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi — ADANA

ÖZET

Dayandırma uygulanan ısıklık derecesi (50-90°C) ve süresi (5-30 dk) ile muhafaza süresinin (0-12 ay) limon suyunun pH değeri, toplam asitliği, L-askorbik asit içeriği, esmerleşme indisi ve tadı üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

pH ve toplam asit değerleri uygulanan ısıklardan etkilenmemiş ancak L-askorbik asit içeriğinde % 37'e ulaşan azalmalar olmuştur. Esmerleşme ilk 6 aylık devrede yavaş, ikinci 6 aylık derecede ise hızla gelişmiştir. Isıl işlem görmüş örnekler içerisinde taze limon suyuna en yakın tada 65°C'de 20 dk. ısıtılan limon suyu sahip olmuş ve ürünün bu özelliği ilk 6 aylık saklama süresinde önemli derecede korunmuştur.

A RESEARCH ON THE POSSIBILITY OF PASTEURIZING LEMON JUICE UNDER HOME CONDITIONS

ABSTRACT

In this research study, effects of heating temperature (50° to 90°C), heating time (5 to 30 min.) and storage time (0 to 12 mo.) on the pH, total acidity, L-ascorbic acid, browning and flavor of lemon juice were investigated.

The pH and total acidity were not affected significantly by the treatments employed; however L-ascorbic acid content showed decreases up to 37 %. Browning of lemon juice developed very slowly during the first 6 month-storage whereas the rate was higher during 6 to 12 month-storage. The flavor was affected by all treatments; however, fresh lemon flavor was preserved better by heating at 65°C for 20 min.

GİRİŞ

Ülkemizin kolay pazar bulabilen dış satım ürünlerinden biri olan limon, yurt içinde de gerek salata ve benzeri yiyeceklerde bir lezzet öğesi olarak gerekse limonata halinde büyük

ölçüde tüketilen bir meyvedir. Beslenme açısından da, limon en önemli C vitamini kaynaklarından biridir.

Diğer birçok meyve ve sebze gibi limon da ticarî olgunluk mevsiminde bol ve ucuz olmakta, yılın diğer zamanlarında ise yetersiz depolama ve pazarlama organizasyonu nedeniyle birkaç kat daha pahalı olmaktadır.

Bu fiyat dalgalanmalarını en alt düzeye indirmek için soğuk depolama ve pazarlama organizasyonu ile turuncgil işleme teknolojisinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bunun yanısıra, tüketicinin, ucuz olduğu dönemde pazardan temin edeceği limonu ev koşullarında pastörize limon suyu olarak işleme ve saklaması da fiyat değişimlerine karşı alınabilecek bir diğer önlem olarak düşünülebilir.

Meyve suyu sanayiinde, limon suyu üretiminde meyvelerin fazla şiddetli sıkılmaması (1) ve ekstraktörden elde edilen veya suyunun bektetilmeksizin finişerden geçirilerek pulp içeriğinden büyük ölçüde arındırılması, takiben deolizasyon ve deaerasyon işlemine tabi tutulması (2) gibi hususlar büyük önem taşımaktadır. Ancak bu şekilde, kabul görmeyecek düzeyde bir limonun acılığından (3) ve turuncgil kabuk yağı oksitlenme ürünlerinden kaynaklanan nahoş tat ve kokulardan (4) kaçınılabılır.

Tüm turuncgil sularında olduğu gibi, dayanıklı kılmak istenen limon suyunda da öncelikle dikkat edilmesi gereken bir diğer husus, ürünün enzimatik etkinliklere, özellikle ürünün durulmasına neden olan pektinesteraz (PE) etkinliğine son verilmesidir (5). Bu nedenle bu ürünlere uygulanan ısıll işlemlerde göz önüne alınan ölçüt PE'nin etkisizleştirilmesidir (1). Ancak bu işlemin, mümkün olan en düşük sıcaklıkta ve kısa sürede gerçekleştirilmesi ve ürünün hemen soğutulması, takiben uygun koşullarda, tercihan dondurulmuş halde, depolanması gerekir (6, 7, 2). Aksi halde, üründe tat bozuklukları (8), esmerleşme ve askorbik asit kaybı (9, 10) gibi istenmeyen değişiklikler meydana gelir. Askorbik asidin

parçalanmaya uğrayarak azalması yalnız besin değeri açısından değil, renk esmerleşmesi açısından da önemli bir olaydır (11, 12).

Bu çalışmada, limon suyunun ev koşullarında şişelenmiş olarak pastörize edilmesi ve saklanması etkilerinin araştırılması; ürünün L-askorbik asit içeriği ile renk lezzetinde meydana gelecek değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

KAYNAK TARAMASI

Konuya ilişkin olarak yapılan bazı çalışmalardan elde edilen bulguların ve yapılan açıklamaların bir kısmı şöyle özetlenebilir:

Isıl işlem uygulaması ile PE'nin etkisizleştirilmesinde uygulanması gereken sıcaklık derecesini belirleyen başlıca etmenler ürünün pH'sı ve işlem süresidir (13). pH'sı 2.4-2.6 arasında olan limon sularında, PE'nin etkisizleştirilmesi için 90°C'de 14 sn, 80°C'de 30-60 sn ya da 75°C'de 75-90 sn sıcaklık uygulaması yeterli olmaktadır (6).

Pastörizasyon işlemi turunçgil sularında % 1-5 düzeyinde bir L-askorbik asit (AA) kaybına neden olmaktadır (8, 10, 14, 15). Pastörizasyondan önce deaerasyon işlemi uygulanmaması ya da ortamda oksijen bulunması durumunda AA kaybı artmaktadır (12, 16). Saklama sırasında meydana gelen AA azalması, saklama sıcaklığına ve süresine koşut olarak artmaktadır (9, 10, 17). 15°C'ye kadar nisbeten az olan AA azalması bu derecenin üzerinde artmakta, özellikle 30°C'den itibaren önemli boyutlara ulaşmaktadır (9, 18, 19).

Depolama sırasındaki AA kaybına koşut olarak ürünlerdeki furfural birikimi de artmaktadır (9). Yeni sıkılmış turunçgil sularında bulunmayan bu askorbik asit parçalanma ürünü, daha çok renk esmerleşmesi ile ilgili görülmele birlikte tat değişiminin de bir işareti olarak kabul edilir (9, 11, 20).

Esmerleşme ile ilgili görülen, ürünün depolama sıcaklık ve süresine bağlı olarak artış gösteren, bir diğer madde de 5-(Hidroksimetil)-2-furaldehit (HMF)'tir. Şekerler ile amino asitlerin ya da askorbik asit ve şekerlerin reaksiyonlarının bir ara ürünü olan HMF de furfural gibi depolamadaki değişimlerin ilk işareti olarak kabul edilmiştir (7, 9).

Esmerleşme ya da kararım olarak adlandırılan renk değişimi, turunçgil sularına uygulanan ısıl işlemin şiddetine ve/ya da depolama sıcaklığına ve süresine bağlı olarak gelişir (20). Depolamanın ilk döneminde hemen hemen sabit kalan meyve suyu rengi daha sonra aşamalı olarak esmerleşmektedir (9). Altıtop sularında meydana gelen esmerleşme ile ürünün askorbik asit ve şeker içeriği arasında, sırasıyla, -0.968 ve -0.740 düzeyinde bir korrelasyon bulunduğu belirlenmiştir (9). Üründe esmerleşme derecesinin ölçülmesi suretiyle üründeki bozulmanın izlenebileceği, ürünün raf ömrünün bu parametre ve bunun çeşitli sıcaklıklardaki gelişme hızı ile belirlenebileceği bildirilmektedir (19).

Turunçgil ürünlerinin depolanması sırasında oluşan istenmeyen uçucu bileşikler enzimatik olmayan değişimler sonucunda meydana gelirler (1). Meyve suyu ile temas halindeki kabuk yağında, özellikle yüksek sıcaklıkta uzun süre bekletilmesi durumunda, çeşitli değişiklikler oluşur. Terpen hidrokarbonların oksidasyonu ile limon suyunda «terebentin» tadı olarak adlandırılan, hoş gitmeyen bir tat oluşur. Işık bu tip reaksiyonlar üzerinde hızlandırıcı bir etkiye sahiptir. Yine depolama sırasında, Sitralin oksidasyonu sonucu oluştuğu sanılan ve «Cymey» olarak adlandırılan tat değişikliğinin de etkili olan başlıca faktörler, pH, oksijen ve bazı metal iyonlarıdır (1).

MATERYAL ve METOD

Materyal olarak Adana çevresindeki muhtelif bahçelerden toplanan «İnterdonat» çeşidi limon kullanılmıştır.

İşlemler

Yıkandıktan sonra bıçakla ikiye kesilen limonlar turunçgil sıkacağına sıkılmış ve elde edilen limon suyu, delik çapı 1.0 mm olan bir elekten süzülerek çekirdek ve iri pulp parçacıklarından arındırılmıştır. Daha sonra limon suyu, 300 ml'lik saydam meşrubat şişelerine, yaklaşık 1 cm tepe boşluğu kalacak şekilde, doldurulmuş ve şişeler kapsülle kapatılmıştır.

Bu şekilde şişelenen örnekler, sıcaklığı $\pm 1^\circ\text{C}$ duyarlılıkla kontrol edilebilen bir su banyosunda, değişik sıcaklık derecelerinde ve farklı sürelerde ısıl işleme tabi tutulmuşlardır.

Örneklere uygulanan ısı işlemlere ilişkin değerler Çizelge 1'de verilmiştir. Örneklerin öngörülen sıcaklığa eriştiği anı belirlemek için, (ki bu süre genellikle 15 ile 20 dakika arasında değişmiştir) içine soğuk noktadaki sıcaklığı ölçecek biçimde cam termometre yerleştirilmiş olan bir limon suyu şişesi örneklerle birlikte su banyosuna daldırılmıştır. Tüm şişeler, su banyosundan çıkarılmaksızın, zaman zaman yuvarlanıp çalkalanarak şişe içindeki sirkülasyon hızlandırılmıştır. Örnekler öngörülen sıcaklığa erişildiği andan itibaren öngörülen süreler kadar banyoda bekletilmiş, ta-

Çizelge 1. Limon Suyu Örneklerine Uygulanan Isıl İşlemlerdeki Sıcaklık Dereceleri ve İşlem Süreleri

Sıcaklık Derecesi (°C)	İşlem Süresi (dakika)			
	5	10	20	30
50	—	—	x	x
60	—	—	x	x
65	—	—	x	x
70	—	x	x	—
75	x	x	x	—
80	x	x	—	—
90	x	x	—	—

kıben önce ılık suya (yaklaşık 40°C) sonra da soğuk suya (yaklaşık 15°C) daldırılarak mümkün olduğunca hızlı bir şekilde soğutulmuşlardır. Soğutulan örnekler, oda sıcaklığında (15-30°C arasında) ve kapalı dolaplarda (karanlıkta) saklanmışlardır. Kontrol olarak kullanılmak üzere bir kısım örnek de işlem görmeksizin taze olarak derin dondurucuya (-20°C) konmuştur.

Analizler

Gerek ısı işlem görmeden önce gerekse işlemlerden 5 gün (0 ay), 6 ay ve 12 ay sonra örneklerin pH değerleri (21), toplam asitlikleri (22) ve L-askorbik asit içerikleri (23) belirlenmiştir. Esmerleşme indisleri Meydav ve ark. (24) önerdikleri yöntemle, Spectronic 700 model spektrofotometrede, d = 10 mm olan optik kuvvetler kullanılarak ölçülmüştür.

Örnekler 0, 6 ve 12 aylık depolama süreleri sonunda 6 kişilik eğitilmiş bir panelist grubunca bulanıklık, renk ve lezzet özellikleri

göz önünde bulundurularak puanlama esasına göre duyuşal değerlendirmeye tabi tutulmuşlardır (25). Yönteme göre; 10 puan çok iyi (taze örnek), 9-7 iyi (limonataya uygun), 6-4 orta (salatada kullanılabilir), 3-2 kötü ve 1 puan çok kötüyü göstermektedir.

Elde edilen veriler, Ç.Ü. Bilgi İşlem Merkezinde bulunan IBM 4331 sisteminde, SPSSX program paketindeki tesadüf parselleri ve iki yönlü varyans analizi ile lineer regrasyon programlarına göre istatistiksel değerlendirmeye tabi tutulmuşlardır. İstatistiksel değerlendirme sonucunda 0.1 ya da 0.05 güven sınırına göre birbirinden farklı bulunan değerler ilgili çizelgelerde işaretlenmişlerdir.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Denimede kullanılan taze limon suyunun toplam asit içeriği % 7.49 (susuz sitrik asit cinsinden), pH değeri 2.7, L-askorbik-asit içeriği 46.8 mg/100 ml olup 420 nm dalga boyundaki serum renk (esmerleşme) indisini (absorbans olarak) de 6.0×10^{-2} olarak ölçülmüştür.

Limon suyuna uygulanan ısı işlemlerin ve saklama sürelerinin örneklerin L-askorbik asit içeriği ile esmerleşme indisinde meydana getirdiği değişiklikler Çizelge 2 ve 3'te verilmiştir. Üründe meydana gelen renk esmerleşmesi ile L-askorbik asit azalması, ısı işlem sıcaklığı ve süresi arasındaki ilişki ise Çizelge 4'te belirtilmiştir.

Uygulanan ısı işlem ve/ya da depolama ya bağlı olarak, limon suyunun pH değeri ve asitliğinde istatistiksel olarak önemli bir değişiklik ($P > 0.05$) görülmemiştir.

Örneklerin bulanıklık, renk ve lezzet durumlarına ilişkin duyuşal değerlendirme sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir.

Askorbik Asit

Çizelge 2'nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi, ısı işlem uygulaması sonucu ürünün L-askorbik asit içeriği % 12-16 (ortalama % 14) kadar azalmıştır. Örneklerin oda koşullarında saklanması sırasında da askorbik asit kaybı ($P < 0.01$) devam etmiştir (Çizelge 3). 6 ve 12 aylık depolama süreleri sonundaki ortalama kayıp, sırasıyla, % 20 ve % 28 dir. Ancak, Çizelge 2'den de anlaşılacağı

gibi, depolama sırasında örneklerde meydana gelen askorbik asit azalması, ısıtma işlemi sırasında uygulanan sıcaklık derecesi ve süresine bağlı olarak farklılık göstermiştir.

Örneklere uygulanan sıcaklık derecesi ve/ya da süresinin artmasına bağlı olarak depolama sırasında kayıp da artmıştır ($P < 0.05$).

50°C'de 20 dakika ısıtma işlemi uygulanan örneklerde nisbeten düşük olan (6 ayda % 17, 12 ayda % 22) askorbik asit kaybı, özellikle 80°C'den itibaren artış göstermiş ve 90°C'de 10 dakika işlem gören örneklerde 6 ay sonunda % 31, 12 ay sonunda ise % 37 düzeyine erişmiştir.

Çizelge 2. Isıtma İşlemi Uygulanarak Oda Sıcaklığında Saklanan Limon Suyu Örneklerinin L-Askorbik Asit İçerikleri ve Esmerleşme İndisleri

Uygulanan ısıtma işlemi		L - Askorbik Asit (mg/100 ml)			Esmerleşme İndisi (E x 100) 420 nm		
Sıcaklığı (°C)	Süresi (dakika)	Saklama süresi (Ay)			Saklama süresi (Ay)		
		0	6	12	0	6	12
Kontrol		46.8 ^{a*}	45.3 ^a	45.7 ^a	6.0 ^a	5.8 ^a	6.0 ^a
50	20	41.3 ^b	38.9 ^b	36.5 ^b	6.0 ^a	8.0 ^b	15.5 ^b
50	30	41.3 ^b	38.4 ^{bc}	36.5 ^b	6.2 ^a	8.0 ^b	16.0 ^b
60	20	40.1 ^{bc}	38.0 ^{bc}	34.6 ^c	5.8 ^a	8.4 ^b	16.0 ^b
60	30	40.1 ^{bc}	38.0 ^{bc}	34.6 ^c	6.0 ^a	8.9 ^{bc}	16.0 ^b
65	20	40.1 ^{bc}	38.0 ^{bc}	34.5 ^c	5.8 ^a	8.9 ^{bc}	16.2 ^b
65	30	40.1 ^{bc}	38.0 ^{bc}	34.4 ^c	5.8 ^a	9.0 ^{bc}	15.8 ^b
70	10	40.1 ^{bc}	39.4 ^{bc}	35.2 ^{bc}	6.7 ^{ab}	9.0 ^{bc}	15.7 ^b
70	20	40.1 ^{bc}	38.4 ^{bc}	34.6 ^c	6.9 ^{ab}	9.0 ^{bc}	16.0 ^b
75	5	40.1 ^{bc}	37.5 ^{bc}	35.2 ^{bc}	6.7 ^{ab}	9.5 ^{bcd}	15.7 ^b
75	10	40.1 ^{bc}	37.0 ^c	35.2 ^{bc}	6.9 ^{ab}	9.2 ^{bcd}	16.3 ^b
75	20	39.7 ^{bc}	37.0 ^c	33.9 ^c	7.5 ^{abc}	9.5 ^{bcd}	16.8 ^b
80	5	39.7 ^{bc}	33.8 ^d	39.4 ^d	7.1 ^{abc}	10.5 ^{cde}	19.5 ^c
80	10	39.4 ^c	32.8 ^d	39.4 ^d	7.7 ^{abc}	10.5 ^{cde}	19.8 ^c
90	5	40.1 ^{bc}	33.3 ^d	39.4 ^d	8.2 ^{bc}	11.2 ^{de}	20.0 ^c
90	10	39.7 ^{bc}	32.3 ^d	39.4 ^d	9.0 ^c	11.8 ^e	20.0 ^c

(*) Her sütunda, aynı harfle belirtilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 3. Saklama Süresinin Limon Suyu Örneklerinin L - Askorbik Asit İçeriği ve Esmerleşme İndisi Üzerindeki Etkisi

Saklama Süresi (Ay)	L - Askorbik Asit (mg/100 ml)	Esmerleşme İndisi (E x 100) 420 nm
0	40.6 ^{a**}	6.8 ^c
6	37.4 ^b	9.7 ^b
12	34.4 ^c	16.3 ^a

(**) Farklı harfle işaretlenen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemlidir.

Çizelge 4. Limon Suyu Örneklerinin Esmerleşme İndisi (Y) ile L-Askorbik Asit (x_1), Isıl İşlem Sıcaklık Derecesi (x_2) ve Süresi (x_3) Arasındaki İlişki

Depolama Süresi (Ay)	Tüm Korrelasyon Katsayısı (R^2)	Kısmi Korrelasyon Katsayıları		
		r_{YX_1, X_2, X_3}	r_{YX_1, X_2}	r_{YX_1, X_3}
0	0.809***	0.376	0.372	0.785**
6	0.963***	-0.807***	0.325	0.847***
12	0.953***	-0.941***	0.101	0.274

(***) = p 0.001; (**) = p 0.01

Esmerleşme

O ay depolanan örneklerin değerlendirilmesinde; 70°C ye kadar (50°, 60° ve 65°C) olan ısı işlem uygulamalarına bağlı olarak limon suyunun rengi üzerinde gerek duyuşal olarak algılanabilen gerekse enstrümental olarak ölçülebilen (Çizelge 2) bir farklılık belirlenmemiştir. 90°C'de 10 dakika ısı işlem gören örneklerin renklerinin ise 75°C'de 10 dakika ve daha düşük sıcaklıkta ısı işlem gören örneklerden farklı olduğu (P < 0.05) görülmüştür.

Isıl işlem gören limon suyu örneklerinin oda sıcaklığında karanlıkta saklanması etkileri incelendiğinde; gerek 6 aylık gerekse 12 aylık sürelerin sonunda ölçülen renk indislerinin başlangıçtakine oranla daha büyük olduğu, örneklerde belirgin bir esmerleşmenin meydana geldiği saptanmıştır (Çizelge 2 ve 3). Saklama süresinin artması ile örneklerde meydana gelen esmerleşmenin de arttığı (Çizelge 3) ve bu artışın istatistiksel olarak, 0.01 güven sınırı düzeyinde önemli olduğu görülmüştür.

Saklama süreleri sonunda örneklerde meydana gelen esmerleşme üzerinde, uygulanan ısı işlemlerdeki sıcaklık derecesi ve işlem süresinin, özellikle ilk 6 aylık saklama sırasında, etkili olduğu gözlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2'nin incelenmesi ile de görülebileceği gibi, 6 aylık saklama süresi sonundaki esmerleşme, örneklerde uygulanmış olan ısı işlem düzeyine koşut bir şekilde gelişmiştir (P < 0.05).

Ancak 12 aylık saklama süresi sonunda bu ilişki büyük ölçüde ortada kalmış, 75°C ve

daha düşük sıcaklıklarda işlem gören örneklerin esmerleşme indisleri hemen hemen bir birinin aynı olmuştur (P > 0.05). 75°C'de 20 dakika ve 80°C'de 5 dakika ısı işlem gören örneklerin esmerleşme indislerinin istatistiksel anlamda birbirlerinden farklı (P < 0.05) bulunmasına karşın 80°C ve 90°C'lerde işlem gören örneklerin esmerleşme dereceleri arasında önemli bir fark belirlenmemiştir (P > 0.05).

Esmerleşme ile Örneklerde Uygulanan Sıcaklık Derecesi, Süresi ve Askorbik Asit Azalması Arasındaki İlişki. -Limon suyu örneklerinin esmerleşme indisleri (Y) ile bunlarda meydana gelen askorbik asit azalması (X_1) ve ısı işlem uygulamasındaki sıcaklık derecesi (X_2) ve süresi (X_3) arasındaki ilişki incelendiğinde; söz konusu değerler arasındaki korrelasyonun çok önemli (P < 0.001) olduğu görülmüş ve tüm korrelasyon katsayısının (R^2) O ay saklanan örneklerde 0.809, 6 ay saklananlarda 0.963 ve 12 ay saklananlarda 0.953 düzeyinde bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Esmerleşmedeki varyasyon üzerinde söz konusu etmenlerin bireysel katkıları (kısmi korrelasyon katsayıları) incelendiğinde;

— 0 ay saklanmış örneklerin esmerleşme indislerindeki varyasyon üzerinde en önemli katkının (P < 0.01) uygulanan sıcaklık derecesinden geldiği, askorbik asit azalmasının istatistiksel anlamda önemli bir katkısının olmadığı (Çizelge 4),

— 6 ay saklanmış örneklerin esmerleşme indislerindeki varyasyon üzerinde ise hem askorbik asit azalması (P < 0.001) hem de uygulanan sıcaklık derecesinin (P < 0.001) katkılarının önemli olduğu ve bunların kısmi korrelasyon katsayılarının, sırasıyla, -0.807 ve 0.847 oldukları,

Çizelge 5. Değişik Sıcaklık ve Sürelerde Isıl İşlem Gördükten Sonra 0, 6 ve 12 Ay Saklanan Limon Sularının Duyusal Değerlendirme Sonuçları *

Sıcaklık Süresi (A)	Sıcaklık Derecesi (0°C)	İşlem Süresi (dakika)				Kontrol
		5	10	20	30	
0	50	—	—	8.3	8.3	9.8
	60	—	—	8.0	7.5	
	65	—	—	7.7	7.1	
	70	—	7.9	7.4	—	
	75	8.1	7.6	7.0	—	
	80	6.9	6.8	—	—	
	90	6.3	5.8	—	—	
6	65	—	—	7.8	7.5	9.9
	70	—	7.2	7.0	—	
	75	7.5	6.8	6.5	—	
	80	5.4	5.1	—	—	
	90	4.6	4.2	—	—	
12	65	—	—	6.0	5.6	9.6
	70	—	5.4	5.1	—	
	75	6.2	5.1	4.8	—	
	80	3.8	4.1	—	—	
	90	2.9	3.1	—	—	

(*) Puanlamada : 10 çok iyi (taze limon suyu), 1 çok kötü

— 12 ay saklanan örneklerin esmerleşme indislerindeki varyasyonun ise büyük ölçüde (-0.941) L-askorbik asit azalması ile açıklanabildiği ($P < 0.001$), ısıl işlemde uygulanan sıcaklık derecesinin ve sürenin etkisinin önemli olmadığı (Çizelge 4) görülmüştür.

Duyusal Değerlendirme. - 0 ay depolanan örneklerin değerlendirilmesi sonucunda: Isıtılan tüm örnekler ısıtılmamış taze limon suyundan farklı bulunmuştur. Tat ve görünüşlerinin taze limon suyuna yakın oluşu nedeniyle 80°C'ye kadar ısıtılan örneklerin limonata yapımına uygun bulunmasına karşın, 80° ve 90°C'lerde ısıtılanların tatlarındaki hafif değişimden dolayı, ancak salatada kullanıma uygun oldukları kanısına varılmıştır (Çizelge 5).

6 aylık depolama süresi sonunda; 50°C'de 20 ve 30 dakika ile 60°C'de 20 dakika ısıl işlem gören örneklerin durulmuş oldukları, 60°C'de 30 dakika işlem gören örneklerde ise belirgin bir bulanıklık azalması olduğu görüldüğü bu örnekler değerlendirme dışı bırakılmışlardır. 6 ay depolanan örneklerde 75°C'de 5 da-

kıca ile daha düşük sıcaklıklarda ısıtılan örneklerin limonatada, 75°C'de 10 ve 20 dakika ile daha yüksek sıcaklıklarda ısıtılanların salatada kullanıma uygun nitelikte oldukları görülmüştür.

12 ay depolanan örneklerin ise, renk ve tat özelliklerinin önemli derecede değişikliğe uğramış olmaları nedeniyle bunlardan 80°C'ye kadar ısıtılanların ancak salatada kullanılmaya uygun buldukları, 80° ve 90°C'lerde ısıtılanların ise tüketici tarafından kolay kabul edilemeyecek nitelikte oldukları sonucuna varılmıştır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Ev koşullarında uygulanabilecek şekilde gerçekleştirilen işlemler ve saklama sonucunda elde edilen bulgular irdelendiğinde;

— Deaerasyon işlemi uygulanmaksızın ve tepe boşluğu kalacak şekilde şişelenerek oldukça uzun sürede pastörize edilen limon suyu örneklerinde, ısıl işlem ile meydana gelen AA kaybının işletme koşullarında belir-

lenenler (8, 10, 14, 15) göre yüksek, ancak depolama sırasındaki AA kaybının farklı olmadığı (9, 10, 15), bunun da depolama sırasındaki AA parçalanmasının büyük ölçüde anaerobik yoldan gerçekleştiği yolundaki görüşlere (9, 16) uygun olduğu,

- Yüksek sıcaklıkta depolamanın, üründe ileri derecede bir renk esmerleşmesine neden olduğu (9, 20), başlangıçta uygulanan ısı işlem sıcaklık ve süresinin depolama sırasındaki esmerleşme gelişimini etkilediği,
- İlk 6 aylık sürede oldukça yavaş gelişen esmerleşmenin, gerek yaz aylarında sıcaklığın yüksek olması (30-35°C), gerekse daha önce oluşan öncül maddelerin renk pigmentlerine dönüşmesi (9) nedeniyle ikinci 6 aylık devrede ileri derecede geliştiği,
- Başlangıçta düşük olan askorbik asit azalması ile esmerleşme sırasındaki ilgi 12 ay-

lık dönem sonunda —0.941 gibi yüksek ve önemli ($P < 0.001$) bir düzeye erişmiştir. Başka araştırmacıların da (9) altıntop sularında benzer bulgular elde etmiş olması, askorbik asit azalmasının depolama sırasındaki esmerleşmenin gelişme derecesi için bir ölçüt olabileceği kanısını uyandırmıştır.

Sonuç olarak :

- Uygulanan sıcaklık derecesine bağlı olarak, pastörize limon sularında renk değişiminin yanı sıra tat değişiminin de oluşacağı,
- Ancak, 65°C'de 20 dakika (toplam ısıtma süresi yaklaşık 40 dk) ısı işlem uygulanarak limon suyunun 6 ayı aşkın bir süre limonata dahil çeşitli amaçlarla taze limon suyu yerine kullanılabilirliği,
- Hatta böyle bir ürünün 12 aylık depolamadan sonra bile salatalarda ekşitici olarak kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Swisher, H.E., Swisher, L.H. 1971. Lemon and Lime Juices. In «Fruit and Vegetable Juice Processing Technology» Ed. by Tressler, D.K. and M.A. Joslyn. AVI Publ. Comp. Inc.
2. Cemeroglu, B. 1982. Meyve Suyu Üretim Teknolojisi, Teknik Basım Sanayi Matbaası Kızılay - Ankara.
3. Altan, A. 1983. Turunçgil Sularında Acılık Ögesi Olarak Limonun. Gıda Dergisi, 8 (3), 125 - 129.
4. Kesterson, J.W., Hendrickson, R., Braddock, R.J. 1971. Florida Citrus Oils. Agricultural Experiment Stations Bulletin, No: 749. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, Fla.
5. Joslyn, M.A., Pilnik W. 1961. Enzymes. In «The Orange, Its Biochemistry and Physiology». Ed. by W.B. Sinclair. Univ. of Calif. Press, Berkeley, Calif.
6. Rotschild, G., Van Vliet, C., Karsenty, A. 1975. Pasteurization Conditions for Juices and Comminuted Products of Israeli Citrus Fruits. J. Food Technol., 10, 29 - 38.
7. Ekşi, A., Artık, N. 1986. Meyve Suyunda Hidroksimetil Furfural Miktarı Üzerine Pastörizasyon Sonrası Soğutma İşleminin Etkisi. Gıda Dergisi, 11 (3), 139 - 143.
8. Moore, E.L., Wiederhold, E., Atkins, C.D. 1944. Changes Occuring in the Orange and Grapefruit Juices During Commercial Processing and Subsequent Storage of Glass and tin-packed products. The Fruit Products Journal and American Food Manufacturer, May 1944, p. 270 - 285.
9. Lee, H.S., Nagy, S. 1988. Quality Changes and Nonezymic Browning Intermediates in Grapefruit Juice During Storage. J. Food Sci., 53 (1), 168 - 172, 180.
10. Görsoy, G. 1982. Değişik Saklama Koşullarının Bazı Turunçgil Konsantratlarının Bileşimi Üzerine Etkileri. (Doktora Tezi). Ç. Ü. Ziraat Fakültesi, Adana.
11. Eskin, N.A.M., Henderson, H.M., Townsend, R.J. 1971. Biochemistry of Foods. Academic Press Inc.
12. Ural, A. 1978. Portakal Sularında Enzimatik Olmayan Esmerleşme. E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 15 (3), 211 - 228.
13. Rouse, A.H., Atkins, C.D. 1952. Heat Inactivation of Pectinesterase in Citrus Juices. Food Technol., 6, 291 - 294.
14. Altan, A. 1981. Pastörize Portakal Suyu Üretiminde Ticari Pektinaz Preparatları Kullanarak Verim ve Kaliteyi İyileştirme Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. (Doktora Tezi). Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Adana.

15. Loeffler, H.J. 1941. Processing of Orange Juice. Effect of Storage Temperature on Quality Factors of Bottled Juice. *Industrial and Engineering Chemistry*, 33, 1308 - 1314.
16. Kacem, B., Matthews, R.F., Crandall, P.G., Cornell, J.A. 1987. Nonenzymatic Browning in Aseptically Packaged Orange Juice and Orange Drinks. Effect of Amino acids, Deaeration and Anaerobic Storage.
17. Marcy, J. E., Graumlich, T.R., Crandall, P. G., Marshall, M.R. 1984. Factors Affecting Storage of Orange Concentrate. *J. Food Sci.*, 49 (6), 1628 - 1629.
18. Manheim, C.M., Havkin, M. 1978. Shelf-Life of Aseptically Filled Orange Juice in Bottles. *International Congress of Food Science and Technology - Abstracts*, p. 136.
19. Berk, Z., Manheim, C.H. 1986. The Effect of Storage Temperature on Quality of Citrus Products Aseptically Packed into Steel Drums. *J. Food Proc. and Preservation*, 10 (4), 281 - 293.
20. Crandall, P.G., Chen, C.S., Davis, K.C. 1987. Preparation and Storage of 72° Brix Orange Juice Concentrate. *J. Food Sci.*, 52 (2), 381 - 385.
21. Anon. 1962. International Federation of Fruit Juice Producers, Analyses no : 11.
22. Anon. 1968. International Federation of Fruit Juice Producers, Analyses no : 3.
23. Anon. 1970. Official Methods of the AOAC. Eleventh edition, Ed. by W Horowitz. Publ. by AOAC.
24. Meydav, S., Saguy, I., Popelman, I.J. 1977. Browning Determination in Citrus Products. *J. Agric. Food Chem.*, 25 (3), 602 - 604.
25. Gould, W. A. 1977. Food Quality Assurance. The AVI Publ. Comp. Inc.

ANAHTAR KELİMELER

Limon suyu (Lemon juice)
Esmerleşme (Browning)
Askorbik Asit (Ascorbic acid)
Pastörizasyon (Pasteurization)
Muhafaza (Storage)