

GIDA SANAYİNDE SOĞUK PLAZMA TEKNİĞİ UYGULAMALARI

Gizem KAYAR

Hasan YILDIZ

Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Gıda Mühendisliği Bölümü

Muradiye/Manisa

İçindekiler



- 1.Giriş
- 2.Plazma
 - 2.1.Plazma Üretim Mekanizması
 - 2.2.Soğuk Plazma Üretim Mekanizması
 - 2.3.Plazmanın Etkinliğini Etkileyen Faktörler
 - 2.4.Plazma Kaynakları
- 3.Gıda Sanayiinde Soğuk Plazma Tekniği Uygulamaları
 - 3.1.Mikroorganizma İnaktivasyonunda Soğuk Plazma Tekniğinin Uygulanması
 - 3.2. Soğuk Plazma Tekniğinin Gıda Sanayiindeki Diğer Uygulamaları
- 4.Sonuç
- 5.Kaynaklar

1.Giriş

- Son yıllarda, sağlıklı yaşam biçimlerinin benimsenmesi taze veya az işlenmiş gıdalara olan talebi artırmaktadır.
- Bu beklentiler, beraberinde çeşitli sorunları da getirmektedir.



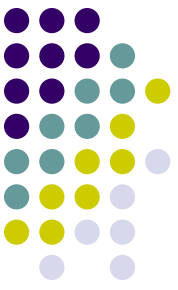
- Bunlardan en önemlisi taze gıdalarla alakalı hastalıklardaki artıştır.



1.Giriş



- Bu tip tehditlerin ortadan kaldırılması için kullanılan *ısı* işlemlerin olumsuz yönlerinden dolayı alternatif yöntemlere yönelim olmuştur.
- Bunlardan bir kısmı ısı, bir kısmı ısı olmayan gıda muhafaza yöntemleridir.



1.Giriş

Isıl olmayan gıda muhafaza yöntemleri:

- Yüksek hidrostatik basınç
- İyonize radyasyon
- Ultrason
- Vurgulu elektrik alan
- Ultraviyole radyasyon
- Soğuk plazma yöntemi

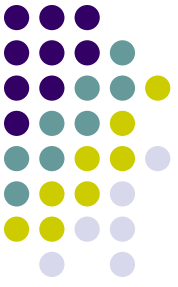
1.Giriş



- Soğuk plazma tekniği,
 - Daha az enerji tüketimi,
 - Yerinde temizliğe imkan tanınması,
 - Gıda kabukları ve ambalaj materyallerinin basit bir sistemle dekontaminasyonu,
 - Ortam havasının dekontaminasyonu ve kokuların giderilmesi

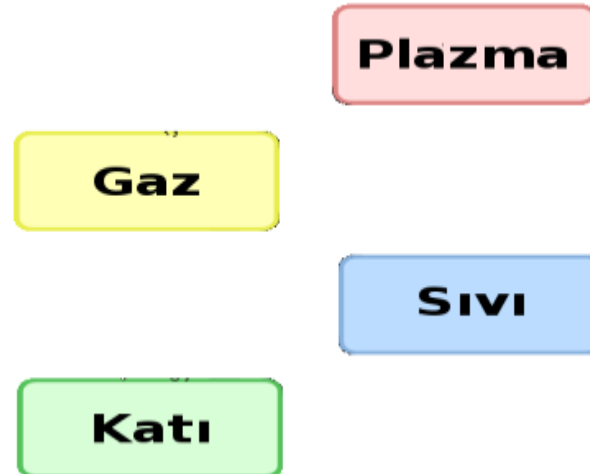
açısından tercih sebebi olabilecek potansiyele sahiptir.

2.Plazma

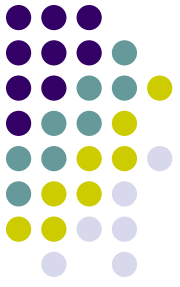


- Plazma maddenin;
 - uyarılmış atom ve moleküller,
 - iyonize gazlar,
 - serbest radikaller gibi kimyasal bileşikler ve
 - elektronlardan

tamamını ya da bir kısmını
içeren yüksek enerji verilmiş
dördüncü halidir.



2.Plazma

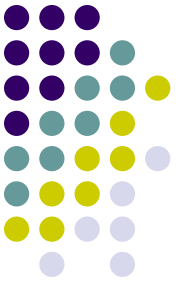


- Plazma; atom ve moleküllerin elektriksel yapısını yeniden düzenlemek ve uyarılmış türler ve iyonlar üretmek için bir gaza enerji uygulanması ile oluşturulur.



(Fernandez ve ark., 2011)

2.Plazma



- Plazma 3 farklı amaçla kullanılabilir.
 - Toksik / zararlı maddelerin yıkımı,
 - Mevcut materyalin yüzeysel modifikasyonu,
 - Ürüne yeni özelliklerin kazandırılması.



(Bonizzoni ve ark., 2002).

2.1. Plazma Üretim Mekanizması



- Normalde gaz fazında her bir atomda eşit pozitif ve negatif yük bulunur.
- Madde gaz halinde iken maddeye verilen enerji, maddeyi oluşturan atomlar veya moleküller arasındaki nisbi boşluğu artırır, maddedeki elektronların serbest kalmasını sağlar. Bu olaya iyonizasyon adı verilir.

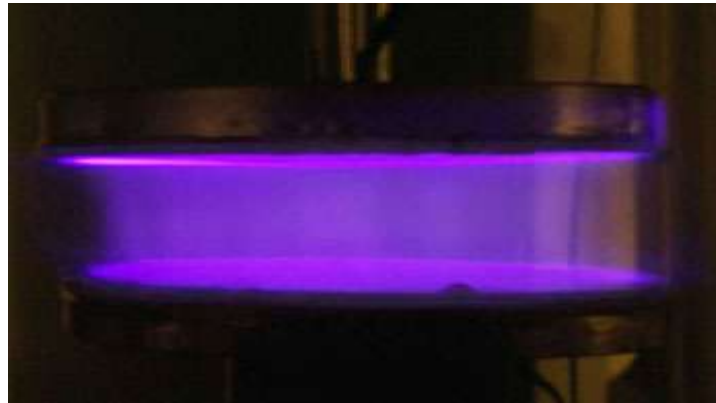
(Wintenberg vd., 2006).

2.1. Plazma Üretim Mekanizması



- Yeterince enerji verilmiş gaz içerisinde iyonlaşma defalarca tekrarlanır ve serbest elektron ve iyon bulutları oluşmaya başlar.
- Sonuçta pozitif yüklü parçacıklar yani elektronlarını kaybetmiş atomlar (iyonlar), negatif yüklü parçacıklar (elektron) ve yüksüz parçacıklar oluşur.
- Oluşan bu karışıma plazma adı verilir.

(Kong ve Laroussi, 2003; Laroussi vd, 2003).



Plazma çeşitleri



- Isıl (termal) plazma
- Isıl olmayan (soğuk) plazma

2.2. Soğuk Plazma Üretim Mekanizması



- Soğuk plazma, vakum altında ve oda sıcaklığında bazı gazların (O_2 , He, Ar, H_2 vb.) bir elektrik akımı ya da elektromanyetik radyasyon uygulamasıyla uyarılması sonucu oluşur. (Fernandez ve Thompson, 2011)
- Ayrıca soğuk plazma üretiminde radyo frekans, mikrodalga, UV ve X ışını da kullanılabilir. (Bonizzoni ve ark., 2002)

2.3.Plazmanın Etkinliğini Belirleyen Faktörler



1. Uygulanan ön işlem ve substratın kompozisyonu
2. Reaktif gazın tip ve niceliği
3. Toplam reaktör basıncı (düşük ya da atmosferik)
4. Uygulanan elektriksel güç
5. İşlem zamanı

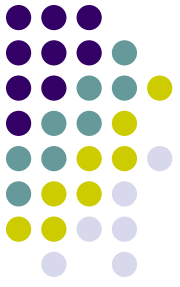


2.4.Plazma Kaynakları



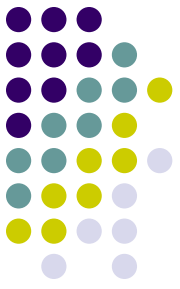
- Soğuk plazmanın değişik kaynakları, 19.yy'da Wilhelm von Siemens tarafından ozon üretimi için ilk yalıtkan bariyer boşaltıcı (dielectric barrier discharge, DBD) reaktörün tasarımından bu yana sürekli geliştirilmektedir.

2.4. Plazma Kaynakları



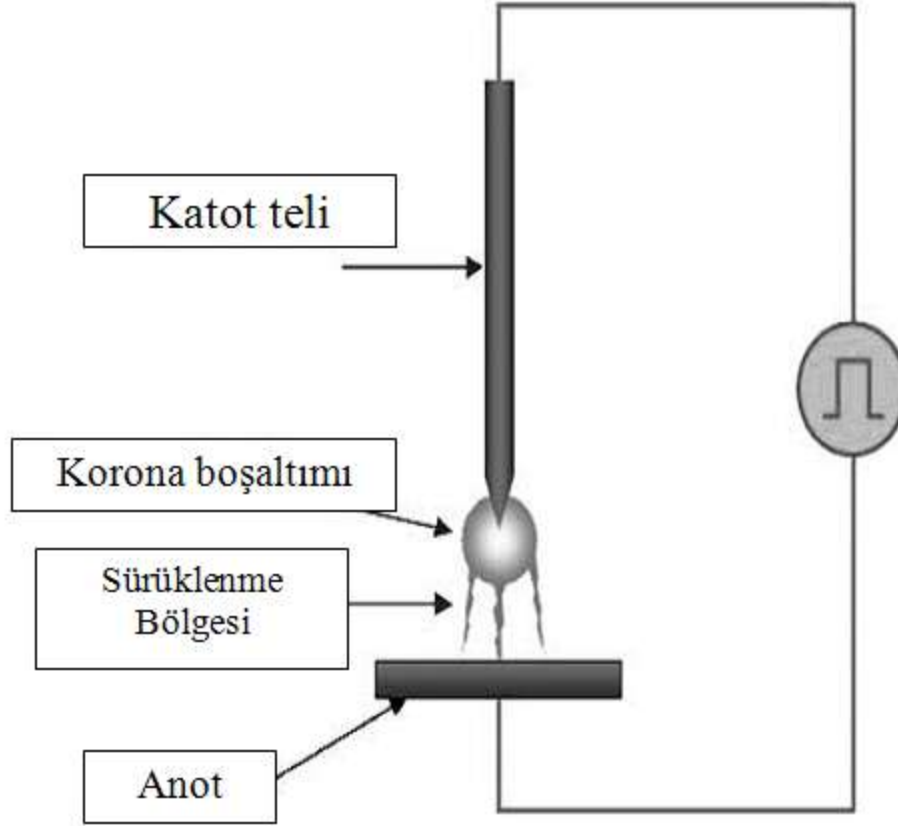
- Korona boşaltımı,
- Yalıtkan bariyer boşaltıcı,
- Mikrodalga plazma sistemleri,
- Atmosferik basınç plazma jeti (atmospheric pressure plasma jets, APJJ),
- Radyo frekans boşaltımı,
- Mikro boşluklu katot sistemleri,
- Sıralı plazmalar
gibi kaynaklar da mevcuttur.

2.4.Plazma Kaynakları



- Korona Boşaltımı:

- Sistemde bir katot teli bulunur ve işlem görecektir olan materyal anottur.
- Boşaltımın başlangıcı vurgulu bir güç kaynağı ile sağlanır.
- Plazma, tel çevresinde aydınlık bir hare oluşturur. Buna korona adı verilir.
- Yüksek enerjili elektronlar daha düşük enerjili elektronlar tarafından takip edilir. Böylece ışık huzmesi (streamer) oluşur.
- En önemli dezavantajı; homojen olmayan uygulama.

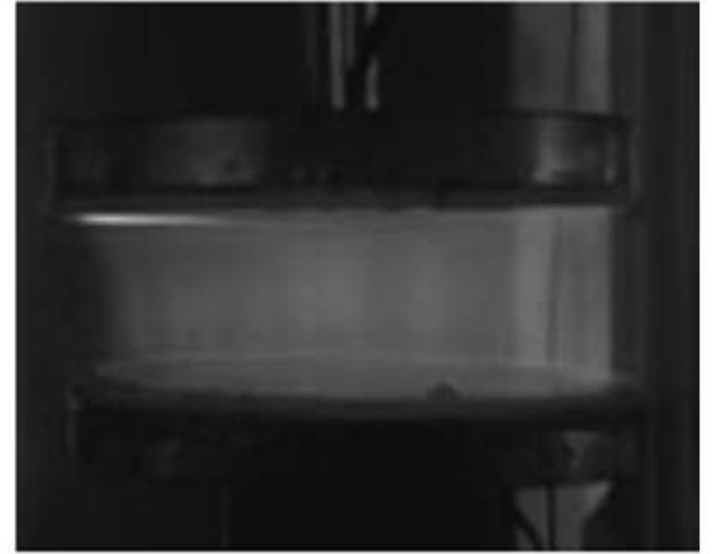
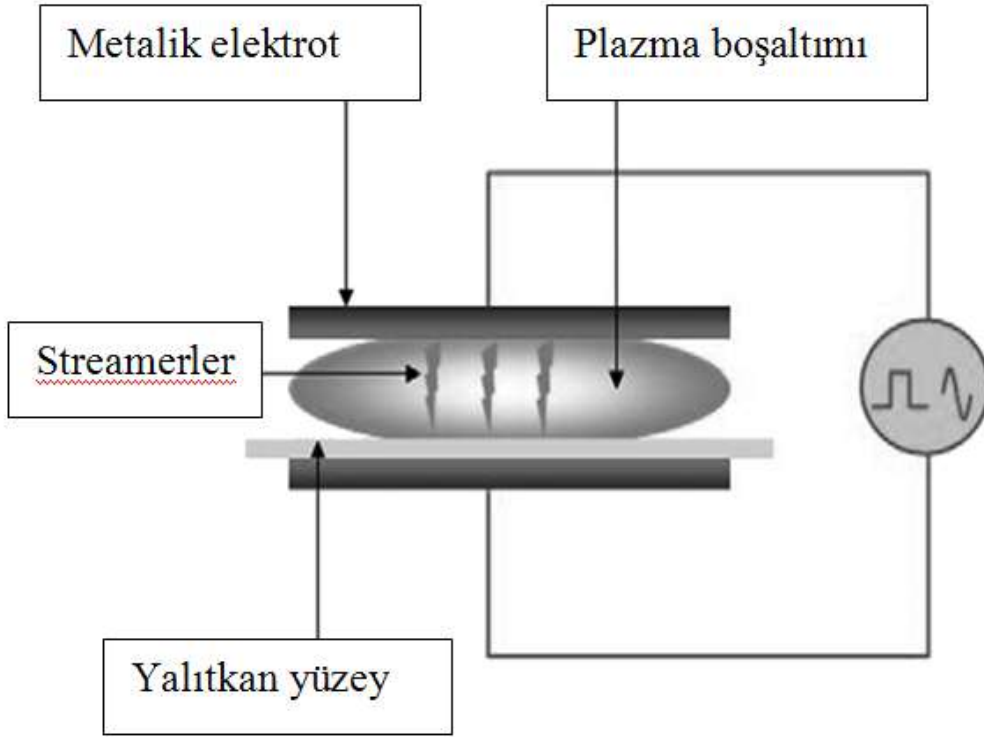


(Tendero ve ark., 2006)

2.4.Plazma Kaynakları



- Yalıtkan Bariyer Boşaltıcı (DBD):
 - Birbirine paralel iki elektrottan oluşan sistemde en az bir elektrot yalıtkan bir bariyer ile sarılmış şekildedir.
 - Plazmanın oluşumu elektrotlar arasında gerçekleşir.
 - Boşaltımın başlangıcı vurgulu bir güç kaynağı ile sağlanır.
 - Oluşan boşaltım, voltaj ve frekans değerlerine göre ipliksi ya da akkor halindedir.



(Tendero ve ark., 2006)

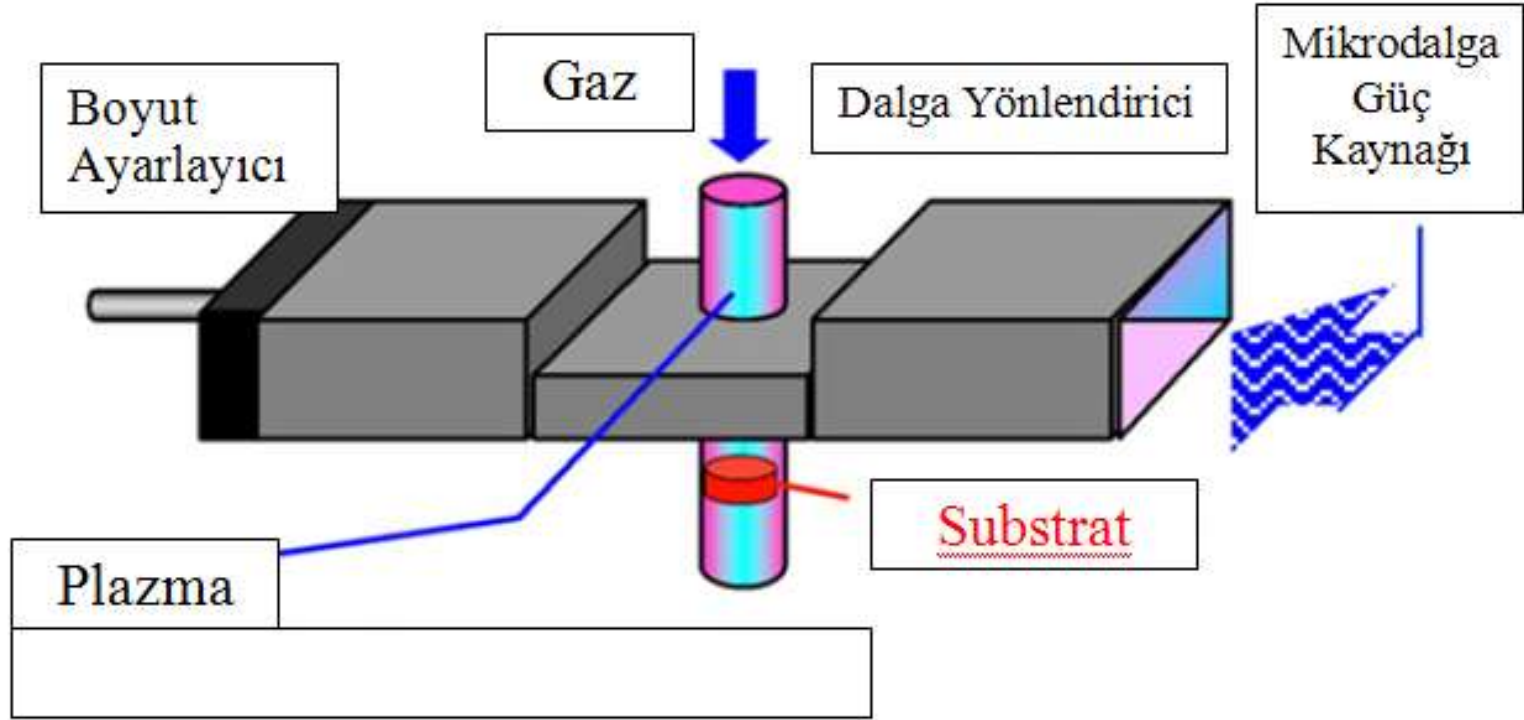
2.4.Plazma Kaynakları



- *Mikrodalga Plazma Sistemleri:*

- Mikrodalgalar, bir mikrodalga yönlendirici ile reaktöre yönlendirilir ve plazma gazı elektronlarına enerji taşır.
- Bu sayede elektronlar arasında esnek çarpışmalar olur ve bu çarpışmalardan sonra elektronlar iyonlaşma için gerekli olan enerji ile yüklenirler.
- Mikrodalga sistemlerinin başlıca dezavantajları;
 - Plazma üretimi için genelde yüksek güç gerekir.
 - Plazma reaktörünün büyüklüğü frekans yönlendiricinin boyutlarıyla sınırlıdır.





(Bardos ve Barankova, 2010)

3.Gıda Sanayiinde Soğuk Plazma Tekniği Uygulamaları

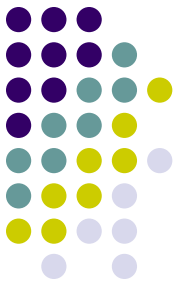


- Gıda sanayiinde soğuk plazmanın kullanımı oldukça yenidir.
 1. Mikroorganizma inaktivasyonu
 2. Yüzey kaplama
 3. Yüzey temizliği
 4. Kokuların giderilmesi

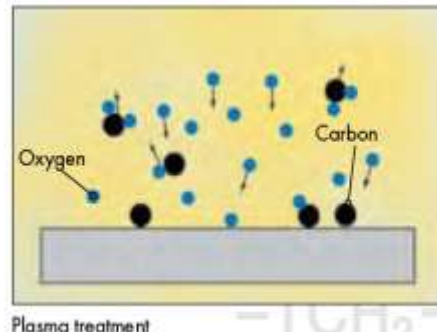


gibi işlemlerde kullanılması üzerinde durulmaktadır.

3.1.Mikroorganizma İnaktivasyonunda Soğuk Plazma Tekniğinin Uygulanması

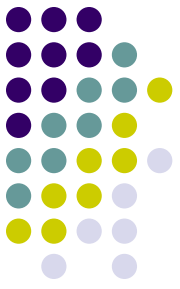


- Genel olarak ortaya konan çalışmalarda plazma ile mikroorganizmaların inaktivasyonunda *üç temel mekanizmadan söz edilmektedir*;
 - i) DNA'nın yıkımı (Enerji kaynağı olarak UV kullanıldığında),
 - ii) Atomik bileşiklerden gaza dönüşebilen bileşiklerin uçurulması,
 - iii) Oksijen atomları kullanılarak yavaş yanmanın bir sonucu olarak gaza dönüşebilen bileşenlerden dolayı yüzeyden kopma "etching" etkisi sonucu mikroorganizmanın atomik düzeyde aşınması.



(Gürol, 2010).

3.1.Mikroorganizma İnaktivasyonunda Soğuk Plazma Tekniğinin Uygulanması



- Bu üç mekanizmaya ilave olarak başka mekanizmalardan da söz edilmektedir.
- İleri sürülen mekanizmalardan bir diğeri, serbest radikaller ve uyarılmış moleküller gibi türlerin bakteri hücre zarlarında sert bölgesel zararlara sebep olduğudur.
- Bu zararın sebebi zar lipitleri, proteinler ve nükleik asitler gibi makromoleküllerin uyarılmış türlerle reaksiyona girmesidir.

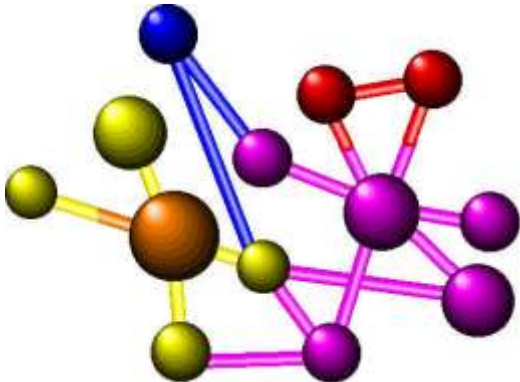


(Fernandez ve ark., 2011)

3.1.Mikroorganizma İnaktivasyonunda Soğuk Plazma Tekniğinin Uygulanması

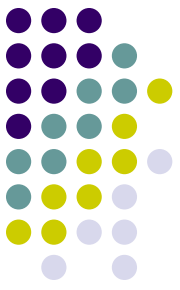


- Direkt bombardıman ile serbest radikallerin yüzey membranında lezyonlara neden olduğu düşünülmektedir.
- Ayrıca kimyasal bağlarda kopmalar ve erozyanlar da görülmekte ve bunun sebebi olarak da bombardımanla hücre içine daha fazla toksik reaktifin girmesi gösterilmektedir.



(Fernandez ve ark., 2011)

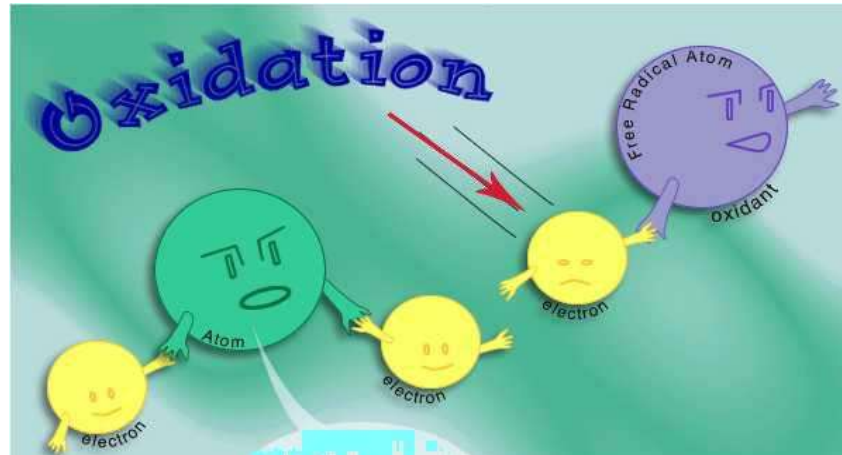
3.1.Mikroorganizma İnaktivasyonunda Soğuk Plazma Tekniğinin Uygulanması



- İleri sürülen inaktivasyon mekanizmalarından bir diğeri;

Plazma iyonlarının hücre içinde oksidasyon ve peroksidasyona sebep olabileceği ve bunun inaktivasyonla sonuçlanabileceğidir.

(Fernandez ve ark., 2011)



Yapılan Bazı Çalışmalar

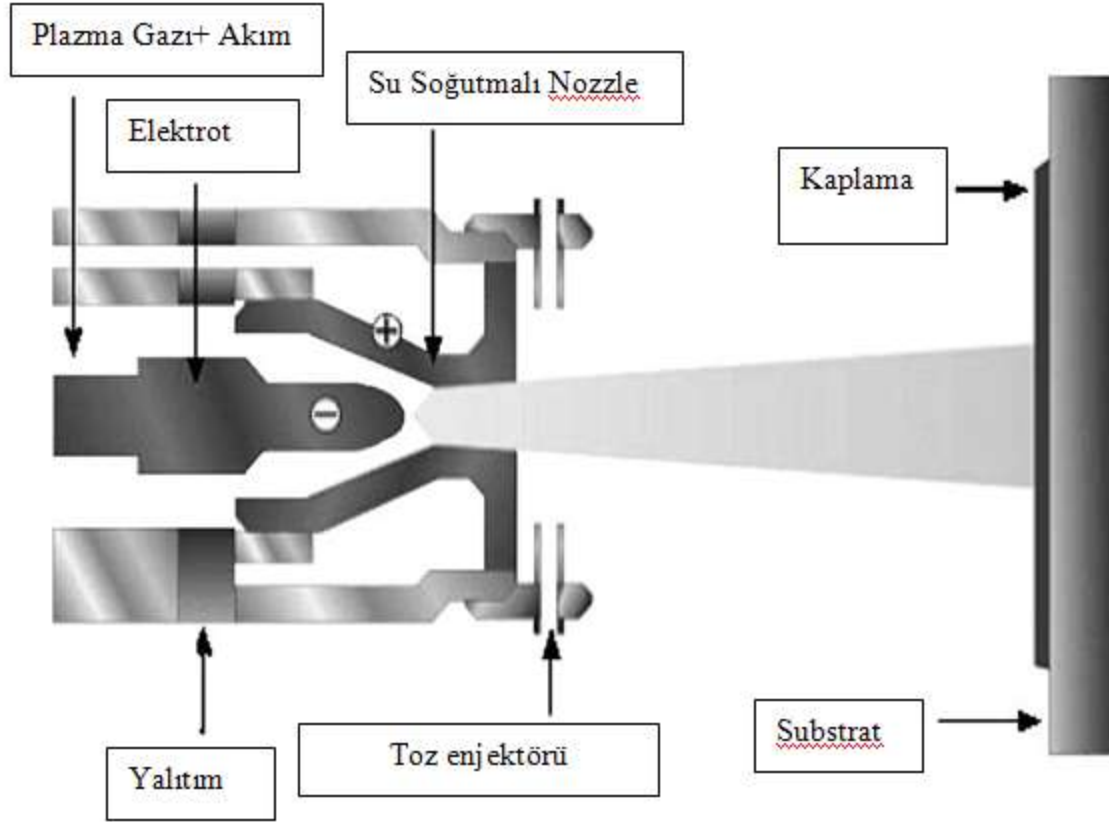
	Çalışmanın amacı	Güç	Gazın özellikleri	Süre	Çalışma Sonucu
Ragni ve ark. (2010)	Yumurta kabuklarında yüzey dekontaminasyonu	15kV	%35 ve %65 bağıl nem 25°C sıcaklıkta	90 dk	Mikrobiyal yük 5.5-5.6'dan 2.5 ve 4.5 log düzeyine inmiştir.
Wintenberg ve ark. (2006)	Plazmanın soğandaki <i>Aspergillus niger</i> üzerine etkisi	12kV ve 6kHz		30 ve 120dk	Toplam canlı küf miktarı 1-2 log/30 dk ve 2.5-3 log/120 dk azalmıştır.
Panikov ve ark. (2002)	<i>B.subtilis</i> sporlarının plazma ile tahribi		Helyum ve hava (azot oksijen karışımı)	<10 dk	Koloni oluşturan birimlerde Helyum plazma ile 10^{-4} , Hava ile 10^{-8} azalma
Kyenam ve ark. (2006)	Bakteri, maya ve sporlarının He ve oksijen ile inhibasyonu	10kV ve 6kHz	Helyum ve oksijen		D değeri <i>E.coli</i> =18 sn, <i>S.aureus</i> =19 sn, <i>B.subtilis</i> =14dk
Park ve ark. (2003)	<i>B. subtilis</i> , <i>E. coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella typhimurium</i> ve <i>A.niger</i> ve <i>P.citrium</i> inaktivasyonu	2.45 GHz ve 1kV		20 sn	Bütün bakterilerde 20 sn Bütün küflerde 1 sn'de inhibisyon

3.2. Soğuk Plazma Tekniğinin Gıda Sanayiindeki Uygulamaları



- *Yüzey Kaplamaları:*
- Plazma etkisiyle yüzeyde oluşan birikintiler, materyalin gerçek niteliklerini deęiřtirmeden yüzeyi fonksiyonel hale getirir.
Örn; kimyasal bariyer, korozyon koruyucu, elektriksel iletkenlik gibi.
- Yüzey kaplama amacıyla
 - Hava plazma spreyleri
 - Kimyasal buhar birikimi ile geliştirilen plazmalar kullanılır.

(Tendero ve ark., 2006)



Plazma spreji ile kaplama prensibi

3.2. Soğuk Plazma Tekniğinin Gıda Sanayiindeki Uygulamaları

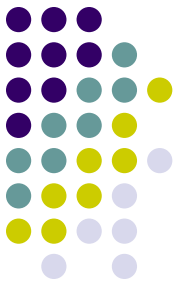


- *Yüzey Temizliği:*
- Yüzeydeki bulaşanların (yağ, toz, oksitler, biyolojik ve kimyasal ajanlar vb.) uzaklaştırılması için kullanılır.
- O₂, Ar, He/O₂, Hava, Ar/H₂ gibi gaz karışımları plazma gazı olarak kullanılabilir.

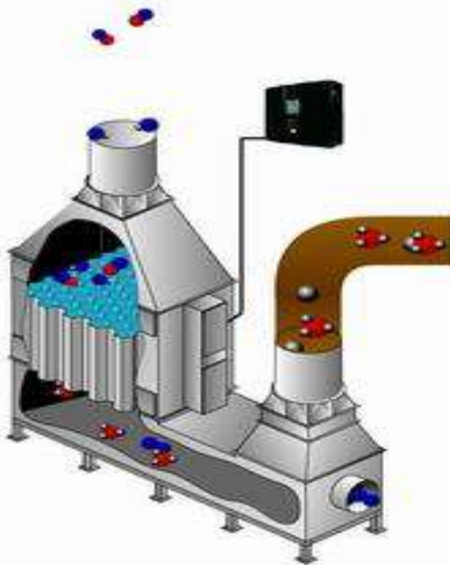
(Tendero ve ark., 2006)



3.2. Soğuk Plazma Tekniğinin Gıda Sanayiindeki Uygulamaları



- *Kokuların Giderilmesi:*
- Kokuyu elimine etmede kullanılan gazlar plazma modülüne alınır ve plazmanın koku moleküllerinin yapısını bozması ile istenmeyen kokular giderilir.
- Gıda sanayinde bu amaca uygun yeni teknik cihazlar bulunmaktadır. Gaz olarak ortam havası kullanılır.



4.Sonuç

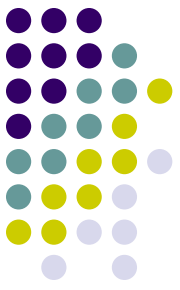
Vakum altında ve oda sıcaklığında gaz haldeki ürünlerin bir elektrik akımı ya da elektromanyetik radyasyon uygulaması sonucu uyarılması ile oluşturulan soğuk plazma,

- Yalıtkan bariyer boşaltıcı
- Korona boşaltımı
- Mikrodalga plazma sistemleri gibi yöntemlerle elde edilir.

Soğuk plazma tekstil, tıp, dişçilik seramik, inşaat ve metalurji gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Gıda sanayiinde ise mikroorganizma inaktivasyonu, yüzey kaplama, yüzey temizliği ve koku giderilmesi gibi amaçlar için kullanılabileceğine yönelik çalışmalar yapılmıştır.





4.Sonuç (devam)

- Daha az enerji tüketimi,
- Yerinde temizliğe imkan tanınması,
- Gıda kabukları ve ambalaj materyallerinin basit bir sistemle dekontaminasyonu
- Ortam havasının dekontaminasyonu ve kokuların giderilmesi

gibi avantajları beraberinde getiren bu tekniğin gıda üzerine etkilerinin ve gıda sanayiinde kullanılabilirliğinin belirlenmesi amacıyla çalışmalar yapılması gerektiği düşünülmektedir.

5.Kaynaklar



- 1)Bardos, L.,Barankova, H. Cold Atmospheric plasma: Sources, processes, and applications. Thin Solid Films, 518 (2010), 6705-6713.
- 2)Bonizzoni, G., Vassallo, E. Plasma physics and technology; industrial applications. Vacuum (2002), 64, 327-336.
- 3)Fernandez, A., Shearer, N., Wilson, D.R., Thompson, A. Effect of microbial loading on the efficiency of cold atmospheric gas plasma
- inactivation of Salmonella enterica serovar Typhimurium. International Journal of Food Microbiology, (2011) doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2011.02.038.
- 4)Fernandez, A., Thompson, A. The inactivation of Salmonella by cold atmospheric plasma treatment. Food Research International, (2011) doi:10.1016/j.foodres.2011.04.009.
- 5)Gürol, C. Novel Plasma Technology For Food Disinfection Applications. mibrg.yeditepe.edu.tr.
- 6)Laroussi, M., Mendis, D.A., Rosenberg, M. Plasma interaction with microbes. New Journal of Physics 5 (2003) 41.1- 41.10.
- 7)Ragni, L., Berardinelli, A., Vannini, L., Montanari, C., Sirri, F., Guerzoni, M.E., Guarnieri, A. Non-thermal atmospheric gas plasma device for surface decontamination of
- shell eggs. Journal of Food Engineering 100 (2010) 125-132.
- 8)Sağlam, M. Depolama Aşamasında Hububat ve Baklagil Kökenli Tanelerde Bulunan Küfler Üzerine Plazma Uygulamasının İnhibisyon Etkisi. (2008).
- 9)Tendero, C., Tixier, C., Tristant P., Desmaison, J., Leprince, P. Atmospheric pressure plasmas: A review. Spectrochimica Acta Part B 61 (2006) 2-30
- 10)tr.wikipedia.org



Teşekkür ederim...