

Yağlı İnek Sütlerinin Ultrafiltrasyonunda Kurumadde, Yağ ve Kurumaddede Yağ Bileşenlerinin Belirlenmesi

Dr. Atilla YETİŞMEYEN

A.Ü. Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı — ANKARA

ÖZET

Bu çalışmada yağlı inek sütü 23.8 m² membran yüzey alanlı Ultrafiltrasyon aletinde 15 farklı VR (hacim redüksiyon)'la ultrafiltre edilmiş ve kurumadde, yağ ve kurumaddede yağ oranlarının değişimleri saptanmıştır.

Ultrafiltrasyon sırasında artan VR oranından dolayı ultrafiltre sütün kurumadde ve yağ içeriğinin yükseldiği görülmüştür. İstatistiksel olarak da VR oranı ile kurumadde, yağ ve kurumaddede yağ değerleri arasında kuvvetli bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca çiğ süt ve ultrafiltre sütteki verilere dayanılarak denemede uygulanacak VR oranını hesaplamak mümkün olmuştur.

GİRİŞ

UF (Ultrafiltrasyon), akışkanların konsantrasyonu, seperasyonu ve yıkanması amacıyla kullanılan bir işlemdir. Kısaca bir filtrasyon prosesidir. İşlem sırasında molekül ağırlığı yüksek maddeler ayırıcı materyal olan membranlar tarafından tutulur, su ve düşük molekül ağırlığına sahip maddeler ise filtrata geçer.

Değişik sanayii dallarında (kimya sanayii, su arıtma tesisleri, gıda sanayii vb.) kullanılan UF tekniği; bazı ürünlerin işlenmesinde seruma geçerek kaybolan yağ ve proteinleri ürüne kazandırdığı için süt teknolojisinde yaygınlık kazanmıştır. Örneğin geleneksel peynir üretiminde, sütün tüm proteinini son üründe tutulamadığından, UF yoluyla özellikle yumuşak peynirlerde NPN (protein olmayan azot) dışındaki diğer azotlu maddeler ürüne kazandırılabilir.

Bu araştırma, henüz ülkemizde UF tekniği hakkında yapılmış birkaç çalışmayı katkılıandırmak, konuya biraz daha ışık tutabilmek ve yağsız süte göre daha az denenmiş yağlı inek sütünün UF'unu farklı VR (hacim redüksiyon)'larda uygulamak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

UF tekniğinin kullanıldığı alanlarda genellikle hammadde süt, yağı tamamen alındıktan sonra ultrafiltre edilmektedir. Çünkü süt yağı, UF koşullarında, özellikle yüksek sıcaklığa bağlı olarak az da olsa membranları tıkkama vb. yol-

larla kayıplara uğrayabilmektedir. Oysa yağlı inek sütü, 16 - 22 °C'ler arasında ultrafiltre edildiğinde, filtrasyon hızının yavaşlaması dışında başka bir sorun çıkmamaktadır (GLOVER, 1971). Bundan dolayı araştırmada yararlanılan yağlı inek sütünün UF'u, oda sıcaklığında denenmiştir. Ayrıca peynir teknolojisinde kurumadde ve kurumaddede yağ değerleri kalite kontrol açısından önemli olduğu için hammadde süt ve UF - süt (ultrafiltre süt)'te kurumadde ve yağ oranları saptanmıştır.

Böylece bu araştırmada yağlı inek sütünün farklı VR oranlarında ultrafiltre edilmesi ile kurumadde, yağ ve kurumaddede yağ değerlerindeki değişimler belirlenmiştir.

LİTERATÜR BİLGİSİ

Son 16 - 17 yıldan beri uygulama alınana giren bu teknikle yağlı inek sütünün UF'una ilişkin doğrudan veya dolaylı olarak yapılan araştırmaların bazılarında yer alan çalışmalara ait bilgiler aşağıya aktarılmıştır.

UF ile kurumadde % 78.4 oranında artırılan yağlı inek sütünde alçak moleküllü organik ve anorganik süt bileşenlerinin (laktöz, mineral maddeler vb.) düşük bir seviyede geri tutulabildiğini belirleyen GLOVER (1971), araştırmasında kurumadde ve yağ içeriği sırasıyla % 11.8 ve % 2.9 olan sütün % 50 VR ve süt proteini esasına göre 2 CF (konsantrasyon faktörü) ile UF'unda UF - sütün kurumaddesinin % 17'ye yağının % 5.4 ulaştığını saptamıştır.

Yukarıda olduğu gibi HELEN ve ark. (1974) da yaptıkları çalışmada selüloz asetatdan yapılmış tübüler (borulu) membranlı UF aletinde 10 kg pastörize yağlı sütü 2 CF ile 25 °C sıcaklıkta 5 kg'a kadar ultrafiltre etmişlerdir. Elde edilen UF - sütte yağ % 7.60, protein % 7.01, laktöz % 4.66 ve su % 80.73 olarak belirlenmiştir.

Benzer bir araştırmada ise yağlı sütün tübüler membranlı UF aletinde ultrafiltre edilmesi sırasında farklı akışkan hızı, işlem sıcaklığı ve CF'ü deneyen YAN ve ark. (1978)'nin bulduğu sonuçlardan, bu araştırmanın konusunu ilgilendiren veriler Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. UF'da kullanılan süt ve permeat (filtrat)'ın ortalama bileşimi ile sütle bileşenlerinin UF - sütte geri tutulma oranları (CF'ü hacim esasına göre 4'dür).

Bileşenler	Bileşim (%)		Geri tutulma oranı (%)
	Süt	Permeat	
Kurumadde	11.73	5.35	54.4
Protein	3.45	0.25	92.8
Yağ	3.02	0.00	100.0
Laktoz	4.51	0.50	0.0
Kül	0.60	0.49	29.0
NPN	0.065	0.025	61.5

Çizelge 2. Farklı CF'ne göre çiğ sütteki bileşenlerin geri tutulma oranları
Geri tutulma oranı (%)

CF	Kurumadde	Protein	Yağ	Laktoz	Kül
1.0	55.4	90.0	100	0.0	23.3
1.29	58.9	91.6	100	0.0	41.8
1.50	63.3	91.4	100	0.0	46.0
2.20	72.0	94.1	100	0.0	50.5

UF'un salamura peynir üretiminde kullanılması halinde sütün yağ oranı % 3.6'ya standardize edilerek 48 °C'de ve hacim esasına göre 1: 5.1 oranında UF'la konsantratin toplam kurumadde % 38'e çıkarıldıktan sonra diğer işlemlere devam edilmektedir (KESSLER ve BAEURLE 1982).

GEORGAKIS (1982)'e ait bir derlemede, UF ile Feta peyniri üretiminde süt hacminin 1: 4.8 1: 5 oranlarına göre indirildiğinde konsantrat kurumadde oranının % 38 - 39'a kadar ulaştığı belirtilmektedir.

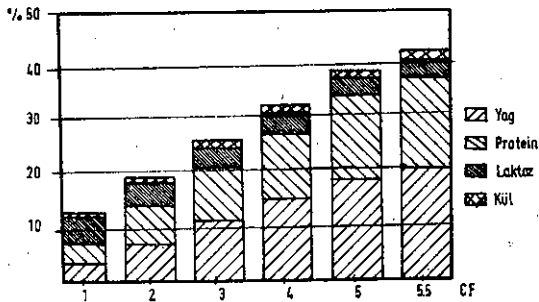
tilmektedir.

Son çalışmalar arasında LUCISANO ve ark. (1985)'nin yaptığı araştırmada farklı pH ve konsantrasyonlardaki UF - sütün pıhtılaşma özellikleri incelenmiştir. Araştırmada DDS firmasının Modul 35 (2.25 m² membran yüzey alanı) UF aleti kullanılmıştır. Çalışma parametreleri olarak giriş basıncı 4.0 Atü, çıkış basıncı 3.4 Atü, akım hızı 6000 lt/h ve sıcaklık da 48-52 °C olarak seçilmiştir. Elde edilen sonuçların bir bölümü Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Süt ve retentat (UF - süt)'in bazı kimyasal özellikleri

Konsantrasyon faktörü	Kmd. %	Kül %	TNX6.38 %	NPNX6.38 %	Protein %	Laktoz %	Yağ %	Ca %	pH	Örnek kodu
1.0 Çiğ süt	11.52	0.70	3.25	0.18	3.07	4.00	3.60	0.15	6.69	A ₁
2.4	23.50	1.01	7.45	0.16	7.29	3.90	8.70	0.25	6.69	B ₁
3.5	28.97	1.27	10.93	0.16	10.77	3.70	11.45	0.36	6.64	C ₁
4.1	30.77	1.44	13.08	0.16	12.92	3.32	12.40	0.46	6.60	D ₁
5.20	36.14	1.62	16.43	0.15	16.28	2.95	14.71	0.66	6.57	E ₁
1.0 Çiğ süt	10.77	0.73	3.08	0.16	2.92	4.00	2.40	0.11	6.72	F
1.3	13.30	0.76	4.03	0.16	3.87	4.16	3.10	0.11	6.73	G
1.9	16.19	0.89	5.86	0.17	5.69	3.89	4.33	0.15	6.72	H
2.2	18.85	0.95	6.42	0.16	6.30	3.55	5.87	0.20	6.72	I

Sütün UF'u sırasında konsantrasyon yükseldikçe, UF - sütte tutulan bileşimler kantitatif olarak artmaktadır. Örneğin yüksek konsantrasyon düşük konsantrasyona göre, serum proteinlerini daha çok geri tutarken, yağ UF'un her kademesinde % 100 konsantrasyona ulaşmaktadır. Bunun yanında laktozun yoğunlaşmadan UF - süt ve permeattaki oranı hep aynı kalırken kolloidal Ca gibi kolloit halde olan mineral maddeler konsantrata geçmektedir (JACOBSEN, 1985). Aynı araştırmacı yağlı sütün UF'unda CF'ne göre kurumadde bileşenlerinin UF-sütteki artma oranlarını Şekil 1'de vermiştir.



Şekil 1. Yağlı sütün ultrafiltrasyonu

YETİŞMEYEN ve NOVAK (1988), UF tekniği ile Feta peynir üretimine ilişkin yaptıkları araştırmada yağlı inek sütünün % 72 VR'da ultrafiltre edilmesiyle kurumaddenin % 11.99'dan % 27.34'e, yağ oranının % 3.5'dan % 12.5'a yükseldiğini gözlemişlerdir.

Yukarıdaki araştırmaya benzer bir çalışma ise yine % 72 VR ile yağlı inek sütünün UF'unda çiğ sütteki kurumadde miktarının % 65.78'i, yağ miktarının % 100'ü UF - süte geçmiştir (YETİŞMEYEN ve ark., 1988).

ÖZDEK ve YÖNTEM

Araştırma Macaristan'da Mosonmagyaróvár'daki Macaristan Sütçülük Araştırma Enstitüsünde 72 °C (HTST)'de pastörize edilen yağlı inek sütünün ultrafiltre edilmesiyle gerçekleştirilmiştir.

Deneme DDS firmasının 23.8 m² membran yüzey alanlı Modul 30 tip UF aletinde yapılmış, UF işlemi 8 Atü giriş basıncı ve 18 - 20 °C'de sürdürülmüştür.

Toplam kurumadde gravimetrik yöntemle

(I.D.F., 1962), yağ gerber yöntemi (F.A.O., 1977) ile saptanmıştır.

Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde DÜZGÜNEŞ (1987)'den yararlanılmıştır.

BULGULAR ve YORUM

Farklı VR oranlarının uygulandığı 15 değişik denemede kullanılan çiğ süt ve bundan elde edilen UF - sütün kurumadde, yağ ve kurumadde yağ değerleriyle bunların ortalama ve standart sapmaları Çizelge 4'de sunulmaktadır. Çizelge 5'de ise UF işlemiyle sütteki kurumadde, yağ ve kurumadde yağ değerlerinin oran esasına göre «%» ve «katı» olarak ne kadar arttığı verilmiştir.

Çizelge 4'e dikkat edilirse, 15 denemede kullanılan çiğ sütlerin kurumadde ve yağ oranları arasında büyük bir farklılığın olmadığı görülmür. Örneğin kurumadde % 11.20 ile % 12.11 arasında, yağ ise % 3.2 ile % 3.5 arasında değişmiştir.

Yine aynı çizelgede VR oranındaki artış, doğal olarak UF - sütteki kurumadde ve yağ değerlerinin de artmasını sağlamıştır. Yalnız bazı denemelerde kurumadde ve yağ değerlerinin VR oranına göre artması gerekirken azaldığı gözlemlenmektedir. Örneğin 11. denemede VR oranı, 10 denemeye göre daha yüksek iken UF - sütteki kurumadde değeri daha düşük olmuştur. Fakat gerçekte böyle değildir. Çünkü aynı denemelerde çiğ sütteki kurumadde değerleri farklıdır.

Çizelge 4'de yukarıdaki duruma benzer birkaç sonuç bir çelişkiye neden oluyormuş gibi gözükse de, Çizelge 5 bu çelişkiyi ortadan kaldırmaktadır. Çizelge 4'deki verilerden hesaplanan Çizelge 5'de ise artan VR oranlarına paralel olarak UF'da kurumadde ve yağın «%» ve «katı» olarak sürekli arttığı görülmektedir.

Eğer özetlemek gerekirse UF, VR oranındaki yükselmeye bağlı olarak çiğ sütün kurumadde ve yağ değerlerini artırmaktadır. Bu sonuç, kaynakça bölümünde verilen araştırmaların bulgularıyla özdeş bir durum göstermektedir.

Bunun dışında Çizelge 4'de bulunan veri-

Çizelge 4. İnek sütlerinin farklı VR oranlarına göre UF'unda süt ve UF - sütteki kurumadde, yağ ve kurumaddede yağ değerleri

Denemeler	Sütte				UF - Sütte		
	VR (%)	Kmd. (%)	Yağ (%)	Yağ/Kmd. (%)	Kmd (%)	Yağ (%)	Yağ/Kmd. (%)
1.	55.88	12.00	3.4	28.33	20.35	7.7	37.84
2.	58.67	11.92	3.3	27.68	20.49	7.9	38.56
3.	60.00	12.04	3.5	29.07	21.34	8.7	41.00
4.	60.98	12.11	3.5	28.90	21.65	9.0	41.57
5.	62.35	11.89	3.3	27.75	22.15	8.8	39.55
6.	68.18	11.82	3.3	27.92	24.47	10.4	42.38
7.	69.57	12.10	3.5	28.93	26.44	11.5	43.50
8.	70.00	12.04	3.4	28.24	26.67	11.3	42.48
9.	70.42	11.99	3.4	28.37	27.23	11.5	42.20
10.	72.00	12.10	3.4	28.10	28.41	12.1	42.73
11.	73.85	11.89	3.3	27.75	28.02	12.6	45.04
12.	74.23	12.03	3.5	29.09	29.64	13.6	45.88
13.	74.67	11.91	3.3	27.71	29.43	13.0	44.17
14.	79.33	11.20	3.2	28.67	33.58	15.5	46.16
15.	80.00	11.95	3.4	28.45	35.80	17.0	47.49
Ortalama, X		11.933	3.38	28.324	26.38	11.37	42.70
Standart sapma, Sx		0.057	0.0243	0.131	1.21	0.70	0.72

Çizelge 5. Değişik VR oranına göre yağlı inek sütlerinin UF'unda süt ve UF - süt arasında kurumadde, yağ ve kurumaddede yağ değerlerinin artış oranları

Denemeler	VR (%)	Kurumadde		Yağ		Kurumaddede Yağ	
		%	Katı	%	Katı	%	Katı
1.	55.88	69.58	1.69	126.47	2.26	33.57	1.34
2.	58.67	71.90	1.72	139.39	2.39	39.31	1.39
3.	60.00	77.24	1.77	148.57	2.49	41.04	1.41
4.	60.98	78.77	1.79	157.14	2.57	43.84	1.44
5.	62.35	86.29	1.86	160.61	2.67	42.52	1.43
6.	68.18	107.02	2.07	215.15	3.15	51.79	1.52
7.	69.57	118.51	2.19	228.57	3.29	50.36	1.50
8.	70.00	121.51	2.22	232.35	3.32	50.42	1.50
9.	70.42	127.11	2.27	238.23	3.38	48.75	1.49
10.	72.00	134.79	2.35	255.88	3.56	52.06	1.52
11.	73.85	135.66	2.36	281.82	3.82	62.31	1.62
12.	74.23	146.38	2.46	288.57	3.89	57.72	1.58
13.	74.67	147.10	2.47	293.94	3.94	59.40	1.59
14.	79.33	199.82	3.00	384.38	4.84	61.57	1.62
15.	80.00	199.58	3.00	400.00	5.00	66.92	1.67

lerin istatistiksel bir değerlendirilmesi yapıldığında önemli sonuçlar elde edilmiştir.

VR oranı ile kurumadde, yağ ve kurumadde yağ oranları arasında bir ilişkinin olup olmadığını saptamak için korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

— VR ile UF - sütteki % kurumadde	arasında	$r = + 0.974$
— VR ile " % yağ	"	$r = + 0.971$
— VR ile " % kurumadde yağ	"	$r = + 0.944$ 'dür.

Diğer taraftan UF - süttekiyle çiğ sütün kurumadde ve yağ oranlarının ayrı ayrı farklarını gösteren **değişkenlerle**, UF'da uygulanacak **VR oranı** arasındaki regresyon ilişkisi aşağıdaki denklemle ifade edilebilir.

$$Y = 47.0 + 0.77 X_1 + 1.32 X_2$$

Y = VR, %

X_1 = UF - sütün % kurumadde - Çiğ sütün % kurumadde

X_2 = UF - sütün % yağı - Çiğ sütün % yağı

Bu denklemdeki X_1 ve X_2 bağımsız değişkenleri yardımıyla bağımlı değişken olan VR, % 94.9'luk bir doğruluk derecesiyle tahmin edilir (DÜZGÜNEŞ ve ark., 1987).

Yani UF'a işlenecek sütün kurumadde ve yağ oranları biliniyor ve UF - sütte de ulaşmak istenen kurumadde ve yağ değerleri belirlenmişse, yukarıdaki denklem yardımıyla UF işlemi sırasında süte uygulanacak VR oranı, %

Bulunan korelasyon katsayılarının 1'e çok yakın çıkmasından dolayı VR ile UF - sütteki kurumadde, yağ ve kurumadde yağ değerleri arasında yakın bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Şöyleki;

94.9'luk bir doğruluk derecesiyle hesaplanabilmektedir.

ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Forschung wurde die Vollmilch durch UF - Anlage mit insgesamt 23.8 m² Membranflaeche bei der 15 verschiedenen VR (Volumenreduzieren) ultrafiltriert und die Veränderungen der Verhaeltnisse TM ((Trockenmasse), Fett und Fett in TM wurden festgestellt.

Infolge des vermehrenden Volumenreduzieren solange UF geht es um eine Anstieg bei den TM- und Fettinhalt der UF - Milch bestimmt. In der statistische Kontrolle wurde ein strengen Zusammenhang zwischen beiden Verhaeltnisse, die VR mit TM, VR mit Fett, VR mit Fett in TM sind, festgestellt. Ausserdem wurde es die Rechnung des VR - Verhaeltnis durch Werte der Analyseergebnisse von Roh- und UF - Milch, das waehrend der UF durchgefuehrt werden soll, ermöglicht.

KAYNAKLAR

CHAPMAN, H.R., BINES, V.E., GLOVER, F.A. ve SKUDDER, P.J. 1974. Use of milk concentrated by ultrafiltration for making hard cheese, soft cheese and yoghurt. J. of the Society of Dairy Technology 27 (3), 151-155.

DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O. ve GÜRBÜZ, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II). A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları : 1021, Ders Kl. tabii : 295. Ankara, 381 s.

F.A.O. (Food and Agriculture Organization) 1977. Laboratory Manual, Section 2, Page 5.

GEORGAKIS, S.A. 1982. Traditionelle und neuzeitliche Herstellungstechnologie des Fetakaese.

Deutsche Molkerei Zeitung 1982/31, 1048-1054.

GLOVER, F.A. 1971. Milchkonzentrierung durch UF und Umkehrosmose. J. of Dairy Research 38, 373 - 379.

I.D.F. (International Dairy Federation) 1962. Determination of the Total Solids Content of Milk, International Standard I.D.F. 21.

JACOBSEN, M.K. 1985. Kaesherstellung aus ultrafiltrierter Milch durch teilweise Synerese konzentrierung. Nord europaeische Molkerei Zeitschrift 51 (2), 38 - 52.

KESSLER, H.G. ve BAEURLE, H.W. 1982. Der

Einsatz der Ultrafiltration in der Käserei-
technologie. Deutsche Molkerei Zeitung
103/16, 494 - 499.

LUCISANO, M., PERI, C. ve DONATI, E. 1985.
Studies on coagulation of milk ultrafiltration
retentates. I. Coagulation kinetics. Milchwis-
senschaft 40 (10). 600 - 604.

YAN, S.H., HILL, C.G.JR. ve AMUNDSON, C.H.
1978. Ultrafiltration of Whole Milk. J. of

Dairy Science 62 (1), 25 - 40, 1979.

YETİŞMEYEN, A., JANCOS, J. ve NOVAK, A.
1988. Sütün ultrafiltrasyonla feta peynirine
işlenmesinde bileşim unsurlarının bilançosu.
Doğa Tu Vet. ve Hay. D. 12 (1) 86 - 92.

YETİŞMEYEN, A. ve NOVAK, A. 1988. Ultra-
filtrasyon tekniği ile üretilen feta peynirinin
olgunlaşma sürecinde bazı kimyasal nitelik-
lerindeki değişimler. Doğa Tu Tar. ve Orm.
D. 12 (1) 75- 79.



**GIDA
TEKNOLOJİSİ
DERNEĞİ**

Derneğimizde eski yıllara ait bazı dergiler mevcuttur.

Üyelerimizin eksik dergilerini bildirmelerini rica ederiz.