

Yaygın Olarak Kullanılan Antimikrobiyal Gıda Katkı Maddeleri ile İlgili Genel Bir Değerlendirme

S. Arda ÖZTÜRKCAN*, Sıla ACAR**

Öz

Amacımız, son yıllarda oldukça sık kullanılan ve çalışmalara konu olan antimikrobiyal gıda katkı maddelerinin, işlevi, kullanım alanları, günlük alınabilir kabul düzeyleri, insan sağlığı üzerine etkileri hakkında önemli yeni bilgiler vermektir. Antimikrobiyal gıda katkı maddeleri ile ilgili, 2006-2016 yılları arasında Dergipark'ta yayımlanan makaleler incelenerek bu derleme hazırlanmıştır. Çalışan nüfusun artması ile birlikte tüketicilerin paketli hazır gıda ürünleri kullanımı artmıştır. Paketli gıda ürünlerinde, gıda ürünlerinin üretilmesi, hazırlanması, taşınması ve depolanması sırasında, gıdaların raf ömrünü uzatmak, zararlı mikroorganizmaların üremesini geciktirmek, tat ve rengini güzelleştirmek amacıyla gıda katkı maddesi kullanımı yaygınlaşmıştır. Tüketicilerin, gıda katkı maddelerinin sağlık üzerine direkt olarak olumsuz etkilere neden olduğunu düşünmesi, üreticileri yapay yerine doğal kaynaklardan elde edilen gıda katkı maddeleri üretimine itmektedir ve doğal kaynaklardan elde edilen gıda katkı maddelerinin her geçen gün artış gösterdiği gözlenmiştir.

Gıda katkı maddelerinin zararlılığı hakkında birçok araştırmalar yapılmış ve günümüzde hala yapılmaya devam etmektedir. Uluslararası komisyonlar tarafından gıda katkı maddelerinin günlük alınabilir kabul düzeyleri ile ilgili birçok listeler hazırlanmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda bu düzeylerin sıklıkla değiştirildiği gözlenmiştir. Gıda katkı maddelerinin çok fazla tüketilmesi alerji, astım, hiperaktivite ve kanser gibi hastalıklara neden olabilmektedir. Bu nedenle Uluslararası Komisyonlar tarafından belirtilen zararsızlık dozlarına dikkat edilmeli ve bu dozlardan fazlası kullanılmamalıdır.

Derleme Makale (Review Article)

Geliş Tarihi: 07.03.2017 Kabul Tarihi: 16.03.2017

* Yrd. Doç. Dr., İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Yüksekokulu, İstanbul, Türkiye,

E-posta: sozturkcan@gelisim.edu.tr

** Diyetisyen, İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Yüksekokulu, İstanbul, Türkiye,

E-posta: dytsilaacar@gmail.com

Anahtar Sözcükler: Antimikrobiyal gıda katkı maddeleri, gıda katkı maddeleri, nitrit ve nitrat, benzoik asit, kükürtdioksit, sorbik asit

A General Assessment of Widely Used Antimicrobial Food Additives

Abstract

Our aim is to review the trend in the past decade about the widely used antimicrobial food additives, which are the subject of studies, in terms of their functions, usage areas, acceptability levels, and their effects on human health. This review has been prepared by examining the articles published in Dergipark between 2006-2016 on antimicrobial food additives. With the working population on the rise, consumer use of packaged ready-to-eat food products has increased. During the production, preparation, transport and storage of food products, the use of food additives has become common in packaged food products in order to extend the shelf life of foods. Additionally, additives delay the recall of harmful microorganisms, enhance the taste and improve the color. A strong sentiment amongst consumers is that food additives directly cause negative effects on health is driving producers to develop food additives from natural sources instead of artificial ones. To date, Researchers continue to study the effect of additive on human health. Many lists have been prepared by International Committees on the level of acceptability of food additives on a daily basis. As a result of these investigations, it was observed that these levels were frequently changed. Excess consumption of food additives can cause diseases such as allergy, asthma, hyperactivity and cancer. For this reason, it is important to pay attention to the doses of harmlessness specified by the International Commissions and not to consume more than the maximum recommended allowance.

Keywords: Antimicrobial food additives, food additives, nitrite and nitrate, benzoic acid, sulfur dioxide, sorbic acid.

Giriş

Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte ihtiyaçlar doğrultusunda gıdaları bir yerden uzak mesafelere taşıma gereksinimi oluşmuştur. Bu nedenle gıdanın dokusu, besin değeri ve aroması korunarak raf ömrünün artırılması ve zararlı mikroorganizmaların üremesinin engellenmesi için farklı muhafaza etme teknikleri uygulama ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Ayrıca çalışan nüfusun artışıyla

daha çok hazır gıda ürünlerinin tüketilmesi, gıda katkı maddelerinin kullanım oranını arttırmıştır¹. 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 tanımlanmaktadır².

Gıda katkı maddelerinin önemli bir sınıfını oluşturan antimikrobiyal gıda katkı maddeleri, gıdalardaki bozulmaların geciktirilmesi ve gıdalarda üreyebilecek mikroorganizmaların gelişimini engellemek amacı ile gıdalara ilave edilmektedir. İnsanoğlu ilk olarak tuz, odun tütsüsü, baharatlar ve şeker gibi gıdaları gıda katkı maddesi olarak kullanmıştır. Günümüzde halen bu ürünler ve bunlar dışında birçok ürünler antimikrobiyal gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır.

Gıda endüstrisinde en yaygın olarak kullanılan antimikrobiyal gıda katkı maddeleri, nitrit ve nitrat bileşikleri, nisin, benzoik asit ve tuzları, kükürtdioksit ve çeşitli sülfidler, sorbik asit ve tuzları, propiyonik asit ve tuzları, asetik asit ve asetatlar gibi bazı antimikrobiyallerdir³.

Nitrit ve Nitratlar

Nitrit ve nitrat tuzları normal tuz ile birlikte kullanıldığında antimikrobiyal etkiye neden olmakta ve bu özelliğinden dolayı da yıllardır et ve balık ürünlerinin kürlenmesi işleminde ve bazı peynirlerin üretiminde sodyum ya da potasyum tuzları önemli bir gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır⁴.

Nitrit, ete rengini veren miyogloblin pigmenti ile birleşip nitrosomiyoglobini oluşturarak, üründe kalıcı renk oluşumuna neden olmaktadır⁵. Ayrıca nitrit ve nitrat tuzları lipitlerin oksidasyonunu önleyerek oksidatif stabiliteye katkıda

bulunması ve dolayısıyla tat ve lezzet bozulmasının önüne geçilmesi, *Clostridium botulinum* gibi patojenlerin üzerine inhibitör etki göstererek halk sağlığını koruması gibi değişik nedenlerle et ürünlerine katılmaktadır⁴. Nitritin antimikrobiyal aktivitesi pH değerine bağlıdır ve pH 7 değerinden pH 5 değerine düştükçe aktivitesi artmaktadır³. Fakat bu katkı maddelerinin gereğinden fazla kullanılması oldukça kötü sonuçlara neden olmaktadır. Bazı ülkelerde nitrit ve nitrat kullanımı, bu nedenden dolayı tamamen yasaklanmıştır⁶. Diğer ülkelerde de kullanımına belli bir dozda olmak şartı ile izin verilmiştir. Et ürünlerindeki kalıntı nitrit miktarı Avrupa Topluluğu standartlarında 15 mg/kg, Codex Alimentarius'ta 30 mg/kg değerinden fazla olmamalıdır^{6,7}. Ülkemizde ise Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde et ve et ürünleri için kullanımına müsaade edilen nitrit miktarı, ısıtılmış et ürünlerinde 125 mg/kg, nitrat miktarı da fermente ürünlerde 500 mg/kg, ısıtılmış et ürünlerinde 300 mg/kg olarak belirtilmektedir. Yine Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre kalıntı nitrit ve nitrat miktarı 150 mg/kg'dan fazla olmamalıdır⁸. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) belirlediği değerlere göre, nitrit ve nitrat için günlük alınabilir maksimum değerler sırasıyla 0-5 mg/kg ve 0-0.5 mg/kg olarak belirlenmiştir. Ancak vücuda alınan günlük miktarın nitrat için 50-120 mg, nitrit için de 2-5 mg değerlerini geçmemesi gerektiği bildirilmektedir^{9,10}. İnsan ve hayvanlarda, gıdalarla vücuda alınan nitrit, miktarına ve kimyasal yapısına bağlı olarak akut veya kronik zehirlenmelere neden olabilir. Nitrit, hemoglobini methemoglobine dönüştürerek toksik etki açığa çıkarabildiği gibi, nitrit iyonları doğrudan damar düz kaslarının genişlemesine sebep olarak sistemik arteriyel kan basıncının düşmesine, dolaşım bozukluklarına ve şoka sebep olabilmektedir. Aynı zamanda nitrit, karsinojenik etkiye sahip N-Nitrozo bileşiklerinin prekürsör maddesidir. Nitritler asidik ortamda nitroz aside dönüşür. Nitroz asit de sekonder yapılu aminler ve N-sübstitüentli amidler ile reaksiyona girerek N-Nitrozo bileşiklerini oluştururlar. Bu bileşikler de mide, karaciğer, merkezi sinir sistemi, özefagus, böbrek, barsak ve lenfoid sistem kanserlerine neden olmaktadır¹¹.

Bazı peynirlerin üretiminde olgunlaşma esnasında *Clostridium tyrobutiricum* ve *Clostridium butyricum* bakterilerinin yol açtığı geç şişme olayını önlemek için de antibakteriyel madde olarak yine nitrit ve nitrat tuzları kullanılmaktadır¹². Codex

Alimenterius'a göre sodyum nitrat ya tek başına ya da potasyum nitratla birlikte Edam, Gouda, Danbo, Havarti gibi değişik peynir çeşitlerinde 50 mg/kg miktarında kullanılmasına izin verilmektedir^{13,14}. Türkiye'de peynirlere nitrit ve nitrat katılmasına izin verilmemektedir¹¹.

Bitkilerin gelişme döneminde de kaliteli bir üretim yapmak ve verimi artırmak için azotlu gübre kullanımı, özellikle günlük tüketim miktarı fazla olan yeşil yapraklı sebzelerde nitrat birikimine sebep olmaktadır. Nitrat biriktiren turp, ıspanak, kırmızı pancar, havuç, kereviz, maydanoz ve marulda uygun olmayan depolama koşullarında bakteriyel metabolizma sonucu nitrattan nitrit üretilebilmektedir. Toprak mikroorganizması olan nitrobakteriler aerobik koşullar altında nitriti nitrata okside ederler. Bu mikroorganizmaların gelişebilmesi için optimum pH aralığı 6.5-8.5, sıcaklık derecesi ise 5-40 °C arasında olmalıdır^{15,16}.

Nitrat içeriği yüksek olan koyu yeşil yapraklı sebzeler pişirildiği zaman oda sıcaklığı gibi mikroorganizma büyümesine izin veren ortamda bekletildiğinde nitrat nitrite dönüşebilir. Bu nedenle pişirilen besinler uygun depolama sıcaklıklarında (+4 °C) bekletilerek en fazla 1-2 gün içerisinde tüketilmelidir. Sebzeler dondurularak depolandığında nitrit ve nitrat içeriği değişmemektedir. Bu nedenle bu şekilde uzun süre muhafaza edilebilir. Dondurulmuş sebzeler çözülürken nitrit miktarı artacağından dolayı oda sıcaklığında çözdürülmemelidir. Yine ıspanak gibi nitrat içeriği yüksek olan bu koyu yeşil yapraklı sebzelerin 4 ayın altındaki çocuklarda kullanımına çok dikkat edilmelidir. Sebze püreleri ve bebek mamaları nitrit ve nitrat kontaminasyonu açısından mutlaka analiz edilmelidir¹⁷.

Nitratın nitrite indirgenmesi insan ve hayvanların sindirim kanallarında meydana gelebildiği gibi sulu gıdalarda veya aşırı derecede mikroorganizma içeren organik maddelerle kontamine olmuş sulara da meydana gelebilmektedir¹¹. Yapılan bazı araştırmalar sonucunda, içme ve kullanma suyu olarak kullanılan kaynak ve kuyu sularının da insan sağlığı açısından tehlikeli olabilecek düzeylerde nitratları içerdiği tespit edilmiştir^{18,19}. Son yıllarda

endüstriyel ve kimyasal atıkların çok fazla olması, nitrat içeriğinin de artmasına sebebiyet vermektedir.

Benzoik Asit ve Tuzları

Gıda maddelerinde en yaygın olarak kullanılan antimikrobiyal gıda katkı maddeleri benzoik asit ve tuzlarıdır. Asit formuna göre benzoik asit tuzları daha fazla kullanılmaktadır. Çünkü benzoik asit tuzlarının sudaki çözünürlükleri yüksektir. Asidik gıdalar için kullanılması idealdir. Alkolsüz içecekler, turşular, margarinler, meyve kokteylleri, meyve suları, meyve salataları, ketçap ve çeşitli soslar, çeşitli şuruplar, sofralık zeytin, reçel, jöle ve marmelatlar gibi ürünlerde antimikrobiyal gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır.

Benzoik asit ve tuzları, küf ve mayalara karşı etkilidir fakat bakterilere karşı kullanılması pek tavsiye edilmez. Çünkü pH 4.5 üzerinde etki mekanizması azalır. Fakat bu pH değeri üzerinde bakteri gelişimi daha yüksektir^{20,21}. Türk Gıda Kodeksi'ne göre peynir dışındaki süt ürünlerinde sodyum benzoat ve potasyum sorbat bulunması yasaktır²². Küçükçetin ve arkadaşlarının yaptığı bir araştırmada süzme yoğurt örneklerinin %74'ü, kaşar peyniri örneklerinin %70'i, tulum peyniri örneklerinin %85'i ve ayran örneklerinin %80'i sodyum benzoat içerdiği tespit edilmiştir²³. Bu durum süt ürünleri üreticilerinin pek çoğu için yeni eğitim ve kontrol programlarına gereklilik duyulduğunu göstermektedir²². Antimikrobiyal gıda katkı maddesi olarak benzoik asitin genellikle sodyum tuzu formu kullanılmaktadır. Gelişmekte olan tavuk karaciğerinin üzerinde farklı doz ve sürelerle sodyum benzoatın etkisi üzerine Karakahya ve arkadaşının yaptığı bir araştırmanın istatistiki değerlendirmeleri sonucunda sodyum benzoatın, kullanılan dozuna ve süresine bağlı olarak embriyoların toplam ağırlıklarında anlamlı bir azalmaya neden olduğu belirlenmiştir²⁴. Ankara piyasasında üretilen meyve sularında benzoik asit miktarının izin verilen değeri aştığı saptanmıştır. Günlük kullanımına izin verilen değeri aştığında benzoik asit astım, hiperaktivite ve deri döküntülerine neden olabilen bir koruyucu gıda katkı maddesidir²⁵.

Kükürtdioksit ve Çeşitli Sülfidler

Kükürtlü bileşikler çok eski zamanlardan beri kullanılan bir gıda katkı maddesidir. Kükürtleme işlemi en başta şarapçılık ile kuru meyve üretimi ve depolanmasında; kuru meyvelerin renginin korunması, tadının korunması ve zararlı mikroorganizmaların üretimini yavaşlatarak daha uzun süre muhafaza edilebilmesi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kükürtdioksit, çok geniş etkisinin olması ve ucuz olması nedeniyle çoğu kez alternatifsizdir. 0.05 mg/kg değeri üzerinde kullanıldığında kükürt tadının görülmesi sınırlandırma gerektirmektedir^{20,26}. Kuru kayısının en önemli kalite kriteri karakteristik altın sarısı rengidir. Kayıslarda bu altın sarısı rengin korunması amacıyla; kükürtleme işlemi yapılmaktadır. Gıda sanayinde kükürt veya sülfid denildiğinde, yandığı veya parçalandığı zaman kükürtdioksit açığa çıkaran maddeler anlaşılmaktadır. Sülfid formunda kükürt; özellikle asetik asit bakterilerinin, laktik asit bakterilerinin ve küflerin gıdalarda gelişimini önleyen seçici antimikrobiyal bir maddedir²⁷. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve WHO Gıda Katkı Maddeleri Ortak Uzmanlar Komitesi kükürtdioksit için günlük alınabilir kabul düzeyini (ADI) günde 0.7 mg/kg olarak açıklamışlardır. Buna göre 60 kg ağırlığındaki bir birey, günlük olarak en fazla 42 mg kükürtdioksidi bünyesine alabilir²⁸. Ülkemizde yapılan bir araştırmada; Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki market ve pazarlardan tedarik edilen 43 adet kuru kayısında kükürtdioksit analizleri yapılmıştır. Örneklerin 17 adedinde yasal limitlerin (% 40) üzerinde kükürtdioksit bulunduğu saptanmıştır. Bulunan bu sonuçlara göre; üreticiler, kükürtleme işlemi hakkında daha fazla bilgilendirilmeli ve kükürtleme işlemi daha kontrollü bir şekilde gerçekleştirilmelidir²⁷. Kükürtdioksit, koruyucu gıda katkı maddesi olarak kullanılmasına izin verilen diğer bir üründedir. Sirkede kullanılmasına izin verilen maksimum kükürtdioksit miktarı 2003 yılında yayınlanan Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, Renklendiriciler ve Tatlandırıcılar Dışındaki Gıda Katkı Maddeleri Tebliği'nde 170 mg/L olarak belirtilmiş iken, 2013 yılında yayınlanan Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde 100 mg/L olarak belirtilmiştir^{8,29}.

Kükürtdioksit sağladığı avantajların yanında kullanım dozunu aştığında çok fazla oranda sağlığa zarar veren bir katkı maddesidir. Astımlı hastalarda, astım atakları başlatabilen bir koruyucu gıda katkı maddesidir. İnsanların kükürtdioksite karşı tepkisi, kişiden kişiye farklılık göstermektedir. İnsanlarda ölüme neden olacak kadar ciddi alerjik reaksiyonlara neden olabilmesi nedeni ile kükürtdioksinin kullanım dozu iyi ayarlanmalı izin verilen değerlerden fazla gıda katkı maddesi olarak kullanılmamalıdır².

Sülfitlerde gıda teknolojisinde antimikrobiyal gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Ancak yapılan çalışmalarda, bazı bireylerde, sülfid içeren gıdaların ya da içeceklerin sindirilmesi, sülfür dioksinin solunması ve sülfid içeren ilaçların tedavi amacıyla kullanılması sonucunda, hayatı tehdit eden birçok tepkime oluştuğu gösterilmektedir. Bu nedenle sülfitlere aşırı duyarlılığı olan bireylerin korunması amacıyla sülfid kullanımında bazı düzenlemelere gidilmesi gerektiği düşünülmektedir. Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), sülfitlerle ilgili olarak iki düzenleme teklif etmiştir. Bu teklifin birincisi; sülfid içeriği, toplam kükürtdioksit olarak, 10 ppm değerini aştığında etiket üzerinde sülfitleri ilan etme gerekliliğidir. İkincisi ise çiğ olarak tüketilecek patatesten başka sebzeler ve meyvelerde sülfid kullanımı için, 'Genellikle Güvenli Kabul Edilen' (GRAS) statüsünü iptal etmektir. Bu düzenleme, salata barlardaki sülfid kullanımına etkin biçimde engel olacaktır³⁰.

Sorbik Asit

Antimikrobiyal gıda katkı maddesi olarak kullanımına izin verilen tek doymamış organik asit sorbik asittir. Maya ve küflere karşı koruyucu özelliği yaygın olarak kullanılmaktadır. Sorbatlar, keklerde, peynirlerde, kurutulmuş meyvelerde, kuru sosis ve balıklarda, yüzeyde oluşan küflenmeleri önlemek için kullanılabilir. Sorbik asit ve tuzları marmelatlarında, reçellerde, ketçap ve soslarda, margarinlerde ve turşularda kullanılmaktadır³.

Propiyonik Asit ve Tuzları

Propiyonik asit, gıda ürünlerinde antimikrobiyal gıda katkı maddesi olarak tüketilen bir asittir fakat keskin ve ağır bir kokuya sahip olmasından dolayı diğerleri kadar yaygın olarak kullanılmamaktadır. Genel olarak asidik ve nötr pH ortamlarında aktivasyon göstermektedirler. Ağırlıklı olarak peynir olgunlaştırılmasında kullanılan antimikrobiyal gıda katkı maddelerinden birisidir. Aynı zamanda lezzet artırıcı olarak da kullanılmaktadır.

Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii kullanıldığı İsveç tipi ve diğer tip peynirlerde, propiyonik asit bakterileri aspartik asit katabolizmasına bağlı olarak yüksek miktarda süksinat üretimine neden olmaktadır. Süksinat, mono sodyum glutamat benzeri lezzet artırıcı bir bileşendir ve bazı peynir çeşitlerinden izole edilmiştir. İsveç tipi peynirlerin ve Cheddar peynirinin lezzetine katkı sağlamaktadır³¹.

Yapılan çalışmalar sonucunda çiğ süttten üretilen peynirlerde ağırlıklı olarak propiyonik ve asetik asit tespit edilmiştir. Pastörize süttten elde edilen peynirde ise diğer peynirlere kıyasla yüksek miktarda malik asit ve bütirik asit tespit edilmiştir³².

Asetik Asit ve Tuzları

Asetik asit, sağlık açısından kullanımında sakınca görülmeyen gıda katkı maddelerinden birisidir. Sodyum asetat, kalsiyum asetat, potasyum asetat ve sodyum diasetat tuzları çeşitli gıdalarda antimikrobiyal gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Monokarboksilik organik bir asit olup, sirkenin temel bileşenidir³. Konsantre asetik asidin sulandırılması ile elde edilen yapay sirkenin kullanımı pek çok ülkede yasaklanmıştır³³. Doğal sirkeler asetik asidin fermantasyonu yoluyla elde edilir. Türk standartlarına göre ülkemizde üretilen sirkelerin toplam asit içeriği (suda serbest asetik asit cinsinden) 40 g/L değerinden az olmamalıdır³⁴. Sodyum diasetat, unun ağırlığının %0.2-0.375 oranlarında ekmekte ve diğer fırın ürünlerinde kullanılmaktadır²⁶.

Asetik asit aynı zamanda proteinli maddelerin aroma taşıyıcısı olan aminoasitlerin yıkımında ve renk açıcı olarak kullanımında etkilidir. Farklı asetik asit solüsyonlarıyla marine edilmiş barbunya balıklarının üzerinde yapılan bir çalışmada, tuz ve asetik asitin balık eti içerisine yayılarak proteinleri denatüre ettiği ve pH değerini düşürdüğü bildirilmiştir. Ayrıca bütün örnek grupları içerisinde %4'lük asetik asitle marine edilen balıkların herkes tarafından daha çok beğenildiği tespit edilmiştir³⁵.

Son Yıllarda Antimikrobiyal Olarak Kullanılan Doğal Gıda Katkıları

Son yıllarda bir süt proteini olan laktoferrinin, antimikrobiyal ve probiyotik özelliklerinden dolayı çok fonksiyonlu gıda katkı maddesi olarak, probiyotik gıdalarda ve bebek mamalarında yaygın olarak kullanılması düşünülmektedir. *E. coli*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus aureus*, *Vibrio cholera*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhimurium*, *Shigella dysenteriae*'nin da dahil olduğu patojen bakterileri ve hatta bazı virüsleri inhibe edebildiği bildirilmiştir. Laktoferrin, ilk olarak inek sütünden izole edilmiş olup endüstriyel ölçekte peynir altı suyu tozundan ve kaymağı alınmış süttten saflaştırılarak elde edilmektedir. Laktoferrin, mide asitliğinden olumsuz etkilenmemektedir ve demiri bağlama kararlılığı geniş pH aralığına sahiptir. Bu molekülün antimikrobiyal fonksiyonunun, yalnızca ortamdaki mevcut serbest demir iyonlarının uzaklaştırılması ile bağlı kalmayıp, mikroorganizma ve hücre yüzeyi arasındaki interaksyonunu da kapsamaktadır. Ayrıca *Lactobacillus casei* bakterisine etki etmemekte, *Bifidobacterium* cinsi bakterilerin de gelişmelerine yardımcı olmakta ve böylece kolon kanseri oluşumunu engellemektedir. Laktoferrin, katıldığı et ürününün kokusunu, rengini ve görünüşünü de değiştirmemektedir. Bu proteinin eti 45 gün ya da daha uzun süre bakteriyel kontaminasyona karşı koruduğu, aynı zamanda ürün satın alındıktan ve ambalajı açıldıktan sonra dahi et yüzeyinde kalan kısmının uzun süre güvenliğini sağladığı bildirilmektedir. Laktoferrinin et ürünlerinde kullanılması, Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) ve FDA tarafından da uygun bulunmaktadır³⁶. Günümüzde üretimi oldukça sınırlı olmasından dolayı kullanımı oldukça pahalıdır. Fakat bu ürünün özellikleri tam

olarak günümüzde bilinmemektedir. Bu nedenle de bu konudaki araştırmalar yaygınlaştırılmalıdır.

Günümüzde, gıda sanayisinde özellikle doğal kaynaklı antimikrobiyal komponentlerin kullanıldığı biyo-koruma metotlarına olan ilginin gün geçtikçe artmasıyla birlikte, doğal enzimlerin (lizozim) gıdalarda kullanım potansiyeli de artış göstermiştir. Lizozim, 1922 yılında Alexander Fleming tarafından keşfedilmiş ve yumurta akı albümininden tespiti yapılmış antimikrobiyal bir maddedir. WHO ve FAO 1993 yılında, lizozimin toksik olmadığını bildirmiştir ve Almanya, İtalya, Fransa, Japonya, İngiltere ve Avusturya gibi birçok ülke lizozimin gıdalarda kullanımına izin vermiştir. Bunun yanında lizozim, Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri'nde nisin gibi 'GRAS' statüsünde yer almaktadır. Lizozim ticari olarak kullanım alanına sahip olan tek antimikrobiyal enzim olarak bilinmektedir. Özellikle Gram (+) bakterilerde, hücre zarının en önemli yapısı olan peptidoglikan tabakadaki p-1,4-glukozidik bağları hidrolize etmesi nedeniyle, hücre zarının yapısal bütünlüğünün bozulmasına sebep olmaktadır. Fakat lizozim ve nisin gıda kaynaklı *Staphylococcus aureus* suşlarında gelişim ve biyofilm oluşumu üzerine etkileri konusunda yapılan bir araştırmada lizozimin gıdalarda tek başına kullanımının yeterli olmayacağı, dirençli suşların inhibisyonu için yüksek miktarlarda nisinle veya diğer biyokoruyucu maddeler ile kombine edilmesi gerektiği düşünölmektedir³⁷.

Kitosan, kitinin kısmen veya tamamen deasetilasyonu ile elde edilen değişik moleköler ağırlıktaki bileşikler için kullanılan genel bir isimdir. Kitosan ve türevlerinin en önemli sahip oldukları biyolojik özelliklerinden biri antimikrobiyal aktivitedir. Kitosanın antibakteriyel, antifungal ve antiviral aktiviteye sahip olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. Kitosan ve türevleri, gıda endüstrisinde antimikrobiyal, antioksidan, stabilizatör, kalınlaştırıcı, emölgatör, durultucu ve asitlik giderici, enzimatik esmerleşmeyi önleyici ve diyet lif kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca kaplama ve yenilebilir film üretiminde de kullanılmaktadır. Ancak, inhibitör spektrumunun geniş, doğal ve insan sağlığı açısından güvenli olmasından dolayı kitosan ve türevleri gıda endüstrisinde daha çok gıda koruyucusu olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla daha çok ambalaj

materyalinin bir parçası olarak kullanılarak, gıdalarda mikroorganizmaların gelişmelerini önlemekte ve böylece gıdanın kalite ve raf ömrünü iyileştirmektedir. Antimikrobiyal özelliğinin dışında kitosan gıda sanayisinde, elma suyu ve sirke üretiminde berraklaştırma maddesi, sosis üretiminde antioksidan, liçi (Çin'in güneyinde yetişen bir meyve), elma ve armut suyu ile patatesten enzimatik esmerleşmeyi önleyici madde ve meyve sularında asitlik giderici ajan olarak da kullanılmaktadır. Ayrıca kitosan su bağlama ajanı olarak da rol oynamakta ve birçok enzimi inhibe edebilmektedir³⁸. Bilindiği üzere gıdalar farklı bileşiklerin karışımından oluşmaktadır. Bu bileşenlerden bazıları kitosanla reaksiyona girerek antimikrobiyal aktivitesinin artmasına veya azalmasına neden olabilir. Çeşitli gıda bileşenlerinin kitosanın antimikrobiyal aktivitesi üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, peyniraltı suyu proteinleri, nişasta ve tuzun kitosanın inhibitör aktivitesini olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiş, yağın ise herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir³⁹. Kitosanın Japonya, Güney Kore, İtalya ve Finlandiya'da gıda uygulamalarında ve Amerika Birleşik Devletleri'nde ise yara tedavisi ile ilgili uygulamalarda kullanımına onay verilmiştir. Kitosan ve türevlerinin antimikrobiyal etki mekanizmasının ve bunu etkileyen faktörlerin, yapılan araştırmalarla somut bir şekilde ortaya konulması bunların uygulama şeklini ve uygulama alanlarını genişletecektir³⁸.

Yine yapılan araştırmalar sonucunda, bal ve propolis ekstraktlarının Gram (-) ve Gram (+) bakterilere karşı antibakteriyal aktivitelerinin olduğu tespit edilmiştir³⁹. Bu doğrultuda son yıllarda gıda katkı maddesi olarak kullanılan maddeler arasında propoliste önemli bir kullanıma sahiptir.

Sonuç

Gıda ürünlerine antimikrobiyal etki amacı ile nitrit ve nitratlar, sorbik asit, benzoik asit, kükürtdioksit ve sülfidler, propiyonik asit ve asetik asit yaygın olarak katılmaktadır. Ayrıca, son yıllarda tüketici talebinin artması ve teknolojinin gelişmesi ile yapılan araştırmalar doğrultusunda, doğal olarak üretilen laktoferrin, nisin, lizozim, kitosan ve propolis gibi maddeler de antimikrobiyal gıda katkı maddesi olarak kullanılmaya başlamıştır.

Günümüzde hala gıda katkı maddeleri ile ilgili araştırmalar devam etmekte ve elde edilen yeni bilgilere göre birtakım bilgiler değiştirilmektedir. Örneğin 2013 tarihinde Resmi Gazete’de yayınlanan tebliğ kapsamında ambalajsız olarak piyasaya sunulan ekmek, tam buğday ekmeği, buğday unu, kepekli ekmek ve ekşi hamur ekmeklerinde gıda katkı maddeleri kullanımının yasaklandığı belirtilmiřtir⁴⁰. Ayrıca ilk kez 2013’te yayınlanan tebliğde Türk Gıda Kodeksi’ne alınan çiğ köfteye katkı maddesi ayardır gelmiştir. Limon ve sirke dışında çiğ köfteye herhangi bir katkı maddesi katmak yasaktır⁸. Ya da sirkede kullanılmasına izin verilen maksimum kükürtdioksit miktarının, 2003 yılında yayınlanan Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde 170 mg/L olarak belirtilmiş iken, 2013 yılında yayınlanan Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde 100 mg/L olarak belirtilmesi gibi.

Kullanılan bu gıda katkı maddelerinin yararlı etkileri olduğu gibi kullanım dozunu aştığında zararlı etkilerinin de olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle kullanımına izin verilen düzeyde kullanılmaları her çalışmada kesinlikle önerilmektedir.

Ülkemizde gıda katkı maddeleri için izin verilen miktarlar genel olarak WHO ve Avrupa Standartlarına göre yüksektir. Ayrıca satılan ürünlerde yapılan analizlerde bulunan gıda katkı maddesi miktarları, yasal miktarların üzerinde kullanıldığı sonucunu çıkarmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda bulunan zararlı gıda katkı maddelerinin gıdalarda kullanımı yasaklanarak gıda katkı maddelerinin zararlı etkilerinden korunmak amaçlanmaktadır. Tüketicilerin, gıda katkı maddeleri konusunda bilinçlendirilmesi, geğmişten günümüze giderek artan şekilde önem kazanmaya devam etmektedir.

KAYNAKÇA

1. Ceylan Z, Mol S. Nisin ve su ürünleri. *Su Ürünleri Dergisi*. 2015;32(2):115-120.
2. Boğa A, Binokay S. Gıda katkı maddeleri ve sağlığımıza etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*. 2010;(19):141-154.
3. Küçüköner E. Yeni ürün geliştirmede gıda katkı maddelerinin fonksiyonları ve önemi. *Gıda Dergisi*. 2006;31(3):175-181.
4. Sancak YC, Ekici K, İşleyici Ö. Fermente Türk sucuğu ve pastırmalarda kalıntı nitrat ve nitrit düzeyleri. *Yüzüncüyıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*. 2008;19(1):41-45.
5. Yalçın H, Can ÖP, Türkoğlu M. Mersin ilinde tüketime sunulan salam, sosis ve sucuklardaki kalıntı nitrat ve nitrit düzeylerinin belirlenmesi. *Gıda Dergisi*. 2012;37(1):33-37.
6. Öztan A, Vural H, Helvacı R. Sosis üretiminde nitrozomyoglobin ve kalıntı nitrit miktarlarını etkileyen faktörler. *Gıda Dergisi*. 1991;16(2):117-121.
7. Öztan H, Vural H. Et ürünlerinde nitrozamin oluşumunun laktik asit bakterileri kullanımıyla önlenmesi. *Gıda Dergisi*. 1991;16(4):237-240.
8. Anonim. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. 30.06.2013 tarihli ve 28693 sayılı Resmi Gazete.
9. Pirinççi İ, Acet A. Yemlerde nitrat ve nitrit düzeyleriyle ilgili çalışmalar. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 1984;31(1):41-52.
10. Selenka F. Sanitary evaluation of nitrate in drinking water. *Zentrald Bacteria Microbiol Hygiene*. 1980;172(1-3):44-58.
11. Ekici K, Alisharlı M, Sancak YC. Peynir çeşitlerinde nitrit ve nitrozaminler. *Yüzüncüyıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*. 2008(2):71-72.
12. Dıraman H, Özdemir D, Gündüz HH, Demirci M. Trakya bölgesinde üretilen çeşitli süt ürünlerinin nitrat ve nitrit düzeylerine göre kemometrik yöntemlerle sınıflandırılması. *Gıda Dergisi*. 2009;34(6):387-394.
13. Gray JI, Irvine DM, Kakuda Y. Nitrates and N-nitrosamines in cheese. *J Food Prot*. 1979;42(3):263-272.
14. Kyriakidis BK, Georgiou KT, Batzaka ET. Nitrate and nitrite content of

- Greek cheeses. *J Food Composition and Analysis*. 1997;(10):343-349.
15. Watson SW. Gram–negative chemolitrophic bacteria. *Bergey's Manuel of Determinative Bacteriology*, Gibbons NE and Buchanan RE (chief eds), 8th Edition, The Williams&Wilkins Company, Baltimore. 1974:450-464.
 16. Pelczar MJ, Chan ECS, Krieg NK. The world of bacteria III: bacteria with unusual properties. *Microbiology*, 5th Edition, Mcgraw-Hill Book Company, Singapore. 1986:313-314.
 17. Ayaz A, Yurttagül M. Ispanakta buzdolabında bekletme, pişirme ve dondurmanın nitrat ve nitrit içeriğine etkisi. *Gıda Dergisi*. 2013;38(1):9-16.
 18. Cammack R, Joannou CL, Cui XV, Martinez CT, Maraj SR, Hughes MN. Nitrite and nitrosyl compound in food preservation. *Biochimica Biophysica Acta*. 1999; 5(1411):474-488.
 19. Dağoğlu G, Bildik A, Aksoy A. Van yöresindeki sulara nitrat ve nitrit düzeyleri. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*. 1995;9(2):240-244.
 20. Baker RC, Hahn PW, Robbins KR. *Fundamentals of New Food Product Development*. Elsevier Science Publishing Com. Inc. New York, U.S.A. 1988:290.
 21. Robach M.C. Use of preservatives to control microorganism in food. *Food Technol*. 1980; 34(10):81.
 22. Küçükçetin A, Şık B, Demir M. Bazı ticari süt ürünlerindeki sodyum benzoat, potasyum sorbat, nitrat ve nitritin belirlenmesi. *Gıda Dergisi*. 2008;33(4):159-164.
 23. Küçükçetin A, Şık B, Çiçek A, Certel M. Determination of sodium benzoate and potassium sorbate in yoghurt and white pickled cheese by HPLC. *Milchwissenschaft*. 2004;(59):420-422.
 24. Karakahya F, Başımoğlu Koca Y. Gelişmekte olan tavuk karaciğeri üzerine gıda katkı maddesi. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*. 2016;37(2):85-98.
 25. Yurttagün M. Gıda Katkı maddeleriyle ilgili geniş kapsamlı bir araştırma. <http://www.saglikvakfi.org.tr/html/gkm.asp.2010>. Erişim Tarihi: 05.2016
 26. Haque ZU. Principles of new product development. (lecture notes)

- Mississippi State University. Department of Food Science and Technology. MS. U.S.A. 1996.
27. Hepsağ F, Yıldırım A, Gölge Ö, Hayoğlu İ. Türkiye’de üretilen ve tüketilen kuru kayısılarda kükürtdioksit kalıntı miktarlarının belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 2016;20(1):7-11.
 28. Bilgiç Y. Farklı meyve çeşidi ve iriliğine sahip kükürtlenmiş kayısı kurularında H₂O₂ uygulamasının SO₂ kükürt kalıntısına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2009.
 29. Anonim. Türk Gıda Kodeksi Renklendiriciler ve Tatlandırıcılar Dışındaki Gıda Katkı Maddeleri Tebliği (2003/44). Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı. 22 Aralık 2003 tarih ve 25324 sayılı Resmi Gazete, Ankara. 2003.
 30. Güneş FE. Sülfidler ve aşırı duyarlılık reaksiyonları. *Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2014;4(3):173-181.
 31. Ertekin B, Seydim Z. Laktoz, sitrat ve lipit metabolizmalarının peynirde lezzet bileşenlerinin oluşumuna etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2009;46(3):97-104.
 32. Alp D, Öner Z. Bazı laktik asit bakterilerinin antibiyotik dirençleri ve aroma maddeleri oluşturma özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda Dergisi*. 2014;39(6):331-337.
 33. Akbaş M., Cabaroğlu T. Ülkemizde üretilen bazı üzüm sirkelerinin bileşimleri ve gıda mevzuatına uygunlukları üzerine bir araştırma. *Gıda Dergisi*. 2010;35(3):183-188.
 34. Anonim. TSE Sirke – Tarım Kökenli Sıvılardan Elde Edilen Ürün TS 1880 EN 13188 - Tadil ICS: 01.040.67;67.220.20, Türk Standartları Enstitüsü Necatibey Cad. 112, Ankara. 2004.
 35. Özpolat E, Emir Çoban Ö. Farklı asetik asit solüsyonlarıyla marine edilmiş barbunya (*mullus barbatus barbatus* L., 1758) balıklarının çeşitli soslarla değerlendirmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Dergisi*. 2011;6(1):26-34.
 36. Alkın E. Laktoferrin ve gıdalarda kullanımı. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi*. 2008 (10):31-38.
 37. Sudağdan M, Aydın A. Lizozim ve nisin gıda kaynaklı *Staphylococcus*

- Aureus* suşlarında gelişim ve biyofilm oluşumu üzerine etkileri. *İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*. 2013;39(2):254-263.
38. Yıldırım Z, Öncül N, Yıldırım M. Kitosan ve antimikrobiyal özellikleri. *Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 2016;5(1):19-36.
39. Alan Y, Atalan E, Erbil N, Bakır O, Orman Z, Kanik P. Muş ve Bitlis yöresinde toplanan bal ve propolisin antimikrobiyal aktivitesinin araştırılması. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 2014;2(1):221-229.
40. Anonim. Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği. 2013/9 No'lu Tebliğ. 02.04.2013 tarihli ve 28606 sayılı Resmi Gazete.