Bozok Veterinary Sciences

Bozok Vet Sci
(2020) 1, (1): 22-28

Derleme / Review

Gıda Katkı Maddeleri ve Süt Endüstrisinde Kullanılan Antimikrobiyaller

Selçuk ALAN[1], Gülsüm ÖKSÜZTEPE[2]✉

[1]Tarım ve Orman Bakanlığı, Veteriner Kontrol Enstitüsü, Elazığ/TÜRKİYE
[2]Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Elazığ/TÜRKİYE

◆ **Geliş Tarihi/Received:** 04.09.2020 ◆ **Kabul Tarihi/Accepted:** 18.09.2020 ◆ **Yayın Tarihi/Published:** XXX

Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article:
Alan S, Öksüztepe G. Gıda Katkı Maddeleri ve Süt Endüstrisinde Kullanılan Antimikrobiyaller. Bozok Vet Sci (2020) 1, (1): 22-28.

Özet: Gıda katkı maddelerinin ana kullanım amaçlarından birisi de gıdaları ilk günkü tazeliğiyle ve niteliğiyle korumak ve raf ömrünü uzatmaktır. Teknolojinin ilerlemesiyle ve uygulanan yeni üretim teknikleri sayesinde gıda sektöründe verim artışı, kayıpların minimize edilmesi, ürün kalitesinin arttırılması ve standardizasyonu, ürünlerin dayanma sürelerinin arttırılması ve değişik formülasyonlara sahip yeni gıdaların üretimi gibi uygulamalar zamanla hız kazanmıştır. Gıda Katkı Maddeleri kavramı ile bu kavramın getirdiği avantajlar ve dezavantajlar teknolojik gelişim sürecinde bilimsel verilerle ortaya konmuştur. Bu konuyla ilgili çeşitli araştırmaların gelecekte daha da hız kazanarak daha yoğun bir şekilde devam edeceği de öngörülmektedir. Bu derlemede gıda katkı maddeleri ve süt endüstrisinde kullanılan antimikrobiyaller hakkındaki genel bilgiler ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gıda katkı maddeleri, Süt ürünleri, Antimikrobiyaller, Halk sağlığı

Food Additives and Antimicrobials Used in the Dairy Industry

Abstract: One of the main uses of food additives is to preserve the freshness and quality of food on the first day and to extend its shelf life. With the advancement of technology and the new production techniques applied, applications such as increased productivity in the food sector, minimizing losses, increasing product quality and standardization, increasing the durability of products and the production of new foods with different formulations have gained speed over time. The concept of Food Additives and the advantages and disadvantages brought by this concept have been revealed with scientific data in the technological development process. It is also predicted that various researches on this subject will continue more intensely in the future, gaining even more momentum. In this review, general information about food additives and antimicrobials used in dairy industry is discussed.

Keywords: Food additives, Dairy products, Antimicrobials, Public health

1.Giriş

Uzun yıllardır gıdaları daha uzun süre muhafaza edebilmek için çeşitli yollar denenmiştir. Genellikle gıdaları ısıl işlemlerle, soğuk havanın etkisiyle, kurutarak veya fermentasyona uğratarak korunmasına çalışılmıştır. Bazı durumlarda kimyasal maddeler de kullanılmış olmasına rağmen bu kimyasal maddelerin koruyucu olarak gıdalara katılma işlemlerine son yıllarda başlanılmıştır. Böylelikle üretilen ürünlerin özelliklerini kaybetmeden daha uzun süre dayanmaları sağlanarak depolamada, ambalajlamada ve satış pazarında çeşitli kolaylıklar ortaya çıkmıştır. Gıdaların kalitesini olumsuz yönde etkileyen, gıdalarda arzu edilmeyen ve sağlık bakımından önem arz eden olumsuz olayların birçoğunun temelinde mikrobiyal bozulmalar yatmaktadır. Gıdalarda görülen mikrobiyal bozulmaların kontrolü için kullanılan çeşitli koruyucular bulunmaktadır. Bu gıda koruyucularına antimikrobiyal katkı maddeleri ismi verilmiştir (1). Bu antimikrobiyal katkı maddelerinin kullanım amaçlarından biriside gıdalarda istenmeyen ancak herhangi bir nedenle gıdalara sekunder olarak bulaşan patojenler, küfler, mayalar ya da patojen olmayan her türlü mikroorganizmayı inhibe etmek veya bunların çoğalmalarını engellemektir. Birçok ülkede gıdalara katılabilecek koruyucu katkı maddeleri ve miktarları hakkında yasal düzenlemeler mevcuttur. Koruyucu katkı maddelerin miktarları ülkemizde Türk Gıda Kodeksi ile Dünya'da ise Dünya Sağlık Örgütü (WHO-World Health Organisation), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO-Food Agriculture Organisation) ve Gıda Maddeleri Uzman Komitesi (JECFA-The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) gibi kuruluşlarca yasal limitleri belirlenmektedir. Bu derlemede gıda katkı maddeleri ve süt

✉: goksuztepe@firat.edu.tr

endüstrisinde kullanılan antimikrobiyaller hakkındaki genel bilgiler ele alınmıştır.

1.1.Gıda Katkı Maddelerinin Tanımı

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'ne göre; "tek başına gıda olarak tüketilmeyen, gıda ham veya yardımcı maddesi olarak kullanılmayan, tek başına besleyici değeri olan veya olmayan, seçilen teknoloji gereği kullanılan işlem veya imalat sırasında kalıntı veya türevleri mamul maddede bulunabilen, gıdanın üretilmesi, tasnifi, işlenmesi, hazırlanması, ambalajlanması, taşınması, depolanması sırasında gıda maddesinin tat, koku, görünüş, yapı ve diğer niteliklerini korumak, düzeltmek veya istenmeyen değişikliklere engel olmak ve düzeltmek amacıyla kullanılmasına izin verilen maddeler" gıda katkı maddesi olarak tanımlanmaktadır (2). Dünya nüfusunun artmasına paralel olarak insanoğlunun besinsel ihtiyaçlarını karşılamak için gıdaların transfer işlemelerinde de artışlar olmuştur. Bu sebeple gıdaların yapısını, besin değerini ve aromasını koruyarak raf ömürlerini arttırmak ve çeşitli saprofit ve patojen mikroorganizmaların üremelerini engellemek için farklı muhafaza yöntemleri geliştirilmiştir. Buna ilave olarak çalışan nüfusun gün geçtikçe artmasıyla tüketime hazır gıdaların daha fazla talep görmesi ve tüketicilere daha çok çeşitlilikte gıda sunabilmek için gıda katkı maddelerinin kullanılma oranı da artmıştır (3).

1.2.Gıda Katkı Maddelerinin Kullanım Amaçları

- Gıdaların yapısını (tekstürünü), görünüşünü, lezzetini iyileştirmek
- Besleyici ve biyolojik değerini koruyabilmek ya da düzeltebilmek
- Gıdada ortaya çıkabilecek istenilmeyen değişiklikleri engelleyebilmek
- Ürününün raf ömrünü uzatabilmek ve kalitesini koruyabilmek
- Gıdada meydana gelebilecek mikrobiyal gelişme ve bozulmaları önlemek
- Gıdalarda bulunan hastalık yapıcı etkenlerin üremelerini engelleyebilmek (4).

1.3.Gıda Katkı Maddelerinin Sınıflandırılması

1.3.1.Gıdanın Kalitesine Etki Ederek Raf Ömrünü Arttıranlar

a) Antimikrobiyal Etkili Olanlar

Besinleri mikrobiyolojik bozulmalardan korumayı amaçlayan, raf ömrünü uzatmaya yarayan, gıdanın kendine özgü rengini ve aromasını koruyabilenler (sorbik asit, kükürt dioksit, asetik asit, benzoik asit, propiyonik asit, nitrit ve nitrat gibi) (1).

b) Antioksidant Etkili Olanlar

Gıdalarda istenmeyen koku, tat, aroma, enzimatik kararma ya da acımayı önlemek için kullanılanlar (butillendirilmiş hidroksitoluen (BHT), butillendirilmiş hidroksianisol (BHA), betakaroten, tokoferoller (E vitamini), askorbik asit (C vitamini) (1).

1.3.2.Pişme Özelliğini ve Gıdanın Yapısını Geliştirenler

a) pH Düzenleyiciler

Gıdanın pH'sını ayarlamak için asitliği düzenleyiciler kullanılır. Bu katkı maddeleri pH seviyesini düşürerek gıdada bakteriosidal ve bakteriostatik etki yaparlar.

b) Topaklanmayı Önleyiciler

Bu gruba giren katkı maddeleri tuz, baharat, pudra şekeri, hazır çorbalar ve süt tozu gibi ürünlerde topaklanmayı önlemek, akabilme yeteneğini koruyabilmek için kullanılırlar (trikalsiyum fosfat, alüminyum silikat vb).

c) Emülsifiyerler

Gıdalarda yağ ve suyun birbirine karışması ve homojen bir görünüm sağlanması amacıyla yüzey gerilimini azaltarak kullanılırlar (propilen glikol, lesitin, vb).

d) Yapay Tatlandırıcılar, Kıvam Arttırıcılar, Stabilizatörler

Su ve yağın tekrardan ayrılmasını önlemek amacıyla kullanılırlar (etilendiamin tetraasetik asit (EDTA), mumlar, keçiboynuzu zamkı, pektin vb) (3).

1.3.3.Renk İyileştiriciler ve Aroma Vericiler

a) Aroma Vericiler

Bunlar tat veya kokuyu arttırmak, ürünü daha beğenilir hale getirmek, gıdanın orijinal aromasını korumak ve düzeltmek amacıyla kullanılırlar (monosodyum glutamat, aspartam, mısır şurubu, glukoz, fruktoz, vb).

b) Renk İyileştiriciler

İşlem basamakları boyunca gıdanın kaybolan doğal rengini yeniden kazandırabilmek, bazı gıdalarda düşük olan rengi kuvvetlendirebilmek, bir rengi olmayan renksiz gıdaya renk vermek, kalitesiz ürünlerde düşük kaliteyi saklayarak tüketicinin beğenisine sunabilmek amaçlarıyla gıdalara katılabilirler (4).

1.3.4.Gıdanın Besin Değerini Koruyanlar

a) İşlem basamakları boyunca azalan besin öğelerinin yerine konanlar

(B1, B2 vitaminleri ve niasin).

b) Hazırlanmış diyette yoksun olan öğelerin yerine eklenenler

(A ve D vitaminleri) (5).

1.4.Antimikrobiyal Etkili Gıda Katkı Maddelerinin Özellikleri, Etki Mekanizmaları ve Kullanım Alanları

Türkiye'nin de içinde bulunduğu Avrupa Birliğinde kullanımına izin verilen gıda katkı maddeleri için E harfi ile başlayan numaralandırma işlemi yapılmakta ve E 200-285 arası koruyucular başlığı altında sınıflandırılmaktadır (6). Koruyucu olarak kullanılan antimikrobiyal etkili gıda katkı maddelerinin özellikleri gıda maddesinin konsantrasyonu, işlem basamakları, fiziksel ve kimyasal bileşimi, antimikrobiyal spektrumu, besinin bileşimi, pH'sı gibi faktörlere bağlıdır. Koruyucu maddeler mikroorganizmaların gelişimini durdurucu (bakteriyostatik, fungistatik) veya onları öldürücü (fungisidal, bakterisidal, sporisidal) etkili olabilirler. Kimyasal koruyucular ise mikroorganizmaları birçok mekanizma ile etkilemektedir (1).

1.4.1.Genetik Sisteme Etkileri

a) Transkripsiyon ve Replikasyonun Engellenmesi

Engelleme iki taraflı gerçekleşir. İlki DNA fonksiyonları engellenmekte ikincisi RNA polimeraz ya da DNA polimeraz inhibe edilebilmektedir. DNA işleyişleri farklı kimyasalların direkt DNA'ya bağlanması ile durdurulmaktadır. Bu olayda DNA'nın iki iplikçiği arasında iletişim kurmakta ve iplikçiklerin ayrılmasını inhibe etmektedir. Örnek; nitrit ve nitratlar.

b) Protein Sentezinin Engellenmesi

Bu inhibisyonda hücrenin içine giren çeşitli kimyasallar ribozomlara tutunmakta ya da ribozomlara saldırarak protein sentezini engellemektedir. Örnek; natamisin (7).

1.4.2. Hücre Çeperi ve Membrana Etkileri

Hücre duvarları lipoproteinlerin, lipopolisakkaritlerin, mukopeptidlerin ve proteinlerin kompleks polimerleridir. Koruyucu maddeler bu bileşiklerden birisinin sentezine etki ederek onların polimerizasyonunu engellemekte veya hücrenin gereksinimlerinin karşılamayan kusuru olan bir hücre duvarı oluşturmasına neden olmaktadır. Artan geçirgenliğinden dolayı kimyasal maddeler hücre içine girebilmekte, hücre çeperini lizis edebilmekte ya da hücre stoplazmasının koagülasyonuna neden olabilmektedir. Antimikrobiyal maddeler selektif geçirgenlik sağlayan sitoplazmik mebranın da geçirgenliğini etkileyebilmektedir. Bunun sonucunda besinler hücre içine girememekte, hücre içeriği dışarıya sızmakta ve hücre ölmektedir. Örnek; nisin ve natamisin (1).

1.4.3.Enzimlerin Engellenmesi

Enzim bileşikleri protein yapıda oldukları için yüzey aktif maddelerle, ağır metallerle, alkollerle veya fenollerle denatüre olabilmektedir. Enzimlerin biyolojik aktivitelerini yüksek derecede tuz konsantrasyonları azaltmaktadır. pH değişimleri enzimlerin aktivasyonunu engeller ve mikroorganizmaların çoğalmalarını inhibe eder. Aktif sülfidril (-SH) grupları içeren bazı enzim sistemlerini okside edici ajanlar inaktive etmektedir. Bu gruplar okside oldukları zaman disülfit (S-S) zincir formları enzimlerin aktive olmamasına neden olur. Örnek; sorbit asit ve sorbatlar (8).

1.4.4.Besin Öğelerine Tutunma

Antimikrobiyal etkili maddenin mikroorganizmanın yaşam döngüsü için gerekli esansiyel olan bileşiklere tutunması mikroorganizmanın bu bileşiği kullanmasına engel olduğu için mikroorganizmanın hayati faaliyetini de önleyebilir. Örnek; laktoferrin (9).

1.5.Süt Endüstrisinde Kullanılan Antimikrobiyal Etkili Gıda Katkı Maddeleri

1.5.1.Hidrojen Peroksit

Hidrojen peroksit (H_2O_2) birçok ülkede aseptik ambalaj materyali olarak bazı gıdalarda farklı amaçlarla kullanılan bir koruyucu katkı maddesidir (10). FDA (Food and Drug Administration-Birleşik Devletler Gıda ve İlaç Dairesi) hidrojen peroksitin gıda sektöründe kullanımını "Genelde Güvenli Olarak Kabul Edilen" (Generally Recognized As Safe- GRAS) statüsüne koymuştur. Birçok gıda ürününde veya gıda proses aşamalarında (pestisit kalıntılarının giderilmesi, mikotoksinlerin inhibe edilmesi) hidrojen peroksit güvenle kullanılmaktadır (11). Hidrojen peroksit bilinen en kuvvetli oksidantlardan birisidir. Ticari olarak H_2O_2 %30, 35 ve 50'lik (w/w) solüsyonlar halinde bulunur. Hidrojen peroksit, gıdalara ve ambalaj materyaline çözelti veya buhar şeklinde uygulanabilir (12). Sütün doğal yapısında bulunan laktik asit bakterileri tarafından da hidrojen peroksit üretilmektedir. Eğer sütte serbest oksijen varsa hidrojen peroksit, askorbik asit tepkimeleri, ksantin oksidaz ve bakır sülfidril oksidaz ile meydana gelebilir (13).

1.5.2.Sorbik Asit ve Sorbatlar (E 200-203)

Lakton formunda doğal olarak üvez meyvesinde bulunan sorbik asit ($CH_3CH=CHCH=CHCOOH$ yapısında) 6 karbona sahip α, β doymamış monokarboksilik asit zincirli organik bir asittir. Piyasada serbest asit olarak ya da potasyum, kalsiyum, sodyum tuzları halinde toz, çözelti veya granül şeklinde farklı formlarda bulunmaktadır. Ayrıca suda çözünürlüğü sorbik asidin çok düşüktür (14). Sorbik asit ve sorbatların Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre olgunlaştırılmamış taze peynirler ve

olgunlaştırılmış hazır ambalajlı kesilmiş ve dilimlenmiş peynir; katmanlı peynir ve farklı gıdalar ilave edilmiş peynirlerde 1000 mg/kg dozunda kullanımına izin verilmiştir. Ayrıca olgunlaştırılmış peynirlerin yüzey uygulamalarında ise katkı maddelerinin kullanımına ilişkin olarak herhangi bir sayısal maksimum miktarın belirlenmediğini ifade eden 'quantum satis' olarak belirtilmiştir (2). Süt sektöründe sorbatların en fazla kullanıldığı yer peynir endüstrisidir. Peynirler bilhassa olgunlaşma safhasında küflere karşı sorbat ilave edilmiş çözeltilere daldırılmakta ya da bu çözeltiler olgunlaşan peynirlerin yüzeyine püskürtülmektedir. Özellikle süt ürünlerinden taze peynirler, pastörize eritme peynirler ile içinde sebze ve meyve içeren peynir ürünlerine sorbat takviyesi yapılmaktadır. Bazı peynirlerde ise peynir pıhtısına sorbatlar toz halinde eklenir. Ancak bu uygulama sadece olgunlaştırılmadan taze olarak tüketime sunulan peynir ürünlerinde izlenen bir yöntemdir (15). 37ºC'de pH 5 de 48 saatte Salmonella ve *E. coli*'yi sorbik asidin % 0,75'lik konsantrasyonu inhibe ederken bu oran % 0,075'e düşürüldüğünde sadece bakteriostatik bir etkinin ortaya çıktığı görülmüştür (16). Salmonella türlerinin gelişiminin izlendiği bir diğer çalışmada (17); 6-30°C'de depolanan İspanyol tipi yumuşak peynirlerde % 0,3 oranında potasyum sorbat ilavesinin bu bakteri türünün büyümesini önemli derecede etkilediği ifade edilmektedir.

1.5.3.Nisin (E 234)

Lactococcus lactis'in suşları tarafından üretilen nisin bir bakteriosindir. Farklı gıda sektörlerinde gıda katkı maddesi olarak son yıllarda başarıyla kullanılmaktadır. E 234 koduyla gıda katkı maddeleri sınıflandırmasında yer almaktadır (18). Nisin ilk olarak peynirlerde koruyucu olarak kullanılmaya başlanmış daha sonraki yıllarda diğer süt ürünlerinde, et ve et ürünlerinde, kanatlı ve deniz ürünlerinde, şarap ve bira sanayiinde koruyucu olarak kullanılmaya başlanmıştır (19). Nisin süt sektöründe ve özellikle peynir endüstrisinde gaz oluşturarak bozulmaya sebep olan *Clostridium tyrobutyricum* ve diğer Clostridium'ların gelişimini ve bütirik asit oluşumunu engellemek için kullanılmaktadır. Ayrıca nisin Clostridium sporlarının gelişimini inhibe ettiği için peynir üretiminde nitrata alternatif olarak da görülmektedir (20). Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre nisin, olgunlaştırılmış peynirlerde 12,5mg/kg, Mascarpone türü peynirlerde ise 10mg/kg dozunda kullanılabilir (2). Çoğu bakteriosin grubu gibi nisinin antimikrobiyal etkisi de mikroorganizmalara karşı sınırlıdır. Maya ve küflere, gram-negatif bakterilere etki etmediği halde özellikle gram pozitif bakterilere karşı daha çok etkilidir. Bunlar içinde de Bacillus, Staphylococcus, Erysipelothrix, Micrococcus, Clostridium, Listeria ve çeşitli laktik asit bakteri türleri sayılabilir (21). Nisin gram pozitif bakterilere özellikle de *Listeria monocytogenes* ve Listeria'ların diğer türleri üzerine oldukça etkilidir (22). Aktürkoğlu ve Erol (23) beyaz peynirlerde nisin kullanımının *L. monocytogenes*'in inhibisyonu üzerine yaptıkları çalışmalarında 30 µg/ml oranında nisin kullanımının bu bakteriyi muhafazanın 60 gününde ortamdan elimine ettiğini bulmuşlardır. Fransa'da yağsız sütler üzerinde yapılan bir çalışmada 100 ve 200 IU'lik nisin oranlarının *L. monocytogenes* üremesini inhibe ettiği tespit edilmiştir (24).

1.5.4.Natamisin (E 235)

Natamisin *Streptomyces natalensis* kültürünün aerobik fermentasyonu sonucu sentezlenen bir polien makrolit antibiyotiktir. Fermentasyon birkaç günde tamamlanmakta ve antibiyotik ya ekstraksiyon ya da miselyumun ekstraksiyonuyla elde edilmektedir. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA- European Food Safety Authority)'nin gıda katkı maddeleri ile ilgili yönetmeliğinde natamisin yarı-sert, sert ve yarı yumuşak peynirlerin yüzeyinde kullanılan bir antimikrobiyal madde olarak tanımlanmaktadır (25). Diğer koruyucu maddelere oranla az miktarda dahi etki gösterebilmesi peynirin içine nüfuz etmeyerek organoleptik özellikleri ve doğal mikrobiyotası üzerine olumsuz etkide bulunmaması nedeniyle natamisin yaklaşık 30 yıldır peynirlerde koruyucu madde olarak kullanılmaktadır (26). Natamisin tüm küf ve mayalara etkili olmasına rağmen bakteri ve virüslere karşı etkisi bulunmamaktadır (27). Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre natamisin, olgunlaştırılmış peynirlerde 1 mg/kg dozunda kullanılabilir (1mg/dm² yüzeyde (5 mm' lik derinlikte bulunabilir, iç kısımda bulunamaz) (2).

1.5.5.Laktoferrin

Laktoferrin insan, kısrak, inek, keçi ve fare gibi pek çok canlının sütünde bulunabilen glikoprotein yapıda bir maddedir. İlk olarak inek sütünden izole edildiğinden laktoferrin adıyla literatüre geçmiştir. Yalnızca süte özel bir protein olmamakla birlikte salya, burun salgısı, gözyaşı, tükürük ve eklem sıvısında da bulunmaktadır. Bu sıvılarla karşılaştırıldığında sütte daha yüksek oranda laktoferrin bulunmaktadır. Fakat sütteki laktoferrin oranı hayvanlar arasında da farklılık göstermektedir. Domuz, insan ve fare türlerinin sütlerinde laktoferrin seviyesi fazla olmasına rağmen inek ve geviş getiren hayvan türlerinin sütlerinde düşüktür. Laktoferrinin yapısında demir bulunur ve demire (Fe+3) karşı affinitesi çok yüksektir. Asidik koşullarda dahi demiri bağlama kapasitesine sahiptir (28). Laktoferrin gıda sanayisinde yağsız sütten ya da peyniraltı suyu tozundan üretilmektedir. Laktoferrinin proteolize karşı oldukça dayanıklı olması, demir bağlama kapasitesinin fazla olması ve bu özelliği ile transferin ailesi içinde çok düşük pH seviyelerinde etki gösteren tek protein olması bu katkı maddesine pek çok fonksiyonel özellik kazandırmıştır.

Laktoferrin antibakteriyal, antiviral, antiprotozoal ve antifungal özelliklere de sahiptir. Örneğin; *E. coli, Staphylococcus epidermidis, Streptococcus pnemonia, Staphylococcus aureus, Vibrio cholera, Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella pneumonia,* Salmonella Typhimurium, *Shigella dysenteria*'nın da dâhil olduğu patojen bakterileri ve hatta bazı virüsleri inhibe edebildiği ifade edilmektedir (3, 29).

1.5.6.Laktoperoksidaz

Laktoperoksidaz taze çiğ sütte doğal olarak bulunan bir enzimdir. Sığır sütü yaklaşık 30 mg/L laktoperoksidaz içerir ve konsantrasyonu laktasyon boyunca oldukça sabittir. Laktoperoksidaz kendi başına antimikrobiyal etkiye sahip değildir. Ancak hidrojen peroksit (H_2O_2) varlığında tiosiyanat iyonunu (SCN-) okside etme özelliğine sahiptir. Elde edilen kimyasal bileşik taze çiğ sütte antibakteriyal bir etki gösterir. Streptokoklar ve laktobasiller gibi bazı normal bağırsak biyotasına karşı ortaya çıkan bileşik bakteriostatik bir etkiye sahipken bazı gram negatif bakterilere örneğin *E.coli* ve Pseudomonaslara karşı ise bakterisidal etkisi vardır. Laktoperoksidazın biyosidal aktivitesi katalize ettiği kimyasal reaksiyonların ürünlerinden kaynaklanmaktadır. Reaksiyonun ana ürünü olan hipotiosiyanat çeşitli proteinlerin tiol grupları ile etkileşime girer ve bu da patojenler mikroorganizmaların hayatta kalması için kritik öneme sahiptir (30).

1.5.7.Propiyonik Asit (E 280)

Propiyonik asit alifatik monokarboksilik bir asittir. 1913 yılından beri koruyuculuk özellikleri bilinmektedir. Propiyonik asit çok hoş olmayan ve hafif keskin bir kokuya tuzları ise hafif peynirimsi bir lezzete sahiptir (1). Propiyonik asit Propionibacterium fermentasyonu ile bazı süt ürünlerinden elde edilir (31). Propiyonik asidin sodyum tuzu kalsiyum tuzundan daha çözünür özelliktedir ve ikisi de su ile kolaylıkla karışır. Propiyonatların optimum aktivite gösterdikleri pH değeri 5'e kadar çıkabilmektedir. Propiyonatların mayalara karşı etkisi olmamakla birlikte küflere karşı sodyum benzoattan daha etkili oldukları bilinmektedir. Propiyonik asit İşviçre türü peynirlerde doğal olarak bulunmakta ve oran olarak % 1'e kadar çıkabilmektedir (1). Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliğine göre propiyonik asit, sadece olgunlaştırılmış peynirlerde yüzey uygulamalarında katkı maddelerinin kullanımına ilişkin olarak herhangi bir sayısal maksimum miktarın belirlenmediğini ifade eden 'quantum satis' olarak belirtilmiştir (2). Yapılan bir çalışmada (31); starter kültürlerden üretilen üç zayıf organik asidin *L. monocytogenes,* Salmonella spp. ve pek çok farklı mikroorganizmalara karşı aynı pH derecelerinde antimikrobiyal etki etme sıralamaları propiyonik asit> asetik asit>laktik asit şeklinde olduğu ortaya konmuştur.

1.5.8.Asetik Asit (E 260)

Asetik asit sirkenin temel maddesi olup (CH_3COOH) monokarboksilik yapıda bir organik asittir. Saf asetik asitin kalsiyum asetat, sodyum asetat, potasyum asetat ve sodyum diasetat tuzları antimikrobiyal etkili maddeler olarak bilinmektedir. Asetik asit bileşikleri gıda endüstrisinde yalnızca antimikrobiyal olarak değil asitleştirici, şelatlaştırıcı ve lezzet verici olarak da kullanılmaktadırlar. Asetik asit ve tuzları, pH düştükçe artış gösteren koruyucu katkı maddeleridir (1). Asetik asit ve tuzları için günlük alım değeri ile ilgili herhangi bir kısıtlama yoktur. Özellikle balık, salamura et, salata sosu, ketçap, mayonez ve bebek mamalarında kullanılmaktadır (31). Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre asetik asit sadece peynir altı suyundan yapılan peynirlerde kullanımında 'quantum satis' olarak belirtilmiştir (2).

1.5.9. Benzoik Asit (E 210)

Genellikle sodyum tuzu formunda ($C_6H_5CO_2H$), kuru erik, ham karanfil, yoğurt ve tarçın gibi farklı gıdalarda doğal olarak bulunan benzoik asit antimikrobiyal etkili katkı maddesi olarak gıda endüstrisinde uzun yıllardır kullanılmaktadır. Sodyum tuzunun tercih edilmesinin nedeni serbest asidin düşük çözünürlülüğüdür. Tuz aside dönüşerek aktif forma geçer. Dissosiye olmamış benzoik asit molekülünün koruyucu aktivitesinin olduğu ve bu asidin lipofilik özelliğinin mikroorganizmaların inhibe edilmesinde ya da öldürülmesinde etkili olduğu düşünülmektedir (1). Benzoik asidin optimum mikrobiyal inhibisyonu için pH aralığı 2,5-4 olup sorbik veya propiyonik asitten daha düşük değerdedir. Sodyum benzoatın farklı gıdalarda genel kullanım oranı %0,05-0,1mg/kg arasında değişmektedir (32). Sodyum benzoatın antimikrobiyal etkisinin en fazla maya ve bakteriler üzerine olduğu küflere karşı ise daha az etkisinin olduğu bilinmektedir. Uygun şartlar oluştuğu takdirde benzoik asidin bakterisidal, bakteriyostatik, fungisidal ve fungistatik etkisini daha fazla olduğu ifade edilmektedir (33).

1.5.10.Süt ve Süt Ürünlerinde Kullanılan Diğer Katkı Maddeleri

a) Koşineal, Karminik Asit, Karminler (E 120): Sadece kırmızı damarlı peynir ve kırmızı pesto peyniri

b) Klorofillerin ve Klorofilinlerin Bakır Kompleksleri (E 141): Sadece adaçaylı Deby peyniri, yeşil ve kırmızı pesto peyniri, wasabi peyniri ve yeşil mermer yapılı otlu peynir

c) Anatto, Biksin, Norbiksin (E 160 b): Sadece olgunlaştırılmış turuncu, sarı ve kırık beyaz renkte peynir ile yeşil ve kırmızılı pesto peyniri

d) Paprika Ekstraktı, Kapsantin, Kapsorubin (E 160 c): Sadece olgunlaştırılmış turuncu, sarı ve kırık beyaz renkte peynir ve kırmızı pesto peyniri

e) Süt Analoglarına İlave Edilenler- Quantum Satis: E 170: Kalsiyum karbonat, E 331: Sodyum sitratlar, E 332: Potasyum sitratlar, E 333: Kalsiyum sitratlar, E 380: Triamonyum sitrat, E 500: Sodyum karbonates, E 501: Potassium karbonatlar, E 503: Amonyum karbonatlar, E 504: Magnezyum karbonatlar, E 524: Sodyum hidroksit, E 423: Son üründe 240 mg/kg.

f) İşlenmiş Peynirlerde (E 423): Son üründe 120 mg/kg (2).

2. Sonuç

İnsanoğlunun doğumunu takiben almaya başladığı ve yaşam süresi boyunca sürekli olarak tükettiği gıda maddelerinin başında süt ve süt ürünleri gelmektedir. Memeden sağıldığı ilk anda steril kabul edilen süt uygun koşulların sağlanmadığı durumlarda kalitesi bozulan çok nadir bir üründür. Süt ve süt ürünlerinin dayanma süresini artırmak, kalitesini uzun süre muhafaza etmek, sütü ürüne dönüştürürken olası hataları bertaraf edebilmek için çeşitli gıda katkı maddeleri ve özellikle antimikrobiyaller bilinçli veya bilinçsiz bir şekilde sütlere ilave edilmektedir. Ancak kaş yapalım derken gözü çıkarmak misali sütün doğası da bozulmaktadır. Bu nedenle yasalarla kontrol altına alınmaya çalışılan gıda katkı maddelerinden birisi de antimikrobiyal etkili olan gıda katkı maddeleridir.

Gıda katkı maddelerinin temel amacı tüketicinin kaliteli, sağlıklı ve en ekonomik ürüne ulaşabilme imkânlarını sağlamak ve ürünün duyusal kalitesinde oluşan değişimleri direkt tüketiciye hitap edecek ve ürünün satışını olumlu yönde etkileyecek şekilde uygulamaktır. Gıdaların mikrobiyal bozulmalarını engellemek için kullanılan çeşitli antimikrobiyal etkili katkı maddelerine ilaveten doğal yapıda olan (lakferrin, nisin gibi) antimikrobiyal etkili katkı maddelerinin kullanımındaki artış da birçok tehlikeyi de beraberinde getirmektedir. Gerekli denetimin yapılmadığı ülkelerde insan sağlığı üzerinde olan alerjik, kanserojenik, mutajenik ve teratojenik etkiler göz ardı edilebilmektedir. Yapılan araştırmalar neticesinde tespit edilen bu zararlı gıda katkı maddelerinin gıdalarda kullanımı yasaklanmalı ve halkımızı bunlardan korumak asıl amacımız olmalıdır. Tarihsel sürece baktığımız zaman tüketicilerin gıda katkı maddeleri konusunda gittikçe daha çok bilinçlendikleri görülmektedir.

Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) ve Gıda ve Tarım Teşkilatı'nın (FAO) ortak çalışmaları ile şekillenen Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonu (Codex Alimentarius Commission – CAC) ve bunun bünyesinde oluşturulan Birleşik Gıda Katkıları Uzman Komitesi (JECFA-The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives- Gıda Katkıları FAO/WHO Ortak Uzmanlar Komitesi) gıda katkı maddelerinin güvenilirliği hakkında çalışmalar yapmakta ve bu maddelerle ilgili kuralları saptamaktadır. Katkı maddelerinin üretilmesinde kullanılan maddeler geniş bir yelpazede yer almaktadır. Uluslararası kuruluşlar tarafından kabul edilen katkı maddelerine bir numara verilmiştir. Avrupa Birliği'nde kullanılmasına izin verilen katkı maddelerinin numaralarına E kodu eklenmektedir. Katkı maddelerinden sadece aroma maddelerine E kodu veya numara verilmemiştir. E kodu alan katkı maddesi yetkili merciler tarafından kullanılmasına izin verilmeden önce bilimsel olarak detaylı bir şekilde araştırılmış ve insanların tüketimi için kesinlikle güvenli olduğu kanıtlanmış demektir. JECFA, EFSA (Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi) ve Amerika da FDA (ABD Gıda ve İlaç İdaresi) maksimum kullanma düzeylerine karar vermek için uzun yıllar devam eden tüm toksikolojik çalışmaları değerlendirerek gıda katkı maddelerinin üründe bulunabileceği limitleri belirlemektedir. Avrupa'da Codex Alimentarius olarak adlandırılan standartlar hazırlanmaktadır. Ülkemizde Avrupa Birliği yönetmelikleri esas alınarak Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından mevzuatlar oluşturulmaktadır.

Kaynaklar

1. Altuğ T. Gıda Katkı Maddeleri. 3. Baskı. İzmir: Sidas Yayınevi, 2009; s.268.
2. Türk Gıda Kodeksi. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. 22 Eylül 2017; Sayı: 28693. Ankara.
3. Öztürkcan A, Acar S. Yaygın Olarak Kullanılan Antimikrobiyal Gıda Katkı Maddeleri İle İlgili Genel Bir Değerlendirme. İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 2017; 1: 1-17.
4. Boğa A, Binokay S. Gıda Katkı Maddeleri ve Sağlığımıza Etkileri. Arşiv Kaynak Tarama Dergisi 2010; 19: 141-154.
5. Yörük NG, Danyer E. Gıda Katkı Maddeleri Genel Bilgiler ve Tanımlar. Türkiye Klinikleri Food Sciences-Special Topics 2016; 2:1-10.
6. Elmalı M. Gıda Katkı Maddelerinin Kullanımı ile İlgili Kuruluşlar, Yasal Düzenlemeler ve Uluslararası Numaralandırma. Türkiye Klinikleri Food Sciences-Special Topics 2016; 2: 11-17.
7. Conner DE. Naturally Occuring Compounds-Animal Sources. Davidson PM, Sofos JN, Branen AL. eds. In: Antimicrobials in Foods. Taylor & Francis Group, New York, USA, 1993; pp. 441-469.
8. Jay JM. Modern Food Microbiology. First Edition. New York: Chapman and Hall, 1992; pp. 323.

9. Shelef AL. Antimicrobial Effects of Lactates: A review. Journal of Food Protection 1994; 57: 445-449.
10. Özkan M, Kırca A. Gıdalarda Hidrojen Peroksit Uygulamaları. Gıda 2001; 26: 17-24.
11. Atar H, Akbaş S, Ayvaz Z. Hidrojen Peroksit'in Su Ürünlerinde Kullanımı. Ziraat Mühendisliği Dergisi 2018; 366: 20-14.
12. Wang J, Toledo RT. Sporicidal Properties of Mixtures of Hydrogen Peroxide Vapor and Hot Air. Food Technol 1986; 40: 60-66.
13. Yılmaz B, Tosun H. Sütte Bulunan Doğal Antimikrobiyal Sistemler ve Bunların Gıda Sanayisinde Kullanımı. Celal Bayar University Journal of Science 2013; 9: 20-11.
14. Dinçoğlu AH. Sorbik Asit ve Tuzlarının Süt ve Süt Ürünlerinde Kullanımı. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları 2005; 4: 77-83.
15. Kurt A, Özdemir S. Farklı Dozlarda Hidrojen Peroksit (H2O2) ve Potasyum Sorbat Katılarak Muhafaza Edilmiş Koyun Sütlerinden Yapılan Beyaz Peynirlerin Randımanı ve Bileşimi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 1995; 19: 51-57.
16. El-Zayat, AT. Toxic Bacteria in Soft Cheese. Egyptian Journal of Food Science 1988; 16: 127-134.
17. Kasrazadeh M, Genigeorgis C. Potential Growth and Control of Salmonella in Hispanic Type Soft Cheese. International Journal of Food Microbiol 1994; 22: 127-140.
18. Ceylan Z, Mol S. Nisin ve Su Ürünleri. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 2016; 32: 115-120.
19. Nel S, Lues JFR, Buys EM, et al. Bacterial Populations Associated with Meat from The Deboning Room of A High Throughput Red Meat Abattoir. Meat Science 2004; 66: 667-74. doi: 10.1016/S0309-1740(03)00187-6.
20. Şimşek B, Sağdıç O, Gül Karahan A. Süt Starter Kültürleri Tarafından Üretilen Bakteriosinlerin Süt Teknolojisindeki Önemleri. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 2002; 8: 335-341.
21. Zezza N, Pasini G, Lombardi A, et al. Protection of A Bacteriocin Active on Lactate-Fermenting Clostridia by L. Lactis Subsp. Lactis İmmobilized in Coated Alginate Beads. Journal of Dairy Research 1993; 60: 581-591.
22. Singh B, Falahee M, Adams MR. Synergistic İnhibiton of L. Monocytogenes by Nisin and Garlic Extract. Food Microbiology 2001; 18: 133-139.
23. Aktürkoğlu E, Erol İ. Beyaz Peynir Üretiminde Nisin Kullanımı ile *L. Monocytogenes'in* İnhibisyonu. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 1999; 23: 785-792.
24. Boussouel N, Mathieu F, Junelles RAM, et al. Effects of Combinations of Lactoperoxidase System and Nisin on The Behaviour of *L. monocytogenes* ATCC 15313 in Skim Milk. International Journal of Food Microbiology 2000; 61: 169-175.
25. Yılmaz L, Kurdal E. Peynir Muhafazasında Kullanılan Doğal Bir Antimikrobiyal: Natamisin. Gıda 2005; 30(6): 385-388.
26. Volpon L, Lancelin JM. Solution NMR Structure of Five Representative Glycosylated Polyene Macrolide Antibiotics with A Sterol-Dependent Antifungal Activity. European Journal of Biochemistry 2002; 269: 4533-4541. doi: 10.1046/j.1432-1033.2002.03147.
27. Öztürk U, Gürbüz Ü, Çalım HD. Besinlerin Muhafazasında Bazı Doğal Antimikrobiyal Sistemlerin Rolü ve Önemi. Türkiye 9. Gıda Kongresi. Mayıs, 24-26, 2006; Bolu-Türkiye.
28. Yıldırım Z, Tokatlı M, Öncül N, ve ark. Laktoferrinin Biyolojik Aktivitesi. Akademik Gıda 2011; 9: 52-63.
29. Gonzalez Chavez SA, Arevalo Gallegos S, Rascon Cruz Q. Lactoferrin: Structure, Function and Applications. International Journal of Antimicrobial Agents 2009; 33: 301.
30. Baydemir Peşint G, Kaya E, Oktay Başeğmez Hİ. Laktoperoksidaz Enzimini İnhibe Eden Maddelerin Belirlenmesi İçin Yapılan Bazı Çalışmaların İncelenmesi ve Enzimin Uygulama Alanlarının Örneklendirilmesi. Artıbilim: Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2019; 2: 1-8.
31. Çelikyurt G, Arıcı M. Gıda Koruyucu Olarak Mikrobiyal Kaynaklı Organik Asitler ve Önemi. Türkiye 10. Gıda Kongresi. Mayıs, 21-23, 2008; Erzurum-Türkiye.
32. Maki T, Takeda K. Benzoic Acid and Derivatives. Fifth Edition. Berlin: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2000. doi:10.1002/14356007.a03_555.
33. Branen AL. Food Antimicrobials. Davidson PM, Sofos JN, Branen AL. eds. In: Antimicrobials in Foods. Taylor & Francis Group, New York, USA,1993; pp.1-11.