

Yenilebilir Film ve Kaplamalar

M. Fatih ERTUGAY - Oktay TOMAR

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum

ÖZET: Yenilebilir filmler, gıda bileşenleri arasında veya kaplama olarak bir gıdanın yüzeyi üzerinde oluşmuş ince tabakalı yenilebilir materyal olarak tanımlanmaktadır. Yenilebilir film ve kaplamaların hazırlanmasında kullanılan bileşenler 3 kategoride sınıflandırılmaktadır: Hidrokolloidler (poli sakkaritler, proteinler), lipitler (yağ asitleri, asil gliseroller, vaksar vb.) ve kompozitler (hidrokolloid / lipit karışımları). Yenilebilir film ve kaplamalar ticari ambalajlama materyallerine alternatif olarak geliştirilmiş olup, nem kaybını azaltmak, oksijen absorpsiyonunu sınırlamak, mekaniksel işleme özelliklerini geliştirmek ve fiziksel koruma sağlamak için çok yönlü gıdalara uygulanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Yenilebilir film ve kaplamalar, ambalajlama,

EDIBLE FILM AND COATINGS

ABSTRACT: Edible film are defined as a thin layer of edible material that are formed on the surface of a food as a coating or between food components. Components used for the preparation of edible films can be classified into three categories: Hydrocolloids (such as proteins, polysaccharides, alginates), lipids (such as fatty acids, acylglycerols, waxes) and composites (made by combining hydrocolloids and lipids).

Edible films and coatings, developed an alternative to the commercial packaging materials, can be used for versatile food products to reduce loss of moisture and lipids, to restrict absorption of oxygen, to improve mechanical handling properties, and to provide physical protection.

Keywords: Edible film and coatings, packaging,

GİRİŞ

Gıdalar taşıma ve depolama sırasında, kalite ve sağlık açısından çeşitli olumsuz etkilere maruz kalmaktadır. Çeşitli gazlar, aroma, yağ ve su gibi bileşenlerin kaybı gıdanın görünüşünü ve yapısal bütünlüğünü bozabilmekte ve mikrobiyal, enzimatik ve kimyasal bir takım bozulmalar meydana gelmektedir. Bu olumsuz etkileri ortadan kaldırmak ve bir dereceye kadar azaltmak için çeşitli ambalaj materyalleri kullanılmaktadır. Gıda ürünlerinin ambalajlanmasında, tüketiciye daha yüksek kalitede ve daha uzun raf ömrüne sahip ürün sağlanması yanında çok önemli olan bir diğer nokta ambalajlama materyalinin çevre üzerinde olumsuz bir etkisinin olmamasıdır. Başka bir ifadeyle materyalin geriye dönüşümlü olması gerekmektedir.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan sentetik ambalaj materyalleri yanında çeşitli biyopolimerlerden elde edilen yenilebilir film ve kaplamalar, geleneksel sentetik ambalajlama materyallerinin çevre kirliliği oluşturması, daha çevre dostu ve geriye dönüşümlü materyallere olan tüketici isteklerinden dolayı son zamanlarda büyük ilgi çekmektedir. Proteinler, karbonhidratlar ve lipitlerden üretilen yenilebilir film ve kaplamalar gıdaların kalite ve stabiliteyi iyileştirici ve gıda-ambalaj ihtiyaçlarını azaltıcı özelliklere sahiptir (Kester ve Fennema 1986, Krochta ve Mulder-Johnston 1997, Miller ve Krochta 1997). Örneğin, yenilebilir filmler nem kayıplarını önlemek, oksijen absorpsiyonunu sınırlamak, mekaniksel özellikleri geliştirmek, fiziksel koruma sağlamak ve alternatif ticari ambalaj materyalleri üretmek gibi çok yönlü amaçlarla kullanılabilir (Kester ve Fennema 1986, Nelson ve Fennema 1991).

Yenilebilir film ve kaplamaların gıdaların bazı kalite kayıplarını ve bozulma reaksiyonlarını önlediği ve uzun zamandan beri uygulanmakta olduğu bilinmektedir (Diab, Biliaderis, Gerasopoulos ve Sfakiotakis 2001). M.Ö. 1500 tarihine kadar, cam kavanozların ve M.S. 900 tarihlerinde de kağıt olarak bilinen ağaçtan yapılan preslenmiş yaprakların (Soroka 1995), 16. yüzyılda İngiltere'de, meyve ve diğer gıda ürünlerini ambalajlamak için domuz yağı veya vaksarın (Kester ve Fennema 1986) kullanıldığı bildirilmektedir (Miller ve Krochta 1997).

Genellikle, yenilebilir kaplama bir gıda üzerinde oluşmuş ince tabaka halindeki yenilebilir materyal olarak tanımlanırken, yenilebilir film, gıda bileşenleri veya gıda üzerine yerleştirilen önceden hazırlanmış ince yenilebilir materyal olarak tanımlanmaktadır (Krochta 1997). Başka bir ifadeyle, yenilebilir kaplamalar gıdalara sıvı formda daldırılarak veya püskürtülerek uygulanmaktadır. Diğer taraftan yenilebilir filmler ise, katı ve ince tabakalar halinde önceden hazırlanıp daha sonra gıdaya uygulanmaktadır (McHugh 2000).

Yenilebilir filmlerin hazırlanmasında çeşitli biyo polimerler kullanılmakta olup (Sobral, Menegalli, Hubinger ve Roques 2001), bunların başlıcaları poli sakkaritler (Nisperos-Carriedo 1994) ve proteinlerdir (Gennadios, McHugh, Weller ve Krochta 1994, Torres 1994). Bunlar arasında, buğday gluteni (Park ve Chinnan 1995, Gontard, Duchez, Cuq ve Guilbert 1994), mısır proteini (Gennadios, Park ve Weller 1993), soya proteinleri (Kunte, Gennadios, Cuppet, Hanna ve Weller 1997), piring proteinleri (Shih 1996), fıstık proteinleri (Ayrancı ve Çetin 1995), yumurta albumini (Gennadios, Weller, Hanna ve Froning 1996), kazein ve peynir altı suyu gibi süt proteinleri (Avena-Bustillos ve Krochta 1993, Mahmoud ve Savello 1992), kalyen (Gennadios vd 1994), balık proteinleri (Cuq, Gontard ve Guilbert 1997ab, Monterey ve Sobral 2000) ve sığır eti miyofibriller proteinleri (Sobral, Menegalli ve Guilbert 1999) ile ilgili olarak çok sayıda araştırmalar yapılmıştır.

Yenilebilir film ve kaplamalardan yapılan ambalaj materyalleri, elde edildikleri bileşenlere bağlı olarak farklı özellikler göstermektedirler. Örneğin, polisakkarit veya proteinlerden yapılan filmler genellikle uygun mekaniksel ve geçirgenlik özelliklerine sahipken, neme karşı çok hassas olmakta ve fazla su buharı geçirgenlik özelliği göstermektedirler. Aksine, lipitlerden (vaksar veya diğer lipitler) elde edilen filmlerin su buharı geçirgenlikleri oldukça az olup, oksidasyona karşı hassas olmakla birlikte uygulanan mekaniksel basınca karşı dirençleri az ve buna bağlı olarak da esneklikleri zayıftır. Bu bileşenler birlikte kullanıldığı zaman, fiziksel ve kimyasal olarak etkileşim göstermekte ve sonuçta gelişmiş özelliklere sahip filmler veya kaplamalar elde edilmektedir. Bununla birlikte, biyopolimerlerin karışım ları söz konusu olduğu zaman bileşenlerin birbirlerine uygunluk göstermesi önemli bir faktör olarak ortaya çıkmakta ve bu uygunluk çeşitli bileşenlerden oluşmuş bu filmlerin performansını önemli derecede etkileyebilir (Diab vd 2001).

Bu film ve kaplamaları oluşturan bileşenlerin özelliklerinden başka elde edilecek olan ambalaj materyalinde; kabul edilebilir duyuşal nitelik, uygun geçirgenlik (gaz, su, yağ) ve mekaniksel (gerilme, yapışkanlık) özellikler (Chandra ve Sobral 2000), uygun mikrobiyal, biyokimyasal ve fizikokimyasal stabilite, sağlık açısından güvenilirlik, antioksidan, aroma, renk,

Yenilebilir film ve kaplamalar gıdaların kalitelerini artırmak ve raf ömürlerini uzatmak için bir potansiyele sahiptir. Gıda bileşenlerinin kaybını önemli derecede azaltan bu filmler, gıdayı çevreleyen atmosfer ve gıda bileşenleri arasında aroma, lipit, CO₂, O₂ ve nem transferini kontrol edebilmektedir (McHugh 2000). Kaplamalar aynı zamanda gıdaların görünüşünü geliştirmek için uygulanabilir. Örneğin şekerlemeler genellikle yapışkanlığı azaltarak tekstürü geliştirmek için kaplanırlar. Gıdaların yüzey mikrobiyal yükünü azaltmak için yenilebilir film ve kaplamalara koruyucu maddeler ve antioksidanlar ilave edilebilmektedir. Sonuç olarak yenilebilir filmler aynı zamanda gıdaların besin değerini zenginleştirebilmektedir (McHugh 2000).

1. Yenilebilir Film Bileşenleri

Yenilebilir film ve kaplamaların hazırlanmasında kullanılan temel bileşenler hidrokoloidler (polisakkaritler, proteinler), lipitler (yağ asitleri, vakslar) ve kompozitlerdir (Iwata, Ishizaki, Handa ve Tanaka 2000). Çizelge 1'de yenilebilir film ve kaplamaların bileşenleri ve film özellikleri özetlenmiştir.

1.1. Hidrokoloidler: Bunlar genellikle polisakkaritler ve proteinlerden oluşmaktadır.

1.1.1. Polisakkaritler: Polisakkaritlere örnek olarak, karboksimetil selüloz (CMC), hidroksipropil selüloz (HPC), nişasta ve dekstrinler, pektin ve alginatlar verilebilir. Suda eriyebilir polisakkaritlerden elde edilen film ve kaplamaların geliştirilmesi, CO₂ ve O₂ için bu biyopolimerlerin seçici özelliklerinden dolayı, meyve ve sebzelerin muhafazasında yeni ambalaj materyallerinin ortaya çıkmasına yardımcı olmaktadır. Suda eriyebilir polisakkaritlerin kaplanmış meyve ve sebzelerin ambalaj atmosferindeki O₂ seviyesini azaltma ve CO₂ seviyesini ise artırma özelliği, solunum hızını azaltmakta ve neticede ürünün raf ömrü artmaktadır (Diab vd 2001).

CMC ve sakaroz esterlerinden oluşan kaplamaların bazı taze ürünlerin önemli aroma bileşenlerini koruduğu ve raf ömrünü artırdığı belirlenmiştir (Banks 1985, Santerre, Leach ve Cash 1989, Nisperos-carriedo, Shaw ve Baldwin 1990). Elma ve armutların CMC chitosan ile kaplanmasının olgunlaşmayı geciktirdiği (Elson, Hayes ve Udster 1983), CMC chitosan bazlı filmlerin çilekler (El-ghaouth, Arul ve Ponnampalam 1991a, El-ghaouth, Arul, Ponnampalam and Boulet 1991b) ve domateslerin (El-ghaouth, Ponnampalam, Castaigne ve Arul 1992) raf ömürleri üzerine olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir (Diab vd 2001).

Bir başka polisakkarit olan ve Aureobasidium pulluans tarafından üretilen pulluan, diğer polisakkaritlere göre bazı avantajları olan yenilebilir film oluşturabilme kabiliyetine sahiptir. Kalori değerinin az olmasına ilaveten, pulluan filmler renksiz, tatsız, ısıyla işlenebilen, çok düşük O₂ geçirgenliğine sahip, mekaniksel değişikliklere karşı toleransı fazla ve diğer polimer ve plastikleştiricilerle karıştırıldığı zaman uygun gaz geçirgenliğine sahiptirler (Diab vd 2001). Bunun için filmüretimi sırasında yanında çeşitli plastikleştiriciler (sorbitol, gliserol v.b) kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada, farklı nişasta kaynaklarına plastikleştirici olarak sorbitol ve gliserol katılarak film elde edilmiş ve film karışımında kullanılan sorbitolun, gliserole nazaran daha düşük geçirgenliğe sahip olduğu belirlenmiştir (Garcia, Martino ve Zaritzky 2000).

Filmlerin mekaniksel özelliklerini iyileştirmek için formülasyona katılan plastikleştiricilerden başka, lipit oksidasyonunu önlemek ve besin değerini attırmak amacıyla da vitamin E katılmaktadır. Yapılan bir çalışmada, siğir köftelerinin ambalajlanmasında kullanılan nişasta bazlı film bileşimine tokoferoller katılmış ve tokoferollerin kontrole göre lipit oksidasyonunu önemli derecede önlediği belirlenmiştir (Wu, Rhim, Weller, Hamouz, Cuppett ve Schnepf 2000).

Diğer araştırmacılar, düşük yağ oranına sahip nişastalı ürünler ve bürölce için yenilebilir kaplamaların uygun olmadığını ve kaplanmış örneklerin çamurumsu ve kontrole göre daha az

kahverengi renkte olduklarını belirtmiştir (Huse, Mallikarjunan, Chinnan, Hung ve Phillips 1998). Yapılan diğer araştırmalarda, salamura edilmiş tavuk dilimlerinde kaplamaların kullanılmasının kızartma yağındaki serbest yağ asidi miktarının %25 oranında azalttığı ve filmle kaplanmış tavuk dilimlerinin hoş olmayan bir aromaya sebep olduğu belirlenmiştir (Mallikarjunan, Chinnan, Bheem Reddy, Holownia ve Mcwatters 1999, Rayner, Cioffi, Maves, Stedman ve Mittal 2000).

Yenilebilir film materyalleri arasında selüloz en yaygın olarak bulunan ve çok iyi film oluşturma özelliklerine sahip olan bir maddedir. Selüloz bazlı yenilebilir filmler ideal O₂ ve aroma geçirgenliğine sahip olup (Debeaufort ve Voilley 1997), bu filmlerin su buharı geçirgenlik özellikleri bazı lipitlerin ilavesiyle geliştirilebilmektedir (Biquet ve Labuza 1988, Kamper ve Fennema 1984ab). Selüloz bazlı filmler çeşitli gıdalarda nem, gaz ve hidrokarbonların ambalaj materyalinden transferinin kontrolünde kullanılmaktadır.

Selüloz bazlı yenilebilir filmlerin bariyer özellikleri (oksijen ve su buharı geçirgenliği) ve mekaniksel özellikleri (gerilme kuvveti ve uzama yüzdesi) çeşitli faktörler tarafından etkilenmektedir. Yenilebilir filmlerin polimer yapısı; plastikleştiriciler, çözücüler ve diğer faktörler ile etkilenen fizikokimyasal özellikleri, film çözünürlüğü, geçirgenlik ve difüzyon özellikleri ile ilgili olarak değerlendirilmektedir (Park, Weller, Vergano ve Testin 1993).

Nişastalar da yenilebilir film eldesinde kullanılmaktadır. Nişastalar uygun oksijen ve aroma geçirgenlik özelliklerinden dolayı koruyucu yenilebilir film ve kaplamalar olarak fonksiyon görmektedirler. Nişastalardan kaplamalar elde edileceği zaman, nişasta polimerleri tercihen su olan bir çözücüde çözündürülmeleri gerekmektedir. Daha sonra çözelti bir yüzey üzerine püskürtülerek uygulanmaktadır. Hidrofilik özelliklerine rağmen nişastalar büyük molekül ağırlıklarından ve kuvvetli hidrojen bağlarından dolayı suda kolayca çözülmemektedir. Sudaki çözündürme işlemi sadece düşük nişasta konsantrasyonlarında ve 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda gerçekleşmektedir (Pomeranz 1985). Nişasta asit veya enzimatik işlemlerle gerçekleştirilebilen kısmi polimerizasyondan sonra yüksek konsantrasyonlarda suda çözülebilir maktadır (Shamekh, Myllarinen, Poutanen ve Forssell 2002).

Başka bir polisakkarit olan mısır kabuğundan elde edilen arabinoksilanlar hemiselülozik kimyasal gruplar içeren poliosidik zincirlerdir. Bunlar doğal formda oldukları zaman çözünmeyen fiberlerdir ve çok yüksek nem tutma kapasitesine sahiptirler. Bununla birlikte, alkalik ekstraksiyonundan sonra tamamen suda çözünür özellik kazanırlar. (Sugawara, Benno, Koyasu, Takeuchi ve Mitsuoka 1991). Arabinoksilanların çözünebilirliği, sürekli ve yapışkan bir şekil oluşturmaları ve doğal aromaları film eldesinde çeşitli avantajlar sağlamaktadır (Phan The, Peroval, Debeaufort, Despre, Courthaudon ve Voilley 2002).

Peroval, Debeaufort, Despre ve Voilley (2001) arabinoksilan bazlı filmlerin neme karşı hassasiyetini azaltmak için, emülsiyon veya çift tabakalı yapı kullanarak bazı lipitler, yağ asitleri, trigliseritler ve hidrojene yağları ilave etmişlerdir. Genellikle, çift tabakalı filmler emülsiyonlara kıyasla daha iyi nem bariyer özelliği göstermektedir (Martin-Polo, Mauguin ve Voilley 1992, Debeaufort, Quezada-gallo, Delporte ve Voilley 2000, Phan The vd 2002).

1.1.2. Proteinler: Proteinler, düşük nispi nemlerde düşük O₂, CO₂ ve lipit geçirgenliğine sahip yenilebilir filmler oluşturmaktadır. Fakat bunların hidrofilik karakterlerinden dolayı su geçirgenlikleri fazladır. Film bileşimine katılan plastikleştiricilerin oranı ayarlanarak protein bazlı yenilebilir filmlerin bu dezavantajı iyileştirilebilmektedir. Protein filmlerinin avantajı ise oda sıcaklıklarında sulu çözeltilerden elde edilebilir olmalarıdır (McHugh 2000).

Protein esaslı yenilebilir filmler genellikle kazein, kolojen, zein, jelatin, soya proteini ve buğday gluteninden yapılmaktadır (Guilbert 1988, Gennadios ve Weller 1991ab, Andrianaiova, Rakotonirainy ve Padua 2003). Bunlardan soya proteininden yapılan yenilebilir filmler (yuba) geleneksel olarak et ve sebzelere şekil vermek ve ambalajlamak için kullanılmaktadır (Brandenburg, Weller ve Testin 1993). Brandenburg ve arkadaşlarının (1993) yaptığı bir çalışmada, ticari soya proteini izolatından yenilebilir film elde etmek için bir metod geliştirilmiş ve film özelliklerini değiştirmek için soya protein izolatu alkali ile işleme tabi tutulmuştur. Yapılan alkali işleminin, filmin su buharı ve oksijen geçirgenliği ve gerilme kuvvetini etkilemediği, uzayabilirlik yüzdesini artırdığı ve film görünüşünü geliştirdiği belirlenmiştir.

Süt endüstrisinin yan ürünü olan peynir altı suyu proteinleri ise yüksek besin değerine ve fonksiyonel özelliklere sahip olmasının yanında yenilebilir filmler için uygun materyallerdir (Mate ve Krochta 1996). Ayrıca peynir altı suyu proteinleri ve kazeinler gibi süt proteinleri yüksek besin değeri ve yenilebilir film oluşumundaki çeşitli fonksiyonel özelliklerinden dolayı yoğun bir şekilde çalışılmıştır (Chen 1995, Mezgheni, Daprano ve Lacroix 1998). Peynir altı suyu proteinleri düşük ve orta nispi nemlerde mükemmel oksijen, aroma ve yağ bariyer özelliklerine sahiptir. Ayrıca, bu proteinlerin mekaniksel özellikleri, gıda ürünlerinde kaplama olarak ve çeşitli bileşenlerden oluşmuş heterojen gıdalardaki tabakaların ayrılmasında stabilite sağlamak için yeterlidir (Iwata vd 2000).

Peynir altı suyu proteinlerinden elde edilen filmlerde, gliserol ve sorbitolün yüksek seviyelerinin film gerginliğini azalttığı ve film uzayabilirliğini artırdığı bildirilmektedir (McHugh ve Krochta 1994a). Bununla birlikte, bu plastikleştiricileri yüksek oranda içeren filmlerin yaygın özelliği yüksek su buharı transferine sahip olmalarıdır (McHugh ve Krochta 1994b). Yapılan çalışmada, farklı seviyelerde soya yağı ve gliserol katılarak peynir altı suyu proteinleri ile yenilebilir film yapılmış ve bu filmlerin uzayabilirlik yüzdesi, camsı geçiş sıcaklığı, denge nem içeriği ve gerilme kuvvetinin artan soya yağı içeriği ile birlikte arttığı belirlenmiştir (Shaw, Monohan, O'riordan ve O'sullivan 2002). Başka bir araştırmada, kurutulmuş fıstıklarda meydana gelen acılaştırma reaksiyonu üzerine peynir altı suyundan elde edilen yenilebilir filmlerin etkisi araştırılmış ve peynir altı suyu proteini ve gliserolden oluşan filmlerin oksidatif bozulma reaksiyonlarını azalttığı belirlenmiştir (Mate, Frankel ve Krochta 1996).

Bitkisel proteinlerin film oluşturma özellikleri, proteinlerin aminoasit kompozisyonuna ve moleküler özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Soya fasulyesi, buğday ve mısırdan elde edilen proteinler daha kolay temin edilebilmekte ve bu proteinlerden elde edilen yenilebilir filmler yaygın olarak çalışılmaktadır. Ayrıca, çeşitli disülfid, hidrofobik ve hidrojen bağları film özelliklerini büyük ölçüde etkileyen film oluşturma mekanizmasında önemli rol oynamaktadır. Bitkisel proteinlerden elde edilen filmler genellikle suya karşı oldukça hassastır ve mekaniksel dirençleri zayıftır. Bununla birlikte, iyi oksijen bariyer özelliğine sahiptirler (Shih 1998).

Protein filmlerinin mekaniksel ve bariyer özelliklerinin polisakarit filmlere göre daha üstün olduğu belirtilmektedir (Cuq, Aymard, Cuq ve Guilbert 1995). Bu, çoğunlukla homopolimerlerden oluşan poli sakkaritlerle karşılaştırıldığında çok geniş fonksiyonel özellikler sunan spesifik yapıdaki yaklaşık 20 farklı aminoasitlerden ibaret olan proteinlerden kaynaklanmaktadır. Bundan başka, fonksiyonel özellikleri iyileştirmek için uygulanan kimyasal işlemler polisakarit bazlı yenilebilir filmlere nazaran protein bazlı yenilebilir filmlere daha kolay uygulanabilmektedir (Osawa ve Walsh 1993).

Doğal yapıda bulunan proteinler genellikle fibröz ve globüler

olmak üzere iki farklı formda bulunmaktadır. Suda çözünmeyen fibröz proteinler tam olarak esneyebilmekte ve paralel yapılarda birbirlerine yakın bir şekilde durmaktadır. Fibröz proteinler arasında, kolojenler yenilebilir film kaynağı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Aksine, genellikle globüler proteinlerin film oluşumu için gerekli olan uzayabilir bir yapı arz etmesi için denatüre olmaları gerekmektedir. İdeal su buharı geçirgenliğine sahip yenilebilir filmler, sodyum kazeinat, soya protein izolatu, yumurta albumini ve buğday gliadini gibi globüler proteinlerden elde edilebilmektedir (McHugh, Avena-Bustillos ve Krochta 1993, Iwata vd 2000).

Çoğu proteinler kırılğan filmler oluşturdukları için plastikleştirici katılması gerekmektedir. Gliserol, sorbitol ve polietilen glikol gibi bileşikler plastikleştirici olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Plastikleştiricilerin, protein zincirleri arasındaki çekim kuvvetlerini azaltmak ve zincir hareketliliğini artırmak için proteinler arasındaki hidrojen bağlarını parçaladığı düşünülmektedir (Guilbert 1986). Zincir hareketliliği arttıkça difüzyon katsayısı da artmakta ve sonuçta yüksek gaz ve su buharı geçirgenliği meydana gelmektedir. Bununla birlikte, bu plastikleştiricilerin fonksiyon mekanizmaları tam olarak anlaşılamamıştır ve bu konuda temel çalışmalar yapılmamıştır. Genellikle, yenilebilir filmlerin kolayca şekillendirilmesi için fazla miktarlarda plastikleştiricilerin katılması gerekmektedir. Örneğin peynir altı suyu proteinlerinden elde edilen filmler, kuru madde esasına göre %25-50 oranında plastikleştirici içermesi gerekmektedir (Fairley, Monohan, German ve Krochta 1996).

Yüzey aktif maddeler plastikleştirici olarak pek tercih edilmemektedir. Test edilen bir çok yüzey aktif maddenin etkili olmadığı belirtilmiştir (Gontard vd 1994). Yine de, iyonik yüzey aktif maddeler protein molekülleri arasındaki itelemeyi artırarak hidrojen bağlarını parçalamakta ve plastikleştirici olarak fonksiyon görmektedirler (Fairley vd 1996).

Yenilebilir filmlerin mekaniksel özelliklerinin ve suya karşı dirençlerinin artırılması için çapraz bağlı proteinler kullanılmaktadır (Vachon, Yu, Yefsah, Alain, St-Gelais ve Lacroix 2000). Bir çok gıda proteinlerinin çapraz bağlı forma getirilmesi için transglutaminaz gibi enzimler kullanılmaktadır (Chobert, Briand, Guéguen, Popineau, Larré ve Haertlé 1996). Fakat bu enzimlerin kullanım maliyetinin yüksek olması uygulamayı büyük ölçüde sınırlamaktadır (Vachon vd 2000).

1.2. Lipitler: Lipitler ise genellikle hidrofobik karaktere sahiptirler ve su buharı bariyer özellikleri üstündür. Lipitler aynı zamanda camsı ve gıdanın görünüşünü zenginleştiren bir özelliğe sahiptir. Bununla birlikte, yenilebilir film oluşturmak için yüksek sıcaklıklar ve çözücülere ihtiyaç duyarlar ve mekaniksel özellikleri zayıftır (McHugh 2000).

Lipitlerden vakslar ve yağ asitlerinin su buharı transferini önlemede etkili oldukları belirlenmiştir (Greener ve Fennema 1989). Bununla birlikte bu materyallerin uygun olmayan mekaniksel özelliklerinden dolayı zayıf film oluşturma karakterine sahiptirler. Bundan dolayı bazı filmler emülsiyon ve kaplama teknikleri kullanılarak lipitlerle polisakaritlerin kombinasyonu ile edilmektedir (Hagenmaier ve Shaw 1990, Vojdani ve Torres 1990). Lipitlerden elde edilen yenilebilir film ve kaplamalar hakkında da birçok araştırma yapılmıştır. Çeşitli lipit tabakaları ve hidroksipropil metilselülozdan elde edilen yenilebilir filmlerin kaplama ve emülsiyon teknikleriyle su buharı geçirgenliği test edilmiş (Kamper ve Fennema 1984a) ve lipitlerin doygunluk oranının artmasıyla su buharı transfer oranının da azaldığı belirlenmiştir (Park, Testin, Park, Vergano ve Weller 1994).

Yapılan bir çalışmada, vaksların portakal ambalajı içerisindeki CO₂ miktarını artırdığı, oksijen miktarını ise azalttığı belirlenmiştir (Eaks ve Ludi 1960). Başka bir çalışmada ise, chitosan kaplamalarının domates, hıyar ve biberlerin depolama süresini uzattığı ve olgunlaşmayı da geciktirdiği tespit edilmiştir (El Ghaouth vd 1991a, Gontard, Thibault, Cuq ve Guilbert 1996).

1.3. Kompozitler: Hem proteinlerin hem de lipitlerin zayıf özelliklerini gidermek için lipit-protein karışımları kullanılarak mekaniksel ve geçirgenlik özellikleri iyi olan yenilebilir filmler elde edilebilmektedir. Protein ve lipitler etkili yenilebilir film ve kaplamalar oluşturmak için çok farklı şekillerde etkileşim göstermektedirler. Lipitlerin proteinlere lipofilizasyon sonucunda kovalent bağlarla bağlanması gelişmiş özelliklere sahip film oluşturmak için avantaj sağlamaktadır (McHugh 2000).

Yapılan bir çalışmada, plastikleştirici olarak gliserin ve polietilen gliserol eşliğinde sadece zeinden oluşan tek tabakalı ve zein-vakstan oluşan iki tabakalı filmlerin gerilme kuvveti, uzayabilirlik yüzdesi, su buharı geçirgenliği ve renk değerleri incelenmiş ve yapıya katılan vaksların elde edilen filmlerin su buharı bariyer özelliklerini geliştirdiği ve uzayabilirliğini de artırdığı tespit edilmiştir (Weller, Gennadios ve Saraiva 1998). Yukarıda belirtilen bileşenlere ilaveten, yenilebilir filmlerin fonksiyonel, duyuşsal, besin değeri ve mekaniksel özelliklerini geliştirmek için az miktarlarda çeşitli kimyasal maddeler katılarak modifiye edilebilmektedir. Ayrıca aktif bileşenler ve çeşniler de katılabilmektedir. Bunlar antioksidanları, antimikrobiyal ajanları, renklendiricileri, aroma maddelerini, takviye edilmiş besin maddelerini ve baharatları taşıyabilmektedir (Han 2001). Bu bileşenlerin ilavesi aynı zamanda filmin geçirgenlik özelliklerini de etkilemektedir (Garcia vd 2000).

2. Film Kaplama Yöntemleri

Yenilebilir film ve kaplamalar gıdalara daldırma, püskürtme ve sarma olmak üzere 3 farklı yöntemle uygulanmaktadır. Kaplamalar genellikle sıvı formda daldırarak veya püskürtülerek, filmler ise ince tabakalar halinde önceden hazırlanıp daha sonra gıdaya uygulanmaktadır.

2.1. Daldırma: Bu yöntem genellikle et ve balık gibi düzgün bir şekle sahip olmayan gıdaların kaplanması için homojen bir yüzey oluşturacak şekilde uygulanmaktadır. Ayrıca meyve ve

sebzelelerin vakslarla kaplanmasında da bu yöntem kullanılmaktadır. Gıda sıvı formda bulunan yenilebilir bileşen içerisine daldırılmakta ve böylece tüm yüzeyin kaplanması sağlanmaktadır.

2.2. Püskürtme: Bu işlem daldırmaya göre daha ince ve düzgün yüzeyler oluşturmaktadır. Genellikle gıda ürünlerini tek taraflı kaplanmasında püskürtme yöntemi tercih edilmektedir. Püskürtme yönteminde genellikle yenilebilir bileşen olarak çapraz bağlı alginatlar veya pektinler kullanılmaktadır.

2.3. Sarma: Bu yöntemde gıdalar ince tabakalar halinde daha önceden hazırlanmış filmle sarılmaktadır. Yenilebilir bileşenlerden oluşmuş karışım belirli bir pH'ya ayarlandıktan sonra düzgün bir yüzeye yayılmakta ve uygun nispi nem ve sıcaklıkta bekletilerek hazırlanmaktadır.

Yenilebilir film ve kaplamaların uygulandığı gıdalar ve kullanılacak olan ambalaj materyalinin özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'den de görüldüğü gibi yenilebilir film ve kaplamalar gıdalarda çok geniş bir kullanım alanına sahiptir.

SONUÇ

Yenilebilir film ve kaplamalar, gıdaların kalitelerini artırmak ve raf ömürlerini uzatmak için sentetik ambalaj materyallerine karşı alternatif bir proses olarak düşünülebilir. Gıdaların içerisinde bulunan bileşenlerin kaybını önemli derecede azaltan bu filmler, gıdayı çevreleyen atmosfer ve gıda bileşenleri arasında aroma, lipit, CO₂, O₂ ve nem transferini kontrol edebilmesinin yanında, aynı zamanda gıdaların görünüşünü geliştirmek için uygulanabilir. Ayrıca, bu ambalaj materyallerinin formülasyonuna antioksidan, vitamin, antimikrobiyal maddeler gibi çeşitli bileşenlerin ilave edilebilmesi de sentetik ambalaj materyalleri ile rekabet etme gücünü artırmaktadır.

Bununla birlikte, günümüzde yaygın olarak kullanılan sentetik ambalaj materyallerinin çevre kirliliği oluşturması, daha çevre dostu ve geriye dönüşümlü materyallere olan tüketici isteklerinden dolayı son zamanlarda büyük ilgi çekmektedir.

Çizelge 1. Yenilebilir film ve kaplamaların bileşenleri*

Bileşen	Kullanılan Materyal	Film Özellikleri
Hidrokolloidler		
- Proteinler	Jelatin, kazein, soya proteini, peynir altı suyu proteinleri, buğday (gluten) ve mısır (zein) proteini, miyofibriler proteinler	O ₂ , CO ₂ ve lipitler için uygun geçirgenlik özelliği, iyi mekaniksel özellikler, su buharına karşı yetersiz direnç
- Karbonhidratlar	Nişasta, bitki gumları (pektin, alginatlar, gum arabik), modifiye nişastalar	
- Selüloz türevleri	CMC, HPMC, MC, HPC	
Yağlar		
- Vakslar	Parafin, kamouba, balmumu, kandelilla, polietilen vaks, sorgum vaksı	Düşük su buharı geçirgenliği, su buharı ve gaz geçirgenliği çok düşük olan kristal yapı, sıvı oranının az olması, yetersiz yapısal bütünlük
- Resinler	Şellak, rosin	
- Yağ asitleri	Oleik, stearik, palmitik, laurik	
- Diğerleri	Yüksek erime noktasına sahip gliseritler, mısır yağı, mineral yağlar	
Kompozitler		
-Hidrokolloid-Lipit karışımları	Kazein+Asetilmonogliseritler, arabik+ Gliserolmonostearat	Lipitlerin iyi su buharı bariyeri ve hidrokolloidlerin uygun mekaniksel özelliklerine sahip çift tabakalı filmler oluşturması
Katkı Maddeleri		
- Plastikleştiriciler	Gliserol, asetat monogliserit, polietilen glikol, fruktoz, glikoz, sakaroz,	
- Antimikrobiyal ajanlar	Sorbik asit, potasyum sorbat, benzoik asit	
- Vitaminler	Vitamin A ve E	
- Antioksidanlar	Sitrik asit, BHA, BHT, TBHQ	
- Aroma maddeleri		
- Renk maddeleri		

* Kaynaklar: (Krochta, Baldwin ve Nisperos-carriedo 1994, Haugaard, Udsen, Montensen, Høegh, Petersen ve Monohan 2001). CMC: Karboksil metilselüloz, HPMC: Hidroksipropil metilselüloz, MC: Metilselüloz, HPC: Hidroksipropil selüloz, BHA: Bütillenmiş hidroksianisol, BHT: Bütillenmiş hidroksitoluen, TBHQ: Tersiyer Bütillenmiş hidroksikininon.

Kullanım alanları	Özellikler	Yenilebilir film ve kaplama bileşenleri
Et ürünleri		
- Kıyma	Oksijen ve su buharı bariyeri	Mısır nişastası içeren (%0-28) nişasta-polietilen karışımı, düşük veya yüksek molekül ağırlıklı okside olmuş polietilen
- Taze et	Su buharı bariyeri, yüksek gaz (O ₂) geçirgenliği	Alginat, karregenana, selüloz, jelatin ve soya proteini
- Kür edilmiş etler	Oksijen bariyeri	
Deniz ürünleri		
- Balık	Oksijen ve su buharı bariyeri	Peynir altı suyu proteinleri ve asetil monogliseritler
- Dondurulmuş balık	Su buharı bariyeri	Kazein, peynir altı suyu proteinleri, lipitler, alginat, karregenana
- Dondurulmuş kabuklu ürünler (karides)	Su buharı ve oksijen bariyeri, mekaniksel koruma	Kazein, peynir altı suyu proteinleri, lipitler, alginat, karregenana
Süt ürünleri		
- Süt	Su buharı ve oksijen bariyeri	Polilaktik asit şişeler, polilaktik asitle kaplanmış kağıt kartonlar
- Yoğurt	Mekaniksel koruma, Su buharı, O ₂ ve CO ₂ bariyeri	polilaktik asitle kaplanmış karton
- Tereyağı/Margarin	Su buharı, ışık ve yağ bariyeri	%10 polilaktik asit+%90 polyeşter, %10 polilaktik asit+%90 poliamid, %10 polilaktik asit+%90 nişasta
- Peynir	Su buharı ve gaz bariyeri, tutma	Nişasta laminatları, nitroselüloz kaplı selofanlar
Meyve ve Sebzeler		
- Sulu ve taneli meyveler	Sarma	Pulp taşıyıcılar
- Taze ürünler (domates, hıyar vb.)	Su buharı, O ₂ , CO ₂ bariyeri ve mekaniksel koruma	Kitosan/selüloz karışımı, gliserol/protein karışımı
- Sebzeler	Su buharı bariyeri	Nişasta laminatları
- Genel meyve ve sebzeler	Su buharı, O ₂ ve CO ₂ bariyeri, mikrobiyal gelişme ve oksidasyon önleyici	Buğday gluteni, pektinler, balımmu, mısır proteini, kaurnoba vaksı, sodyum kazeinat, peynir altı suyu protein izolati, nişasta, selofan, stearik, palmitik, laurik asit ve polietilen glikol içeren selüloz
Diğer ürünler		
- Patates cipsleri	Işık, su buharı ve O ₂ bariyeri	Stearik-palmitik asit ve mısır proteininden oluşmuş metil selüloz laminatları
- Dondurma	Su buharı bariyeri	Asetilenmiş monogliseritler ve çikolata
- Cevizsi meyveler	O ₂ ve CO ₂ bariyeri	Yağlar ve vaksılar
- Ekmek	Su buharı bariyeri	Nişasta, polilaktik asit kaplı selofan
- Bisküvi	Su buharı bariyeri	Yağlar ve asetlenmiş monogliseritler

KAYNAKLAR

- Andrianaiova YW, Rakotonirainy M and Padua GW. 2003. Thermal behavior of zein-based biodegradable films. *Starch/ Stärke*, 55: 25-29.
- Avena-bustillos RJ and Krochta JM. 1993. WVP of casemate-based edible films as affected by pH, calcium crosslinking and lipid content. *Journal of Food Science*, 58: 904-907.
- Ayranci E ve Çetin E. 1995. The effect of protein isolate of pistacia terebinthus L. on moisture transfer properties of cellulose-based edible films. *Lebensmittel-wissenschaft und-technologie*, 28: 241-244.
- Banks NH. 1985. Internal atmosphere modification in pro-long coated apples. *Acta Hort*, 157: 105-112.
- Biquet B and Labuza TP. 1988. Evaluation of the moisture permeability characteristics of chocolate films as an edible moisture barrier. *J. Food Sci*, 53: 989-998.
- Brandenburg AH, Weller CL and Testin RF. 1993. Edible films and coatings from soy protein. *J. Food Sci*, 58: 1086-1089.
- Chandra PK and Sobral PJA. 2000. Calculation of viscoelastic properties of edible films: Application of three models. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 20(2): 1-17.
- Chen H. 1995. Functional properties and applications of edible films made of milk proteins. *J. Dairy Sci*, 78: 2563-2583.
- Chobert JM, Briand L, Guéguen J, Popineau Y, Larré C and Haertlé T. 1996. Recent advances in enzymatic modifications of food proteins for improving their functional properties. *Nahrung*, 40(4): 177-182.
- Cuq B, Aymard C, Cuq JL and Guilbert S. 1995. Edible packaging films based on fish myofibrillar proteins: Formulation and functional properties. *J. Food Sci*, 60: 1369-1374.
- Cuq B, Gontard N and Guilbert S. 1997a. Thermal properties of fish myofibrillar protein-based films as affected by moisture content. *Polymer*, 38: 2399-2405.
- Cuq B, Gontard N and Guilbert S. 1997b. Thermoplastic properties of fish myofibrillar proteins: Application to biopackaging fabrication. *Polymer*, 38: 4071-4078.
- Debeaufort F and Voilley A. 1997. Methylcellulose-based edible films and coatings: 2. mechanical and thermal properties as a function of plasticizer content. *J. Agric. Food Chem*, 45(3): 685-689.
- Debeaufort F, Quezada-gallo JA, Delporte B and Voilley A. 2000. Lipid hydrophobicity and physical state effects on the properties of bilayer edible films. *J. Membr. Sci*, 4679: 1-8.
- Diab T, Biliaderis CG, Gerasopoulos D and Sfakiotakis E. 2001. Physicochemical properties and application of pullulan edible films and coatings in fruit preservation. *J.Sci. Food Agric*, 81: 988-1000.
- Eaks IL and Ludi WA. 1960. Effects of temperature, washing and waxing on the composition of the internal atmosphere of orange fruits. *Proc. Am. Soc. Hortic, Sci*, 1960. 76: 220-228.
- El-ghaouth A, Arul J and Ponnampalam R. 1991a. Use of chitosan coating to reduce water loss and maintain quality of cucumber and bell pepper fruits. *J. Food Process. Preserv*, 15: 359-368.
- El-ghaouth A, Arul J, Ponnampalam R and Boulet M. 1991b. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *J Food Sci*, 56: 1618-1631.
- El-ghaouth A, Ponnampalam R, Castaigne F and Arul J. 1992. Chitosan coating to extend the storage life of tomatoes. *Hort Sci*, 27: 1016-1018.
- Elson CW, Hayes ER and Udster PD. 1983. Development of the differentially permeable fruit coatings 'nutri-save' for the modified atmosphere storage of fruit. *Hort Rep*, 126: 248-262.
- Fairley P, Monohan FJ, German JB and Krochta JM. 1996. Mechanical properties and water vapor permeability of edible films from whey protein isolate and sodium dodecyl sulfate. *J. Agric. Food Chem*, 44(2): 438-443.
- Garcia MA, Martino MN and Zaritzky NE. 2000. Microstructural characterization of plasticized starch-based films. *Starch/ Stärke*, 52(4): 118-124.
- Gennadios A and Weller CL. 1991a. Edible films and coatings from wheat and corn proteins. *Food Technol*, 44(10): 63-69.
- Gennadios A and Weller CL. 1991b. Edible films and coatings from soy milk and soy protein. *Cereal Foods World*, 36(12): 1004.
- Gennadios A, Park HJ and Weller CL. 1993. Relative humidity and temperature effects on tensile strength of edible protein and cellulose ether films. *Transactions of The ASAE*, 36: 1867-1872.
- Gennadios A, McHugh TH, Weller CL and Krochta JM. 1994. Edible coatings and films based on proteins. In JM Krochta, EA Baldwin and M Nisperos-Carriedo, *Edible Coatings and Films To Improve Food Quality*, pp. 210-278. Lancaster, NC: Technomic Pub. Co., Inc.
- Gennadios A, Weller CL, Hanna MA and Froning GW. 1996. Mechanical and barrier properties of egg albumen films. *Journal of Food Science*, 61: 585-589.
- Gontard N, Duchez C, Cuq JL and Guilbert S. 1994. Edible composite films of wheat gluten and lipids: Water vapour permeability and other physical properties. *Int. J. Food Set. Technol*, 29: 39-50.
- Gontard N, Thibault R, Cuq B and Guilbert S. 1996. Influence of relative humidity and film composition on oxygen and carbon dioxide permeabilities of edible films. *J. Agric. Food Chem*, 44(4): 1064-1069.
- Greener IK and Fennema O. 1989. Barrier properties and surface characteristics of edible bilayer films. *Journal of Food Science*, 54(6): 1393-1399.
- Guilbert S. 1986. Technology and application of edible protective films. In *Food Packaging and Preservation. Theory and Practice*, M. Mathlouthi (Ed.), p. 371. Elsevier Applied Science Pub. Co., London, England.
- Guilbert S. 1988. Use of superficial edible layer to protect intermediate moisture foods: Application to the Protection of Tropical Fruit Dehydrated by Osmosis. In *Food Preservation By Moisture Control*, CC Seow (Ed.). Elsevier Applied Science Publishers, Ltd., New York.
- Hagenmaier RD and Shaw PE. 1990. Moisture permeability of edible films made with fatty acid and hydroxypropyl methylcellulose. *J. Agric. Food Chem*, 38: 1799-1803.
- Han JH. 2001. Edible and biodegradable films/coatings carrying bioactive agents. Department of Food Science at the University of Manitoba, Winnipeg, Canada, p.7.
- Haugaard VK, Udsen AM, Montensen G, Høegh L, Petersen K and Monohan F. 2001. Potential food applications of biobased materials. An EU-Concerted Action Project. *Starch/ Stärke*, 53: 189-200.
- Huse HL, Mallikarjunan P, Chinnan MS, Hung YC and Phillips RD. 1998. Edible coatings for reducing oil uptake in production of akara (Deep-fat Frying of Cowpea Paste). *J. Food Proc Present*, 22: 155-165.
- Iwata K, Ishizaki S, Handa A and Tanaka M. 2000. Preparation and characterization of edible films from fish water-soluble proteins. *Fisheries Science*, 66(2): 372-382.
- Kamper SL and Fennema O. 1984a. Water vapor permeability of edible bilayer films. *J. Food Sci*, 49: 1478-1485.
- Kamper SL and Fennema O. 1984b. Water vapor permeability of an edible, fatty acid, bilayer film. *J. Food Sci*, 49: 1482-1485.
- Kester JJ and Fennema O. 1986. Edible films and coatings: A Review. *Food Technol*, 40(12): 47.
- Krochta JM, Baldwin EA and Nisperos-carriedo M. 1994. Edible coatings and films to improve food quality. Technomic Publishing: Lancaster, PA.
- Krochta JM. 1997. "Edible protein films and coatings" in food proteins and their applications in Foods, eds., S Damodaran and A Paraf, New York: Marcel Dekker, p. 529-549.
- Krochta JM and Mulder-Johnston CD. 1997. Edible and biodegradable polymer films: Challenges and opportunities. *Food Technol*, 51(2): 61-74.
- Kunte LA, Gennadios A, Cuppet SL, Hanna MA and Weller CL. 1997. Cast films from soy protein isolates and fractions. *Cereal Chemistry*, 74: 115-118.
- Mahmoud R and Savello PA. 1992. Mechanical properties of and water vapor transferability through whey protein films. *Journal of Dairy Science*, 75: 942-946.
- Mallikarjunan P, Chinnan MS, Bheem Reddy R, Holownia K and Mcwatters KP. 1999. Consumer acceptance of edible film coated fried breaded poultry products. IFT Annual Meeting Technical Program Abstracts, pp. 131-132.
- Martin-Polo M, Mauguin C and Voilley A. 1992. Hydrophobic films and their efficiency against moisture transfer. I. Influence of the Film Preparation Technique. *J. Agric. Food Chem*, 40: 407-412.
- Mate JI, Frankel EN and Krochta JM. 1996. Whey protein isolate edible coatings: Effect on the rancidity process of dry roasted peanuts. *J. Agric. Food Chem*, 44(7): 1736-1740.
- Mate JI and Krochta JM. 1996. Comparison of oxygen and water vapor permeabilities of whey protein isolate and β -lactoglobulin edible films. *J. Agric. Food Chem*, 44(10): 3001-3004.
- McHugh TH, Avena-Bustillos R and Krochta JM. 1993. Hydrophilic edible films: Modified procedure for water vapor permeability and explanation of thickness effects. *J. Food Sci*, 58: 889-903.
- McHugh TH and Krochta JM. 1994a. Milk-protein-based edible films and coating. *Food Technol*, 48(1): 97-103.
- McHugh TH and Krochta JM. 1994b. Sorbitol-vs glycerol-plasticized whey protein edible films: Integrated oxygen permeability and tensile property evaluation. *J. Agric. Food Chem*, 42: 841-845.
- McHugh TH. 2000. Protein-lipid interactions in edible films and coatings. *Nahrung*, 44(3): 148-151.
- Mezgheni E, Daprano G and Lacroix M. 1998. Formation of serilized edible films based on caseinates: Effects of calcium and plasticizers. *J. Agric. Food Chem*, 46(1): 318-324.
- Miller KS and Krochta JM. 1997. Oxygen and aroma barrier properties of edible films: A Review. *Trends Food Sci. Technol*, 8: 228-237.

- Monterrey-q ES and Sobral PJA. 2000. Prepare e caracterizasio de proteinas miofibrilares de tilapia do nilo (*Oreochromis Niloticus*) para elaboracao de biofilmes. Pesquisa Agropecudria Brasileira, 35: 179-190.
- Nelson KL and Fennema OR. 1991. Methylcellulose films to prevent lipid migration in confectionery products. J. Food Science, 56(2): 504-509.
- Nisperos-carriedo MO, Shaw E and Baldwin EA. 1990. Changes in volatile flavor components of pineapple orange juice as influenced by the application of lipid and composite coatings. J. Agric Food Chem, 38: 1382-1387.
- Nisperos-carriedo MO. 1994. Edible coatings and films based on polysaccharides. In JM Krochta, EA Baldwin and M Nisperos-Carriedo, Edible Coatings and Films to Improve Food Quality pp. 305-336. Lancaster, NC: Technomic Pub. Co., Inc.
- Osawa R and Walsh TP. 1993. Effects of acidic and alkaline treatments on tannic acid and its binding property to protein. J. Agric. Food Chem, 41: 704-707.
- Park HJ, Weller CL, Vergano PJ and Testin RF. 1993. Permeability and mechanical pof cellulose-based edible films. J. Food Sci, 58: 1361-1370.
- Park JW, Testin RF, Park HJ, Vergano PJ and Weller CL. 1994. Fatty acid concentration effect on tensile strength, elongation, and water vapor permeability of laminated edible films. Journal of Food Science, 59(4): 916-919.
- Park HJ and Chinnan MS. 1995. Gas and water vapor barrier properties of edible films from protein and cellulosic materials. Journal of Food Engineering, 25: 497-507.
- Peroval C, Debeaufort F, Despre D and Voilley A. 2001. Arabinoxylan-lipid-based edible films. 1. water vapor permeance and other physical properties. J. Agric. Food Chem, Submitted for Publication.
- Phan The D, Peroval C, Debeaufort F, Despre D, Courthaudon JL and Voilley A. 2002. Arabinoxylan-lipids-based edible films and coatings. 2. influence of sucroester nature on the emulsion structure and film properties. J. Agric. Food Chem, 50(2): 266-272.
- Pomeranz Y. 1985. Functional properties of food components. Academic Press, Inc. Orlando, Florida.
- Rayner M, Ciolfi V, Maves B, Stedman P and Mittal GS. 2000. Development and application of soy-protein films to reduce fat intake in deep-fried foods. J. Sci. Food Agric, 80: 777-782.
- Santerre KA, Leach TF and Cash JN. 1989. The influence of the sucrose polyester, semperfresh, on the storage of michigan grown 'mclntosh' and 'golden delicious' apples. J. Food Process Preserv, 13: 293-305.
- Shamekh S, Myllarinen P, Poutanen K and Forsell P. 2002. Film formation properties of potato starch hydrolysates. Starch/ Stärke, 54: 20-24.
- Shaw NB, Monohan FJ, O'riordan ED and O'sullivan M. 2002. Effect of soya oil and glycerol on physical properties of composite wpi films. Journal of Food Engineering, 51: 299-304.
- Shih FF. 1996. Edible films from rice protein concentrate and pullulan. Cereal Chemistry, 73: 406-409.
- Shih FF. 1998. Film-forming properties and edible films of plant proteins. Nahrung, 42: 254-256.
- Sobral PJA, Menegalli FC and Guilbert S. 1999. Phase transitions of bovine hide gelatin plasticized by water. In P Colonna and S Guilbert, Biopolymer Science, Food and Non Food Applications, pp. 111-123. Paris: Editions INRA, Les Colloques no. 91.
- Sobral PJA, Menegalli FC, Hubinger MD and Roques MA. 2001. Mchanical, water vapor barrier and thermal properties of gelatin based edible films. Food Hydrocolloids, 5: 423-432.
- Soroka W. 1995. Fundamentals of packaging technology. Institute of Packaging Professionals, Herndon, VA, USA.
- Sugawara M, Benno Y, Koyasu E, Takeuchi M and Mitsuoka T. 1991. Digestion and fermentation by human intestinal bacteria of corn fiber and its hemicellulose in vitro. Agric. Biol. Chem, 55: 565-567.
- Torres JA. 1994. Edible films and coatings from proteins. In Protein Functionality in Food Systems: Hettiarachchy NS and Ziegler GR. Eds.; Marcel Dekker, Inc.: New York, pp 467-507.
- Vachon C, Yu HL, Yefsah R, Alain R, St-Gelais D and Lacroix M. 2000. Mechanical and structural properties of milk protein edible films cross-linked by heating and α - irradiation. J. Agric. Food Chem, 48(8): 3202-3209.
- Vojdani F and Torres JA. 1990. Potassium sorbate permeability of methylcellulose and hydroxy-propyl methylcellulose coatings: Effect of fatty acids. J. Food Sci, 55: 841-846.
- Wu Y, Rhim JW, Weller CL, Hamouz F, Cuppett S and Schnepf M. 2000. Moisture loss and lipid oxidation for precooked beef patties stored in edible coatings and films. J. Food Sci 65(2): 300-304.
- Weller CL, Gennadios A and Saraiva RA. 1998. Edible bilayer films from zein and grain sorghum wax or carnauba wax. LebensmWiss. u- Technol, 31(3): 279-285.

Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi (SOİD)'in İlk Sayısı Yayınlandı

0 232 441 60 01
www.soidergi.com



Turizm İşletmelerinde Rekabet

