

Besinlerin Poliamin İçerikleri

Nihal Büyükuşlu

İstanbul Medipol Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul - Türkiye

Yazışma Adresi / Address reprint requests to: Nihal Büyükuşlu
İstanbul Medipol Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Kavacık Mah. Ekinciler Cad. No: 19 Kavacık Kavşağı-Beykoz 34810 İstanbul - Türkiye
Elektronik posta adresi / E-mail address: nbuyukusu@medipol.edu.tr
Kabul tarihi / Date of acceptance: 28 Nisan 2014 / April 28, 2014

ÖZET

Besinlerin poliamin içerikleri

Putresin (diamin), spermidin (triamin) ve spermin (tetramin) doğada yaygın olarak bulunan başlıca polikasyonik doğal aminlerdir. Putresin ve spermidin hemen hemen tüm organizmalarda yer alırken spermin başlıca ökaryotik hücrelerde bulunur. Poliaminler memelilerde hücre büyümesi, farklılaşması, DNA, RNA ve protein sentezinde rol alırlar. Hücrelerde endojen olarak üretilebildikleri gibi diyet yoluyla ekzojen olarak da alınırlar. Poliaminler, her tip hücre büyümesi, çoğalması ve hayatın devamlılığı için gereklidirler. Bu nedenle, ameliyat sonrası hastaların iyileşmesi, yaraların kapanması ve yeni doğanların büyümesi gibi hızlı hücre büyümesi gereken durumlarda diyet poliamin miktarı artırılır. Ancak, yüksek miktarda intraselüler poliamin varlığı çeşitli kanser tipleriyle ilişkilendirilmiştir. Sınırlı ekzojen poliamin alımı ise, tümör terapi stratejilerinde ümit verici bulunmuştur. Sağlık ve hastalıkta biyoaktif aminlerin etkisi üzerine artan sayıda literatür bulunmakla birlikte, Türkiye’de, anne sütü ve besinlerde poliamin içeriği hakkında, özellikle diyet hazırlanmasına uygun bilgi sınırlıdır. Diyetisyenler için, besinlerin güvenilir poliamin içerikleri bilgisine gereksinim vardır. Bu derlemede, sebze, meyve, anne sütü, et ve süt ürünleri başta olmak üzere çeşitli besinlerin poliamin içerikleri ve günlük tüketim ihtiyaçları literatüre dayalı şekilde özetlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Poliamin, putresin, spermidin, spermin, sebze, meyve, et ürünleri, süt ürünleri, anne sütü

ABSTRACT

Polyamines in foods

Putrescine (diamine), spermidine (triamine) and spermine (tetramine) are the most abundant polycationic natural amines. Putrescine and spermidine are found in nearly all organisms, while spermine is mainly found in eukaryotic cells. They are involved in the regulation of gene expression, translation, cell proliferation and differentiation, DNA, RNA and protein synthesis in mammalian cells. They can be supplied by endogenous synthesis inside the cell or intake from exogenous sources. Polyamines are critical for all types of cellular proliferation and for the continuation of life in all cell types. An increased need of dietary polyamines is suggested during rapid growth, such as neonatal period, wound healing and after surgery. However, it was also shown that the high levels of intracellular polyamines correlate with various human cancers. The limited exogenous polyamines emerges as a promising strategy in tumour therapy. There is a growing body of literature related to the effects of bioactive amines on health and diseases, but limited information about polyamine contents of food and human milk is available especially for diets in Turkey. Reliable information on polyamine content in foods is needed for dietitians. In this review, polyamine content of foods, especially vegetables, fruits, mother milk, meat and dairy products, and requirement of daily intake were summarised based on the literature.

Key words: Polyamine, putrescine, spermidine, spermine, vegetables, fruits, meat products, dairy products, mother milk

GİRİŞ

Poliaminler, ökaryotik ve prokaryotik tüm canlılarda bulunan bazik yapıdaki biyojenik aminlerdir. Hücre büyümesi, farklılaşması, DNA, RNA ve protein sentezinden sorumludurlar (1,2). Vücut poliamin havuzu, diyetle alınan,

hücrede sentezlenen ve barsakta mikrobiyal sentez yoluyla üretilen poliaminler olmak üzere üç kaynaktan besinler (3,4). Memeli hücrelerinde poliaminlerden, sadece putresin, spermidin ve spermin sentezlenir. Hücrede poliamin seviyesi, sentez, katabolizma ve taşınımın birlikte düzenlenmesiyle gerçekleştirilir. Enzimler aracılığıyla ornitinden sırasıyla

putresin, putresinden spermidin, spermidinden spermin sentezlenir. Besin yoluyla alınan poliaminler emilerek vücutta tamamına dağılır ve hücre büyümesi için kullanılırlar. Hızlı hücre büyümesi gerçekleşen durumlarda, kanserli dokularda hücrede poliamin seviyesi yüksek bulunmuştur. Terapötik amaçlı düşük poliamin diyeti uygulanan hastaların yaşam kalitesinin arttığı bildirilmiştir (5). Hücrede poliamin seviyesini belirleyen unsurlardan biri de besin kaynaklı poliaminlerdir. Bu nedenle diyetin poliamin içeriği önemlidir.

Tüm besinler poliamin içerirler, ancak içeriklerindeki putresin, spermidin ve spermin oranları farklıdır. Bitkisel veya hayvansal kaynaklı besinlerde poliamin içeriği besinin yapısı ile mikroorganizmaların cinsine bağlı olarak değişir. Besinlerin poliamin içerikleri farklı besinler için oldukça değişkenlik gösterdiği gibi, aynı besinler için işleme, depolama, mevsimsel vb. süreçlerin değişimine bağlı olarak farklı sonuçlar verir (3,6). Şeker içeren işlenmiş besinlerin ve yağ oranı yüksek besinlerin poliamin içeriklerinin düşük olduğu ve diyet poliamin alımı ile ilişkili olmadığı gösterilmiştir (7). Besin yoluyla alınan en önemli poliamin kaynakları, sebze, meyve, tahıl, kuruyemiş, et ve süt ürünleridir. Bu nedenle kişilerin beslenme şekli, diyet ile alınan poliamin miktarını önemli ölçüde etkilemektedir. Poliaminler yapıları ve fonksiyonları açısından uzun zamandan beri ilgi alanı oluşturmuşlardır. 1996-2001 yılları arasında 12 ülkenin katılımıyla gerçekleştirilen COST Action 917 "Besinlerde biyoaktif aminler" konulu proje kapsamında, konu ile ilgili önemli bilgiler bir araya getirilmiştir (8). Günümüzde hastalıklarla olan ilişkileri ve özellikle kanser üzerine etkileri konusunda artan çalışmalar, poliaminlerin beslenme açısından değerlendirilmelerinin önemini ortaya çıkarmaktadır (9).

Diyet Poliaminleri: Sindirim ve Emilim

Hücrede, serbest veya bitki fenolikleri, membran fosfolipidleri gibi bir başka moleküle kovalent olarak bağlı konjuge poliaminler şeklinde bulunurlar (10). Asidik ortamda hidroliz edildiklerinde serbest hale geçerler.

Besin yoluyla alınan poliaminlerin önemli bir kısmı sistemik dolaşıma girmeden önce barsakta degrade olurlar; daha sonra duodenum ve jejunum lümeninden pasif difüzyonla kana geçerler. Kana emilen poliaminler vücudun tamamına dağılır ve hücre büyümesi için kullanılırlar. İnce barsakta ve kolon lümeninde en yaygın bulunan poliamin,

putresin'dir. Putresin hızlı bir şekilde emilir ve metabolik aktif spermidin ve spermine dönüşür (11). Gastrointestinal sistem vücuttaki önemli bir poliamin kaynağıdır. Benamouzig ve ark. açlık durumunda insan barsak lümeninde önemli miktarda poliamin saptamışlar ve endojen salgılamaya sonuca bulunduğu şeklinde yorumlamışlardır (12). Radyoaktif işaretleme yöntemi kullanılarak ekzojen poliaminlerin toplam vücut havuzuna katkısını belirlemek için yapılan çalışmada, diyetle alınan poliaminlerin dolaşım sistemi yoluyla tüm dokulara ulaştığı bildirilmiştir (13).

İntestinal mikrobiyota önemli bir biyoamin kaynağıdır. Yüksek putresin içeriğinin, başlıca Enterobacteriaceae ve Clostridium türleri olmak üzere, bakteriyel kökenli olduğu gösterilmiştir (14). Farklı bitkisel besinlerin barsak mikrobiyotasında poliamin sentezi üzerine etkileri ve vücut poliamin havuzuna katkıları ileriye dönük araştırma konularını oluşturabilir.

Diyetle Alınan Bitkisel Kaynaklı Poliaminler

Putresin, spermin ve spermidin bitkilerde bulunan önemli poliaminlerdir. Bitkisel besinlerde putresin (en fazla) ve spermidin yüksek, spermin düşük konsantrasyonda bulunur (3). Yüksek putresin içeren besinler (>40 mg/kg) portakal, portakal suyu, mandalina, greyfurt suyu, ketçap, dondurulmuş bezelye, fermente soya ürünleridir. Baklagiller, özellikle soya, armut, karnabahar ve brokoli en yüksek spermidin içeriğine sahiptirler (>30 mg/kg). Aynı besinler, özellikle baklagiller, spermin açısından da zengindirler. Mısır, bezelye ve patates, putresin ve spermidin açısından zengindir. Bezelyede diğer bitki kaynaklı besinlere oranla (kaju hariç) spermin oranı daha yüksektir (15). Asya'da tüketilen besinlerin incelendiği bir çalışmada, en yüksek putresin seviyesi mısır, ekşi meyveler, soya, fasulyede; en yüksek spermidin seviyesi soya, fasulye türü bitkiler ve sebzelerde; en yüksek spermin seviyesi yenilebilir sakatat ve yumuşakçalar, et, soya ve diğer baklagillerde tespit edilmiştir (16). Japonya'da 227 bitkisel besinin analizi sonucu, pirinç kepeği, buğday, yeşil biber, Japon kabağı, soya, fermente soya, fıstık, mantar, fermente salatalık, portakal, Filipin mangosu ve yeşil yapraklı çayda yüksek oranda poliamin içeriği bulunmuştur (17). Meyve ve sebzeler olgunlaştıkça poliamin içeriği azalma eğilimindedir (18,19).

Suda pişirildiğinde poliaminlerin bir kısmı suya geçmektedir. Örneğin, brokoli ve pırasadan %20-25, asparagus ve

karnabahardan %40 oranında suya geçiş olduğu tespit edilmiştir (20). Pişirilmiş kabakta 5,6 mg/kg ve lahana turşusunda 146 mg/kg putresin bulunmuştur (21). Kabak, marul gibi taze sebzelerin depolama süreleri (5°C'de beş gün) boyunca spermidin ve spermin miktarı belirgin bir değişim göstermezken putresin miktarı 3-8 kat artmıştır (3,22).

Diyetle Alınan Hayvansal Kaynaklı Poliaminler

Bitkisel besinlerin aksine hayvansal kaynaklı besinlerin putresin içeriği düşük bulunmuştur. Et, balık ve et ürünlerinde genellikle putresin ve spermin, spermidinden daha yüksek konsantrasyonda bulunur (3). Spermin miktarı ette 20-60 mg/kg, balıkta <10 mg/kg olarak bulunmuştur. Et ve balıkta spermidin miktarı nadir olarak 10 mg/kg'ı aşar.

Tavuk etinde, kesildikten hemen sonra yapılan analizde spermidin ve spermin varlığı belirlenmiş ancak 4°C'de depolama sonrasında sperminin azaldığı, spermidinin sabit kaldığı ve putresinin sonradan oluştuğu tespit edilmiştir. Depolamanın 15. gününde göğüs etinde, but etine oranla daha yüksek biyojenik amin varlığı tespit edilmiştir. Nugget, hamburger, sosis gibi tavuk bazlı ürünler içinde en yüksek amin konsantrasyonu sosiste görülmüştür (23). 5°C'de depolanan sığır, koyun etleri ve kıyma üzerinde yapılan çalışmada, putresin içeriğinde, 20-22°C'de 7 gün bekletilen kıymada putresin, spermidin ve spermin miktarlarında artış olduğu bildirilmiştir (24,25). Benzer şekilde, 13 gün depolama sonrasında putresin içeriğinde artış gözlenirken spermin ve spermidinin değişmediği, 4°C'de 36 gün bekletilen sığır ve tavuk etlerinde putresin seviyesinin arttığı ancak spermin seviyesinin azaldığı tespit edilmiştir (26,27).

Fermente et ürünleri, son ürün kalitesini geliştirmek ve stabilize etmek amacıyla starter kültür ilave edilmektedir. Laktik asit bakterileri, starter kültürlerin en önemli grubunu oluşturmaktadır. Bu kültürler, laktik asit üretimi yoluyla pH'da düşüş sağlamak ve koruyucu etki yapmaktadır. Ancak laktik asit bakterileri poliamin de oluşturmaktadırlar. İşlenmemiş başlangıç örneklerinde spermin ve spermidin bulunduğu ancak fermentasyon sonrasında oluşan ürünlerde putresin, spermidin ve spermin miktarlarının sırasıyla 10 mg/kg veya 100 mg/kg, 1 mg/kg ve 10 mg/kg civarına ulaştığı tespit edilmiştir. İşlenmemiş et ile karşılaştırıldığında putresin seviyesinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, Yunanistan'da marketlerde satılan sosisler üzerinde yapılan çalışmada, putresin (96,5 mg/kg) ve tiramin

(197,7 mg/kg) seviyeleri yüksek olarak belirlenmiştir (28). Konserve tuna balığı üzerine yapılan bir çalışmada ise, spermidin ve spermin seviyesi azalırken putresinin aynı düzeyde kaldığı bildirilmiştir (29).

İnek sütü, yoğurt ve yumurtada tüm poliaminlerin düzeyleri çok düşüktür (21). Ancak peynirde, özellikle olgun peynirde yüksek seviyelere ulaşır. Çeşitli peynir tiplerinde yapılan çalışmalar sonucunda, başlıca biyojenik aminlerin histamin, tiramin, putresin ve kadaverin olduğu görülmüştür. Motyl ve ark., inek sütünde spermidin ve spermin içeriklerinin ineğin cinsine, laktasyon fazına ve süt verimine bağlı değiştiğini, en yüksek değerlerin kolostrumda olduğunu ve laktik asit fermentasyonu ile her ikisinin de arttığını bildirmişlerdir (30). Peynirin olgunlaşma süresi arttıkça poliamin içeriği artmaktadır.

Çiğ süttten üretilerek olgunlaştırılan Hollanda tipi peynirlerde fazla miktarda biyojen amin oluştuğunu, buna karşılık pastörize sütle yapılanların, yüksek düzeyde Laktobasil içermelerine rağmen, biyojen amin içeriklerinin belirlenebilir düzeyin altında olduğu ifade edilmiştir (31). Bazı laktik asit bakterilerinin biyojen amin üretimlerinin incelendiği bir çalışmada, laktobasil suşlarının önemsenmeyecek düzeyde biyojen amin oluşturduğu, bununla birlikte laktokokların genellikle biyojen amin üreticisi olmadığı ancak bunlardan bazı suşların yüksek miktarda biyojen amin oluşturdukları, enterokok suşlarının ise tamamının biyojen amin ürettikleri saptanmıştır (32).

Ülkemizde yaygın kullanılan peynirlerin biyojen amin içeriklerinin tespit edildiği çalışmalarda, tulum peynirinde (n=20) putresin (33,2 mg/100g), spermidin (9,79 mg/100g) (33), Civil peynirinde (n=6) putresin (67,43 mg/100g), Urfa peynirinde (n=9) spermidin (37,30 mg/100g), Mihaliç peynirinde (n=4) putresin (20,87 mg/100g), spermidin (12,98 mg/100g), olgun kaşar peynirinde (n=10) putresin (8,81 mg/100g), spermidin (11,48 mg/100g), otlu peynirde (n=9) putresin (2,43 mg/100g), spermidin (11,57 mg/100g), taze kaşar peynirinde (n=5) putresin (3,47 mg/100g), spermidin (7,57mg/100g), örgü peynirinde (n=9) putresin (4,83 mg/100g), spermidin (2,23 mg/100g) tespit edilmiştir (34). Putresin peynir örneklerinde en fazla bulunurken, spermidin bazı peynirlerde tespit edilmiş ancak örneklerin hiçbirinde spermine rastlanmamıştır. Benzer şekilde 100 adet olgunlaşmamış ve 4 tür olgunlaşmış peynir örneğinde yapılan başka bir çalışmada, en yüksek poliamin içeriği putresin, daha sonra sırasıyla spermidin ve en az spermin olarak tes-

pit edilmiştir (35).

Haşlanmış yumurtada poliamin içeriği çok düşük bulunmuştur (1,36).

Anne Sütünde Poliaminler

Anne sütü yeni doğanlar için ilk ekzojen poliamin kaynağıdır. Anne sütünde poliamin içeriği emme süresince değişmektedir (37). Bu değişim meme dokularındaki metabolik aktivite ve protein sentez hızı değişimine bağlanmaktadır (38). İlk hafta putresin seviyesi çok düşük iken spermidin ve spermin ilk üç günde önemli artış göstererek sabit değere ulaşmıştır. Bir ay sonunda putresin konsantrasyonu çok az artmış (1 nmol/mL'den 3 nmol/mL'ye), spermin ve spermidin konsantrasyonları benzer değerlerde kalmış ve en yüksek değere 1 haftalık emme sonunda ulaşmıştır. Dört ay laktasyon sonrasında, putresin az miktarda artarken spermin ve spermidin neredeyse değişmeden kalmıştır (39).

Diyetle alınan poliaminin, anne sütünde putresin ve spermidin konsantrasyonu üzerine belirgin bir etkisi olduğu, spermin konsantrasyonunun ise değişmediği bildirilmiştir (38,40,41). Sonuç olarak anne sütünde poliamin miktarı, annenin diyetine, yaşam stiline ve genetik yapısına bağlı olarak yüksek veya düşük bulunabilmektedir.

Bebeklerin günde yaklaşık 500-700 mL anne sütü aldığı göz önüne alınırsa, normal kilolu bir annenin sütünden (671 nmol/dL), ortalama 3357-4700 nmol/gün poliamin alınmaktadır. Obez anne sütlerinde bu oran yaklaşık %14 daha düşük bulunmuştur. Atiya Ali ve ark., obez annelerin sütlerindeki poliamin seviyesinin, normal annelerin sütündeki miktardan daha düşük olduğunu tespit etmişler ve bunun annenin beslenme alışkanlıklarına bağlı olabileceğini ileri sürmüşlerdir (42). İn vitro bir çalışmada, ekzojen poliaminlerin meme dokularına alımı ve birikmesinin prolaktin hormonu varlığında çoğaldığı gösterilmiştir (43).

Günlük Diyet Poliamin Alımı

Yetişkinler için ortalama günlük poliamin alımı 350-550 µmol olarak belirlenmiştir (44). Diyet poliaminleri, vücut havuzuna katkıda bulunduğundan günlük alınması gereken miktarlar önemlidir. Farklı araştırma gruplarının oluşturdukları, besinlerin poliamin içeriklerini belirten veriler bulunmakla birlikte poliamin veri bankası anlamında bir

oluşum bulunmamaktadır. Bu çalışmalardan birinde, Fred Hutchinson Kanser Merkezinde (A.B.D.) besin tüketim anketi yapılarak diyetle putresin, spermidin ve spermin miktarları değerlendirilmiş ve miktarları 159.133 nmol/gün putresin, 54.697 nmol/gün spermidin, ve 35.698 nmol/gün spermin olarak hesaplanmıştır. Diyete en önemli putresin katkısı portakal ve grefurt suyundan (44.441 nmol/gün), spermidin katkısı yeşil bezelyeden (3.283 nmol/gün) ve spermin katkısı etten (2.186 nmol/gün) gelmiştir (45).

Bardocz ve ark., tipik bir İngiliz diyetinde, günlük poliamin alımının %57'sinin putresinden, %26'sının spermidinden ve %18'inin sperminden geldiğini bildirmişlerdir. İngiliz diyetinde, süt ürünleri düşük poliamin içerirken fermentasyon ürünü olan peynirde daha yüksektir. Yeşil sebzelerde spermidin; sebze, balık, patates ve diğer sebzelerde putresin daha fazladır. Kırmızı et ve tavukta ise spermin daha yüksek değerdedir (1).

İsveç'te yapılan benzer analizde, günlük alınan toplam poliaminin önemli bir kısmının (%48) meyvelerden sağlandığı, bunun yanı sıra poliaminlerden zengin soya, lahana turşusu ve diğer fermente ürünlerden alınan kısmın ise düşük olduğu bildirilmiştir. Adolesanlar için hesaplanan ortalama diyet poliamin alımı (316 µmol/gün), tüketilen besin tipine bağlı değişse de her bir poliaminin (putresin, spermidin, ve spermin) toplam poliamine oranı aynı bulunmuştur. Günlük putresin, spermidin ve spermin değerleri sırasıyla 215,5 µmol, 66 µmol ve 34,5 µmol olarak hesaplanmıştır. İdeal İsveç diyetinde poliaminlerin, %70'i meyveden gelen putresin, %60'ı meyve ve sebzeden gelen spermidin, %60'ı sebze ve et ürünlerinden spermin olarak sağlandığı belirlenmiştir. Erkekler genelde kadınlardan daha fazla poliamin almışlardır (46).

Japonya'da toplam poliamin alımı, Avrupa ülkelerinden daha düşük bulunmuştur. Hesaplanan poliamin alımı 200 µmol /gün, bunun yaklaşık yarısı putresin olarak belirlenmiştir. Günlük poliamin alımının %45'ini putresin, %37'sini spermidin ve %18'ini spermin oluşturmuştur. En önemli besin kaynakları putresin için, sebzeler, baharatlar, meyve ve kahvaltılık gevrekler; spermidin için, sebzeler, fasulye ve kahvaltılık gevrekler; spermin için et ve balık olarak tespit edilmiştir. Japonya'da tüketilen peynirler Avrupa ülkelerine oranla daha düşük poliamin içermektedirler. Bunun toplam poliamin alımı üzerine etkili olduğu bildirilmiştir (47).

Otuzbeş Asya ülkesinde, domestik ürünlerle alınan gün-

lük poliamin miktarının tespit edildiği ve yaşam süresiyle ilişkilendirildiği bir çalışmada, putresin, spermidin, spermin ve toplam poliamin miktarları sırasıyla $39,07 \pm 17,98$ (%44), $33,74 \pm 14,35$ (%39), $14,05 \pm 6,60$ (%17) ve $86,85 \pm 33,96$ $\mu\text{mol}/100$ kcal olarak bildirilmiştir. Günlük beslenmede, sebzelerden gelen putresin %45,5, spermidin %62,2 ve spermin %27,7, et ve et ürünlerinden gelen spermin %50'sini oluşturmuştur (48).

SONUÇ

Besin yoluyla alınan poliaminlerin sağlıklı ve hasta beslenmesindeki rolü önemlidir. Bu nedenle, besinlerin polia-

min içeriklerinin ve kişilerin gereksinimlerine göre, günlük beslenmede tüketilmesi gereken poliamin miktarının belirlenmesi önem kazanmaktadır. Yapılan çalışmalarda, poliaminlerin rafine şeker ve yağlarda bulunmadığı; sebze, meyve ve et ürünlerinde yüksek oranda bulunduğu; süt, yumurta ve yoğurttaki düşük miktarda olmakla birlikte fermente süt ve et ürünlerinde poliamin miktarının arttığı bildirilmiştir. Anne sütünde poliamin içeriği annenin beslenmesinden etkilenmektedir. Ülkemizde diyetisyenlerin, poliamin içeriklerini kullanabilecekleri bir veri bankası henüz oluşturulmamıştır. Böyle bir veri bankası, sağlık ve hastalık durumunda uygun menülerin oluşturulabilmesi açısından fayda sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Bardóc S, Duguid TJ, Brown DS, Grant G, Pusztai A, White A, Ralph A. The importance of dietary polyamines in cell regeneration and growth. *Br J Nutr.* 1995;73(6):819-828.
- Yatin M. Polyamines in living organisms. *J Cell Mol Biol.* 2002;1:57-67.
- Kalac P, Krausova P. A review of dietary polyamines: formation, implications for growth and health and occurrence in foods. *Food Chem.* 2005;90:219-230.
- Löser C, Eisel D, Fölsch UR. Dietary polyamines are essential luminal growth factors for small intestinal and colonic mucosal growth and development. *Gut.* 1999;44:12-16.
- Nowotarski SL, Woster PM, Casero RA. Polyamines and cancer: implications for chemotherapy and chemoprevention. *Expert Rev Mol Med.* 2013;15:e3.
- Ali MA, Poortvliet E, Stromberg R, Yngve A. Polyamines in foods: development of a food database. *Food Nutr Res.* 2011;55.
- Binh PNT, Soda K, Kawakami M. Mediterranean diet and polyamine intake: possible contribution of increased polyamine intake to inhibition of age-associated disease. *Nutr Diet Suppl.* 2010;2011:3:1-7.
- Biogenically active amines in food FA COST Action 917. Available from http://www.cost.eu/domains_actions/fa/Actions/917 (Last accessed: April 2014)
- Buyuksulu N, Togay SO. The effects of nutritional polyamines on human health. *Book of Abstracts of the EuroFoodChem XVII, May 07-10. 2013.* p.769.
- Bagn, N, Tassoni A. Biosynthesis, oxidation and conjugation of aliphatic polyamines in higher plant. *Amino Acids.* 2001;20(3):301-317.
- Milovic V. Polyamines in the gut lumen: Bioavailability and biodistribution. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 2001;13(9):1021-1025.
- Benamouzig R, Mahe S, Luengo C, Rautureau J, Tome D. Fasting and postprandial polyamine concentrations in the human digestive lumen. *Am J Clin Nutr.* 1997;65(3):766-770.
- Bardocz S, White A, Grant G, Brown DS, Duguid TJ, Pusztai A. Uptake and bioavailability of dietary polyamines. *Biochem Soc Trans.* 1996;24(2):226S.
- Shalaby AR. Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Res Int.* 1996;29(7):675-690.
- Larque E, Sabater-Molina A, Zamora S. Biological significance of dietary polyamines. *Nutrition.* 2007;23(1):87-95.
- Binh PNT, Soda K, Maruyama C, Kawakami M. Relationship between food polyamines and gross domestic product in association with longevity in Asian countries. *Health.* 2010;2(12):1390-1396.
- Nishimura K, Shiina R, Kashiwagi K, Igarashi K. Decrease in polyamines with aging and their ingestion from food and drink. *J Biochem.* 2006;139(1):81-90.
- Valero D. The role of polyamines on fruit ripening and quality during storage: what is new. *Acta Horticulturae.* 2010;884:199-205.
- Yen GC. Effects of heat treatment and storage temperature on the biogenic amine content of straw mushroom (*Volvarella volvacea*). *J Sci Food Agric.* 1992;58:59-61.
- Ziegler W, Hahn M, Wallnofer. Changes in biogenic amine contents during processing of several plant foods. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau.* 1994;90:108-112.
- Eliassen KA, Reistad R, Risoen U, Ronning HF. Dietary polyamines. *Food Chem.* 2002;78(3):273-280.
- Simon-Sarkadi L, Holzapfel WL, Halasz A. Biogenic amine content and microbial contamination of leafy vegetables during storage at 5°C. *J Food Biochem.* 1994;17(6):407-418.
- Silva CMG, Gloria MBA. Bioactive amines in chicken breast and thigh after slaughter and during storage at 4±1°C and in chicken-based meat products. *Food Chem.* 2002;78(2):241-248.
- Edwards RA, Dainty RH, Hibbard CM. The relationship of bacterial numbers and types to diamine concentration in fresh and aerobically stored beef, pork and lamb. *Int J Food Sci Tech.* 1983;18:777-88.

25. Majjala RL, Eerola SH, Aho MA, Hirn J A. The effect of GDL-induced pH decrease on the formation of biogenic amines in meat. *J Food Protect.* 1993;56(2):125-129.
26. Yano Y, Kataho N, Watanabe M, Nakamura T. Changes in the concentration of biogenic amines and application of tyramine sensor during storage of beef. *Food Chem.* 1995;54(2):155-159.
27. Vinci G, Antonelli ML. Biogenic amines: Quality index of freshness in red and white meat. *Food Control.* 2002;13(8):519-524.
28. Papavergou EJ, Savvaidis IN, Ambrosiadis IA. Levels of biogenic amines in retail market fermented meat products. *Food Chem.* 2012;135(4):2750-2755.
29. Veciana-Nogues MT, Marine-Font A, Vidal-Carou MC. Biogenic amines in fresh and canned tuna. Effects of canning on biogenic amine contents. *J Agric Food Chem.* 1997;45(11):4324-4328.
30. Motyl T, Ploszaj T, Wojtasik A, Kukulska W, Podgurniak M. Polyamines in cow's and sow's milk. *Comp Biochem Physiol Biochem Mol Biol.* 1995;111(3):427-433.
31. Joosten HMLJ. Biogenic amine contents of Dutch cheese and their toxicological significance. *Neth Milk Dairy J.* 1988;42(1):25-42.
32. Durlu-Özkaya F. Salamura Beyaz peynirden izole edilen bazı laktokok, enterokok ve laktobasil suşlarının proteolitik aktivite, bakteriyosin etkenliği ve biyojen amin oluşumu açısından karşılaştırılması. Doktora tezi, AÜ Fen Bil Enst Gıda Müh AD, Ankara, 2001;s.134.
33. Durlu-Ozkaya F, Ayhan K, Ozkan G. Biogenic amine determination in Tulum cheese by high performance liquid chromatography. *Milchwissenschaft.* 2000;55(1):27-28.
34. Durlu-Özkaya F. Biogenic amine content of some traditional Turkish cheeses. *Biogenic Amines. J Food Prod Preservation.* 2002;26(4):259-265.
35. Novella-Rodriguez S, Veciana-Nogues MT, Izquierdo-Pulido M, Vidal-Carou MC. Distribution of biogenic amines and polyamines in cheese. *J Food Sci.* 2003;68(3):750-755.
36. Okamoto A, Sugi E, Koizumi Y, Yanagida, Udaka S. Polyamine content of ordinary foodstuffs and various fermented foods. *Biosci Biotechnol Biochem.* 1997;61(9):1582-1584.
37. Löser C. Polyamines in human and animal milk. *Br J Nutr.* 2000;84(1):55-58.
38. Buts JP, De Keyser N, De Raedemaeker L, Collette E, Sokal EM. Polyamine profiles in human milk, infant artificial formulas, and semi-elemental diets. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1995;21(1):44-49.
39. Romain N, Dandrifosse G, Jeusette F, Forget P. Polyamine concentration in rat milk and food, human milk, and infant formulas. *Pediatr Res.* 1992;32(1):58-63.
40. Buts JP Polyamines in milk. *Annals Nestle.* 1996;54:89-104.
41. Atiya Ali M, Strandvik B, Sabel KG, Palme Kilander C, Strömberg R, Yngve A. Polyamine levels in breast milk are associated with mothers' dietary intake and are higher in preterm than full-term human milk and formulas. *J Hum Nutr Diet.* 2013.
42. Ali MA, Strandvik B, Palme-Kilander C, Yngve A. Lower polyamine levels in breast milk of obese mothers compared to mothers with normal body weight. *J Hum Nutr Diet.* 2013; 26(Suppl 1):164-170.
43. Kano K, Oka T. Polyamine transport and metabolism in mouse mammary gland. General properties and hormonal regulation. *J Biol Chem.* 1976;251(9):2795-2800.
44. Bardocz S, Grant G, Brown DS, Ralph A, Pusztai A. Polyamines in food - implications for growth and health. *J Nutr Biochem.* 1993;4:66-71.
45. Zoumas-Morse C, Rock CL, Quintana EL, Neuhaus ML, Gerner EW, Meyskens FL. Development of a polyamine database for assessing dietary intake. *J Am Diet Assoc.* 2007;107(6):1024-1027.
46. Ali MA, Poortvliet E, Strömberg R, Yngve A. Polyamines: total daily intake in adolescents compared to the intake estimated from the Swedish Nutrition Recommendations Objectified (SNO). *Food Nutr Res.* 2011;55.
47. Nishibori N, Fujihara S, Akatuk T. Amounts of polyamines in foods in Japan and intake by Japanese. *Food Chem.* 2007;100(2):491-497.
48. Binh PNT, Soda K, Maruyama C, Kawakami M. Relationship between food polyamines and grossdomestic product in association with longevity in Asian countries. *Health.* 2010;2(12):1390-1396.