

Peynir Olgunlaştırmada Propionik Asit Bakterilerinin Kullanımı

Uz. Dr. Sevdâ KILIÇ

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi — İZMİR

ÖZET

Propiyonik asit bakterileri İsviçre tipi sert peynir yapımında laktik asit bakterileri ile birlikte kullanılır. Bu bakteriler G + , sporsuz ve hareketsizdir. Çubuk formundadırlar. Asitlik ve pH değişimine, inhibitör maddelere karşı hassastırlar. Gelişmeleri için en iyi sıcaklık 30 - 37°C'dir. Yüksek tuz konsantrasyonuna karşı dayanıksızdırlar.

Peynir olgunlaşması devresinde proteinleri ve yağları sınırlı olarak hidrolize ederler. Laktatları kullanırlar. Bunun sonucunda meydana gelen propiyonik ve asetik asit, prolin aminoasiti ve bazı yan ürünler peynirde tat, koku ve aromanın oluşumunu sağlar. CO₂ ise, peynir tipine özgü gözlerin oluşumunda rol alır. Ancak kültürde laktik asit bakterileriyle birlikte buldukları için onlarla uyum sağlayan tür ve suşların seçimine özen göstermek gerekir.

ZUSAMMENFASSUNG

Bei der Hartkäseherstellung (Typ Schweiz) werden Propionsänebakterienkulturen in der Praxis unter der normalen Bedingungen mit den Milchsäurebakterien zusammen verwendet. Diese Kulturen sind Gramm-positiv, keine sporen ausbilden und ohne Bewegung. Sie sind auch Stäbchenförmig und gegen acidität der Milieu und pH—Veränderungen, inhibitor einwirkende Stoffe sensibel. Sie wachsen bei dem Temperatur zwischen 30 - 37°C optimal und ertragen die saigsige Milieu nicht.

Bei der Reifung der Käse hydrolisieren sie den Milcheiweiß und Fett bis eine bestimmte Grenze. Dafür verwenden sie die Laktat. Bei der Reifung der Käse entstehende Propionsäure, Essigsäure, Prolin Aminosäure und einige Nebenprodukte wirken auf den Geschmack, Aroma der Käse aus und spielen dafür eine wichtige Rolle. Dabei entstehen die Löcher der Käse CO₂ nach der Käsesorten. In diesem Rahmen müssen bei der Käseherstel-

lung verwendeten ...Milchsäurekulturen mit den anderen Mikroorganismenarten und Stämmen gut mit einander übereinstimmen.

1. GİRİŞ

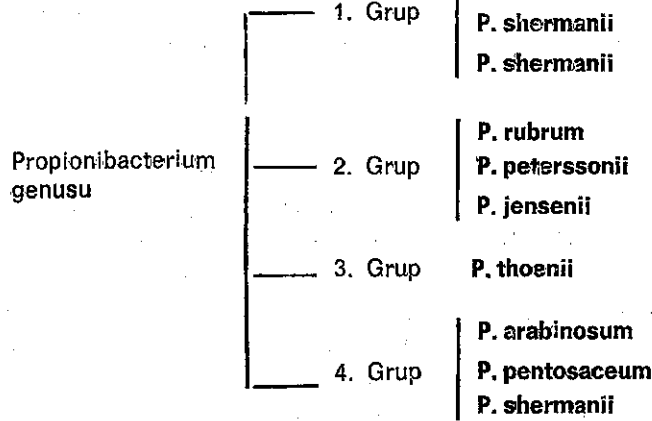
Propionibacteriaceae familyasında yer alan **propionibacterium** genusu peynircilik yönünden önemli bazı türleri içine alır. Bu türler yalnızca peynirlerde kültür olarak kullanıldıkları için değil aynı zamanda besleyici değerleri ve koruyuculuk özelliklerinden dolayı önemlidir. Süt kökenli içeceklerde ve B₁₂ vitamini kaynağı ve propiyonik asit üreticisi oldukları kadar yağda oksidatif bozulmayı azaltıcı etkileriyle de ekonomik açıdan değerlidirler (MAURER, 1974; REINBOLD, 1985).

Ülkemizde özellikle bazı büyük süt işletmeleri geleneksel olarak bilinen peynirlerin yanısıra batı ülkelerinde yapılmakta olan sert peynir çeşitlerinden birkaçını üretmeye başlamışlardır. Bunlar İsviçre tipi sert peynirlerdir. Bu peynirler bilinen peynir çeşitlerinden daha farklı bir teknik ile yapılmaktadırlar. Kültür olarak laktik asit bakterileri ile birlikte propiyonik asit bakterileri de kullanılmaktadır. Aslında geleneksel peynirlerimizden olan mihaliç peyniri üzerinde yapılan bir çalışmada, söz konusu bakterilerin bu peynirin olgunlaşmasında rol oynadığı belirtilmiştir. Bu nedenle gerek batı kökenli bazı peynirlerin gerekse mihaliç peynirinin olgunlaşmasında etkisi olan bu bakterilerin kısaca özelliklerinin ve peynir olgunlaşmasındaki rollerin bilinmesinde yarar vardır.

2. Propiyonik Asit Bakterilerinin Sınıflandırılması ve Genel Özellikleri

Bergey's Manual of Determinatif Bacteriology'de **Propionibacteriaceae** familyası üç ayrı gruba içermektedir. Ancak sütçülük yönünden ve ekonomik açıdan **Propionibacterium** genusu önemlidir. Ve bu genusta şimdiye kadar izole edilen 11 tür vardır. Çizelge 1 de görüleceği üzere bu türler 4 grupta toplanmıştır.

Çizge 1: Kullanılmakta olan propiyonik asit bakteri türlerinin sadeleştirilmiş durumu ile gruplandırılması



Propionibacterium genusuna giren türler G + , spor oluşturmeyen, hareketsiz ve çubuk bakterilerdir. Çoğunlukla pleomorfik, difteroid veya bir ucu yumru sopa şeklinde bir ucu yuvarlak veya sivridir. Kimi kültürlerde hücreler uzun, kokoid, bifid hatta dallanmış olabilir. Kısaça çin harfleri gibidirler (BUCHANON ve GIBBUNS 1974; LANGSAUD ve REINBOLD 1973; REINBOLD 1985).

Bu bakteriler genelde fakültatif anaerob olmalarına karşın anaerobtan aeroba kadar farklı atmosferde yaşarlar. Gelişme ortamlarının çoğu Na-laktat, hayvansal ve bitkisel proteinlerden elde edilmiş azot ile vitamin olarak maya ekstraktı ve ikincil gelişme koşullarına dayanır. Ancak yüksek laktat konsantrasyonu gelişmeyi engeller. Biotin, pantotenik asit ve tiamin vazgeçilmez vitaminlerdir. Basit bir şeker ile ve maya ekstraktı ile zenginleştirilmiş yağsız süt de gelişmeleri için iyi bir ortamdır.

Bu bakteri grubunun optimum gelişme pH sı 6,5-7,0 dir. Fakat peynir pıhtısında diğer faktörlerin devreye girmesi ile 5,2-5,1 pH ya kadar gelişme ve faaliyet göstermektedirler.

Optimum gelişme sıcaklıkları 30-37°C dir. Peynir yapımında kullanılacak türler için en uygunu ise, 30-32°C dir. Bununla birlikte

25-45°C arasında gelişen ve optimum faaliyet gösteren suşlar da vardır.

Genelde kültür olarak kullanılan propiyonik asit bakteri türleri % 3-5 in üstündeki Na-klorür konsantrasyonunda yavaş gelişirler. Bu durum, pıhtıdaki mevcut taktat miktarı ve fermentasyonu ile yakından ilgilidir. Laktatı yavaş fermente eden türlerin veya suşların % 3 ün üzerindeki NaCl konsantrasyonuna daha dayanıklı olduğu belirtilmiştir (LANGSRUR ve REINBOLD 1973, MAURER 1974, REINBOLD 1985). Propiyonik asit bakterileri 5,0°C de saklandıklarında 8 hafta boyunca aktivite ve canlılıklarını yüksek oranda koruyabilirler. 25°C de ise, biyokimyasal aktivitelerinin daha hızlı olmasından dolayı sayıları azalır. Sıcaklığa dayanıklılıkları konusunda yapılan çalışmalar, 76°C de 10 saniyede bazı suşların canlılıklarını korudukları, 20 saniyede ise, hiç birinin canlı kalmadığını ortaya koymuştur (HETTINGA ve REINBOLD, 1972).

Propiyonik asit bakterilerinin sümüksü yapı ve kapsül oluşturması kültür olarak kullanılanlar için karakteristik olup suştan suşa bu özellik değişebilir. Ancak bu oluşumun etkileri kesin olarak bilinmemektedir.

Karbonhidrat, peptin, piruvat ve laktatı metabolize ederler. Fermentasyon ürünleri propi-

yonik ve asetik asit kombinasyonları ve çoğunlukla daha az miktarlarda izovalerik, formik, süksinik veya laktik asit ile karbondioksittir. Bu genusun bütün türleri glikozdan asit üretirler.

3. Metabolik Aktiviteleri

Propiyonik asit bakterilerinin biyokimyasal özellikleri kadar peynirde faaliyetleri sırasında oluşturdukları maddeler de değişiktir. Emmental, gravyer gibi sert İsviçre peynirlerinin yapı, tat ve aroma oluşumunda bu maddelerin önemli rolleri vardır. Propiyonik asit bakterileri arasında kültür olarak en çok kullanılan türler *P. freudenreichii* var. *freudenreichii*, *P. globosum*, *P. shermanii*, *P. petterssonii* ve *P. arabinosum*'dur.

Bu bakterilerin metabolik aktiviteleri HETTINGA ve REINBOLD tarafından detaylı olarak incelenmiştir. ORLA JENSEN ve von FREUNDENREICHI ise, ilk defa İsviçre peynirlerinde propiyonik asit ve asetik asit fermentasyonundan onların sorumlu olduklarını belirlemişlerdir. O zaman bu peynirlerde önemli miktarda prolin amino asitinin de meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bilinen maddelerin yanında açığa çıkan daha bir çok bileşikler İsviçre peynirinin yapı, tat ve aromasının teşekkülünde önemli etkenlerdir. Bunlar belli başlı yağ, suda eriyen uçucu maddeler ve suda eriyen fakat amino asit, laktik asit, peptit ve tuz gibi uçucu olmayan maddelerdir. Bunların Ca ve Mg iyonları ile etkileşimleri sonucu tipik tadın ortaya çıktığı kabul edilmektedir. Yağ fazında, serbest yağ asitlerinin tadı laktonların, karbonillerin ve fenol bileşiklerinin varlığı ile değişmektedir. Propiyonik asit bakterileri piruvat ve laktatları kullanarak tat ve aromada etkili olan düşük karbonlu uçucu asitlerle CO₂ in açığa çıkmasını sağlarlar. Bu işlem bir dizi ara basamaklar üzerinden yapılır. Genelde reaksiyon aşağıdaki gibi özetlenebilir. $3\text{CH}_3\text{CHOH COOH} \rightarrow$

$2\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ oluşan propiyonik asit, sirke asiti ve CO₂ arasındaki oranın 2 : 1 : 1 olması istenir. Özellikle propiyonatin asetata oranı peynirde tat ve aroma üzerinde çok etkilidir.

Olgunlaşma devresinde meydana gelen fermentasyonlarda laktik asit bakterilerinin kompleks roller üstlendiği bilinmektedir. Bu bakteriler kısaca süt şekerini fermente ederek ortamı asitlendirir, hafif fakat gerekli protein hidrolizini mümkün kılar ve istenmeyen fermentasyonları kontrolü altında tutarlar. Propiyonik asit bakterileri ile birlikte bulduklarında onların gelişimine katkıda bulunurlar. Tat oluşumunu yönlendirirler. Aslında peynirde olgunlaşmayı sağlayan *L. bulgaricus*, *L. helveticus* ve *S. thermophilus* gibi bakterilerle propiyonik asit bakterileri arasında sınırlı bir simbiyoz yaşam söz konusudur. Ve tipik peynir tat ve aromasının oluşumunda bu karşılıklı etkileşim önemlidir. Kültür olarak *S. lactis* ve *S. cremoris*'in kullanımı durumunda ise, propiyonik asit: asetik asit oranında değişimler olduğundan tipik tat ve aroma meydana gelmemektedir. Bu bakımdan propiyonik asit bakterileri ile birlikte kültürde yer alacak diğer bakterilerin seçimine özen gösterilmesi gerekmektedir.

Propiyonik asit bakterileri, az da olsa, proteolitik aktiviteye sahiptirler. LANGSRUD ve REINBOLD söz konusu bakterilerin oluşturduğu prolin üzerindeki çalışmada, elektroforez ile ayrıştırılabilen ve *P. shermanii*'nin hücresel ekstralarında bulunan 12 proteinaz ve 7 peptidazdan bahsetmişlerdir. Prolin aminoasiti İsviçre peynirinin hoşluğuna, tatlılığına olan büyük katkısı ile bilinir ve olgunlaşmada kullanılan propiyonik asit bakterilerinin gelişimine bağlanır. KIURU bu bakterilerin serbest aminoasitleri birleştirebildiklerini daha sonra yeniden bunları parçalayabildiklerini bu olaylarla da emmental peynirindeki gibi bir tadın ortaya çıkarılabileceğini kanıtlamıştır.

Genelde propiyonik asit bakterilerinin lipolitik aktiviteleri zayıftır. Ancak peynirlerde çok uçucu ve kısa zincirli yağ asitlerinin yanısıra daha uzun zincirli olanlarının bulunması tipik tat ve aromanın meydana gelmesinde önemlidir. Bu bakımdan suşların seçiminde bu özelliğin de dikkate alınması gerekir.

Bunların dışında çeşitli araştırmacılar propiyonik asit bakterilerinin diasetil ve asetoin üretimine katkıda bulduklarını bildirmişlerdir. Tat oluşumunda etkili olan asetaldehit, propiyonal aldehit, etanol, propanol, dimetilsülfid ve izovalerik asitler de söz konusu bakteriler tarafından üretilmektedir.

Propiyonik asit bakterilerinin peynir kültüründe yer almalarının bir diğer nedeni de peynirde göz oluşumuna etkilerinden dolayıdır. 1904 yılında ORLA-JENSEN emmental peynirlerinde göz oluşumunu sağlayan bakteriyi izole etmiştir. Bu bakterinin izoasyonundan uzun bir süre sonra propiyonik asit bakteri kültürlerinin İsviçre'de emmental peynirciliğinde nasıl kullanıldığına dair bilgiler verilmiştir. Peynirde özel tat ve aromanın yanısıra belirli büyüklükte ve sayıda gözün oluşması istenir. Bu durum bakteri tür ve suşları ile bakterilerin bulunduğu ortam, yeni peynir kitlesinin pH sı ile kazeinin parçalanma seviyesine bağlıdır. CO₂ oluşumunun kazeinin kısmen de olsa protein hidrolizasyonunun ileri devresinde meydana gelmesi, göz çaplarının arzu edilen ölçüde kalmasını sağlar, gözler küçük olur.

Peynirde CO₂ oluşumu dolayısıyla göz teşkil peynirin işlendiği kapların materyaline de bağlıdır. Eskiden olduğu gibi, bakır kapların peynir yapımında kullanılması yarar yanında zarar da verir. Bu da bazı propiyonik asit bakterilerinin gelişmesinin bakır bulunan ortamlardan etkilenmesine dayanır. Her tür veya suşun bakır iyonuna toleransı değişiktir. Genel

olarak 5 mg/kg a kadar bakır içeren peynirlerde sayı ve büyüklük itibariyle istenen düzeyde göz oluştuğu, peynirde tat ve aromanın arzu edilen şekilde geliştiği araştırmalarla saptanmıştır.

Göz oluşumuna peynirlerin depolanma veya olgunlaştırma sıcaklıkları da etki eder. Bilindiği gibi peynir yapımında kullanılacak kültürlerin gelişmesi için en uygun sıcaklık 30-32°C dir. 20-26°C arasında da normal gelişebilirler. Fakat bu tür suşların 3-7°C de gelişebilmeleri ve aktif olmaları ekonomik yönden çok önemlidir. Bu durumda propiyonat : asetat : CO₂ oranı yaklaşık olarak istenilen düzeyde olur. Bu bakımdan söz konusu sıcaklık derecelerine uyum gösterebilen bakterilerin seçimi, elde edilecek peynirin kalitesini etkili altında bulundurur.

4. Propiyonik Asit Bakterilerinin Gelişmesini Etkileyen Faktörler

Söz konusu bakteriler genelde hassas bakterilerdir. Buldukları ortamlarda yabancı bakteri konsantrasyonunun düşük olması gerekir. Sporlu, gaz oluşturan ve psikrotrof bakterilerin ortamdaki mümkün olduğunca arıtılmasının önemi büyüktür. Bu yüzden asit ve tat üreten kültür bakterilerinin gelişimini optimum düzeyde sağlamak için peynir sütünün pastörize edilmesinde yarar vardır. Önceleri Clostridium'lar için inhibitör olarak kullanılan nişin, kültür bakterisi olan L. helveticus ve propiyonik asit bakterileri için de antibakteriyel etkiye sahiptir.

Pseudomonas, Bacillus ve Lactobacillus türlerinin bazı metabolik ürünleri bu bakterilerin gelişimini engelleyebilir. Fazla aktif laktik asit bakterileri ürettikleri laktik asit ve diğer maddelerden dolayı inhibitör etki yapabilirler.

Bugüne kadar propiyonik asit bakterilerinin fajına rastlanmamıştır. Bu konuda yapılan çalışmalarında başarısız sonuçlar alınmıştır. Ancak bunun sebepleri ve koşulları anlaşılamamıştır.

SONUÇ

İsviçre tipi sert peynirlerin olgunlaştırılmasında laktik asit bakterilerinin yanısıra propiyonik asit bakterileri kullanılmaktadır. Ülke-

mizde son yıllarda bu tip peynir üretimine başlanmıştır. Bilinen peynir çeşitlerinin yapımından farklı bir yöntem ile yapılan bu peynirlerin olgunlaşmasında kullanılacak propiyonik asit bakterilerinin özenle seçilmesi gerekir. Kültür hazırlama aşamasında birbirine uyan bakteri tür ve suşlarının biraraya getirilmesine özen gösterilmelidir. Kaliteli ve Avrupa standardına uygun İsviçre tipi peynir yapmak için bunun önemi büyüktür.

KAYNAKLAR

- BUCHANAN, R.E. and GIBBONS, N.E. : Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 8th - ed. Williams and Wilkins, Baltimore, 633, 1974.
- BIEDE, S.L., PAULSEN, P.V., HAMMOND, E.G. et al : The flavor of Swiss cheese, in Developments in Industrial Mikrobiology, Society for Industrial Mikrobiology, Arlington, Va, chap. 18, 1979.
- ERALP, M. : Peynir teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayın 533, Ders Kitabı 178, 331 - 1974.
- HETTINGA, D.H. and REINBOLD, G.W. : The propionic acid bacteria : a review. 1. Growth. J. Milk Food Technol., 35, 295, 1972.
- HETTINGA, D.H. and REINBOLD, G.W. : The propionic acid bacteria : a review. II. Metabolism. J. Milk Food Technol., 35, 358, 1972.
- KIURU, V.J.T. : The decomposition of amino-acids with propionic acid bacteria. 12.th. Int. Dairy Congress (Stockholm), 5, 30 - 34, 1939.
- LANGSRUD, T., REINBOLD, G.W. and HAMMOND, E.G. : Free Proline Production by strains of Propionic bacteria, J. Dairy Sci. 61, 303, 1978.
- LANGSRUD, T. and REINBOLD, G.W. : Flavor development and microbiology of Swiss cheese : a review. II. Starters, manufacturing processes and procedures, J. Milk Food Technol., 36, 531, 1973.
- MAURER, L. : Die Bedeutung der Propionsäurebakterien in der mikrobiellen Technologie. Österreichischer Milchwirtschaft 1 (4), 1-3, 1974.
- REINBOLD, G.W. : The propionibacteria : Milk Products, Bacterial Starter Cultures for Foods'tan alınmıştır (73-84), 205. C.R.C. Press. Inc. Boca Raton, Florida, 1985.