

# Et Ürünlerine Katılan Nitrat, Nitrit Miktarının Azaltılması, N-Nitrosamin Oluşum Reaksiyonlarının Engellenmesi ve Gıdalarda N-Nitrosaminlerin Saptanması

Doç. Dr. Hüsnü Yusuf GÖKALP

Atatürk Üni. Zir. Fak. Tarım Ürünleri Tek. Böl. — ERZURUM

## GİRİŞ

Geçen yazılarımızda; nitrat ( $\text{NO}_3$ ), nitrit ( $\text{NO}_2$ ), insan bünyesine çeşitli kaynaklardan alınan  $\text{NO}_2$  miktarı ve zehirlenmesi, et ürünlerine katılan  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$  miktarı ve fonksiyonları ve aminler hakkında bilgiler verilmiştir (15, 16). Sonra, N-nitroso bileşikleri, kanserojenik etkileri, çeşitli gıdalardan ve et ürünlerinden bünyeye alınan N-nitrosamin miktarı, N-nitrosaminlerin doğada bulunduğu diğer yerler, insanlar ile yapılan N-nitrosamin çalışmaları hakkında kapsamlı bilgiler sunulmuştu (17).

Bu yazımızda ise; et ürünleri küring işleminde  $\text{NO}_3$  veya  $\text{NO}_2$  yerine kullanılacak diğer kimyasal maddelerin olup olmadığı, et ürünlerinde N-nitrosamin oluşum reaksiyonlarının bloke edilebilme olanakları, gıdalarda N-nitrosaminlerin saptanması hakkında bilgiler verilecek ve bütün bu seri yazıların ışığı altında genel bir sonuç çıkarılmaya çalışılacaktır.

## ET ÜRÜNLERİ KÜRİNG İŞLEMİNDE $\text{NO}_3$ veya $\text{NO}_2$ YERİNE KULLANILABİLECEK DİĞER KİMYASAL MADDELER VARMIDIR?

N-nitrosaminlerin kanserojenik etkilerinin belirlendiği 1950'lerden itibaren küring edilen et ürünlerinde  $\text{NaNO}_3$  veya  $\text{NaNO}_2$  yerini alabilecek ve kanserojenik oluşumlara neden olmayacak, yeni kimyasal katkı maddeleri bulmak yolunda pek çok araştırma yapılmıştır. Bu gayeye yönelik olarak 700'den fazla kimyasal bileşik araştırmaya tabii tutulmuş, fakat hiçbirini küring edilen etlerdeki  $\text{NO}_2$  fonksiyonlarının yerini alabilecek özellikte bulunmamıştır (3). Beş karbonlu pyridin bileşikleri, özellikle renk oluşumu için denenmiş; ancak, oluşan renk istenilir görünümü vermediği gibi, hızlıca solarak kayıp da olmuştur (3).

$\text{NO}_2$ 'in anti *Clostridium botulinum* etkisinin yerine kullanılabilmesi için 200'den fazla kimyasal bileşik üzerinde yapılan çalışmalar bu bileşiklerden bazılarının, tüpde olumlu sonuçlar vermesine karşın et sistemi içerisinde toksin salgılanmasını engelliyemediklerini göstermiştir (27, 28, 30).

Pek çok çeşitli besin maddeleri üzerinde yapılan çalışmalardan araştırmacıların çıkardığı genel sonuç; taze ve özellikle yüksek sıcaklıkta yağda kızartılmış beykın ürününün N-nitrosamin miktarının diğer et ürünleri ile mukayese edilemeyecek derecede yüksek olduğu ve bu konuda bilgilendirilmesi gereğidir. Diğer et ürünlerinde saptanan toplam N-nitrosamin miktarlarının, normal düzeyde beslenen insan için bir sorun olamayacağı belirtilmektedir (10, 14, 18, 23, 24). Saptanan gerçeklerden hareket edilerek, beykına katılan en yüksek  $\text{NO}_2$  miktarı A.B.D.'inde 1978 yılından itibaren 125 ppm ile sınırlandırılmış ve bunu beykın üreten diğer ülkeler takip etmeye başlamıştır (3). Amerika Et Enstitüsü tarafından, bu koşullarda üretilen beykının hiç bir sağlık sorunu yaratmayacağı, fakat yinede askorbat veya isoaskorbat kullanılarak  $\text{NO}_2$  miktarının daha da azaltılabileceği belirtilmiştir (30).

Araştırmacıların üzerinde birleştikleri nokta şudur ki;  $\text{NO}_2$ 'in et endüstrisinden katkı maddesi olarak çıkarılması olanaksızdır (3, 5, 7, 21, 23, 30). Et ürünlerine  $\text{NO}_2$  katılmasının yasaklanması; yüzlerce çeşit et ürününün pazardan kalkmasına ve bunun sonucu olarak hayvan üreticisinin, et teknolojisinin, insanların beslenmesinin ve genel ekonominin milyarlarca ölçülemeyecek düzeyde kayıp ve zararlara uğramasına yol açacaktır.  $\text{NO}_2$ 'siz üretilen et ürünleri, depolama koşullarına daha az dayanıklı olup, depolama süreleri kısalmayacağı gibi, ürünler lezzetsiz olacak, göze hoş görünmeyecek, kokuşma ve acılaşmaya daha mü-

sait olacaklardır. Diğer taraftan, bu ürünlerin neden olabilecekleri gıda zehirlenmelerinden dolayı insanlık daha tehlikeli sağlık sorunları ile karşı karşıya kalabilecektir (21, 23).

### KÜRİNG İŞLEMİNDE KULLANILAN NİTRİT DÜZEYİNİN AZALTILMASI VE N-NİTROSAMİN OLUŞUM REAKSİYONLARININ ENGELLENME OLANAKLARI

Bugünkü et teknolojisinin  $\text{NO}_3$  veya  $\text{NO}_2$  siz olamayacağına inanan araştırmacı ve sanayiciler, et ürünlerine özellikle N-nitrosamin oluşumunun nisbeten yüksek düzeyde olduğu beykına katılan  $\text{NO}_3$  veya  $\text{NO}_2$  miktarının azaltılabilme olanakları üzerinde çalışmalar yapmışlar ve halen de yapmaktadırlar.

**C. botulinum** sporları ile inoküle edilmiş beykın örneklerine 40 ppm  $\text{NaNO}_2$  ile beraber, ürünün % 0.1 - 0.2 düzeyinde katılan potasyum sorbatın organizmaların lag periyodunu uzatarak belirli ölçüde etkin olduğu ve  $\text{NO}_2$ 'in etkisini desteklediği saptanmıştır. Bu çalışmada, 40 ppm  $\text{NaNO}_2$  ile beraber katılan % 0.26 düzeyindeki potasyum sorbatın, beykında **C. botulinum** çoğalmasına karşı etkin olan 120 ppm düzeyinde katılan  $\text{NaNO}_2$ 'e eşdeğer olduğu saptanmıştır (21). Bu çalışmalara dayanarak ABD Tarım Bakanlığı (USDA), Mayıs 1979'dan geçerli olmak üzere beykın küring işleminin % 0.26 potasyum sorbat ve 40 ppm  $\text{NaNO}_2$  kullanılarak yapılmasını teklif etmiştir (21). Önerilen düzeylerde, potasyum sorbat ve  $\text{NaNO}_2$  katılarak kür edilen beykınlarda, özellikle nitrosopyrrolidin (NPYR) ve diğer N-nitrosamin miktarlarının önemli ölçüde düştüğü saptanmıştır (2, 26). Bu duruma neden olarak; kullanılan  $\text{NO}_2$  miktarının oldukça düşük olmasının yanında, potasyum sorbatın N-nitrosamin oluşum reaksiyonlarını engelleyici bir aktivitesinin de etkin olduğu ileri sürülmüştür (26).

Bazı araştırmacılar düşük; 25, 50, 75 ppm düzeylerinde katılan  $\text{NaNO}_2$ 'in et ürünlerinde arzu edilen renk, aroma, tat ve lezzeti oluşturabileceğini ve bu nedenle kullanılan  $\text{NaNO}_2$  miktarının azaltılabileceğini belirtmişlerdir (8, 9, 11).

Etin yapısında bulunan sistin ve glutathion gibi doğal indirgen bileşiklerin ve 500 - 550 ppm civarında ilave edilen sodyum askorbat veya sodyum isoaskorbatın, etin  $\text{NO}_2$  bağlama etkinliğini yükseltip daha fazla nitrosomyoglobin oluşumuna neden oldukları ve N-nitrosamin oluşumunu belirli ölçülerde düşürdükleri saptanmıştır (28, 29). Dimetilamin ile zenginleştirilen et ürünlerinde, sodyum askorbat ilavesinin dimetilnitrosamin (DMNA) oluşumunu % 80 düzeyinde azalttığı belirlenmiş, fakat askorbik asidin ürünlerin yağ fazında oluşan N-nitrosaminler üzerinde etkin olmadığı saptanmıştır (20, 28).

Askorbik asidin ürünün yağ fazında etkin olamaması nedeniyle, son yıllardaki çalışmalar, askorbik asidin yağda çözünebilir türevleri üzerinde yoğunlaşmış ve yağda çözünebilir özellikleri yüksek bir seri askorbil asetal bileşikler sentezlenip piyasaya sunulmuştur. Bu tip askorbil asetatların 250 ppm düzeyinde ilavesinin, ürünlerdeki N-nitrosamin oluşumunu % 80 - 90 nisbetinde azalttığı saptanmıştır (6, 30).

Antioksidantların da N-nitrosamin oluşumunu engelleyici etkilerinin olduğu saptanmıştır. Fenolik fonksiyonel grupları nedeniyle propilgalat,  $\alpha$ -tokoferol (vit. E) ve p-benzoik asit tuzlarının alkil esteri tipinde bir antioksidant olan tersier-butilhidroksiquyonun (TBHQ) N-nitrosamin oluşumunu belirli ölçülerde engelledikleri belirtilmiştir (4, 29).

Küring edilen et ürünlerinde N-nitrosamin oluşum reaksiyonlarının bloke edilmesi bakımından son 4 - 5 yıldır en fazla yağda eriyen doğal bir vitamin olan  $\alpha$ -tokoferol üzerinde durulmakta ve oldukça da başarılı sonuçlar elde edilmektedir (19, 28, 29, 30). Yapılan çalışmalarda, 500 ppm  $\alpha$ -tokoferol ilavesinin beykındaki toplam N-nitrosamin oluşumunu % 85 ve NPYR oluşumunu ise en yüksek % 92 düzeyinde azalttığı saptanmıştır (19, 30). Özellikle  $\alpha$ -tokoferolün yüksek yüzeysel aktiviteye sahip tuzlarla kaplanarak kullanılması,  $\alpha$ -tokoferolün ürün içerisinde homojen bir şekilde dağılarak anti N-nitrosomonal etkisini artırmakta ve bugün için N-nitrosamin oluşumunu engelleyici en iyi kimyasal bileşik olarak bilin-

mektedir (19).  $\alpha$ -tokoferol kullanımının,  $\text{NO}_2$  in anti *C. botulinum* özelliğine karşı herhangi bir engelleyici etkisinin olmadığı da saptanmıştır (19).

### GIDALARDA N-NİTROSAMİN ANALİZİ

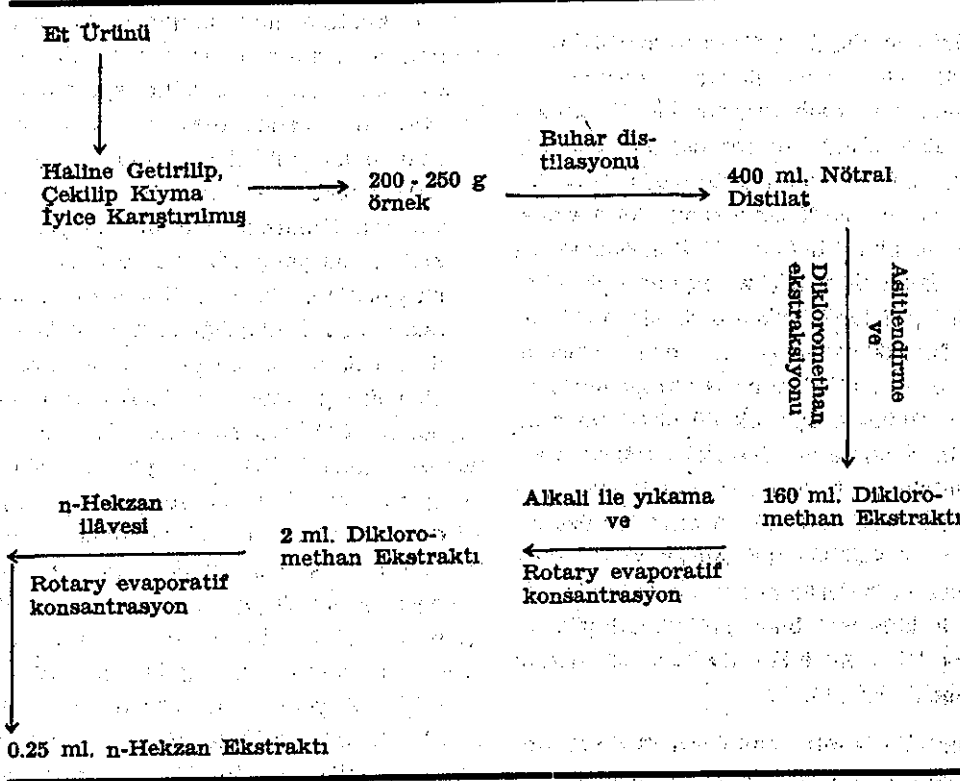
N-nitrosaminlerin gıdalarda, özellikle et ürünlerinde belirlenmesi oldukça zordur ve çok hassas analizler gerektirmektedir. N-nitrosaminlerin analizlerinde en zor husus; bazı hallerde milyarda bir kısım (ppb) veya daha düşük düzeyde olan ve gıdanın kompleks matriksi içerisinde dağılmış bulunan, N-nitrosaminleri öyle bir şekilde ekstrakt etmek gerekirken kimyasal belirlenmeler mümkün olabilsin. 1970 yıllarından önceki çalışmalarda genel olarak 20 - 25 g et örneği alınarak N-nitrosamin saptanması yapılmaktaydı. Çok düşük düzeylerde olan N-nitrosaminlerin bu küçük miktardaki örnek içerisinden izolesi zor olacağından, son yıllarda genellikle 200 - 250 g örnekler üzerinde çalışmaya başlanmıştır. Ancak, örnek miktarı arttıkça bu seferde analizlere etki edebilecek çeşitli kimyasal bileşiğin nisbeti yükselmekte ve bunların etkin bir şekilde ayırımı sorun olmaktadır (14, 30).

Çizim 1'de N-nitrosaminlerin et ürünlerinden ekstrakt edilmesi için uygulanan yöntem genel hatları ile belirtilmiştir. Çizim 2'de, N-nitrosaminlerin et ürünlerinden ekstraksiyonu, ekstraksiyonun çeşitli kademelerinde daha

sonraki kimyasal belirlenmeler için esas olacak dahili N-nitrosamin standartlarının katılması hususunda, hemen hemen bütün araştırmacıların kabul edip araştırmalarında kullandıkları genel yöntem verilmiştir (25).

N-nitrosaminlerin gıdalarda ekstrakt edilmesinden sonraki kimyasal belirlenmelerinde Gaz kromatografi - kütle spektrometri (GC - MS) yöntemi araştırmacılar tarafından etkin bir şekilde kullanılmaktadır (10, 24, 25, 29). 1975 yılından itibaren Termal Enerji Analizir (TEA) yöntemi N-nitrosaminlerin kimyasal belirlenmeleri için geliştirilmeye ve uygulanmaya konmuştur (12, 28, 30). TEA sistemi direkt olarak GC'ye bağlandığı zaman, gıda ekstraktındaki çok düşük düzeydeki N-nitrosaminlerin ölçümü dahi mümkün olmakta ve GC - TEA sonuçları GC - MS sonuçları ile uyumluluk göstermektedir. GC - TEA yöntemi çok hassas (pico gram,  $10^{-12}$ , trilyonda bir kısım) ve spesifik (12). GC - TEA yöntemi ile, et gibi oldukça kompleks yapıda olan gıdalar içerisindeki  $\mu\text{g}/\text{kg}$  düzeyindeki iyonik ve volatil olmayan N-nitroso bileşiklerinin kimyasal analizleri kolaylıkla yapılabilmektedir (13, 28). GC - TEA yöntemi ile et ürünlerinden nitrosodimetilamin (NDMA) % 92 - 98, nitrosodietilamin (NDEA) % 88 - 97, nitrosopyrrolidin (NPYR) % 45 - 60 ve nitrosopiperidin (NPIP) % 87 - 99 randımanları ile saptanmalarının olarak dahilinde olduğu belirtilmiştir (25).

### Çizim 1. N-Nitrosaminlerin Et Ürünlerinden Ekstraksiyonu ve Konsantre Edilmesinin Genel Yöntemi



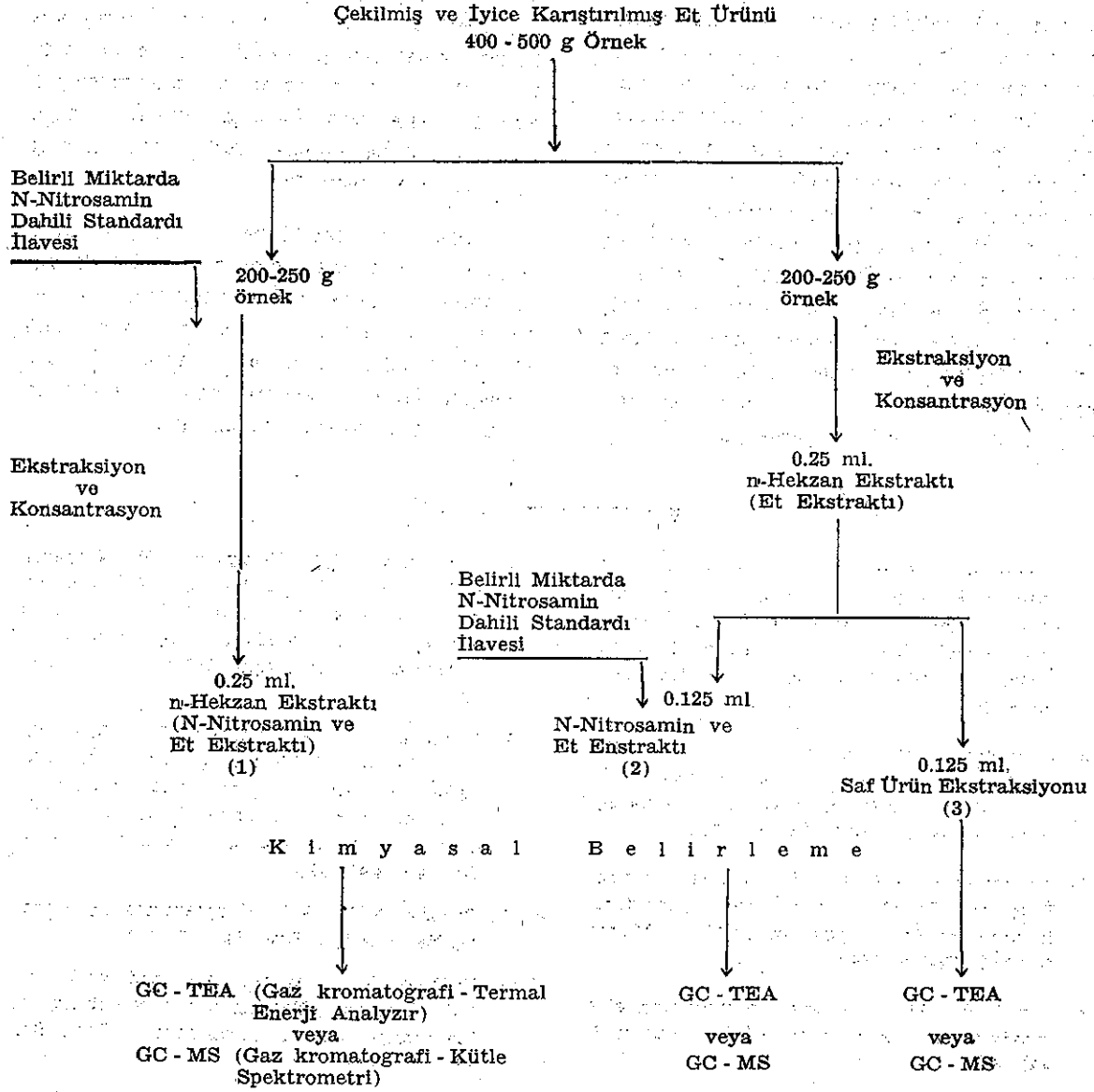
### GENEL SONUÇ

Birkaç yazı serisi halinde devam eden; et ürünlerine  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$  katımı, fonksiyonları, bünyeye çeşitli kaynaklardan alınan  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NO}_2$ , aminler ve kimyası, N-nitroso bileşikleri ve kanserojenik etkileri ve yine bünyeye çeşitli kaynaklardan alınan N-nitrosamin miktarları hakkındaki kapsamlı açıklamalardan ve buradaki makaleden aşağıdaki sonuçların çıkarılması olasıdır.

İnsan hayatiyetini devam ettirebilmesi için çok değişik besinlerle beslenmesi gereklidir.

Tükettiğimiz besinler ve içtiğimiz suların büyük bir bölümü, değişik düzeylerde  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ , bazı aminler ve bazı hallerde çok az miktarlarda da olsa N-nitrosaminler içermektedirler. İnsan bünyesinde zaten fazla miktarda  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$  ve az da olsa N-nitrosaminler sentezlenebilmektedir. İnsan bünyesini  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ , çeşitli amin ve N-nitrosaminlerin etkisinden bağımsız bir duruma getirmek olanaksızdır. Bu nedenle,  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NO}_2$  katılan bazı et ürünlerinde kanserojenik etkiye sahip olan N-nitrosaminlerin çok az veya iz miktarlarda bulunması, bu ürünlere karşı açılan büyük hücumu gerektirmemeli, fakat bu hususta bilgili olunmalıdır (3).

**Çizim 2. N-Nitrosaminlerin Et Ürünlerinden Ekstraksiyonu ve Kimyasal Belirlemelerinde Kullanılan Genel Araştırma Yöntemi**



Yapılan araştırma sonuçları, tuzuklerle belirlenen düzeylerde  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NO}_2$  katılarak işlenen et ürünlerinde, beykın hariç, N-nitrosaminlerin ya hiç bulunmadığını veya bir insanın yaşam süresince sağlığını etkileyici dozlardan çok uzak olduğunu göstermiştir. Yüksek düzeylerde N-nitrosamin içeren beykın ürününün, bir kişi tarafından bütün hayatı boyunca günde en az 5 - 6 kg yenmesi gerektir ki, farelerde tümöre neden olan N-nitrosamin doz-

larına eşdeğer bir doza erişilebilsin (3, 22). Ancak N-nitrosaminlerin değişik kaynaklardan da bünyeye alındığını, vücutta sentezlenebildiğini ve vücutta biriken etkiye sahip olduklarını da hatırdan çıkarmamak gereklidir (28, 29, 30).

N-nitrosaminler konusunda, özellikle memleketimiz açısından bugün için korkulacak bir durum yoktur. Çünkü,  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NO}_2$  katılarak

üretilen et ürünü çeşidimiz, batı ülkeleri ile mukayese edilemeyecek ölçüde az olduğu gibi, tüketimleri de oldukça sınırlıdır.

Bu yazı serimizde açıklandığı ve Yıldırım'ında (31) belirttiği gibi, ülkemizde üretilen et ürünlerine katılan NO<sub>3</sub> ve NO<sub>2</sub>'in yasaklanması düşünülemez. Ne varki, yurdumuzda bu ürünlerin ve diğer çeşitli gıda maddelerinin gerek üretim yerlerinde ve gerekse piyasada denetim ve kontrolleri hemen hemen hiç yapılmamaktadır. Alperden ve Ark.'nın (1) belirttiği gibi, Türkiye'de üretilen çeşitli et ürünlerine gıda maddeleri tüzüğünde belirtilen miktarlardan çok farklı düzeylerde NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> ve çeşitli boyalar katılmaktadır. Fazla miktarda katılan NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> ve kanserojenik etkileri nedeniyle boyalar sağlık sorunlarına neden olabilir. Tedbirlerin alınması gereklidir.

Yurdumuz koşullarında yetişen çeşitli sebze ve meyveler, içme ve kullanma suları, işlenen çeşitli gıdalar, alkollü ve alkolsüz içecekler ve özellikle NO<sub>3</sub> ve NO<sub>2</sub> katılarak üretilen et ürünleri, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> kalıntıları ve N-nitrosamin içerikleri bakımından analiz edilerek verilerin saptanması gereklidir. Bu veriler gıda teknolojisinin geliştirilmesi ve toplumumuzun sağlıklı beslenmesi açısından önemli olduğu gibi, dış satıma yönelik üretim yapabilmemiz açısından da önemlidir.

Tükettiğimiz çeşitli besin maddelerimizin, NO<sub>3</sub> ve NO<sub>2</sub> katılarak işlenen et ürünlerimizin N-nitrosamin içerikleri üzerinde yeterli bilgilere sahip olmadan, sırf batı toplumlarındaki kanser fobisinin etkisinde kalarak halkımızın dikkatini fazlaca çekerek onları korkutmaya şimdilik neden yoktur inancındayız.

#### KAYNAKLAR

1. Alperden, İ., Kocakuşak, S. ve Konukçu, H. 1980. Gıda maddelerinde çeşitli standartlara göre müsaade edilmeyen katkı maddelerinin saptanması. TÜBİTAK VII. Bilim Kongresi Toplantısı, VHAG, 29 Eylül - 3 Ekim 1980, İstanbul.
2. Amundson, C.M., Sebranek, J.G., Rust, R.E., Kraft, A.A., Wagner, M.K. and Robach, M.C. 1982. Effect of belly composition on sorbate-cured bacon. *J. Food Sci.* 47: 218.
3. Anonymous, 1978. Nitrite in Meat Curing. Risks and Benefits. Council for Agricultural Science and Technology Report No. 74 March 6, 1978. USDA, USA.
4. Astill, B. 1977. Additive composition size meats in the curing there of U.S. Patent 3, 899, 600.
5. Bailey, M.E. and Swain, J.W. 1973. Influence of nitrite on meat flavor proc. Meat Industry Research Conf. p. 29. American Meat Institute Foundation, Chicago, USA.
6. Bharucha, K.R., Cross, C.K. and Rubin, L.J. 1980. Long chain acetals of ascorbic and erythorbic acid as anti-nitrosamine agents for bacon. *J. Agr. Food Chem.* 28: 1274.
7. Cahill, V.R., Miller, J.C. and Parrett, N.A. 1976. «Meat Processing» Ed. Department of Animal Science, The Ohio State Uni., Colb., OH, USA.
8. Christiansen, L.N., Tompkin, R.B., Shaparis, A.B., Kueper, T.V., Johnson, R.W., Kautter, D.A. and Kolari, O.J. 1974. Effect of sodium nitrite on toxin production by *Clostridium botulinum* in bacon. *Appl. Microbiol.* 27: 733 - 737.
9. Christiansen, L.N., Tompkin, R.B., Shaparis, A.B., Johnson, R.W. and Kautter, D.A. 1975. Effect of sodium nitrite and nitrate on *Clostridium botulinum* growth and toxin production in a summer style sausage. *J. Food Sci.* 40: 488 - 490.
10. Crosby, N.T. 1976. Nitrosamines in Foodstuffs. *Residue Rev.* 64: 77 - 135.
11. DuBose, C.N., Cardello, A.V. and Maller, O. 1981. Factors affecting the acceptability of low-nitrite smoked, cured ham. *J. Food Sci.* 46: 461 - 463.
12. Fine, D.H. and Rounbehler, D.P. 1975. Trace analysis of volatile N-nitroso compounds by combined gas chromatography and thermal energy analysis. *J. Chromatog.* 109: 271 - 279.
13. Fine, D.H., Ross, R., Rounbehler, D.P., Silvergleid, A. and Song, L. 1976. Analysis of non-ionic nonvolatile N-nitroso compounds in Foodstuffs. *J. Agric. Food Chem.* 24: 1069 - 1071.
14. Gough, T.A., Webb, K.S. and Coleman, R.F. 1978. Estimate of the volatile nitrosamine content of UK Food. *Nature.* 272: 161.

15. Gökalp, H.Y. 1983. Et Ürünlerinde Nitrat ve Nitrit Kullanımı ve Nitrit Zehirlenmesi. Gıda Yılı 8 (5): 239 - 243.
16. Gökalp, H.Y., 1983. İnsan bünyesine alınan nitrit, nitrit miktarı ve kaynakları, aminler ve çeşitli gıdaların amin içerikleri, Gıda (basımda).
17. Gökalp, H.Y. 1983. N-nitroso bileşikleri, kanserojenik etkileri, çeşitli gıdaların N-nitrosamin içerikleri ve çeşitli kaynaklardan bünyeye alınan N-nitrosamin miktarları. Gıda (basımda).
18. Gray, J.I. 1978. N-nitrosamines and their precursors in bacon: a review. J. Milk Food Technol. 39: 686 - 692.
19. Gray, J.I., Reddy, S.K., Price, J.F., Mandagere, A. and Wilkens, W.F. 1982. Inhibition of N-nitrosamine in bacon. Food Technol. 36 (6): 39 - 45.
20. Mottram, D.S. 1976. Increased N-nitrosamine in model fat system containing sodium ascorbate. Second International symposium on Nitrite In Meat Products, Zeist, The Netherlands.
21. Pierson, M.D. 1978. In AMI Response for bacon to USDA request for data, Federal Register, Oct, 18, 1977.
22. Preussmann, R., Schmahl, D., Eisenbrand, G. and Port, R. 1976. Dose-Response study with N-nitrosopyrrolidine and some comments on risk evaluation of environmental N-nitrose compounds. Proc. 2nd. Int. Symp On Nitrite in Meat Products. Zeist, The Netherlands. p. 261.
23. Preussmann, R., Eisenbrand, G. and Spiegelhalder, B. 1979. Carcinogenic nitrosamines in Foods. Fleischwirtsch. 59 (5): 707 - 708.
24. Scanlan, R.A. 1975. N-nitrosamines in Foods. CRC Critical Rev. Food, Technol. 5: 363-402.
25. Stephany, R.W., Freudenthal, J., Egmond, E., Gramberg, L.G. and Schuller P.L. 1976b. Mass spectrometric quantification of traces of volatile N-nitrosamines in meat products. J. Agric. Food Chem. 24: 536 - 539.
26. Tanaka, K., Chung, K.C., Hayatsu, H. and Kada, T. 1978. Inhibition of nitrosamine formation in vitro by sorbic acid. Food Cosmet. Toxicol. 16: 209.
27. Tinbergen, B.J. and Krol, B. 1977. Proc. 2nd International Symposium on Nitrite in Meat Products, Centre for Agricultural Publishing and Documentation (PUDOC), Wageningen, The Netherlands.
28. Watts, B.M. 1954. Oxidative rancidity and discoloration in meat. Adv. Food Res. 5: 1.
29. Westerberg, D.O. 1973. Cured meat flavor and the role of nitrite in its development. Proc. 26th. Annual Reciprocal Meat Conf., American Meat Science Association, Pennsylvania State University, p. 45.
30. White, J.W., Jr. 1975. Relative Significance of dietary sources of nitrate and nitrite. J. Agr. Food Chem. 23: 886 - 891.
31. Yıldırım, Y. 1979. Nitrat ve Nitritin et ürünlerine katılma oranlarının sınırlandırılması. Gıda Bil. Teknol. Derg. II (1): 71 - 77.