

SALAMURADA TUZLAMA VE TUZ ALIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Salamurada tuzlama, en yaygın ve diğer yöntemlere göre etkinliği yüksek olan yöntemlerdendir. Ayrıca peynire tuz geçişi daha homojen olmaktadır. Bu yöntemde şekillendirilmiş peynirler %14-24 tuz içeren salamuralara daldırılarak tuzlanmaktadır.

Peynir salamuraya konulduğunda, peynirin su fazı ile salamuranın ozmotik basınçları arasındaki farklılığın bir sonucu olarak, NaCl molekülleri (Na^+ ve Cl^-) salamuradan peynire taşınmaya başlar. Bu şekilde tuz peynire geçerken, peynirin içindeki su da, ozmotik denge kurulana kadar, peynir matrisinden dışarı çıkar. Kaybedilen su ile alınan tuz arasında doğrusal bir ilişki vardır.

Peynir, birbirine kaynamış/yapışmış *para*-kazein misellerinden oluşmuş süngerimsi bir yapı gösterdiği için, peynirde tuz difüzyonu, salamura ile saf su arasındaki difüzyondan daha yavaştır. Bu nedenle, daha önce de belirtildiği gibi bu geçişe **engellenmiş difüzyon** adı verilmektedir. Yüzeyden yapılan kuru tuzlamada olduğu gibi salamurada tuzlamada da tuzun emilimi engellenmiş difüzyon yoluyla gerçekleşmektedir. Engellenmiş difüzyonda tuzun emilimini yavaşlatan faktörler:

- 1) *Para*-kazein matrisindeki gözeneklerin darlığının (ortalama 2,5 nm) yarattığı sürtünme etkisi tuzun peynire geçişini ve dağılımını yavaşlatmaktadır. Ayrıca, gözeneklerin ters yönde akışlar üzerinde seçici etkisi bulunmaktadır. Bu yüzden dışarı çıkan su akışı içeri giren tuz akışının iki katıdır. Bu da tuzun difüzyon hızını azaltmaktadır.
- 2) Peynirdeki yağ globülleri ve kazein partikülleri tuzun geçişini ve dağılımını engellemektedir. Bu nedenle karmaşık bir rota izlemek zorunda kalan tuzun penetrasyonu yavaşlamaktadır.

- 3) Peynir içindeki suyun görünür viskozitesi normal sudan oldukça yüksektir. Çünkü peyniraltı suyunda çözülmüş formda asitler, tuzlar ve azotlu maddeler bulunmaktadır. Bunun sonucu olarak da peyniraltı suyunun 12,5 °C'deki viskozitesi, saf suyun viskozitesinin yaklaşık 1,27 katıdır. Böyle bir ortama giren NaCl moleküllerinin ilerlemesi ve peynir içinde dağılımı çarpışma ve elektrik alanlarından dolayı yavaşlamaktadır. Başka bir deyişle difüzyon katsayısı ile viskozite arasında ters bir ilişki vardır.
- 4) Proteinlere bağlı suyun da tuz difüzyonunu yavaşlatıcı etkisi vardır. Peynirdeki toplam suyun yaklaşık %10'unu (0,10-0,15 g H₂O/g *para*-kazein) bağlı su oluşturur. Yani toplam suyun %10'u tuz için yararlanılmaz durumdadır. Bu da görünür difüzyon katsayısını düşürmektedir. Ayrıca, bağlı su protein matrisindeki gözenekleri küçülterek tuz ve su moleküllerinin hareketlerini de kısıtlamaktadır. Sonuç olarak; tüm tuzlama yöntemlerinde peynire geçen tuz miktarı, peynirin bileşimine, yapısal özelliklerine, tuzlama koşullarına ve tuzlama süresine bağlıdır. Bu faktörlere bağlı olarak difüzyon katsayısı (D) peynir çeşitlerine bağlı olarak 0,1-0,45 cm²/gün arasında değişmektedir.

SALAMURADA TUZLAMADA TUZ ALIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

1. Peynirin boyutu ve şekli

Genel olarak tuz emilim oranı, peynirin yüzey alanının hacmine oranının artmasıyla artar. Her cm² peynir yüzeyinden absorbe edilen tuz miktarı, düz yüzeyli peynirlerde, küre, top şeklinde ve kavisli yüzeye sahip olan peynirlere göre daha fazladır. Aynı şekilde tuz geçişi dikdörtgen şeklinde olan peynirlerde, silindir şeklinde olanlara göre daha fazladır.

2. Peynirin su içeriği

Peynirin su içeriği arttikça; peynire geçen tuz miktarı ve difüzyon hızı artmaktadır. Bu etki peynirin salamurada kalış süresi uzadıkça daha belirginleşmektedir. Bu durumun nedeni protein ağındaki gözeneklerin göreceli genişlemesi olarak açıklanmaktadır. Genişleyen gözenekler tuz difüzyonunu daha az etkilemektedir.

3. Peynirin yağ oranı

Yağ globülleri, tuz moleküllerinin geçişini yavaşlattığından (engellenmiş difüzyon), peynirin yağ oranının artması tuz geçişini ve dağılımını yavaşlatmaktadır. Bu nedenle yağ oranı düşük peynirlerde difüzyon katsayısı daima yüksektir.

4. Peynirin asitliği

Düşük asitlikte tuzlanan peynirler, yüksek asitlikte tuzlananlara göre daha fazla tuz absorbe etmektedir. Bunun nedeni, asitliği düşük peynirlerin daha fazla su içermesidir. Ayrıca, yüksek pH'da, protein hidrasyonu düşük pH'ya göre daha yüksek düzeyde gerçekleşmektedir. Bu da pıhtıda tuz tutulmasını artırmaktadır.

Birçok peynir çeşidinde tuzlamadan önceki pH değerinin 5,0-5,3 civarında olması istenmektedir. Pratikte salamura pH'sı peynirin pH'sına yakın bir değere ayarlanmaktadır. Çünkü, salamuranın pH değeri ile peynirin pH değeri arasındaki fark azaldıkca, peynire tuz geçişi artmaktadır. Salamura pH'sının çok düşük (pH 4,6) olması, peynir yüzeyinden çok fazla su kaybına, bunun sonucunda da, tuz alımının azalmasına neden olmaktadır.

5.Salamuranın tuz içeriği

Tuzun peynirdeki difüzyon katsayısı, aslında salamuranın tuz konsantrasyonuna bağlı değildir. Bu nedenle; tuzun difüzyon oranı salamuranın tuz konsantrasyonundan (%5-20) çok az etkilenmektedir. Bununla birlikte; peynir kitlesindeki T/S oranı, giderek azalan oranlarda olsa da salamuradaki tuz konsantrasyonunun artışıyla artmaktadır. Artış orantılı olmamaktadır. Çünkü, zamanla salamuradaki tuz konsantrasyonu ile T/S oranı arasındaki fark azalmaktadır. Benzer durum, öğütülmüş telemeye kuru tuz serpilerek yapılan tuzlamada da görülmüştür ve telemeye ilave edilen kuru tuz miktarı ile telemenin aldığı tuz miktarı arasında belirli bir oran bulunmadığı belirtilmektedir.

6. Salamuranın sıcaklığı (tuzlama sıcaklığı)

Salamura sıcaklığının artmasıyla (örneğin 5°C'den 20°C'ye), difüzyon hızı ve peynirin tuz alımı da artmaktadır. Çünkü sıcaklığın artması NaCl'ün hareketliliğini arttırmakta, protein ağındaki gözenekleri genişletmekte, çözgen olmayan su miktarını azaltmaktadır. Bunlar da tuz alımını artırmaktadır. Ancak, 32°C'deki tuz alımı, bu sıcaklığın altındaki ve üstündeki sıcaklıklara göre daha az olmaktadır. Bu durum, bu sıcaklıkta pıhtı partiküllerinin yüzeyine sızan yağ tabakasına bağlanmaktadır. Bu sıcaklığın (32°C) altında daha az yağ sızmakta, üzerinde ise, sızan yağ sıvı olduğu için salamuraya karışmaktadır.

7. Salamuranın asitliği

Salamurada tuzlama da, salamuranın asitliği de peynire tuz geçişinde etkilidir. Çizelge 4.8'de de görüldüğü gibi peynire geçen tuz miktarı ile salamura pH'sı arasında pozitif bir korelasyon vardır. Asitlik arttıkça peynire daha fazla tuz geçer. Ayrıca, peynirin asitliği ile salamuranın asitliği birbirine yakın olduğunda peynire tuz geçişi daha iyi olmaktadır.

8. Tuzlama süresi

Genel olarak tuzlama süresi artıkça absorbe edilen tuz miktarı da artmaktadır. Fakat, absorpsiyon düzeyi süre uzadıkça azalmaktadır. Çünkü sulu fazlar (salamura ve peynir kitlesindeki su) arasındaki konsantrasyon farkı zamanla azalmaktadır.

Tuzlama yöntemlerinde farklı uygulamalar

Salamurada tuzlamanın farklı bir şekli de süte tuz katılmasıdır. Mısır'da üretilen Domiati peynirinin tuzlanmasında kullanılan süte tuz ilavesi aslında yöreye özgü bir uygulama olup, yaygın olarak kullanılan bir tuzlama yöntemi değildir. Sıcak iklim kuşağındaki bu bölgede çiğ sütün korunması amacıyla yapılan bir işlemin sonucudur. Uygulamada süte % 5-15 oranlarında tuz ilave edilmektedir. Süte tuz ilavesi, sütün pıhtılaşma niteliğini olumsuz yönde etkilemekte, pıhtılaşma süresi uzamakta, pıhtı sıklığı azalmakta ve sinerezisi yavaşlatmaktadır. Bu durum; süte tuz ilave edildiğinde sodyumun kazeine bağlanması sonucunda koloidal kalsiyum miktarının azaltılması ile ilişkilidir. Ayrıca, bu uygulamada elde edilen peyniraltı suyunu değerlendirmek de zorlaşmaktadır.

Peynirlerin tuzlanmasında diğer bir uygulama, pıhtı peyniraltı suyu karışımına kuru tuz ilave edilmesidir. Bu uygulama aslında kuru tuzlamanın farklı bir şekli olarak görülebilir. Bu uygulama da kullanımı sınırlı olduğu için çoğu kez bir tuzlama yöntemi olarak değerlendirilmemektedir. Uygulama, pıhtıdan peyniraltı suyunun bir kısmının (%10-30) ayrılmasından sonra, geride kalan pıhtı-peyniraltı suyu karışımına tuz ilave edilerek yapılmaktadır. Bu uygulamada, pıhtıdan suyun ayrılması kolaylaşmaktadır. Ayrıca, bakteri ve enzim aktiviteleri kontrol edilebilmektedir. Yalnız, peyniraltı suyu tuz içerdiği için değerlendirilmesi zorlaşmaktadır. Tuzlama yeterli olmadığı için sonraki aşamalarda ek tuzlama gereksinimi duyulabilir. Bu nedenle, uygulama bir ön tuzlama olarak değerlendirilmektedir.

Çünkü salamurada tuzlama bazı durumlarda, geniş alan gerektirmesi, bakım maliyetinin yüksek olması ve korozyon etkisinin bulunması gibi nedenlerle pahalı bir işlem olarak değerlendirilmektedir. Böyle bir durumda olumsuzlukları bir ölçüde gidermek için ön tuzlama yapılabilmektedir. Bazı durumlarda Mozzarella ve Kaşar peynirlerinde olduğu gibi kombine yöntemler de uygulanabilmektedir.