

GIDA ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ SİSTEMLERİ

Yahya TÜLEK, Gökçe FİLİZAY

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 20017/Denizli

Geliş Tarihi : 11.07.2005

ÖZET

Gıda muhafazası, gıda maddelerinin mikrobiyal bozulmalara karşı korunması veya gıda güvenliğini tehdit edici unsurlara karşı korunması için yapılan sürekli bir mücadeledir. Daha besleyici, yüksek duyu kalitede daha taze gıda ürünlerine artan müşteri talebinin karşılanması ve kabul edilebilir bir raf ömrü elde edebilmek için yapılan çalışmalar, son on yıllık dönemde, özellikle ısı işlem içermeyen (non-thermal) inaktivasyon teknikleri üzerine yoğunlaşmıştır. Yapılan çalışmalarda; iyonize radyasyon, yüksek hidrostatik basınç (YHB), vurgulu elektrik alanı, yüksek basınç homejenizasyonu, UV ışınlama vb. inaktivasyon teknikleri incelenmektedir. Araştırmaların çoğu, YHB sistemleri ve uygulamaları üzerine yoğunlaşmış olup, bu makalede YHB sistemlerinin detaylı bir incelemesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Gıda sanayi, Gıda muhafaza, Yüksek hidrostatik basınç

HIGH HYDROSTATIC PRESSURE SYSTEMS USE IN FOOD INDUSTRY

ABSTRACT

Food preservation is a continuous fight against microorganisms spoiling the food or making it unsafe. The last decade, non-thermal inactivation techniques have been a major research issue, driven by an increased consumer demand for nutritious, fresh like food products with a high organoleptical quality and an acceptable shelf life. Investigated inactivation technologies are ionisation radiation, high hydrostatic pressure (HHP), pulsed electrical fields, high pressure homogenisation, UV decontamination, etc. Most research has focussed on HHP and is therefore discussed in detail here.

Key Words : Food industry, Food preservation, High hydrostatic pressure

1. GİRİŞ

Hammaddenin fabrikaya alımından itibaren başlayan ve mamül gıda haline getirilip, tüketiciye ulaştırılncaya kadar geçen süreç içerisinde, gerek mikrobiyolojik ve gerekse biyokimyasal olaylar sonucunda gıda maddesi hızla kalite kaybına uğramakta ve bozulmaktadır. Kuşkusuz bu durum, üretici için büyük bir ekonomik kayıp oluşturmasının yanı sıra tüketici sağlığını da ciddi olarak tehdit edebilecek sonuçlar ortaya

çıkarmaktadır. Bu nedenle, gıda maddesinin kalite kaybını ve bozulmasını önlemek, raf ömrünü tatminkar seviyelere çıkarmak için bilinen muhafaza tekniklerinden uygun olan bir yöntem kullanılarak muhafaza edilmeye çalışılmaktadır. Gıdaların korunması sırasında asıl amaç bozulmanın önlenmesi olmakla birlikte, işlem sürecinde gıdanın beslenme değerinin, renk, aroma ve fiziksel yapısına ait duyu niteliklerin kısaca kalitesinin de en az düzeyde etkilenmesi istenir. Ancak ısı işlem uygulanarak korunan gıdaların bu kalite kriterlerinde azalma, gıdanın tekstürü, ısıya duyarlı besleyici

öğeleri, renk ve lezzetinde kaçınılmaz olumsuz değişimler görülmektedir (Şanal ve Çalıklı, 2000; Park et al., 2002).

UHT (Ultra High Temperature) gibi ısı işlem uygulamaları, endüstride gıda maddelerini mikrobiyolojik açıdan stabil hale getirmek amacıyla en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Özellikle UHT tekniği, geri dönüşümsüz hücre zararı nedeni ile mikroorganizma ve sporların total inaktivasyonunu sağladığı için emniyetli bir yöntemdir (Spilimbergo et al., 2002; Kınık ve ark., 2004).

Günümüz tüketicileri için gıda kalitesi önemli olup, doğal ve az işlem görmüş gıdalar tercih edilmektedir (İbanoğlu, 2002). Tüketiciler tarafından besin değeri yüksek, gıda zehirlenmelerine karşı güvenilir ve daha az tuz, şeker, yağ içeren ürünlerin istendiği dikkati çekmektedir.

Gıdaların korunması amacıyla, bu yönden yapılan araştırmalar sonucu yeni teknikler geliştirilmiştir. Bu modern teknikler içinde en önemlileri, ürünlere ısı uygulamasının yapılmadığı tekniklerdir (Trujillo et al., 2002; Ross et al., 2003; Devlieghere et al., 2004). Isıl işlem kullanılmadan mikroorganizmaları inaktive etmek için uygulanan alternatif yöntemler yeni keşfedilmemiş olmakla beraber, son zamanlarda tüketicilerin daha taze ve daha doğal gıda taleplerini karşılamak amacı ile üzerine odaklanılmıştır (Hoover et al., 1989; Ross et al., 2003).

Isı uygulaması içermeyen bu yeni teknolojiler, gıda maddesinin renk, lezzet, tekstür ve besin değeri üzerine yüksek sıcaklığın yarattığı olumsuz etkilere yol açmadan, oda sıcaklıkları ve oda sıcaklıklarına yakın sıcaklıklarda mikroorganizmaları inaktive etme yeteneğine sahiptirler (Ross et al., 2003).

Yüksek Hidrostatik Basınç (YHB) (100-1000 MPa) uygulaması gıdaları oda sıcaklığında işleme ve koruma metotlarının en önemlilerinden biridir (Trujillo et al., 2002).

YHB uygulamaları, gıda maddeleri üretim süreçlerinde mikroorganizma inaktivasyonu için kullanılan sıcaklık uygulamaları yerine kullanılması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, YHB uygulamaları alternatif yöntemler içinde en çok çalışılan olmuştur ve farklı işlem şartları altında mikroorganizmaların inaktivasyonunda başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Spilimbergo et al., 2002).

YHB işlemleri, geleneksel ısı işlemler karşısında sayısız avantajlar sunar. Örneğin, patojen ve bozulma yapıcı mikroorganizmaları inaktive eder ve

bu esnada vitaminler gibi gıda öğeleri, renk ve lezzet büyük ölçüde etkilenmez (Linton et al., 2004).

YHB işlemleri gıdanın fiziksel görünüşünde ve tekstüründe değişimlere yol açabilir (Ross et al., 2003). Ayrıca, bazı gıda unsurlarının fonksiyonel özelliklerini değiştirebilme potansiyeli de sunar. Bu, varolan işlemlerde iyileştirme yapmaya veya yeni gıdaların üretimine de imkan sağlar. Bununla birlikte, yapılan çalışmalar daha çok, yüksek basınçlı gıdaların raf ömrünü uzatma ve gıdalarda basınçlama sonrası bozulma yapan mikroorganizmaları belirleme üzerinedir (Linton et al., 2004).

2. YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ SİSTEMLERİ

Endüstriyel yüksek hidrostatik basınç sistemleri 4 ana bölümden oluşmaktadır (Şanal ve Çalıklı, 2000).

- 1) Basıncın uygulandığı yüksek basınç kabı.
- 2) Yüksek basınç üretim mekanizması.
- 3) Sıcaklık kontrol mekanizması.
- 4) Materyal yerleştirme sistemi.

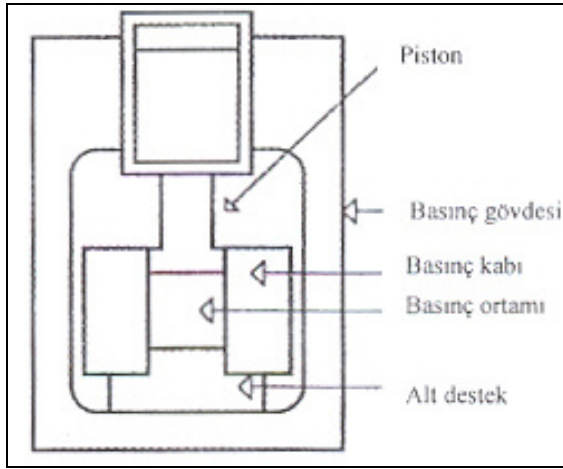
Yüksek basınç kabı sistemin kalbidir. Bu kap, yüksek gerilime dayanıklı paslanmaz çelikten, silindirik şekilde yapılmıştır. Basınç kabının duvar kalınlığı çalışılan yüksek basınç ve çalışma kapasitesine göre değişir (Gökmen ve Acar, 1995; Şanal ve Çalıklı, 2000; İbanoğlu, 2002). Sistemin özelliklerine göre farklı 'kapak' tasarımları kullanılır, gıda endüstrisindeki uygulamalar için hızlı açılıp kapanabilen kapaklar tercih edilir. Yüksek basınç uygulamalarının ekonomik değerlendirilmesinde yüksek basınç kabının tasarımı çok önemlidir (Şanal ve Çalıklı, 2000).

Uygulama sırasında madde basınç ileten bir ortamda olmalıdır (İbanoğlu, 2002). Soğuk ve ılık izostatik basınç uygulamalarında basınç iletici ortam olarak çoğunlukla su kullanılır. Su, işlem sırasında kaymayı sağlamak ve korozyonu önlemek amacıyla az miktarda yağ içerir (Mertens and Deplace, 1993; Gökmen ve Acar, 1995; Şanal ve Çalıklı, 2000; Hugas et al., 2002; İbanoğlu, 2002). Sistem içindeki havanın tümünün boşaltılması ardından yüksek basınç doğrudan, dolaylı veya ortamın ısıtılması yöntemlerinden biriyle sağlanır (İbanoğlu, 2002; Gökmen ve Acar, 1995).

2. 1. Yüksek Basınç Elde Etme Yöntemleri

2. 1. 1. Direkt Sıkıştırma

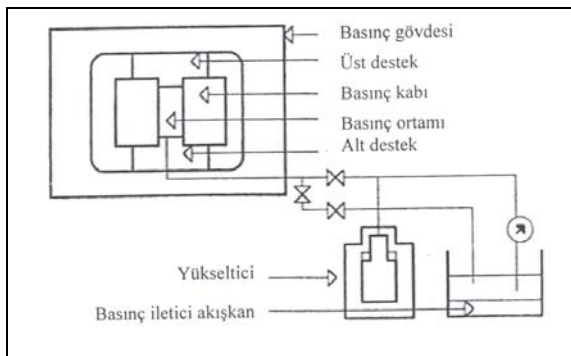
Direkt sıkıştırma yönteminde (Şekil 1) piston tipi sıkıştırma uygulanır. Basınç iletici ortamın basıncı doğrudan bir piston tarafından sağlanır (Gökmen ve Acar, 1995). Bu yöntem çok hızlı bir sıkıştırma sağlar, ancak piston ile kabın iç yüzeyi arası dinamik yüksek basıncın oluşturduğu sınırlamalar, bu yöntemin pilot ölçekli sistemlerde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır (Mertens and Deplace, 1993; Gökmen ve Acar, 1995; Şanal ve Çalimli, 2000).



Şekil 1. Direkt sıkıştırma sistemi

2. 1. 2. Dolaylı Sıkıştırma

Bu yöntemde basınç iletici ortam, rezervuardan kapalı basınç kabına pompalamak için kullanılan, ortamı istenen basınca yükselten bir yükseltici (Şekil 2) kullanır. Bu yöntemde gerekli bağlantılar statiktir. Endüstriyel izostatik basınç uygulamalarında bu yöntemden yararlanır (Mertens and Deplace, 1993; Gökmen ve Acar, 1995; Şanal ve Çalimli, 2000).



Şekil 2. Dolaylı sıkıştırma sistemi

2. 1. 3. Basınç Ortamının Isıtılması

Bu yöntemde yüksek basınç, basınç iletici ortamın sıcaklığının artırılması ile oluşan genleşmeden sağlanır (Gökmen ve Acar, 1995). Basınç kabının iç hacmi ve sıcaklık çok iyi kontrol edilmelidir (Şanal ve Çalimli, 2000). Bu yöntemden özellikle yüksek basınç ve yüksek sıcaklığın kombine olarak kullanıldığı uygulamalarda yararlanır (Gökmen ve Acar, 1995; Şanal ve Çalimli, 2000).

2. 2. İzostatik Basınç Uygulama Şekilleri

İzostatik yüksek basınç teknolojisi farklı şekillerde uygulanabilmektedir. Bunlar soğuk izostatik sıkıştırma, sıcak izostatik sıkıştırma ve çok sıcak izostatik sıkıştırma olmak üzere üç tiptir (Gökmen ve Acar, 1995).

2. 2. 1. Soğuk İzostatik Basınç Uygulaması

Özellikle şekil verme tekniği olarak metal, seramik, plastik endüstrilerinde geniş kullanım alanı vardır. Toz şekline getirilmiş metaller kalıplara dökülür ve malzemenin türüne bağlı olarak 500-6000 MPa basınçta çalışılır. Gıda endüstrisinde de en uygun yöntemdir. Bu yöntemle iki farklı şekilde çalışılabilir.

2. 2. 1. 1. Islak Torba Metodu

Gıda maddesi steril plastik torbaya doldurulur ve bu torba basınç kabına konur. Basınç kabına su doldurulur. İşlem süresi: 1-2 dakikadır.

2. 2. 1. 2. Kuru Torba Metodu

Basınç kabına bir kalıp konur. Gıda maddesi bu kalıba yerleştirilir ve basınç uygulanır. İşlem süresi: 20-60 saniyedir (Şanal ve Çalimli, 2000).

2. 2. 2. Sıcak İzostatik Basınçlama

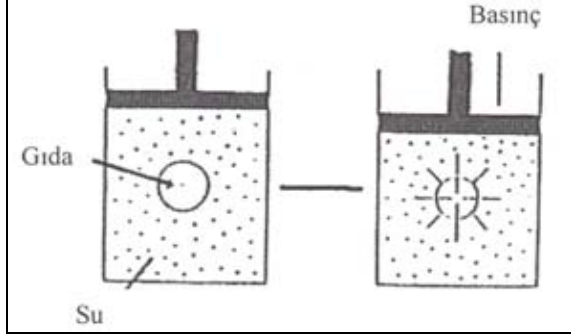
Amaca göre ortam sıcaklığından 200 °C'ye kadar değişen sıcaklıklarda uygulanır (Gökmen ve Acar, 1995). Kimyasal reaksiyonların olduğu durumlarda genellikle toz ürünlerde kullanılır.

2. 2. 3. Çok Sıcak İzostatik Basınçlama

Yüksek sıcaklık ve basıncın birlikte kullanıldığı bu teknik, metal ve seramik endüstrisinde uygulanır. 1000-4000 MPa basınçta ve 2200 °C'de çalışır. Basınç ortamı organ, azot, helyum ya da hava kullanılarak sağlanır. İşlem süresi: 6-12 saattir (Şanal ve Çalimli, 2000).

2. 3. Yüksek Hidrostatik Basıncın Kullanımında Önemli Hususlar

Yüksek hidrostatik basınç sistemlerinde temel prensip gıdayı çevreleyen suyu sıkıştırmaktır (Şekil 3).



Şekil 3. Plastik torbadaki gıdaya yüksek basıncın uygulanması

Şekil 3'de görüldüğü gibi yüksek basınç kabına konan paketlenmiş gıda maddesi, etrafındaki suya uygulanan basınç ile her noktadan eşit olarak etkilenmektedir. Basınç ileten ortam olarak su kullanılmasının nedenleri; yüksek basınçlarda dahi hacim azalmasının ihmal edilebilir olması, gıdalar için saf, güvenilir ve ucuz olmasıdır (Şanal ve Çalimli, 2000).

2. 3. 1. Kapasite

Yüksek hidrostatik basınç prosesleri kesikli olarak yürütülür (Gökmen ve Acar, 1995; Alpas ve Bozoğlu, 2000). Materyalin ön işlemleri, yükleme – boşaltma, sistemi açma – kapama, arzulanan basıncı sağlama, sıkıştırma, geri sıkıştırma sürelerinin toplamı, işlem süresini oluşturur. İşlem süresi kısaltıldığı kapasite artmaktadır. İşlem süresinin kısaltılması için şunlar yapılabilir (Mertens and Deplace, 1993; Gökmen ve Acar, 1995).

- 1) Materyalin basınç bölmesinde kalış süresi, basıncı arttırmak veya uygun sıcaklık–basınç kombinasyonları ile kısaltılabilir.
- 2) Uygulanan işlemler azaltılarak işlem süresi kısaltılabilir. Pompalanabilir yapıdaki ürünlerde sistemin açılıp kapanmasına gerek olmadığı için işlem süresi kısaltılabilir.
- 3) Sıkıştırma ve geri sıkıştırma hızları artırılabilir. Bunun biyolojik sistemler ve gıda kalitesi üzerine etkisi önceden araştırılmalıdır

2. 3. 2. Proses Kontrol

Yüksek basınç uygulamalarında basınç ve sıcaklık kontrol edilmelidir. Paskal Prensibine göre; herhangi

bir noktada uygulanan basınç tüm noktalara aynı anda ve kayıpsız olarak etki etmektedir. Bundan dolayı, basınç bölmesinin herhangi bir noktasında ölçülen basınç sistem basıncını gösterir. Sıcaklık da hassas olarak kontrol edilebilmektedir (Mertens and Deplace, 1993; Gökmen ve Acar, 1995; İbanoğlu, 2002).

2. 3. 3. Temizlik ve Dezenfeksiyon

Basınç bölmesine yerleştirilen ürüne temas edecek her şey temiz olmalı, sistemin tüm bölmeleri yerinde temizlenebilir ve sterilize edilebilir olmalıdır. Paketlendikten sonra yüksek basınç uygulanacak gıdaların basınç bölmesi ve basınç iletici akışkan ile teması söz konusu değildir (Mertens and Deplace, 1993; Gökmen ve Acar, 1995). Gıdalarda yüksek basınç uygulamalarında temizlik, hijyen ve teknik nedenlerden dolayı kesikli prosesler tercih edilmektedir (Anon, 1997; İbanoğlu, 2002). Kesikli prosesler gıdaların makine yağlarından veya birbirinden kontaminasyon riskini ortadan kaldırır. Ticari sistemlerde otomatik yükleme – boşaltma ve taşıma konveyörleri monte edilmiştir (İbanoğlu, 2002).

2. 3. 4. Güvenlik

Basınç bölmesinde depolanan enerji, basınç kabının duvarlarında gerilmeden ve basıncı ileten ortamın sıkışmasından kaynaklanan enerjilerin toplamıdır (Gökmen ve Acar, 1995; İbanoğlu, 2002). Gerilme enerjisi toplam enerjiye göre çok küçük olduğundan (İbanoğlu, 2002) ihmal edilecek düzeydedir (Gökmen ve Acar, 1995; İbanoğlu, 2002). Dış çeperi tel ile sarılarak en yüksek basınca kadar sıkıştırılmış basınç haznesi uygulamalarda güvenli bir şekilde kullanılabilir. Zira uygulanan basınçtan doğan sıkışma kuvveti, ters yöndeki çeperden sıkışma ile dengelenir. Bu sayede uygulama sırasında çatlama riski azaltılır (İbanoğlu, 2002).

2. 3. 5. Ambalaj Dizaynı

Ambalaj materyali yapılan sıkıştırmayı kaldıracak kadar esnek olmalıdır. Ayrıca, koruyucu bariyer özellikleri, sıcaklığa dayanıklılığı ve gerginliği yüksek basınç uygulaması ile değişmemelidir (İbanoğlu, 2002). Gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan çok katlı plastik lamine folyo ambalaj malzemeleri yüksek basınç sistemlerinde kullanılabilir. Bu kombinasyonların esnekliği, mekanik özellikleri ve termal özellikleri basınç etkisiyle bozulmamaktadır. Basınç bölmesinin hacminden efektif şekilde yararlanmak için paketin şekli basınç bölmesinin şekline uygun olmalıdır. Bundan dolayı daha çok silindirik paketler tercih

edilmektedir (Mertens and Deplace, 1993; Gökmen ve Acar, 1995).

2. 3. 6. Yatırım Maliyeti

Yüksek basınç sistemlerinin gıda endüstrisinde ticari kullanımında yatırım maliyeti ekonomik açıdan dikkate alınmalıdır (Gökmen ve Acar, 1995). Bu sistemlerin yatırım maliyeti en yüksek çalışma basıncı ve hazne hacmine bağlı olmakla beraber yüksektir (İbanoğlu, 2002). Aşırı basınç ve sıcaklık uygulamaları sonucu oluşacak deformasyonlar sistem ömrünü kısaltmaktadır (Gökmen ve Acar, 1995). Metal yorgunluğuna bağlı olarak dayanıklılık süresinin azalması bu metodun ticari kullanımını kısıtlamaktadır (Alpas ve Bozoğlu, 2000).

Proses maliyeti, optimum koşulların (basınç, süre, sıcaklık) belirlenmesi ile düşürülebilir. Yüksek basınç, uygulama süresini kısaltır. Sıcaklık artırılarak ve/veya süre uzatılarak düşürülebilir. Fakat bu şartlarda hacim arttırılmalıdır (İbanoğlu, 2002). Yüksek basınç sistemlerinin yüksek kapasite ile kullanılması durumunda karlılığı tatminkar olabilir (Mertens and Deplace, 1993; Gökmen ve Acar, 1995).

3. YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇIN AVANTAJLARI

Günümüzde gıdaların mikrobiyal açıdan stabil hale getirilmesinde en yaygın kullanılan yöntemler ısı işlemlerdir Mikroorganizmaları inaktivite etmek için kullanılan yüksek sıcaklık uygulamaları protein, vitamin, denatürasyonuna ve duyuşal özelliklerde istenmeyen değişimlere yol açar (Spilimbergo et al., 2002; Park et al., 2002).

Yüksek basınç prosesleri 100 – 1000 MPa arası izostatik basınç uygulamasını içerir (Farr, 1990; Trujillo et al., 2000; Hugas et al., 2002). Teknik, Le Chatelier ve izostatik kurallar prensiplerine dayanır. Bundan dolayı yüksek hidrostatik basınç, gıdanın şekli ve büyüklüğünden bağımsız olarak tüm noktalara eşit olarak iletilir (Alpas et al., 2000; Trujillo et al., 2000; Hugas et al., 2002; Minerich and Labuza, 2003; Linton et al., 2004; Moerman, 2005; Deliza et al., 2005). Basınç, gıda maddesinin her noktasında eşit olduğu için, ısı işleminde olduğu gibi madde eksenini boyunca sıcaklık değişiminden kaynaklanan farklılıklar görülmez. Yüksek hidrostatik basınç oda sıcaklıklarında uygulandığı için, ürünün duyuşal özelliklerinde değişimlere yol açmadan, vitaminleri etkilemeden enzim ve mikroorganizma inaktivasyonu sağlar (Brul et al., 2000; Trujillo et al., 2000; Hugas et al., 2002;

Moerman, 2005), raf ömrünü arttırır (Trujillo et al., 2000; Reddy et al., 2003). Yüksek basınç gıdanın yapısı ve ürün tekstüründe değişimlere yol açabilir (Hugas et al., 2002; Linton et al., 2004; Moerman, 2005), bazı gıda bileşenlerinin fonksiyonel özelliklerini değiştirebilme potansiyeline sahiptir. Bundan dolayı, yeni ürün geliştirme veya mevcut olanların iyileştirilmesine olanak verir (Hugas et al., 2002, Linton et al., 2004).

Yüksek basınç sadece sekonder ve tersiyer bağlara etki eder, kovalent bağları etkilemez (Gökmen ve Acar, 1995; Anon., 1997; Needs et al., 1999; Şanal ve Çalıklı, 2000; Hugas et al., 2002; İbanoğlu, 2002; Ross et al., 2003), zayıf hidrojen bağları ve hidrofobik bağlar geri dönüşümsüz olarak bozulabilir (Hugas et al., 2002; Trujillo et al., 2002). Böylece gıdanın pek çok önemli kalite ögesi korunur (Gökmen ve Acar, 1995; Moerman, 2005). Vitamin, aminoasit, basit şekerler ve tat bileşenleri gibi küçük moleküller yüksek basınçtan etkilenmez (Trujillo et al., 2002).

Yüksek basınç ile protein, nişasta, nükleik asit gibi kovalent olmayan bağlar içeren bileşiklerin yapısında denatürasyon, koagülasyon veya jelatinizasyon gibi değişimler olur (Şanal ve Çalıklı, 2000; İbanoğlu, 2002). Yüksek basınç uygulamasına maruz kalan proteinler denatüre olur, nişasta ise kristal yapısını kaybederek jelatinizasyona uğrar (İbanoğlu ve İbanoğlu, 2003). Yüksek basınç sonucu oluşan nişasta jelatinizasyonu, protein açılması; nişasta ve proteinin besin değeri ve sindirilebilirliğini arttırır (İbanoğlu, 2002). Nişasta içeren gıdalara uygulanan yüksek basınç, jelatinizasyon sıcaklığının altında nişastanın jelleşmesini sağlamaktadır. Ayrıca, yüksek basınç uygulaması ile jelleştirilen nişastalarda görülen retrogradasyonun, pişirilen nişastalara göre daha az olduğunu belirten çalışmalar mevcuttur. Bu konu, unlu mamullerde görülen nişasta retrogradasyonuna bağlı bayatlamının kontrol edilmesi açısından önem taşımaktadır (İbanoğlu ve İbanoğlu, 2003).

Bunlardan başka, yüksek basınç işlemlerinin bir avantajı da; işlem oda sıcaklıklarında yürütüldüğü için istenen basınca çıktıktan sonra harcanan enerji miktarının az olmasıdır (Şanal ve Çalıklı, 2000; İbanoğlu, 2002).

4. YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇIN DEZAVANTAJLARI

YHB uygulama sürecinde, gıda hacminde oluşan değişimler kararsızlığa yol açmakta, iyonik ayrışmalar nedeniyle pH düşmekte diğer taraftan

sıcaklık artmaktadır. Uygulama sırasında kısmi bir yoğunluk artışı olmaktadır. Yüksek basınç etkisiyle bitki hücresinde oluşan biyopolimer bozulmasının hangi seviye gerçekleştiği ve nasıl geliştiği bilinmemektedir. Ayrıca YHB uygulaması ile işlenmiş gıdaların pazarlama ve maliyet sorunlarının yanı sıra sistemin temizlik ve bakımı ile ilgili sorunlarının da bulunduğu ifade edilmektedir (Şanal ve Çalıklı, 2000).

5. SONUÇ

Gıda endüstrisinde YHB uygulaması; sadece gıdaların raf ömrünün artırılması amacıyla değil, aynı zamanda, daha güvenli, daha uygun ve besinsel ve duyuşal açıdan daha kaliteli gıdaların üretilebilmesine olanak sağlayan bir tekniktir. Bu yönleri ile ısıl işlem tekniklerini içeren geleneksel gıda işleme yöntemlerine alternatif olabilecek potansiyele sahiptir.

Güntümüz teknolojileri, YHB'la gıda işleyebilmek için gerekli kapasite, işletme, proses kontrolü ve güvenlik ihtiyaçlarını karşılayabilecek düzeydedir. Bununla birlikte, işlem sürecinde gıdanın pH'sında meydana gelen değişimler, besin öğelerinde olası değişimler, bu teknikle işlenmiş gıdaların pazarlama ve maliyet sorunları, temizlik ve bakım gibi sorunları çözmek için çalışmalara ihtiyaç vardır.

6. KAYNAKLAR

Anonim, 1997. Gıda İşlemlerinde Hidrostatik Basınç Kullanımı, Gıda Teknolojisi. 2 (7/8), 49-55.

Alpas, H. ve Bozoğlu, F. 2000. Yüksek Hidrostatik Basınç (YHB) Değişken Parametrelerinin *Listeria innocua* Hücrelerinin D ve Z Değerleri Üzerine Etkisi, GIDA. 25 (3) : 213-216

Alpas, H., Kalchayanand, N., Bozoğlu, F. and Ray, B. 2000. Interactions of High Hydrostatic Pressure, Pressurization Temperature and pH on Death and Injury of Pressure- Resistant and Pressure-Sensitive Strains of Foodborne Pathogens, International Journal of Food Microbiology. 60 : 33-42

Brul, S., Rommens, A.J.M. and Verrips. 2000. Mechanistic Studies on The Inactivation of *Saccharomyces cerevisiae* by Hgh-Pressure, Innovative Food Science&Emerging Technologies. 1 : 99-108.

Deliza, R., Rosenthal, A., Abadio, F. B. D., Silva, C. H. O. and Castillo, C. 2005. Application of High

Pressure Technology in the Fruit Juice Processing: Benefits Perceived by Consumers, Journal of Food Engineering. 67 : 241-246.

Devlieghere, F., Vermeiren, L. and Debevere, J. 2004. New Preservation Technologies: Possibilities and Limitations. International Dairy Journal. 14: 273-285.

Farr, D. 1990. High Pressure Technology in the Food Industry. Trends Food Science and Technology. 1: 14-16.

Gökmen, V. ve Acar, J. 1995. Yüksek Basınç Teknolojisinin Gıda Endüstrisinde Uygulamaları, GIDA, 20 (3):167-172.

Hoover, D. G., Metrick, C., Papineau, A.M., Farkas, D.F. and Knorr, D. 1989. Biological Effects of High Hydrostatic Pressure on Food Microorganisms. Food Technology. 43 : 99-107.

Hugas, M., Garriga, M. and Monfort, J. M. 2002. New Mild Technologies in Meat Processing: High Pressure as a Model Technology, Meat Science. 62:359-371

İbanoğlu, E. 2002. Gıdalarda Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulaması, GIDA, 27 (6) : 505-510.

İbanoğlu, E. ve İbanoğlu, Ş. 2003. Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamasının Mısır Nişastasının Jelatinizasyonu Üzerine Etkileri, GIDA, 28 (3) : 273-276.

Kınık, Ö., Kavas, G., Uysal, H. ve Kesenkaş, H. 2004. Yüksek Hidrostatik Basınç Tekniğinin Süt Endüstrisindeki Uygulamaları, GIDA. 29 (1) : 95-102.

Linton, M., Mc Clements, J. M. J. and Patterson, M. F. 2004. Changes in the Microbiological Quality of Vacuum-Packaged, Minced Chicken Treated With High Hydrostatic Pressure, Innovative Food Science and Emerging Technologies, (5) : 151-159.

Mertens, B. and Deplace, G. 1993. Engineering Aspects of High-Pressure Technology in the Food Industry. Food Technology, June, 164-169.

Minerich, P. L. and Labuza, T. P. 2003. Development of a Pressure Indicator for High Hydrostatic Pressure Processing of Foods, Innovative Food Science and Emerging Technologies, (4) : 235-243.

Moerman, F. 2005. High Hydrostatic Pressure Inactivation of Vegetative Microorganisms, Aerobic

and Anaerobic Spores in Pork Marengo, a Low Acidic Particulate Food Product, Meat Science. 69 : 225-232.

Needs, E. L., Stenning, R. A., Gill, A. L., Ferragut, V. and Rich, G. T. 1999. High Pressure Treatment of Milk: Effects on Casein Micelle Structure and on Enzymic Coagulation, Journal of Dairy Research. 67 : 31-42.

Park, S-J., Lee, J. I. and Park, J. 2002. Effects of a Combined Process of High Pressure Carbon Dioxide and High Hydrostatic Pressure on The Quality of Carrot Juice, Journal of Food Science. Vol.67, N. 5 : 1827-1833.

Reddy, N. R., Solomon, H. M., Tetzloff, R. C. and Rhodehamel, E. J. 2003. Inactivation of *Clostridium botulinum* Type A Spores by High Pressure Processing at Elevated Temperatures, Journal of Food Protection. Vol. 66, N. 8 : 1402-1407.

Ross, A. I. V., Griffiths, M. W., Mittal, G. S. and Deeth, H. C. 2003. Combining Nonthermal

Technologies to Control Foodborne Microorganisms, International Journal of Food Microbiology, 89 : 125-138.

Şanal, İ. S. ve Çalıklı, A. 2000. Yüksek Hidrostatik Basınç Teknolojisi ve Gıda Endüstrisinde Uygulamaları, GIDA. 25 (3) : 193-201.

Spilimbergo, S., Elvassore, N. and Bertucco, A. 2002. Microbial Inactivation by High Pressure, Journal of Supercritical Fluids, 22 : 55-63.

Trujillo, A. J., Capellas, M., Buffa, M., Royo, C., Gervilla, R., Felipe, X., Sendra, E., Saldo, J., Ferragut, V. and Guamis, B. 2000. Application of High Pressure Treatment for Cheese Production, Food Research International, 33 : 311-316.

Trujillo, A. J., Capellas, M., Gervilla, R., Saldo, J., and Guamis, B. 2002. Application of High Hydrostatic Pressure on Milk and Dairy Products: a Review, Innovative Food Science and Emerging Technologies, 3 : 295-307.