

DOMATES SALÇASI ÜRETİMİNDE VERİM VE KALİTEYİ YÜKSELTMEYE YÖNELİK BAZI YENİ UYGULAMALAR*

SOME NEW APPLICATIONS TO IMPROVE THE YIELD AND QUALITY IN TOMATO PASTE PRODUCTION

Hasan YILDIZ¹, Taner BAYSAL²

¹Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir

²Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

ÖZET: Domates salçası üretimi, bu amaca uygun hammaddenin yıkanıp ayıklandıktan sonra parçalanıp, ısıtılıp inceltilmesiyle pulp haline getirilmesi ve pulpun belli oranda konsantre edilerek ambalajlanmasıyla gerçekleştirilir. Domates salçasında en önemli kalite kriteri renktir. Bunun yanı sıra salça kıvamı, serum ayrılma oranı, kırmızı ve siyah benek ile küf içeriği gibi pek çok faktör bir kalite kriteri olarak önem taşımaktadır. Son yıllarda bu ve benzeri kalite özelliklerinin iyileştirilmesi ve verimin artırılması amacıyla hammadde niteliklerini yükseltmeye yönelik tohum genetiği çalışmaları yanında, salça üretiminin değişik aşamalarında elektrop plazmoliz, yüksek basınç, puls elektrik alan ve membran uygulamaları vb. yeni teknolojiler üzerine çalışmalar dikkat çekmektedir.

Bu çalışmada domates salçası üretiminde salça verimi ve kalitesini yükseltmeye yönelik son yıllarda üzerinde durulan kalite yükseltmeye yönelik uygulamalar özet olarak verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yeni uygulamalar, domates salçası, kalite, verim

ABSTRACT: Tomato paste production includes washing, crushing, heating, and pulping of tomatoes to be processed. The pulp is then concentrated to desired brix degree and packaged. The most important quality parameter of tomato paste is color. Moreover, consistency, syneresis, red and black points, and mold contents are the other important quality characteristics. In recent years, the genetic studies on tomato seed for the enhancement of raw material properties to improve the yield and quality of the products have been conducted. In addition, novel technological applications such as electroplysmolysis, high pressure, pulsed electric field and, membrane technologies etc. have been also studied extensively by several researchers.

In this article, alternative processing technologies, improving the yield and quality of tomato paste, are summarized.

Keywords: New applications, tomato paste, quality, yield

GİRİŞ

Türkiye salça üretiminde dünyada üçüncü sırada yer almaktadır. Ülkemizin bu rekabette varlığını sürdürmesinde etkili faktörlerden biri de yüksek kaliteli ürün ve verim artışı sağlayabilecek gelecek yenilikleri ve gelişmeleri takip edip uygulamasıdır.

Domateslerden salça üretimi, önce pulpun elde edilmesi, sonra pulpun belli oranda konsantre edilmesi ve konsantrenin (salçanın) ambalajlanması gibi üç aşamada gerçekleştirilir. Salçaya işlenecek domateslerin belli niteliklere sahip olması gerekir. İyi kalitede bir salça üretimi ancak salça yapımına uygun kalitede bir hammadde ile gerçekleştirilebilir. Ancak elde edilen salçanın kalitesi, hammadde yanında pek çok faktöre de bağlıdır (Cemeroğlu, Karadeniz ve Özkan 2003). Domates salçası ve püresinde başlıca kalite göstergelerinin renk,

* Türkiye 8. Gıda Kongresi'nde sunulmuştur.

¹ E-posta: yildiz@mail.ege.edu.tr

kıvam ve lezzet olduğu (Hayes, Smith ve Morris 1998), bunun yanında, görünüş, yapı ve küf miktarının da önemli kalite özellikleri arasında yer aldığı belirtilmektedir (Cemeroğlu vd 2003).

Domates salçası üretiminde, salça verimi ve kalitesini artırabilmek amacıyla genetik modifikasyon (Porretta ve Poli 1997, Sanchez, Valencia, Gallegos, Ciruelos ve Latorre 2002) ve yeni işleme teknikleri üzerinde çalışılmaların hız kazandığı görülmektedir. Salça verimini artırmak için öncelikle pulp veriminin artırılması gerekmektedir. Pulp verimi hücre içi sıvısının dışarı alınma oranıyla doğrudan ilişkilidir. Hücre içi sıvısının dışarı çıkmasını yarı geçirgen özellikteki stoplazmik zar engellemektedir. Bu zarın sağlamlığı pulp ve şıra verimini etkilemektedir. Hücre içi sıvısının çıkışını kolaylaştırmak için stoplazmik zarın parçalanması gerekmektedir (Pazır ve Okilov 1996). Bu amaçla mekanik parçalama, enzim ve ısı uygulamasının yanında, puls elektrik alan ve elektroplazmoliz gibi değişik yöntemler üzerinde yapılan çalışmalar dikkat çekmektedir.

Domates salçasında en önemli kalite kriterleri renk ve kıvamıdır. Bu nedenle salçanın renk ve kıvamını etkileyen işlemler salça kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Domates salçasının renk ve kıvamı hammaddeye bağlı olmakla birlikte işleme yöntemleri ve kullanılan tekniklerin de bu özellikler üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Özellikle ön ısıtma ve evaporasyon koşulları bu açıdan oldukça önemlidir.

Ön ısıtmada temel amaç, salça kıvamının düşmesine neden olan enzimlerin inaktive edilmesidir. Bu amaçla geleneksel yöntem olarak borulu ısı değiştiriciler kullanılarak mayşe ısıtılmaktadır. Ancak son yıllarda enzim inaktivasyonunun sağlanmasında geleneksel ısıtma yöntemine göre üstünlükleri olan puls elektrik alan ve yüksek basınç uygulaması gibi yeni teknikler üzerinde durulmaktadır. Bunun yanı sıra, geleneksel evaporatörlere alternatif olabilecek ters ozmoz ve direkt ozmoz gibi konsantrasyon teknikleri üzerine de çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada domates salçası üretiminde kalite ve verimi artırmaya yönelik bazı yeni teknikler özet olarak verilmeye çalışılmıştır.

Elektroplazmoliz Uygulamaları

Elektroplazmoliz; direkt elektrik akımının etkisiyle bitkisel hücre zarının parçalanması olarak tanımlanmaktadır. Parçalanma oranı, uygulanan elektriksel alan şiddeti, işlem sıcaklığı ve süresi, ürünün elektriksel özellikleri ve ürünün partikül büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir (Pazır ve Okilov 1996). Uygulama genellikle 50-60 Hz frekansta 220-380 V elektriksel gerilim altında birkaç saniye süreyle gerçekleştirilmektedir.

Yapılan çalışmalar domates salçası üretiminde elektroplazmoliz uygulaması ile geleneksel yöntemlere göre % 12'ye varan oranlarda verim artışı sağladığını ve optimum verimin (%75,8), 45,2 V/cm elektriksel alanda 1,14 saniyelik EP uygulamasıyla elde edildiğini saptamışlardır (Okilov 1996).

EP uygulamasıyla, verim artışı yanında domates pulpunun asit içeriği, pH ve ısı iletkenlik katsayısında artış, pulp viskozitesi, posa nemi, çözünen pektin ve B vitamini miktarında ise azalma meydana geldiği, elektriksel direnç, pulp yoğunluğu, kuru madde, organik asit, C vitamini ve karbonhidrat içeriklerinde önemli bir değişiklik gözlenmediği ve palperlemenin kolaylaştığı belirtilmiştir. (Bologa, Berzoi, Bordiyan, Botoshan, Paukov, Rudakovskaya, Papchenko ve Lymar 1989). Ancak salça üretiminde EP uygulamasının en önemli etkisi ürünün dehidrasyon özellikleri üzerinde olmakta bu da evaporasyon süresini etkilemektedir. 0,18-0,21 A/cm² elektriksel akım yoğunluğunda, 15-60 s süreyle uygulanan EP işlemiyle elde edilen pulpun evaporasyon süresi 26,5-37,5 dak. arasında değişirken geleneksel yöntemde bu süresinin 35,5-46,1 dak. olduğu saptanmıştır. Evaporasyon süresinin kısılmasında EP işlemi ile bitki dokularının su tutma özelliğinin ve pulp viskozitesinin azalması ile pektik maddelerin domates pulpuna daha az geçmesine bağlı olarak buharlaşmanın kolaylaşmasının etkili olduğu belirtilmektedir. Yapılan bu çalışmada bir ton ürün için 3 kW/h elektrik enerjisi sarf edildiği hesaplanmıştır (Shcheglov, Rudkovskaya ve Rozhko 1983).

Puls Elektrik Alan Uygulamaları

Puls elektrik alan (pulsed electric field, PEF) tekniği; iki elektrot arasında bulunan gıda maddesinin çok kısa süreyle (1-100 µs) yüksek voltaj elektrik alan (genellikle 10-80 kV/cm) etkisi altında bırakıldığı bir işlemdir

(Ross, Griffiths, Mittal ve Deeth 2003). Gıda işlemede PEF, başta mikroorganizma inaktivasyonu olmak üzere enzim inaktivasyonu ve bitkisel dokuların parçalanması gibi değişik amaçlar için uygulanmaktadır.

PEF uygulaması mikroorganizma inaktivasyonunda etkili bir yöntemdir. Hücre zarının elektromekanik stabilitesini bozarak mikrobiyal inaktivasyon sağlamaktadır (Ramaswamy ve Chen 2002). PEF uygulamasının bakteriler, bakteri sporları ve mayalar (Barbosa-Canovas, Pierson, Zhang ve Schaffer 2001; Evrendilek, Zhang ve Richter 1999; Heinz, Toepfl ve Knorr 2003, Marquez Mittal ve Griffiths 1997, Raso, Alvarez, Condon ve Trepat 2000, Yeom, Streaker, Zhang ve Min 2000, Zhang vd. 1994) üzerine etkisinin incelendiği pek çok çalışma yapılmıştır. PEF işleminin maya ve küflerin inaktivasyonunda ısıl işlemle aynı etkiyi gösterdiği ancak maya ve küflerin PEF işlemine bakterilerden daha dirençli olduğu vurgulanmıştır (Jia, Zhang ve Min 1999).

PEF uygulamasının domates salçası üretiminde önemli olan PME enziminin de içinde bulunduğu pek çok enzimin inaktivasyonu üzerine farklı oranlarda etkisi olduğunu ancak, PEF uygulamasına karşı enzimlerin mikroorganizmalardan daha dirençli olduğunu belirtmiştir (Van Loey, Verachtert ve Hendrickx 2002, Yeom vd 1999). Giner, Gimeno, Espachs, Elez, Barbosa-Canovas ve Martin (2000) domatesten izole ettikleri PME enziminin PEF uygulamasıyla inaktive edilmesi üzerine yaptıkları çalışmada 24 kV/cm elektriksel alanda, 0.02 ms puls genişliğinde, 400 puls uygulamasıyla başlangıç aktivitesinin %93,8 oranında azaltıldığını belirlemişlerdir. Uygulama sırasında başlangıç sıcaklığı 4°C, işlem sonunda ise en çok 15°C olmuştur. PME inaktivasyonunun, uygulanan puls sayısı (0-400) dolayısıyla uygulama süresi, elektriksel alan şiddeti ve puls genişliği (bir pulsun uygulama süresi) ile doğru orantılı olarak değiştiğini, buna karşın elektriksel alan polaritesinin (monopolar, bipolar, ikisinin birlikte kullanılması) enzim inaktivasyonunu etkilemediğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte domates PME enziminin inaktivasyonu için mikroorganizmalara uygulanan PEF koşullarından daha yüksek elektriksel alan şiddeti uygulanması gerektiği, fakat daha düşük kritik elektriksel alan şiddetine ve daha yüksek kritik inaktivasyon başlangıç süresine gereksinim olduğunu belirtmiştir.

PEF işlemi bitkisel hücrelerin parçalanması amacıyla da kullanılabilen ve verim artışı sağlamaktadır. Örneğin Bazhal, Ngadi, Raghavan ve Nguyen (2003) ılımlı PEF ve elektro-ozmotik uygulamaların elma suyu üretiminde şıra verimini önemli ölçüde artırdığını belirtmiştir.

Yüksek Basınç Uygulamaları

Yüksek basınç (high hydrostatic pressure, HHP) uygulaması; gıda maddesinin birkaç dakika süreyle 1000 MPa'a kadar yükselebilen hidrostatik basınç altında bırakıldığı işleme yöntemidir (Lado 2002). HHP uygulaması gıdanın besin değeri ve duyu özelliklerinde hemen hemen hiç azalmaya neden olmaksızın patojen mikroorganizmaların inaktivasyonunda başarılı sonuçlar vermektedir. Bununla yanında işlem süresinin kısa olması, ısı kaynaklı zararların en aza indirilmesi, ürün tazeliğinin korunması, lezzet, doku, renk ve C vitamini kayıplarının olmaması gibi pek çok avantajı bulunmaktadır (Ramaswamy ve Chen 2002).

Domatese 300 ve 350 MPa basınç uygulamasıyla gram negatif bakteri, maya ve küf sayısında en az bir log birimlik azalma sağlanabilmektedir. Ancak bu basınç değerlerine çıktığında domatesin kabuğunun soyulduğu bu nedenle HHP uygulamasının diğer işleme yöntemleriyle birlikte kullanılmasının daha uygun olacağı belirtilmiştir (Farkas ve Hoover 2001).

Fellows (2000), domatesten bulunan ve konsantre domates ürünlerinde kıvamın düşmesine neden olan PME enziminin HHP uygulamasıyla inaktive edilebileceğini belirtmiştir. PME enziminin 300 MPa'ın üzerindeki HHP uygulamasıyla aktivitesinin azalmaya, 45°C'de 10 dak. süreyle uygulanan 700 MPa basınç altında ise inaktive olmaya başladığını belirtmiştir. Stoforos, Crelier, Robert ve Taoukis (2002) da 700 MPa ve üzerindeki basınç uygulamasıyla domates suyunda bulunan PME enziminin önemli ölçüde inaktive edilebileceğini bildirmiştir.

Verlent vd (2004) domatesten izole ettikleri poligalakturonaz (PG) ve pektinmetilesteraz (PME) enzimlerine pH derecesi 4.4 olan tampon çözelti ortamında, 18-65 °C sıcaklık aralığında 0,1-600 MPa basınç uygulamışlardır. Denemeler sonucunda 55°C sıcaklıkta 400 MPa basınç uygulaması ile PG enziminin tamamen

inaktive olduğunu PME enziminin ise optimum aktiviteye yakın bir aktivite gösterdiğini, ayrıca HHP uygulamasının pektinin yapısına bozmadığını belirtmiştir. Duvetter, Van Loey, Verlent, Smount, LyNguyen, Beldman, Schols ve Hendrickx (2004) ise HHP uygulamasında basınç ve sıcaklık arttıkça PME aktivitesinin yükseldiğini bildirmiştir.

Yüksek basınç uygulamasının diğer işleme yöntemleriyle birlikte kullanıldığı denemeler de yapılmıştır. Örneğin, Vercet, Sanchez, Burgos, Montanes ve Lopez Buesa (2002), yüksek basınç altında, sıcaklık ve yüksek enerjili ultrason dalgalarının (manothermosonication, MTS) domates salçasının reolojik özellikleri ve pektik enzimler üzerine etkisini araştırmışlardır. Yapılan denemeler sonunda 1 dak. süreyle MTS uygulamasıyla (200 kPa basınç, 70°C sıcaklık, 20 kHz frekans ve 117 µm genişlikte ultrason dalgası), yalnız sıcaklık uygulamasına (70 °C/1 dak.) göre görünür viskozitenin 1.6 kat , kıvamın 1.9 kat daha yüksek, serum ayrılma oranının ise %20 daha düşük olduğunu belirtmiştir. Aynı uygulama ile PME aktivitesi saptanamayacak düzeye inerken, ısı uygulamasıyla, başlangıç aktivitesine göre ancak %38'lik bir azalma sağlandığını bildirtir. Yine ısı uygulamasıyla PG aktivitesi hiç değişmediği halde MTS uygulamasıyla %62'lik bir azalma sağlandığını belirtmiştir. Tüm bu sonuçlara dayanarak, yüksek viskozite ve kıvama sahip domates ürünü elde etmek amacıyla bu teknolojinin kullanılabilirliğini vurgulanmıştır.

Krebbers, Matser, Hoogerwerf, Moezelaar, Tomassen ve van den Berg (2003), domates pürelerinde oda sıcaklığında yüksek basınç uygulamasının (700 MPa, 30 s), geleneksel pastörizasyon tekniğine göre mikrobiyal inaktivasyon, renk, viskozite ve su tutma özellikleri bakımından daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Ancak bakteri sporları ve pektolitik enzimlerin inaktivasyonunda bu koşullarda uygulanan HHP uygulamasının tek başına yeterli olmadığı, ısıtma (90°C) uygulamasıyla birlikte (HPS) gerçekleştirildiğinde ise *Bacillus stearothermophilus* sporlarının en az 4.5 log birim, PG ve PME aktivitesinde %99'dan daha fazla oranda azalma sağlandığını belirtmişlerdir. HPS uygulamasıyla aynı zamanda oda koşullarında daha stabil olan, başta renk ve lipopen miktarı olmak üzere, geleneksel yöntemlere göre daha az kalite kaybının gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak domates pürelerinin pastörizasyonunda HHP uygulamasının geleneksel yöntemlere alternatif olabileceği vurgulanmıştır. Ohisson ve Bengtsson (2002) da HHP uygulamayla fiziksel özellikleri ve kalitesi yüksek domates suyu üretiminin mümkün olduğunu belirtmişlerdir.

Membran Uygulamaları

Gıda sanayiinde özellikle meyve sularının konsantre edilmesinde ters ozmoz (reverse osmosis, RO), direkt ozmoz (direct osmosis, DO), membran distilasyonu (membrane distillation, MD), ozmotik distilasyon (osmotic distillation, OD) ile mikrofiltrasyon ve ultrafiltrasyonla birleştirilmiş membran teknikleri (integrated membrane processes, IMP) üzerine yapılan çalışmaların son yıllarda arttığı görülmektedir (Bottino Capannelli Turchini, Della Vale ve Trevisan 2002, Jiao, Cassano ve Drioli 2004, Petrotos ve Lazarides 1998).

Membran uygulamaları, genellikle düşük enerji tüketimleri yanında son ürün kalitesinin daha yüksek olmasını sağlayan konsantre etme teknikleridir. Isıl işlem uygulamasıyla ortaya çıkan, başta aroma ve tat kayıpları olmak üzere değişik olumsuzluklar bu tekniklerle en az düzeye indirilebilmektedir. Yine geleneksel yöntemde domates pulpunun evaporatörlerde konsantre edilmesi sonucu üründe oluşan pişmiş tat, renk ve antioksidan aktivite kayıpları da bu teknikle azaltılabilmektedir (Bottino vd 2002, Girard ve Fukumoto 2000).

RO tekniği meyve işleme endüstrisinde yaklaşık 30 yıldan beri bilinen bir teknik olmasına rağmen geleneksel ısıtma yöntemleriyle karşılaştırıldığında sunduğu avantajlar ve giderilemeyen bazı sorunları nedeniyle günümüzde de üzerinde çalışılan bir membran konsantrasyon tekniğidir. RO ile domates suyu konsantre edilebilmektedir. Bu amaçla öncelikle domates suyundaki lifler santrifüjle ayrılmakta daha sonra serum kısmı RO ile konsantre edilmekte ve elde edilen konsantre ile lifli kısım tekrar karıştırılmaktadır. Ancak bu yöntemle domates suyu ancak 7-8 briks derecesine kadar konsantre edilebilmektedir. Daha yüksek konsantrasyonlara çıkmanın ekonomik açıdan verimli olmadığı belirtilmektedir. Bu nedenle istenen konsantrasyona ulaşabilmek amacıyla, RO ile elde edilen ürün evaporatöre verilmektedir (Pepper, Orchard ve Merry 1985).

RO tekniği ile istenen konsantrasyona genellikle ulaşılamadığı için bu tekniğin MF ile birleştirilmesi denenmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Bu uygulama üç aşamada gerçekleştirilmektedir; (i) domates suyunun mikrofiltrasyonu, (ii) permeatin RO ile konsantre edilmesi, (iii) mikrofiltrasyon ve RO işlemleri sonunda elde edilen konsantrelerin tekrar karıştırılması. RO ile serumum yüksek konsantrasyon derecelerine çıkartılabildiği ve elde edilen konsantrenin, mikrofiltrasyonda elde edilen konsantre ile kolaylıkla karıştırılabildiği ve istenen Őeker içeriğine sahip ürün elde etmenin mümkün olduğu vurgulanmıştır (Bottino vd 2002). Petrotos ve Lazarides (2001), geliştirdikleri RO membranı içeren ve türbülans oluşturan özel bir hücre ile domates suyunun kuru maddesini 5°Briks'ten 16°Briks'e çıkarmışlardır.

DO tekniği uygulaması, düşük sıcaklık ve basınçta gerçekleştirildiği için ürünün renk ve lezzetini koruyan diğer bir konsantrasyon tekniğidir (Jiao vd 2004). Petrotos vd (1998), DO yöntemiyle domates suyunu konsantre edilmesi üzerine yaptıkları çalışmada UF ile elde edilmiş domates suyunun DO yöntemiyle konsantre edilmesinde en iyi performansın elde edildiğini belirtmişlerdir.

OD, ozmotik evaporasyon, membran evaporasyon, izotermal membran distilasyon, gaz membran ekstraksiyonu olarak da bilinmektedir. Bu yöntemde konsantrasyon işlemi, oda sıcaklığı ve atmosferik basınç altındaki gıda maddesinden, suyun bir membranla çekilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle ısı uygulamasıyla ortaya çıkan zararlar da giderilmiş olmaktadır. Bu yöntemin de domates suyunun konsantre edilmesinde uygulanabileceği belirtilmektedir (Jiao vd 2004).

SONUÇ

EP, PEF, HHP ve membran uygulamalarının verim artışı sağladığı, besin değer ve duyuusal kalite bakımından daha iyi ürün elde etmede başarılı sonuçlar verdiği görülmektedir. Türkiye ve dünyadaki domates salçası üretim miktarları dikkate alındığında, verimdeki küçük bir artış ve kalitedeki iyileşmenin uluslararası rekabette ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Ancak bu tekniklerin pek çoğunun ticari olarak uygulanabilecek düzeyde olmadıkları, sistem koşullarının ve etki mekanizmalarının tam olarak ortaya konmadığı ve bu amaca yönelik çalışmaların tüm hızıyla devam ettiği görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Barbosa-Canovas GV, Pierson MD, Zhang QH, Schaffer DW 2001. Pulsed electric fields. Journal of Food Science-Special Supplement: Kinetics of Microbial Inactivation for Alternative Food Processing Technologies, 65-79.
- Bazhal MI, Ngadi MO, Raghavan GSV and Nguyen DH 2003. Textural changes in apple tissue during pulsed electric field treatment. Journal of Food Science, 68 (1): 249-253.
- Bologa MK, Berzoi S.E., Bordiyan VV, Botoshan NI, Paukov YN, Rudakovskaya GV, Papchenko AY, Lyman AS. 1989. Method of producing tomato paste. PCT International Patent Application WO 89/05591 A1.
- Bottino A, Capannelli G, Turchini A, Della Vale P, Trevisan M. 2002. Integrated membrane processes for the concentration of tomato juice. Desalination 148, 73-77.
- Cemeroğlu B, Karadeniz F ve Özkan M. 2003. *Meyve Sebze İşleme Teknolojisi 3: Meyve Sebze İşleme Teknolojisi*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 28, Ankara.
- Duvetter T, Van Loey A, Verlent I, Smount C, Ly Nguyen B, Beldman G, Schols H, Hendrickx M. 2004. Influence of temperature and high pressure on rate and mode of pectin deesterification by *Aspergillus pectinmethylesterase*. Int. Congress Eng. and Food, ICEF 9, Montpellier, France, 8-11 March 2004.
- Evrendilek GA, Zhang QH, Richter ER, 1999. Inactivation of *Escherichia coli* 0157:H7 and *Escherichia coli* 8739 in apple juice by pulsed electric fields. Journal of Food Protection 62 (7): 793-796.
- Farkas DF, Hoover DG. 2001. High pressure processing. Journal of Food Science-Special Supplement: Kinetics of Microbial Inactivation for Alternative Food Processing Technologies, 47-64.
- Fellows P. 2000. *Food Processing Technology-Principles and Practice*. 2nd ed., Woodhead Publishing Ltd. and CRC Pres, England.
- Giner J, Gimeno V, Espachs A, Elez P, Barbosa-Canovas GV, Martin O. 2000. Inhibition of tomato pectin methylesterase by pulsed electric field. Innovative Food Science and Emerging Technol., 1:57-67.

- Girard B, Fukumoto LR. 2000. Membrane processing of fruit juices and beverages: A review. *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 40 (2): 91-157.
- Hayes W.A., Smith FG, Morris AEJ 1998. The production and quality of tomato concentrates. *Critical reviews in food Science and Nutrition*, 38(7): 537-564.
- Heinz V, Toepfl S, Knorr D. 2003. Impact of temperature on lethality and energy efficiency of apple juice pasteurization by pulsed electric fields treatment. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 4: 167-175.
- Jia M., Zhang QH, Min DB, 1999. Pulsed electric field processing effects on flavor compounds and microorganisms of orange juice. *Food Chemistry*, 65: 445-451.
- Jiao B, Cassano A, Drioli E. 2004. Recent advances on membrane processes for the concentration of fruit juices: a review. *Journal of Food Engineering*, 63:303-324.
- Krebbbers B, Matser AM, Hoogerwerf SW, Moezelaar R, Tomassen M.M.M, van den Berg RW 2003. Combined high-pressure and thermal treatments for processing of tomato puree: evaluation of microbial inactivation and quality parameters. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 4:377-385.
- Lado BH 2002. Alternative food-preservation Technologies: efficacy and mechanisms. *Microbes and Infection* 4: 433-440.
- Marquez VO, Mittal GS, Griffiths MW 1997. Destruction and inhibition of bacterial spores by high voltage electric field. *J. Food Sci.* 62 (2): 399-401,409.
- Ohlsson T, Begtsson N. 2002. Minimal processing of foods with non-thermal methods. *Minimal Processing Technologies in Food Industry*, Ed. T. Ohlsson and N. Begtsson, Woodhead Publishing Ltd. and CRC Pres, Cambridge, England.
- Pazır F, Okilov Ş. 1996. Gıda sanayinde kullanılan elektroplazmolizatorler. *Gıda* 21(6):485-491.
- Okilov Ş. 1995. Klasik ve Elektroplazmoliz Yöntemleri İle Elde Edilen Golden Delicious Elmalarının Pres Suyuna İşlenmesi Sırasında Kimi Özelliklerine Etki Eden Faktörlerin Araştırılması. Y.L. Tezi, Ege Ün. Fen Bil. Enst., İzmir, 69 s.
- Pepper D, Orchard ACJ, Merry AJ 1985. Concentration of tomato juice and other fruit juices by reverse osmosis. *Desalination*, 53: 157-166.
- Petrots KB, Lazarides HN 2001. Osmotic concentration of liquid foods. *Journal of Food Engineering*, 49(2-3): 201-206.
- Petrots KB, Quantick P, Petropakis H. 1998. A study of the direct osmotic concentration of tomato juice in tubular membrane-module configuration. I. The effect of certain basic process parameters on the process performance. *Journal of Membrane Science*, 150: 99-110.
- Porretta S, Poli G, Minuti E. 1998. Tomato pulp quality from transgenic fruits with reduced polygalacturonase (PG). *Food Chemistry*, 62 (3): 283-290.
- Ramaswamy HS, Chen CR 2002. Maximizing the quality of thermally processed fruits and vegetables. *Fruit and Vegetable Processing Improving Quality*, Ed. W. Jongen, Woodhead Publishing Ltd. and CRC Pres, England.
- Raso J, Alvarez I, Condon S, Trepat FJS 2000. Predicting of Salmonella seftenberg by pulsed electric fields. *Innov. Food Sci. Emerging Techn.* 1: 21-29.
- Ross AIV, Griffiths MW, Mittal GS, Deeth HC 2003. Combining nonthermal technologies to control foodborne microorganisms. *International Journal of Food Microbiology* 89: 125-138.
- Sanchez MC, Valencia C, Gallegos C, Ciruelos A, Latorre A. 2002. Influence of processing on the rheological properties of tomato paste, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82: 990-997.
- Shcheglov Yu. A, Rudkovskaya GV, Rozhko VS 1983. Use of electropulsolysis in the manufacture of tomato paste. *Konservnaya i Ovoshchesushil'naya Promyshlennost'*, No.5: 8-10.
- Stoforos NG, Crelier S, Robert MC, Taoukis P.S. 2002. Kinetics of tomato pectin methylesterase inactivation by temperature and high pressure. *Journal of Food Science*, 67(3): 1026-1031.
- Van Loey A, Verachtert B, Hendrickx M. 2002. Effect of high electric field pulses on enzymes. *Trends in Food Science and Technology*, 12: 94-102.
- Vercet A, Sanchez C, Burgos J, Montanes L, Lopez Buesa P. 2002. The effects of manothermosonication on tomato pectic enzymes and tomato paste rheological properties. *Journal of Food Engineering*, 53: 273-278.
- Verlent I, Van Loey A, Smount C, Duvetter T, Ly Nguyen B, Hendrickx M. 2004. Effect of combined temperature-pressure treatments on tomato pectinmethylesterase or polygalacturonase catalysed conversion reactions. *Int. Congress Eng. and Food, ICEF 9, Montpellier, France, 8-11 March 2004.*
- Yeom HW, Streaker CB, Zhang QH, Min DB. 2000. Effects of pulsed electric fields on the quality orange juice and comparison with heat pasteurization. *Journal of Food Chemistry*, 48: 4597-4605.
- Yeom HW, Zhang QH, Dunne CP. 1999. Inactivation of papain by pulsed electric field in a continuous system. *Food Chemistry*, 67: 53-59.
- Zhang Q, Monsalve-Gonzalez A, Barbosa-Canovas GV, Swanson BG. 1994. Inactivation of *E. coli* and *S. cerevisiae* by pulsed electric fields under controlled temperature conditions, *Transactions of the ASAE*, 37 (2): 581-587.