

GIDALARDA RAF ÖMRÜ BELİRLEME YÖNTEMLERİ

SHELF LIFE DETERMINATION TECHNIQUES OF FOODS

Yıldız ARMUTAK, Alev BAYINDIRLI
Gıda Mühendisliği Bölümü, ODTÜ, ANKARA

ÖZET: Bu çalışmada, gıdaların raf ömrünün belirlenmesinde kullanılan yöntemler incelenmiştir. Ana gıda maddeleri için çevre faktörlerinin raf ömrü azalmasına etkileri ve gıdaların raf ömrü hesaplanmasında kullanılabilecek bilimsel prensipler derlenmiştir. Sıcaklığın raf ömrüne etkisi ve farklı gıdaların farklı bozulma hızları, gıdalarda Q_{10} değeri tanımlamasıyla açıklanmıştır. Zaman-sıcaklık-tolerans (TTT) metodunun geçerliliği, donmuş gıda maddeleriyle örneklendirilmiştir. Raf ömrü azalmasıyla ilgili, sıfırıncı ve birinci dereceden reaksiyonlar kullanılarak türetilen denklemler incelenmiştir. Bu sıcaklık denklemlerinin yanısıra, nem artışı ve kaybına bağlı olarak raf ömrünün azalışı açıklanmıştır.

SUMMARY: In this survey, shelf life determination techniques in food materials have been investigated. For certain foods, effect of environmental factors to decrease the shelf life and scientific principles to be used in determination of shelf life in foods have been reviewed. Effect of temperature on shelf life and degradation rate of foods have been explained by Q value. Time-temperature-tolerance (TTT) method has been verified by frozen foods. Zero and first order reaction kinetics have been used to explain the decrease of shelf life of foods. Besides these temperature equations, changes in moisture will lead to changes in shelf life.

RAF ÖMRÜ

Bir ürünün raf ömrü, tüketici tarafından kullanılabilir olduğu depolama sürecidir. Bu süreç üretici tarafından saptanır. Üretici, ürünün son satış gününü bildirmek durumundadır. Bu güne, ürünün çekilme tarihi de denir.

Kullanma Tarihi (Open Date): Kullanma tarihi üç değişik biçimde olabilir.

i) **Paketleme Tarihi (pack date):**

Gıdanın işlemden veya üretimden sonra paketlenirken verildiği tarih paketleme tarihi olarak yazılır.

ii) **Arz Tarihi (display date):**

Gıdanın satılmak üzere üreticiden çıkıp depolara ilk giriş tarihine arz tarihi denir. Hamburger gibi taze gıdalar için bu tarih paketleme tarihi ile aynıdır.

iii) **Son Kullanma (sell by) veya Çekme Tarihi (pull-date):**

Ürünün son satış gününe veya depolardan geri çekilme gününe son kullanma (sell by) tarihi veya çekme tarihi (pull-date) denir. Bu günden sonra belirli bir süre daha, ürün tüketici tarafından tüketilebilir durumdadır. Bu süre içinde kullanma veya kullanmama kararının tüketiciye bırakılması için, "en iyi kullanma tarihi" (best if used by) veya "kullanma tarihi" (use by date) gibi tarihler de verilebilir.

Kullanma tarihinin saptanması için, depolama, muhafaza etme metodlarına göre gıdalarda olması muhtemel bozulma çeşitlerinin bilinmesi gerekir. Bu bilgiye, tüketicinin gıdayı yeterli kalitede güvenilir ve sağlıklı olarak alabilmesi ve kullanabilmesi için ihtiyaç vardır (EVRANUZ, 1987).

HIZLANDIRILMIŞ RAF ÖMRÜ TESTİ

Bir ürünün umulan raf ömrü, içinde bulunduğu çevre şartlarına ve tüketiciye satılmadan önce, ilk baştaki kalitesinden ne kadarını kaybedebileceğine bağlıdır. Bu kalite, gıda değerindeki kabul edilemez kayıplara, renginde, tadında, yapısında meydana gelen istenmeyen değişikliklere bağlı olarak değişir. Pazarlama, araştırma ve geliştirme işletmecileri, bir ürün gelişme safhasındayken, umulan raf ömrü üzerine bilim adamlarından bilgi ve tahmin talebinde bulunurlar. Araştırmacılar, çeşitli hızlandırılmış raf ömrü test işlemleri yapmak durumundadırlar ve bu deneyleri doğru bir şekilde yapabilmek için de kalite tahmin standartları geliştirmek zorundadırlar. Buna göre, bilimsel ve mantıklı kararlar ve öneriler alınır. Bu verileri faydalı kılabilmek için, Arrhenius ve Q_{10} modeli kullanılarak, yüksek sıcaklarda reaksiyon hızı artışları

açıklanır. Eğer sıcaklık-hızlandırma faktörü verilirse, ekstrapolasyonla, daha düşük sıcaklıklardaki (dağıtım ve depolama sıcaklığı gibi) beklenen raf ömrü tahmin edilebilir. Bu hızlandırma faktörü, kimi zaman Q_{10} adı altında bahsedilir (LABUZA, 1982).

Birçok durumda Q_{10} değeri verilmez. Böylece kalite faktörü ile ilgili olarak matematiksel bir ilişki kurulması gerekir. Gıdadaki çoğu reaksiyon sıfıncı veya birinci derecedendir. Bazı gıdalarda sıfıncı ve birinci dereceden farklı reaksiyonlar görülebilir. Buna örnek olarak, gıda paketleme sisteminde vitamin C bozulmasını verebiliriz. Fakat genelde kalite reaksiyonları sıfıncı veya birinci derecedendir. Hızlandırılmış raf ömrü testinin prensibi, yüksek sıcaklıklarda elde ettiğimiz verileri kullanarak, ekstrapolasyonla, düşük sıcaklıktaki (dağıtım ve depolama sıcaklıkları) raf ömrü hesaplamalarını yapmaktır. Bu ekstrapolasyon iki temel grafiksel yöntemle bulunabilir. Bunlardan birincisi, Arrhenius ilişkisine bağlı olarak geliştirilen grafikdir ($\log k$ 'ya karşılık $1/T$). ikincisi ise, Arrhenius ilişkisinin kurulması mümkün olmadığı durumlarda, raf ömrü bitimi, Q_s (bazı kriterlerle belirlenir), zamanına bağlı olarak geliştirilen grafikdir ($\log Q_s$ 'ya karşılık T). Fakat bu yöntemde, ekstrapolasyon, sıcaklığın 30°C aralığının ötesinde olduğu durumlarda yapılamaz. Bu çizime raf ömrü grafiği denir. Bu konuda bazı potansiyel hatalar üzerinde durulmuştur. Bu hatalar grafikteki doğrudan sapmalara neden olurlar (LABUZA, 1982).

Doğrudan sıfıncı dereceden kinetiğin tatbik edilebileceği belli başlı gıda bozulmaları şunlardır:

- 1) Enzimlerin sebep olduğu bozulmalar (taze meyve ve sebzeler, bazı dondurulmuş gıdalar, bazı soğutulmuş hamurlar),
- 2) Enzimsiz kararmalar (kuru tahıllar, kuru süt ürünleri, kuru evcil hayvan gıdaları, gıda degerindeki protein kayıpları)
- 3) Yağ oksidasyonu (acılaşma, kuru gıdalar, evcil hayvan gıdaları, dondurulmuş gıdalar)(LABUZA, 1982).

Birinci dereceden kinetiğin uygulanabileceği gıda bozulmaları şunlardır:

- 1) Acılaşma (salata yağı ve kuru sebzelerde olduğu gibi).
- 2) Mikrobiyolojik gelişim (taze et ve balıklar) ve ölüm (ısı işlemleri).
- 3) Gıda tadının bozulması ve salgı üretimi (et-balık ve tavuk).
- 4) Vitamin kayıpları (konserve ve kuru gıdalar).
- 5) Protein kalitesindeki kayıplar (kuru gıdalar).

Sıfıncı ve birinci derece dışındaki diğer derecelerden reaksiyonlara uyan bazı gıda maddeleri de bulunmaktadır. Sıvı gıdalarda C vitamini bozulması incelenmiş ve ikinci dereceden reaksiyonla açıklanabilmektedir. Örnek olarak domates suyu ve konservelenmiş bebek gıdaları verilebilir. Bu durumda reaksiyon, oksijen ve askorbik asit değerlerine bağlıdır. Oksijen değeri azaltılırken, askorbik asit kayıp hızıda yavaşlar. Buna göre birinci dereceden reaksiyon olarak ele alınabilir.

Yağ oksidasyon kinetiği incelenmiş ve oksijen alımının genellikle $n = 0.5$ 'nci dereceden bir reaksiyonla açıklanabileceği görülmüştür. Fakat antioksidant eklenmesiyle bu reaksiyonun birinci dereceden bir reaksiyona dönüştürülebileceği bulunmuştur (LABUZA, 1982).

Karmaşık gıdalar için en iyi uygulanabilecek reaksiyon türü sıfıncı dereceden reaksiyondur.

RAF ÖMRÜ TAHMİNİNDE NEMİN ETKİSİ

Sabit sıcaklıkta ve içinde bırakıldığı dış bağıl neminde; bir gıdanın nem kazancı veya kaybı tahmin edilebilir. Bu zamanın tahmini etkileyen faktörler şunlardır:

- 1) Nem soğurma izotermi
- 2) Ambalaj zarının geçirgenliği
- 3) Paket alanının kuru ağırlığa oranı
- 4) İlk nem oranı ve kritik nem oranı
- 5) Bağıl nem ve sıcaklık değerleri

Çok önemli etkileri olmasına rağmen, bir çok gıda için dağıtım ve depolama sırasında, dış sıcaklıkta olduğu kadar dış bağıl nemin bilinmemesi, bu etkilerin raf ömrü tarihi tahmininde kolaylıkla kullanılmamasına sebep olur. Bu yüzden raf ömrü azalmasının saptanması kaba tahminlerle yapılabilmektedir.

OKSİJENİN RAF ÖMRÜNE ETKİLERİ

Gıdanın raf ömrü bitimini etkileyen ve dolayısıyla paket üzerindeki son kullanım tarihini değiştiren, bir başka önemli faktör oksijendir. Bir takım reaksiyonlar oksijen kullanımlarına göre analiz edilebilir.

- 1) Mikrobiyolojik gelişme,
- 2) Meyve ve sebze bozulması,
- 3) Taze etin kararması,
- 4) Yağ oksidasyonu,
- 5) C vitamini azalması.

Bu konuda, sıcaklık ve neme bağlı olarak kullanılan raf ömrü tesbit bilgilerine göre çok az bilgi vardır (LABUZA, 1982).

GIDALARDA RAF ÖMRÜ SAPTANMASI ÜZERİNE ÇALIŞMALAR

Değişik sıcaklıklar altında, gıda ve ilaç raf ömrü saptanması için Arrhenius denklemi, zaman-sıcaklık-tolerans (TTT) metoduna göre daha kullanılabilir hale gelmiştir. Arrhenius grafiği, şu temel görevlerini yapabilmektedir:

1) Eldeki verilerle, diğer daha düşük ve yüksek sıcaklıklara ekstrapolasyon yapılabilecek, böylece raf ömrü veya kalite kayıp hızı hesaplanabilir hale gelecektir. Fakat fiziksel ve kimyasal etkilerle büyük yanlışlara sebep olunabilir.

2) Alternatif olarak, değişken sıcaklık dağılımı için raf ömrü tahmini yapılabilir. Reaksiyon kapsamı kümülatif çoğalır yani herhangi bir sıcaklıktaki reaksiyon ürünleri, bir başka sıcaklıktaki reaksiyon hızını etkilemez. Böylece yüksek sıcaklıkta depolanmış ürün, daha düşük sıcaklığa transfer edildiğinde, bu düşük sıcaklıktaki kalite değişim hızı, hep o sıcaklıkta kaldığı sürece aynıdır. Eğer bu hız değişiyorsa, daha düşük veya daha yüksekse, tarihi etkiye (history effect) sahiptir, yani gıdanın daha önce geçirdiği evreye bağlıdır. Tahmin edilen ve gerçek etkili reaksiyon hız sabiti arasındaki hatalar 3-75 % arasındadır. Bu hatalar birçok sebepten dolayı olabilir. Bu konuda istatistiksel metodolojiden, ölçümlerden gelen hatalara dek örnek verilebilir. 1987'de California Üniversitesinde John Henry Wells tarafından, bozulabilir gıdalar için bilgisayar işletim sistemi geliştirilmiştir. Zaman ve sıcaklık göstergesi verilerine göre gıda kalitesindeki değişim tahmini üzerine, kimyasal kinetik teoriye bağlı olarak matematiksel bir model türetilmiştir. Bu model, Arrhenius ilişkisiyle modellenen sıcaklığa bağlı olarak, geniş sınırlardaki depolama koşullarında kullanılacak kinetik teori ve matematiksel ifade biçimindedir. Bazı birinci dereceden reaksiyonlarda, zaman-sıcaklık göstergesi verilerini tanımlamak için; genelde ise birinci ve sıfırıncı dereceden reaksiyonlarda gıda kalite değişiminin tahmini için kullanılır. Program kullanıcılar, kinetik parametreleri ve kalite değişim modellerini, sıcaklık göstergesi verilerine ek olarak bilgisayara girmek durumundadırlar (WELL 1988).

1988'de, raf ömründe duyuşal verilerin kullanımı, gıda testleri, prensip ve grafiklerin değerlendirilmesi konuları üzerinde incelemeler yapılmıştır (LABUZA ve SCHMIDL, 1988). Gıdaların raf ömürlerinin değerlendirilmesinde özel duyuşal ölçümler için grafiksel metodlar kullanılmıştır. Bir ürünün raf ömrünün sonuna ulaşması, üç değişik durumda ortaya konmuştur.

- 1) Bütün tüketiciler tarafından geri çevrilmesi için üründe meydana gelebilecek yeterli değişme,
- 2) Ürünün sadece belli derecelere kadar değişmesi,
- 3) Gerideki dağıtım zamanı için ürünün kabul edilebilir olması.

Genel olarak farklı testler, bu üç durumdan kaynaklanan soruların cevaplanması şeklindedir. Farklı testlerin amacı farklı koşullar altında depolanmış benzer ürünler arasındaki incelenen farklılıkları ortaya koymaktır. Geleneksel farklı metodlardaki duyuşal testlerle birlikte, gıdanın raf ömrü çalışmalarında, bazı basit grafiksel teknikler kullanılabilir olsalar da bu metodlar belki fazla teşvik edilmedikleri için, tercih edilmezler. Duyuşal testlerin, kalitenin zamanla değişmemesi için depolamanın nasıl kontrol edilebileceği gibi bazı çözümlenemediği sorunları vardır. Eğer kalitede zamanla bir değişim varsa, bunu tespit etmek için duyuşal metodların bir takım analizlere ve izahlara gereksinimi vardır.

Gıda ürünlerinin raf ömrü monitörleri olarak, zaman- sıcaklık göstergesinin uygulaması üzerine çalışılmıştır (Taoukis ve Labuza, 1989a,b). Bu çalışma, kimyasal kinetik prensipler ve sistematik

yaklaşımlarla gelişmiştir. Bu sistematik yaklaşımlar, aynı sıcaklığa maruz kalan gıda ürününün, gerideki raf ömründe ve kalitesindeki değişimini, zaman-sıcaklık göstergesinin (TTI) belli türleri halinde birbiriyle bağlantısını ortaya koyar. Üç değişik TTI şekli için kinetik modeller üzerinde çalışılmış ve bunların kullanımı, raf ömrü monitörleri olarak ve sistematik yaklaşımların gelişimleriyle tayin edilmiştir.

Aynı araştırmacılar tarafından yine 1989'da, bu sefer izoterm olmayan koşullarda zaman-sıcaklık göstergesinin, raf ömrü monitörü gibi kullanılmasının güvenilirliği üzerine bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma, izoterm testlerinden gelen kinetik modellere veya bilgilere bağlı olarak gelişmiştir. Değişik sıcaklıklar altında bu modellerin güvenilirliği, uygulanabilirliği incelenmiş ve izoterm olmayan iki çeşit deney yapılmıştır. Bu deneylerde yüksek sıcaklıkları, daha alçak depolama sıcaklıkları izlemiş ve böylece tarihi etki ve değişken depo sıcaklıkları üzerinde çalışılmıştır. Sonuçlar şunu göstermiştir ki bazı TTI çeşitleri tarihi etkiye sahip olmalarına rağmen, değişken depo sıcaklıkları tahmin metodları tâtminkar olarak kullanılabilir.

SONUÇ

Bir gıda ürününün üzerindeki kullanım tarihi, pakette gösterilen kolayca okunabilir bir tarihtir. Bu tarihin amacı tüketiciye ürünün raf ömrü hakkında bilgi vermektir.

Gıdanın kullanım tarihinin saptanabilmesi için, öncelikle bozulma çeşitlerinin bilinmesi gerekir. Özetle, en önemli çevresel faktörlerden biri olarak sıcaklık incelenebilir ki, bu faktörün artışıyla, gıdaların çoğunda, kalite ve besin değeri kaybı hızı da artar. Daha yüksek sıcaklıklarda bu kayıp daha büyüktür. Yüksek kalite ömrünün tahmini ile ürüne raf ömrü tarihi verilebilmesi için bozulma hızı, çevresel faktörlerin bir fonksiyonu olarak ele alınması gerekmektedir. Diğer çevresel faktörler, nem (bağıl nem), oksijen düzeyi ve ışıktır. Bu faktörler de gıdanın raf ömrünü etkilemektedirler.

Bugüne kadar gıdanın raf ömrü tarihi üzerine birçok teknikler geliştirilmiştir. Bu tarihin tespiti sırasında en büyük problem, dağıtım ve depolama koşullarının kontrollerinin yapılamamasından kaynaklanır. Çünkü bir gıdanın raf ömrü, dağıtım ve depolama sürecindeki koşullara bağlıdır ve bu koşullar da çevresel faktörlere değişim durumundadırlar. Sonuç olarak gıdaların raf ömrü tarihinin tahmin ve tespitinden, daha iyi ve doğru sonuçlar alınabilmesi için bu koşulların çok iyi bir şekilde kontrol edilmeleri gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- EVRAK, Z. Ö. 1987. Gıda işleme ve muhafazasında kaliteyi etkileyen etmenler ve son tüketim tarihinin saptanması. *Gıda Sanayii*. LABUZA, T.P. 1982a. "Shelf Life Dating of Foods". Food and Nutrition Press. Westport, conn.
- SCHMIDL, Mary K., LABUZA, T.P. 1988. Use of sensory data in the shelf life testing of foods: Principles and graphical methods for evaluation. *Cereal Foods World* 33(2).
- TAOUKIS, P.S., LABUZA, T.P. 1989a. Reliability of time-temperature indicators as food quality monitors under nonisothermal conditions. *J. Food Science* 54(4).
- TAOUKIS, P.S., LABUZA, T.P. 1989b. Applicability of time-temperature indicators as shelf life monitors of food products. *J. Food Science* 54(4).
- WELLS, J.H. 1988. A computer-based inventory management system for perishable foods. dissertation Abstracts International vol. 48. no. 11.