

# KAPSAİSİNOİT KAYNAĞI OLARAK KIRMIZIBİBERLER

## ÖZET

Kırmızıbiberler, lezzete kattıkları acı ve uyarıcı etki nedeniyle baharat grubunun en önemli üyeleri arasında yer almaktadır. Bu etki, 'kapsaisinoit' ortak ismiyle anılan ve 5 farklı bileşikten oluşan acılık öğelerinden ileri gelmektedir. Acı diye nitelendirilen bu uyarıcı grubun etkisi aslında yakıcı ve ısıtııcıdır. Bu derlemede, yüzyıllardır baharat olarak tüketilen kırmızıbiberlerdeki acılık bileşenlerinin kimyasal yapıları, miktarları ve sağlık üzerine etkileri incelenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Capsicum spp., kırmızıbiber, kapsaisinoit, yakıcılık, fizyolojik etki

## RED PEPPERS AS A CAPSAICINOID SOURCE

### ABSTRACT

Red peppers is one of the most important members of spices by having pungency and stimuli effects on flavor. These effects are due to a group of compounds named 'capsaicinoids' and consisted of 5 different compounds. Stimuli effect of the capsaicinoids is actually hotness or heating, which may be called as pungency. In this paper, the chemical structure, quantity and effects on health of these pungency compounds in red peppers used as a spice since ancient time are reviewed.

**Key words:** Capsicum spp., red pepper, capsaicinoid, pungency, physiological effect

## GİRİŞ

Kırmızıbiberler, baharat grubunun en renkli ve en önemli üyelerinden biridir. Eski uygarlıklardan günümüze dünya mutfağında önemli bir yer edinen kırmızıbiberler, yüzyıllardır lezzet ve renk vermek amacıyla sos, çorba, makarna, pizza ve et ürünleri gibi birçok gıdaya katılmaktadır (Akgül, 1993; Daood ve ark., 2002).

Christopher Columbus'un Amerika'yı keşfetmesiyle tanınan yerlilerin "aji" veya "axi" dedikleri bu kırmızı renkli meyve "red pepper- kırmızıbiber" olarak adlandırılmıştır. Avrupa'ya taşınmasıyla da 16. yy'ın sonu 17. yy'ın başında iyice yaygınlaşmış ve kısa zaman içinde dünyanın tropikal ve subtropikal iklim kuşaklarında hızla yayılıp yerleşmiştir. Ayrıca zamanla toprak, iklim, yetiştirme koşulları, seçme veya doğal hibrit gibi etkenler ile şekil, büyüklük, renk, acılık ve aroma karakteristikleri farklılaşmış biber türleri oluşmuştur (Govindarajan, 1985).

Ilıman iklim kuşağında yer alan Türkiye'nin de iklim ve toprak özellikleri, kırmızıbiber üretimine uygundur. Nitekim, 1998 yılı verilerine göre kırmızıbiberin dünya üretiminin 16,910,000 ton iken, Türkiye üretiminin 1,390,000 ton düzeyinde olduğu bildirilmektedir (Anonim, 1998). Rakamlardan da anlaşıldığı gibi Dünya kırmızıbiber üretiminin yaklaşık % 8,4'ü Türkiye'de gerçekleştirilmektedir. Ancak ülkemizde kurutulmuş kırmızıbiberler, uygun koşullarda işlenip depolanmadığından, böcek ve küf zararlarına uğramakta ve bunun sonucunda kalitesi ve

güvenliği azalmaktadır. Özellikle Avrupa Birliği ülkelerinde çok düşük düzeyde tutulan aflatoksin miktarı, renk ve acılık içeriği yüksek ürünlerimizin Avrupa pazarlarındaki rekabet gücünü zayıflatmaktadır.

### KIRMIZIBİBERLERİN SINIFLANDIRILMASI

Biberler, Solanaceae familyasının, *Capsicum* cinsine ait türlerdir. 1923'e kadar tüm biberler *Capsicum annuum* ve *Capsicum frutescens* türleri içinde sınıflandırılırken, sonraki dönemde farklı taksonomistler tarafından çeşitli sınıflandırmalar yapılmıştır. Son olarak *Capsicumlar*, önceden sınıflandırılan 4 türe (*annuum*, *frutescens*, *baccatum* ve *pubescens*) *C. chinense* de eklenerek, kültüre alınmış 5 tür olarak sınıflandırılmıştır. Bu türler içinde en çok bilinen ve baharat olarak da kullanılanları, *C. annuum* ve *C. frutescens*'tir (Bosland ve Votava, 2000).

Botanik sınıflandırmada ise biberler arasında renk, lezzet, şekil ve büyüklük bakımından oldukça fazla farklılık bulunması, karışıklığa neden olmuştur. Şili ve paprika *C. annuum* türüne girerken, çok fazla acılığa sahip küçük çeşitler *C. frutescens* türüne girmektedir. Bununla birlikte her iki tür için "**kapsikum**" kullanılan ortak ad olmuştur (Maga, 1975).

Taksonomistlerin "*Capsicum*" terimini kullanmalarına karşın ticari ve bilimsel literatürde "biber (pepper)" terimi kullanılmaya devam edilmiştir. Hatta, bu terime değişik örnekler eklenerek (kırmızıbiber, kuşbiberi, şili biberi, dolmalık biber gibi) baharatın kaynağı, acılığı, rengi, şekli ve büyüklüğü de ifade edilmek istenmiştir. Ayrıca, biber teriminin karabiber, kırmızıbiber, şili biber, paprika gibi farklı kullanımları da sınıflandırmadaki karışıklığı arttırmıştır. Amerika'da biberler için şili terimi kullanılmazken, İngiltere, Hindistan, Afrika ve doğu ülkelerinde bu terim çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Farklı ülkelerde farklı terimlerin yanında, aynı ülkede bile farklı isimlerin kullanıldığı görülmektedir (Govindarajan, 1985).

Avrupa'da Macaristan çevresinde gelişme şansı bulan ve "paprika" olarak isimlendirilen kırmızı biber çeşitleri, yoğun renkli fakat acılık bakımından orta veya tatlı nitelikte olup, karakteristik olarak etli, uzun ve konik uçludurlar. İspanya'daki paprikalar ise daha geniş ve yuvarlakça olup daha yoğun bir renge sahiptirler. Afrika'da yetişen kırmızı biber

çeşitleri ise yüksek acılıkta, küçük ve donuk kırmızı renge sahip olup hepsine yerel olarak "şili (chilli)" denilmektedir (Maga, 1975).

Daha iyi bir sınıflandırma ise kırmızıbiberlerin kapsaisinoit içeriğine göre yapılmış olup, kapsaisinoit içeriği % 0,4'ün üzerinde olanlar "şili", altında olanlar ise "kapsikum" olarak tanımlanmıştır. Diğer taraftan şililerin acılığının bir hayli değişken olduğu gözlenmiş ve buna göre kendi içlerinde Çizelge 1'deki gibi bir sınıflandırmaya tabi tutulmuştur (Govindarajan, 1985).

### ACILIK UYARICILARI – KAPSAİSİNOİTLER

Baharatın duyuusal özelliğini veren maddeler, başta aromayı sağlayan bileşikler (uçucu yağlar) ile uçucu olmayan tat (alkaloitler) ve renk maddeleridir (Altuğ ve Elmacı, 1998). Kırmızıbiberlerin baharat özellikleri ise, renk bileşenleri ile "kapsaisinoit" denilen tahriş edici ve uyarıcı etkiye sahip acılık öğelerinden kaynaklanmaktadır. Bu duyuusal özellikler, kırmızıbiberler için önemli bir kalite kriteridir. Bu bileşenler, 15-17 milyonda bir seyreltmede bile damaktaki kimyasal reseptörleri uyaraabilecek niteliktedirler (Suzuki ve ark., 1957).

Kapsaisinoitlerle ilgili ilk çalışmalar 1816'da Burcholz ile başlamıştır. Burcholz, kırmızıbiberlerdeki acılık bileşenlerinin, alkalilerle tuz şeklinde bulunduğunu ve organik çözücülerle ekstrakte edilebileceğini bildirmiştir. 1846 yılında Thresh, bu acılık bileşenlerini "kapsaisin" olarak adlandırmıştır. Daha sonra Micko, kapsaisin izolasyonunu ve saflaştırılmasını gerçekleştirip, metoksil ve hidroksil gruplarının varlığını göstermiştir. Yirmi yıl sonra Nelson ve Dawson, kapsaisin kimyasal yapısını "**8-metil-6-nonenilvanililamit**" olarak belirlemişlerdir (Govindarajan, 1986 a). Yüzyıl sonra Kosuge ve ark. (1964), ince tabaka kromatografisini kullanarak acılık uyarıcı özelliğe sahip birbiriyle ilişkili iki bileşen (kapsaisin ve dihidrokapsaisin) saptamışlardır. Kromatografik ayırma tekniklerinin gelişmesi ile bu iki temel bileşenin yanında üç minör bileşen daha (norhidrokapsaisin, homokapsaisin, homodihidrokapsaisin) kırmızıbiber ekstraktlarından izole edilmiş ve tüm bu bileşenler "**kapsaisinoit**" olarak adlandırılmıştır (Bennett ve Kirby, 1968; Jarret ve ark., 2003). Bununla birlikte toplam

Çizelge-1. Şili kırmızıbiber çeşitlerinin kapsaisinoit miktarına göre sınıflandırılması (Govindarajan, 1985)

Varyete	Kapsaisinoit miktarı (%)
Az acılık içerenler	0,1-0,2
Orta acılık içerenler	0,2-0,4
Yüksek acılık içerenler	0,4-0,6
Çok yüksek acılık içerenler	0,6-1,4

kapsaisinoitin %90 veya daha fazlasının iki temel bileşen olan kapsaisin ve dihidrokapsaisin'den oluştuğu, diğer bileşenlerin ise %10 civarında bulunduğu bildirilmiştir (Monnerville, 1999).

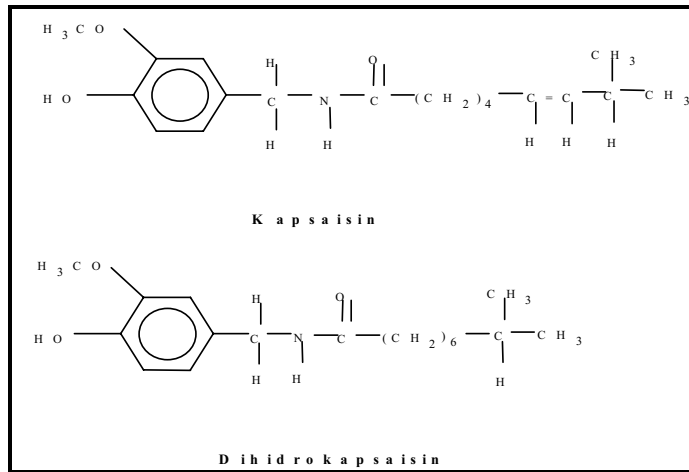
Kırmızıbiberin acılığında sorumlu olan esas bileşik, kimyasal yapısı **(N-[(4-hidroksi-3-metoksifenil)-metil]-8-metil-6-noneamit** olan 'kapsaisin'dir. Buradaki **[(4-hidroksi-3-metoksifenil)-metil]**, vanilil kökünü ifade etmektedir. Kapsaisin ve dihidrokapsaisin yapısı Şekil 1'de verilmiştir (Anonim, 2001).

Kapsaisinoit acılığının belirlenmesi, Wilbur Scoville tarafından 1912 yılında geliştirilen ve bu alanda ilk olma özelliğini taşıyan Scoville Organoleptik Testi ile yapılabilmektedir. Bu yöntem, su, şeker ve öğütülmüş biber ekstraktları içeren bir çözeltiden seyreltik çözeltiler hazırlanarak yapılan, bir duyu analizi işlemidir. Kırmızıbiberlerdeki kapsaisinoit

bileşenlerinin formülleri (Jurenitsch ve ark., 1979), oranları (Bennett ve Kirby, 1968) ve Scoville acılık testine göre acılıkları (Govindarajan ve Sathyanarayana, 1991) Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Woodbury (1980), biberlerde tespit edilen kapsaisinoit miktarlarıyla Scoville Ünitesi olarak belirlenmiş acılık değerleri arasında % 98 düzeyinde bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Değişik kırmızıbiber çeşitlerinin Scoville acılık testine göre belirlenen acılık değerleri Çizelge 3'de verilmiştir (Anonim, 2001).

Kırmızıbiberlerdeki kapsaisinoit miktarının, çeşit farklılığı, olgunluk ve bitki gelişimi süresince etkili olan çevre koşulları (ışık, toprak, nem, gübreleme, sıcaklık v.b.) ile değiştiği bildirilmektedir (Estrada ve ark., 2002). Farklı çeşit ve orijine ait kırmızıbiberlerdeki kapsaisinoit miktarları Çizelge 4'de verilmiştir (Jarret ve ark., 2003).



Şekil-1- Kapsaisin ve dihidrokapsaisin yapısı formülleri (Anonim, 2001)

Çizelge-2. Kırmızıbiberlerdeki acılık bileşenlerinin formülleri, oranları ve Scoville Ünitesi (S.Ü.) olarak acılıkları (Bennett ve Kirby, 1968; Jurenitsch ve ark., 1979; Govindarajan ve Sathyanarayana, 1991)

Kapsaisinoitler	Kimyasal Formülleri	Oran (%)	Acılık (S.Ü. x10 <sup>5</sup> )
Kapsaisin N-Vanilil-8-metil-6-nonamit	V-NH-CO-(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -CH=CH-CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	69	160
Dihidro-kapsaisin N-Vanilil-8-metil-6-oktanamit	V-NH-CO-(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> -CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	22	160
Nordihidro-kapsaisin N-Vanilil-7-metil-7-oktanamit	V-NH-CO-(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	7	91
Homokapsaisin N-Vanilil-9-metil-7-dekanamit	V-NH-CO-(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -CH=CH-CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1	86
Homodihidro-kapsaisin N-Vanilil-9-metil-7-dekanamit	V-NH-CO-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1	86

V: Vanilil[(4-hidroksi-3-metoksifenil)-metil]

Perucka ve Oleszek (2000), *C. annuum* türüne ait 5 adet örnekte toplam kapsaisin ve dihidrokapsaisin miktarının 0,622-0,765 mg/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise farklı kaynaklardan elde edilmiş 14 kapsikum varyetesinde kapsaisinoit içeriği belirlenmiş ve *C. annuum*'da % 0,05-0,33, *C. frutescens*'de % 0,35-0,85 arasında değiştiği saptanmıştır. Meksika'da yetişen varyetelerin Hindistan, Japonya ve Afrika'dakilerden daha düşük kapsaisinoit içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. Aynı kültür

içinde ve kültürler arasında toplam kapsaisinoit miktarının büyük değişiklik göstermesine karşın, temel bileşen olan kapsaisin ve dihidrokapsaisin oranının *C. annuum*'da 1:1, *C. frutescens*'de 2:1 şeklinde olduğu tespit edilmiştir (Govindarajan, 1985).

Türkiye'deki kırmızıbiber çeşitleri üzerine yapılan bir çalışmada, maraş biberi (*C. annuum*), süs biberi ve cin biberinin (*C. frutescens*) kapsaisinoit miktarları belirlenmiştir. Toplam

Çizelge-3. Kırmızıbiber çeşitlerinin Scoville Ünitesi (S.Ü.) olarak belirlenen acılık değerleri (Anonim, 2001)

Biber Çeşitleri	Acılık (S.Ü.- Scoville Ünitesi)
Dolma/Tatlı	0-100 S.U.
New Mexican	500-1000 S.U.
Espanola	1000-1500 S.U.
Ancho&Pasilla	1000-2000 S.U.
Cascabel&Cherry	1000-2500 S.U.
Jalepeno&Mirasol	2500-5000 S.U.
Serrano	5000-15.000 S.U.
De Arbol	15.000-30.000 S.U.
Cayenne&Tabasco	30.000-50.000 S.U.
Chiltepin	50.000-100.000 S.U.
Haberano	200.000-300.000 S.U.
Saf Kapsaisin	16.000.000 S.U.

Çizelge 4. Farklı tür ve orijine ait kırmızıbiberlerin kapsaisinoit içerikleri (Jarret ve ark., 2003)

Tür	Orijin	İsim	Kapsaisinoit (ppm)
<i>C. annuum</i>	Çin		1,1
<i>C. annuum</i>	Yemen		123
<i>C. annuum</i>	Arnavutluk	Kosova	17,1
<i>C. annuum</i>	Guatemala		523
<i>C. annuum</i>	Guatemala		356
<i>C. annuum</i>	Paraguay		3,1
<i>C. annuum</i>	Hindistan		2418
<i>C. annuum</i>	İspanya	Pimento bola	0,6
<i>C. annuum</i>	Yugoslavya	Dolga blaga	10,3
<i>C. baccatum</i>	Paraguay		760
<i>C. baccatum</i>	Bolivya		113
<i>C. baccatum</i>	Bolivya		115
<i>C. chinense</i>	Ekvador		703
<i>C. frutescens</i>	Guatemala	Diente de perro	3160
<i>C. frutescens</i>	Guatemala	Chile blanco	510
<i>C. frutescens</i>	Ekvador		3467

kapsaisinoit içeriği, *C. frutescens* türüne ait cin biberlerinde % 0,47, süs biberinde % 0,21 ve *C. annuum* türüne ait maraş biberinde ise % 0,12-0,21 aralığında bulunmuştur. Yine aynı çalışmada, kırmızıbiber tohumlarında toplam kapsaisinoit içeriğinin sırasıyla % 0,16, % 0,17 ve % 0,063 olarak bulunduğu, kırmızıbiberlerin meyve eti ile tohumlarının kapsaisinoit içeriklerinin aynı paralellikte bulunmadığı bildirilmiştir (Yemiş, 2001).

Tüm kırmızıbiberin %54'ünün tohum, %40'ının perikarp ve %6'sının sap olduğu; kapsaisinin %89'unun perikarpta ve %11'inin tohumda yer aldığı bildirilmiştir (Tandon ve ark, 1964). Benzer şekilde Huffman ve ark. (1978), Jalepeno varyetesinin taze meyvelerinde, tohum ve perikarpı dikkatlice ayırıp aroma ve kapsaisinoit dağılımını incelemişlerdir. Özellikle kurutulmuş şililerde, kurutmadan veya az sayıda hücrenin bozulmasından dolayı renk ve kapsaisinoit kaybının gerçekleştiği belirtilmektedir (Lee, 1971).

Taze *C. annuum* meyvelerinin acılık bileşenlerinden kapsaisin, dihidrokapsaisin, nordihidroksapsaisin ve homodihidroksapsaisin miktarlarının sırası ile 273, 176, 7,73, 11,9 mg/kg (kuru ağırlık), olduğu bildirilmiştir. Kurutma ile *C. annuum* meyvelerinin toplam kapsaisinoit miktarında önemli bir azalma tespit edilmiştir. Kurutmaya karşı en dayanıklı bileşenin kapsaisin olduğu, yapay kurutma ile güneşte kurutmada kapsaisin kaybının sırasıyla % 21,5 ve % 24,6 olarak bulunduğu ve bunu dihidrokapsaisinin izlediği belirtilmiştir. Tüm bunlara karşın taze üründe tespit edilemeyen izodihidroksapsaisin, güneşte ve yapay kurutma ile kurutulmuş örneklerde sırası ile 3,94 ve 4,39 mg/kg (kuru ağırlık) düzeyinde bulunmuştur. Yine aynı çalışmada, kurutulmuş örnekler 5 farklı dozda gama radyasyona maruz bırakılarak, oda koşullarında depolanmıştır. Yasal doz olan 10 kGy gama radyasyon uygulamasından izodihidroksapsaisin etkilenmezken, diğer tüm kapsaisinoit öğelerinde yaklaşık %10 oranında artış saptanmıştır. Depolamayla tüm kapsaisinoit bileşenlerinin önemli oranda azaldığı, 10. ayda bu azalma oranının yaklaşık %30 olduğu ve maksimum

azalmanın dihidrokapsaisinde gerçekleştiği belirtilmiştir (Ayhan ve Özdemir, 2003).

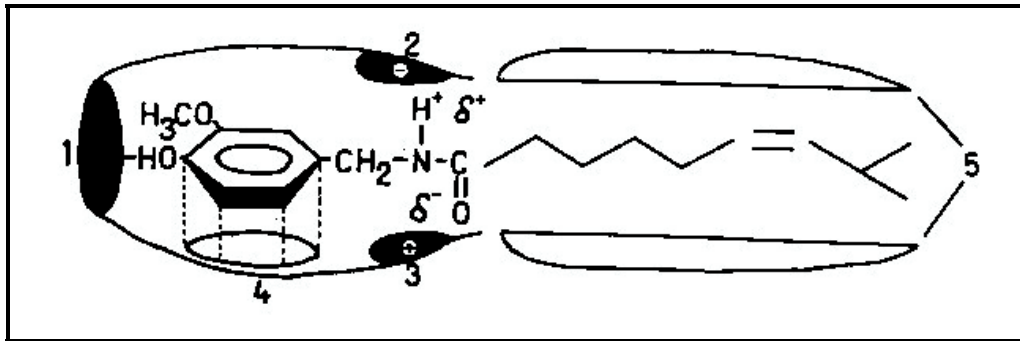
## KAPSAISİNOİTLERİN FİZYOLOJİK ETKİLERİ

Kapsaisin ve ilişkili bileşiklerin, dil ve deri gibi duyu bölgele temas etmesi sonucunda, artan konsantrasyonlara bağlı olarak rahatsızlık veren bir ağrı (sızı) ve yanmaya neden olmaktadır. Szolcsanyi ve Janso-Gabor (1975), en güçlü uyarıcı olan kapsaisin için ağrıya duyarlı sinirler üzerinde bir reseptör model önermiştir. Beş ayrı kısımdan oluşan bu reseptör model, Şekil 2'de gösterilmiştir.

Şekil 2'de görüldüğü gibi kapsaisin, 1. reseptör bölgeye 4-OH üzerinden H<sup>+</sup> bağı ile, 2. elektronegatif bölgeye N'a bağlı H<sup>+</sup> ile, 3. elektro pozitif bölgeye C'a bağlı O<sup>-2</sup> ile, apolar olan 4. ve 5. bölgelere (aromatik halka ve linear alkil zinciri) ise Van der Waals kuvvetleri ile bağlanmaktadır. Reseptörler üzerinde uyarıcıların konsantrasyonu, moleküler özellikleri (boyut, şekil, fonksiyonel gruplar, sterokimyasallar), uyarıcıların bağlanma ve pozisyonlarının önemli olduğu kaydedilmiştir.

Ağrı ve acının oluşumu kapsaisinoitlerin alkil zincirinin uzunluğu ile ilişkilidir. Zincir uzunluğuna göre değişen acılıklar Çizelge 5'te verilmiştir. Buna göre acılık, zincir uzunluğu 6 C'a kadar düşük iken, 7-10 C arasında giderek artmakta, daha sonra artan zincir uzunluğu ile azalmaktadır (Govindarajan ve Sathyarayanan, 1991).

*C. annuum* meyvesinin alkol ekstraktının ağızda oluşturduğu keskin acı hissin, fazla miktarda mide ve tükürük salgısına neden olduğu tespit edilmiştir. Ekstraktın, deri veya mukoz membranlara temasında yanma hissi ve kılcal damar genişlemesi (hyperemia) yarattığı, fakat iltihaba neden olmadığı bildirilmektedir. Şili ekstraktlarının, mide ve bağırsak hareketleri veya pankreatik salgılar gibi sindirim fonksiyonlarının etkisi olmaksızın, mide salgısında hafif, tükürük salgısında ise bol miktarda bir artışa neden olduğu belirtilmektedir (Abdel-Salam ve ark., 1997).



Şekil-2. Reseptör model (Govindarajan ve Sathyarayanan, 1991)

Şililerin ülserojenik olmadığı gösterildiği halde, her zaman hastalığın şiddetini artırdığı düşünülmüştür. Yüksek acılık içeren Jalepeno biberlerini tüketen insanların mide mukozasının video endoskopisinde mukozal bir zarar görülmemiştir (Graham ve ark., 1988). Szolcsanyi ve Bartho (1981), düşük konsantrasyonlarda kapsaisin tüketiminin midenin savunma mekanizmasını artırdığını ve ülser oluşumunu engellediğini gözlemlemiştir.

Son yıllarda kapsaisinın antijenotoksik, antimutajenik ve antikarsinojenik etkileri de saptanmıştır. Bununla beraber, kapsaisin veya şili ekstraktlarının ko-karsinojen veya tümör uyarıcı olarak davranabileceği hususunda bulgular da elde edilmiştir. Epidemiyolojik çalışmalar, şili biberi tüketenlerin tüketmeyenlere oranla daha fazla mide kanseri riski taşıdığını göstermiştir (Singh ve ark., 2001).

Kapsaisinoitlerin insanlar ve hayvanlar üzerindeki çeşitli etkileri, çok sayıda çalışmayla değerlendirilmiştir. Buna göre, etki düzeyleri, ilgili dozları ve kullanım alanları Çizelge 6'da verilmiştir (Govindarajan, 1985).

Birçok çalışmada, kapsaisinoitlerin antimikrobiyal etkiye sahip olduğu da gösterilmiştir (Lopez-Malo ve ark., 1998; Molina-Torres ve ark., 1999; Careage ve ark., 2003). *C. annum* ekstraktlarının gıda kaynaklı patojenik bakterilere karşı etkisinin incelendiği bir çalışmada, ekstraktların *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* ve *Bacillus cereus*'un gelişimini inhibe ettiği saptanmıştır. Bu bakteriler içinde kapsaisinoitlere karşı en duyarlı bakterinin *Listeria*, en dirençli bakterinin *Salmonella* olduğu ve kapsaisinoitlerin mikrobiyal inhibitör olarak kullanılabileceği belirlenmiştir (Dorantes ve ark., 2000). Cichewicz ve Thorpe (1996), taze *C. annum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* ve *C. pubescens* varyetelerinden elde edilen ekstraktların 15 farklı bakteri ve 1 maya türü üzerine etkisini incelemişler ve bu ekstraktların *Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *Clostridium sporogenes*, *C. tetani* ve *Streptococcus pyogenes*'e karşı değişen derecelerde antimikrobiyel etkiye sahip olduğunu saptamışlardır.

Sağlık üzerine olumlu etkileri nedeniyle son dönemlerde kapsaisinoitlerin antioksidan etkisi üzerinde de durulmak-

Çizelge 5. Kapsaisine bağlı N-Vanilil Alkil Amitlerin acılığı (Govindarajan ve Sathyanarayana, 1991)

Alkil Grubu	Zincir Uzunluğu	Bağlı Acılık
Asetil	C <sub>2</sub>	0
Propiyonil	C <sub>3</sub>	<5
Bütil	C <sub>4</sub>	<5
Hekzanil	C <sub>6</sub>	5
Benzil	C <sub>6</sub>	<5
Heptanil	C <sub>7</sub>	25
Oktanil	C <sub>8</sub>	75
Nonanil	C <sub>9</sub>	100
8-Metil-6-nonenil (Kapsaisin)	C <sub>9:1</sub> -C	100
8-Metil-nonenil (dihidro-kapsaisin)	C <sub>9</sub> -C	100
Dekanil	C <sub>10</sub>	50
Andekanil	C <sub>11</sub>	25
Dodekanil	C <sub>12</sub>	25

Çizelge 6. Kapsaisinoitlerin etkili dozları (Govindarajan, 1985)

Düzye	Miktar	Kullanım alanı
Düşük düzey	0,05-1 mg/kg vücut ağırlığı	Düşük miktarlarda uyarıcı içeren ekstraktlarda, gıda lezzet katkılarında
Orta düzey	5-20 mg/kg vücut ağırlığı	İlaç olarak
Yüksek düzey	50 mg/kg vücut ağırlığı	Nöral mekanizma araştırmalarında ve toksisite çalışmalarında

tadır. Kapsaisin lipit peroksidasyonunu güçlü bir şekilde inhibe ettiği ancak etki mekanizmasının net olarak ortaya konulmadığı belirtilmektedir. Kapsaisin, etanol ve membranlardaki DPPH (1,1'-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radikallerini ve sudaki -OH radikallerini etkili bir şekilde yok ettiği, etki düzeyinin  $\alpha$ -tokoferolle benzer olduğu ve bir molekül kapsaisin 2 molekül DPPH radikalini yok ettiği bildirilmiştir. Bununla beraber kapsaisin ADP/Fe<sup>+2</sup> tarafından sıçan karaciğerinin mitokondrial membranında oluşturulan lipit peroksidasyonunu çok etkili bir şekilde inhibe ettiği ve bu etki düzeyinin  $\alpha$ -tokoferolden daha yüksek olduğu bildirilmiştir.  $\alpha$ -tokoferolün sadece lipit membran içindeki radikal zincir reaksiyonlarını inhibe ettiği, buna karşın kapsaisin hem aktif oksijen türlerinin farklı formlarını hem de radikal zincir reaksiyonlarını inhibe ettiği tespit edilmiştir. Bu antioksidatif etkinin membrandaki yerleşim yeriyle de ilişkili olduğu, membran yüzeyi ve yakınındaki reaktif oksijen türleri için kapsaisin en etkin ajan olduğu belirtilmektedir (Kogure ve ark., 2002).

Yeterli olgunluğa ulaşmış kırmızıbiberlerin kurutulup öğütüldükten sonra baharat olarak kullanımının yanında, ekstraksiyonla '**kapsikum oleorezini**' üretimi de söz konusudur. Toz formdaki ürüne kıyasla depolama, taşıma, renk ve mikrobiyolojik kalite yönünden avantajları bulunan bu konsantre, katıldığı ürüne yeknesaklık kazandırmaktadır. Buna karşın, mutfaklarda kullanımı yüksek tahriş potansiyelinden (elde tutarken öksürme, aksırma ve acıya-sızıya neden olmaları) dolayı sınırlıdır (Govindarajan, 1986 b). Kırmızıbiberler acılık bileşenlerinin verdiği ağrı (sızı) ve yanma hissi nedeniyle, gıdalara düşük seviyelerde katıldığında bile çocuklar ve gençler tarafından tüketimi sorunludur. Hatta bu durum, benzer gıdaları hayatlarında ilk kez tadan yetişkinler için de geçerlidir. Kırmızıbiberlerin acılık bileşenleri ağızda ve boğazda yanma, yüzde ve yanıklarda kızarma, alında terleme gibi rahatsız edici reaksiyonlara da neden olmaktadır. Bununla beraber baharatların sürekli kullanılmaları durumunda, acılık uyarıcılarına karşı kişilerin hassasiyetlerinde bir azalma olabilmektedir. Ayrıca acı lezzetten hoşlanan insanlar, bu uyarılmanın rahatsız etmediğini aksine çekici geldiğini ileri sürmektedirler (Govindarajan ve Sathyanarayana, 1991).

## SONUÇ

Baharat olarak kırmızıbiberlerin lezzet üzerine yakıcı ve uyarıcı katkısı, kapsaisinoitlerden ileri gelmektedir. Ayrıca bu bileşiklerin çok önemli farmakolojik etkilerinin olduğu da belirtilmektedir. Bu acılık bileşenleri, insan sağlığı açısından çeşitli riskler taşımalarına karşın, halk arasındaki inanın aksine, sağlık üzerinde birçok olumlu etkiye sahiptirler. Kırmızıbiberlerin, acılık bileşenlerinin yanı sıra, çok zengin bir besinsel bileşime sahip olduğu da bilinmektedir. Bu

nedenle kırmızıbiberlerin baharat olarak dengeli bir şekilde diyeteye eklenmesi, lezzeti geliştireceği gibi insan sağlığının korunmasına ve iyileştirilmesine de yardımcı olacaktır.

## KAYNAKLAR

- ABDEL-SALAM, OME., SZOLCSANYI, J. and MOZSIK, G.Y. 1997. Capsaicin and the Stomach, A Review of Experimental and Clinical Data. J. Physiology, 91:151-171.
- AKGÜL, A. 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 15, Ankara, 446s.
- ALTUĞ, T. ve ELMACI, Y. 1998. Gıdalarda Doğal Olarak Bulunan Lezzet Bileşenleri, Gıda Kimyası, Ed: İlbilge Saldamlı. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 527s.
- ANONİM, 1998. Production Year Book, FAO, vol. 52, Rome, 133s.
- ANONİM, 2001. <http://www.chilepepperinstitute.org/pungencyl.htm>
- BENNETT, D.J. and KIRBY, G.W. 1968. Constitution and Biosynthesis of Capsaicin. J. Chem. Soc., C:442-446.
- BOSLAND, P.W. and VOTAVA, E.J. 2000. Peppers: Vegetable and Spice Capsicums. CABI Publ., NewYork, 204s.
- CAREAGA, M., FERNANDEZ, E., DORANTES, L., MOTA, L., JARAMILLO, M.E. and SANCHEZ, H.H. 2003. Antibacterial Activity of *Capsicum* Extract Against *Salmonella typhimurium* and *Pseudomonas aeruginosa* Inoculated in Raw Beef Meat. Int. J. Food Microbiol. 83:331-335.
- CICHEWICZ, R.H., and THORPE, P.A. 1996. The Antimicrobial Properties of Chile Peppers (*Capsicum* species) and Their Uses in Mayan Medicine. J. Ethnopharmacol., 52:61-70.
- DAOOD, H.G., ILLES, V., GNAYFEED, M.H., MESZAROS, B., HORVATH, G. and BIAES, P.A. 2002. Extraction of Pungent Spice Paprika by Supercritical Carbon dioxide and Subcritical Propane. J. Supercritical Fluids, 23: 143-152.
- DORANTES, L., COLMENERO, R., HERNANDEZ, H., MOTA, L., JARAMILLO, M.E., FERNANDEZ, E. and SOLANO, C. 2000. Inhibition of Growth of Some Foodborne Pathogenic Bacteria By *Capsicum annum* Extracts. Int. J. Food Microbiol., 57:125-128.
- ESTRADA, B., BERNAL, M.A., DÍAZ, J., POMAR, F. and MERINO, F. 2002. Capsaicinoids in Vegetative Organs of *Capsicum annum* L. in Relating to Fruiting. J. Agric. Food Chem., 50:1188-1191.
- GOVINDARAJAN, V.S. 1985. Capsicum—Production, Technology, Chemistry and Quality. 1. History, Botany,

- Cultivation and Primary Processing. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 22(2):109-176.
- GOVINDARAJAN, V.S. 1986a. Capsicum—Production, Technology, Chemistry and Quality. 3. Chemistry of the Color, Aroma and Pungency Stimuli. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 24(3): 245-355.
- GOVINDARAJAN, V.S. 1986b. Production, Technology, Chemistry and Quality— 2. Processed Products, Standards, World Production and Trade. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 23:207-288.
- GOVINDARAJAN, V.S. and SATHYANARAYANA, M.N. 1991. Capsicum—Production, Technology, Chemistry and Quality. 5. Impact on Physiology, Pharmacology, Nutrition and Metabolism; Structure, Pungency, Pain and Desensitization Sequences. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 29(6):435-474.
- GRAHM, D.Y., SMITH, J.L. and OPENKUN, A.R. 1988. Spicy Food and the Stomach Evaluation by Videoendpscopy. JAMA, 260:3473-3475.
- HUFFMAN, L.W., SCHADLE, F.R., VILLALON, B. and BURNS, E.E. 1978. Volatile Components and Pungency in Fresh and Processed Jalapeno Peppers. J. Food Sci., 43(6):1809.
- JARRET, R.L., PERKINS, B., FAN, T., PRINCE, A., GUTHRIE, K. and SKOCZENSKI, B. 2003. Using EIA to Screen *Capsicum* spp. Germplasm for Capsaicinoid Content. J. Food Comp. Anal., 16:189-194.
- JURENITSCH, J., KUBELKA, M. and BUCUR, M. 1979. Identification of Cultivated Taxa of Capsicum-Taxonomy, Anatomy, and Composition of Pungent Principles, J. Med. Plant Res., 35(2):174.
- KOGURE, K., GOTO, S., NISHIMURA, M., YASUMOTO, M., ABE, K., OHIWA, C., SASSA, H., KUSUMI, T. and TERADA, H. 2002. Mechanism of Potent Antiperoxidative Effect of Capsaicin. Biochimica et Biophysica Acta. 1573:84-92.
- KOSUGE, S., INAGAKI, Y. and OKUMURA, H. 1964. On the Chemical Constitution of the Pungent Principles. Chem. Abstr., 60.
- LEE, S.W., 1971. Physiochemical Studies on the After Ripening of Hot Pepper Fruits.6. Hot Taste Components in Different Parts and Capsaicin Homologues. J. Korean Agric. Chem. Soc., 14:157.
- LOPEZ-MALO, A., ALZAMORA, S.M. and ARGAIS, A. 1998. Vanillin and pH Synergistic Effects On Mould Growth. J. Food Sci. 63:143-146.
- MAGA, J.A. 1975. Capsicum. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 6(2):177-199.
- MOLINA-TORRES, J., CHAVEZ, A.G. and CHAVEZ, E.R. 1999. Antimicrobial Properties of Alkamides Present in Flavouring Plants Traditionally Used in Mesoamerica: Affinin and Capsaicin. J. Ethnopharmacol., 64:241-248.
- MONNERVILLE, A.L. 1999. Determination of Capsaicin and Dihydrocapsaicin by Micellar Electrokinetic Capillary Chromatography and Its Application to Various Species of *Capsicum*, Solanaceae. J. Chromatography, 838:293-302.
- PRUCKA, I. and OLESZEK, W. 2000. Extraction and Determination of Capsaicinoids in Fruit of Hot Pepper *Capsicum annuum* L. by Spectrophotometry and High-Performance Liquid Chromatography. Food Chem., 71:287-291.
- SING, S., ASAD, S.F., AHMAD, A., KHAN, N. and HADI, S.M. 2001. Oxidative DNA Damage by Capsaicin and Dihydrocapsaicin in the Presence of Cu(II). Cancer Letters, 169:139-146.
- SUZUKI, J.I., TAUSIG, F. and MORSE, R.E. 1957. Some Observations on Red Pepper. Food Tech., 11:100.
- SZOLCSANYI, J. and BARTHO, L. 1981. Impaired Defense Mechanism to Peptic Ulcer in the Capsaicin –Desensitized Rat. Chem. Abstr., 95.
- SZOLCSANYI, J. and JANSO-GABOR, A. 1975. Sensory Effects of Capsaicin Congeners. I. Relationship Between Chemical Structure and Pain-Producing Potency of Pungent Agents. Arzneim.-Forsch. Drug Res., 25:1877.
- TANDON, G.L., DRAVID, S.V. and SIDDAPPA, G.S. 1964. Oleoresin of Capsicum (Red Chillies) – Some Technological and Chemical Aspects. J. Food Sci., 29:1-5.
- TOPUZ, A. and ÖZDEMİR, F. 2003. Influences of Gamma Irradiation and Storage on the Capsaicinoids of Sun-Dried and Dehydrated Paprika. Food Chem., (in press).
- WOODBURY, J.E. 1980. Determination of Capsicum Pungency by High Pressure Liquid Chromatography and Spectrofluorometric Detection. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 63:556-558.
- YEMİŞ, O. 2001. Kırmızıbiberlerden Oleoresin Capsicum Üretimi Üzerine Araştırma. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 71 s, Ankara. ■