

IV. TERCÜMELER

İŞINLANAN GIDANIN SAĞLIKLI OLMASI PROBLEMİ (1)

Çeviren: Fevzi KELEŞ (2)

Ö Z E T

İşinlanan gıdanın besleme değerini ve toksik yönden güvenilir olduğunu araştırmada karşılaşılan problemler gözden geçirilmektedir. Radyasyonun gıdaların besleme değeri üzerindeki etkisi kolayca ölçülebilir. Işınlama ile besleme değerinde olması muhtemel değişmelerin tüketici için önemli olduğu şüphe götürmez bir gerçektir. İşinlanan gıdanın emniyetle tüketilebilir olduğunu göstermede kullanılan en eski ve önemli teknik, böyle gıdalarla uzun devre hayvan besleme çalışmaları olmuştur. Muamele görünüş tam bir gıda üzerinde bu tip araştırmanın planlanması ve yürütülmesinde karşılaşılan pratik problemler ortaya konmakta ve işinlanan gıdanın emniyetle tüketilip tüketilemeyeceğine karar verirken bu gibi çalışmalardan elde edilen malûmatın esas alındığı, oysa bunun yeterli olmadığı tartışılmaktadır. İşinlanan gıdalarla hayvan besleme çalışmalarından elde edilen verilere dayanan, model rasyonlar üzerindeki toksikolojik çalışmalara yönelik bir toplu yaklaşım sergilenmekte ve ışınlama sonucu gıdalarda meydana gelen değişmelerin toksikolojik açıdan önemi konusunda bu temel görüş açıklanmaktadır.

"Sağlıklı olma" veya "bütünlük" kelimesi, esas itibariyle işinlanan gıdalarla ilgili olarak kullanıldığı için, geçen 25 yıl içinde teknik bir anlam kazandı. Bu tek kelime üç ayrı kavramı ifade eder: Gıdanın besleme değeri, mikrobiyolojik ve toksikolojik yönden güvenilir olması. Bu özel anlamda, gıdanın duyuusal (organoleptik) özelliği itibariyle benimsenebilir oluşu ve dış görünüşüyle çekiciliği,"sağlıklı" teriminin manası içinde düşünülmezler.

BU MAKALENİN GAYESİ

Bu makalede işinlanmış gıdaların sağlıklı olup olmadıklarına karar ver-

mede karşılaşılan problemleri tartışmaya girişeceğim. Yalnız gıdaların besleme de-

- (1) Hickman, J.R. 1973. The Problem of wholesomeness of Irradiated Food/Proc. Symp., Radiation Preservation of Food, Bombay, 1972, IAEA, STI/PUB/317, 659-669.
- (2) Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ziraat Teknolojisi Bölümü Asistanı.

ğeri ve toksikolojik güvenilirliği kavramları üzerinde duracağım. Mikrobiyolojik güvenilirlik son derece önemliyse de, radyasyonun gıdaların mikroflorası üzerine etkilerini içine alan ayrı bir konuda ele alınması gerekir. Radyasyonun doğrudan doğruya gıdanın kendisi üzerindeki etkilerini dikkate alacağım. Yakında yayınlanmış inceleme yazıları (1,2) ve bu simpozyumdaki diğer makaleler, yürütülmekte olan veya aşağı-yukarı tamamlanmış bulunan araştırmaların etraflı bir listesini sunacaklardır. Bu nedenle, bu alandaki mevcut bilgilerin durumunu gözden geçirmekten çok ışınlanan gıdaların sağlıklı olup olmadığını anlamak için yapılacak çalışmaların planlamasında, sonuçların izahında ve değerlendirilmesinde ortaya çıkan problemler üzerinde durulacaktır.

TEMEL PROBLEMLER

Herhangi bir işleme metodunun gıdalarda meydana getirdiği kimyasal değişimler tüketicinin aklına iki şey getirebilir: Gıdanın besleme değerinin etkilenmesi muhtemeldir ve gıda unsurlarındaki değişimler sağlığa zararlı maddelerin oluşumunu sonuçlandırabilir. Beslenme düzeni içindeki bir özel gıda, elzem besin maddelerinin başlıca kaynağı ise ve işleme sonucu değişimler bu mutlak lüzumlu besin unsurlarını kötü yönde etkiliyorsa besleme değerindeki değişimler önemli olabilir. Herşeye rağmen, beslenme için dışarıdan alınması mutlak gerekli olan besin unsurlarının miktarını ve elverişliliğini belirlemek için iyi yöntemler yerleştirilmiştir. Raica ve arkadaşları (3) geçenlerde, radyasyonun gıdalarda ki vitamin, protein,

yağ ve karbonhidratlar üzerindeki etkileri konusunda mevcut bilgileri özetlediler. Yapılan bir çok çalışma radapertizasyon için kullanılan yüksek radyasyon dozlarında bile ana besin maddelerinde önemli biyolojik değişmelerin olmadığını göstermiştir. Özellikle, radapertize edilmiş ürünlerin protein kalitesinin ısı işlemi görmüş olanlarınkinden üstün olduğu tesbit edilmiştir. Isıl işlemde olduğu gibi ışınlama ve arkasından depolamada gıdaların bazı vitaminleri parçalanmaktadır. Bu kayıpların önemi bir bütün olarak, günlük beslenme düzeni yani alınan günlük gıda çeşidi ve miktarıyla ilgili olarak değerlendirilmelidir. Çünkü beslenme alışkanlıkları bölgeden bölgeye geniş değişiklikler gösterir ve gıdanın besleme değerindeki bir ufak değişme bir ülkede önemli sayılırken diğerinde önemli olmayabilir. Mikrobesein unsurlarındaki kayıplar özel bir bölgede önemli olmak durumunda ise bu unsurların gıdaya ilavesiyle probleme çare bulunabilir. (Gıda Teknolojisinin diğer dallarında nisbeten yaygın bir durum).

Gıdalarda işlem sonucu olan değişimler sağlığa zararlı etmenlerin oluşumunu sonuçlandırır potansiyel olarak daba ciddi problem doğmaktadır. Gıda ilmi alanında bu konuda bir çok örnek vardır. Agene (4) ile muamele edilmiş un'da metionin sulfoksim teşekkülü, balık ve ette (5) nitrozamin'ler oluşumu ve derin kızartma için tekrar tekrar kullanılan yağların toksik etkiler yapması bu tip etkilerin iyi tanınan örnekleridir. Bu gibi durumlarda, bazı kimyasal maddeler etkin zararlı durumlar meydana getirmek için gıda maddeleriyle karşılıklı etkileşmeye (fiziksel veya kimyasal) girerler.

KLĀSİK ÇÖZÜM

Sağlık yetkilileri, yeni gıda katkı maddeleri kullanılmadan veya yeni gıda işleme metodlarına izin verilmeden önce halk sağlığını koruma maksadıyla, bu yeniliklerin muhtemel sonuçlarını öğrenmek için hayvanlarda etraflı biyolojik denemelerin yapılmasını öngörmektedirler.

Aslında bu gibi çalışmalar katkı maddesini veya muamele görmüş gıdayı, uzun bir süre içinde bir kaç hayvan türüne yedirmeyi gerekli kılar ve insanda olması muhtemel etkiler hakkında objektif tahminler yürütme imkânı verir. Tecrübenin ortaya çıkardığı bir kaç gözlenen parametrenin hayvan sağlığının faydalı belirtileri olduğu tesbit edilmiştir. Bu tecrübe daha da genişledikçe belli temel deneme faktörlerine yenileri eklenmiştir. Artık bu gün, tek bir gıda katkı maddesi veya işleme tekniği için bu tip araştırma çok ayrıntılı, pahalı ve zaman alıcı meşgale olmuştur.

Işınlanan gıdalarla uzun devreli hayvan besleme çalışmalarının faydaları anlaşıldıktan sonra böylesi denemelere hız verilmiştir. Gerekli toksisite çalışmalarının tipi, Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve Uyuşturucu Madde (drug) Teşkilatı (FDA) tarafından 1954 yılında etraflıca açıklanmıştır (6). O zamandan beri günün şartlarına göre bu tavsiyelere yeni ilâveler yapılmıştır (7,8,9,10). Esasen bu metodlar gıda katkı maddelerinin kullanılmasındaki güvenliği araştırmak için geliştirilmişlerdir.

GEÇMİŞTEN BAZI DERSLER

Işınlanmış bir gıdanın sağlığa uygun olduğunu göstermek için, bu gıdayı

hayvanlara yedirerek uzun devreli besleme çalışması yapmak en önemli teknik olarak geçerliliğini korumakta ise de, böyle araştırmaları tam gıda üzerinde yürütmede bir çok güçlükler vardır. Bu güçlükler, herhangi işlenmiş tam bir gıdanın emniyetle tüketilebilir olduğunu kabul ettirmede ortaya çıkan genel problemlerdir. Ancak bir kısmının doğrudan ışınlanmış gıdalarla ilgili olduğu da bir gerçektir. Çünkü bu gün, herhangi bir gıda işleme metodunun yaygın bir teknik olarak benimsenemesi, herşeyden önce o tekniğin her bakımdan güvenilir olduğunun bilimsel olarak ispat edilmesine bağlıdır (oysaki ısıtma, dondurma, kurutma, küretme, tuzlama ve tütsüleme gibi diğer gıda işleme metodları, bunlarla işlenmiş gıdaların uzun zaman tüketilmesi sonucu kazanılan ampirik "uzun tecrübe" esasına göre kabul edilmişlerdir. Bununla beraber kesinlik kazanmış bu metodların güvenilirliği konusunda bile sorular sorulmaktadır).

Bir önemli durum gıdanın doğrudan doğruya kendi özelliğidir. Birçok gıda insan sağlığına uygun olarak düşünülürler; oysa ki, hayvansal çalışmalarda benimsenen aşırı besleme şartları altında bu gıdaların toksik madde ihtiva ettikleri tesbit edilebilmektedir. Böyle tabii olarak toksik birkaç madde geçenlerde Coon (11) tarafından eleştirilmiştir. Meselâ ışınlanmış soğanlar üzerinde şumüllü besleme çalışmalarından elde edilen sonuçları değerlendirmede güçlük çekilmektedir. Çünkü hem kontrol gruplarında hem de test gruplarında hemolizis ve anemi ortaya çıkmaktadır. Bu anormal durumların radyasyonun meydana getirdiği herhangi bir değişmeden bağımsız olarak, doğrudan do-

ruya soğanın kendi bünyesindeki aktif bileşiklere bağlanması mümkündür(8).

Herhangi bir gıdaya hayvanlar tarafından iyi tolerans gösterilse bile, o gıdanın sağlığa uygunluğu konusunda inandırıcı sonuç almak için yüksek dozlar halinde hayvanlara yedirilmesi genellikle lüzumlu olmaktadır. Bu durum birtakım beslenme dengesizliklerine sebep olur ve bunun sonucu olarak bazı hafif bozukluklar denemeden aylar, hatta yıllar sonra kendisini gösterir. Bu durum uzun devreli hayvan besleme çalışmalarında fazlaca lahana (12), havuç (13), patates (14) ve un (15) yedirildiğinde belirli biçimde ortaya çıkmaktadır. Işınlanan yumurtalar üzerinde uzun devreli hayvan besleme çalışmaları tatminkâr olmamaktadır. Çünkü yumurtaların avidin muhtevası hayvanlarda biyotin noksanlığına sebep olmaktadır(16).

Bu problemlerden kaçınmak için ilâve mikrobesein unsurlarıyla ana diyetlerin desteklenmesi genellikle olumlu sonuç vermektedir. Meselâ, Mc Cay ve Rumsey (17) köpeklerde denedikleri diyetleri vitamin E bakımından uygun bir düzeye çıkarmak için, bunlara belli miktar buğday embriyo yağı ilâve etmelerine karşılık köpeklerin gebe kalmalarını ve yavrulamalarını temin etmediler. Akla ilk gelen diyetteki peroksitlerin Vitamin E'yi parçalama ihtimalidir. Diğer araştırmacılar yaptıkları buna benzer denemelerde köpek diyetlerine vitamini kapsüller halinde ilâve ettiler ve değişik sonuçlar sağladılar (18). Bu husus, ışınlanmış sığır eti ihtiva eden fare diyetlerine katılan tokoferol'ün parçalandığı yolundaki Poling ve arkadaşlarının (19) daha önceki buluşlarını doğrulamaktadır. Daha birkaç sene önce, ayçiçeği yağında oldukça dayanıklı ve

kimliği henüz tesbit edilemeyen bir radyoliz ürününün ışınlama işleminden sonra katılan tokoferol'ü parçaladığı ortaya konulmuştur(20).

Bir değişik problem kontrol hayvan gurubuna yedirilen diyetle ilgilidir. Işınlanmış olmak durumu dışında kontrol grubuna yedirilen rasyon test gurubuna yedirilen ile aynı olmak durumundadır. Işınlamanın gayesi gıdayı sağlığa zararlı hale sokan değişmelerin önüne geçmek olduğunda bu durum güçlükler doğurmaktadır. Meselâ, uzun devreli bir besleme çalışmasında ışınlanmamış patateslerde depolama sırasında filizlenme görüldü ve filizlenmiş patateslerin bir kısmı, elde olmayan sebeplerle, kontrol hayvanlarında solenin zehirlenmesi yapma durumu da bilindiği halde kontrol olarak kullanılan hayvanlara yedirildiler (21). Bir diğer araştırmada, elden geldiğince tedbirler alınmasına karşılık, formülasyonunda sağlam dondurulmuş yumurta bulunan bir ekmekçilik ürünüyle beslenmiş sığanlarda, denemeden 18 ay sonra Salmonellosis görüldü ve neticede araştırma iptal edildi. Sonradan, pişirme denemesinde kontrol yumurtalardan nihai diyetle bulaşmanın olduğu anlaşıldı (22). Bu problem için alternatif bir çözüm şekli, kontrol olarak kullanılan gıdayı başka bir metodla muhafaza etmektir. Genel olarak, kontrol için kullanılan gıdayı dondurmak mümkündür; ancak yukarıdaki misallerde belirtildiği gibi dondurulmuş gıdayı depolamak bazen pratik olmaz veya problemi azaltmada fazla bir şey sağlamaz. Buna göre, kontrol hayvanlarına yedirilecek gıdayı ısıtma veya kimyasal madde ile muamele etme gibi ticari hayatta yaygın olarak kullanılmakta olan bir alternatif işlem vasıta-

siyle muhafaza etmek uygun olabilir. Bu mâkul bir mukayese imkânı sağlar görünmektedir. Çünkü muamele görmemiş bir gıdaya karşı biyolojik cevabın farklı olup olmadığı ortaya çıkarmaktan çok, ışınlanmış bir gıdanın, insan tarafından halihazır tüketilenden daha zararlı olup olmadığı konusunda karar verilecektir.

Bununla ilgili olarak, Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve Uyusturucu Madde Teşkilatı tarafından kabul edilmiş protokollere göre, ışınlanmış sığır eti üzerinde yürütülen mevcut besleme çalışmalarında ısı işlem görmüş sığırların da (dondurulmuş sığır kadar) kontrol diyet olarak kullanıldığını belirtmekte yarar vardır (23).

GÜVENİLİRLİĞİ DEĞERLENDİRMEDE ESASLAR

İnsan yiyeceğini güvenilirlik yönünden değerlendirmede esas alınacak önemli malumat hayvanlar üzerindeki besleme çalışmalarından sağlanır. Daha önce belirtildiği gibi işlenmemiş tam gıdalar üzerinde hayvan besleme çalışmalarının plânlaması ve yürütülmesi pratik bir takım problemler arzeder. Ancak metodlardaki sınırlayıcı faktörler başlangıçta iyice biliniyorsa bu problemler genellikle çözülebilir.

Yukarıda açıklandığı gibi ışınlanan bir gıdanın sağlıklı olduğuna karar vermede kullanılan metodlar gıda katkı maddeleri, pestisidler, narkotik ilaçlar (drug) ve çevre kirlenmesine yol açan maddeler için kabul edilen test işlemlerinin, ufak değişikliklerle bu konuya uydurulmuş şekilleridir. Buna karşılık, denenmekte olan materyalin (ve onun sağlığını bozan başlıca maddelerin) kimyasal kimliği kolayca anlaşılabilir ve

materyalin biyolojik özelliklerini bir dereceye kadar tahmin etmek mümkündür. Bundan dolayı, uzun devreli besleme çalışmaları beklenen etkileri dikkatlice araştırmak için plânlanabilir. Maddenin kana geçmesi, metabolizması ve boşaltımı ve onun sağlığını bozan başlıca maddeler, muhtemel anormal etkilerini daha iyi ortaya koymak için modern biyokimyasal teknikler kullanılarak araştırılabilir. Hayvan ve insanlarda bu tip mukayeseli araştırmalar, materyali toksikolojik yönden taramada kullanılmak için en iyi modelleri sağlayan hayvanları seçmede, son derece faydalıdır. Ayrıca, uygun ön çalışmalar vasıtasıyla, kronik toksik etkiler meydana getirecek olan doz seviyesine karar vermek genellikle iyi sonuçlar verebilir. Uzun devreli çalışmalarda birkaç hayvan grubu ve kronik toksik etkiler meydana getirdiği bilinen seviyeden itibaren azaltılarak bileşiğin birkaç doz seviyesi kullanılır. Bu şekilde kronik toksik etkilerin uzun zaman görülemeyeceği bir doz seviyesini tayin etmek mümkündür. Pozitif toksisitenin izlenebildiği bir grubun varlığı, maddenin daha düşük dozajlarını alan gruplarda, özellikle dikkatli incelemeyi gerektiren hedef organları veya sistemlerinin iyi bir belirtisini verir. Birkaç türde "etkisiz" veya zararsız bir doz seviyesini belirledikten sonra insan için " kabul edilebilir günlük miktar" tayin etmek için bir emniyet faktörü uygulamak adettir. Genellikle bu, kullanılan en hassas hayvan türündeki zararsız doz seviyesinin 1/100'ü olarak alınır.

Önemli miktarda araştırma yapılmasına rağmen, ışınlandığında gıdalarda meydana gelen kalitatif değişimler tam olarak bilinmiyor. Genel olarak,

radyasyonun başlattığı reaksiyon sonucu ortaya çıkan ürünlerin muhtemelen çok az olduğu hususunun bilinmesi bir yana bırakılırsa, ışınlanan gıdalarda meydana gelen değişmelerin kantitatif yönü daha da az bilinir. Bundan dolayı, ışınlanmış gıdaların sağlığa uygunluğu konusundaki çalışmalarını çok geniş temel üzerinde planlamak ve yürütmek zorunda olan bir araştırmacı için geçen paragrafta sözü edilen pek değerli fakat az malûmatın fazla yararı olmaz.

Ayrıca, toksikoloji farklı doz- cevap münasebetiyle ilgilidir. Golberg, geçenlerde ifade ettiği gibi, her iki kavram-ve cevap kavramı kadar doz kavramını da -gıda komponentleri ile ilgili olduğunda izah etmede zorluk çekilir (24). Işınlanmış gıda üzerinde uzun devreli besleme çalışmalarından elde edilen birçok veri zararsız durum gösterse bile, bu kanıt, hem doğrudan hem dolaylı şartlar içinde potansiyel toksik maddelerin dozajı ile ilgili olmadıkça, toksikolojist için oldukça sınırlı bir değere sahiptir. Pratikte herhangi bir toksik radyoliz ürününün dozunu, ışınlanan gıdanın mümkün en yüksek miktarını hayvanlara yedirerek artırmağa teşebbüsler yapıldı (ben daha önce bundan dolayı ortaya çıkan problemlerin bazısına işaret ettim). Ancak böylelikle sadece deneme hayvanlarına ait diyet alımı şartları içinde dozaj ilgisi kurmak mümkün olabilir. Bu nedenle, ana gıda maddeleri söz konusu olduğunda, diyet içindeki bir ışınlanmış gıdanın uygulanabilir en yüksek seviyesi zararsız olarak gösterilebilir. Ancak alışıl gelmiş emniyet faktörünün uygulanması, halihazır insan tüketim seviyesinin çok aşağısında "kabul edilebilir günlük miktar" a yol açabilir. Meselâ, ortalama % 70 buğday

unu ihtiva eden diyeti yiyen bir sıçan, İngiltere'de ortalama olarak aynı diyetten insanın tükettiği miktarın 15 katını tüketir (Kendi nisbi vücut ağırlığına göre). Mevcut çalışmalar göstermiştir ki, kısmen kurutma ile patatesleri" konsantre" ederek günlük tüketilen miktarın artırılması yoluna gidilse bile, Almanya ve İrlanda gibi patatesin milli diyet içinde önemli olduğu yerlerde, besleme çalışmalarında kullanılan sıçanların günlük tüketimleri insanların günlük ortalama tükeminden 25 kat daha azdır. Tabiatıyla bazı gıdalar o kadar az miktarlarda tüketilirler ki uygulanan emniyet faktörleri çok daha yüksek değerler ortaya koyar. Örneğin, ışınlanmış yenen mantarlar üzerinde besleme çalışmaları, normal insan tüketiminden önemli derecede daha yüksek "kabul edilebilir günlük miktar" sonucuna görür "Emniyet Faktörü" ve "kabul edilebilir günlük miktar" kavramlarının dayandığı mantık elbette ki tartışmaya açıktır. Aşağıdakilerini içeren birçok sebepler yüzünden kötü etkisi olmayan bir doz, mutlak kesinlikle hiçbir zaman saptanamaz.

(a) Test grupları, verilerin uygulanacağı popülasyona göre daha küçüktür.

(b) Mahdut sayıda hayvana bağlı olarak elde edilen herhangi bir bulgunun tabiatında bir risk derecesi (ihtimaliyet faktörü) nün oluşu.

(c) "Etkisiz" veya zararsız doz seviyeleri, deneme hayvanının tür, ırk, cinsiyet, yaş, fizyolojik durumu, hastalık durumu v.s. ne göre değişiklik gösterir. Bu nedenle bir dizi belirli deneme şartları altında kötü bir etkinin müşahade edilmemesi, diğer şartlar altında da böyle bir etkinin çıkabilme ihtimalini berteraf etmez.

(d) Özel bir çalışmada kullanılmayan testlerin önceden gözlenmemiş bir etkiyi ortaya çıkarması ihtimali genellikle vardır.

Pratikte, bir emniyet faktörünün ampirik olarak kullanılması, gıda katkı maddelerinin ve pestisit kalıntılarının zararlı etkilerine karşı tüketiciyi korumada genellikle uygun bulundu ve ışınlanmış gıdaları da içine alan işlenmiş gıdalar durumunda, uygulanan faktörler benzer ise adı geçen ampirik emniyet faktörü kullanılabilir.

Işınlanmış gıdalarda radyoliz ürünlerinin konsantrasyonunu artırmaya teşebbüs etmek için bir başka yol, pratikte tasarlanandan daha yüksek bir radyasyon dozu kullanmak olmuştur. Radyoliz ürünlerinin veriminin artan radyasyon dozu ile doğrusal olarak artmadığı ihtimal dahilinde ise, bu işlemin bazı yararları olabilir. Bununla beraber, toksikolojik olanlardan başka, diyetin kabul edilebilirliğini veya hatta görünüş bütünlüğünü etkileyebilen koku, tad, tekstür ve besleme değeri gibi özellikler üzerinde kötü etkiler yapmaksızın kullanılabilen işlemin aşırılık derecesi üzerinde pratik bir sınırlamanın olduğu akıldan çıkarılmamalıdır.

Diyette, toksisite gösterebilen maddelerin konsantrasyonunu artırmak için çeşitli ekstraktların yapılması ve ışınlanmış gıdayı ihtiva eden orijinal diyet formülasyonuna katılması teklif edildi. Bildiğim kadarıyla bu yaklaşım pratiğe intikal etmedi. Böyle bir besleme çalışmasından elde edilen verilerin değerli sonuçlar sağlayabileceğinden hiç şüphem yok. Bununla beraber, bu gibi çalışmalar planlanırken dikkate alınması gerekli olan bir çok sorun vardır. Herşey-

den önce, besleme çalışmaları için gerekli düzeyde böyle ekstraktlar hazırlamada, özellikle ekstraktın çözgen rezidülerinden son derece arındırılması mecburiyeti doğduğunda, teknik güçlükler ortaya çıkar. İkinci olarak, çözgenlerin gıda bileşenleri ile interaksyonu ile toksik bileşiklerin ortaya çıkabileceği bilinmelidir. Meselâ, balık konsantratlarının hazırlanması konusundaki çalışmalarda çözgen olarak etilen diklorid'in kullanılmasının bu sebeple arzu edilmediği bilinen durumdur. Üçüncü olarak, bir ekstraktın daha "konsantre" şartlarında değişmelerin (oksidatif değişmeler gibi) daha hızlı olabildiği bilinmelidir, oysa bir gıda ortamında böyle değişmeler için şartlar elverişli değildir. Bu sınırlamaları ile, böyle çalışmaların geleneksel uzun devreli besleme çalışmalarına faydalı bir destek teşkil edebildiğine, ancak alışlagelen deneme işlemlerine olan ihtiyacı azaltmalarının muhtemel olmadığına inanıyorum.

ALTERNATİF BİR YAKLAŞIM

Güvenilirlik, zarar doğurmayacak olan pratik kesinlik olarak tanımlandı (25). Diğer anlamıyla, o belli ihtimaliyeti olan nisbi bir terimdir. Yukarıda arz edilen çeşitli münakaşalardan şu sonuç çıkarılmalıdır: Bir tam gıda (ışınlanmış bir gıdayı ihtiva eden) üzerinde yürütülen herhangi bir uzun devreli besleme çalışmasından çıkarılan sonuçlar konusundaki belirsizlik, basit gıda katkı maddeleri ve pestisidler üzerindeki benzer çalışmalarda görülen belirsizlikten daha büyük olabilir. Özel bir gıdaya uygulanmış özel bir ışınlama metodu için, değerlendirmeler yapmaları sorulduğunda, milli sağlık otoritelerinin karşılaştıkları durumdur bu. Açıktır ki, böyle yar-

gılar iyi bilinen risk-fayda bağıntısına dayanmak zorundadır. Genellikle bir dilekçe içinde sunulan herhangi bir olayın tipi, riskin yokluğunu göstermede kullanılan metodlardaki elverişsizlikler nedeniyle bu münasebeti alt üst edebilir. Sözü'n kısası bir alternatif yaklaşımdır. Bütün bu sorunlara, Gıda Işınlama Konusunda Milletlerarası Projenin çalışma programını hazırlarken bir hayli önem verildi. Biz, ışınlanmış bir gıdanın sağlığa uygunluğu konusunda karar vermede karşılaşılan probleme üç ayrı yönden yaklaşıyoruz ve böyle derli toplu bir yaklaşımın ışınlanan gıdalara güvenme hususunda faydalı olacağına ve geçmişte ortaya çıkan, özel ürünler konusundaki ayrı ayrı malümatın daha çok tatminkâr olduğuna inanıyoruz.

Gıda ışınlanmanın geniş bir uygulama alanı olduğunu başından beri bilmekteyiz. Özel bir maksat için ışınlanmış bir özel gıda üzerindeki güvenilirlik testlerine ait olan verilerin, bütün gıda ışınlama işlemleriyle ilgisi vardır. Güvenirlilik ile alakalı hükümler, bir seri şartlar altında, bir sıra doz ile ışınlanmış, bileşimi bakımından farklı geniş bir gıda serisi üzerindeki besleme çalışmalarından çıkarılan sonuçlara dayanırılmışlar, herhangi denenmemiş özel gıda ile ilgili belirsizlik elbette ki azalır. Bu hipoteze göre bütünlük denemesine alınacak gıdalar, en geniş mümkün verileri sağlayacak şekilde dikkatlice seçilmektedir. Seçilen ilk iki madde -ki bunlar buğday ve patatestir- karbonhidratça zengin gıdalardır. Buğday durumunda, gıda maddesi tipik "kuru" gıdaların nem muhtevasına sahiptir. Yüksek nem muhtevaları ile patatesler daha değişik bir durumu temsil ederler. Müteakiben, "yüksek proteinli" gıdaları tem-

silen balık ile çalışmayı tercih ettik ve morina balığı (düşük yağ muhtevalı bir balık), kırmızı balık (orta derecede yağ muhtevalı bir balık) uzun devreli besleme çalışmaları için seçildiler. Ayrıca bizim mali kaynaklarımızın elverdiği ölçüde diğer laboratuvarlardan faydalı malümat tophyaacağız. Tabiiyle toplanacak malümatın öncelikle kimyasal ve biyolojik yakınlığı olan gıdaların daha sonra mümkünse genel olarak gıdanın güvenilirliğini değerlendirmede fayda sağlar türden olmasına dikkat edilecektir.

İlk hipotezimizden hareket ederek, bilinen protein, lipid, karbonhidrat ve su karışımlarından ibaret yarı sentetik diyetlerin çeşitli spesifik şartlar altında ışınlandığı sınırlı bir programa başladık. Bunlar model sistemler olarak düşünüldüler ve sonuçların ışınlanan bütün gıdaların değerlendirilmesinde kullanılabileceğine inanıyoruz. Araştırılacak değişkenler, radyasyonun dozu, ışınlama sırasında çevrenin gaz durumu, ışınlama sonrası depolamanın etkisi, ışınlama sırasında sıcaklık ve nem muhtevasının etkisinden ibarettir. Temel diyet formülasyonlarını değiştirmek suretiyle, optimal besleme şartları altında bu diyetlerin yanında, düşük protein ve düşük enerjili diyetlerin biyolojik özelliklerini araştırma gayesini güdüyoruz. Bu çalışmalarda nazara alınacak parametreler, normal olarak uzun devreli çalışmalardan elde edilen değerlendirmeleri desteklemek için seçilmişlerdir. Mevcut çalışmalarda teratojenik, mutajenik ve immunolojik durumlar araştırılmaktadır.

Gelecekte, uygulanan herhangi bir işlemin etkileri hususunda elde edilen temel bilgiler, işlenmiş gıdaların tüketimi-

minde ortaya çıkan bütün şüpheleri gidermeye kâfi gelecektir. Buna göre, ışınlanan gıdalarda meydana gelen değişmeler konusunda, daha detaylı esas veriler elde etmek zorundayız. Radyasyon konusunda, özellikle radyasyon kimyasında bildiklerimizin pek çoğu model sistemlere dayanmaktadır. Ancak bu tip birkaç çalışma gıda maddelerine yöneltilmiştir (26,27). Bununla beraber, araştırmaların konusu, ışınlanan gıdanın güvenilirliğini değerlendirmede bir esas temin etmeden çok tad, koku ve tesktür değişimlerinin sebebini tayin etmeğe yöneliktir. Çalışmaların pek çoğu kalitatif özelliktedir; oysa, toksikolojiste kantitatif sonuçlar gerekli ve faydalıdır. Bu konuda özel bir ilgi toplayan Merritt (28)'in yakın geçmişteki çalışmasıdır. O, ışınlanan etlerdeki 12 uçucu bileşiği ışınlanmamış gıdalarinkiyle mukayese ederek, ışınlama sonucu ete özel herhangi bir bileşiğin oluşmadığını ortaya çıkarmıştır. Gaz kromatografisi ve kütle spektrometresi yöntemleri kullanılarak, ışınlanmış et ve et bileşiklerindeki iz uçucu maddeler, diğer birçok gıdada olduğu gibi tayin edildi. Işınlama ile ette teşekkül eden uçucu bileşiklerin tümünün kahve, peynir, elma, üzüm ve marençiyeleri içine alan diğer birçok gıda arasında dağılmış olduğu saptandı.

Bu doğrultudaki daha fazla çalışma elbette ki faydalı olur, ancak, karşılaşılabilecek zorluklar ve böyle bir yaklaşımın önemi yanlış tahmin edilmemelidir. Uçucu bileşiklerin modern teknikler ile kantitatif analizi kolaydır fakat bu maddeler insanın tükettiği gıdanın sadece küçük bir bölümünü teşkil etmektedir. Şu ürünlerinde dondurulmuş depolama ve ambalajlama ile birlikte ışınlamanın sonuçlandığı kimyasal değişmelerin tamamen belirlenmesi için 10^2 yıllık

insan ömrüne denk bir gayretin gerekli olduğu geçenlerde tahmin edilmiştir(27) Ben bu tahminin gereğinden fazla ihtiyatla yapıldığını sanıyorum.

Aslında radyasyonun sebep olduğu kimyasal değişmeler üzerinde yapılan araştırmaların, gıdanın sağlığa uygunluğu konusunda belirli bir sonuç ortaya koyacağını beklemek gerçekçi bir durum olmaz. Bir gıdada orijinal olarak bulunan bütün bileşiklerin neler olduklarını, neye yaradıklarını kesinlikle ortaya koyan bir bilançonun yapılabilmesi mümkün değilken, nerde kaldı ki diğer bir gıda da oluşan radyoliz ürünlerinin bilançosunu yapmak mümkün olsun. Bununla beraber, radyoliz ürünleri için konsantrasyon sınırları hesaplamak mümkün olmalı. Öyle ki bu sınırlar altındaki kantitatif tayinin sadece akademik önemi olmalı. Açıktır ki, baharat gibi maddelerde temel gıda ile mukayese edildiğinde, böyle sınırlar nisbeten yüksek olur. Örneğin, bizim kendi laboratuvarımızdaki ön tahminler, bir kaç ppm'den daha az olarak meydana gelmiş bir bileşiğe biyolojik açıdan inört olarak bakılabildiğini düşündürür (Bu, biyolojik aktivite için yaklaşık 10^4 molekül/hücre'lik bir sınır konsantrasyonunun olduğunu öngören mevcut kanaate dayanır). Kesinlikle böyle bir yargıya varabilmeden önce toksik maddelerin hedef hücrelerde yerleşmesi, dokularda depolanması ve benzer olayların önemi dikkate alınarak bu düşüncenin daha çok geliştirilmesi zorunludur. Böyle bir yaklaşımın yeterince inandırıcı olduğunun anlaşılması cesaret verici olmuştur. Çünkü bu günkü analitik metodlarla bu ve bunun üst düzeyindeki bütün bileşikler doğru olarak karakterize etmek ihtimali vardır.

SONUÇ

Bütünlük (gıdanın sağlıklı olması) kendisine nihai çözüm bulunmayan bir problemdir. Çünkü, güvenilirliği mutlak terimler içinde tanımlamak mümkün değildir. Bu nedenle, güvenilirlik konusundaki herhangi bir yargı, işlemin (ı-sınlanmanın) kullanılmasından doğacak faydalara karşılık kaçınılmaz riskleri dengelemelidir. Bu konudaki yargılar birçok faktörleri içine alan karmaşık kararlar olmak durumundadır. Ancak aşağıdakilerçok daha önemli olanlardır (25):

- (a) Tüketici için tahmin edilen zarar;
- (b) Tüketici ihtiyaç ve arzuları;

- (c) Gıda temininde karşılaşılan zorunlu durumlar ve halk sağlığı;
- (d) Gıda üretici ve işleyicilerinin ihtiyaçları;
- (e) Ekonomi ve
- (f) Muntazaman kontrol için metod ve mekanizmlerin elverişliliği.

Biz kesinlikle inanıyoruz ki, şimdi Gıda Işınlama Alanında Milletlerarası Proje tarafından takip edilmekte olan bir toplu yaklaşım çeşidi, ışınlanan gıdanın sağlığa uygunluğu konusunda tüketicinin sığhatli, makul kararlar vermesine imkân hazırlayan en değerli malûmatı sağlayacaktır.

LİTERATÜR

1. Diehl, J.F., (Ed.) Wholesomeness of Irradiated Foodstuffs. Papers of a Symposium held at Karlsruhe, 29 June - 1 July 1971. BFL Rep. 2/1971.
2. Abstracts, 10th. Jap. Conf. on Radioisotopes, Tokio (1971) 101-103.
3. Raica, N. Jr., Scott, J., Nielsen, W., The nutritional quality of irradiated foods. Radiation Res. Rev. 3 (1972) 447.
4. Bentley, H.R., et al., Action of nitrogen trichloride on certain proteins. 1. Isolation and identification of the toxic factor. Proc. Roy. Soc. B. 137 (1950) 402.
5. Magee, P.N., Toxicity of nitrosamines: Their possible human health hazards. Fd. Cosmet. Toxicol. 9 (1971) 207.
6. Lehman, A.J., Laug, E.P., Radiation Sterilization: Evaluating the Safety of radition sterilized foods. Nucleonics, 12 (No.1) /1954)52.
7. Report of a Joint (FAO/IAEA/WHO Expert Committee on the Technical Basis for Legislation on Irradiated Food. Wld. Hlth. Org. Techn. Rep Ser., No., 316 (1966)
8. Report of a Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee on the Wholesomeness of Irradiated Food with Special Reference to wheat, Potatoes and Onions. Wld. Hlth. Org. techn. Rep. Ser., 451 (1970).
9. Report of the Working Party on Irradiation of Food, Committee on Medical and Nutritional Aspects of Food Policy, Ministry of Health. HMSO London (1964).

10. Protocol for Conducting Long-term Feeding Studies on Low-Dose Irradiated Foods. Division of Biology and Medicine, USAEC (1968).
11. Coon, J.M., Naturally occurring toxicants in foods. *Food Technol. (Champaign)* 23 (1969) 1041.
12. Phillips, A.W., Newcomb, H.R., Shanklin, D.R., Long-term rat feeding studies on irradiated chicken stew and irradiated cabbage. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 5 (1963) 273.
13. Engel, R.W., Watson, D.F., Long-term dog feeding of irradiated and control shrimp and carrots and nutritive value of irradiated and control proteins, Final Report, September 1959, US Army, Office of the Surgeon-General, DA-49-007-MD-784.
14. McCay, C.M., Rumsey, G.L., Effects of ionized radiation on the nutritive value of potatoes as determined by growth, reproduction and lactation studies with dogs. Final report, March 1960. US Army, Office of the Surgeon-General, DA-49-007-MD-600.
15. Tinsley, I.J., Bone, J.F., Bubl, E.C., The growth, reproduction longevity and histopathology of rats fed gamma-irradiated flour. *Toxicol. appl. Pharmacol.* 7 (1965) 71.
16. Proctor, B.E., Goldblith, S.A., Miller, S.A., Breeding studies on dogs receiving irradiated dried, whole eggs. Final Report, June 1960. US Army, Office of the Surgeon-General, DA-49-007 MD-755.
17. McCay, C.M., Rumsey, G.L. Effect of irradiated meat upon growth and reproduction of dogs, *Fed. Proc.*, 19 (1960) 1027.
18. Reber, E.F., et al., To determine the effect of irradiation upon the wholesomeness of food. Beef. Final Report. September 1960. US Army, office of the Surgeon-General, DA-49-007-MD-728.
19. Poling, C.E., et al. Growth, reproduction, survival and histopathology of rats fed beef irradiated with electrons. *Food Res.*, 20 (1955) 193.
20. Diehl, J.F. Combined effects of irradiation, storage and cooking on the vitamin E and B1 levels of foods. *Food Irradiation*, 10 (1969) 2.
21. Burns, C.H., Abrams, G.D., Brownell, L.E. Growth, reproduction, mortality, and pathologic changes in rats fed gamma-irradiated potatoes. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 2 (1960) 111.
22. Hickman, J.R. Int. Symp. on Food Irradiation, Karlsruhe. IAEA Publication STI/PUB/127 (1966) 101.
23. Raica, N. Jr., Baker, R.N., The wholesomeness testing of radappertized enzyme-inactivated beef. These proceedings, paper IAEA: SM-166:45,(1972).
24. Golberg, L. Chemical and biochemical implications of human and animal exposure to toxic substances in food. *Pure and Appl. Chem.*, 21 (1970) 309.

25. Food Protection Committee, Food and Nutrition Board, Evaluating the safety of food chemicals. N-AS-NRC Publication, National Academy of Sciences, Washington D. C. (1970).
26. Merritt. C., Jr. Int. Symp. on Food Irradiation, Karlsruhe, IAEA Publication STI/PUB/127 (1966) 197.
27. King, F.J. et al., Some chemical changes in irradiated seafoods. Radiation Res. Rev., 3 (1972)399.
28. Merritt, C., Jr. Qualitative and quantitative aspects of trace volatile components in irradiated foods and food substances. US Army Natick (Mass) Unpublished Report No: 1105 (1971).