

GIDA AMBALAJLAMADA ANTİMİKROBİYEL ÖZELLİKLİ KARBON NANOTÜP KULLANIM POTANSİYELİ

M. Burak KOYUNCU, H. İbrahim AVCI, Abdurrahman ŞERİFOĞLU, Emel ÜNAL TURHAN
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Gıda
Teknolojisi Bölümü, Kadirli/Osmaniye
Sorumlu yazar:muhammedburakkoyuncu@gmail.com

ÖZET:

Gıda ürünlerinin raf ömrünü arttırmak ve mekanik etkilere karşı iyi bir bariyer oluşturmak için her geçen gün yeni ambalaj materyalleri tasarlanmaktadır. Gıda endüstrisinde ambalajlama alanındaki inovasyonlardan biri de karbon nanotüpler ile ilgilidir. Karbon nanotüpler, karbondan yapılmış tek duvarlı veya çok duvarlı olabilen boş tüplerdir. Silindir şeklindeki karbon nanotüplerin çapları birkaç nanometreyken uzunlukları milimetrelerle ifade edilir. Karbon nanotüpler olağanüstü elektriksel iletkenliğe ve yüksek yüzey alanına sahiptirler. Ayrıca, diğer birçok malzemeye göre üstün rijitlik ve dayanımdadırlar. Karbon nanotüpler boyut ve yapılarına bağlı olarak benzersiz optik, elektronik, manyetik, termal, kimyasal ve mekanik özellikler sergilerler. Gıda ambalajlamada nanotüp kullanımı ile renk, lezzet, doku, bozulmayı geciktirme ve depolama sırasında artan stabilite gibi avantajlar görülür. Karbon nanotüpler çoğunlukla antimikrobiyel olarak aktif polimer materyallerin geliştirilmesinde kullanılır. Gıda ambalajlarındaki gelişmeler, iyileştirilmiş kalite ve güvenlik elde etmeye yönelik olduğundan; nano dolgu maddeleri formundaki antimikrobiyel bileşiklerin polimer bazlı gıda paketlenme malzemelerine dahil edilmesi büyük ilgi görmüştür. Bazı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda; karbon nanotüplerle kombine edilen çeşitli antimikrobiyel madde uygulamaları sonucunda *Escherichia coli*, *Bacillus spp.*, *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella spp.* inaktivasyonu başarılmıştır. Yakın gelecekte, gıda güvenliğini sağlama ve ürün özelliklerini geliştirme potansiyellerinden ötürü gıda endüstrisinde nanotüp ile ilgili girişimlerin artacağı düşünülmektedir. Bu derlemede antimikrobiyel özellikli karbon nanotüplerin gıda ambalajlama alanındaki kullanım potansiyeli üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ambalajlama, antimikrobiyel, karbon nanotüp

1.GİRİŞ

Nanotüpler; yüksek en-boy oranı, arttırılmış aktif yüzey alanı ve iyileştirilmiş ışık hasadı ve yakalama gibi arzu edilen özellikleri nedeniyle antimikrobiyel uygulamalar için en umut verici nanoteknolojik uygulamalardandır. Gıda endüstrisinde nanotüplerin özelliklerde amabalajlama alanında iyi bir potansiyele sahip olduğu düşünülür. Gıda ambalajlamada nanotüp kullanımı ile gıda ürünün gerek duysal ve fizikokimyasal özellikleri (renk, lezzet ve doku), gerek mikrobiyolojik özellikleri korunarak ürün raf ömrü boyunca stabilite sağlanmıştır (Pathakoti ve ark., 2017). Aktif ambalajlama sistemlerinde yararlanılan nanotüp uygulamalarının başında karbon nanotüpler gelmektedir. Karbon nanotüpler, yüksek güç, düşük ağırlık ve farklı iletkenlik özelliklerine sahip hafif ve dayanıklı malzemelerdir. Gıda güvenliği ve kalitesini geliştirmeye yönelik gıda ambalajlarından biri olduğu düşünülen karbon nanotüpler nano dolgu maddeleri formundaki antimikrobiyel maddelerin kombine edilmesi ile antimikrobiyel özellikleri geliştirilen gıda paketlenme materyallerine olan ilgi her geçen gün artmaktadır (Sobhan ve ark., 2020). Karbon nanotüplere doğal ve yapay antimikrobiyel maddelerin eklenmesi ile gram negatif ve gram pozitif mikroorganizmalar üzerinde inaktivasyonun sağlandığı bildirilmiştir (Cui ve ark., 2020). Ambalaj materyali olarak antimikrobiyel özellikli karbon nanotüplerin kullanıldığı gıdalarda raf ömrünün artması ile gıda endüstrisine ekonomik açıdan fayda sağlar ayrıca raf ömrü çabuk dolduğu için daha satılmadan imha edilmek zorunda kalan ürünlerin önüne geçilmiş olur böylece israf da önlenir (Asgari ve ark., 2014). Ayrıca karbonnanotüp ambalajların, petrol bazlı ambalaj materyallerinin çevreye verdiği zarar ile karşılaştırıldığında daha güvenli olması ve böylece çevresel problemleri azaltması gibi avantajları vardır (Cui ve ark., 2020).

2.NANOTÜPLER VE KARBONNANOTÜPLER

Nanotüpler; silindir şekilli ve tek boyutlu malzemelerdir. Karbon nanotüpler, yüksek güç ve düşük ağırlığa, ayrıca farklı iletkenlik özelliklerine sahip hafif malzemelerdir (Albrecht et al., 2006). Karbon nanotüpler tek katmanlı ve çok katmanlı karbon nanotüpler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Üst üste birkaç grafin yüzeyi koyulup katlanırsa iç içe geçmiş karbon nanotüpler elde edilir ve bunlara çok katmanlı karbon nanotüpler denir. Bir tek grafin yüzeyi kıvrılarak elde ediliyorsa bunlara da tek katmanlı karbon nanotüpler denir. Nanotüplerin çapları genellikle birkaç nanometredir ve iki uçları da kapalıdır (Asgari ve ark., 2014)

3.GIDA ENDÜSTRİSİNDE ANTİMİKROBİYEL ÖZELLİKLİ KARBON NANOTÜPLER

Gıda ürünleri; nem, oksijen, ışık ve ısı faktörlerinden ötürü çürüdüğünden gıda ambalajlamanın önemi her geçen gün daha da artmış ve inovativ ambalaj materyallerine ihtiyaç duyulmuştur. Gıda ambalajlamada; kimyasal, biyolojik, fiziksel ve mikrobiyolojik bozulmalara karşı gıdayı korumak, gıdanın raf ömrünü arttırmak ve yanı sıra nakliye kolaylaştırmak amaçları (Asgari ve ark., 2014). Bir gıdanın raf ömrünü veya duysal özelliklerini iyileştirecek nano ölçekli antimikrobiyel bileşikler, antioksidanlar ve/veya tatlar salabilen gıda ambalaj malzemeleri "aktif" olarak adlandırılır. Aktif bileşiklerin, gıda paketlenme materyallerine dahil edilmesi, partiküllü nanomalzemeleri gıdalara salmak için tasarlanmış ambalajlardan daha yaygındır. Akıllı gıda paketlenme, hem endüstri hem de tüketiciler arasında giderek daha da popüler hale gelmiştir. Gıdalardaki nanoyapılı sistemler; polimerik nanopartiküller, lipozomlar, nanoemülsiyonlar ve mikroemülsiyonlardır (Pathakoti ve ark., 2017). Nanomalzemeler benzersiz fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olduklarından, inorganik nanomalzemeler, polimerlerin performanslarını arttırmaları için uygun bir katkı maddesi olarak kullanılabilir. Bu bağlamda, silikat ve kil nanoplateletler, grafen, karbon nanotüpler ve silika nanopartiküller gibi geliştirilmiş nanofiller renk, lezzet, doku, azalan bozulma ve depolama sırasında artan stabilite nedeniyle bozulmayı azaltabilir ve çeşitli uygulamalar için kullanılabilir (Sorrentino ve ark., 2007; Duncan, 2011; Huang ve ark., 2015). Metal nanopartiküller, metal oksit nanomateryaller ve karbon nanotüpler çoğunlukla antimikrobiyel olarak aktif polimer materyallerin geliştirilmesinde kullanılır.(Rezic, 2017). Metalik nanopartiküller arasında en sık kullanılan bileşenler Au, Zn, Cu, Ag, Fe, Sn ve Ti olarak tanımlanmıştır. Gıda ambalajlama alanında raf ömrünü arttırmak için yeni teknolojilerden biri olarak görülen karbon nanotüp uygulamaları ile daha önce de bahsedildiği gibi ürünün hem fizikokimyasal hemde mikrobiyolojik kalitesi geliştirilmiştir. Karbonnanotüp uygulamalarının özelliklerde bozulmayı geciktirdiği ve gıda kontrolünde iyi bir potansiyelinin olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur. Antimikrobiyel özellikli karbon nanotüp uygulamalarında karbon nanotüplerin doğrudan kullanılması veya çeşitli esansiyel yağlar (sinnamaldehit esansiyel yağı, allil izotiyonat gibi), kitozan ve kimyasal antimikrobiyel maddelerin bu tüplere kombine edilmesi ile mikrobiyel inaktivasyonda başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Karbon nanotüpler ile ilgili çalışmalarda *E. coli*, *Salmonella spp.*, *Bacillus spp.* ve *Staphylococcus aureus* gibi bakterilerin yanı sıra küf gelişiminin de önlenildiği bildirilmiştir. Karbon nanotüplerin inaktivasyon mekanizması; mikrobiyel hücreleri patlatması, mikrobiyel hücrenin direkt penetrasyonu ve geri dönüşümsüz zarar vermesi şeklindedir (Cui ve ark., 2020; Dias ve ark., 2013; Asgari ve ark., 2014; Song ve ark., 2015; Brody ve ark., 2008; Sharma ve ark., 2017 ve 2020).

4.SONUÇ

Akıllı gıda paketlenme, gıda endüstrisi ve tüketiciler arasında giderek daha da popüler hale geliyor. Son yıllarda, gıda işleme sırasında besin kalitesini, akış özelliklerini, lezzetini, rengini ve dengesini iyileştirmek veya raf ömrünü uzatmak için uygulanan aktif ambalajlama sistemlerinden nanopartiküllere başvurulmaktadır. Aktif gıda ambalajlama; oksidasyonu geciktirme, kontrollü nem salınımı, mikrobiyel gelişim, solunum oranı, uçucu bileşikler ve aroma konuları üzerinde yoğunlaşmıştır. Aktif ambalajlama sistemlerinden biri olan karbonnanotüpler gıda ürünlerinde bozulmanın geciktirilmesi ve raf ömrünün arttırılıp ürün stabilitesinin korunması gibi avantajları ile ambalajlama alanında iyi bir potansiyelinin olacağı düşünülür. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda daha çok in vitro koşullarda saptanan inaktivasyon etkinliği mevcuttur, ancak karbonnanotüplerin doğrudan çeşitli gıdalarda kullanımı ve bu gıdalardaki mikrobiyel inaktivasyondaki rolleri ile ilgili daha fazla çalışma yapılması önerilmektedir.

5.KAYNAKLAR

- Asgari, P., Moradi, O., Tajeddin, B. (2014) The effect of nanocomposite packaging carbon nanotube base on organoleptic and fungal growth of Mazafati brand dates. *Int Nano Let.*, 4(98) 1-5 doi: 10.1007/s40089-014-0098-3
- Brody, A. L., Bugusu, B., Han, J.H., Sand, C.K., Mchugh, T.H. (2008) Innovative food packaging solutions *Journal of Food Science*, 73(8) 107-116 doi: 10.1111/j.1750-3841.2008.00933.x
- Cui, R., Jiang, K., Yuan, M., Cao, J., Lin, L., Tang, Z., Qin, Y. (2020) Antimicrobial film based on polylactic acid and carbon nanotube for controlled cinnamaldehyde release. *J Mater Res Technol.*, 9(5), 10130-10138 doi:10.1016/j.jmrt.2020.07.0162238-7854
- Dias, M.V., Soares, N.F.F., Borges, S.V., Sousa, M.M. (2013). Use of allyl isothiocyanate and carbon nanotubes in an antimicrobial film to package shredded, cooked chicken meat. *Food Chemistry*, 141, 3160–3166. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.05.148
- Pathakoti, K., Manubolu, M., Hwang, H.M. (2017). Nanostructures: Current uses and future applications in food science. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(2), 245-253. doi: 10.1016/j.jfda.2017.02.0041021-9498
- Sobhan, A., Muthukumarappana K., Weia L., Top T. V. D., Zhou R. (2020). Development of an activated carbon-based nanocomposite film with antibacterial property for smart food packaging. *Materials Today Communications*, 23, 101124 doi: 10.1016/j.mtcomm.2020.101124
- Sharma, C., Dhiman R., Rokana, N., Panwar H. (2017). Nanotechnology: An untapped resource for *Food Packaging Frontiers in Microbiology*, 12(10), 1-22, doi: 10.3389/fmicb.2017.01735.
- Sharma, R., Jafarib, S.M., Sharma, S., (2020). Antimicrobial bio-nanocomposites and their potential applications in food packaging. *Food Control*, 112, 1-11, doi:10.1016/j.foodcont.2020.107086
- Song, K., Gao A., Cheng X., Xie K. (2015). Preparation of the superhydrophobic nano-hybrid membrane containing carbon nanotube based on chitosan and its antibacterial activity *Carbohydrate Polymers Science*, 130, 381-387, doi.10.1016/j.carbpol.2015.05.0230144-8617