

Süt Sanayiinde Elektrodiyalizin Kullanımı

Salih Özdemir¹, Cihat Özdemir², Filiz Yangılar¹, Mustafa Yılmaz¹

¹Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum

²Atatürk Üniversitesi Oltu Meslek Yüksek Okulu, Oltu, Erzurum

Özet

Endüstriyel uygulamalarda kullanılmak üzere geliştirilmiş birçok membranla ayırma tekniği vardır. Bu tekniklerden ters osmoz, mikrofiltrasyon, ultrafiltrasyon, nanofiltrasyon ve elektrodiyaliz yaygın olarak kullanılmaktadır. Membran proseslerinin en büyük avantajı prosesin devamı ve sonuçlanması için çok düşük enerjiye ihtiyaç duyulmasıdır. Elektrodiyaliz işlemi ile bilhassa peyniraltı suyu(PAS) içindeki mineral maddeler uzaklaştırılabilir. Bunun sonucu olarak PAS'ı değerlendirmek veya özelliklerinde olumsuz bir etki oluşturmadan başka gıdalara katmak mümkün olmaktadır.

Anahtar kelimeler: Peyniraltı suyu, Elektrodiyaliz, Membran filtrasyon

Giriş

Membran prosesleri diğer proseslerle karşılaştırıldığında bazı avantajları olduğu görülür. Düşük enerji tüketimi, işlem kolaylığı ve çevre dostluğu bu avantajlardandır. Ek materyallere (aspiratör vb.) ihtiyaç duyulmaz. Membran modelinin tasarımı çok basit, kullanımı kolay ve az yer kaplamaktadır. Membran proseslerinin en büyük avantajı prosesin devamı ve başarı ile sonuçlanması için çok düşük enerjiye ihtiyaç duyulmasıdır. Ayrıca ürünün ve maddelerin kalitelerine olumsuz etki yapmaması da oldukça önemlidir. Bu nedenle membranla ayırma teknikleri özellikle eczacılıkta, biyokimyada ve gıda sanayinde kullanılmaya uygundur(1). Membranla ayırma tekniklerinin bu avantajlarının yanında bazı dezavantajları da vardır. Bunlardan, kullanılan plakaların değiştirilme maliyetinin yüksek olması ve ayrıca optimizasyonlarının da zor olması önemlidir. Hassasiyet ve güvenilirlikleri üzerine yapılan çalışmalar halen devam etmektedir. Özel endüstriyel uygulamalarda kullanılmak üzere geliştirilmiş birçok membranla ayırma tekniği vardır(2). Bunlardan elektrodiyaliz tekniği PAS'ın minerallerinden arındırılmasında kullanıldığından çok önemlidir. Elektrodiyaliz seçici zarlar yardımıyla iyonların bir çözüldüden başka bir çözüldüye elektrik akımının etkisi altında transfer edilmesi işlemidir. Elektrodiyaliz zardan süzme işlemi olmasına rağmen, ultrafiltrasyon, ters osmoz ve nanofiltrasyon işlemlerinden farklıdır. Çünkü elektrodiyaliz, partikülleri ebatlarına göre ayırmaz, elektriksel yüklerine göre ayırır (3). Süt sanayii artıklarını doğrudan doğruya, koyulaştırarak veya toz haline getirerek değerlendirmek mümkün olmasına rağmen, minerallerin fazla oluşu, kullanım alanlarını kısıtlamaktadır. Bu nedenle süt sanayii artıklarını,

ekmek, bisküvi, eritme peyniri, salam, sosis, bonbon, pasta, çocuk maması, diyet meşrubat, v.b. gibi besin endüstrisinde, yem sanayinde, eczacılıkta ve ayrıca penisilin, B₂ vitamini, laktik asit, tereyağı asidi ve alkol elde edilmesinde değerlendirmek için bunların ilk etapta tamamen veya belirli oranlarda minerallerinden arındırılması gerekmektedir(4).Elektrodiyaliz üzerinde daha önceki çalışmalar Almanya'da II.Dünya savaşından önce başlamıştır. Endüstriyel ve pilot fabrika uygulamaları ise 1950' den itibaren geliştirilmiştir. İlk yapılan uygulamada deniz suyundan içme suyu elde etmek olmuştur. Daha sonra gıda endüstrisindeki uygulamalarında demineralize şeker kamışı şekeri üretmek için çalışılmıştır. Ayrıca, PAS demineralize edilerek bir çok alanda kullanılmaya başlanmıştır(3).

Elektrodiyaliz yönteminin prensibi: Elektrodiyaliz hücreleri, tek bir membran olarak işlem görür. Katotta redüksiyon reaksiyonları meydana gelirken, anotta oksidasyon reaksiyonları meydana gelir (5).Anyon değişim membranları katyonik grupları içerir ki bunlar katyonları geri çevirirler ve sadece anyonların geçişine izin verirler. Aynı şekilde katyon değişim membranları, anyon grupları içerir ve sadece katyonların geçişine izin verirler. Anyonik elektrodiyaliz membranları stiren divinil benzen polimer zincirlerinden oluşmuş dörtlü NH₄ gruplarından, katyonik membranlar ise SO₃⁻ gruplarından yapılmıştır. Seçici geçirgenliğe sahip olan pergament, kollodium ve selofandan yapılmış membranlar da kullanılır. Anyon ve katyon değişim membranları birbirlerine paralel olacak şekilde dizayn edilmişlerdir. Zarların arasındaki mesafe 1 mm veya daha azdır. Anyonlar anoda ve katyonlar da katoda doğru hareket ederlerken bir sorun ortaya çıkar. Bu da protein vb.gibi bileşenlerin membranların yüzeyinde birikmesidir. PAS, istenen kül seviyesine düşene kadar sistemde dolaştırılır. Bu işlem sıvının (PAS) iletkenliği ile anlaşılır. Sistemde tutma zamanı 30–40C^ode %90 demineralizasyon için 5- 6 saat gibi uzun olabilir. PAS konsantrasyonunu %20 – 30'a çıkarmak elektrik tüketimi ve kapasite kullanımı açısından faydalıdır. Konsantre PAS elektrodiyaliz ünitesine girmeden önce temizlenmelidir. Yüksek işlem sıcaklığı üründe bakteriyel gelişme açısından bir risk teşkil eder. H₂O₂ gibi bakteri öldürücü maddeler şayet o ülkede izin verilmişse PAS'a katılabilir. PAS işlem esnasında ısınır. Böylece işlemi sürdürmek için bir soğutma işlemine ihtiyaç duyulur. Fabrikalarda en fazla demineralizasyon oranı %60 – 70 gibi sınırlı düzeydedir. Çözelti içindeki katyonlar elektrik akımı yönünde, anyonlar ise elektrik akımına zıt yönde hareket etmek mecburiyetinde ve aksi mümkün olmadığından anot kutbu tarafına anyonların, katot kutbu tarafına da katyonların geçişini sağlayan membran yerleştirilmiştir. Elektrik akım devresi tamamlanıp elektrodiyaliz işlemi başladığı zaman, bölmeler içindeki çözeltide bulunan anyonlar anot yönünde hareket ederek önünde bulunan anyon membranından geçerek tuzlu su bulunan bölmeye ulaşırlar. Katyonlar ise katot yönünde hareket ederek önlerinde bulunan katyon

membranlarından geçerek tuzlu su bulunan diğer bir bölme ulaşılır. Tuzlu su bulunan bölme geçmiş olan katyonların hareket yönü üzerinde ise katyonik bir membran bulunmadığından diğer bölmelere geçme imkânı yoktur. Anyon ve katyonları kabul edici sıvı olarak kullanılan tuzlu su dışarı atılırken, çözelti de minerallerinden arındırılmış olur(6). Hareket etme yeteneği iyonların hızı ile doğru ve ortamın elektriksel kuvveti ile ters, ayrıca iyonların spesifik elektrik geçirgenliği ile direkt ve molekül konsantrasyonu ile ters orantılıdır. Bu nedenle elektrodializde, hareket yeteneği fazla olan tek değerli sodyum, potasyum ve klor gibi iyonlar kolaylıkla ayrıldığı halde, kalsiyum gibi çift değerlilerle çok az iyonize olmuş iyonların uzaklaştırılması daha zordur. Uzun zamandan beri kolloidal çözeltilerin minerallerinden arındırılmasında seçici geçirgenliğe sahip olmayan membranlar kullanılmıştır. Seçici geçirgenliğe sahip pergament, kollodium, selofan ve ekseriye sentetik polimerlerden yapılmış membranların kullanılması sonucu elektrodializ yöntemi tam anlamı ile yenilenerek sıvıların anyon ve katyonlarını aynı anda arındırmak mümkün olmaktadır. Yapısında organik polimerle birlikte anyon grubu bulunan membranlar, anyonların geçişini ve naklini sağlarken yapılarında pozitif yüklü katyon grupları, çözelti içinde aynı pozitif yüke sahip iyonları iteceklerinden geçişlerine müsaade etmezler. Elektrodializde kullanılan membranların seçici olmasının yanı sıra, verimliliği artırmak için belirli özelliklere sahip olması, örneğin N\10 normal KCl çözeltisinde cm^2 'sinin 5ohm'dan az direnç göstermesi ve aynı şartlar altında selektif geçirgenliğinin % 85' den küçük olmaması arzu edilir. Bunun yanı sıra membranların çeşitli eriyiklerde kullanıldığı zaman şişme ve bozulma oranı %20'yi geçmemeli, yüzeyinde yırtık ve delik bulunmamalıdır(7).

Elektrodializ işlemini sınırlayan faktörler: Süt sanayiinde elektrodializin kullanımını sınırlayan en büyük faktör membranların, ara levhaların ve elektrotların değiştirilmesi masraflarıdır. Bu ünitelerin masrafı tüm maliyetin%35-40 gibi büyük kısmını oluşturur. Membranların yüzeyinde protein birikmesi nedeniyle ara sıra değiştirilmeleri gerekir. Katyonik membranlar asidik deterjanın membran yüzeyi üzerinde uygun hızda akışı ile temizlenebilir. Protein tortuları ise anyonik membranların ömürlerinin kısalmasında başlıca faktördür. Bu problemin temeli, PAS' ın normal pH' sında PAS proteinleri ortamdaki elektrik alanının tesiri altında hareket etmesi ve büyük negatif iyon olarak görev yapmasıdır. Greiter ve ark.(9)PAS'ın elektrodializinde asidik ve nötral pH'nın anyonik mebran yüzeyinde protein birikmesine neden olduğunu, bazik pH' nın ise protein birikmesini önlediğini bulmuşlardır. Araştırmacılar, buna karşılık bazik pH'da katyonik mebranda $Ca(OH)_2$ biriktiğini fakat bu birikmenin elektrodializ işlemini aksatmayacağını bildirmişlerdir. .

Elektrodializin süt sanayiinde kullanım alanları: Elektrodializin süt sanayiinde kullanımı ile ilgili birçok çalışma ve uygulama yapılmıştır. Sütten

Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum

nükleer atıkların (I-131 ve stronsiyum 90) elektrodializle uzaklaştırılması üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Ayrıca, peyniraltı suyu elektrodializ tekniği ile minerallerinden arındırıldığında, katıldığı üründe olumsuz bir etki göstermediği tespit edilmiştir. Bazinet ve ark.(10), yağsız sütü bipolar membran elektrodializi ile minerallerinden arındırmışlardır. Araştırmacılar, %75 demineralizasyon düzeyinde sütün bileşiminde laktoz düzeyi hariç önemli bir farklılık olmadığını belirlemişlerdir. ED ile mineralleri azaltılmış PAS bebek maması için ideal bir bileşendir. Ancak, bu amaçla kullanılacak olan PAS'ın yüksek düzeyde (%90) demineralize edilmesi gerekmektedir. Dünyada yılda yaklaşık 150.000 ton PAS'ın demineralize edildiği ve bunun yaklaşık %65'inin bebek maması formülasyonunda kullanıldığı bildirilmektedir(11).

Kaynaklar

- 1.Baricot M, Juraske R. 2003. Development in membrane Science and its industrial applications. J Food Sci. And Tech.24,1010-1011.
- 2.Tomita M. 2004. Membrane Separation in Dairy Industry in Moriniga Milk Industry Co ., 5-1 83 , 228-8583.
- 3.Bazinet L, Lamarche F, Ippersiel D. 1998. Bipolar-membrane electro dialysis: applications of electro dialysis in the food industry. Trends in food science 9, 107-113.
- 4.Gönç S, Gahun Y. 1981. Sütçülük Artıklarının Elektrodializle Minerallerinden Arındırılarak Değerlendirilmesi. Gıda 6 (4),25-35.
- 5.Gardias D. 1990. Les Procèdes Electriques de Traitement des Rejets Industriels: Electro dialyse in Environnement et Electricitte; Electra Doppee Diffusion, Avon, France.
6. Anonymous 1995. Dairy Processing Handbook. Tetra Pak Processing Systems AB S-221- 86, Sweeden .
- 7.Klein E, Ward AR, Lacey ER. 1987. Membrane Processes-Dialysis and Electro dialysis'in Handbook of Separated Process Technology, (Rousseau, R.W. and Hence, W.eds), pp. 954-981, New York.
- 8.Bruce TB. 1986. Electro dialisis Applications in Whey Processing. I. Whey Conference(28Ekim),Chikago,USA
- 9.Greiter M, Novalin S, Vendland M, Kulbe KD, Fischer J. 2002. esalination of whey by electro dialysis and ion Exchange resins.J.Membrane Sci.,210,91-102
- 10.Bazinet L, Ippersiel D, Gendron C, Madhavi B, Amiot J, Lamarche F. 2001. Bipolar membrane electroacidification of demineralized skim milk. J.Agric Food Chem.49(6),12-18.
11. Perez A, Andres LJ, Alvarez R, Coca J, Hill CG. 1994. Electro dialysis of Whey Permeates and Retentates Obtained by Ultrafiltration J. Food Proc.Eng. 17, 177-190.