

Cottage Peyniri Suyundan (CPS) Sodyumhekzametafosfatla (SHMF) Çöktürme Yöntemiyle Protein Konsantresi (PK) Elde Edilmesi

Dr. Türker AŞAN

1964 yılında Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesini bitirmiş, Columbia Üniversitesi Tıp Fakültesinde Master Derecesini 1970 yılında Beslenme Dalından almış, 1974 yılında Tennessee Üniversitesi Gıda Teknolojisi Bölümünde Doktora çalışmasını tamamlamıştır. Halen, Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde öğretim görevlisidir.

GİRİŞ :

Proteinli gıda üretiminin miktar ve kalite bakımından artırılmasına ilişkin çalışmalar son on yıl içinde yoğunluk kazanmıştır. Çünkü, dünya nüfusunun 2000 yılında 7 milyarı açacağı sanılmakta, protein-kalori yetersizliğinin dünya çapında bir beslenme sorunu olduğu iyi bilinmektedir.

Amprik analizler, peynir imali sonucu, yılda dünyada 34 milyon tonun üzerinde peynir suyu (PS) elde edildiğine işaret etmektedir (4). Peynir suyunun artık muamelesi görmesiyle, önemli boyutlara ulaşan miktarlarda yüksek kaliteli protein kaybedilmektedir (45, 46, 48). Günümüzde, çevre kirlenmesini önleme zorunluluğu ısrarla vurgulandığından, yalnızca ortadan kaldırmak amacıyla PS nu işlemek pek pratik olmamaktadır (11, 26, 41). Bu nedenlerle, PS konusunda yapılan çalışmaların doğrultusu, PS'nu değerlendirme yollarını bulmaya dönüktür. Araştırmacıların pek çoğu, PS ndaki proteinleri denatüre etmeden diğer unsurlardan ayırarak ekonomik bir yöntem geliştirerek peynir suyu protein konsantresi (PSPK) elde etmek ve bu konsantreyi insan tüketimine sunulan gıdaların bir parçası şekline dönüştürmek konusuna büyük ilgi duymaktadırlar.

PS ndaki proteinleri, denatüre etmeden PSPK şekline çevirmek iki nedenle istenmektedir :

1. PS kurutulabilir. Ancak, kurutulmuş -PS unda protein oranı çok düşüktür (8, 25). Bunun yanı sıra, laktoz ve kül oranının çok yüksek oluşu, kurutulmuş -PS nun gıda formüllerinde kullanılmasını engellemektedir (33).

2. Isıyla koagulasyon, PSPK elde etmenin en ucuz yoludur. Fakat, bu yolla elde edilen PSPK, kumlu bir yapıya sahip oluşu ve çözünürlüğünün çok sınırlı oluşu nedenleriyle gıda endüstrisinde yaygın bir kullanım alanı bulmamaktadır (33, 45, 46, 47).

Protein konsantrelerinin denatüre olmamış protein içermeleri, tek başına protein-kalori yetersizliğine karşı mücadeleye yeterli değildir. Protein konsantreleri, ancak insanların satın alıp tüketecekleri gıdalar haline getirildiklerinde anlam taşırlar. Cottage peyniri suyundaki proteinleri insan tüketimine sunulabilecek bir şekle dönüştürmeyi amaçlayan bir çabanın (3) ilk basamağını oluşturan bu çalışma, cottage peyniri suyundan protein konsantresinin elde edilmesi ve kompozisyonuyla ilgilidir.

Elde Edilmesi :

Araştırmada, Hartman ve Swanson (15) un polifosfatla çöktürme yöntemi, bazı değişiklikler yapılarak akım şemasında görüldüğü şekilde uygulandı.

Taze olarak elde edilen CPS nun sıcaklığı oda sıcaklığına ayarlanıp protein tayini için

örnek alındı. Sonra 10 lt CPS metal silindirik bir kovaya aktarıldı.

Manyetik karıştırıcıyla CPS sürekli olarak karıştırılırken, pH sı damlalar halinde konsantre HCl ilavesiyle 3,0 e düşürüldü. Taze hazırlanmış konsantre SHMF (zincir uzunluğu 10 C) çözeltisinden, CPS % 0,5 (ağ/hac) SHMF içerecek şekilde ilave edildi. Karışımın pH sı yeniden 3,0 e ayarlandıktan sonra karıştırma işlemine 1 dakika daha devam edildi.

Oda sıcaklığında 2 saat dinlenmeye terk edilen karışım, bu süre içinde 2 faza ayrıldı. Üstteki, berrak yeşil sıvı faz pompa ile ikinci bir kaba aktarılıp Sıvı Faz-1 şeklinde kodlandı.

Proteinleri içeren alttaki fazın (akım şeması, protein suspansiyonu) 30 dakika süreyle santrifüjlenmesi sonucu elde edilen üstteki berrak sıvı faz, Sıvı Faz-1 ile birleştirilerek Sıvı Faz-2 olarak kodlandı.

Konsantre SHMF çözeltisinden Sıvı Faz-2 ye, % 0,2 SHMF içerecek miktarda ilave edilerek, pH 3,0 e ayarlandı. Karışımın oda sıcaklığında 2 saat bekletilmesiyle üstte toplanan berrak sıvı faz pompa ile alınarak atıldı.

CPS ndan ve Sıvı Faz-2 den elde edilen çökmüş proteinler birleştirildi. pH sı 3,0 e ayarlı damıtık suyla 2 kez yıkanarak her yıkama sonunda santrifüjlendi.

Son santrifüjleme sonucunda elde edilen protein çöktürülmesinin damıtık suyla hazırlanan homojen suspansiyonu dondurularak kurutulduktan sonra öğütülerek protein konsantresi elde edildi.

Analiz ve Bileşimi :

Peynir suyu protein konsantresindeki protein miktarı, 2,0 g lık örnekler üzerinde Makro Kjeldahl yöntemiyle ve azotu proteine çevirme faktörü olarak 6,38 kullanılarak saptandı (1). Rutubet, 5,0 g lık örnekleri vakumlu fırında $58 \pm 2^\circ\text{C}$ de 24 saat kurutarak bulundu. Kül tayini için A.O.A.C. tarafından süt ürünleri için önerilen yöntem uygulandı (1). Yağ miktarı, Babcock'un yağsız süte uyguladığı yöntemle, 2 ml -2 N NaOH içeren % 5 lik PSPK nden alınan örnekler kullanılarak saptandı (32). Laktoz konsantrasyonu, Kloramin-T yöntemiyle

le hesaplandı (20). Analizde örneği, % 5 lik PSPK nin süzülmesiyle elde edilen çözeltiden alınan 10 ar ml lik miktarlar oluşturdu. 0,0419 N Kloramin-T ve 0,0403 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ kullanıldı. Laktoz konsantrasyonu hesaplanırken, süzme ile uzaklaştırılan proteinin hacmine karşılık 1,1 ml/g protein şeklinde düzeltme faktöründen yararlanıldı (21).

Fosfat tayininde, ASTM tarafından endüstriyel sularda fosfat miktarının saptanması için önerilen amino redüksiyon yöntemi kullanıldı (2). Ancak, absorpsiyon değerleri, ASTM nin önerdiği gibi 650 nm de değil Meun ve Smith (31) in kullandığı 830 nm de ölçüldü. Bu yöntemde, ortofosfatın amonyum molibdatla reaksiyonu sonucu oluşan molibdofosfat, aminonaftosülfonik asitle mavi renkli bir kompleks teşkil etmektedir. Mavi rengin koyuluğu, ortamdaki fosfat konsantrasyonu ile orantılıdır. Sadece ortofosfat mavi renk verdiği için, PSPK örnekleri asitleştirilerek kaynatılmakla, polifosfatın hidrolize olup reaktif ortofosfata dönüştürülmesi sağlanmaktadır (3).

Akım şemasında verilen yöntemle CPS nden elde edilen PSPK nin bileşimi Tablo 1 de görülmektedir.

Tablo 1

Cottage Peyniri Suyundan Elde Edilen PSPK nin Bileşimi

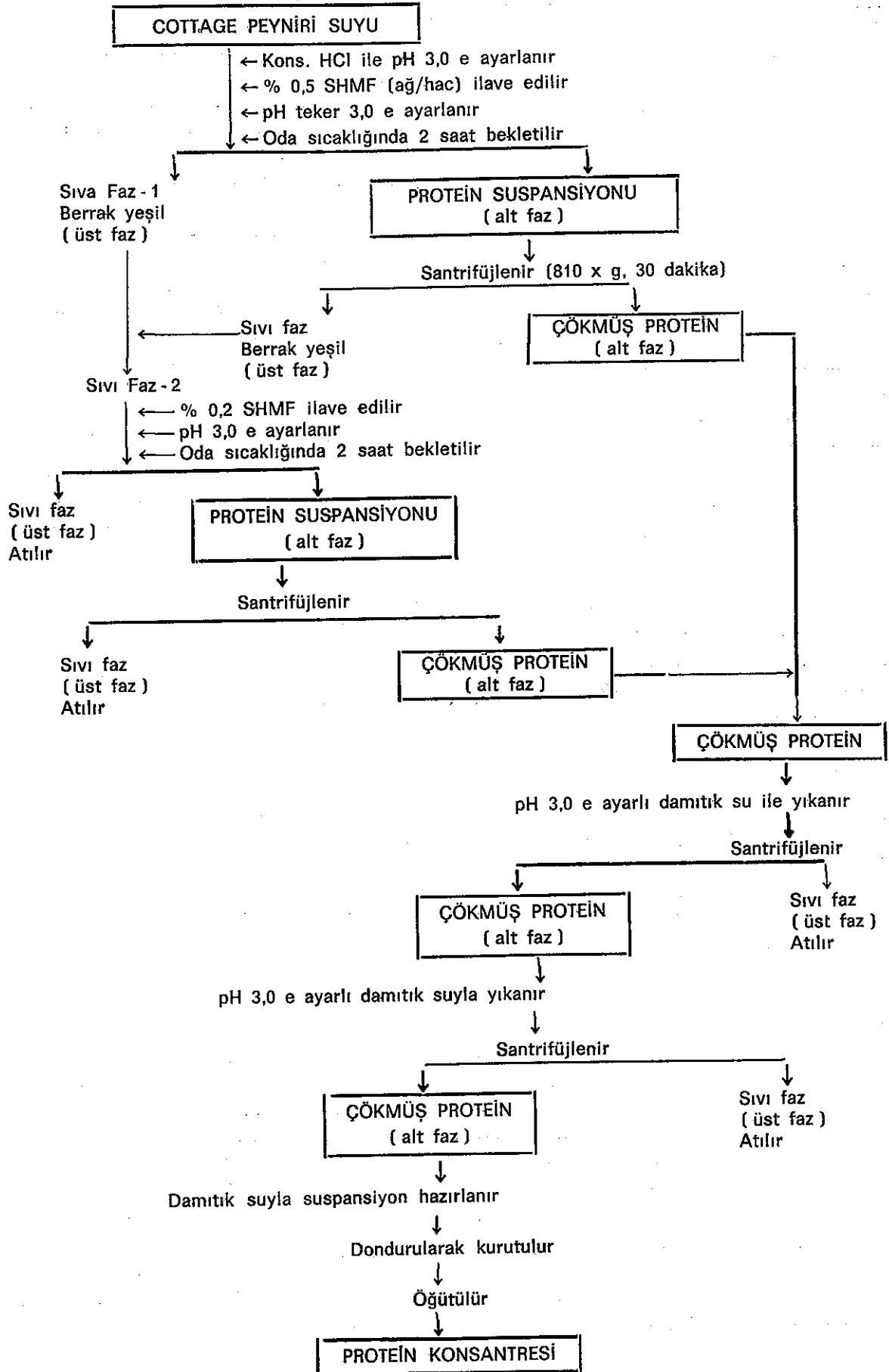
Öge	% ^(a)
Protein (N x 6,38)	70,8
Kül	11,4
Rutubet	4,6
Toplam PO_4	4,3
Yağ	3,1
Laktoz	2,7
Toplam	92,6^(b)

(a) 3 tekrar x 2 örnek x 2 şer analiz ortalaması.

(b) Rakamların toplamı % 100 den eksik görünmektedir.

PSPK nin gram protein başına 0,45-0,52 gram bağlı su içerdiği bildirilmiştir (5). Bu nedenle, toplamın eksik görünüşü, PSPK nin bir miktar bağlı su içerdiği kanısını uyandırmaktadır.

COTTAGE PEYNİRİ SUYUNDAN PROTEİN KONSANTRESİ ELDE ETME AKIM ŞEMASI



Tartışma :

Çeşitli kaynaklardan proteinleri ayırıp saflaştırma konusunda, polielektrolitlerle proteinler arasında kompleks oluşumundan eskiden beri yararlanılmaktadır (12, 14, 17, 18, 19, 28, 38, 39). Bütün fosfatlar, kuvvetli anyon özellikleri nedeniyle tipik polielektrolit tabiatındadırlar (10). Proteinleri asidik koşullarda çöktürürler (12, 40). Proteinlerin katyonik bölgeleriyle, kütleinin sakımı kanunuyla uyumlu bir stokiometri ile reaksiyona girerler (7). Süt proteinlerinin, protein - polifosfat kompleksi oluşumu sırasında polivalent katyonlar gibi davranmaları ve polifosfattan sodyumun ayrılmasıyla sonuçlanan gözlemler yukarıdaki kısa açıklamayı doğrulamaktadır (42).

Polifosfatlarla süt proteinleri arasındaki reaksiyonun kendine has özellikleri ve ayrıcalıkları bulunduğunu gösteren bir hayli delil toplanmıştır. Vujicic ve DeMan (42), SHMF ve süt proteinleri ile hazırlanan suspansiyonun süzülmesi sonucu elde ettikleri süzüntüyü kağıt-kromatografisi ile incelediklerinde, polifosfatın çöken fraksiyonda kaldığını saptamışlardır. Protein-polifosfat kompleksinin jel-kromatografisinde anoda doğru göç ettiğini izleyen Melynychyn ve Wolcott (29, 30), bunu negatif yüklü fosfat grubunun proteine bağlandığı şeklinde yorumlamışlardır. Bazik tampon içinde, SHMF in kazeinlere ve PS-proteinlerine görünür bir etkisi olmadığını gösteren Paulic (7) in bulgularıyla öncekiler arasında açıkça bir paralellik farkedilmektedir. Buna karşın, diğer araştırmacılar (10), proteinlerdeki bazik amino gruplarıyla asidik polifosfat anyonları arasında iyonik köprüler oluştuğunu, netice de net yükün azalarak çökmeye sebep olduğunu düşünmektedirler.

Polifosfatın konsantrasyonu ve zincir uzunluğu, pH ve iyonik kuvvet proteinlerin polifosfatlarla kompleks teşkil etme ve çökmelerini etkileyen faktörler arasındadır (24, 27, 35). Ancak, bu faktörlerin aralarındaki ilişkilere henüz tam bir açıklık getirilememiştir (30).

Polifosfatlarla kompleks teşekkülü ve çöktürme ile PS ndan protein konsantresi elde etme konusunu ilk çalışan Gordon (13), PS na % 0,2 SHMF ilave ederek pH 3,0 de proteinleri çöktürmeyi başarmıştır. Hidalgo ve arka-

daşları (19) na göre de SHMF ile çöktürmenin maksimum olduğu pH 3,0 dür. pH 3,0-4,0 arasında β -laktoglobulinin daha çok düşük polifosfat konsantrasyonlarında, buna karşılık α -laktalbuminin yüksek polifosfat konsantrasyonlarında çöktüğü gösterilmiştir (22, 23). Öte yanda, saf β -laktoglobulinin çökmesini pH 2,0-4,0 arasında kullanılan polifosfatın zincir uzunluğu artırıldıkça arttığı, ancak protein konsantrasyonunun yüksek olduğu durumlara zincir uzunluğunun çökmeyi etkilemediği saptanmıştır. Sıcaklık derecesinde 5-73,5°C ler arasındaki artışlar çökmeyi etkilememiş, iyonik kuvvetteki artışlara çökmeyi önemli ölçüde azaltmıştır (27).

Çeşitli PS örneklerinden SHMF ile çöktürme yöntemiyle elde edilen protein miktarları arasında büyük farklılıklar olduğu saptanmış, protein polifosfat reaksiyonlarının PS nin mineral bileşimi tarafından etkilenmesinin bu farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir. Gerçekten, Hidalgo ve arkadaşları (19), PS nu katyonlardan arıttıktan sonra SHMF ile proteinlerin % 90 dan fazlasını çöktürmeyi başarmışlardır. Pallansch (36), immüoglobulinler hariç PS ndaki bütün proteinlerin SHMF ile çöktürülebileceğini deneyleriyle vurgulamaktadır.

SHMF ile çöktürme yöntemini, kolon-kromatografisi (45), Jel-filtrasyon (19, 43) ve İyon-değişimi (43) yöntemlerinden birisiyle destekleyerek PS ndan kazanılan protein oranını artırmaya dönük çalışmalar da yapılmıştır. Webb (43), SHMF + Jel-filtrasyon ile % 80, Hidalgo ve arkadaşları (19) ise % 88-90 protein içeren konsantreler elde etmişlerdir. Jel-filtrasyonunun esas olarak laktozu, iyon-değişiminin ise fosfatı ortamdandan uzaklaştırdığı saptanmıştır (19).

SHMF yöntemiyle elde edilen PSPK nin çözünürlüğü pH 2,0 de % 31, pH 6,0 da % 73 ve pH 8,0 de % 86 olarak bulunmuştur (33, 34). Bu durum, çözünürlüğün pH ya bağımlı olduğunu göstermektedir. Hidalgo ve arkadaşları (19) ise, izo-elektrik zonda (pH = 5,0-6,0) çözünürlüğün yüksek olmasından, proteinlerin pH 5,0-6,0 arasında denatüre olmamış durumda bulunduğu sonucunu çıkarmışlardır.

Bağlı suyu «-40°C den daha düşük derecelerde donmayan su» olarak tanımlayan Ber-

lin ve arkadaşları (5, 6), Jel-filtrasyon, Ultra-filtrasyon, Elektrodializ yada bu yöntemlerin kombinasyonu ile elde edilen PSPK deki bağlı su miktarının 0,45 - 0,52 g su/g protein ve 0,46 - 1,09 g su/g katı madde olduğunu saptamışlardır. Bunun yanısıra, düşük molekül ağırlıklı maddeleri (laktoz, tuzlar) yüksek konsantrasyonlarda içeren PSPK lerinin daha fazla su bağladığını, su bağlama ile proteinlerin ısıyla % 63 e kadar denatüre olmaları arasında herhangi bir ilişki bulunmadığını gözlemişlerdir.

Sonuç :

Çalışmanın önemli sonuçları aşağıdaki şekilde özetlenebilir :

1. Uygulanan yöntemle elde edilen PK nin içerdiği protein miktarı (Tablo 1), diğer yöntemlerle elde edilen PSPK için literatürde verilen rakamlarla kıyaslanacak düzeydedir (Tablo 2).

2. Değişik yöntemlerle elde edilen PSPK nin analizi ve bileşimlerine ilişkin çalışmalar çok azdır. Bu yüzden, PSPK nin bileşimine ilişkin rakamlar kesinlik kazanmamıştır.

3. Bu çalışmada kullanılan yöntemin en büyük avantajı, damıtık suyla tekrarlanan yıkamalara bağlı olarak PK deki laktoz miktarının düşük olmasıdır.

4. Denemelerde kullanılan PS da protein oranı % 0,88 ve PK de % 70,8 olmasına rağmen, PS ndan toplam protein kazanma oranı % 59,53 gibi düşük bir düzeydedir. Ancak, literatürde (19) SHMF ile çöktürme yöntemiyle kazanılan protein miktarını, PS mineral kompozisyonunun önemli ölçüde etkilediği vurgulamakta, protein kazanma oranı yüksek görünen yöntemlerde (14, 19) katyonların ortamdan uzaklaştırıldığı dikkati çekmektedir.

Tablo 2

Çeşitli Yöntemlerle Elde Edilen PSPK nin Kimyasal Bileşimi

Yöntem	Kimyasal Bileşim (%)					Kaynak No.
	Protein	Laktoz	Kül	Yağ	Rutubet	
SHMF	55,7	13,0	13,7	1,3	—	(34)
CMC ^(a)	49,8	20,1	8,0	12,0	—	(34)
Ters ozmoz	35,0	51,4	4,3	2,2	4,0	(43)
Ultrafiltrasyon	55,6	27,2	3,7	0,9	5,3	(44)
Diyaliz	66,0	26,2	2,0	2,0	—	(34)
Elektrodializ	35,0	50,0	3,0	3,5	5,0	(9)
Jel filtrasyon	72,5	8,3	5,4	5,2	—	(16)

^(a)CMC = Karboksimetilselüloz.

KAYNAKLAR

1. A.O.A.C. 1970. «Official Methods of Analysis» 11 th ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C.
2. A.S.T.M. 1971. Standard Methods of Test for Phosphate in Industrial Water. Annual Book of A.S.T.M. Standards. Part: 23, D - 515, 568, 44.
3. Aşan, T. 1974. Fibrous Protein from Cottage Cheese Whey. Dissertation. The University of Tennessee.
4. Beeby, R., Hill, R.D., and Snow, N.S. 1971. Milk Protein Research and Technology. In «Milk Proteins: chemistry and molecular biology.» Vol: 2. H.A. McKenzie (ed). Academic Press. New York.
5. Berlin, E., Kliman, P.G., Anderson, B.A., and Pallansch, M.J. 1973. Water Binding in Whey Protein Concentrates. *J. Dairy Sci.* 56: 984.
6. Berlin, E., Kliman, P.G., and Pallansch, M.J. 1970. Changes in State of Water in Proteinaceous Systems. *J. Colloid Interface Sci.* 34: 488.
7. Briggs, P.R. 1940. The Metaphosphoric Acid Protein Reaction. *J.Biol. Chem.* 134: 261.
8. Cerbilus, J., Woychik, J.H., and Wondolowski, M.V. 1972. Composition of Commercial

- Wheys. *J. Agr. Food Chem.* 20: 1057.
9. Craig, T.W., Colmey, J.C., Francis, L.H., and Herlihy, N.W. 1971. Development and Product Application for a High Protein Concentrate from Whey. *Food Prod. Dev.* 4 (8): 92.
 10. Ellinger, R.H. 1972. Phosphates as Food Ingredients. CRC Press, Cleveland, Ohio.
 11. Elliot, R.A. 1973. New Waste Water Practices in Dairy Plants. *J. Milk Food Tech.* 36: 453.
 12. Gloxhuber, C. 1968. Surfactants from the Kitchen Sink. *Food Cosmet. Toxicol.* 6: 680.
 13. Gordon, W.G. 1943. Method for the Preparation of Protein from Animal Matter Containing Protein in Water Soluble Form. U.S. Patent No: 2, 377, 624.
 14. Hansen, F.M.T., Hidalgo, J., and Gould, I.A. 1971. Reclamation of Whey Proteins with CMC. *J. Dairy Sci.* 54: 830.
 15. Hartman, G.H., and Swanson, A.M. 1966. Precipitation of Protein of Cheese Whey with Polyphosphates. *J. Dairy Sci.* 49: 697.
 16. Hermanson, A.M. 1972. Functional Properties of Proteins for Food - Swelling. *Food Sci. Technol. Official Publ. Swiss Soc.* 5 (1): 24.
 17. Hidalgo, J., and Hansen, P.M.T. 1969. Interaction Between Food Stabilizers and β -Lactoglobulin. *J. Agr. Food Chem.* 17: 1089.
 18. Hidalgo, J., and Hansen, P.M.T. 1971. Selective Precipitation of Whey Proteins with CMC. *J. Dairy Sci.* 54: 1270.
 19. Hidalgo, J., Kruseman, J., and Bohren, H.U. 1973. Recovery of Whey Proteins with SHMP. *J. Dairy Sci.* 56: 988.
 20. Hinton, C.L., and Macara, T. 1927. The Determination of Aldose Sugars by Means of Chloramine-T, with Special Reference to the Analysis of Milk Products. *Analyst.* 52: 668.
 21. Jaynes, H.O. 1973. Şahsi Görüşme. Dept. Food Sci. Technol. University of Tennessee, Knoxville, Tennessee.
 22. Jones, S.B., Kalan, E.B., Jones, T.C., and Hazel, J.F. 1972. Ferrypolyphosphates as Whey Protein Precipitant. *J. Agr. Food Chem.* 20: 229.
 23. Jones, S.B., Kalan, E.B., and Jones, T.C. 1972. Ferrypolyphosphates as Whey Protein Precipitants. *J. Agr. Food Chem.* 20: 299.
 24. Lyons, J.W., and Siebenthal, C.D. 1966. On the Binding of Condensed Phosphates. *Biochem. Biophys. Acta.* 120 - 174.
 25. Mavropoulou, I.P., and Kosikowski, F.W. 1973. Composition, Solubility and Stability of Whey Powders. *J. Dairy Sci.* 56: 1128.
 26. McDonough, F.E., and Mattingly, W.A. 1970. Pilot Plant Concentration of Cheese Whey by Reverse Osmosis. *Food Technol.* 24: 194.
 27. Melachouris, N. 1972. Interaction of β -Lactoglobulin with Polyphosphates. *J. Agr. Food Chem.* 20: 798.
 28. Melynchyn, P., and Wolcott, J.M. 1967. Simple Procedure for Isolation of alpha-S Casein. *J. Dairy Sci.* 50: 1863.
 29. Melynchyn, P., and Wolcott, J.M. 1965. Evidence of Specific Interactions of Inorganic Ions with Milk Proteins. USDA 7th Milk Concentrate Conference. Philadelphia.
 30. Melynchyn, P., and Wolcott, J.M. 1971. Interaction of Milk Proteins with Polyphosphates. In «Phosphates in Food Processing.» J.M. DeMan and P. Melynchyn (ed) The AVI Publ. Co. Inc. Westport, Connecticut.
 31. Meun, D.H., and Smith, K.C. 1968. A Microphosphate Method. *Analyt. Biochem.* 26: 364.
 32. Milk Industry Foundation. 1964. «Laboratory Manual: Analysis of Milk and its Products.» MIF, Washington, D.C.
 33. Morr, C.V. 1972. Some Functional Properties of Whey Proteins. Paper Presented at the Proceedings of Whey Products Conference Held in Chicago, Illinois, June 14 - 15. USDA Agr. Res. Ser. ERRL Publ. No: 3779.
 34. Morr, C.V., Swanson, P.E., and Richter, R.L. 1973. Functional Characteristics of Whey Protein Concentrates. *J. Food Sci.* 38: 324.
 35. Nitschmann, H., Rickli, E., and Kistler, P. 1959. The Influence of Phosphates on the Solubility of Human Plasma Proteins (in German, English summary). *Helv. Chim. Acta.* 42: 2198.

36. Pallansch, M.J. 1970. Chemical Problems of Whey Utilization. Paper Presented at the Proceedings of Whey Utilization Conference Held at University of Maryland, June 2-3 USDA - ARS. 73 - 69 Publ. No: 3340.
37. Paulic, M.D. 1957. Starch Gel Electrophoresis in a Discontinuous System of Buffers. *Nature*. 180: 1477.
38. Smith, A.K., Nash, A.M., and Eldridge, D.C. 1962. Recovery of Soybean Whey Protein with Edible Gums and Detergents. *J. Agr. Food Chem.* 10: 302.
39. Smith, A.K., and Circle, S.J. 1972. «Soybeans: Chemistry and Technology. Vol: 1, Proteins.» The AVI Publ. Co. Westport, Connecticut.
40. Spinelli, J., and Koury, B. 1970. Phosphate Complexes of Soluble Fish Proteins. *J. Agr. Food Chem.* 18: 284.
41. Strobel, D.R. 1972. Whey. *Foreign Agriculture*. 10 (48): 9.
42. Vujicic, I., and DeMan, J.M. 1968. Binding of Polyphosphates to Casein. *Canadian Inst. Food Technol. J.* 1 (4): 171.
43. Webb, B.H. 1970. Utilization of Whey in Foods and Feed. Paper Presented at the Proceedings of Whey Utilization Conference Held at the University of Maryland, June 2-3. USDA - ARS 73 - 69 Publ. No: 3340.
44. Webb, B.H. 1972. Recycling Whey for Profitable Use. *Am. Dairy Rev.* 36: 32A.
45. Wingerd, W.H. 1965. Lactalbumin Phosphate and Process of Production. Canadian Patent No: 790, 580.
46. Wingerd, W.H., Saperstein, S., and Lutwak, L. 1970. Blend Soluble Whey Protein Concentrate has Excellent Nutritional Properties. *Food Technol.* 24: 758.
47. Wingerd, W.H. 1971. Lactalbumin as a Food Ingredient. *J. Dairy Sci.* 54: 1234.
48. Womack, M., and Vaughan, D.A. 1972. Whey and Whey Products as Cereal Supplements. *J. Dairy Sci.* 55: 1081.

