

BAKLIYAT ÜRÜNLERİNDE BÖCEKLENMEYE KARŞI IŞINLAMA TEKNOLOJİSİ

Ayça AYLANGAN, Berna ÖZYARDIMCI, Erhan İÇ

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Kazan-
ANKARA

Özet

Gıda ışınlama baklagil ticaretinde karşılaşılan böceklenme problemlerini çözen, hem depolanmış hem de taze tarım ürünlerine uygulanabilen, etkinliği kanıtlanmış bir teknolojidir. Böceklenmeyi önlemek amacıyla kullanılan düşük ışınlama dozları üründe kimyasal içerik ve besin değeri açısından önemli bir değişikliğe yol açmamaktadır. Tüketici tutumuna yönelik gerçekleştirilen araştırmalarda da olumlu sonuçlar alınmaktadır. Baklagil grubu gıdaların ışınlanmasında ürün ambalajı yeniden böcek bulaşmasını önleyecek şekilde seçilmelidir. Ayrıca, baklagil grubu gıdaların ışınlanması için gerekli tesisin çalışma özelliklerini de bu gıda ambalajlarının şekil ve büyüklüğü, ürün taşıma sistemi ve ışınlama kaynağının tipi belirlemektedir.

Anahtar kelimeler: Bakliyat, böceklenme, ışınlama teknolojisi

Giriş

Mercimek, nohut, fasulye, bezelye, bakla ve börülceyi içine alan baklagiller, dünya üzerinde büyük bir kitle için besin değeri bakımından önemli bir gıda maddesidir. Baklagillerin tarımı antik çağlardan beri yapılmaktadır. Antik dönemlerde Akdenizliler, Mezopotamyalılar, Mısırlılar, Macarlar, Truvalılar ile İngilizler tarafından beslenmede kullanıldığı ortaya çıkmıştır. Düşük yağ içerikleri ve ucuz protein (% 21-25) kaynağı olmalarının yanı sıra karbonhidrat (%60-65), özellikle B grubu vitaminler (tiamin, riboflavin ve niacin) ve bazı mineraller (fosfor, potasyum, kalsiyum, demir) açısından zengindirler. Yüksek lifli diyetle katkı sağlamaktadırlar ve diyabet, kalp-damar hastalıkları gibi kronik hastalıkların riskini azaltmaktadırlar. Bu açıdan fonksiyonel gıda olarak tanımlanmaları sebebiyle de son yıllarda gelişmiş ülkelerde de tüketim potansiyelleri artış göstermiştir.

Bakliyat ürünlerinde üretimden tüketime kadar, depolara taşıma esnasında, depolama ve satışa sunulan raflarda bekleme süresince böcek gelişmesiyle karşılaşmaktadır ve bu durum ticareti kısıtlamaktadır. Böceklenme önemli ürün kaybına neden olmasıyla ekonomik zarara, bakliyat ticaretinde ise karantina sorunları nedeniyle itibar ve pazar kaybına yol açmaktadır. Gıdalarda bu problemin çözülmesi için birçok teknoloji ve ürün mevcuttur fakat hiçbirisi kesin çözümü sunamamaktadır. Kırk yılı aşkın süredir yapılan araştırmalar ve gelişmeler böceklere karşı yapılan ışınlamanın, uygulandığı gıdada kalıntı bırakmayan, tüketici ve çevreye olumsuz bir etkisi olmayan fiziksel bir metot olduğunu göstermiştir. Böceklere karşı kullanılan kimyasalların gıdadaki zararlı etkileri nedeniyle tahıl ve baklagillerde zararlı böceklere karşı gıda ışınlama uygulamasına karşı ilgi artmaktadır.

06.11.1999 tarih ve 23868 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan Gıda Işınlama Yönetmeliği’nde baklagiller için böceklenmeyi önlemek amacıyla maksimum 1.0 kGy’e kadar ısınlama yapılmasına izin verilmektedir. Gıdalar sadece teknolojik bir ihtiyaç olduğu zaman veya tüketici sağlığının korunması için ısınlanmalıdır. Hasat veya üretim sonrası gerçekleştirilen işlemler, depolama ve taşıma koşulları gıda hijyeni konusundaki Codex Genel Standardını, her bir ürün için geçerli olan mevcut yasal gerekleri sağlamak zorundadır.

Fumigasyonun alternatifi ısınlama teknolojisi

Baklagil tohum böcekleri, konukçuları olan baklagil taneleri içinde beslenmeleri süresince oyuklar meydana getirerek taneleri tüketmelerinin yanında dışkı ve vücut artıkları ile de bakliyat ürünlerini kirlletmektedirler. Devamlı üremeleri sonucunda delinmiş ve içinin büyük kısmı yenilmiş taneler besin değerini tamamen yitirdiği gibi hayvan yemi ve gübre olarak dahi kullanılamamaktadır. Böceklenme nedeniyle bakliyatlarda % 50’den fazla kuru madde kaybı olduğu belirtilmiştir.

Üreticilerin fumigant olarak kullandığı birçok kimyasal maddenin 20. yüzyılın son çeyreğinde kullanımdan kaldırıldığı görülmektedir. En yoğun kullanılmış bileşenlerden Metil Bromit 2015 yılına kadar bütün dünyada yasaklanmış olacaktır. Günümüzde ticari olarak uygulanan fosfin için Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa’da yasal düzenlemelere başlanmıştır. Fumigant toksikolojisi ile ilgili olarak mevcut fumigantlarla yürütülmekte olan birçok çalışma 21. yüzyılda kullanılabilen fumigant sayısının çok az olduğunu göstermektedir. Ülkemizde yaygın olarak fumigasyon uygulamaları yapılmakta ve önceleri metil bromit şu anda ise fosfin kullanılmaktadır. Fosfinin bilinçsiz kullanımı nedeniyle böceklerde direnç geliştirmekte ve bu nedenle fumigantın etkinliğinde giderek azalma görülmektedir. Ayrıca, fosfinin yanıcılık, aşındırma, havadaki nem ve buharla reaksiyona girme sorunları bulunmaktadır. Üstelik fosfinin belirli düzeydeki konsantrasyonunun sabit bir sürede ortamda tutulması gerekmektedir.

Kimyasal fumigasyonun kullanımını sınırlayan diğer önemli faktör de başta bakliyat olmak üzere fumigantların bazı ürünlerin içine nüfuz edememeleridir. Bu nedenle gelişme dönemlerinin her birini baklagil tanelerinin içerisinde geçiren böceklerle etkili olamamaktadırlar.

Isınlama ise ticarete karşılaşılan teknik problemleri çözen, birçok gıda ürününe, depolanmış gıdalara da, taze tarım ürünlerine de uygulanabilen, etkinliği ve başarısı kanıtlanmış bir teknolojidir. Gıda ısınlama teknolojisinin böceklenmenin önlenmesinde kullanılması iyonize radyasyonla böceklerin üreme ve yayılmalarını engelleme, gelişmelerini ve beslenmelerini durdurma, öldürme esasına dayanmaktadır.

Isınlama üreticinin ve bakliyat ticareti yapan kuruluşların talep ettiği zirai karantina güvenliğini de sağlamaktadır. Çok az kombine metodun başarabildiği gibi gıdanın sadece yüzeyinde değil (örneğin depo zararlısı güveleri ve bitleri), aynı zamanda doğrudan bakliyat tanesinin içinde yaşayan ve beslenen böcekleri de (örneğin yeşil mercimekte tohum böceklerini) tek başına kontrol edebilen bir yöntemdir. Isınlama teknolojisi böcekler üzerinde etkisini böceğin her gelişme aşamasını (yumurta, larva, pupa) kontrol edebilmesiyle, durdurabilmesi ile sağlamakta ve erginlerin üremelerini, dolayısıyla yayılmalarını ve yeni bulaşmaları engelleyebilmektedir. Böcek yumurtası ayrıca radyasyona en hassas dönemdir. Böceklerle karşı uygulanan dozlar çok düşük olduğu için gıda yapısını ve besin değerini değiştirmemektedir.

Bakliyat ürünlerinin tüm çeşitlerinde zarar yapan baklagil tohum böceklerine (Bruchidae) karşı 100 Gy'lık bir doz etkili olmaktadır. Ayrıca bu zararlıların erginleri 40 - 80 Gy'lık dozlarda kısırlaştırılarak üremeleri engellenebilmektedir. Tahıl ve bakliyat ürünlerinde sorun olan diğer depo zararlısı bitleri 250 Gy dozunda kontrol altına almak ve 100 Gy'de üremelerini engellemek mümkün olabilmektedir. Depoladığımız tahıl ve bakliyat ürünlerinde zarar yapan depo zararlısı güveler radyasyona diğer zararlı gruplarına göre daha dayanıklıdır. Ancak özellikle yine oldukça düşük dozlarda, 500 – 600 Gy'de depo zararlısı güvelerin yumurta, larva, pupa ve ergin olmak üzere bütün gelişme dönemleri kontrol altına alınabilmektedir.

Gıda üretim ve ticareti için gerekli hijyenik kurallar ışınlama teknolojisi uygulaması için de geçerli olmaktadır. Ürün çuvallarla ışınlандığında taşıma ve depolama konteynırları temiz olmalı, böceklerin saklanabileceği ortamlar bulunmamalıdır. Bakliyat ürünleri paketlenmiş (farklı büyüklükler olabilir: 1 kg, 3 kg ve daha fazla) durumda ise kullanılan paket materyalinin dışarıdan böcek girişine izin vermemesi gerekmektedir. Bu koşullara, bakliyat ürünlerinde böceklenmeye karşı hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın uyulması gerekmektedir.

Işınlamanın bakliyat ürün kalitesine etkisi

Baklagiller tiaminin-B₁ ve riboflavin-B₂ vitamininin temel kaynaklarından biridir. B₁ vitamini kalp, damar, beyin ve sinir sisteminin fonksiyonlarında yardımcı olmaktadır. B₂ vitamini ise vücut dokuların yenilenmesini ve vücuda enerji sağlayan mekanizmada çok önemli rol oynamaktadır. Bu vitaminlerce zengin olan baklagillerin böceklenmeyi önlemek amacıyla düşük dozlarda ışınlamaları sonucunda, B₁ ve B₂ vitamin içeriklerinde önemli bir değişiklik olmamaktadır.

Baklagiller galakto-oligosakkarit şekerleri içermeleri nedeniyle prebiyotik ürün olma özelliklerine sahiptirler. Ancak, bu rafinoz grubu galakto-oligosakkaritler midede gaz-sindirim problemine yol açmaktadırlar. İnsanlarda α -galaktozil bağlarını kıran α -galaktozidaz enzimine sahip olmadıklarından oligosakkaritler sindirim sisteminde emilmemektedir. Bu nedenle gaz problemleri ortaya çıkmakta ayrıca baklagillerin biyolojik değerleri ve düzenli olarak tüketilen bir gıda maddesi olma özellikleri sınırlanmaktadır. Işınlama sonucu fruktoz ve glukoz gibi monosakkaritlere parçalanması sonucu rafinoz, stakiyoz gibi oligosakkaritler bu sayede gastrointestinal sistemden daha kolay sindirilmektedirler. Işınlama ile rafinoz gibi oligosakkaritlerde azalma olduğu, ışınlama ile rafinozun tamamen parçalanabileceği belirtilmektedir. Börülce ve bakla ile yapılan başka bir çalışmada böceklenmeyi önlemek amacıyla uygulanan 0.25 kGy'lık ışınlama dozunun galakto-oligosakkaritleri önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir. Yapılan birçok çalışmada baklagil grubu gıdaların ışınlamasında protein ve serbest amino asit içeriklerinde de ışınlama etkisiyle azalma olmadığı belirlenmiştir.

Proteaz inhibitörleri, lektin, fitat, tannin gibi bazı maddelerin varlığı baklagillerin besleyici değerini azaltmaktadır. Örneğin tannin protein sindirimini azaltmakta, fitik asit bazı esansiyel minerallerin biyolojik yararlılığını düşürmektedir. Tripsin inhibitörleri sindirim enzimi tripsinin proteolitik aktivitesini engellemekte, amino asitlerin biyolojik yararlılığını azaltmaktadır. Işınlama prosesi doza bağlı olarak belirli oranlarda tannin, fitik asit gibi maddeleri azaltarak baklagillerin besinsel kalitesinin geliştirilebileceği belirtilmiştir. Brezilya fasulyesi ile yapılan çalışmalarda ışınlama işleminin proteinin biyolojik kalitesine zarar vermeden böceklenmeyi önlemek için etkin olarak kullanılan bir yöntem olduğu belirtilmiştir.

Piřirme işlemi baklagillerin tükertilmesi için gerekli olan bir prosestir. Piřirmeden önce ıslatma ve sonra pişirme nohut, fasulye gibi ürünlerin aroma, tekstür gibi duyuşal özelliklerinin gelişmesini sağlamaktadır. Ancak, pişirme işlemi gıdalardaki besin değeri yüksek bileşenlerde kayıplara neden olmaktadır. Işınlama ile pişirme prosesinin birlikte uygulanmasıyla pişme süresi kısalmakta ve bu sayede ısıya duyarlı bileşenlerin korunması sağlanmaktadır. Işınlamaya bağılı olarak baklagil tohumlarını kaplayan membran tabakası yapısını kaybederek suyun daha kolay hücre duvarına girmesine sebep olup, su absorpsiyon özelliğini arttırmakta böylece pişme süresinde önemli düzeyde azalmaya neden olmaktadır.

Baklagillerde böceklenmeyi önlemek amacıyla uygulanan düşük ışınlama dozlarının (<1 kGy) ürünün tat, aroma, tekstür, renk gibi duyuşal özellikler üzerindeki etkisinin düşük düzeylerde olduğı birçok çalışmada belirtilmektedir. Benzer şekilde, ışınlanmış ürünün tüketici açısından genel kabul edilebilirliğinde de önemli bir değışiklik gözlenmemiştir.

Bakliyat ürünlerinin ışınlanmasında ambalajın önemi ve tesis tipleri

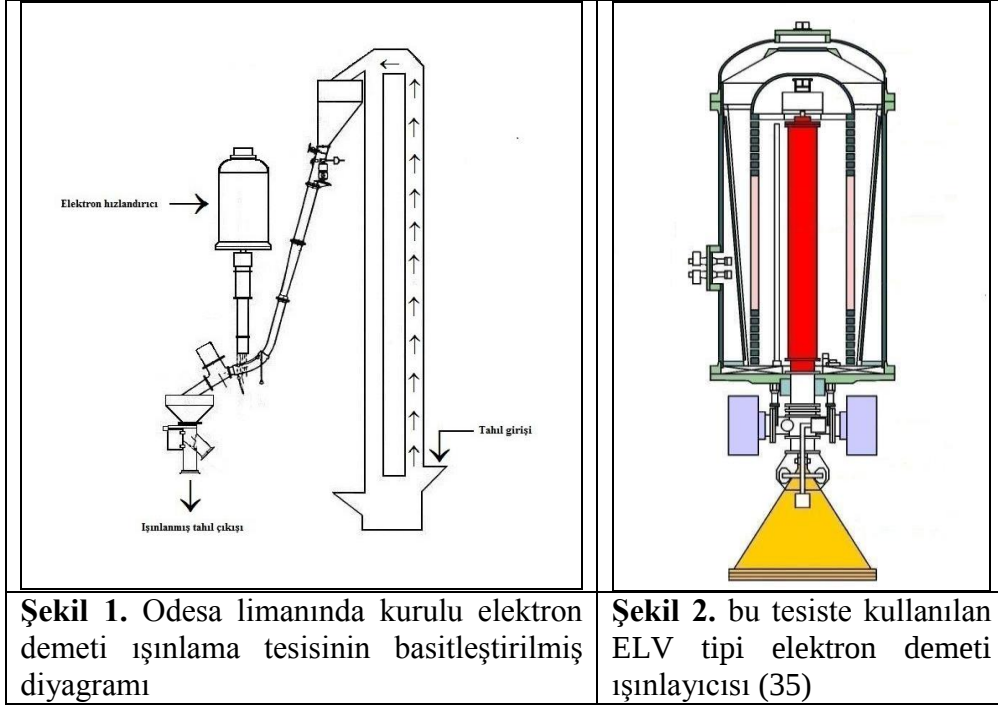
Işınlama tüketime hazır son ürüne uygulanmakta olup, bu noktada ambalaj materyali önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Işınlanmış ürünlerde yeniden böcek bulaşmasını önlemek için böceklerle dirençli ambalaj materyallerine gerek vardır. Polikarbonat, dirençli polivinil klorid (uPVC), polyester veya polipropilenden elde edilen filmler polietilen, selofan veya kağıt ambalajdan daha dirençlidir. Ayrıca ışınlanmış gıdaların ambalajı, dağıtım sistemi ne olursa olsun karşılaşılan işlemlere dayanacak şekilde tasarlanmış olmalıdır. Işınlama sonrası ortaya çıkması muhtemel bulaşma ve böceklenmeyi önlemek için ürünlerin ışınlama öncesi ambalajlı olması gerekir.

Işınlama tesisinin çalışma özelliklerini ışınlanacak gıda ambalajlarının şekli ve büyüklüğü, ürün taşıma sistemi ve ışınlama kaynağının tipi belirlemektedir. Herhangi bir ışınlama tesisi kurulmadan önce her gıda işleme tesisi projesinin başlangıcında yapıldığı gibi bir fizibilite çalışması yapılmalıdır. Bu çalışmada, ışınlanması istenilen gıda veya gıda grubunun üretim miktarı, hasat sonrası kayıplar, işlem görmüş ürünlerin taşınması, istenilen alt yapı sistemi, ticari ışınlama tesisi için en uygun yerin seçilmesi, işlem görmüş ürünlerin depolanması, dağıtımı ve taşınması, bağımsız ya da üretim sistemine entegre olabilecek ışınlama tesisinin tipinin ve büyüklüğünün belirlenmesi, tesisin özellikleri ve tahmini maliyeti, kâr/zarar analizi, amortisman gibi ışınlayıcı için finansal gösterimler, ışınlanmış gıda için yöresel piyasa ve ihracatı için potansiyel piyasalarda fiyatları, radyasyon güvenliği önlemleri ve hizmetleri gibi faktörler göz önüne alınmalıdır. Diğer taraftan gıda ışınlama tesisleri özel bir ürünün ışınlanması için kurulmayacaksa genelde çoklu amaçlar gözetilerek kurulabilirler. Gıda ışınlama tesisleri, ışınlamada kullanılan ışın veya kaynak tipine göre gama, elektron demeti veya X-ışını tesisleri olarak sınıflandırılmaktadırlar.

Böceklenmeye karşı yığın halindeki tahıl ürünlerinin (buğday, arpa, çavdar, mısır) ışınlanması amacıyla ilk önemli örnek ülkemizde kurulmuştur. 1964 yılında projelendirilip 1967 yılında İskenderun limanında Toprak Mahsulleri Ofisine ait siloların içerisine 1.890.000\$ maliyet ve 170.000 Ci kobalt-60 kaynağı yükleme kapasitesi ile kurulan gama ışınlama tesisi, saatte 50 ton tahıl ışınlama özelliğindedir. Ancak bu tesis, yoğun kamuoyu baskısı ve görüş ayrılıkları nedeniyle, projenin iptalini takiben 1969 yılında ülkemizden gönderilmiştir.

Tahıl ışınlaması için diğer örnek 1980 yılında Odessa (Ukrayna) limanında faaliyete geçmiştir. Bu tesiste, her biri 1.2-1.5 MeV hızlandırılmış elektron enerjisine ve 20 kW ışın demeti gücüne sahip ve 200 ton/saat ışınlama kapasiteli 2 adet ELV-2 tipi elektron

hızlandırıcısı bulunmaktadır. Tesiste tahıllar 0-0.7 mm yüksekliğinde, 1.5 metre genişliğinde, 6-7 m/sn akış hızı ile 0.2-0.3 kGy dozda ışınlanmaktadır. Bu tesise ilişkin işletme şeması Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmiştir. Odessa limanındaki bu tesisin bir benzeri 2006 yılında Çin’in Guangzhou eyaletinde kurulmuştur. Bu tesis, her biri 500 ton/saat kapasiteli ve aynı hızlandırıcının bir üst modeli olan 2 adet ELV-8 hızlandırıcıya sahiptir.



Böceklenmenin önlenmesi ve güvenli depolama için kurulan bu gibi tesisler bakliyat ürünlerinin aynı amaçla ışınlanmasında kullanıma potansiyeline sahiptir. Yığın halinde ışınlama işleminden sonra yeniden böcek bulaşması olasılığının azaltılması gereklidir. Sıcaklık, nem kontrollü ve havalandırılan silolarda depolama bu olasılığı ortadan kaldıracaktır. Diğer taraftan ışınlanacak ürün miktarının tespitinde ürünün hasat ve işleme dönemlerinin önemi büyüktür. Ürün miktarının tespiti ile tesisin tüm yıl doldurularak sadece bakliyat ışınlayıp ışınlamayacağını tespit edilmesi gerekir. Aksi durumda tesisin tüm yıl ekonomik kullanımı için boş kapasitenin değişik ürünlerle doldurulması gerekmektedir. Bu da seçilecek tesisin tipini ve kuruluş yerini yakından etkilemektedir. Baklagil ışınlamasına özgü ışınlama tesislerini kurulması teknik olarak mümkün olup, baklagillerin ışınlanmasına ilişkin yeterli bilimsel veriler ve bu tip tesislerin işletilmesi için ulusal ve uluslar arası boyutta bütün yasal alt yapı mevcuttur. Daha da önemlisi ülkemizde faal durumda 2 adet ışınlama tesisinin olması sadece baklagiller için veya çok amaçlı bir tesisin kurulması için önemli bir örnek teşkil etmektedir.