

Vurgulu Elektrik Alan Uygulamasının Meyve ve Sebze Bileşenleri Üzerine Etkisi

Betül ALTINAY¹, Alper KUŞÇU¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 32260 ISPARTA
betulaltinay91@gmail.com (Sorumlu Yazar)

Özet

Son zamanlarda gıdaların kalitesini ve besin değerini daha iyi koruyacak, duyuşal özelliklerini geliştirecek yeni gıda işleme yöntemlerinin tüketiciler tarafından talep edilmesi nedeniyle yeni ve alternatif pastörizasyon ile sterilizasyon yöntemleri önem kazanmaya başlamıştır. Gıdaların yüksek sıcaklıktaki ısı işlemlere tabii tutulmasıyla gıdanın yapısında açığa çıkan olumsuzlukların ortadan kaldırılması amacıyla "ısı olmayan yollarla" gıda muhafazası önem kazanmıştır. Isıl olmayan işlemler bozulma yapan ve patojen mikroorganizmalar ile istenmeyen enzimlerin inaktivasyonunu sağlarken işleme sıcaklığının düşük olması dolayısıyla ürünün tadı, kokusu, tekstürü ve besin öğeleri daha iyi korunmakta ve taze halindeki özelliklerine çok yakın nitelikte ürün elde edilmektedir. Bunun yanında da daha az enerjiye gereksinim duyulmaktadır. Yüksek frekansta ve şiddette elektrik alanı uygulamasına dayanan vurgulu elektrik alan (PEF) teknolojisi gıda kökenli patojen ve gıdada bozulma etmeni olan mikroorganizmaları kontrol altına almak için uygulanan ve ısı olmayan bir gıda koruma işlemidir. Bu teknoloji ile ısı işlem uygulamadan gıdanın raf ömrü uzatılmakta, ayrıca gıdanın mikrobiyal güvenliği sağlanırken doğal özellikleri de daha iyi korunmaktadır. Bu çalışmada PEF uygulamasının meyve ve sebze bileşenleri üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalar hakkında bilgiler verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Vurgulu elektrik alan, meyve, sebze, ısısal olmayan işlemler

Effect of Pulsed Electric Field Application on Components of Fruits and Vegetables

Abstract

Recently, new food processing techniques are being demanded from consumers for keeping food quality and nutritional value, and improving sensational properties of food, new and alternative pasteurization and sterilization techniques get more importance. The high temperature processing of foods are caused to undesirable changes in food structure. Therefore, non-thermal food preservation methods gain more importance to prevent these situations. When, non-thermal processes are supplied to inactivation of spoilage, pathogenic microorganisms and enzymes, low processing temperature is more provided taste, flavor, texture and nutritional values and products can be obtained close to fresh state. Besides that this technique requires less energy. Pulsed electric field technology which is based on high frequency and severe electric field implementations is nonthermal food preservation technique for getting under control of the microorganisms which cause spoilage of foods and pathogens, originating from foods. With this technology, without applying thermal processing, food's shelf life will be extended, and also while food's microbial safety is provided, natural specifications are being preserved. In this study, the researches about the effects of PEF treatments on fruit and vegetable constituents was given.

Keywords: Pulsed electric field, fruit, vegetables, nonthermal processing

1. Giriş

Son zamanlarda gıdaların kalitesini, besin değerini ve duyuşal özelliklerini daha az etkileyecek yeni gıda işleme yöntemlerinin talep edilmesi nedeniyle yeni ve alternatif pastörizasyon ile sterilizasyon yöntemleri geliştirilmektedir. Gıdaların yüksek sıcaklıktaki ısı işlemlere tabii tutulmasıyla gıdanın yapısında açığa çıkan olumsuzlukların ortadan kaldırılması için ısı olmayan işlemler değer kazanmaktadır. Isıl olmayan işlemler bozulma yapan ve patojen mikroorganizmalar ile istenmeyen enzimlerin inaktivasyonunu sağlarken, proses sıcaklığının düşük olması

dolayısıyla ürünün tadı, kokusu, tekstürü ve besin öğeleri daha iyi korunmakta ve taze halindeki özelliklerine çok yakın nitelikte ürün elde edilmektedir. Bunun yanında da daha az enerjiye gereksinim duyulmaktadır (Güleç, 2006).

Son yıllarda ısı işlemlerin gıda maddelerindeki besin öğelerinde yarattığı olumsuz etkilerden dolayı ısı işlemlere alternatif yeni yöntemler popülerlik kazanmaktadır. Bu yöntemlerden PEF uygulaması özellikle sıvı gıdalar üzerinde kullanılmakta olup başarılı sonuçlar alınmaktadır (Gürsul, 2012).

Yüksek frekansta ve şiddette elektrik alanı uygulamasına dayanan PEF teknolojisi gıda kökenli patojen ve gıdada bozulma etmeni olan mikroorganizmaları kontrol altına almak için uygulanan ısı olmayan bir gıda koruma işlemidir. Bu teknoloji ile ısı işlem uygulanmaksızın gıdanın raf ömrü uzatılabilmekte, ayrıca gıdanın mikrobiyal güvenliği sağlanırken doğal özellikleri de daha iyi korunabilmektedir. PEF teknolojisinin mikroorganizmalar üzerindeki ölümcül etkisi, ısı işlemlerde olduğu gibi sadece ısının iletimi veya taşınımı yoluyla sınırlı değildir. Elektrik alan volumetrik bir etkiye sahiptir ve bu etki sayesinde ölümcül koşullar, tüm ürüne hızlı ve homojen olarak aktarılmaktadır. PEF teknolojisi, özellikle akışkan gıdalarda gerek laboratuvar koşullarında gerekse pilot düzeneklerle başarılı olarak kullanılmıştır. Hatta bu teknoloji birçok üründe geleneksel ısı işlem teknolojisi yerine geçebilecekken bazı ürünlerde ısı işlem uygulamalarının tamamlayıcısı olarak önerilmektedir (Barbosa-Cánovas ve Sepulveda, 2005).

PEF uygulamasının, katı gıdalarda ekstraksiyon, kurutma gibi gıda prosesleri öncesinde bir ön işlem basamağı olarak kullanımı gıdaya uygulanan proseslerin verimini, hızını ve ürün kalitesini arttırdığı belirlenmiştir (Anonim, 2012). Geçirgenlikteki bu artış, dışarıdan uygulanan elektrik alanın gücü kritik değere eşitse ya da kritik değeri çok az aşmışsa geri dönülebilir düzeydedir. Gıdaların pastörizasyonunda ise bu değer in aşılması ve pastöre duvarlarında geri dönüşümsüz tahribat için işlem süresi veya şiddeti arttırılmaktadır. Membranın zarar görmesinin nedeni küçük moleküllerin ve iyonların sızmasından dolayı oluşan ozmotik basınçtaki dengesizliktir. Sitoplazmik içeriğin ozmotik basıncından dolayı hücre şişmeye başlar ve porlar büzülür. Hücre hacmi çok arttığında da hücre membranı parçalanır ve dağılır (Açu vd., 2014).

2. Yapılan Çalışmalarda Elde Edilen Bulgular

PEF teknolojisinin çalışması, düşük sıcaklıklarda sıvı gıda ürünlerindeki mikroorganizmaları inaktive etme yeteneği üzerine odaklanmış olsa da, gıda endüstrisinde bazı diğer uygulamalar da araştırılmıştır. Hücre içi metabolit ekstraksiyonunun iyileştirilmesi, kurutma özelliklerinin iyileştirilmesi, enzimatik aktivitenin modifikasyonu, sıvı atıkların dekontaminasyonu ve diğerlerinin yanı sıra gıda maddelerinin fonksiyonel özelliklerinin modifiye edilmesi PEF teknolojisinin farklı uygulamalarına örnek olarak verilebilir. PEF teknolojisinin farklı amaçlar için kullanılmasında uygulanan işlemin yoğunluğuna bağlı olarak daha etkin sonuç elde etmek (yani, ekstraksiyonu veya kuruma hızlarını arttırmak) mümkündür. Aynı zamanda bakterisidal etki artırılabilir ve bu işlemler sırasında çapraz kontaminasyon veya bakteri üremesi riski azaltılır (Barbosa-Cánovas ve Sepulveda, 2005).

Yapılan bir çalışmada; PEF kullanılarak pastörize edilen ve geleneksel yüksek sıcaklık kısa süre (HTST) yöntemi kullanılarak pastörize edilen elma suyu karşılaştırılmıştır. Uygulanan iki yöneme göre elma sularında toplam asitlik, fenolik bileşenler, pH ve uçucu bileşiklerdeki değişimler incelenmiştir. pH üzerinde minimal değişkenlik gözlemlenmiştir. Asitlik, fenolik ve uçucu bileşenlerin konsantrasyonlarında uygulamalar arasında önemli ölçüde farklılıklar saptanmıştır. Genel olarak, bu ölçülen değişkenlerle PEF uygulamasında termal pastörizasyona göre daha olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Aguilar-Rosas vd., 2007).

Rivas vd. (2006) portakal ve havuç suyunda PEF' in (25 kV cm^{-1} ve 330 us , P2 25 kV cm^{-1} ve 280 us , P1) ve konvansiyonel HTST uygulamasının ($98 \text{ }^\circ\text{C}$, 21 s , t) etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada °brix, pH, toplam asitlik, bulanıklık, hidroksimetilfurfural (HMF), renk, mikrobiyal flora, pektinmetilesteraz (PME) aktivitesi ve duysal özellikler araştırılmıştır. HMF, L* (parlaklık) ve C* (doymunluk) renk parametrelerinde herhangi değişiklik olmadığı belirtilmektedir. Toplam asitlik ve bulanıklığın HTST uygulamasında biraz daha yüksek olduğu ifade edilmektedir. PEF ile muamele edilen meyve suyunun duysal özellikleri HTST ile pastörize edilen meyve suyuna göre üstün bulunmuş olup, işlenmemiş meyve suyu özelliklerine daha yakın olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, PEF ile muamele edilmiş meyve suyu raf ömrü $2 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de 4 hafta olarak bulunmuştur. Bunun da raf ömrünün geliştirilmesinde olumlu olduğu belirtilmektedir.

Odriozola-Serrano vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada çilek suyunda bazı bileşenler üzerine yüksek-yoğunlukta vurgulu elektrik alanının (HIPEF) etkisi belirlenmiştir. HIPEF kritik işlem koşullarının C vitamini, antosiyaninler ve çilek suyunun antioksidan kapasitesi üzerindeki kombine etkisini belirlemek için bir tepki yüzeyi metodolojisi kullanılmıştır. 35 kV cm^{-1} elektrik alan şiddeti ve 1000 ms de işlem süresini sabit tutarak, işlemler kutuplu ve iki kutuplu modu kullanılarak 50 ila 250 Hz , 1 ila 7 ms darbe genişliği frekanslarda denemeler yapılmıştır. Çilek suyunun antioksidan kapasitesi frekans, puls genişliği ve puls polaritesi ile doğrusal olarak etkilenmiştir. İkinci dereceden frekans terimi ve frekans ile puls genişliği kombine etkisi de önemli bulunmuştur. 1 ms 'lik iki kutuplu darbelerle 232 Hz 'de gerçekleştirilen HIPEF uygulamaları, çilek suyunda besinsel öge içeriklerinin fazla bulunduğunu ortaya koymuştur. HIPEF işlem parametrelerinin yüksek antioksidan kapasitesine sahip çilek suyu üretimine katkıda bulunacağı ifade edilmektedir. Sonuç olarak darbe frekansı, darbe genişliği ve polaritenin çilek suyunda C vitamini, antosiyanin ve antioksidan kapasite üzerine önemli etkisi bulunmuştur. İki

uçlu sistemden atım uygulanan çilek suyu, monopolar modda HIPEF uygulanandan daha yüksek antosiyanin içeriği ve antioksidan kapasiteye sahip olduğu belirtilmektedir. Sağlık açısından önemli olan bileşiklerin ve antioksidan kapasitenin maksimum değerleri, darbe kutuplarına bakılmaksızın yüksek frekans ile düşük darbeli atımların birlikte kullanımıyla elde edildiği ifade edilmektedir. Frekans ve darbe genişliğinin farklı kombinasyonlarının çilek suyu üzerinde eşdeğer antioksidan kapasiteye sahip olduğu bulunmuştur. HIPEF uygulamasında ki parametrelerin biyoaktif bileşikler üzerindeki etkisine göre besinsel içeriği yüksek olan meyve sularının eldesi için bu yöntemin uygun olacağı belirtilmektedir.

PEF ön işlem sonrasında düşük sıcaklıkta depolanmış Irwin mango meyvesinin toplam antioksidan aktivite, askorbik asit, fenolik ve karoten bileşimi üzerine yapılan çalışmada sera üretimi tam olgun ve yeşil olgun mango (ev. Irwin), 5 °C 'de 20 ve 30 gün depolanmadan önce, yüksek elektrik alanına maruz bırakılmıştır. Meyveler düşük sıcaklıkta depolama sonrasında oda sıcaklığında olgunlaşmaya bırakılmıştır. Meyvelerin fiziksel kaliteleri, askorbik asit, karoten, kuersetin, toplam fenol ve antioksidan kapasiteleri depolama öncesi ve depolama süresince belirlenmiştir. Meyve eti sertliği depolama süresince önemli ölçüde azalmıştır. Titrasyon asitliği 20 günlük depolama sonrası azalmış, suda çözünür kuru madde miktarı ise depolama sırasında değişmemiştir. Meyvelerin antioksidan kapasitesi depolamada 20 gün boyunca değişmeden kalmış ve daha sonra düşmeye başlamıştır. Toplam fenol ve karotenlerin depolama sırasında arttığı saptanmıştır. Toplama aşamaları arasındaki diğer parametrelerde anlamlı bir fark bulunmamıştır. Elektrik alanı ön uygulaması tam olgun meyvenin solunum ve antioksidan kapasitesini etkilerken herhangi başka önemli parametreler üzerinde etkisi tespit edilememiştir. Irwin çeşidi mangonun, düşük sıcaklıkta depolama için daha uygun olduğu ve fonksiyonel özellikleri ile kalite özelliklerinde herhangi bir önemli kayıp olmadan, 5 °C 'de en fazla 20 gün süreyle saklanabileceği ifade edilmektedir (Shivashankara, 2004).

Yapılan bir çalışmada, portakal suyuna (Kozan Yerlisi) farklı şiddetlerde PEF ve ısı işlem uygulanmış ve +4 °C' de 180 gün boyunca depolanmıştır. Portakal suyundaki pektin metilesteraz (PME) inaktivasyonu, renk, esmerleşme indeksi, hidroksimetilfurfural (HMF), antioksidan aktivite, askorbik asit, toplam fenolik ve karotenoid madde, fenolik ve karotenoid bileşikleri, mineral madde ve duyuşal özellikleri üzerine olan etkisi farklı yöntem ve şiddetlerde araştırılmıştır. Depolama süresince bileşenlerin konsantrasyonlarında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Bu sonuçlara göre, PEF uygulaması sonrası PME inaktivasyonu %93.82 olarak bulunmuştur. Depolama süresince PEF ile işlenen örneklerin

PME aktivitesi azalır veya değişmezken, ısı işlem ile işlenen örneklerde PME aktivitesinin arttığı gözlemlenmiştir. Askorbik asit, toplam fenolik ve karotenoid ile esmerleşme indeksi sonuçları açısından PEF ile muamele edilen örneklerin sonuçları başlangıç ve depolama sonunda daha üstün çıkmıştır. Isıl işlem uygulanan örneklerde HMF bulunmuştur. Ancak PEF işlem gören örneklerde bulunmamıştır. HMF miktarı ısı işlem uygulanmamış örneklerde depolama esnasında sürekli arttığı gözlemlenmiştir. Portakal suyunda bulunan 7 karotenoid bileşenden en baskın olanının β -kriptoksantin olduğu ve depolama ile tüm bileşenlerin konsantrasyonunun azaldığı belirlenmiştir. Portakal suyunda 12 adet fenolik asit bileşeninden en baskın olanı klorojenik asit, flavonoidlerden 19 tanesi tanımlanmış olup bunlardan en baskın olanının hesperedin olduğu belirlenmiştir. Depolama sırasında fenolik bileşenlerin stabil kaldığı bulunmuştur. Depolama başında ve sonunda yapılan duyuşal analizler sonucunda PEF uygulanan portakal suyu örneklerinin panellerde daha yüksek puanlar aldığı ve panelistlerce tercih edildikleri saptanmıştır (Ağçam, 2011).

Odrizola-Serrano vd. (2008) tarafından yapılan bir başka çalışmada, ısı işlemler ile PEF teknolojisi karşılaştırılmış, PEF uygulanan örneklerde daha yüksek C vitamini içeriği olduğu belirtilmiştir. Isıl işlemde (90°C 60 s) hemen sonra domates suyunda kalan C vitamini oranı %79.2, PEF işlemi (100 Hz, T <40 °C'de bipolar 4 ms darbeleri 1500 ms için 35 kV cm⁻¹) sonrası domates suyunda kalan C vitamini oranı ise %86.5 olarak belirtilmektedir. PEF işleminin C vitamini kaybını azalttığı saptanmıştır.

3. Sonuç

Meyve sebzelerin yüksek sıcaklıktaki ısı işlemlere tabii tutulmasıyla gıdanın yapısında ve gıda bileşenlerinde önemli kayıplar meydana gelmektedir. "Isıl olmayan uygulamalarla" bu olumsuzlukların önemli derecede engellendiği yapılan çeşitli çalışmalarla ortaya konulmuştur. Isıl olmayan işlemler bozulma yapan ve patojen mikroorganizmalar ile istenmeyen enzimlerin inaktivasyonunu sağlarken işleme sıcaklığının düşük olması dolayısıyla ürünün tadı, kokusu, tekstürü ve besin öğeleri daha iyi korunmakta ve taze halindeki özelliklerine çok daha yakın nitelikte ürün elde edilmektedir.

Bu teknoloji ile ısı işlem uygulamadan meyve sebzelerin raf ömrü uzatılmakta, ayrıca gıdanın mikrobiyal güvenliği sağlanırken doğal özellikleri de daha iyi korunmaktadır. Meyve sebzelerin antioksidan kapasiteleri, C vitamini içeriği, antosiyanin içeriği, askorbik asit, toplam fenolik ve karotenoid madde bileşenleri, mineral madde miktarları ve duyuşal özellikleri gibi birçok özelliklerini diğer ısı işlemlere oranla daha fazla koruduğu belirtilmiştir. PEF teknolojisi gerek bu

önemli bileşenleri koruyup raf ömrünü uzattığı için, gerek ısı olmayan bir işlem olduğu için, gerekse enerjiden tasarruf sağladığı için yeni teknolojilerde ön sırada yer almaktadır. PEF teknolojisi geliştirmekte olan bir teknolojidir ve bu alanda Dünya'da yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan çalışmalar ışığında bu teknolojinin gelişip daha yaygın bir kullanıma sahip olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

Açu M, Yerlikaya O, Kınık Ö, 2014. Gıdalarda Isıl Olmayan Yeni Teknikler ve Mikroorganizmalar Üzerine Etkileri. Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi 14:23-35.

Aguilar-Rosas, S. F., Ballinas-Casarrubias, M. L., Nevarez-Moorillon, G. V., Martin-Belloso, O., & Ortega-Rivas, E. 2007. Thermal and Pulsed Electric Fields Pasteurization of Apple Juice: Effects on Physicochemical Properties and Flavour Compounds. Journal of Food Engineering, 83(1), 41-46.

Ağçam, E., 2011. Vurgulu Elektrik Alan ve Isıl İşlem Uygulamalarının Portakal Suyunun Özellikleri ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.

Anonim, 2012. Vurgulu Elektrik Alan (PEF) Uygulamaları, <http://www.food.hacettepe.edu.tr/turkish/ouyeleri/gmu809/Vurgulu%20Elektrikalan%2012.pdf>.

Barbosa-Cánovas, G.V., Sepu'veda D., 2005. Present Status and the Future of PEF Technology. Novel Food Processing. Edited by Barbosa-Cánovas, G.V., Tapia, M.S., Cano, M.P. First Edition, USA: CRC Press, 1-36p.

Güleç H., 2006. Modern Gıda Muhafazasında Vurgulu Elektrik Alan ve Ultrason Uygulamaları, 24-26 Mayıs 2006, Bolu, 1-10.

Gürsul, I., 2012. Vurgulu Elektrik Alan Uygulamalarının Domates Hücre Kültüründeki Biyoaktif Bileşenler Üzerine Etkisi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 26-35, Tunceli.

Odrizola-Serrano, I., Soliva-Fortuny, R., & Martín-Belloso, O. 2008. Changes of Health-related Compounds Throughout Cold Storage of Tomato Juice Stabilized by Thermal or High Intensity Pulsed Electric Field Treatments. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 9, 272-279.

Odrizola-Serrano, I., Soliva-Fortuny, R., Martín-Belloso, O., 2009. Impact of High-Intensity Pulsed Electric Fields Variables on Vitamin C, Anthocyanins and Antioxidant Capacity of Strawberry Juice. LWT- Food Science and Technology, 42, 93-100.

Rivas, A., Rodrigo, D., Martínez, A., Barbosa-

Cánovas, G.V., Rodrigo, M., 2006. Effect of PEF and Heat Pasteurization on The Physical-chemical Characteristics of Blended Orange and Carrot Juice. LWT- Food Science and Technology, 39, 1163-1170.

Shivashankara, K. S., Isobe, S., Al-Haq, M. I., Takenaka, M., & Shiina, T. 2004. Fruit Antioxidant Activity, Ascorbic Acid, Total Phenol, Quercetin, And Carotene of Irwin Mango Fruits Stored at Low Temperature After High Electric Field Pretreatment. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52(5), 1281-1286.