

Tahıl Kaynaklı Ürünlerde Akrilamid Varlığı

Murat Taşan

Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ
mtasan@nku.edu.tr

Özet

Akrilamid (C_3H_5NO), insanlar için muhtemel kanserojen maddeler grubunda sınıflandırıldığından ısıtılma işlemi uygulanmış özellikle de karbonhidratça zengin gıdalarda bu bileşiğin oluşum mekanizmalarının belirlenmesine yönelik çalışmalar önem kazanmaktadır. Isıtılma işlemi uygulanmış gıdalarda akrilamid genellikle indirgen şekerler ile özellikle asparajın olmak üzere aminoasitler arasında gerçekleşen Maillard reaksiyonları sırasında oluştuğu ifade edilmektedir. Ayrıca, yağların da akrilamid oluşum mekanizmasına iştirak ettiği öne sürülmektedir. Genelde araştırmalar, önemli miktarlarda akrilamid içerme potansiyeli olan patates ve tahıl kaynaklı ürünler üzerine odaklanmaktadır. Tahıl kaynaklı ürünlerde asparajın aminoasidi, patates kaynaklı ürünlerde ise indirgen şekerler akrilamid oluşumunu belirleyici olduğu bilinmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akrilamid, Asparajın, İndirgen şekerler, Tahıl kaynaklı ürünler

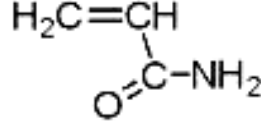
Giriş

Gıdaların işlenmesi, hazırlanması ve muhafazaları amacıyla genellikle 90-220°C'de uygulanan çeşitli ısıtılma işlemleri (kızartma, fırınlama, ızgarada pişirme, sterilizasyon vb.), işlenen gıdada fiziksel ve kimyasal birçok değişime neden olabilmektedir. Yüksek sıcaklık uygulamaları, gıda maddesinin besleyici özelliğini olumsuz etkileyebilecek toksik bileşiklerin oluşumuna yol açabilmektedir (1). Isıtılma işlemi uygulanan özellikle de karbonhidratça zengin gıdalarda yüksek düzeylerde bulunan akrilamid bileşiği insanlarda nörotoksik etki göstermekte olup, Uluslararası Kanser Araştırma Enstitüsü (IARC) tarafından insanlar için olası kanserojen maddeler (Grup 2A) sınıfına dâhil edilmiştir (2). Gıdaların besinsel kalitelerinin değerlendirilmesinde, işlenmeleri ve hazırlanmaları sırasında oluşabilecek antinütrisyon bileşiklerinin de dikkate alınması gerekmektedir (3). Bu makalede, tahıl kaynaklı ürünlerde bulunan akrilamid miktarları ve oluşum mekanizmaları irdelenmiştir.

Akrilamidin kimyasal yapısı

Akrilamid (C_3H_5NO , 2-propenamid), yapısında vinil bulduran, poliakrilamidin suda çözünür monomerlerindendir (Şekil 1). Kokusuz beyaz katı kristaller halinde, suda çözünürlüğü yüksek (204g/100ml, 25°C'de) ve molekül ağırlığı 71,08g/mol

olan bir kimyasal maddedir. Erime noktası 84,5°C ve kaynama noktası (25mmHg) 125°C (atmosferik basınçta 192,6°C)'dir (4). Etilenik çift bağı ile aktif hale gelmektedir. Çift bağı ile radikal reaksiyonlar yaparak polimerizasyona uğramaktadır. Akrilamid vücutta çift bağların epoksidasyonu ile reaktif bir bileşik olan glisidamide metabolize olmaktadır (1).



Şekil 1. Akrilamidin kimyasal yapısı

Akrilamidin oluşum mekanizmaları ve tahıl kaynaklı ürünlerde bulunuşları

Genel kabul gören teoriye göre akrilamid oluşumu, yüksek sıcaklıkta gıdaların işlenmesi ve hazırlanması sırasında görülen Maillard reaksiyonu ile yakından ilişkilidir. Bu reaksiyon 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda meydana gelmektedir (5). Özellikle serbest haldeki asparajin aminoasidi ile reaktif karbonil içeren indirgen şekerler arasında oluşan Maillard reaksiyonunun akrilamid oluşumunda büyük önemi bulunduğu belirlenmiştir (6). Gıdaların yüksek sıcaklıklarda işlenmesi ve hazırlanmasında kullanılan yağların akrilamid oluşumunu arttırıcı yönde etki gösterdiği de düşünülmektedir (1). Dolayısıyla diğer bir akrilamid oluşum mekanizmasına, indirgen şekerler ve aminoasitlerle birlikte yağlarda dâhil edilmektedir. Bu mekanizmada, yağlardan başlayan akrilamid oluşum yolu ileri sürülmektedir (7). Bu mekanizmada, trigliseridlerin kısmi hidrolizi sonucu oluşan gliserolün dehidrasyonu veya bir ara ürün olarak gliserol oluşmaksızın trigliseridlerin prolizinden akroleinin (C₃H₄O) oluşması, akroleinin akrilik aside (C₃H₄O₂) oksidasyonu ve gıdanın yapısında doğal olarak bulunan azotlu bileşiklerin prolizinden kaynaklanan amonyakla akrilik asidin reaksiyonu sonucunda akrilamidin meydana geldiği varsayılmaktadır (2).

Çiğ ve ısıtılmış uygulanmamış gıdalarda akrilamid oluşumu görülmemiştir (8). Ayrıca, kaynatılmış veya suda haşlanmış gıdalar ölçülebilir düzeyde akrilamid içermemektedir (9). Buna karşın, akrilamid miktarları yüksek sıcaklık uygulanarak üretilen ve hazırlanan çeşitli gıdalarda iz miktarlardan 4000 µg/kg düzeylerine kadar geniş bir değişim göstermektedir (10). 100-120°C üzerinde ısı uygulamasıyla, akrilamidin en yüksek düzeyi karbonhidratça zengin gıdalarda (100-4000 µg/kg) ve en düşük düzeyi proteince zengin gıdalarda (<100 µg/kg) bulunmuştur. Tahıl ürünlerinde akrilamid oluşumu ile asparajin miktarı arasında yüksek korelasyon bulunmuştur. Tahıl ürünlerinde asparajin aminoasidi, patates ürünlerinde ise indirgen şekerler akrilamid oluşumunu belirleyici görünmektedir (11). Akrilamid düzeyleri gıda kategorileri ve aynı şartlarda üretilmiş ürün grupları içinde önemli farklılıklar göstermektedir (1). Patateslerin ısıtılmış uygulanmış ürünleri, bilhassa patates cipsleri ve derin yağda kızartılan patatesler, diğer gıdalara

nazaran en yüksek düzeyde akrilamid içeriklerine sahiptir. Bu ürünlerin dışında diğer ısıl işlem uygulanmış gıdalardan kızarmış ekmek, bisküvi, kraker, kurabiye, tost, kahvaltılık tahıllar ve mısır cipsleri de akrilamid içeriği açısından önemli gıdalardır (2, 10). Çeşitli araştırma sonuçlarından hazırlanan Tablo 1’de bazı tahıl kaynaklı ürünlerin akrilamid içerikleri yer almaktadır.

Çizelge 1. Tahıl kaynaklı çeşitli ürünlerin akrilamid içerikleri ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

Tahıl kaynaklı ürün grubu	Değişim aralığı	Literatür
Kahvaltılık tahıllar	<30-1400	Svensson ve ark. (9)
	<30-1350	Grivas ve ark. (10)
	<30-1346	Muhlendahl ve Otto (12)
Kurabiye/Bisküvi/Gofret/Kraker	<30-640	Svensson ve ark. (9)
	<30-750	Grivas ve ark. (10)
	<30-3200	Muhlendahl ve Otto (12)
	391-507	Gertz ve ark. (13)
Crisp ekmekler	<30-4000	Grivas ve ark. (10)
	800-1200	Friedman (14)
	<30-1900	Svensson ve ark. (9)
Ekmekler	<30-160	Grivas ve ark. (10)
	<30-160	Svensson ve ark. (9)
	<30-162	Muhlendahl ve Otto (12)
Popcorn	365-715	Svensson ve ark. (9)
Tost	15-38	Leung ve ark. (15)
Kek	36-40	Gertz ve ark. (13)
Pizza	11-51	Leung ve ark. (15)
	<30-40	Grivas ve ark. (10)
Pirinç ürünleri (kızart., fırınlan., kaynatıl.)	<3-67	Leung ve ark. (15)
Makarna, buğday ve çavdar unu, pirinç ve yulaf gevrekleri, yulaf kepeği, pilav, milföy hamuru (pişmemiş)	<30	Grivas ve ark. (10) Svensson ve ark. (9)

Gıdanın bileşimine (özellikle aminoasit, indirgen şekerler, nem) bağlı olarak yaklaşık 190-210°C’de akrilamid içeriği en üst düzeye ulaşmaktadır. Isıl işlem uygulanan tahıl kaynaklı ürünlerde akrilamid oluşum düzeyini düşürmenin en gerçekçi yolu ürünün özellikleri elverdikçe uygulanan sıcaklık derecesini ve sıcaklık süresini azaltmaktır. Diğer taraftan, tahıl çeşitlerindeki asparajin aminoasit içeriklerinin yüksekliği akrilamidin yüksek düzeylerde oluşumuna yol açmaktadır. Tahıl çeşitlerinin bu aminoasit içerikleri bakımından değerlendirilmesi çok büyük önem taşımaktadır. Örneğin, çavdardaki asparajin içeriği genellikle buğday ve yulaftaki içeriklerden fazladır (6, 9, 10, 11).

Sonuç

Çok sayıdaki araştırmaların sonuçlarına göre, ürünün bileşimine ve proses şartlarına bağlı olmak üzere, ısıl işlem uygulanmış bazı tahıl kaynaklı ürünlerde akrilamid içeriklerinin yüksek düzeylerde olduğu anlaşılmaktadır. Bu ürünlerin beslenmemizde yaygın olarak tüketildikleri de dikkate alındığında günlük gıda kaynaklı akrilamid alımına katkıları önemli ölçüde fazla olmaktadır. Buna karşın, düşük düzeylerde akrilamid içeren çeşitli gıdaların, tüketicinin tüketimine bağlı olarak, toplam akrilamid alımında önemli paya sahip olabilecekleri de düşünülmelidir. Günümüze kadar yapılan çalışmalar, akrilamid oluşumuna ve bu oluşumun engellenmesine veya azaltılmasına yönelik olarak yeni çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Kaynaklar

1. Claeys WL, Vleeschouwer K, Hendrick ME. 2005. Quantifying the formation of carcinogens during food processing: acrylamide. *Trends in Food Technol*, 16:181–193.
2. Mestdagh F, Meulenaer B, Peteghem C. 2007. Influence of oil degradation on the amounts of acrylamide generated in a model system and in French fries. *Food Chem*, 100:1153–1159.
3. Finotti E, Bertone A, Vivanti V. 2006. Balance between nutrients and anti-nutrients in nine Italian potato cultivars. *Food Chem*, 99:698–701.
4. Anon. 2006. <http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/pim652.html>.
5. Pedreschi F, Kaack K, Granby K, Troncoso E. 2007. Acrylamide reduction under different pre-treatments in French fries. *J Food Eng*, 79:1287–1294.
6. Lingnert H, Grivas S, Jagerstad M, Skog K, Törnqvist M, Aman P. 2002. Acrylamide in food: mechanisms of formation and influencing factors during heating of foods. *Scan Nutr*, 46:159–172.
7. Yasuhara A, Tanaka Y, Hengel M, Shibamoto T. 2003. Gas chromatographic investigation of acrylamide formation in browning model systems. *J Agric Food Chem*, 51:3999–4003.
8. Granda C, Moreira RG. 2005. Kinetics of acrylamide formation during traditional and vacuum frying of potato chips. *J Food Process Eng*, 28:478–493.
9. Svensson K, Abramsson L, Becker W, Glynn A, Hellenas KE, Lind Y, Rosen J. 2003. Dietary intake of acrylamide in Sweden. *Food Chem Toxicology*, 41:1581–1586.
10. Grivas S, Jagerstad M, Lingnert H, Skog K, Törnqvist M, Aman P. 2002. Acrylamid in food mechanism of formation and influencing factors during heating of foods. Report from Swedish Scientific Expert Committee. <http://www.cbc.ca/consumer/market/files/health>.
11. Surdyk N, Rosen J, Andersson R, Aman P. 2004. Effects of asparagine, fructose, and baking conditions on acrylamide content in yeast-leavened wheat bread. *J Agric Food Chem*, 52:2047–2051.
12. Muhlendahl KE, Otto M. 2003. Acrylamide: more than just another food toxicant? *Eur J Pediatrics*, 162:447–448.
13. Gertz C. 2004. Optimizing the baking and fry process using oil-improving agents. *Eur J Lipid Sci Technol*, 106:736–745.
14. Friedman M. 2003. Chemistry, biochemistry, and safety of acrylamide. A review. *J Agric Food Chem*, 51:4504–4526.
15. Leung KS, Lin A, Tsang K, Yeung STK. 2003. Acrylamide in Asian foods in Hong Kong. *Food Additives and Contaminants*, 20:1105–1113.