Sütün Tamponlama Kapasitesi ve Önemi

Ahmet Ayar, Durmuş Sert*

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya
* dsert@selcuk.edu.tr

Özet

Tamponlama kapasitesi süt ve ürünlerinin önemli bir fizikokimyasal özelliğidir. Tamponlama kapasitesi inorganik fosfat, sitrat ve organik asitler gibi küçük süt bileşenleri ile kazeinler ve peynir suyu proteinleri gibi süt proteinlerine bağlıdır. Sütün doğal bileşimi ve bileşiminde meydana gelen kimyasal değişmeler fizikokimyasal parametreyi etkiler. Isıl işlem, membran teknolojisi, yüksek basınçla muamele ve tuz ilavesi gibi bazı teknolojik uygulamalar üretilen ürünlerdeki fizikokimyasal özelliklerin ve buna bağlı olarak da tamponlama kapasitesinin değişmesine neden olur.

Giriş

Tamponlama kapasitesi bufferın pH değişimlerine karşı direnç gösterme kabiliyetidir. Tamponlama kapasitesi buffer tuz ve asit çözeltilerinin artması ile molar konsantrasyon olarak artar. Tamponlama kapasitesi pH yı bir prim arttırmak için gerekli sodyum hidroksitin molaritesi olarak da ifade edilir. Tamponlanmış pH daha dar anlamda pKa ya eşittir (1).

Kuvvetli asitler ve kuvvetli bazlar buffer değildir. Süt ve peynirdeki en etkili ve en yaygın buffer fosforik asit içeren Ca fosfattır. Fosforik asit kazeine bağlı veya çözünmüş olma durumuna göre birden üçe kadar hidrojen iyonunu bağlayabilir (2).

Sütçülük endüstrisinde yoğurt, fermente süt, peynir ve asit kazeinin üretimi esnasında pH da değişmeler meydana gelir. Asidifikasyon esnasında kazein misellerinde farklı biyokimyasal değişmeler olmaktadır (3). Bu değişimler arasında kazein misellerinin demineralizasyonu, asit gruplarının protonasyonu, çözünebilirlikte azalma, kazeinlerin hidrasyonu ve zeta potansiyeli vardır. Bu birbirini takip eden olaylar kazeinlerin çökelmesine (asidifikasyon hızlı olursa) ve jelleşmeye (asidifikasyon yavaş olursa) neden olur. Isıl işlem esnasında asidifikasyon da gözlenir (90 C'nin üzerinde birkaç dakika tutma).

Bu durumda laktoz parçalanması (% 50), kazein defosforilasyonu (% 30) ve kalsiyum fosfat çökelmesi nedeniyle pH da azalma meydana gelir. Aksine, alkalinizasyon daha az görülür. Alkalinizasyon peynir olgunlaşması esnasında da gözlenir. Olgunlaşma esnasında mikroorganizmalar tarafından laktik asidin parçalanması ve amonyağın üretilmesi ile pH da artış meydana gelir. pH daki

değişmeler genel olarak ürün kompozisyonuna bağlıdır. pH daki değişmeleri etkileyen önemli bir faktör tamponlama kapasitesidir (4,5).

Sütteki Başlıca Bileşen ve Grupların Tamponlama Kapasitesine Katkısı

Süt tamponlanmış bir sistemdir. Süt ve ürünleri tamponlama kapasitesine sahip bir çok bileşeni içerir. Fosfat, sitrat, laktat, karbonat, asetat ve propiyonat iyonları tamponlama kapasitesine sahiptir. Süt proteinleri tamponlayıcı etki sağlayan kazein ve serum proteinleri ile bunların asit ve bazik ikincil gruplarından oluşur. Serum proteinleri sütteki düşük konsantrasyonlarından dolayı kazeine göre sütün tamponlama kapasitesine daha az katkıda bulunur. Peynir suyu proteinleri pH 3 ile 4 arasında maksimum tamponlama kapasitesine sahiptir. Bu tamponlama bölgesi asidik amino asitlerden ileri gelmektedir. Saflaştırılmış kazeinlerin tamponlama kapasitesi fosfoserin ve histidin kalıntılarından dolayı pH 5-5.5 civarında maksimumdur (5).

Birçok araştırmacı minerallerin de sütün tamponlama kapasitesine katkıda bulunduğunu belirlemiştir. Bileşenler sütün tamponlama kapasitesine farklı derecelerde katkıda bulunur. Sütün bileşenlerinin yaklaşık olarak tamponlama kapasitesine katkısı: kazeinler için % 35, peynir suyu proteinleri için % 5, çözünebilir mineraller için % 40 ve kolloidal Ca fosfat için % 20'dir. Beslenme, laktasyon aşaması ve ineğin sağlık durumu da tamponlama kapasitesini etkiler (6).

Gözlemlenen değişimler daima sütün bileşimindeki varyasyonlardan dolayıdır. Örneğin, daha yüksek protein ve fosfat değerine sahip Jersey ineklerinin sütleri Holstein ineklerinin sütünden daha yüksek bir tamponlama kapasitesine sahiptir. Kolostrumun tamponlama kapasitesi normal sütünkinden daha yüksektir ve pH 5'te maksimumdur. Mastitisli sütte pH 5.1'de tamponlama piki normal sütünkinden biraz daha yüksektir. Çünkü bu süt normal sütten daha yüksek bir kolloidal Ca fosfat konsantrasyonuna sahiptir (6).

Süt kalitatif ve kantitatif olarak türler arasında farklılıklar gösterir ve bu nedenle de tamponlama kapasiteleri de değişir. İnek, bufalo ve domuz sütlerinin pH 5.3 civarında maksimum tamponlama kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Buna rağmen bu sütlerin tamponlama kapasiteleri farklıdır (bufalo<inek<domuz). Domuz sütü daha yüksek kolloidal Ca fosfat ve forforilatlanmış kazein değerine sahip olduğu için tamponlama kapasitesi daha yüksektir. Keçi sütü üstün bir tamponlama kapasitesine sahip olduğu için gastrik ülserin tedavisinde etkilidir (7).

Süt Ürünlerinin Tamponlama Kapasitesi

Yoğurt

Yoğurtlar önemli miktarlarda laktik asit, kazein ve inorganik fosfat içerir. pH 3 ile pH 5-6 arasında maksimum tamponlama kapasitesine sahiptirler. Yoğurt üretimi esnasında asidifikasyonun gecikmesi sütteki üreden dolayıdır. Üre üreaz tarafından CO_2 ve NH_3 a parçalanır. Isıl işlem esnasında gözlemlendiği gibi oluşan CO_2 (karbonat ve bikarbonat ile asit-baz dengelenmesi) pH 6.5 civarında tamponlama kapasitesinde bir artış sağlar. Bunun sonucu olarak da asidifikasyon yavaşlar. Diğer yandan, kaymağı alınmış süt tozunun yerine peynir suyu proteinlerinin kullanılması pH 4'te tamponlama kapasitesini artırır. Peynir suyu konsantratı pH 4 civarında, kaymağı alınmış süt tozu da pH 5 ile 6 arasında maksimum tamponlama kapasitesine sahiptir (8).

Peynir

Pıhtının tamponlama kapasitesi kalıp kaldırma ve olgunlaşma esnasında enzim aktivitesi ve mikroorganizma gelişmesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Tamponlama kapasitesindeki değişmeler alkalinizasyon ve olgunlaşmanın hızını ve sonuç olarak üretilen peynirin kalitesini etkiler (8).

Peynir tamponlama kapasitesine katkıda bulunan başlıca bileşenler kazeinler, peynir suyu proteinleri ve bunların parçalanma ürünleri ile inorganik fosfat ve organik asitlerdir (sitrat, karbonat, laktat, propionat, asetat, ve bütyrat). Peynirdeki bu bileşenlerin miktarı sütün kompozisyonuna (yağ, protein, laktoz ve mineral madde), pıhtıya dönüşmeden önce süte uygulanan teknolojik işlemlere, peynir yapım tekniğine (özellikle asidifikasyon, süzme işlemi ve bunların kinetiklerine), tuzlama ve olgunlaştırma şartlarına bağlıdır (5).

Peynir gibi süt ürünlerinde enzimatik aktivite, mikrobiyal gelişme ve bakteriyal otoliz üzerine tamponlama kapasitesinin etkisi çok önemlidir. Enzim aktivitesi veya mikrobiyal gelişme ile tamponlama kapasitesi arasındaki ilişki komplekstir. Bu ilişki enzim ve mikroorganizma çeşidine bağlı olarak değişir. Genel olarak pek çok mikrobiyal proteaz ve lipazın aktivitesi sırasıyla 5-7.5 ve 7.5-9 pH aralıklarında maksimumdur. pH 4.5 in altında birçok enzim aktivite ve stabilitesi önemli öçlüde azalır (8).

pH ve kolloidal Ca fosfat peynirin fiziksel özelliklerini belirler. pH tat oluşumu ve gelişmesinde de önemli rol oynar. Peynirde hayatta kalabilecek bakterilerin gelişmesini ve türlerini etkilerler. Potansiyel olarak bozulmalara neden olan bazı bakteri tür ve soyları asidik ortamda hayatta kalamaz ve eğer pH 5.4 ün altına düşerse belli bir sürenin sonunda tamamen inaktif hale gelir. Yüzeyde ve küfle olgunlaşan peynirlerde pH hızlı bir şekilde 6.0 nın üzerine çıkar. pH arttığı zaman meydana gelecek kontaminasyonun engellenmesi zorlaşacak ve zararlı mikroorganizmaların peynirde gelişmesi mümkün olacaktır.

UF Süt

UF retentat yüksek bir tamponlama kapasitesi sağlayan yüksek protein ve kolloidal tuz değerlerine sahiptir. Bu bileşenler mikrobiyal gelişme için optimuma yakın pH yı sağlar. UF retentatın laktoz değeri azaldığı için mikrobiyal gelişme laktik asit üretimi ile engellenemez. Bunun ötesinde uzun bir süre pH nın yüksek seviyelerde tutulması bakteriyal hücre hasarını minimize eder. Böylece, UF sütün yüksek tamponlama kapasitesi belli bir süre esnasında ve gelişmenin sabit fazlarında *bifidobacteria*'nın sürekli aktif kalmasını sağlar ve bu özellik sayesinde fermente sütlerin üretimi gerçekleşir. UF sütün tamponlama kapasitesindeki artış *E coli* gibi belli enteropatojenik bakterilerin gelişmesi ve hayatta kalması için iyi bir ortam oluşturur. Optimum tamponlama kapasitesi şartlarında seçilmiş bakteriyal kültürler ile pH nın düşürülmesinde mineral kompozisyon önemlidir (5).

Sonuç

Görüldüğü gibi, süt ve ürünlerinde tamponlama kapasitesi üzerine etki eden pek çok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlere bağlı olarak tamponlama kapasitesi değişebilmektedir. Değişen tamponlama kapasitesi süt ve ürünlerinin kalitesi üzerine önemli etkide bulunmaktadır. Bu nedenle süt teknolojisinde tamponlama kapasitesinin bilinmesi ayrı bir önem taşımaktadır.

Kaynaklar

1.Beynon,R.J. and Easterby, J.S. 1996. Buffer solutions, the basics. IRL Press at Oxford University Press, NY.

2. Johnson, M.2002. Cheese pH- What's behind the rise and fall?Dairy Pipeline 14,1-6

3.Walstra, P. and Jenness, R. 1984. In P. Walstra, and R. Jenness (Eds.), Dairy chemistry and physics (pp. 186–197). New York: Wiley.

4.Srilaorkul,S., Ozimek,L., Wolfe,F. and Dziuba, J. 1989. The effect of ultrafiltration on physicochemical properties of retentate. Can.Inst. Food Sci. Technol. J. 22,56-62.

5.Lucey,J., Hauth B., Gorry,C. and Fox, P.F. 1993. The acid-base buffering properties of milk. Milchwissenschaft 48,268-272.

6.Singh,H., McCarthy,O.J. and Lucey, J.A. 1997. Physico-chemical properties of milk. Pages 470-518 in Advanced Dairy Chemistry. 2nd ed. P. F. Fox, ed. Vol. 3. Lactose, Water, Salts, and Vitamins.Chapman & Hall, London, UK.

7. Haenlein,G .F.W., Caccese,R., Delawere,U. 1992. Goat milk versus cow milk. Pennsylvania State Universty, University Park, USA.

8. Salaün, F., Gassi, J.Y., Camier, B., Le Graët, Y., Mietton B. and Gaucheron, F. 2004. Mineralisation evolution and buffering capacity in a soft cheese curd during cheesemaking IDF Symposium on cheese, Prague, Czech Republic.