



***Carnobacterium maltaromaticum* ve Peynir Olgunlaşmasında Önemi**

Nural KARAGÖZLÜ^{1*}, Cem KARAGÖZLÜ²

¹Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Muradiye MANİSA

²Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Bornova İzmir

*Sorumlu yazar: nural.karagozlu@cbu.edu.tr

Öz

Carnobacterium türleri Gram pozitif, katalaz negatif çubuk şeklinde heterofermantatif, 0°C'de üreyebilen, 45°C'de üreyemeyen bakterilerdir. Önceleri *Lactobacillus* cinsi içinde sınıflandırılmıştır. Özellikle vakumlu veya modifiye atmosferde paketlenmiş balık ve et ürünlerindeki bozulmadan sorumlu tutulmuş; ancak Fransız tipi bazı peynirlerdeki varlığı da dikkat çekmiştir. *C.maltaromaticum*, lösinin katabolizmasından 3-metilbutanal üretimine bağlı olarak peynirlerde maltımsı ve çikolatamsı bir aroma oluşturmaktadır. Aynı zamanda organizmanın ürettiği bakteriyosinlerin *Listeria monocytogenes* gibi bazı gıda kaynaklı patojenler ve bozulma yapan bazı mikroorganizmalar üzerine inhibitif etkilerinin olduğu saptanmıştır. Son yıllarda bu organizmanın, süt ürünlerinde organoleptik özelliklerin geliştirilmesi ve sağlık üzerine etkilerinin artırılması amacıyla "starter olmayan laktik asit bakterisi" olarak kullanımı konuları araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Organizma özellikle peynir olgunlaşmasında diğer laktik asit bakterileri ile rekabet etmeden gelişebilmektedir. Bu derlemede *Carnobacterium maltaromaticum*'un taksonomisi, ekolojisi, peynir olgunlaşmasında önemi ve gıda güvenliği açısından organizmanın kullanımı konusunda bilgiler yer almaktadır.

Anahtar kelimeler: *Carnobacterium*, *Carnobacterium maltaromaticum*, *Listeria monocytogenes*, Peynir, Gıda güvenliği

Importance and Usage of *Carnobacterium maltaromaticum* in Dairy Products

Abstract

Carnobacterium species are Gram positive, catalase negative, rod shaped heterofermentative bacteria. They can grow at 0°C, not at 45°C. Previously, the genus *Carnobacterium* was classified in genus of *Lactobacilli*. It is isolated from vacuum packed meat, chicken and fish, but the presence of *Carnobacterium* in French type of cheese is important. *Carnobacterium maltaromaticum* produces malty and chocolate aroma according to production of 3-metilbutanal from leucine. Some bacteriocins from *Carnobacterium maltaromaticum* are effective against spoilage microorganisms and inhibit the pathogenic bacteria like *Listeria monocytogenes*. In recent years this organism, improving the organoleptic properties of dairy products in order to increase their impact on health and "non-starter lactic acid bacteria" has attracted the attention of researchers in the use of threads. Especially the cheese can develop without having to compete with other organisms lactic acid bacteria during ripening. This review focuses on the taxonomy, ecology of *Carnobacterium maltaromaticum* and its place and importance in food and dairy products.

Key words: *Carnobacterium*, *Carnobacterium maltaromaticum*, *Listeria monocytogenes*, Cheese, Food safety

Giriş

Peynir yapısı, tat ve aroma kazandıran öğelerden birisi peynir üretiminde ve olgunlaşmasında kullanılan mikroorganizmalardır. Peynir mikrobiyolojisi her peynir çeşidinin özgün karakteristiklerinin gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Peynir teknolojisinde yararlanılan laktik asit bakterileri (LAB) starter kültürün temel florasını oluşturmaktadır. LAB starter ve starter olmayan LAB (non-starter LAB, NSLAB) olarak iki grupta incelenebilir. Starter olan bakterilerin peynir içindeki sayısı yaklaşık 10^9 kob.g⁻¹ kadar olmasına karşın, olgunlaşmanın başlamasıyla beraber bu sayı düşük pH, laktoz yetersizliği, peynir kitlesindeki tuzun yükselişi gibi nedenlerle azalmaya başlar. Ancak bazı NSLAB, bu koşullarda gelişmelerini sürdürdüklerinden, başlangıçta miktarları çok düşük olmalarına karşın, 3-4 hafta içerisinde sayıları yaklaşık 10^7 kob.g⁻¹ düzeyine kadar ulaşabilmektedir. Bu bakterilerin sayılarındaki artışla ilişkili olarak peynirde lizis ortaya çıkan hücre içi enzimler, peynir olgunlaşmasına (sekonder proteoliz) önemli katkılar sağlamaktadır. Peynir çeşidine göre *Lactobacillus* subsp. *casei*, *Lb.plantarum*, *Lb.pseudoplantarum*, *Lb.curvatus*, *Enterococcus faecalis*, *E.faecium* araştırmalarda en çok rastlanan NSLAB'dir. Son yıllarda *Carnobacterium maltaromaticum*'un da peynirlerde NSLAB olarak izole edilmesi söz konusu bakteriye olan ilgiyi arttırmıştır. Bu derleme makalede *C.maltaromaticum* bakterisinin genel özellikleri, taksonomisi, ekolojisi, peynirlerdeki varlığı ve kullanımına yer verilmiştir.

Genel Özellikler

Carnobacterium cinsi bakteriler, Gram pozitif, katalaz negatif, çubuk şekillidir. Daha önce *Lactobacillus* cinsi içerisinde yer alan bazı türleri içerir. Çoğu türü 0°C'de gelişir, 45°C'de gelişemez, heterofermentatiftir, bazı türleri glukozdan gaz üretir ve G+C mol yüzdeleri %33-37.2 arasındadır (Jay, 1992).

Filogenetik olarak diğer laktik asit bakterilerinden ayrılır ve farklı kaynaklardan izole edilen 9 tür içerir. Yaygın olarak balık ve et ürünlerindeki bozulmadan sorumlu tutulmakla beraber, *Carnobacterium* suşları bazı Fransız tipi peynirlerden izole edilmiştir (Edima ve ark., 2007).

Carnobacterium maltaromaticum'un özellikle vakumlu veya modifiye atmosferde paketlenmiş balık ve et ürünlerinde yaygın olarak bulunduğu bildirilmiştir (Leisner ve ark., 2012). Organizma lösinin katabolizmasından 3-metilbutanal üretimine bağlı olarak maltımsı/çikolata benzeri bir aroma oluşturmaktadır (Afzal ve ark., 2012).

Carnobacterium maltaromaticum'un Taksonomisi

Carnobacterium cinsi bakterilerin saptanmasından sonra; vakum paketlenmiş et, balık ve tavuklardan izole edilen ve Acetate Agar'da gelişemeyen atipik heterofermentatif *Lactobacillus* türleri (Grup III) tekrar sınıflandırılmıştır. Kaynağına göre; hayvan ve hayvansal gıdalarla ilişkili olanlar Grup I ve soğuk çevrede bulunanlar Grup II olmak üzere sınıflandırma yapılmıştır. Glukoz'dan L(+) laktik asit üreten çubuk şekilli bu bakteriler; hücre duvarı kompozisyonundaki mezo-diaminopimelik asit varlığı ile karakterize edilmektedir. 16S rDNA diziliminden anlaşıldığı üzere *Carnobacterium* türleri, diğer LAB'nden

tamamen ayrı, filogenetik olarak uyumlu bir grup oluşturmaktadır (Afzal ve ark., 2010).

Carnobacterium cinsi altında ilk kez *Carnobacterium divergens* comb.nov., *Carnobacterium piscicola*, *C. gallinarum* sp.nov. ve *Carnobacterium mobile* sp. nov. toplanmıştır (Collins ve ark., 1987). Sütten izole edilen, malt benzeri tat ve aroma üreten *C.piscicola* ve *Lactobacillus maltaromaticus* heterotipik sinonimleri olarak saptanmış ve bu yeni türün fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri ortaya konularak *C.maltaromaticum* ismi onaylanmıştır (Mora ve ark., 2003).

***Carnobacterium maltaromaticum*'un Gıdalar ile İlişkisi**

Son yıllarda *C.maltaromaticum*'un et, balık, süt ürünleri gibi çeşitli gıdalarda yüksek düzeylerdeki varlığı, bu ürünlerdeki ekolojisi, rolü ve etkisi araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Organizmanın ürettiği bakteriyosinlerin gıda kaynaklı bazı patojenlerin kontrolü, özellikle süt ürünlerinde organoleptik özelliklerin geliştirilmesi, sağlık üzerine etkilerinin artırılması amacıyla kullanımı araştırma konularını oluşturmuştur (Afzal ve ark., 2010).

C. maltaromaticum'un bazı suşlarının; virülansının düşük olmasına rağmen balıklarda patojen ve özellikle de stres altındaki balıkların organizmaya karşı duyarlı olduğu bildirilmiştir. Deniz ve et ürünlerindeki bozulmayla ilişkilendirilmekle beraber; çeşitli et ve balıklarda biyokoruyucu ajan olarak organizmanın kullanımı konusu da çalışılmaktadır. *C. maltaromaticum*'un gıda kaynaklı patojenlerden *Listeria*'nın inhibisyonunda biyokoruyucu flora ve ayrıca aroma bileşenlerinin üretiminde olgunlaşma florası olarak önemli bir potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir (Cailliez-Grimal ve ark.,

2007; Afzal ve ark., 2010; Leisner ve ark., 2012).

Süt ürünlerinde lezzet oluşumu öncelikle, fermentasyon sırasında gerekli intraselüler enzimleri sentezleyen LAB, bazı durumlarda da küf ve mayalarla ilişkilidir. Süt proteinin temel bileşeni olan kazein, peynirin olgunlaşması sırasında çeşitli metabolik yolları izleyerek lezzet bileşenlerine dönüşebilen amino asitlere indirgenir (Afzal ve ark., 2012). Diğer yandan laktik asit bakterileri (LAB), starter ve starter olmayan LAB olmak üzere iki gruba ayrılırlar. LAB'nin çeşitliliği, proteoliz ve lipoliz oluşumu için önemlidir ve peptid hidrolaz sistemi veya esteraz aktivitesi yoluyla peynir aromasının gelişimine yardımcıdır. Peynir üretiminde kullanılan katkılardan veya çevreden gelen starter olmayan LAB de, peynirin olgunlaşmasına etki etmektedir. Fransa'da *Carnobacterium* cinsi içinde özellikle *C.maltaromaticum* süt ürünlerinden izole edilmiştir. *C. maltaromaticum*'un olgunlaşmış peynirlerdeki sayısının, olgunlaşma sırasındaki çevresel faktörlere olan uyumundan ötürü yüksek olduğu ve ayrıca düşük laktik asit üretimine bağlı olarak; organizmanın starter olmayan LAB olarak dikkate alındığı bildirilmiştir. Bu atipik LAB, düşük sıcaklıklarda ve 9.6'ya kadarki alkali pH değerlerinde gelişebilme ve bazı suşların bakteriyosin üretebilme gibi avantaj olarak değerlendirilebilecek bazı özellikler göstermektedir. *Carnobacterium*'un bazı izolatlarının anti-*Listeria* özelliği göstermesi ve *Carnobacterium*'dan elde edilen bakteriyosinlerin *Listeria monocytogenes* sayısını azaltması endüstriyel peynir üretiminde bir avantaj olarak görülmektedir. *Carnobacterium* türlerinin, psikrotrofik özellik göstermesine rağmen soğuk koşullarda *Listeria*'ya göre daha hızlı geliştiği

için, peynirde *Listeria* gelişimini engellediği bildirilmiştir (Edima ve ark., 2008)

Peynir Çeşitlerinde *C.maltaromaticum* Varlığı

C.maltaromaticum'un ilk kez bazı aldehitlerin (3-metilbütanal, 2-metilbütanal, 2-metilpropanal) varlığına bağlı olarak, maltımsı veya çikolata benzeri tat ve aromaya sahip süttten izole edildiği ve özellikle süt ürünlerinin dahil olduğu bazı gıda maddelerinde yaygın olarak bulunduğu bildirilmiştir (Miller ve ark., 1974).

Carnobacterium "LAB benzeri" olarak değerlendirilmesine rağmen, asidurik olmaması ve psikrotrofik özelliklerinden dolayı süt ürünlerinde starter kültür olarak kullanılamamaktadır. Fermentasyonun ilk döneminde aktif olmamakla beraber, soğuk depolama ve bazı peynirlerde pH'nın yükselmesiyle beraber peynirin olgunlaşması sırasındaki gelişimi teşvik edilebilmektedir. Yapılan çalışmalarda *Carnobacterium* türlerinin peynirdeki varlığının herhangi bir olumsuz etkiye neden olmadığı ve yumuşak peynir üretiminde peynirin korunması amacıyla kullanılabilmesi belirtilmiştir. *Carnobacterium* cinsinin yüzeyi küfle olgunlaştırılan yumuşak bir Fransız peyniri olan Brie peynirinde baskın olduğu gösterilmiştir (Cailliez-Grimal ve ark., 2007).

Organizma starter LAB ile rekabet etmeden, zayıf β -galaktozidaz aktivitesine bağlı olarak laktozdan düşük L(+) laktik asit üretmesi nedeniyle koagülasyona neden olmadan sütte gelişebilmekte ve yumuşak peynirlerde düşük pH (4.9) değerlerinde varlığını sürdürmektedir. Soğukta olgunlaşma sonunda peynir üretiminde; düşük sıcaklıklarda (13-14°C) ve yüksek pH değerlerinde (pH 7-8) geleneksel LAB yanında ortamda gelişebilir (Chamba, 2008). Organizma bu gibi uygun koşullar altında;

peynir panelinde çeşitlilik sağlayan malt aroması gibi aromatik maddeler üretmektedir. *Listeria* gibi bazı gıda kaynaklı patojenlerin inhibe edilmesinde *C.maltaromaticum*'un ürettiği bakteriyosinlerin kullanımı, bu kültürün starter olmayan LAB olarak peynir teknolojisinde kullanımına olan ilgiyi de arttırmaktadır.

Brie peynirinde *C.maltaromaticum*'un varlığı ilk kez 1994 yılında rapor edilmiş ve 2007 yılında da kanıtlanmıştır. Çiğ veya pastörize edilmiş inek, koyun ve keçi sütlerinden yapılmış 30 adet olgunlaşmış yumuşak (yüzeyi kırmızı mumla kaplı) Fransız peynirinin 10 tanesinde bu bakteri saptanmış, ayrıca 3 peynir izolatında anti-*Listeria* aktiviteye rastlanmıştır. Analiz edilen peynirlerde *C.maltaromaticum*'un, temel psikrotrofik LAB florasını oluşturduğu ve gelişimlerinin peynirlerin soğukta depolandığı (4°C) sürecin sonunda bile yüksek değerlerde (10^8 - 10^9 kob g⁻¹) ve alkali pH'larda devam ettiği gözlenmiştir. Bu durum yumuşak peynirlerin potansiyel olgunlaşma florası olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca *C.maltaromaticum*'un, Mozarella peyniri fermentasyonunda yer alan mikroflorada da sitrati fermente eden bir üye olarak bulunduğu bildirilmiştir (Cailliez-Grimal ve ark., 2007). Çalışmada kullanılan sütün çiğ veya pastörize süt olmasıyla *C.maltaromaticum* sayısı arasında herhangi bir korelasyon bulunmamış; ayrıca *Carnobacterium* içeren ve içermeyen peynirler (Kamember, Munster) arasında tat ve kötü koku açısından fark bulunmamıştır. Biri pastörize koyun, ikisi çiğ inek sütünden yapılmış 3 farklı Brie peynirinde anti-*L.monocytogenes* aktivitesi saptanmıştır. *L.monocytogenes*'in çiğ süttten yapılan yumuşak peynirlerde olgunlaşma periyodu sonunda canlı kalabildiği bilinmektedir.

Dolayısıyla anti-*Listeria* aktivitesi bulunan ve ürünlerde herhangi bir olumsuz etki yaratmayan *Carnobacterium* kültürünün, bakteriyosin üretimine bağlı olarak, peynir üretiminde kullanılmasının bir avantaj olarak değerlendirilebileceği bildirilmiştir (Cailliez-Grimal ve ark., 2007).

C.maltaromaticum; *Streptococcus thermophilus* ve *Lactococcus lactis* gibi ticari starter LAB ile karşılaştırıldığında yavaş asit üreten bir tür olmasına rağmen, *C.maltaromaticum* LMA 28 suşunun; *Lc. lactis* DSMZ 20481 veya *St. thermophilus* INRA 302 kültürlerinin bulunduğu ortamdaki düşük pH değerlerinde varlığını sürdürdürebildiği bildirilmiştir (Edima ve ark., 2008)

Yavaş asit üretme aktivitelerinin bir sonucu olarak, *Carnobacterium* türleri starter kültür olarak kullanılamamakta ve bu nedenle starter olmayan LAB olarak tanımlanmaktadır ve peynir olgunlaşmasına katkıda bulunmaktadır. Starter olmayan LAB'leri, özellikle yumuşak peynirlerin aroma gelişimi üzerine olumlu etki yapmaktadır. Aroma maddelerinin üretimi; diğer bazı noktalara ek olarak, bakteriyal transaminazlarla valin, lösin, izölösün gibi dallanmış zincirli amino asitlerin katabolizmasına bağlanmaktadır. Yapılan bir çalışmada *C.maltaromaticum*'un; lösinden α -ketoizokaproik asit, 3-metilbütanal ve 3-metilbutanol; izölösinden 3-metilbutanoik asit, 2-metilbutanal ve valinden 2-metilbutanol, 2-metilpropanal ve 2-metilpropanol ürettiği saptanmıştır. Çalışmada söz konusu aldehitlerin sütte *C.maltaromaticum*'un karakteristiği olan malt aroması oluşumundan; alkollerin (3-metilbutanol, 2-metilbutanol ve 2-metilpropanol) alkolümsü ve meyvemsi kokudan; dallanmış zincirli asitlerin (2-metilpropanoik asit, 3-metilbutanoik asit, 2-

metilbutanoik asit) ise tatlımsı, ransid, fekal, pütrit ester ve çürük meyve benzeri lezzetten sorumlu olduğu da bildirilmiştir (Afzal ve ark., 2010)

Ancak aroma bileşenlerinin biyosentezinde henüz tam açıklanmayan metabolik yol ve ayrıca bu moleküllerin aktivite mekanizması ve bakteriyosin üretimiyle ilgili yönetmelikler hakkında daha detaylı bilgiler; *C.maltaromaticum*'un süt endüstrisinde daha yaygın kullanımı için bilinmesi gereken noktalardır.

Starter kültür olarak *St.thermophilus* ve *L.lactis*'in kullanıldığı Fransız tipi olgunlaştırılmış peynir teknolojisinde, *C.maltaromaticum*'un da kültüre ilave edilmesi ürüne farklı özellikler kazandırmaktadır. Yumuşak peynir üretiminde geleneksel starter olarak kullanılan *St.thermophilus* INRA 302 ve *Lc.lactis* DSMZ 20481 kültürlerine ilaveten *C.maltaromaticum* LMA 28'in kullanıldığı bir çalışmada; önce *St.thermophilus*'un 39°C'de hızla sütü asitlendirdiği, sonra *Lc.lactis*'in gelişmeye başladığı ve pıhtı sıcaklığı 28-30°C'ye düşürüldüğünde ortamı asitlendirdiği ve sonrasında psikrotrofik bakteri olan *C.maltaromaticum*'un olgunlaşma florası olarak alkali pH'da gelişebildiği saptanmıştır. Çalışmada *C.maltaromaticum*'un bir starter kültür olarak *St.thermophilus* ve *Lc.lactis* ile beraber pıhtıda herhangi bir olumsuz değişiklik yaratmaksızın olgunlaşma florası olarak kullanılabilmesi, ancak kullanılan suşun ortamı yavaş asitlendiren bir suş olduğunun dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir (Edima ve ark., 2008).

***Carnobacterium* bakteriyosinleri ve Gıdalarda Koruyucu Olarak Kullanımı**

Carnobacterium türleri (LAB tarafından sentezlenen Ila sınıfı bakteriyosinler grubunda yer alan) 12 farklı bakteriyosin

üretme yeteneği olan kültürlerdir (Leisner ve ark., 2007). Küfle olgunlaştırılmış Fransız tipi bir peynirden izole edilen *C.maltaromaticum* CP5'in, CP51 ve CP52 olmak üzere 2 karnobakteriyosin sentezlediği bildirilmiştir (Herbin ve ark., 1997). CP51'in vakum paketlenmiş etten izole edilen *C.piscicola* LV17'nin sentezlediği karnobakteriyosin BM1E'ye benzediği belirtilmiştir (Ahn ve Stiles 1990). *C.maltaromaticum*'un diğer suşları, *C.maltaromaticum* UAL26 benzeri Cbn BM1 bakteriyosini üretmiştir (Gursky ve ark., 2006). CP52'nin karnobakteriyosin B2'ye (Cbn B2) benzediği (Quadri ve ark., 1994); Cbn BM1 (43 AA) ve Cbn B2 (48AA) bakteriyosinlerinin *Carnobacterium* türleri, *Enterococcus* türleri ve *Listeria* türleri gibi Gram pozitif bakterilere karşı etkili olduğu saptanmıştır (Quadri ve ark., 1994; Mathieu ve ark., 1993).

Ila, Ilc ve bir siklik sınıfına özgü, 6 bakteriyosin, farklı *C.maltaromaticum* suşları için tanımlanmıştır. Bu bakteriyosinlerin gıda kaynaklı bir patojen olan *Listeria monocytogenes*'i inhibe ettiği ve bozulma yapan mikroorganizmalara karşı da etkili olduğu bilinmektedir. *Carnobacterium* ve *Listeria* cinsi bakteriler psikrotroftiktir ve bu bakterilerin peynir üretimindeki, sütün ön olgunlaştırmasında ve olgunlaşma sonundaki farklı pH ve sıcaklıklardaki davranışları benzerdir. Sütten ve diğer bazı gıdalardan izole edilen *Carnobacterium* türlerinin ürettiği bakteriyosinlerin kullanımı ve *L.monocytogenes*'in inhibisyonu konusunda çeşitli çalışmalar mevcuttur.

Jasniewski ve ark. (2009); *C.maltaromaticum* CP5'den izole edilen Cbn BM1 ve Cbn B2 bakteriyosinlerinin; bazı patojenik *Listeria* türleri, bozulma yapan *Enterococcus* türleri ve LAB *Carnobacterium* sp üzerine antimikrobiyal aktivitelerini araştırdıkları çalışmalarında; denemede

kullanılan karnobakteriyosinlere 3 suş dışında tüm *Carnobacterium* türlerinin, 6 *Listeria* türünün hepsinin, 3 *Enterococcus* türünün 2'sinin duyarlı olduğunu, LAB suşları ve *S.aureus* CIP 7625'in ise duyarlı olmadığını saptamışlardır. Çalışmada Cbn BM1 ve Cbn B2 olmak üzere iki karnobakteriyosinin bir arada kullanıldığında sinerjistik etki oluştuğu, ikinci bakteriyosinin ilavesi durumunda minimum inhibe edici konsantrasyonun önemli oranda azaldığı bildirilmiştir. Cbn BM1 ve Cbn B2'nin gastrointestinal hücreleri için, sitotoksik olmadığı, bu nedenle *Listeria* türlerinin inhibe edilmesinde potansiyel biyokoruyucu olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir.

C.piscicola JG126 tarafından üretilen bir bakteriyosin olan piskikolin 126'nın; süt ve kamember peynirinde peynir starter kültürleri ve *L.monocytogenes*'in gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır (Wan ve ark., 1997). Bir başka çalışmada ise kamember peynirinde; canlı sayısı ve starterin asit üretimine etki etmeksizin, *L.monocytogenes*'in gelişimini önemli oranda inhibe ettiği saptanmıştır (Gursky ve ark., 2006).

Yapılan çalışmalar soğuk-tütsülenmiş somon, tüketime hazır pişirilmiş tavuk, köfte gibi çeşitli soğukta saklanan gıdalarda *L.monocytogenes* riskinin var olduğunu ortaya koymakta ve dolayısıyla bu patojene karşı bazı stratejilerin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu kapsamda *C.maltaromaticum*'un içinde yer aldığı *Carnobacterium* türleri tarafından sentezlenen bakteriyosinlerin kullanımı veya bakteriyosin üreten *Carnobacterium* suşlarının gıdaya direk ilavesi yöntemlerinin uygulanabileceği bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada; farklı sıvı kültür ortamında *C.maltaromaticum* Cp L103 suşundan elde edilen bakteriyosin benzeri maddenin

üretiminde, farklı fermentasyon örneklerinin etkisi çalışılmış; bu bakteriyosin benzeri maddenin vakum paketlenmiş somonlarda *L.monocytogenes* üzerine bakteriyostatik etki gösterdiği saptanmıştır. Ancak tek bakteriyosin kullanımının *L.monocytogenes*'i inhibe etmede yeterli güvenliği sağlamayacağı; dolayısıyla iki bakteriyosin kombinasyonu uygulanması veya aktiviteyi arttırıcı faktörlerin kullanımının sağlanması gibi yeni stratejilerin uygulanmasının gerekli olduğu belirtilmiştir (Schöbitz ve ark., 2006).

C.maltaromaticum tarafından üretilen bakteriyosinin varlığı ve düşük depolama sıcaklığı *L.monocytogenes*'in inhibisyonunu arttırmaktadır. Bununla beraber, dirençli suşların ortaya çıkışı ve gıdaya bağlı olarak, proteolitik enzimlerle bakteriyosinin inaktivasyonu, bakteriyosin üretmeyen *C.maltaromaticum* suşlarının kullanımının önerilmesine de neden olmuştur (Schöbitz ve ark., 2003, Wan ve ark., 1997).

Fransa'da tütülenmiş somon önemli bir ihracat ürünüdür ve birçok ülkede ihracat ile ilgili yönetmelikler sıkıdır ve koruyucu olarak herhangi bir katkı maddesi kullanımına izin verilmemektedir. Bu nedenle bu ürünlerdeki mikroflora, genelde soğuk veya sıcak tütüleme yapılmasına ve tütü yapılan yerin florasına bağlı olmaktadır ve *Listeria* tütülenmiş balıklardan sıkça izole edilmektedir. Yapılan bir çalışmada ticari vakum paketlenmiş soğuk tütülenmiş somon balığından izole edilen LAB'nden elde edilen bakteriyosinlerin, bakteriyel bozulmayı ve özellikle *L.monocytogenes*'in gelişimini inhibisyonu araştırılmıştır. İzole edilen toplam 100 civarındaki LAB'nden, 22 suşun proteinli maddeler benzeri bakteriyosin üretebildiği ve bunların, fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri ile *Carnobacterium* suşları olarak karakterize edildiği bildirilmiştir. Vurgulu Alan Jel

Elektroforez (Pulsed Field Gel Electrophoresis) ile yapılan çalışmada 3 farklı suş saptanmış, bu suşların *C.piscicola* olduğu, gelişim ve bakteriyosin üretimi açısından incelendiklerinde 2'sinin bakteriyosin ürettiği saptanmıştır. Bu suşların soğuk tütülenmiş balıkta 21 günde 10^8 kob.g⁻¹'a kadar çoğalabildiği ve bakteriyosin üretebildiği; *L.monocytogenes*'i *C.divergens* V41 ve *C.piscicola* V1'in 4 gün kadar kısa sürede, *C.piscicola* SF668 suşunun ise 13 günde inhibe ettiği bulunmuştur (Duffes ve ark., 1999).

Çeşitli gıda ürünlerinde koruyucu ajan olarak *C.maltaromaticum*'un kullanımı, organizmanın tirozinden tiramin üretme kabiliyeti nedeniyle sınırlanmaktadır. Üretilen tiramin miktarı gıdaya ve kullanılan suşa bağlı olarak değişmektedir (Masson ve ark., 1996, Leisner ve ark., 2007). Yapay olarak *C.maltaromaticum* LMA 28 inokule edilen yumuşak peynirlerde; tiramin ve histamin oluşmadığı saptanmıştır (Edima ve ark., 2007). 2005'den bu yana *C.maltaromaticum*'un bir suşu (GB1); tüketime hazır et ürünleri için GRAS listesinde (Generally Recognized as Safe, GRN 00159) değerlendirilmektedir. Ayrıca *C.maltaromaticum* insanlarda enfeksiyonel hastalığa neden olmamakta ve fırsatçı patojen olarak değerlendirilmemektedir. Bu konuda sadece bir tıp literatüründe insandan izole edildiği bildirilmiştir (Chmelar ve ark., 2002).

Sonuçlar

LAB olarak değerlendirilmese de süt ürünlerinde LAB yanında gelişerek özellikle peynirde, panelistler tarafından malt benzeri olarak tanımlanan aroma oluşturan; aynı zamanda gıda kaynaklı bazı patojen bakterilerin inhibisyonunda etkili bakteriyosin üreten *C.maltaromaticum* ile

ilgili çalışmalar son yıllarda artmaktadır. Bu derleme çalışmasında yapılan araştırma konunun, patojenler içinde sadece *Listeria monocytogenes* ile, gıda grubu içinde ise sadece peynir ile kısıtlı kaldığını ortaya koymuş; ayrıca ilgili aroma maddelerinin yapısı ve aroma oluşumuna etki eden faktörlere ait çalışmalara rastlanmamıştır. Söz konusu konularda yeni çalışmalar ile *C.maltaromaticum* kültürü kullanılarak yeni bir ürün çalışması yapılabilir.

Kaynaklar

- Afzal, M.I., Jacquet, T., Delaunay, S., Borges, F., Milliere, J.B., Revol-Junelles, A.M., Cailliez, G., 2010. *Carnobacterium maltaromaticum*: Identification, isolation tools, ecology and technological aspects in dairy products. *Food Microbiology*, 27: 573-579.
- Afzal., M.I., Delaunay, S., Paris, C., Borges, F., Revol-Junelles, A.M., Cailliez-Grimal, C., 2012. Identification of metabolic pathways involved in the biosynthesis of flavor compound 3-methylbutanal from leucine catabolism by *Carnobacterium maltaromaticum* LMA 28. *International Journal Food Microbiology*, 157:332-339.
- Ahn, C., Stiles, M.E., 1990. Antibacterail activity of lactic acid bacteria isolated from vacuum-packaged meats. *Journal of Applied Bacteriology*, 69: 302-310.
- Cailliez-Grimal, C., Edima, H.C., Revol-Junelles, A.M., Milliere, J.B., 2007. Short communication: The only *Carnobacterium* species in French ripened soft cheeses as revealed by polymerase chain reaction detection. *Journal of Dairy Science*, 90: 1133-1138.
- Chmelar, D., Matusek, A., Korger, J., Durnova, E., Steffen, M., Chmelarova, E., 2002. Isolation of *Carnobacterium piscicola* from human pus-case report. *Folia Microbiol.* 47: 455-457.
- Collins, M.D., Farrow, J.A.E., Phillips, B.A., Fergus, S., Jones, D., 1987. Classification of *Lactobacillus divergens*, *Carnobacterium piscicola* and some catalase-negative, asporogenous, rod-shaped bacteria from poultry in a new genus, *Carnobacterium*. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 37: 310-316.
- Duffes, F., Leroi, F., Boyaval, P., Dousset, X., 1999. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by *Carnobacterium* spp. strains in a simulated cold smoked fish system stored at 4°C. *International Journal Food Microbiology*, 47: 33-42.
- Edima, H.C., Cailliez-Grimal, C., Revol-Junelles, A.M., Linder, M., Milliere, J.B., 2007. A selective enumeration medium for *Carnobacterium maltaromaticum*. *Journal Microbiological Methods*, 68: 516-521.
- Edima, H.C., Cailliez-Grimal, C., Revol-Junelles, A.M., Rondags, E., Milliere, J.B., 2008. Short communication: Impact of pH and temperature on the acidifying activity of *Carnobacterium maltaromaticum*. *Journal of Dairy Science*, 91: 3806-3813.
- Gursky, L.J., Martin, N.I., Derksen, D.J., Van Belkum, M.J., Kaur, K., Vederas, J.C., Stiles, M.E., McMullen, L.M., 2006. Production of piscicolin 126 by *Carnobacterium maltaromaticum* UAL26 is controlled by temperature and induction peptide concentration.

- Archives of Microbiology*, 186: 317-325.
- Herbin, S., Mathieu, F., Brule, F., Branlant, C., Lefebvre, G., Lebrihi, A., 1997. Characteristics and genetic determinants of bacteriocin activities produced by *Carnobacterium piscicol* CP5 isolated from cheese. *Current Microbiology*, 35: 319-326.
- Jasniewski, J., Cailliez-Grimal, C., Chevalot, I., Milliere, J.B., Milliere, J.B., 2009. Interactions between two carnobacteriocins Cbn BM1 and Cbn B2 from *Carnobacterium maltaromaticum* CP5 on target bacteria and Caco-2 cells. *Food and Chemical Toxicology*, 47: 893-897.
- Jay, J.M., 1992. Modern Food Microbiology. Chapman and Hall, New York.
- Leisner, J.J., Hansen, M.A., Larsen, M.H., Hansen, L., Ingmer, H., Sorensen, S.J., 2012. The genome sequence of the lactic acid bacterium, *Carnobacterium maltaromaticum* ATCC 35586 encodes potential virulence factors. *International Journal Food Microbiology*, 152: 107-115.
- Leisner, J.J., Laursen, B.G., Prevost, H., Drider, D., Dalgaard, P., 2007. *Carnobacterium* positive and negative effects in the environment and in foods. *FEMS Microbiol Reviews*, 31: 592-613.
- Masson, F., Talon, R., Montel, M.C., 1996. Histamine and tyramine production by bacteria from meat products. *International Journal Food Microbiology*, 32: 199-207.
- Mathieu, F., Michel, M., Lefebvre, G., 1993. Properties of bacteriocin produced by *Carnobacterium piscicola* CP5. *Biotechnology Letters*, 15: 587-590.
- Miller, L.A., Morgan, M.E., Libbey, L.M., 1974. *Lactobacillus maltaromicus*, a new species producing a malty aroma. *International Journal Systematic Bacteriology*, 24: 346-354.
- Quadri, L.E., Sailer, M., Roy, K.L., Vederas, J.C., Stiles, M.E., 1994. Chemical and genetic characterization of bacteriocins produced by *Carnobacterium piscicola* LV17B. *Journal of Biology and Chemistry*, 269: 12204-12211.
- Schöbitz, R., Suazo, V., Costa, M., Ciampi, L., 2003. Effects of bacteriocin-like inhibitory substance from *Carnobacterium piscicola* against human and salmon isolates of *Listeria monocytogenes*. *International Journal Food Microbiology*, 84: 237-244.
- Schöbitz, R.P., Bocrquez, P.A., Costa, M.E., Ciampi, L.R., Brito, C.S., 2006. Bacteriocin-like substance production by *Carnobacterium piscicola* in a continuous system with three culture broths. Study of antagonism against *Listeria monocytogenes* on vacuum packaged salmon. *Brazilian Journal of Microbiology*, 37: 52-57.
- Wan, K., Harmark, J., Davidson, B.E., Hillier, A.J., Gordon, J.B., Wilcock, A., Hickey, M.W., Coventry, M.J., 1997. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by piscicolin 126 in milk and camembert cheese manufactured with a thermophilic starter. *Journal of Applied Microbiology*. 82: 273-280.