

Dr. Zerrin YÜKSEL ÖNÜR - Dr. Kemal ÇELİK

**PEYNİR ALTI SUYU
ÜRÜNLERİNİN
GIDA ENDÜSTRİSİNDE KULLANIMI**

Bilimsel Akademik Paradigmalar



Peynir Altı Suyu Ürünlerinin Gıda Endüstrisinde Kullanımı

Zerrin YÜKSEL ÖNÜR
Kemal ÇELİK
ISBN: 978-605-9190-42-8

Editör: Banu Düzgün
Kapak Tasarım: Ufuk Lazyüksel
Dizgi: Ufuk Lazyüksel

©Bu kitabın yayın hakları Sonçağ Yayıncılığa Aittir
Tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının yazılı izni olmaksızın
hiç bir yolla çoğaltılamaz

Baskı Sonçağ Yayıncılık Nisan 2016
Sertifika No: 25931

Baskı ve Yayın: Sonçağ Matbaacılık Yayıncılık
İstanbul Cad. İstanbul Çarşısı 48/48-49
İskitler/ Ankara
Sertifika No: 25931

Bu proje (why whey) T.C. Avrupa Birliği Bakanlığı, AB Eğitim ve Gençlik Programları Merkezi Başkanlığınca (Ulusal Ajans <http://www.ua.gov.tr>) yürütülen Erasmus + Programı kapsamında ve Avrupa Komisyonu'ndan sağlanan hibeyle gerçekleştirilmiştir. Ancak burada yer alan görüşlerden Ulusal Ajans veya Avrupa Komisyonu sorumlu tutulamaz.

Dr. Zerrin YÜKSEL ÖNÜR - Dr. Kemal ÇELİK

**PEYNİR ALTI SUYU
ÜRÜNLERİNİN
GIDA ENDÜSTRİSİNDE KULLANIMI**

Bilimsel Akademik Paradigmalar



Süt ürünlerinin beslenme ve toplum sağlığı açısından yeri ve önemi nedeniyle talebi karşılayacak güvenilir çiğ süt arzının karşılanması tüm gıda ürünlerinde olduğu gibi günümüzün en önemli konularından birisi haline gelmiştir. Süt işleyen tesislere güvenilir ve nitelikli ham maddenin temini günümüz koşullarında giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Unutulmamalıdır ki süt ürünleri sektörünün ham madde temin kaynağı tarım ve hayvancılık sektörüdür. Türkiye’de özellikle son yıllarda hayvancılığa olan ilgi giderek artmaktadır. Devlet teşviklerinin bunda şüphesiz önemli bir yeri vardır ve bu durum sevindiricidir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2015 yılı verilerine göre Türkiye süt üretimi 18 milyon 655 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Bu ülkemiz gereksinimini rahatlıkla karşılayabilmektedir. AB ülkeleriyle kıyaslandığında Türkiye süt üretimi yedinci sırada yer alırken, inek peyniri üretimin de ilk on ülke arasındadır. Dünyanın en önemli peynir üreticisi ABD ve AB ülkeleridir. Toplam peynir üretiminin yaklaşık 3/4’ünü üretmektedirler. AB’de 2015 yılı rakamlarına göre inek peyniri üretiminde ilk sırada olan Almanya’yı sırasıyla Fransa, İtalya, Hollanda ve Polonya izlemektedir. Peynir üretimi sırasında elde edilen peynir altı suyu günümüz AB sinde atık değil ürün olarak değerlendirilmektedir. Türkiye değişik kaynaklara göre 4,5-5 milyon ton/ yıl peynir altı

suyu üretmekte ve maalesef bunun yalnızca 1,5-2 milyon tonunu ekonomiye kazandırabilmektedir. Ülkemiz yaklaşık 3 milyon ton peynir altı suyunu derelerine, nehirlerine akıtırken, Peynir altı suyunda en önemli ithalatçı ülke Çin olup toplam ithalatın %13'ünü tek başına gerçekleştirmektedir. AB ülkeleri ithalatta ön planda olup Almanya ve Hollanda Çin'den sonra en fazla peynir altı suyu ithal eden ülkeler arasında yer almaktadır. Dış pazarda özellikle uzak doğu ve AB ülkelerinin ithalatçı yapıları ülkemiz için fırsat olarak değerlendirilmelidir. Gıda, Kozmetik, Spor, Sağlık ve Hayvancılık gibi sektörlerde yoğun olarak kullanılan bu üründe güçlü bir farkındalık için bu kitap uzmanlarınca kaleme alınmıştır.

Yararlı olması dileğimle...

Prof. Dr. Kemal Çelik

İçindekiler

1. Giriş.....	1
2. Peynir Altı Suyu (PAS) ve Bileşimi.....	3
3. Peynir ve Kazein Üretiminde PAS'nun Açığa Çıkması.....	7
4. Gıda Endüstrisinde Kullanılan PAS Ürünleri.....	11
4.1. Peynir altı suyu tozu (PAST)	12
4.2. Peynir Altı Suyu Protein Ürünleri	19
4.2.1. Peynir Altı Suyu Protein Konsantreleri (WPC)	20
4.2.2. Peynir Altı Suyu Protein İzolatları (WPI).....	25
4.2.3. Peynir Altı Suyu Protein Hidrolizatları	27
4.2.4. Protein Fraksiyonları	27
4.2.5. Laktalbumin	29
4.3. Laktoz ve Laktoz Türevleri	30
4.4. Minerali Uzaklaştırılmış ve Minerali Azaltılmış Peynir Altı Suyu	35
4.5. Laktozu Azaltılmış Peynir Altı Suyu	35
4.6. Laktozu Hidrolize Edilmiş Peynir Altı Suyu Tozu	36
4.7. Proteinleri Hidrolize Edilmiş Peynir Altı Suyu Tozu	36
4.8. Süt Mineral Ürünleri	37
4.9. Peynir Altı Suyu Permeatı (Proteini Uzaklaştırılmış PAS)	37
5. Peynir Altı Suyu Ürünlerinin Gıda Endüstrisinde Kullanım Alanları	38
5.1. Süt Endüstrisinde Kullanımı	39
5.2. Ekmekçilikte Kullanımı.....	40

5.3. Et Endüstrisinde Kullanımı	44
5.4. Bebek Mamalarında Kullanımı.....	47
5.5. Sporcu Beslenmesinde Kullanımı.....	50
6. Peynir Altı Suyundan Üretilen Gıda Ürünleri.....	52
6.1. Peynir Altı Suyundan Üretilen Peynirler	52
6.2. Peynir Altı Suyu İçecekleri.....	54
6.2.1. Alkolsüz PAS İçecekleri.....	56
6.2.2. Alkollü PAS İçecekleri.....	61
7. Diğer PAS Ürünleri ve Kullanım Alanları	63
7.1. Laktik Asit Üretimi	63
7.2. Etil Alkol (Biyotanol) Üretimi.....	64
7.3. Tek Hücre Proteini (THP) Üretimi	64
7.4. Starter Kültür Üretimi.....	66
7.5. Diğer Ürünler ve Kullanım Alanları	67
8. Sonuç	69
Kaynaklar.....	71

1. GİRİŞ

Peynir altı suyu (PAS), **β -laktoglobulin, α -laktalbumin, immunoglobulin, bovine serum albumin, laktoferrin ve laktoperoksidaz** gibi çözüner proteinler başta olmak üzere değerli bileşikleri içeren peynir endüstrisi artıgıdır. Peynir veya kazein üretimi sırasında pıhtının ayrılmasından sonra geriye kalmakta ve laktozun % 100'ünü ve proteinlerin % 20'sini içermektedir. Organik madde içeriğinin yüksek olması, PAS'nu en yoğun çevre kirletici özelliği olan gıda artıklarından biri haline getirmektedir.

PAS, 3000 yıl önce keşfedilmiş ve 17. ve 18. yüzyıllarda tedavi amaçlı kullanılmıştır. Günümüzde PAS ürünleri, gıda endüstrisinde geniş bir ürün yelpazesi içinde, ingradyent olarak kullanılmaktadır. Genel olarak en düşük değere sahip PAS ürünleri yem sanayinde değerlendirilmektedir. Daha yüksek değere sahip, PAS protein konsantreleri ve PAS protein izolatları gibi ürünler ise gıda başta olmak üzere kozmetik ve ilaç endüstrisi için üretilmektedir. PAS'ndan elde edilen ürünler, genellikle kuru formda, şekerleme, fırıncılık ürünleri, sağlık ve sporcu takviyeleri, süt ve et endüstrisi gibi alanlarda bir çok gıdanın formülasyonunda ingradyent olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu ürünler, besinsel (yüksek oranda temel amino asitleri içermesi gibi), fonksiyonel (jelleşme, köpük oluşturma ve emülsifiye ajan gibi) ve biyolojik (antimikrobiyel, kanser önleyici ve bağışıklık sistemi düzenleme aktivitesi gibi) özelliklere sahiptirler. Son

zamanlarda, özellikle gıda endüstrisinde kullanılmak üzere, peynir altı suyu tozu (PAST) ve PAS protein konsantrelerine olan talep artmıştır. Buna bağlı olarak da son 35 yılda, PAS ingradyentlerinin üretimleri ve üretim tekniklerinde çok belirgin bir artış kaydedilmiş ve süt endüstrisi, bu ingradyentlerin düşük maliyetli üretimine izin verecek şekilde yenilikçi işleme teknolojilerinin gelişimine açık hale gelmiştir. Ayrıca katma değeri fazla olan PAS ürünlerinin, yıllık % 20 olmak üzere, en büyük gelişmeye sahip olacağı beklenmektedir. Gelecekte bu pazardaki büyümenin diyet, sporcu ve klinik segmentleri içeren besinsel ürünler endüstrisi liderliğinde olacağı da ön görülmektedir. Ayrıca gıda ve ilaç endüstrilerinde, PAS'ndan üretilen bir diğer ürün olan laktoza yüksek bir talep vardır ve geçtiğimiz 15 yıl içinde laktoz üretiminin yaklaşık % 180 oranında arttığı kaydedilmiştir.

Bu kitapta PAS'ndan elde edilen ürünler ve üretim tekniklerine değinilmiş, bunların gıda endüstrisinde kullanıldığı alanlar ele alınmıştır.

2. PEYNİR ALTI SUYU (PAS) VE BİLEŞİMİ

Süt endüstrisi atık suları proteinler, tuz, yağ bileşikleri, laktoz gibi maddelerin yanı sıra temizleme prosesinde kullanılan kimyasal kalıntıları da içermektedir. Süt endüstrisinde bir çok farklı ürün üretildiği için açığa çıkan atık suların karakteristikleri de üretim yöntemleri ve sistem çeşitlerine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir.

Avrupa’da süt endüstrisi, en büyük endüstriyel atık su kaynağını oluşturmaktadır. Avrupa’da bulunan tipik bir süt işletmesinde günde 500 ton atık su açığa çıkmaktadır.

Süt sektörü atık suları arasında, peynir altı suyu öncelikli bir atık olarak değerlendirilmektedir. Peynir altı suyu, genel olarak peynir üretiminden elde edilen süt teknolojisinin önemli artıklarından biridir. Bileşimi ve özellikleri, kullanılan sütün kalitesi ve üretilen peynirin çeşidine göre değişmektedir. Peynir altı suyu (PAS), sütün kuru maddesinin yaklaşık yarısını (%6 – 6.9) içerir. Özellikle, peynir altı suyunun içermiş olduğu PAS proteinleri besleyici değerlerinin ve yapısal fonksiyonlarının yanı sıra insan sağlığını olumlu yönde etkileyen biyolojik fonksiyonlara da sahiptir.



PAS, genel olarak, peynir üretimi sırasında pıhtının ayrılması sonucu arta kalan ve protein, laktoz ve mineralleri içeren sarımtırak yeşil renkli sıvıdır. Peynir altı suyu elde edilme şekline göre;

1. Tatlı peynir altı suyu
2. Asit peynir altı suyu olmak üzere iki tiptir.

Tatlı peynir altı suyu, pH 5.6 dolayında, temelde rennet tipi enzimler kullanılarak, sütün pıhtılaştırılmasından sonra elde edilen yan üründür. Asit peynir altı suyu ise sütün pH 5.1 ve altında asitlendirilmesi sonucu ortaya çıkan yan üründür.

Peynir işlemede ortalama her 100 kg sütün 85 ile 90 kg'ı peynir altı suyuna dönüşmektedir. Yılda yaklaşık % 3 oranında artan peynir üretimi ile birlikte dünyada yaklaşık 130 milyon ton peynir altı suyu ortaya çıkmaktadır. PAS doğrudan çevreye atıldığında bileşimindeki çeşitli organik

maddeler mikroorganizmalar tarafından parçalanmakta ve bu sırada ortamdaki oksijen tüketilmektedir. Bu da o çevredeki diğer canlılığın yaşamını olumsuz yönde etkilemektedir. Yeni teknolojilere rağmen peynir altı suyunun tamamının değerlendirilmesi mümkün olmamaktadır. PAS, yüksek biyolojik oksijen ihtiyacına (BOİ) (40000-60000 ppm) sahip olmasından dolayı geleneksel atık su arıtma biyolojik proseslerini sekteye uğratmaktadır. PAS'nun doğaya bırakılması ise uzun vadede çok ciddi çevre kirliliği problemlerine neden olmaktadır.

Çizelge 1'de gram/litre (g/L) olarak tatlı ve ekşi peynir altı suyunda bulunan maddeler ve miktarları verilmiştir.

Çizelge 1. Peynir altı suyunun bileşimi (g/L)		
Bileşim	Tatlı peynir suyu	Ekşi peynir suyu
Toplam kurumadde	63.0- 70.0	63.0- 70.0
Laktoz	46.0- 52.0	44.0- 46.0
Protein	6.0- 10.0	6.0- 8.0
Kalsiyum	0.4- 0.6	1.2- 1.6
Fosfat	1.0- 3.0	2.0- 4.5
Laktat	2.0	6.4
Klorit	1.1	1.1

Peynir altı suyunda bulunan asal proteinler β -laktoglobulin, α -laktalbumin, glukomakropeptit (GMP), laktoferrin, bovine serum albumin (BSA) ve immunoglobulinler'dir.

Bunlar “peynir altı suyu proteinleri” veya “whey proteinleri” olarak adlandırılmaktadır.

Peynir altı suyu proteinleri diğer gıda proteinleri ile karşılaştırıldığında en yüksek besleyici değere sahip proteinlerdir. PAS proteinlerinin, yumurta proteinlerinin biyolojik değerinden yaklaşık % 15 daha fazla biyolojik değere sahip olduğu bildirilmektedir. Ayrıca PAS proteinlerinin diğer gıda proteinleriyle karşılaştırıldığında zengin bir temel amino asit kaynağı olduğu da bilinmektedir. PAS proteinleri, sülfür içeren amino asitler (methionin ve sistein) açısından da zengin bir kaynaktır. Bu amino asitler ise antioksidan olarak kritik bir role sahiptirler.

PAS proteinleri, beslenme ve fizyolojik açıdan önemli etkilere sahiptir. Bunlar (i) fiziksel performans, egzersiz sonrası toparlanma, ve kas atropisinin önlenmesi, (ii) tokluk ve kilo yönetimi, (iii) kalp ve damar sağlığı, (iv) anti-kanser etkileri, (v) yaraların bakım ve tedavisi, (vi) enfeksiyonların yönetimleri, (vii) bebek beslenmesi ve (viii) sağlıklı yaşlanma olarak sıralanmaktadır.

Sütten gelen bileşiklerin varlığı peynir altı suyuna, katma değeri yüksek ürünlere dönüşümünde, önemli bir hammadde niteliği kazandırmaktadır. Günümüzde tüm dünyada üretilen PAS’nun yaklaşık % 50’si farklı tipte gıda maddelerine dönüştürülebilmektedir. Bu gıdaların yaklaşık % 45’i sıvı formda, % 30’u PAST formunda ve % 15’i de laktoz ve PAS proteinlerini oluşturmaktadır. Temel PAS bileşenleri laktozun yanı sıra çözünür proteinler, vitaminler ve mineraller olduğundan çeşitli biyoteknolojik ve fizikokimyasal prosesler, endüstriyel olarak önemli ve değerli ürünlerin üretiminde hammadde olarak PAS’nu değerlendirmek üzere uygulanmaktadır.

3. PEYNİR VE KAZEİN ÜRETİMİNDE PAS'NUN AÇIĞA ÇIKMASI

Taze süt d    k olmayan bir sıcaklıkta kendi haline bırakıldığında temel süt proteini olarak bilinen kazeinler pıhtıla ır ve ilerleyen süreçte bir karıştırma veya çalkalama olmaz ise bir jel yapı ortaya çıkar. Jelle mi  süt bekletildiğinde ise genel olarak bir serum ayrılması gözlenir. Bu olay ısıl işlem uygulaması ve karıştırma ile hızlandırılabilir. Daha sonra yapı pıhtı ve serum olmak üzere ikiye ayrılır. Bu peynir yapımının temelini oluşturmaktadır. Ancak süt yüzyıllardır buzağı midesinde elde edilen rennet enzimi (peynir mayası) gibi maddeler kullanılarak pıhtıla tırılmaktadır.



Süt peynire işlenirken, kazein ve yağ konsantre hale gelmekte ancak diğer süt bileşenleri su ile birlikte PAS'una geçmektedir.

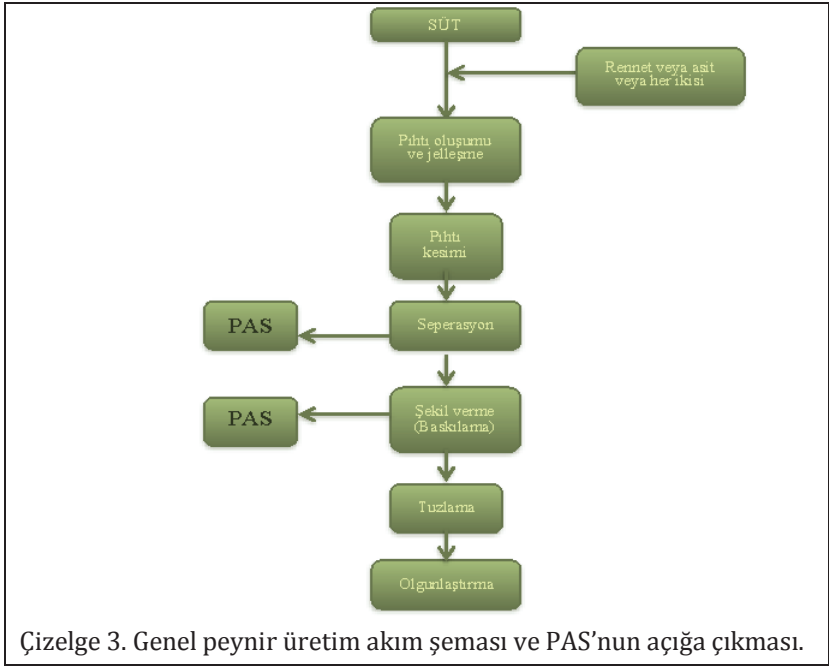
Çizelge.'de süt, beyaz peynir ve peynir altı suyunun ortalama kimyasal bileşimleri görülmektedir.

Çizelge 2. Süt, beyaz peynir ve peynir altı suyunun ortalama bileşimleri (%).

	Kuru madde	Yağ	Protein	Laktoz	Kül
Süt	12,4	3,5	3,4	4,7	0,75
Beyaz Peynir	40 - 45	17 -20	2,0 - 2,5	-	4,8 - 8,0
PAS	6,0 - 7,0	0,5 -0,9	0,6 - 1,0	4,6 - 5,2	0,5

Bütün peynir çeşitleri için gerekli olan temel üretim basamakları şu şekilde sıralanabilir;

1. Sütün pıhtılaştırılması: Burada rennet enzimi veya asit veya her ikisi birden kullanılmaktadır. Bu süreçte yağ globüllerinin çevrelediği bir ağ yapı içinde bir araya gelmiş kazein proteinlerinin oluşturduğu bir jel yapı ortaya çıkar.
2. PAS'nun ayrılması: Bu süreçte jel yapı içindeki su ve suda çözünen bileşenler yapıdan uzaklaşır.
3. Asit oluşumu: Laktozun bir kısmı laktik aside dönüşür.
4. Tuzlama: NaCl kullanılarak gerçekleştirilir.
5. Olgunlaştırma: Peynirin istenilen tat-kokusu ve yapısal özelliklerinin oluşumu için gereklidir.



Kazein, yağsız sütün pıhtılaştırılması, yıkanması ve kurutulması yoluyla elde edilen bir protein ürünü olarak tanımlanmaktadır. İki tip endüstriyel kazein bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi yağsız sütün mineral asit veya laktik asit bakterileri kullanılarak pıhtılaştırılması sonucu üretilen “Asit Kazein”dir. Diğeri ise yağsız sütün rennet enzimi (peynir mayası) ile pıhtılaştırılması yoluyla elde edilen “Rennet Kazein”dir. Kazeinin asit etkisiyle veya rennet enzimiyle pıhtılaştırılmasında sonra PAS (ya da serum kısmı) pıhtıdan ayrılır. Bu seperasyon farklı yöntemlerden biri kullanılarak gerçekleştirilebilir;

- Küçük gözenekli paslanmaz çelikten yapılmış elekler kullanılabilir,
- Polyesterden yapılmış eğimli elekler kullanılabilir,
- Santrifüj seperatör gibi mekanik cihazlar kullanılabilir.

4. GIDA ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN PAS ÜRÜNLERİ

Son 35 yılda PAS ingradyentlerinin üretimlerinde ve üretim tekniklerinde çok belirgin bir büyüme vardır. PAS türevleri, geniş bir ürün yelpazesinde gıda ingradyenti olarak kullanılmaktadır. Genel olarak en düşük değere sahip PAS türevleri yaygın olarak yem sanayinde kullanılırken daha yüksek değere sahip PAS protein ürünleri gibi türevler gıda endüstrisi başta olmak üzere ilaç ve kozmetik endüstrisinde kullanılmaktadır. Katma değeri fazla olan PAS ürünlerinin pazarının, yıllık ortalama % 20 olmak üzere, en büyük gelişmeye sahip olacağı beklenmektedir. Gelecekte bu pazardaki büyümenin diyet, sporcu ve klinik segmentleri içeren besinsel ürünler endüstrisi liderliğinde olacağı ön görülmektedir.



Fonksiyonel gıdalar, tüketiciye sağlıklı beslenme açısından daha özel katkılar sağlayan gıdalar olup bu ürünlere olan talep gittikçe artmaktadır. Dünyada fonksiyonel gıda pazarı her yıl yaklaşık % 9 oranında büyümektedir. Gıda endüstrisinde, bu büyük pazar içinde, ekonomik, yüksek kaliteli, onay almış ve yenilikçi ingradyentlere olan talep her geçen gün artmaktadır. Bu bağlamda, PAS suyu bazı ingradyentler endüstriye mükemmel bir seçenek sunmaktadır.

Geçtiğimiz 15 yıl içinde PAS işleme yöntemlerinin geliştirilmesiyle kullanılan modern teknikler, kalite ve güvenliğin maksimum düzeye getirilmesi ve sofistike seperasyon ve fraksiyonlarına ayırma yöntemleri üzerine odaklanmıştır. Kromatografik yöntemler, ticari ölçekli peynir altı suyu protein izolasyonu ve fraksiyonlarına ayırmada öncü niteliğindedir. Ayrıca membran prosesindeki gelişmeler, özel PAS ingradyentlerinin (yüksek protein / peptit izolatları ve fraksiyone / saflaştırılmış biyoaktif proteinler gibi) daha geniş ölçekli üretimine olanak tanımaktadır.

4.1. PEYNİR ALTI SUYU TOZU (PAST)

Dünyada üretilen peynir altı suyunun üçte biri peynir altı suyu tozuna işlenmektedir.

TS 11860'e göre tatlı peynir altı suyu tozu, peynir mayası kullanılarak peynir yapımı sırasında kazein ve yağın pıhtı olarak ayrılmasından sonra, geri kalan ve bileşimi peynir çeşidine ve yapım tekniğine bağlı olarak değişen sıvının toz haline getirilmesiyle elde edilen ürün olarak tanımlanmaktadır. TS 11860'e göre Ekşi (Asitli) peynir altı suyu tozu ise sütün asit ile çöktürülmesi sonucu oluşan

öküntüden teknolojisine göre süzölerek elde edilen sıvının toz haline getirilmesiyle elde edilen üründür.

PAST'nun avantajlı yönleri şu şekilde sıralanabilir;

- Düşük üretim maliyetlerinin olması,
- Süt ve inek üretiminin olmadığı bölgelerde tüketilebilme olanağının olması,
- Süt tozuna kıyasla daha uzun raf ömrüne sahip olması,
- Gıda endüstrisinde ingradyent olarak kullanılmasını olası kılan geniş bir bileşimsel çeşitlilik göstermesidir.



Türk Standartlarına göre (TS 11860), peynir altı suyu tozu beyaz veya krem renkte, kendine özgü yapı, görünüş, tat ve kokuda olmalı ve hiç bir yabancı madde içermemelidir. Nem oranı en çok % 4.5; toplam protein miktarı en az % 11 ve laktoz miktarı en az % 65 olmalıdır. Yine aynı standartta peynir altı suyu tozunun mikrobiyolojik özellikleri de

verilmiştir. Peynir altı suyu tozunun mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesinde üründe bulunan mikroorganizmaların türleri önemlidir.

Peynir altı suyu tozunun kalite karakteristikleri üretimde uygulanan işlemlerden önemli ölçüde etkilenmektedir.

Peynir altı suyu tozu aşağıda belirtilen üç nedenden dolayı mikrobiyolojik yönden güvenli bir ürün olarak kabul edilmeyebilir;

- PAS'nda bulunan mikroorganizmalar, uygulanan ısı işlem ile inaktif olamamış olabilir,
- Peynir altı suyu tozuna işlenirken uygulanan çeşitli proses basamaklarında bazı mikroorganizmalar gelişmiş olabilir,
- Üretim sırasında mikroorganizma kontaminasyonları ortaya çıkabilir.

Peynir altı suyu tozu da dahil olmak üzere toz ürünler için önemli bir kalite kriteri de ürünün çözünürlük düzeyidir. Toz ürünlerin suyun içinde kolayca çözünebilmesi gerekir. Ürünün çözünürlüğünün yüksek olmasında etkili olan en önemli faktör uygulanan kurutma işlemi yöntemidir. “Püskürtmeli kurutma” yöntemi kullanılarak üretilen peynir altı suyu tozunun çözünürlüğünün yüksek olduğu bilinmektedir. TS 11860'a göre A sınıfı peynir altı suyu tozunun çözünebilme oranı % 98; B sınıfı peynir altı suyu tozunun çözünebilme oranı ise % 85 olarak verilmiştir.

Peynir altı suyu tozunun havadaki suyu absorbe etmesi durumunda, kalitesini olumsuz yönde etkileyecek şekilde, topakçıklar oluşturduğu ve daha sonra tozun katı bir kütleye (keke) dönüştüğü belirlenmiştir. Bu durumdan laktoz kristalleri sorumludur. Laktozun kristalizasyonu için

su gerekli olduğundan düşük su aktivitesi değerlerinde (0.4'ün altında) kek oluşmaz. Bu nedenle peynir altı suyu tozunun havadaki nem ile ilişkisini kesecek şekilde ambalajlanması, ürünün kalitesini etkileyen önemli bir işlemdir.

TS 11860'a göre peynir altı suyu tozları, hava, rutubet ve ışık geçirmeyecek şekilde ambalajlanmalıdır. Ambalajlamada mevzuata uygun bir veya bir kaç katlı plastik kaplar lamine, plastik veya mum, alüminyum veya polietilen kaplı kağıt torbalar, teneke (TS 1234) kutular kullanılabilir. Peynir altı suyu tuzları vakumlu veya vakumsuz ambalajlanabilir veya inert gaz (%80 azot ve %20 CO₂) kullanılarak ambalajlama işlemi yapılabilir.

Peynir altı suyu tozları, özelliğini bozacak kötü kokulu yerlerde saklanamaz ve taşınmaz. Ürünün bulunduğu ambalajlar kuru zemin ve tahta ızgara üzerine, iyi hava alabilecek durumda istiflenmelidir. Peynir altı suyu tozu depolama ve taşıma sırasında güneş ışığından korunmalı ve bozulmasını önleyici tedbirler alınmalıdır.

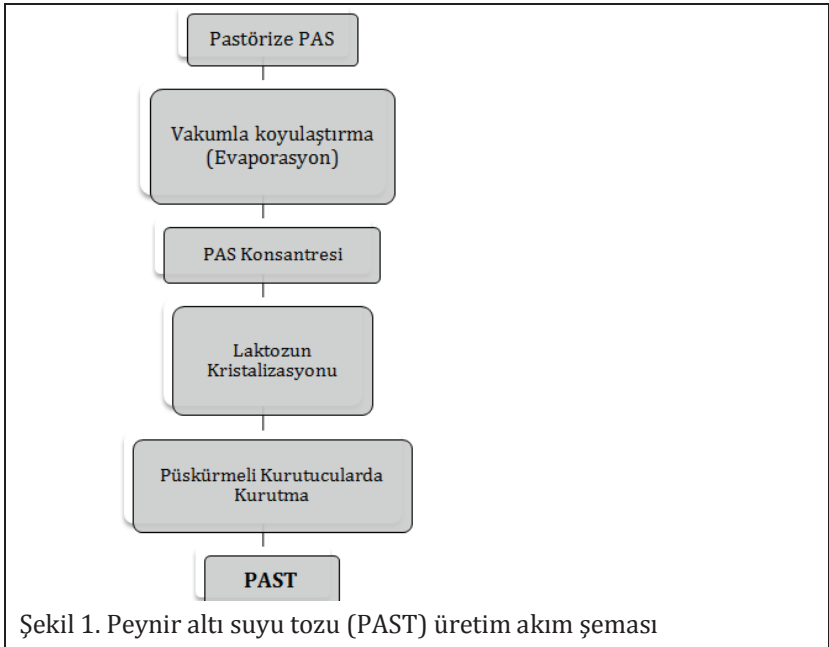
PAST'ları farklı formlarda üretilmektedir. Bunlar asit veya tatlı PAST, minerali uzaklaştırılmış PAST, laktozu uzaklaştırılmış PAST, proteini uzaklaştırılmış PAST ve yağ ile zenginleştirilmiş PAST olarak sıralanabilir. Bu ürünler, dondurma, fırıncılık ürünleri, kekler ve soslar gibi ürünlerde kullanılmaktadır. Yüksek mineral içeriğinden dolayı PAS toz ürünlerinin tuzlumsu tatları, düşük protein / şeker oranı ve laktozun düşük çözünürlüğü, onların gıda endüstrisindeki kullanımlarındaki sınırlamaları da beraberinde getirmektedir. Ancak bu sorunun üstesinden minerallerin uzaklaştırılması yoluyla gelmek mümkündür.

PAST'ları gıda endüstrisinde çok farklı alanlarda kullanılmakla birlikte, en yaygın olarak gıdalara aroma

vermek için kullanılmaktadır. PAST'nun bu özelliğinden çerez kaplamaları başta olmak üzere (örneğin; patlamış mısır, nacho, tortilla) preslenmiş çerezlerde, peynir esaslı soslarda, çorbalarda, patates cipslerinde, tuzlu çeşnilerde ve tuzlu bisküvilerde yararlanılmaktadır. PAST'larının kullanımı pizza, bisküvi, makarna gibi özel unlu ürünlerde, sufle ve kek yapımında üretim kolaylığı sağlamaktadır. PAST ilavesi ile üretilen gıdalar; peynir içeren gıdalar ile benzer yapı, tat-koku ve görünüşe sahip olabilmektedir. Bisküvi sektöründe, ekonomik nedenler ve muhafaza kolaylığı nedeniyle süt tozu yerine daha çok PAST kullanılmaktadır.

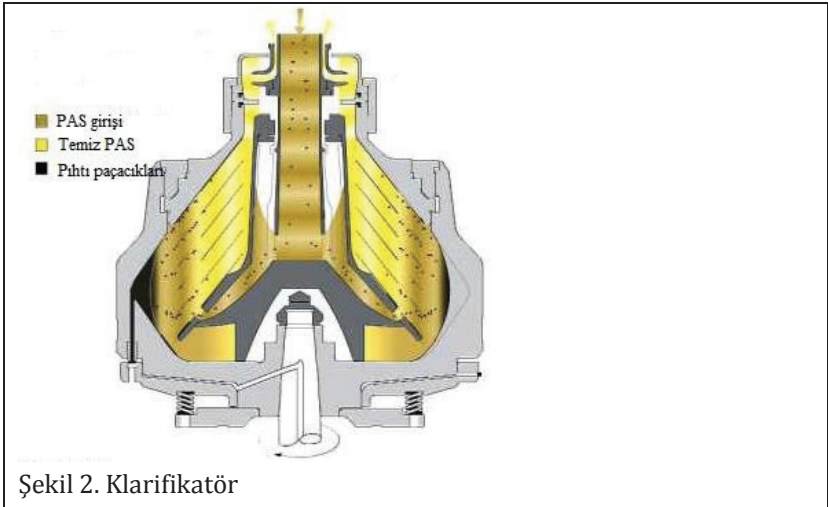
PAST, yaygın bir şekilde, Mozzarella peynirinin daha ucuz bir alternatifi olarak, pizzalarda kullanılmaktadır.

Peynir Altı Suyu Tozunun Üretimi

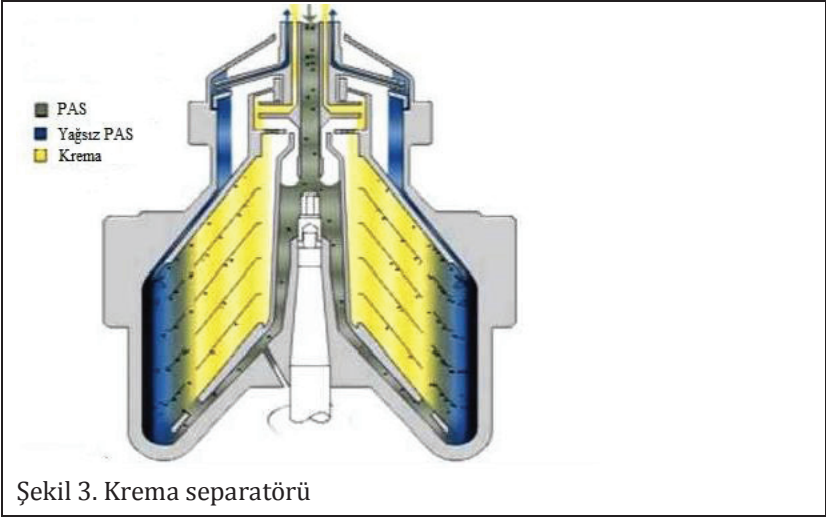


Ön işlemler

Klarifikasyon: Santrifüj kuvveti ile ayırma prensibine bağlı olarak çalışan klarifikatörler kullanılarak, peynir altı suyu içindeki pıhtı parçacıkları uzaklaştırılır. Aksi takdirde pıhtı parçaları, polimerik UF membranları ve plakalı ısı değiştiricilerde tıkanmalara yol açacaktır. Ayrıca son ürünün tat-koku ve çözünürlük özelliklerini de olumsuz yönde etkileyecektir.



Krema Seperasyonu: Yağsız peynir üretimi hariç, peynir üretiminde peynir altı suyuna yağ geçişi kaçınılmazdır. Hem ürünün tat-koku stabilitesi için hem de ekonomik açıdan yağın peynir altı suyundan alınması zorunludur. Peynir altı suyunda seperasyondan sonra kalan yağ %0.06 dolaylarındadır.



Şekil 3. Krema separatörü

Pastörizasyon: Peynir altı suyunun elde edildikten hemen sonra mikrobiyal niteliğini optimize etmek için pastörize edilmesi gerekmektedir. Peynir altı suyu ısı işlem öncesi depolanmak zorunda kalırsa, en kısa sürede 5°C'nin altına soğutulmalıdır.

Peynir altı suyunun vakum altında konsantre edilmesi: Evaporasyon işlemi uygulanarak peynir altı suyunun kuru madde içeriği % 40-60 aralığında bir düzeye ulaştırılmaktadır.

Son İşlem

Peynir altı suyunun kristalizasyonu ve kurutma: Peynir altı suyunun toza işlenmesinde son aşama, konsantre peynir altı suyunun püskürtmeli kurutucular (spray drier) kullanılarak dehidre (suyunun uzaklaştırılması) edilmesidir. Bu tip kurutucular kullanılarak elde edilen toz ürünler, yüksek oranda çözünürlüğe sahiptirler. Bu dehidrasyon süreci sonunda peynir altı suyu tozu elde

edilmektedir. Ancak konsantre peynir altı suyunun direkt kurutulması durumunda, elde edilen toz aşırı higroskopik (nem çekici) olacak ve bu durum depolama sırasında ve hatta kurutucuda topaklaşma eğilimi gösterecektir. Bunun önüne geçilmesi için laktozun higroskopik olan β -laktoz formunun büyük bir bölümünün higroskopik olmayan α -laktoz formuna kristalize edilmesi gerekmektedir. Kontrollü bir kristalizasyon, konsantrenin 30°C'e hızlı bir şekilde soğutulması ve ardından mikro ölçekli laktoz oluşturulması ile gerçekleştirilir.

4.2. PEYNİR ALTI SUYU PROTEİN ÜRÜNLERİ

Peynir altı suyundan elde edilen proteinler, soyada olduğu gibi, ucuz protein kaynakları olarak kabul edilmektedir. PAS proteinleri, fonksiyonel, besinsel ve nutrasötik uygulamalar için tasarlanmış PAS'nun proteince zenginleştirilmiş fraksiyonlarıdır. Protein içerikleri % 2.5 ile % 90 arasında değişmektedir. Protein olmayan bileşikler arasında su ve farklı miktarlarda mineral, laktoz, lipitler ve peynir starter bakterileri tarafından üretilen bazı bileşikler yer almaktadır. PAS protein ingradyentlerinin fonksiyonelliği, PAS'nun bileşimi ve bu bileşikler arasındaki etkileşime bağlıdır. PAS protein ingradyentleri, gıdalara besinsel ve fonksiyonel gerekçeler ile eklenmektedir. Örneğin sporcu içecekleri gibi ürünlerde, ürünün raf ömrü boyunca yüksek kalitede protein özelliğini kaybetmemektedir. PAS proteinleri, istenilen ağ yapısını (jel ve yenilebilir film) ve yüzey aktivitesini (emülsiyon ve köpük) sağlayan uygulamalarda da kullanılmaktadır. Ayrıca PAS'nda yüksek oranda lizin amino asidinin bulunması, PAS proteinlerini fırıncılık ürünleri için uygun hale getirmektedir. Çünkü lizin, indirgen şekerlerle yüksek sıcaklıkta tepkimeye girerek, bu ürünlerde istenilen

kahverengi rengin ve tat-kokunun oluşumundan sorumludur.



4.2.1. PEYNİR ALTI SUYU PROTEİN KONSANTRELERİ (WPC)

Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından peynir altı suyu protein konsantresi (WPC), peynir altı suyundan yeterli miktarda protein olmayan maddelerin uzaklaştırılmasıyla elde edilen ve son kurutulmuş üründe en az % 25 oranında protein içeren ürün olarak tanımlanmaktadır. WPC, prespitasyon, filtrasyon veya dializ gibi fiziksel ayırma teknikleri kullanılarak üretilmektedir. WPC sıvı, konsantre ve toz ürün formunda kullanılabilir.

Piyasada bulunan WPC'nin büyük bir kısmı ya %34-35 ya da yaklaşık % 80 oranında protein içermektedir. Yaklaşık % 35 oranında protein içeren WPC yoğurt, eritme peyniri ve bebek mamaları ile bazı fırıncılık ürünlerinde

kullanılmaktadır. Ayrıca sosis gibi et ürünlerinde de besinsel katkının yanı sıra bağlayıcı özelliğinden dolayı WPC tercih edilmektedir. % 80 protein içeren WPC ürünlerinde ise yüksek oranda laktoz ve mineral madde içeriğinin önüne geçilmektedir. Gıda uygulamalarında yaklaşık % 35 protein içeren WPC'nin performansı, protein, laktoz ve minerallerin bu ürünlerdeki kombine etkilerinden kaynaklanmaktadır.

% 50 protein içeren ekstrüde WPC gibi bazı spesifik peynir altı suyu protein ürünleri ise genellikle et endüstrisinde ve protein barlarının üretiminde kullanılmaktadır (ekstrüzyon işlemi; yoğurma, ısıtma işlemi ve kesme gibi işlem aşamalarından biri veya bir kaçının kombinasyonu ile ingradientlere şekil vermek ve pişirmek için tasarlanmış başlıktan materyalin dışarıya çıkmaya zorlanması şeklinde tanımlanmaktadır).

% 15-27 arasında yüksek süt yağı içeren WPC (% 53 – 60 protein), eritme peyniri üretiminde kullanılmaktadır. Aktif yoğurt kültürü eklenmiş WPC ise yoğurt kaplama ve dondurulmuş tatlı üreticilerine pazarlanmaktadır.

% 80 protein içeren WPC ise baskın fonksiyonel rol oynayan proteinleri içeren uygulamalar için tasarlanmıştır. Jelleşme, emülsiyon ve köpük oluşturma gibi uygulamalarda yaygın olarak bu ürünler kullanılmaktadır. Bu WPC'lerin düşük karbonhidrat içermesi, bu ürünü sporcu beslenmesi ve kilo kontrolü sağlayan ürünler için ideal bir ingradient haline getirmektedir. Bu ürünün bir diğer uygulama alanı, et ürünleri olup ürüne yüksek jel sıklığı ve yüksek su bağlama özelliği gibi özellikleri kazandırmaktadır.

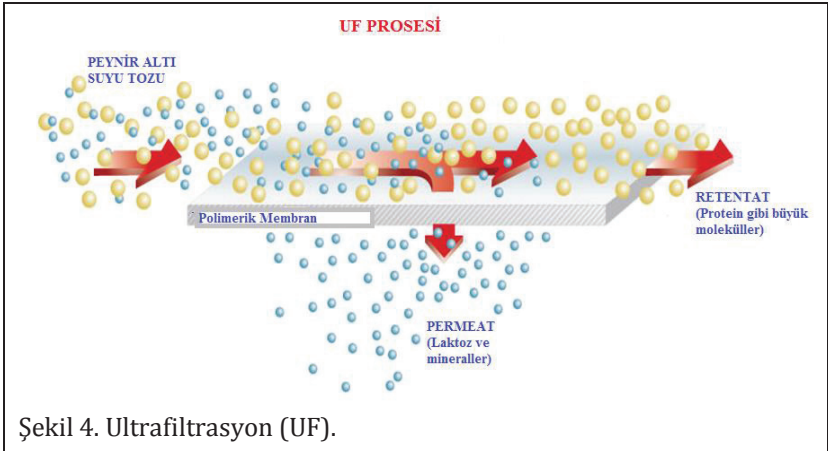
PAS proteinlerinin kazanılması için yaygın olarak kullanılan yöntemler ultrafiltrasyon (UF) ve diafiltrasyon (DF)

yöntemleridir. Bu yöntemler, üretim maliyetlerinin düşük olması, işlemin hızlı olması ve protein yapısının değişmemesi gibi avantajlara sahiptirler.

Ultrafiltrasyon (UF): UF, büyüklük ve şekil olarak bir katı-sıvı karışımındaki bileşenlerin ayrılmasında kullanılan, membranlar içeren ve basınç altında yürütülen bir filtrasyon işlemidir. Peynir altı suyunun ultrafiltrasyonunda kullanılan membranlar proteinlerin (büyük moleküller) geçmesine izin vermezken; laktoz ve mineraller gibi suda çözünen küçük moleküllerin geçmesine izin verir.

UF tekniği kullanılarak protein içeriği %35 -85 arasında değişen toz halinde WPC üretilabilmektedir.

Diafiltrasyon (DF): UF işleminde daha yüksek bir saflaştırma sağlayabilmek için, özellikle süt proteinlerinin saflaştırılması amacıyla, uygulanan ikincil bir filtrasyon işlemidir.

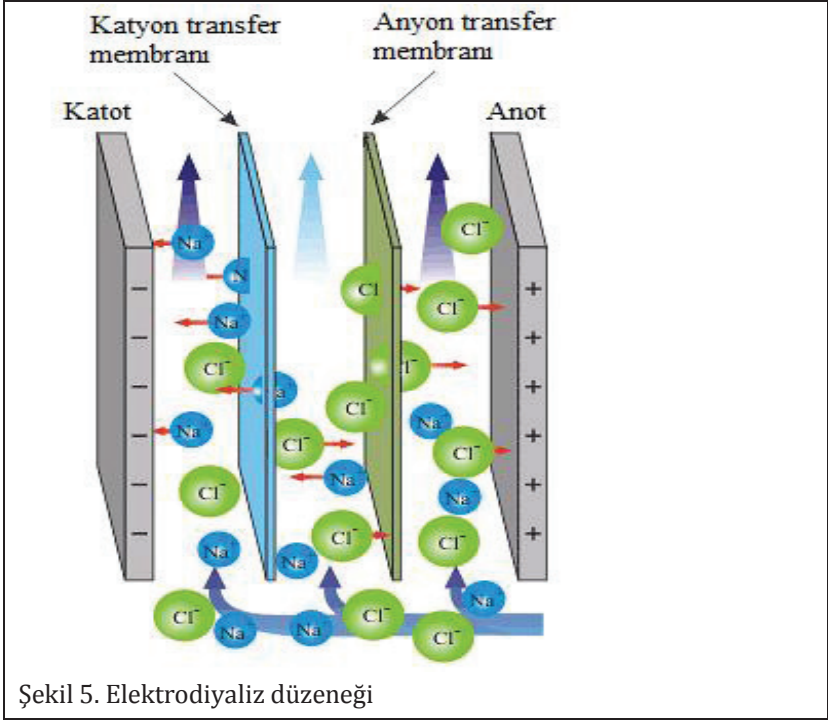


Permeat terimi; peynir altı suyu bir UF sistemine pompalandığında membrandan geçen kısmı tanımlamaktadır. **Retentat** ise membrandan geçmeden sistemi terk eden kısmı tanımlar (Şekil 4.4.).

PAS Permeatı: Ultrafiltrasyon ve diafiltrasyon boyunca, peynir altı suyu proteinleri membran tarafından tutulmakta; daha düşük molekül ağırlığına sahip laktoz ve mineraller gibi bileşenler filtreden geçerek permeatı oluşturmaktadır. Protein uzaklaştıktan sonra geriye kalan ve toplanan maddeler “peynir altı suyu permeatı” veya “proteini uzaklaştırılmış peynir altı suyu” olarak adlandırılmaktadır. Bu kısımdaki mineraller uzaklaştırıldığında (demineralizasyon) ise geriye kalan laktoz çözeltisi kristalize edilerek laktoz üretimi gerçekleştirilir. Peynir altı suyu permeatının bileşimi sütün çeşidine, peynir türüne ve işleme koşullarına bağlı olarak değişmekle birlikte temel bileşeni laktozdur. Bu permeatın tipik bileşimi % 65-85 laktoz, % 3-8 protein, % 8-20 kül ve < % 1,5 yağ ve % 3-5 nem şeklindedir. Peynir altı suyu permeatı, çeşitli işlenmiş gıdalarda ve fırıncılık uygulamalarında, son üründe ve raf ömrü boyunca, esmerleşme karakteristiklerini geliştirmek amacıyla kullanılabilir.

Demineralizasyon (Minerallerin uzaklaştırılması): Bunu gerçekleştirmek amacıyla yaygın olarak “iyon değişimi” veya “elektrodiyaliz” yöntemleri kullanılmaktadır.

Laktoz üretiminde, ön işlem olarak proteini uzaklaştırılmış (UF ile) peynir altı suyunun demineralizasyonu zorunludur. Minerali azaltılmış ve uzaklaştırılmış peynir altı suyu üretiminde de bu işlem yapılmaktadır.

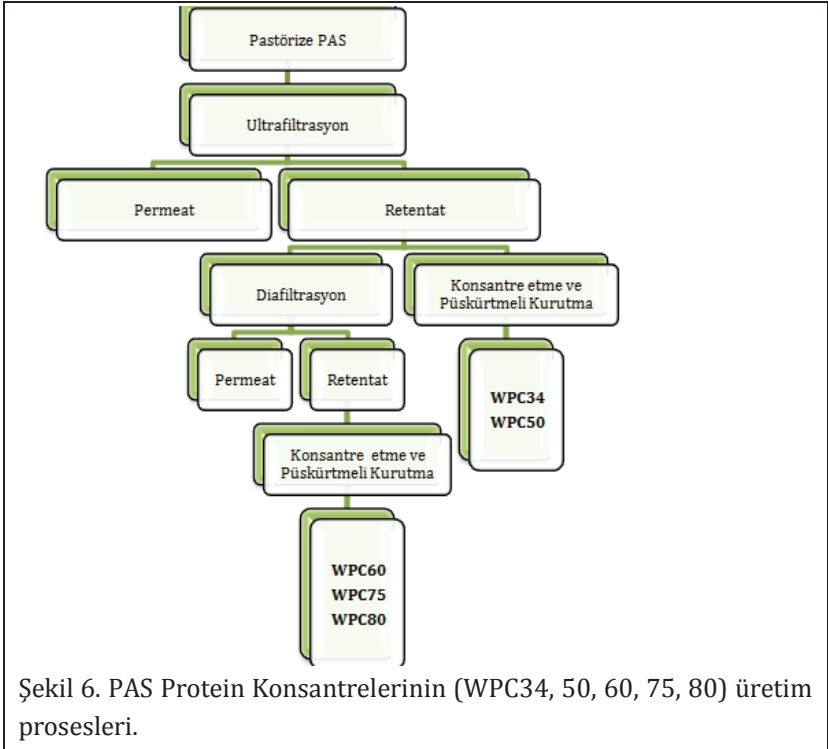


Demineralizasyon Teknikleri

İyon Değişimi: Bu sistemde, iyon değiştirici reçineler kullanılmaktadır. Bu iyon değişimini gerçekleştiren yüklü grupları içeren bir reçine bir kolonun iç yüzeyine fikse edilir. Bu kolondan geçen peynir altı suyundaki mineraller reçine tarafından tutulur.

Elektrodiyaliz: Bir çözeltideki iyonik bileşiklerin elektrik kuvveti etkisiyle taşınması işlemidir. İyonların yüküne bağlı olarak taşınmaları, iyon geçirgen bir membran tarafından gerçekleştirilir.

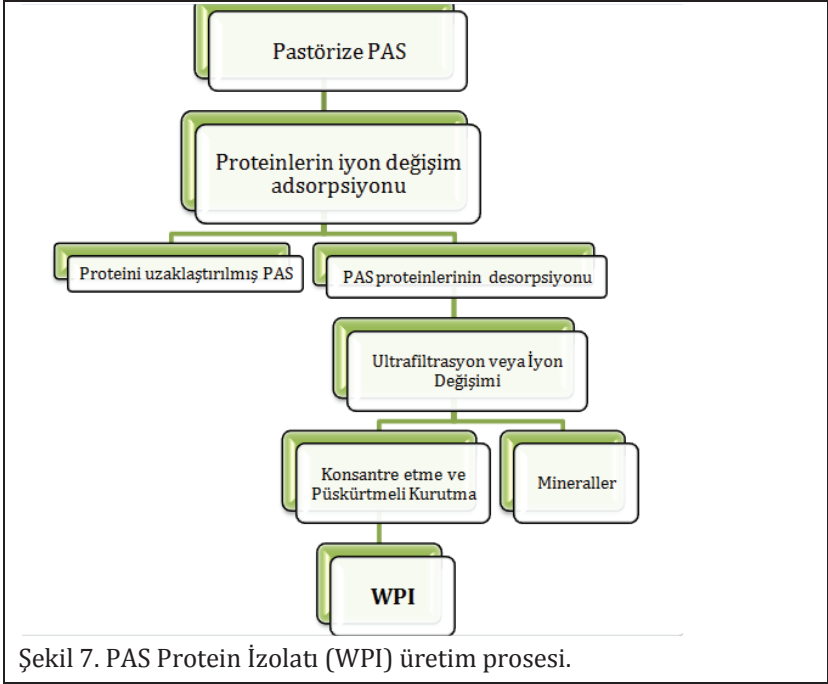
Piyasadaki PAS protein konsantreleri sırasıyla % 34, 50, 60, 75 ve 80 protein içeren WPC34, WPC50, WPC60, WPC75 ve WPC80 olarak sıralanabilir.



4.2.2. PEYNİR ALTI SUYU PROTEİN İZOLATLARI (WPI)

Peynir altı suyundan üretilen temel protein ürünlerinden bir diğeri ise peynir altı suyu protein izolatı (WPI)'dir. Bu ürün, % 90 ve üzerinde protein ve % 4-6 oranında su içermektedir. Geriye kalan % 4-6'lık kısımda ise yağ, laktoz ve mineraller bulunmaktadır. Yüksek protein saflığı ve çözelti berraklığı nedeniyle, WPI yoğun olarak beslenmede

tamamlayıcı ve sporcu içecekleri ile proteince zenginleştirilmiş içeceklerde kullanılmaktadır. İyon değişim kromatografisi, WPI üretiminde kullanılan yöntemlerden biridir. Yüksek protein içeriğinden dolayı WPI gıda endüstrisinde su bağlama, jelleşme, emülsiyon ve köpük oluşturma ajanları olarak kullanılabilir.



Çizelge 3. Bazı WPC ve WPI ürünlerinin ortalama bileşimleri (%)

İngredient	Protein	Nem	Laktoz	Yağ	Kül
WPC 35	35,3	3,7	52,3	3,3	5,8
WPC 80	78,7	4,3	4,9	6,4	4,0
WPI	90,9	4,8	1,5	0,9	2,7

4.2.3. PEYNİR ALTI SUYU PROTEİN HİDROLİZATLARI

Peynir altı suyu proteinlerinin besinsel ve fonksiyonel özelliklerini değiştirmek için uygulanacak yöntemlerden biri de enzimatik hidrolizdir. Peptitler, amino asit ve proteinlere göre, daha hızlı ve kısmen daha iyi bir şekilde absorbe edilmektedir. Daha iyi besinsel kalite ve daha az alerjenite ile peynir altı suyu protein hidrolizatları, performans artırıcı ürünler ve bebek maması formülasyonlarında kullanılmaktadır. Proteinlerin hidrolizi sonucu oluşan ürünlerin köpük oluşturma özellikleri ve kararlılıkları artmaktadır. PAS protein hidrolizatları, gıda endüstrisinde emülsiyon kararlılığını arttırmak amacıyla da kullanılmaktadır. Ayrıca protein hidrolizi, jelleşme için gerekli şartları değiştirmek için uygulanmaktadır. Gıda endüstrisinde PAS protein hidrolizatlarının kullanıldığı bir diğer alan ise ısı kararlılığının artırılmasıdır.

4.2.4. PROTEİN FRAKSİYONLARI

PAS protein konsantreleri ve izolatında bulunan temel proteinler, β -laktoglobulin, α -laktalbumin, glukomakropeptidler (GMP), immunoglobulinler, bovine serum albümin (BSA), laktoferrin ve laktoperoksidazdır. Bu proteinlerin her birinin veya grup halinde tamamının eşsiz fonksiyonel, besinsel ve tedavi edici özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir. Bu proteinlerin kabul edilen tedavi edici aktiviteleri arasında, sindirimi düzenleyici (β -laktoglobulin) , diş çürümelerini önleyici (GMP), kanser önleyici, uyku düzenleyici (α -laktalbumin), antimikrobiyal bağışıklık (laktoferrin ve laktoperoksidaz) ve pasif bağışıklık (immunoglobulinler) gibi fonksiyonlar yer almaktadır.

α -laktalbumin, temel amino asitler bakımından zengindir ve anne sütünün temel proteindir. α -laktalbumin'in yüksek

oranda sistein amino asidini içermesinin bağışıklık sistemini geliştirdiği bulunmuştur. Yüksek oranda triptofan içermesi de ruh hali, uyku ve zihinsel performansa yardım edebilmektedir. α -laktalbumin, kalsiyum, magnezyum, çinko ve kobalt gibi bazı mineralleri yapısına bağlar. Bu minerallerin proteinlere bağılı olması, onların insan vücudunda absorpsiyonunu kolaylaştırmaktadır. Anne sütü daha az oranda β -laktoglobulin içerdiğinden, α -laktalbumin açısından zengin ve düşük β -laktoglobulin içeren PAS protein ürünleri, bebek maması formülasyonları için daha uygundur.

Glukomakropeptid (GMP), diğler PAS proteinleri ile karşılaştırıldığında, bir çok eşsiz özelliğle sahip bir proteindir. Bu proteine bir sakkarit grubu bağlanmıştır. GMP'de bulunan en önemli şeker zinciri, "sialik asit" olarak bilinen N-asetil nöraminik asittir. Araştırmalar sialik asidin sindirim düzenleyici fonksiyonunun olduğunu ve bifidobakterilerin gelişimini teşvik ettiğini göstermektedir. GMP'nin faydalı biyolojik rolleri arasında dış çürümelerini azaltıcı yöndeki etkisi de yer almaktadır. GMP için önemli uygulamalar, içecekler, besinsel barlar, gıda takviyeleri ve diyet gıdalar olarak sıralanmaktadır.

Laktoferrin, demir bağılı protein olarak bilinmektedir. Sütte bulunan bu protein bakteriyostatik özelliğle sahiptir. Laktoferrinin fizyolojik özellikleri arasında, hücre gelişimini düzenleme, kanser gelişimi ve metastaza karşı koruma ve antiinflamatuvar aktiviteler yer almaktadır. Laktoferrin, bebek maması formülleri, besinsel gıdalar ve takviyeler, sporcu beslenmesinde kullanılan takviyeler ve farmösitik ürünlerde kullanılmaktadır.

BSA'nın en önemli karakteristiklerinden biri çeşitli ligandları yapılarına geri dönüşümlü olarak

bağlayabilmeleridir. Bu nedenle yağ asitlerini taşıyıcı olarak kullanılabilir.

İmmunoglobulinlerin en önemli rolleri, bakteri ve virüsleri inaktive etmeleri ve toksinleri etkisiz hale getirebilmeleridir. Diğer metabolik aktiviteleri arasında kan basıncını ve kolestrolü düşürücü etkileri yer almaktadır.

Laktoperoksidaz ise hastalığa yol açan bazı mikroorganizmalara karşı koruyucu faktör olarak kullanılmaktadır.

Yukarıda sıralanan bu besinsel ve tedavi edici özelliklerinin yanı sıra, PAS protein konsantreleri ve izolatlarının yüksek ısıl kararlılık, çözünürlük, jelleşme ve su tutma kapasitesini arttırma gibi özellikleri, onları gıda endüstrisinde kullanımları için eşsiz ingradyentler haline getirmektedir.

4.2.5. LAKTALBUMİN

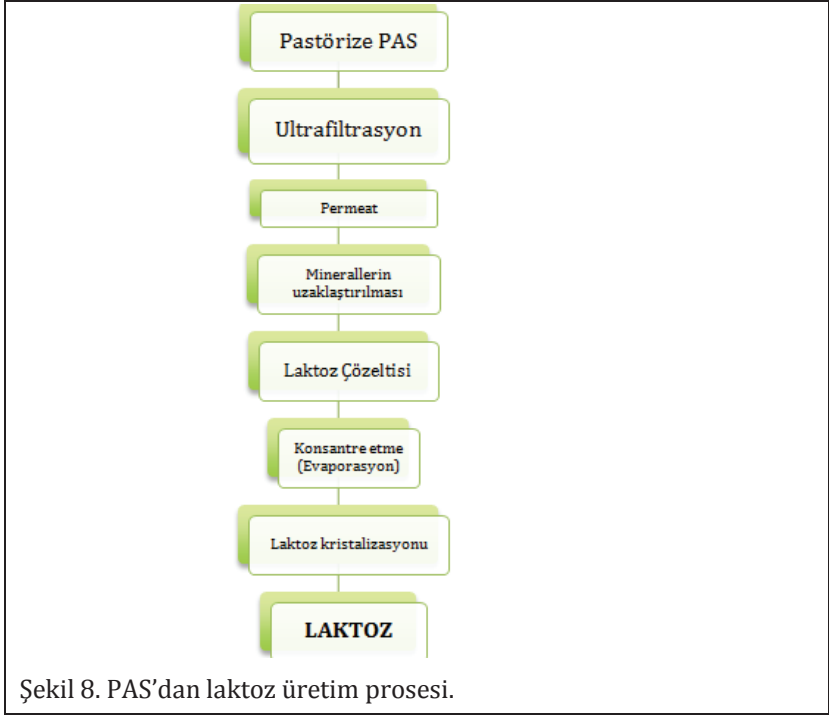
Geleneksel yöntemle laktalbumin üretiminde, önce PAS'nun pH değeri 4.5-5.2'e getirilir. Daha sonra serum proteinlerinin denaturasyonu için ısıl işlem uygulanır ve proteinlerin yaklaşık % 80'i çöktürülür. Bu şekilde elde edilen ürünün çözünürlüğü az ancak besleyici değeri ve su tutma kapasitesi yüksektir. Bu nedenle fırıncılık ürünleri, et ürünleri, eritme peyniri ve şekerleme gibi ürünlerde kullanılmaktadır.

Sürekli yöntemle laktalbumin üretiminde PAS'nun pH değeri 6.0'a ayarlanır. Serum proteinlerinin denaturasyonu ve ayrılmasını sağlamak için PAS buhar enjekte edilerek 120°C'e ısıtılır. Bu şekilde üretilen laktalbumin % 20-25 oranında kül içerir. Kül içeriğini %2-5'e düşürmek için ısıtılmış haldeki PAS'nun pH'sı 4.6'a getirilir. Bu şekilde üretilen ürünün çözünürlüğü oldukça düşük olduğundan makarna ve benzeri unlu gıdalarda kullanılmaktadır.

Laktalbumin üretiminde kullanılan bir diğer sürekli yöntemde ise pH 5'in üzerinde yüksek çözünürlüğe sahip laktalbumin üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemde PAS pH'sı 2.5-3.5'a ayarlanır ve 90°C'de ısıtma işlemi uygulanır. Soğutulduktan sonra denatüre serum proteinlerini çöktürmek için pH değeri 4.5'a ayarlanır. Bu şekilde protein içeriği %40 olan bir ürün elde edilmektedir.

4.3. LAKTOZ VE LAKTOZ TÜREVLERİ

PAS, laktoz bakımından zengin bir kaynaktır ve yaklaşık % 4.5 oranında laktoz içermektedir. Laktoz, glukoz ve galaktoz monosakkaritlerinden oluşan bir disakkarittir ve doğada sadece sütte bulunur. Süt şekeri laktoz, PAS veya proteini uzaklaştırılmış PAS'ndan kristalizasyon ile üretilmektedir. PAS'dan laktozun yeterli düzeyde geri kazanılması sonucu Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) değerinin % 87 oranında azaldığı belirlenmiştir.



Laktoz, bebek mamalarında takviye edici bileşen ve ilaç endüstrisinde katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır. Laktozdan endüstriyel olarak laktitol, laktuloz, hidrolize laktoz ve galaktoz gibi laktoz türevleri üretilmektedir.

Peynir altı suyundan yağın, proteinlerin ve minerallerin uzaklaştırılmasında sonra geriye kalan sıvının koyulaştırılması ve kristalizasyonu ile elde edilen laktoz, özel diyetlerin hazırlanmasında ve bebek maması üretiminde, ilaç endüstrisinde, penisilin üretiminde, karamel boyası üretiminde, hidrolize laktoz şuruplarının hazırlanmasında ve laktik asit üretiminde kullanılmaktadır.

Laktoz fırıncılık ürünlerin üretiminde gıda katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır. İndirgen şeker olması ve yüksek sıcaklıklarda proteinlerle tepkimeye girmesi sonucu ürüne kahverengimsi bir renk kazandırır ve bu amaçla fırıncılık ürünlerinde kullanılır. Mayalar laktozu kolaylıkla kullanamadıklarından, ekmek ve pasta gibi ürünlerde raf ömrünü uzatmak için kullanılır.

Laktoz gıda endüstrisinde karamel yapımında da kullanılmaktadır.

Laktoz, PAS kuru maddesinin temel bileşenidir ve PAS'nu çeşitli biyopolimerin üretimi konusunda potansiyel bir hammadde haline getirmektedir. Bu bağlamda, mikroorganizmalar aracılığıyla laktozun parçalanması, PAS'ndan yeni ürünler üretmeyi olası kılmaktadır. Bu ürünler; etil alkol, kefir benzeri fermente PAS içecekleri, laktik asit ve sitrik asit gibi organik asitler, ekmek mayası, tek hücre proteini, probiyotik starter kültürler, biyogaz, biyoplastik gibi biyopolimerler ve etil laktat olarak sıralanabilir.

Ayrıca laktozun hidrolizi ile glukoz ve galaktoz üretimi de gerçekleştirilmektedir. Diğer karbohidratlar ile karşılaştırıldığında laktozun kalorisinin ve glisemik indeksinin düşük olması önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Laktoz üretiminde UF membranı proteinleri ayırmak, ters osmoz laktoz derişimini arttırmak için kullanılmaktadır. Üretimde yapıdaki suyun uzaklaştırılması amacıyla evaporasyon, daha sonraki aşamada kristalizasyon ve kurutma aşamasında püskürtmeli kuruma yöntemleri uygulanmaktadır. Endüstride kullanılan en yaygın laktoz türü α -laktoz monohidrattır. Laktoz direkt PAS'ndan üretilebileceği gibi WPC üretimi sırasında ultrafiltrasyon işlemi sonucu açığa çıkan ve yüksek laktoz içeriğine sahip

permeattan minerallerin uzaklaştırılması yoluyla da üretilmektedir.

Laktozun glukoz ve galaktoza hidrolizini içeren fermentasyonu sonucu alternatif alanlarda kullanılması da mümkündür. Hidrolize laktoz şurupları, laktozdan daha fazla tatlılık derecesine sahiptir hem de çözünürlüğü daha fazladır. Bu nedenle şekerleme ve dondurma endüstrisinde, mısır şurubu veya sakkarozun yerine kullanılabilir. Bu ürünün tatlılık derecesi, glukoz izomeraz kullanılarak, hidrolize laktozda bulunan glukozun fruktoza dönüşümü yoluyla da artırılabilir. Ayrıca laktozun hidroliz ürünleri, laktoz intoleransı olan bireyler tarafından da rahatlıkla tüketilebilir.

Bu hidroliz, asit ve enzimatik hidroliz olmak üzere iki farklı yolla gerçekleştirilebilir. Gıda endüstrisi uygulamaları için enzimatik hidroliz tercih edilmektedir. Enzimatik hidroliz, doğada yaygın olarak küf, maya, bakteri, bitki ve hayvanlarda bulunan laktaz enzimi (β -galaktosidaz, E.C. 3.2.1.32) kullanılarak yürütülmektedir. Bu amaçla ticari olarak en çok tercih edilen mikroorganizmalar; *Kluyveromyces lactis* ve *K. fragilis* ile *Aspergillus niger* ve *A. oryzae*'dir. Direkt enzimin kullanılmadığı homojen fazda laktozun hidrolizini içeren proses, enzimin tekrar kullanımına izin vermediğinden ekonomik değildir. Bu nedenle, enzimin tekrar kullanımına izin veren ve immobilize enzimin kullanıldığı heterojen faz prosesi önerilmektedir.

Laktoz indirgenerek tatlılık derecesi yüksek bir şeker alkolü olan laktitol üretilmektedir. Laktitol, sakkaroz yerine geçebilen ve düşük kalorili veya diyabetik ürünlerde kullanılabilen bir tatlandırıcıdır. Gıda endüstrisinde şeker içermeyen çikolata, sakız, dondurma, şekerleme ve unlu

ürünlerin üretiminde laktitol yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca laktitolün esteri olan laktitol-palmitat, gıda endüstrisinde emülgatör olarak kullanılmaktadır.

PAS'ndaki laktozun fermentasyonu ile etanol üretilebilmektedir. PAS'ndan üretilen etanol, gıda endüstrisinde sirke üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla yaygın olarak kullanılan mikroorganizmalardan biri *Kluyveromyces fragilis* konsantre olmayan PAS'ndaki laktozun % 95'inden fazlasını kullanabilmektedir. Teorik olarak dönüştürme katsayısı % 80-85 olup 1 kg laktozdan 0.538 kg etanol açığa çıkmaktadır. Laktozun fermentasyonunda izlenebilecek bir diğer yol ise laktozun önce laktaz enzimi ile hidrolizi ve daha sonra *Saccharomyces cerevisiae* ile fermentasyonudur. Bir diğer alternatif yöntem ise, *Saccharomyces cerevisiae*'a gen ekspresiyonunu içeren, DNA rekombinant teknolojisinin kullanıldığı yöntemdir. Bu şekilde *Saccharomyces cerevisiae* direkt olarak PAS'ndan etanol üretebilmektedir.

Laktoz, laktuloza izomerize olmaktadır. Bazı bir çözeltide laktozun izomerizasyonu ile sentezlenmektedir. Laktulozun tatlılık derecesi sakarozunkinin % 48-62'si kadardır. Laktuloz, medikal uygulamalara sahip bir laktoz türevidir olup bifidojenik faktör olarak bazı bebek mamalarının hazırlanmasında da kullanılmaktadır.

Laktozdan veya PAS'dan üretilen laktuloz, laktitol ve laktobiyonik asit gibi bileşikler ince bağırsakta absorbe olmazlar. Bu nedenle bu bileşikler kalın bağırsaktaki yararlı bakterilerin gelişimini teşvik edici işlevleri ile prebiyotik olarak fonksiyon yaptıkları için potansiyel güce sahiptirler.

Laktozun hidroliz ile üretilen galaktoz, pahalı bir tatlandırıcı olan sorbitol yerine kullanılabilir.

Gıda ve ilaç sektörlerinde kullanılan laktoza olan talep her geçen gün artmaktadır. Geçtiğimiz 15 yıl içinde laktoz üretiminin % 180 oranında arttığı kaydedilmiştir.

4.4. MİNERALİ UZAKLAŞTIRILMIŞ VE MİNERALİ AZALTILMIŞ PEYNİR ALTI SUYU

PAS'nun kuru maddesinin yaklaşık % 10'nunu mineral maddeler oluşturmaktadır. Bu yüksek mineral içeriği ile hayvan beslenmesi için uygun olmadığı ve bebek mamaları için de oranının yüksek olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle minerali uzaklaştırılmış PAS ürünlerinin (%30-90 oranında mineralleri uzaklaştırılmış) önemi artmaktadır.

Demineralizasyon (minerallerin uzaklaştırılması) amacıyla yaygın olarak “iyon değişimi” veya “elektrodiyaliz” yöntemleri kullanılmaktadır. Minerali azaltılmış ve uzaklaştırılmış peynir altı suyu üretiminde bu işlem yapılmaktadır. Minerali uzaklaştırılmış peynir altı suyu yaygın olarak bebek maması formülasyonlarında kullanılmaktadır.

4.5. LAKTOZU AZALTILMIŞ PEYNİR ALTI SUYU

Laktoz intoleransı, doğuştan veya bir enfeksiyon ya da yetersiz beslenme sonucu laktaz (β -galaktosidaz) enziminin yokluğu veya eksikliğinden ileri gelen bir rahatsızlıktır. Bu rahatsızlığın görüldüğü bireylere yönelik süt ürünlerinin üretiminde, sütte olduğu gibi PAS'ndan da laktozun uzaklaştırılması veya laktoz oranının azaltılması gerekmektedir. PAS'na ultrafiltrasyon (UF) gibi filtrasyon yöntemlerinin uygulanması ile laktozu azaltılmış PAS ve ürünleri üretilebilmektedir.

PAS'dan laktozun uzaklaştırılmasında kullanılan bir diğer yöntem ise PAS'dan laktozun kısmi kristalizasyonu ve ardından santrifüj seperasyon ile laktozun geri kazanımı basamaklarını içermektedir.

Ayrıca PAS'dan laktozun uzaklaştırılması için kromatografik yöntemler de geliştirilmiştir. Laktozu azaltılmış veya uzaklaştırılmış PAS ürünleri, laktozu hidrolize edilmiş PAS ürünlerinin aksine, tatlı bir tada sahip değildir.

4.6. LAKTOZU HİDROLİZE EDİLMİŞ PEYNİR ALTI SUYU TOZU

Bu ürünlerde, laktoz enzimatik bir yöntemle glukoz ve galaktoza hidrolize edilmektedir. PAS'nda laktozun hidroliz amacıyla β -galaktosidaz enzimi kullanılmaktadır. Hidrolize laktozun (glukoz ve galaktoz karışımı) tatlılığı, çay şekeri olarak bilinen sakkarozun tatlılığının yaklaşık %70'i kadardır. Bu nedenle laktoz hidrolize PAS ürünleri, meyveli yoğurt ve dondurma ile PAS içecekleri gibi tatlı süt ürünleri için uygundur.

4.7. PROTEİNLERİ HİDROLİZE EDİLMİŞ PEYNİR ALTI SUYU TOZU

PAS'ndaki proteinlerinin besinsel ve fonksiyonel özelliklerini değiştirmek için uygulanacak yöntemlerden biri de onların enzimatik yöntemlerle hidrolizidir. Proteinlerin hidrolizi ile peptidler ve amino asitler açığa çıkmaktadır. Peptidler ve amino asitler, proteinlere göre, daha hızlı ve kısmen daha iyi bir şekilde absorbe edilmektedir. Daha iyi besinsel kalite ve daha az alerjenite ile proteinleri hidrolize edilmiş PAS ürünleri, performans arttırıcı ürünler ve bebek maması formülasyonlarında kullanılmaktadır.

4.8. SÜT MİNERAL ÜRÜNLERİ

Süt kalsiyum, magnezyum, fosfat gibi önemli mineralleri yeterli düzeyde içeren bir gıdadır. Peynir yapımı sırasında suda çözünen bileşenler arasında yer alan mineral maddeler PAS'na geçmektedir. Vitaminlerin yanı sıra mineraller ile zenginleştirilmiş gıdalara ilgi giderek artmaktadır.

Doğal süt kalsiyum ve fosfatınca zengin süt mineral ürünleri, osteoporoziz gibi rahatsızlıkların yaygın olduğu günümüzde, değerli bir gıda takviyesidir. Bu ürünler, ultrafiltrasyon ile elde edilen PAS permeatından uygun derişim, pH, sıcaklık ve süre koşullarında kalsiyum fosfatın çöktürülerek ayrılması ile üretilmektedir. Çöktürme işleminden sonra santrifüj ve filtrasyon işlemleri uygulanmaktadır. Süt mineralleri, içme sütleri, yoğurt, süt tozu ve şekerleme ürünleri gibi ürünlerde artan bir oranda doğal kalsiyum takviyesi olarak kullanılmaktadır.

4.9. PEYNİR ALTI SUYU PERMEATI (PROTEİNİ UZAKLAŞTIRILMIŞ PAS)

Ultrafiltrasyon ve diafiltrasyon işlemlerinde PAS proteinleri membran tarafından tutulmakta, laktoz ve mineral maddeler gibi daha düşük molekül ağırlığına sahip maddeler membrandan geçerek permeatı oluşturmaktadır. Sıvı permeattan suyun uzaklaştırılması yoluyla toz ürün elde edilmektedir. Proteinleri içermeyen yani laktoz ve minerallerden oluşan bu toz ürün "PAS permeatı" veya "Proteini Uzaklaştırılmış PAS" olarak adlandırılmaktadır. Bir PAS permeatının bileşiminde % 65-85 oranında laktoz, % 3-8 arasında protein, % 8-20 kül, %1.5'dan az yağ ve % 3-5 oranında su bulunmaktadır. PAS permeatı son ürünün daha iyi renk kazanması ve raf ömrünün uzatılması amacıyla bazı işlenmiş gıdalarda ve fırıncılık ürünlerinde kullanılmaktadır.

5. PEYNİR ALTI SUYU ÜRÜNLERİNİN GIDA ENDÜSTRİSİNDE KULLANIM ALANLARI

PAS, gıda endüstrisinde oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Ülkemizde fazla bilinmemesine karşın, PAS kullanılarak çeşitli alkollü ve alkolsüz içecekler üretilmektedir.

PAS proteinleri, asit stabilitesi ile yapı ve nem kontrolünü sağlayıp, emülsiyon ve köpük oluşturma özelliklerini arttırdığı için şekerleme ve bir çok tatlı çeşidinde, pasta ve çikolata benzeri şekerli gıdaların üretiminde kullanılmaktadır.

Emülsiyon kapasitesi ve kararlılığının yüksek olmasından dolayı PAS proteinleri, krema, mayonez, sürülebilir krem peynir, et ve salata sosları gibi ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca kremalı çorbalar, et sosları ve benzeri gıdalarda yüksek jelleşme özelliğine sahip olan PAS proteinleri kıvam arttırıcı olarak kullanılmaktadır.

PAS konsantreleri, Quark, Cottage ve eritme peynirlerinde yapıyı geliştirmek, Cheddar peynirinde randımanı arttırmak, yoğurt yapımında su bağlama özelliği sayesinde daha kıvamlı ürün elde etmek amacıyla kullanılmaktadır. PAS proteinleri su tutma kapasitesi, stabil emülsiyon oluşturma ve yağ bağlama özelliklerinden dolayı et endüstrisinde de kullanım alanına sahiptir. PAST, sosis, salam gibi et ürünlerinde ve bazı soslarda kullanılmaktadır. Ayrıca içerdiği yüksek miktardaki laktoz nedeniyle kek,

bisküvi ve pasta gibi fırıncılık ürünlerinde, yağsız süt tozu yerine, PAST kullanılmaktadır. Bebek mamaları üretiminde de PAS proteinlerinden yararlanılmaktadır.

5.1. SÜT ENDÜSTRİSİNDE KULLANIMI

Süt endüstrisinde peynir altı suyunun en yaygın olarak kullanıldığı ürünlerden biri yoğurttur. Peynir altı suyu protein konsantresi (WPC) ve peynir altı suyu tozu, yoğurda sıkı bir yapı vermek, serum ayrılması durumunu azaltabilmek ve farklı bir aroma kazandırmak amacıyla kullanılır. Yapılan bir çalışmada, gıdalarda kullanımına izin verilen ve proteinler arası çapraz bağlanma tepkimesini katalizleyen transglutaminaz enzimi ile sıvı PAS'nun belirli oranlarda yoğurt üretiminde kullanımı araştırılmıştır. % 20 oranında sıvı PAS eklenmiş ve enzim ile inkübe edilmiş süt-PAS karışımından üretilen yoğurdun, enzim içermeyen ve % 100 süttten üretilen yoğurt ile benzer karakteristikleri sergilediği, serum ayrılması ve yapısal özelliklerin değişmediği belirlenmiştir.



Az oranda yağ içeren diyet içme sütlerinde, düşük yağ oranından kaynaklanan aroma kaybını azaltmak için, sütün protein miktarı peynir altı suyu proteini ilavesiyle arttırılmaktadır. Ayrıca inek sütünün anne sütüne benzetilmesi amacıyla inek sütünde laktoz ve peynir altı suyu proteini kullanılmaktadır.

Dondurma karışımına yağsız süt tozunun dörtte biri yerine peynir altı suyu konsantresi kullanılabilir. İngiltere’de minerali uzaklaştırılmış peynir altı suyu tozu ve konsantresi dondurma üretiminde kullanılmaktadır.

PAS’ndaki yağ oranı kullanılan sütlerle ve uygulanan teknolojiye göre farklılıklar gösterir. Yağ oranı % 0.2’nin altında ise bu tür PAS’ndan tereyağı üretimi ekonomik değildir. Krema seperatörleri kullanılarak peynir altı suyundan geriye % 0.05 oranında yağ kalıncaya kadar seperasyon yapmak olasıdır. Bu şekilde elde edilen krema, tereyağı üretiminde kullanılmaktadır.

5.2. EKMEKÇİLİKTE KULLANIMI

Ekmek hazırlanmasında PAS’nun kullanımı, ekmeğin daha uzun süre taze kalması, daha fazla hacimli olması, ekmek gözenek yapısının düzelmesi ve ekmek kabuğunda istenilen rengin oluşmasına katkıda bulunabilmektedir.

PAST türevleri, özellikle püskürtülerek kurutulan fırın ürünlerinde daha olumlu fonksiyonel özellikler sergilemektedir. Kısmen minerali uzaklaştırılmış PAST türevleri fırıncılık ürünlerinde tercih edilmektedir.

Ekmekçilikte katkı maddelerinin kullanılması, temel gıda maddesi olma özelliği ile beslenmede, yüksek üretim hacmi ile de aşırı rekabet ortamındaki sektörün kalite ve çeşitliliği

sağlaması açısından önemli bir yere sahiptir. Ekmek katkı maddelerinden önemli bir grubunu süt ve süt ürünleri oluşturmaktadır. Süt ve süt ürünleri çeşitli formlarda (tam veya yarım yağlı süt tozu, peynir suyu tozu, peynir suyu protein konsantresi gibi), fırıncılık ürünlerinin besinsel (özellikle lizin amino asidi yönünden zenginleştirilmesinde) ve kalitatif özelliklerini geliştirmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Kuru madde temeline göre, pastörize yayık altı suyunun % 1.0, peynir altı ve süzme yoğurt sularının % 2.0 oranında ekmek formülasyonuna dahil edilebileceğini göstermiştir. Kuru madde üzerinden, % 1'lik katkı kullanılan suyun yaklaşık 1/3'üne, % 2'lik katkı ise yaklaşık 1/2'sine denk gelmektedir. Böylece atık durumuna düşen bu ürünlerin, ekmeğin besin değerini artırarak değerlendirilebileceği, üstelik ekmek kalitesinin artırılabilmesi ve en uygun yan ürünün, peynir altı suyu olduğu, tespit edilmiştir. Söz konusu ürünlerin sıvı halde pastörize edilip, kullanımlarının yaygınlaştırılması durumunda, kaliteyi artırıcı katkı maddeleri kullanılarak, kullanım seviyeleri daha da yukarı çekilebilecek, toz forma göre daha ucuz kullanım alanı bularak, hem sütçülük ve hem de ekmekçilik sektörlerine katma değer sağlayabilecektir.



Yapılan bir çalışmada WPC tozu ve yayık altı suyu tozu birlikte farklı oranlarda mayalı ve mayasız hamurlarda kullanılmış ve ekmek kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. WPC ve yayık altı suyu tozlarının birlikte kullanımının, maksimum direnç değeri, uzamaya karşı direnç ve hamur stabilitesi bakımından hamur özelliklerini geliştirdiği bulunmuştur. Ekmek üretiminde, mineral ve protein açısından zenginleştirme ve duysal özelliklerin geliştirilmesi için WPC ve yayık altı suyu tozlarının birlikte kullanılabileceği gösterilmiştir.

Ekmek yapımında WPC veya PAST'nun kullanılması; özel ürünlerin üretilmesine (örneğin proteince zenginleştirilmiş ekmek yapımına) ekmeğin besin değerinin artırılmasına, ekmeğin oluşumunun ve pazara sunulan ekmek türlerinin kalitelerinin olumlu yönde etkilenmesine olanak sağlamaktadır.

Ekmek yapımında laktozu hidrolize veya fermente edilmiş ve % 40-60 kuru maddeye kadar koyulaştırılmış WPC kullanımı önerilmektedir. Laktozun fermentasyonu, laktik asit bakterilerin peynir altı suyuna inokülasyonu ile gerçekleştirilir. Hidrolizasyonu ise mikroorganizmalardan elde edilen β -galaktosidaz preparatları ile yapılmaktadır.

Araştırmalarda, β -galaktosidaz preparatları kullanılarak laktozu hidrolize edilmiş peynir altı suyunda uçucu yağ asitleri (propiyonik asit ve bütirik asit gibi) miktarının % 100 oranında artması nedeni ile elde edilen ekmekte tat ve aromanın olumlu yönde etkilendiği saptanmıştır. Protein miktarı yüksek ve laktoz miktarı düşük bulunan bu tür peynir altı suyu protein konsantresi en çok % 2 oranında ekmek yapımında başarı ile kullanılabilir. PAST da ekmek hamuruna % 2-5 oranında karıştırılabilmele beraber kullanılan PAST'nun özelliğine göre miktar denemeler ile saptanmalıdır.

Fırıncılık ürünlerinde pastörize PAST veya konsantreleri şeklinde ekmek yapımında kullanıldığında, ekmeğin besin değeri ve kalitesi yükseldiği gibi, bu yan ürünün değerlendirilmesine de olanak sağlanmaktadır. Ancak elde edildiği şekilde ve fazla miktarlarda ekmek yapımında kullanıldığında, yüksek miktarda laktoz iğer iği ve mineral maddeler nedeniyle, ekmeğin kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Laktozun yol aıtığı yüksek ozmotik basınç nedeniyle ekmek yapımında kullanılan mikroorganizmalar aktivitelерini kaybedebilir. Öte yandan PAS'nun önemli bileşenlerinden biri olan proteoz-pepton, hamuru yumuşatıcı ve ekmek hacmini düşürücü etkiye sahiptir. Bundan dolayı, PAST veya konsantreleri şeklinde kullanılması daha uygundur. Doğrudan PAST kullanılacak ise, bunun oranının % 1-7 arasında olması gerekir. WPC ise ekmek yapımında önerilen kullanım oranı ise % 2 dolayındadır.

Ayrıca PAS proteinlerinin glütensiz ekmek üretiminde kullanımı üzerine yürütölen bir çalışmada, PAS proteinlerinin glüten proteinin olmadığı ortamda ekmek ve hamur özelliklerini geliştirdiği gösterilmiştir.

5.3. ET ENDÜSTRİSİNDE KULLANIMI

PAS proteinleri maksimum % 2 oranında katkı maddesi olarak sucuk, salam ve sosis gibi et ürünlerinin üretiminde kullanılmaktadır. Yüksek protein içerikli ve et dışındaki katkı maddeleri, daha düşük maliyetli, daha kararlı ve daha kabul edilebilir yapısal ve besinsel özelliklere sahip ürünler üretebilmek için, özellikle emülsiyon tipi et ürünlerinde değerlendirilmektedir. Bu amaçla günümüzde et endüstrisinde, WPC veya PAST'ları kullanılmaktadır.



WPC'nin frankfurter ve bologna sosisleri gibi emülsiyon tipi et ürünlerinde kullanımına ilişkin çok sayıda çalışma vardır. Araştırmalar daha çok et ürünlerinde toz ürünlerin (WPC veya PAS tozları gibi) kullanımı üzerine yoğunlaşmıştır. Ancak yapılan bir çalışmada frankfurter tipi sosislerin üretiminde sıvı PAS'nun, buz yerine, kullanım olasılığı, bu tip sosislerin duysal, kimyasal ve teknolojik özellikleri üzerine etkisi belirlenerek, araştırılmıştır.

Sonuçlar belirlenen duysal, teknolojik ve kimyasal parametrelerde belirgin farklılıklar olmadığını ortaya koymuştur. Bununla birlikte, formülasyona sıvı PAS eklenmesiyle emülsiyon kararlılığının belirgin bir şekilde arttığı gösterilmiştir. PAS eklenmesiyle birlikte pH değeri ve kül içeriğinde çok düşük düzeyde bir artış olduğu bulunmuştur. Hatta buzla % 100 oranında PAS'nun yer değiştirmesinin, pişmiş sosisin duysal özelliklerinde herhangi bir olumsuz etkiye sahip olmadığı saptanmıştır. Bu şekilde doğal taze PAS'nun, minumum maliyet ile değerli ürünler üretmek adına ve önemli bir artışı değerlendirmek yoluyla frankfurter tipi sosislere eklenebileceği gösterilmiştir.

Düşük yağlı et ürünlerine ilgi her geçen gün giderek artmaktadır. Ancak yağın ürüne kazandırdığı lezzet başta olmak üzere duysal ve yapısal özelliklerin düşük yağlı ürünlere tekrar kazandırılması için yağ ikame edici maddeler kullanılmaktadır. Bu amaçla sığır etinden yapılmış Türk tipi köfte üretiminde PAST'nun kullanımı araştırılmıştır. Farklı yağ oranlarında formüle edilmiş (%5, %10 ve %20 yağ) köftelere farklı oranlarda PAST (% 0, %2, %4) eklenmiştir. PAST'nun kullanımının köftelerde yağ ve su bağlama düzeyini arttırdığı, her yağ oranında pişirme karakteristiklerini geliştirdiği belirlenmiştir. PAST içeren köfteler daha açık renkli algılanmıştır. Ancak % 2 veya % 4 oranında PAST eklenmesi, düşük yağ içerikli köftelerin duysal özelliklerinde belirgin farklılıklara yol açmamıştır. PASTnün, pişirme özelliklerini geliştirmek için, geleneksel Türk tipi köftelerde dolgu maddesi olarak kullanımı önerilebilmektedir.

PAS proteinleri, deniz ürünlerinde de gerek besinsel değeri gerekse fonksiyonel özellikleri geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada, tuzlanmamış ve

düşük tuzlu balık ürünlerinin mekanik özelliklerinin PAS protein konsantresi kullanımı ile arttığı gösterilmiştir. Bazı araştırmalar da, PAS protein konsantrelerinin çeşitli balıklardan hazırlanan surimi'nin besinsel değeri ve tekstürel özelliklerini geliştirdiği bulunmuştur. Japoncada “kıyılmış et” anlamına gelen surimi, kemikleri ayrılmış ve kıyılmış balık etinin rafine edilmiş halidir. Surimi gibi deniz ürünlerinde, fonksiyonel ingradyent olarak PAS protein konsantreleri kullanılmaktadır.

5.4. BEBEK MAMALARINDA KULLANIMI

Son yıllarda bebeklerin anne sütü ile beslenmesine olan ilgi ve anne sütü kullanımı yüzdesi artmış olsa da, inek sütü proteinleri temel alınarak üretilen yapay bebek mamaları da hala yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. PAS proteinleri bebek mamalarına büyük oranda katılabilmektedir. PAS'nda bulunan laktalbumin ve laktoglobulin, bebeklerin beslenmesinde ihtiyaç duyulan önemli amino asitleri içerdiğinden dolayı normal büyüme ve gelişme üzerine olumlu etki sağlamaktadır. β -laktoglobulin PAS proteinleri içinde en yüksek orana (% 58) sahip olan protein olup, yeni doğanlarda pasif bağışıklığın taşınmasında ve meme bezinde fosfor metabolizmasının düzenlenmesinde rol oynamaktadır. PAS proteinleri içinde miktar olarak en fazla bulunan ikinci protein olan α -laktalbumin ise yeni doğanlar için önemli bir enerji kaynağı olan laktozun biyosentezinde koenzim olarak görev almaktadır. Yapı ve kompozisyon açısından anne sütündeki temel proteine benzediği için PAS'undan elde edilen saf α -laktalbumin bebek mamalarında kullanılmaktadır.

Bütün bu olumlu etkileri yanı sıra, bebek maması formülasyonlarında yer alan bazı inek sütü proteinlerinin bebeklerde alerjik hastalıklara neden olabileceği bildirilmektedir. Bu alerjiye karşı bebekler için alternatif formüller geliştirme gerekliliği ortaya çıkmıştır. Soya fasulyesi protein izolatları veya hidrolize kazeinlerden üretilen bebek mamaları bulunmaktadır. Ancak hidrolize kazeinlerin üretim zorluğu bulunmakta ve soya fasulyesi içeren formüllerin ise yüksek immunolojik duyarlılığa sebep olduğu bildirilmektedir. Ayrıca soya fasulyesi proteinlerinin de, en az inek sütü proteinleri kadar, antijenik olabileceği bildirilmektedir. Isıl işlem uygulamalarının inek sütü proteinlerinin antijenitesi

üzerine etkisi yoğun çalışılan konulardan biridir. Kazeinler ısıl stabil olmasına karşın, PAS proteinlerinin antijenitelerinin ısıl işlem ile azaltıldığı gösterilmiştir.



Hipoalerjik bebek maması üretmek için PAS proteinlerine ısıl işlem uygulaması basit ve uygun bir stratejidir. İstenmeyen Maillard tepkime ürünlerinin oluşumunu engellemek için ısıl işlem uygulaması öncesinde laktoz derişimi, diafiltrasyon ile azaltılmalıdır. Karbohidratlar, vitaminler ve mineraller daha sonra eklenebilir.

PAS kuru maddesinde % 8-10 oranında mineral madde bulunmaktadır. Bu durum PAS ve PAST'nun bebek maması formülasyonlarında kullanımında problem yaratmaktadır. Anne sütü mineral içeriğine benzetmek için yapılan işlem ile mineraller % 90-95 oranında azaltılmaktadır. PAS'dan

minerallerin uzaklaştırılması amacıyla elektrodiyaliz, iyon değişimi ve nanofiltrasyon ile bu proseslerin kombinasyonları kullanılabilir.

Genel olarak anne ve inek sütleri arasında benzerlikler bulunmakla birlikte belirgin farklılıklar da bulunmaktadır. Protein profili incelendiğinde, α -laktalbumin her iki sütte de bulunan bir proteindir. Ancak β -laktoglobulin PAS’nda bulunan temel bir protein olmakla birlikte insan sütünde bulunmamaktadır. Bu protein, bebek maması formülasyonlarının hazırlanmasında inek sütünün kullanımına sınırlamalar getiren ve bebeklerde alerjiye neden olan maddelerden biridir. Yüksek duyarlılığa sahip bebeklerde bu protein, çok düşük miktarlarda bile alerjik reaksiyonlara neden olabilmektedir. Bu nedenle bebekler için hidrolize kazein ve hidrolize PAS formülleri önerilmektedir.

Yapılan bir çalışmada, ailede alerji geçmişi olan bebekler başta olmak üzere, sadece anne sütü ile beslenmeyen bebeklerde, inek sütü formülü yerine kısmen hidrolize % 100 PAS proteini formülleri ile beslenmenin, bebeklerde Atopik Dermatit (alerjik hastalıklar grubundandır) riskini azalttığı gösterilmiştir.

Bebek mamalarında kullanılacak WPC ile ilgili uygulanabilecek diğer yöntemler ise β -laktoglobulinin iyon değişim kromatografisi veya UF gibi membran ayırma prosesleri kullanılarak uzaklaştırılmasıdır.

WPC’nin bebek mamalarında hammadde olarak kullanıldığı bir diğer çalışmada ise prespitasyon ile β -laktoglobulinin % 99’undan fazlası uzaklaştırılmış ve α -laktalbumin proteinince zengin (geri kazanım oranı % 86) bir ürün elde edilmiştir.

5.5. SPORCU BESLENMESİNDE KULLANIMI

Yüksek kaliteli protein içermesinden dolayı PAS proteinleri sporcu içeceklerinde ingrdiyent olarak kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalar, PAS proteinlerinin atletlere sayısız yarar sağlayacağı yönündedir. Bazı klinik çalışmalar, sporcuların diyetlerinde yer alan PAS proteinlerinin atletik performansı direkt olarak arttırdığını göstermiştir.

Sporcular için, özellikle WPC 80 ve WPI, minimum düzeyde laktoz içeriği ile yüksek kalitede protein sağlamaktadır.

PAS amino asit profili, iskelet kaslarında bulunan amino asitlerle büyük ölçüde benzerlik göstermektedir.

PAS protein takviyeleri genellikle diğer protein kaynaklarından daha yüksek oranda temel amino asit içermektedir. Bu temel amino asitler, kastaki protein sentezi için gerekli olan amino asitlerdir.



PAS protein takviyeleri, dallanmış yapıdaki amino asitlerce de zengindir. Bu amino asitler lözin, izolözin ve valindir. Atletler için bu amino asitler kas metabolizmasında çok önemli rol oynamaktadırlar. Bu dallanmış yapıdaki amino asitler, özellikle lözin, protein sentezinde DNA tranlasyonunda anahtar bir rol üstlendiğinden, antrenmandan sonra kaslara bu amino asidin sağlanması daha etkili bir geri kazanımı da beraberinde getirmektedir.

PAS proteinlerinin yapısında bulunan sistein amino asidi ise kas gelişiminin yanı sıra sporcuların vücut ağırlıklarını korumalarına da yardımcı olmaktadır.

PAS proteinleri, diğer proteinlerden daha farklı bir şekilde sindirilmeleriyle de eşsiz bir değere sahiptir. Vücutta hızlı emilimleri, dokulara daha fazla amino asidin ulaşmasını ve vücutta, daha yüksek protein kazanımı ile sonuçlanan, daha yüksek oranda protein sentezini beraberinde getirmektedir.

PAS proteinlerinin suda kolay çözünür olmaları ve herhangi bir sıvıyla kolayca karışabilmeleri, onların antrenman öncesinde, sırasında veya sonrasında tüketilebilmesine olanak sağlar.

PAS proteinleri, eksersiz boyunca fizyolojik adaptasyonu geliştirmek ve atletik performansı arttırmak için önerilen bir kaç besinsel takviyeden biridir. Sporcu sağlığı ve performansını optimize etmek için PAS proteinlerinin kullanılması üzerine yapılan araştırmalar hala yeterli düzeyde değildir. Bu nedenle daha net önerilerde bulunulabilmesi için daha fazla klinik çalışmanın tamamlanması gerekmektedir.

6. PEYNİR ALTI SUYUNDAN ÜRETİLEN GIDA ÜRÜNLERİ

6.1. PEYNİR ALTI SUYUNDAN ÜRETİLEN PEYNİRLER

Uluslararası Sütçülük Federasyonu (IDF) tarafından tanımlanan iki tip PAS peyniri (Ricotta tipi PAS peyniri ve Mysost peyniri) vardır. Bu iki tip peynir arasındaki temel farklılık üretim teknikleridir (Şekil 6.1). İtalyan tipi PAS peyniri olan Ricotta peyniridir ve benzer ürünler Türkiye (lor peyniri), Portekiz ve diğer bölgelerde de üretilmektedir. Bu ürünlerin üretimi proteinlerin ısıtma işlemi ve asit koagülasyonu temeline dayanmaktadır. Ülkemizde yaygın bir şekilde tüketilen lor peyniri, peynir altı suyunun kaynatılıp proteinlerin çöktürülmesi ve süzülmesiyle elde edilir. Ricotta peyniri, peynir altı suyunun 90°C’de ısıtılmasından sonra ekşi peynir altı suyu ilave edilerek proteinlerin çöktürülmesi yoluyla üretilen bir peynir çeşidi olup lor peynirine benzemektedir. Bu peynirlerden farklı olarak Mysost peyniri PAS’nun tüm bileşenlerini içerir ve üretim sırasında sadece su buharı açığa çıkar. Mysost peyniri ise peynir altı suyunun ısıtılarak koyulaştırılması ve kontrollü bir laktoz kristalizasyonu sonucu elde edilir.

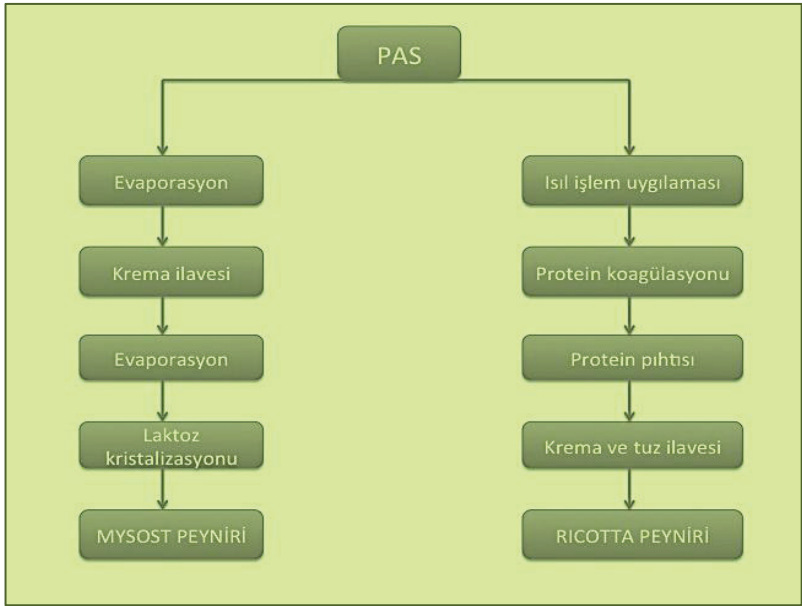


Lor ve Ricotta peynirlerinin üretimindeki ısıt işlem uygulaması ile pıhtılaşan kısım, rennin ile tepkimeye girmeden peynir altı suyuna geçen α -laktalbumin ve β -laktoglobulin proteinleridir. PAS proteinlerinin tamamen denatüre olabilmesi için 77.5°C'de 1 saat, 80°C'de 30 dakika veya 90°C'de 5 dakika ısıt işlem uygulamak yeterlidir.

İnek sütünden yapılan peynirlerden arta kalan peynir altı suyundan lor peyniri yapılırken asitlik oranının ayarı ilk pıhtı parçacıkları görüldüğünde fosforik asit, tartarik asit, laktik asit, sitrik asit ya da asetik asit eklenerek yapılabilir. Süt işletmelerinde bu amaçla ekşi peynir altı suyu tozu, ultrafiltre edilmiş ekşi peynir altı suyu da kullanılabilir. pH'daki bu değişiklikler α -laktoalbumin ve β -laktoglobulinin 78-100°C'deki denatürasyonu ve denatüre olmuş proteinlerin birleşmesini, bu da doğrudan lor peyniri randımanını ve kaliteyi etkiler. İnek sütünden yapılan peynirlerden elde edilen peynir altı sularının pH değeri 4.5-5.2 aralığında olmalıdır. Ancak koyun sütünden elde edilen peynir altı suyunda asitlik ayarlanmaz. Lor yapımında kullanılan diğer maddeler ise peynirin tadını geliştirmek için kullanılan CaCl_2 ve NaCl ilavesidir. NaCl 70-75°C'de ve % 0,1-1,5 oranında kullanılır. NaCl kullanılmasının nedeni,

peynir altı suyu proteinlerinin denaturasyon derecesini arttırmıştır.

Isıl işlem sonunda sonunda çöken kısım biraz soğuduktan sonra cendere bezlerine alınır ve bir gün boyunca süzölmeye bırakılır. Lor peyniri taze olarak tüketime sunulmak istenirse tuzlanmaz. Eğer ürün depolanacak ise tuzlanması gerekir.



Şekil 9. PAS peynirlerinin üretim akım şemaları.

6.2. PEYNİR ALTI SUYU İÇECEKLERİ

Peynir altı suyundan içecek üretimi 1970'li yıllarda başlamıştır. En eski peynir altı suyu içeceklerinden bir tanesi İsviçre'de üretilen *Rivella*'dır. Günümüze kadar farklı doğal tatlı veya ekşi, proteinlerinden arındırılmış,

sulandırılmış, fermente edilmiş ve konsantre peynir altı suyu içeceklerinin üretimi geniş ölçüde geliştirilmiştir.

Peynir altı suyu bazlı içecekleri, yaşlıdan küçük çocuklara kadar geniş bir tüketici grubunu hedeflemektedir. Sağlığa yararlı etkileri nedeniyle, tüberküloz, cilt ve sindirim sistemi rahatsızlıkları gibi bazı hastalıkların tedavisinde Antik Yunan çağından beri kullanılmaktadır. 18. yüzyılda peynir altı suyu ile hastalıkların tedavisi için uzmanlaşmış enstitüler kurulmuş, peynir altı suyunun besinsel ve tedavi edici özellikleri üzerine detaylı çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Peynir altı suyu diyare, safra hastalıkları, cilt problemleri, üriner bölgedeki pullanmalar ve bazı intoksikasyonların tedavileri için başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Bu içecekler, yüksek besinsel niteliği ve yüksek miktarda proteinleri içermeleri nedeniyle atletler için de ideal bir besin ve enerji kaynağıdır.



Peynir altı suyu proteinleri, demir bağlayıcı bir protein olan laktoferrini, peynir yapımında rennet kullanımı sonrası ortaya çıkan glikomakropeptit (GMP)'i, doğal olarak serbest fenilalanin ve kalsiyum bağlayıcı bir protein olan α -laktalbumini de içermektedir. Laktoferrinin varlığından dolayı peynir altı suyu içeceklerinden fonksiyonel gıda olarak istenilen gıdalardan demir emiliminin geliştirilmesi ve/veya patojenleri tutarak intestinal duvarlara bağlanmasının engellenmesi amacıyla yararlanılabilmektedir. Bu içecekler kalsiyum emilimini de arttırdığı için, özellikle osteoporozis rahatsızlığı çeken yaşlı insanların beslenmesinde çok önemlidir.

6.2.1. ALKOLSÜZ PAS İÇECEKLERİ

Geçtiğimiz son on yılda formül ve yöntemleri geliştirilmiş peynir altı suyu içeceklerinin üretimi, meyve konsantresi ilaveli ve meyve kuru madde miktarları %5 ile 20 arasında olacak şekilde patentlerle tescillenmiştir. Bu içeceklerden, turuncgil aromalı ve mango, muz veya papaya gibi diğer tropikal meyve aromaları eklenmiş içecekler sıklıkla önerilmektedir. Çünkü bu içeceklerin istenmeyen pişmiş süt aroması ve taze peynir altı suyunun tuzlu-ekşi aromasının maskelenmesi açısından çok etkili olduğu gösterilmiştir. Bunun yanında, elma, armut, şeftali, kayısı ve kiraz gibi meyvelerin konsantrelerinin kullanımı üzerine de çalışmalar yapılmıştır. Demir ve antioksidanların iyi bir kaynağı olarak bilinen dut gibi meyvelerin bu ürünlere eklenmesi denemelerinden başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Meyveler dışında, PAS'na çikolata, koka, vanilya, tahıl (çoğunlukla pirinç, yulaf ve arpa), bal gibi diğer aroma ajanlarının kullanılması uygulanmıştır. Tahılların özellikle de kepeğin eklenmesi, çok ilginç olarak görülmektedir.

Diyet lif, temel yağ asitleri (yulafın eklenmesi) ile zenginleştirilmiş içeceklerin üretimi de gerçekleştirilmiştir.

Peynir altı suyunun çeşitli laktik asit bakterileri ile fermentasyonu sonucu üretilen probiyotik peynir altı suyu içeceklerinin, kandaki kolesterol seviyesini düşürücü, laktoz metabolizmasını düzenleyici, kan basıncını düşürücü, antikanserojenik özellikleri ve bağışıklık sistemi geliştirici gibi insan sağlığına olumlu etkiler gösterdiği uzun zamandır bilinmektedir. Bu tip PAS içeceğine bir örnek “wheyghurt” olarak adlandırılan bir üründür. Bu içecek proteini uzaklaştırılmış ve pH’sı 6.4’e ayarlanmış PAS’na % 4 oranında yoğurt kültürü eklenerek ve 42°C’de 8 saat inkübasyona bırakılarak üretilmektedir. Daha sonra içine şeker (% 10) ve portakal aroması (% 0.15) eklenmektedir.

Diyetetik içecekler de, hidrolize laktozlu içecekler, süt ve toz içecekler gibi alkolsüz peynir altı suyu içecekleri kategorisinde yer almaktadır. Bileşimi ve bileşimi ile ilişkili özellikleri nedeniyle, peynir altı suyu, bazı tatlandırıcı maddeler (sıklıkla sakarin ve siklamat), elma veya bazı tropik meyveli ve stabilize ajan içeren basit diyetetik içeceklerin üretimi için iyi bir hammadDEDİR. Bu içecekler çok düşük enerji değerine (104-113 kJ/100mL) sahiptir ve bu özelliği geniş tüketici grubu tarafından tüketilmesini uygun kılmaktadır.

Sıvı veya toz peynir altı suyunun yağsız veya tam yağlı süt, yayıkaltı suyu, bazı bitkisel yağlar, hidrokoloid ve emülgatörler ile karıştırılmasıyla süt benzeri içecekler de üretilmektedir. Süt, içeceğin yoğunluk ve kararlılığını geliştirmek amacıyla eklenmektedir. Bu kategorideki en ünlü ürünlerden bir tanesi olan *Way-Mil*, süte benzer görünümde, kendine özgü tatta ve çikolata veya meyveler gibi ilaveleri içerebilmektedir. Ürün, yaklaşık % 2-4 süt

yağı, %1-1.5 protein, % 4-5 laktoz, %0.7 mineral ve suda çözünen vitaminleri içermektedir. Bu ürünler vitamin ve minerallerle de zenginleştirilebilmektedir. Sıvı içeceklerle karşılaştırıldığında, bu ürünler daha kolay taşınmakta ve depolanmakta, bu açıdan protein kaynaklarının sınırlı olduğu ve yaşam şartlarının zor olduğu durumlarda toplumun beslenmesinde önem kazanmaktadır. Peynir altı suyu içeceklerinin üretimi genellikle peynir altı suyunun soya, meyve tozu, konsantre meyve suyu veya peynir altı suyu proteini konsantreleri ile karıştırılmasını kapsamaktadır.

Çizelge 4 Avrupa pazarında yer alan bazı PAS içecekleri.

Ürün ismi	Karakteristikler / Bileşim	Orijin Ülke
Frusighurt	Aromalandırılmış ve E-vitaminince zenginleştirilmiş peynir suyu	Almanya
Big M	Meyve/turunçgil ilaveli peynir altı suyu	
Mango Molke-Mix	Mango ekstraktı ve bifidobakter eklenmiş peynir altı suyu	
Frucht-Molke (Immensee)	Siyah frenk üzümü veya % 25 oranında 10 meyvenin karışımı (portakal, ananas, kayısı, muz, egzotik meyveler, mango, erik ve turunçgil) eklenmiş peynir altı suyu	
Kur-Molke	Elma veya portakal/maracuja ekstraktı eklenmiş peynir altı suyu	
Molken Frucht Nektar	Peynir altı suyu + % 25 portakal/maracuja konsantresi	
Multivitamin-Molke	Peynir altı suyu + 10 meyve ekstraktı + 10 Vitamin	

Rivella	Su, peynir altı suyu, karbonik asit, şeker, doğal aromalar, asitlendirici ajan (L-laktik asit)	İsviçre
Sureli	% 35 temiz, deproteinize, karbonatlı peynir altı suyu	
Fit	Rivella benzeri içecek, fakat karbonatlı peynir altı suyuna %15 meyve pulpu veya mango ekstraktı ilave edilmiştir.	
Latella	Peynir altı suyu + mango + marakuja ve meyve pulpu/turunçgil ekstraktı	Avusturya
Morea	Peynir altı suyu konsantresi + %40 mango, kivi ve egzotik meyve ekstraktı	Fransa
Djoez	%80 peynir altı suyu + %12.8 meyve konsantresi + aroma	Norveç
Taksi	%85.3 peynir altı suyu + %6.3 meyve konsantresi + renklendirici ajan	
Hedelmatarha	Laktozu hidrolize peynir altı suyu + meyveler (mango veya egzotik meyve karışımı)	Finlandiya

Fanna-fitt	%80 ultrafiltre tatlı peynir altı suyu fermente edilmekte ve meyve ekstraktları (mango, ananas, çilek) 2. ultrafiltrasyondan sonra karıştırılmaktadır.	Macaristan
Lambada	Pastörize peynir altı suyuna % 3 meyve şurubu, şeker ve gerektiğinde sitrik asit ilave edilmektedir.	Slovenya

6.2.2. ALKOLLÜ PAS İÇECEKLERİ

Laktoz, peynir altı suyu kuru maddesinin ana bileşeni (yaklaşık %70'i) olduğu için, peynir altı suyu alkollü içeceklerin üretimi için çok iyi bir hammadDEDİR. Düşük alkollü (≤ 1.5) içecekler olarak adlandırılan alkollü peynir altı suyu içecekleri, laktozun direkt fermantasyonu (genellikle *Kluyveromyces fragilis* ve *Saccharomyces lactis* gibi maya türleri ile) veya istenen alkol seviyesine (%0.5-1.0) ulaşana kadar sakkaroz ilavesi, aromalandırma, tatlandırma ve ambalajlama aşamalarından oluşmaktadır. Böylece, mevcut laktoz miktarı laktik aside dönüşmekte, kalan fermentler alkole dönüşürken bu son ürüne serinletici ekşi bir tat vermektedir. Peynir altı suyunun kefir kültürüyle fermente edilmesiyle elde edilen "Milone" ve Polonya'da üretilen ve "Serwoit" olarak bilinen peynir altı suyu köpüklü şarabı bu kategoridedir.

Kefir, Kuzey Kafkasya kökenli fermente bir süt ürünüDİR. Geleneksel olarak kefir tanelerinden elde edilir ve bu özelliği ile yoğurt ve benzeri ürünlerden ayrılmaktadır.

Kefir endüstriyel olarak ise starter kefir kültürünün süte aşılınmasıyla üretilmektedir. Yapılan bir çalışmada süt yerine; süt tozu, PAS tozu ve yayık altı farklı oranlarda kullanılarak kefir tanesinden ve kültüründen kefir üretimi gerçekleştirilmiştir.

Peynir altı suyu birası malt ilaveli veya ilavesiz olarak üretilmektedir. Bu ürün minerallerle zenginleştirilebilmekte veya nişasta hidrolizatları ve vitaminleri içerebilmektedir.

Peynir altı suyu şarabı, nispeten düşük alkol miktarına (%10-11) sahiptir ve genellikle meyve aromaları ile tat-koku kazandırılmaktadır. Peynir altı suyu şarabı üretimi temizleme, proteinlerin uzaklaştırılması, β -galaktosidaz ile laktoz hidrolizi, tortusundan arındırılarak aktarım ve soğutma, mayaların eklenmesi ve fermentasyon, aktarma, olgunlaştırma, filtre etme ve şişeleme aşamalarını kapsamaktadır.

Ayrıca proteini alınmış asit PAS'na sakkaroz ve karamelize şeker, bira mayası, meyve aroması ve su katıldıktan sonra karışım şişelenip, 18°C'de 8-12 saat fermentasyona bırakılarak PAS şampanyası üretilmektedir.

Yürütülen bir araştırmada, WPC (% 35 protein içeren) ve seçilmiş bazı laktik asit bakterileri kullanılarak fonksiyonel PAS içeceği üretimi üzerine çalışılmıştır. WPC'nin fermentasyonu ile temel süt alerjeni olan β -laktoglobulin düzeyi düşük ve dallanmış temel amino asit oranı yüksek bir içecek üretilbileceği gösterilmiştir.

7. DİĞER PAS ÜRÜNLERİ VE KULLANIM ALANLARI

7.1. LAKTİK ASİT ÜRETİMİ

Peynir altı suyuna ısıtıl işlem uygulanarak istenmeyen mikroorganizmalar uzaklaştırılmakta ve homofermentatif laktik asit bakterileri aşılanarak laktik asit elde edilmektedir. *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Lueconostoc* ve *Pediococcus* türü laktik asit bakterileri, laktik asit üretiminde yaygın olarak kullanılan türlerdir. Laktik asit gıda, ilaç, deri ve tekstil endüstrilerinde kullanılmaktadır. Öncelikli bir şekilde “koruyucu” ve “asitlendirici” olarak uygulamaları bulunmaktadır.

Son yıllarda laktik asit üretimine olan ilgi artmıştır. PAS, polilaktik asitlerin üretimi için hammadde olarak kullanılmaktadır. Polilaktik asitler ise özel ilaçları ve çevre dostu biyolojik olarak parçalanabilir biyoplastiklerin üretiminde kullanılan bir polimerdir.

Laktik asit üretimini başarılı bir şekilde gerçekleştirmek için kullanılacak uygun biyoreaktörlerin dizaynı önemli konuların başında gelmektedir. Son biyoteknolojik yöntemler ve biyoreaktör dizaynları ile PAS'nun inovatif kullanımının, süt endüstrisinin yüz yüze kaldığı temel çevre kirliliği problemini çözme çabaları adına, üzerinde yoğun ilgi gören konular arasında kalmaya devam edeceği düşünülmektedir.

7.2. ETİL ALKOL (BİYOETANOL) ÜRETİMİ

PAS fermentasyonu yöntemiyle ilk etanol üretimi üzerine çalışmalar 1940'lara dayanmaktadır. Çevre kirliliğinin azaltılması ve laktozun etanole dönüşümü eş zamanlı bir biçimde başarılmıştır ve günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sonuç olarak, PAS'nun işlenmesi ve eş zamanlı olarak etanol üretimi büyük ilgi toplayan bir konudur. Bu konuda yapılan çeşitli çalışmalarda bu amaç doğrultusunda PAS, PAST çözeltisi, UF'den elde edilen PAS permeatı ve hatta deproteinize PAS'nun kullanıldığı bildirilmektedir. Bu işlem *Torula cremoris*, *Kluyveromyces fragilis*, *Kluyveromyces marxianus*, *Candida pseudotropicalis* ve *Saccharomyces cerevisiae* gibi spesifik bir grup mikroorganizma kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Laktozun etanole biyodönüşümünün yürütüldüğü tepkimede teorik olarak 1 kg laktoz başına maksimum 0,538 kg etanol açığa çıkmaktadır.

Ancak PAS veya PAS permeatındaki laktozun sıvı etanole dönüşümü, mısır nişastası veya şeker kamışı şekeri gibi diğer hammaddelerle karşılaştırıldığında, ekonomik anlamda rekabet edilmesi oldukça zor olan bir uygulamadır.

PAS'dan elde edilen etanol, gıda endüstrisinin yanı sıra kimya, ilaç ve kozmetik endüstrisinde ve ayrıca alternatif ve çevreci bir yakıt olarak kullanılabilir.

7.3. TEK HÜCRE PROTEİNİ (THP) ÜRETİMİ

Dünya nüfusundaki tehlikeli artış, üçüncü dünya ülkeleri başta olmak üzere, gıda üretiminde talebin artmasını da beraberinde getirmektedir. Bu durum inovatif ve alternatif gıda kaynaklarına olan talebi doğurmaktadır. Tek hücre proteini (THP) üretimi, bu yöndeki temel basamaklardan

biridir. THP, mikrobiyal biyokütleden ekstrakte edilen protein olarak tanımlanmaktadır. THP, soya eti ve balık eti gibi maliyetli konvansiyonel kaynaklara alternatif olarak, protein takviyesi olarak kullanılabilir. Ayrıca tarımsal ve endüstriyel atıkların proteince zengin yiyeceklere biyolojik olarak dönüşümü, son ürünün daha düşük maliyetlerle elde edilmesinde avantaj sağlamaktadır.

PAS, THP üretiminde substrat olarak kullanılmaktadır PAS'nda bulunan ve BOİ'na etki eden temel bileşen olan laktoz, THP üretimi için temel madde olduğundan yüksek katma değerli bir ürün üretimi ile birlikte PAS'nun çevre kirliliği potansiyeli de azaltılmış olmaktadır.

THP üretiminde en yaygın olarak kullanılan küflerden biri *Kluyveromyces fragilis*'tir. Ayrıca FDA gibi dünya otoriteleri tarafından kabul gören ve bu amaçla kullanılan bir diğer küf de *Aspergillus oryzae*'dir. PAS'dan mikrobiyal biyokütle üretimi, ticari olarak 1940'lardan bu yana yapılmaktadır. Gıda olarak kullanılmak üzere PAS'dan endüstriyel ölçekli THP'i üretimi 1958 yılında Fransa'da başlatılmıştır. Üretimde PAS (whey) permeatında *Kluyveromyces lactis*, *K. fragilis* ve *Torulopsis bovina*'dan oluşan üç tür küf kullanılmaktadır. PAS bu üretimde direkt kullanılmaz çünkü bu mikroorganizmalar protein üretemeyebilirler. Ayrıca PAS'daki proteinler küflerin çökmesine neden olarak fermentasyonu inhibe ederler. Fransa'daki bu işletmede sürekli sistemde, pH=3.5 ve 38°C'de 1 yıldan fazla bir süre küflerin gelişimine olanak tanınmaktadır. Kontaminasyon riskini azaltmak için yüksek sıcaklık ve düşük pH önerilmektedir. Fermentasyon tanklarına, etanol oluşumunun önüne geçmek için, yüksek oranda oksijen transfer edilmektedir.

Küf biyokütlesi santrifüjleme ile geri kazanılır, 85°C’de ısıtılarak işlem uygulanır ve püskürtmeli kurutucularda kurutulur. Elde edilen THP’nin % 48-52 oranında protein içerdiğini, bunların lizin amino asidi yüksek oranda olmak üzere, temel amino asitleri ve ayrıca B grubu vitaminleri içerdiğini belirlenmiştir. Bu ürünün ticari ismi “Protibel”dir.

Biyokütle, öncelikli olarak hayvan beslenmesinde ancak aynı zamanda da insan beslenmesinde kullanılmaktadır. Fransa’daki bu işletme yılda yaklaşık 2500 ton THP üretmekte ve bu ürün yaklaşık 30 yıldır insan beslenmesinde kullanılmaktadır.

Kefir mikroorganizmaları kullanılarak PAS’nun aerobik fermentasyonu ile THP üretiminin gerçekleştirildiği bir çalışmada ise % 54 protein içeren THP’nin emülsiyon oluşturma özelliklerinin ve köpük stabilitesinin yüksek olduğu ve güçlü yapıya sahip jel oluşturma yeteneği sergilediği gösterilmiştir.

7.4. STARTER KÜLTÜR ÜRETİMİ

PAS’nda bulunan laktoz ve diğer besin öğeleri mikrobiyal gelişim için gerekli olup, PAS’nu biyoteknolojik anlamda çeşitli biyoürünlerin üretimi için potansiyel bir hammadde haline getirmektedir. Çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesinde, çeşitli kimyasalların (etil alkol gibi) ve katma değeri ve besinsel nitelikleri yüksek maddelerin (ekmek mayası, proteince zenginleştirilmiş hayvan besinleri, kefir benzeri PAS içecekleri, peynirin olgunlaştırılmasında kullanılan starter kültürler ve probiyotik gıda katkı maddeleri) büyük ölçekli üretimi için PAS ürünlerinin kullanılması amaçlanmaktadır.

PAS’nda *Kluyveromyces marxianus*, *Lactobacillus bulgaricus* ve karışık kefir kültürünün gelişmesi yoluyla starter

kültürler üretilmektedir. Laktoz dönüşüm proseslerinin endüstriyel ölçekli kullanımı için uygulanabilir ve düşük maliyetli koruma yöntemleri (kurutma gibi) gereklidir. Starter kültürlerin kurutma işlemi masraflarını düşürmek için düşük bir sıcaklıkta termal kurutma yöntemi denenmiştir. Bu bağlamda, dondurarak kurutulmuş ve termal olarak kurutulmuş starter kültürler, süt endüstrisinde peynir olgunlaştırılması sürecinde starter kültür olarak değerlendirilebilmektedir.

7.5. DİĞER ÜRÜNLER VE KULLANIM ALANLARI

Gıdalarda kullanılan çeşitli organik asitler (asetik, propiyonik, laktik, sitrik ve glukonik asitler), amino asitler (glutamin, lizin ve threonin) ve vitaminler (kobalamin ve riboflavin) farklı mikroorganizma ve prosesler kullanılarak PAS'ndan üretilmektedir.

PAS permeatından elde edilen hidrolize laktoz, fermentasyonla ksantan gam üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır. Bu polisakkarit, gıda endüstrisinde kıvam arttırıcı, emülgatör ve stabilizatör olarak kullanılmaktadır. PAS laktozu, dekstranlar gibi diğer polisakkaritlerin üretiminde de kullanılmaktadır. Dekstranların, gıdalarda kullanılan ingradyentlerin bir çoğu ile uyumlu olup, emülsifiye etme ve stabilize etme gibi özelliklerinden dolayı gıdalarda bir çok kullanım alanı bulunmaktadır. Bunlar arasında, unlu ürünler, şekerlemeler, içecekler ve koruyucu kaplamalar yer almaktadır.

Yenilebilir filmlerin gıda ambalajlamasında kullanımı, gıda güvenliği açısından çok da eski olamayan bir yaklaşımdır. Tüketicilerin yüksek kalite ve uzun raf ömürlü gıdalara olan taleplerindeki artış ve doğada geri dönüşümlü ambalajlara

olan ihtiyaç yenilebilir film araştırmalarına olan ilgiyi arttırmıştır. PAS'nda üretilen ve gıda ambalajı olarak kullanılabilen protein filmi, oksijen geçirgenliğini engelleme konusunda mükemmel bir avantaja sahiptir. Ayrıca PAS'ndan üretilen filmler şeffaf, kokusuz ve yüksek esneme yeteneğine sahiptir. Peynir altı suyu proteini kaplamalar, dondurulmuş balıklarda antioksidan özellik sağlamaktadır.

Ayrıca modifiye PAS rnleri margarin üretiminde de kullanılmaktadır. Jel filtrasyon yöntemiyle elde edilen ve laktozu kısmen uzaklaştırılmış PAS tozu, margarinin tekstürel özelliklerini iyileştirmek amacıyla % 2-4 oranında kullanılabilmektedir.

8. SONUÇ

Peynir üretimi sırasında açığa çıkan peynir altı suyu, laktoz ve proteinler gibi önemli bileşikleri içermektedir. PAS, bileşenleri ile birlikte, çoğunlukla değerlendirilmemekte ve atılmaktadır. PAS'nun doğaya bırakılması, hem çevre kirliliğine yol açmakta hem de değerli bileşenlerin kaybına neden olmaktadır.

Dünyada peynir altı suyu üretiminin, yıllık %1-2 oranındaki artış hızıyla, 160 milyon tonun üzerinde olduğu belirlenmiştir. Sütten gelen bileşiklerin varlığı peynir altı suyuna, katma değeri yüksek ürünlere dönüşümünde, önemli bir hammadde niteliği kazandırmaktadır. Günümüzde tüm dünyada üretilen PAS'nun yaklaşık % 50'si farklı tipte gıda maddelerine dönüştürülebilmektedir. Ülkemizde her yıl yaklaşık 5 milyon ton PAS çıkmaktadır. Bu her yıl yaklaşık 250.000 ton laktoz, 40.000 ton protein ve 12.500 ton kalsiyum ve fosfat açığa çıktığı anlamına gelmektedir. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı resmi kayıtlarına göre 2012 yılında üretilen PAST ve laktoz miktarları, sırasıyla, 74.369 ve 2.836 ton'dur. Bu verilere göre, o yıl yaklaşık 1.16 milyon ton PAS bu amaçla kullanılmıştır. Geriye kalan yaklaşık 3.85 milyon ton PAS ile ilgili bilgilerin yer almamasının, bu miktardaki PAS'nun değerlendirilmediği olasılığını akla getirmektedir. Pek çok insanın açlıkla karşı karşıya olduğu günümüz dünyasında, PAS gibi artıkların yeterince değerlendirilememesi ve üstelik doğayı tehdit eden bir potansiyele sahip olması üzerinde durulması gereken önemli bir konudur.

PAS'nun, gıda endüstrisi başta olmak üzere, değerlendirilme alanlarının oldukça geniş olduğu

bilinmektedir. Bir çok PAS ürününün fonksiyonel özellikleri, onların gıda ingrediyenti olarak kullanımına izin vermektedir. PAS ülkemizde yeteri düzeyde değerlendirildiğinde ve katma değeri yüksek ürünlere dönüşümü için düşük maliyetli üretim tekniklerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması durumunda gerek PAS'nun doğada yol açtığı kirlenmenin önüne geçilecek gerekse ekonomiye önemli katkılar sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

- Akın, N., 2004. Modern Süt Ürünleri Teknolojisi. Konya. ISBN:975-270-003-9. P. 357.
- Alexander, D.D., Cabana, M.D., 2010. Partially Hydrolyzed 100% Whey Protein Infant Formula and Reduced Risk of Atopic Dermatitis: A Meta-analysis. Hepatology and Nutrition. 50(4):422-430.
- Alpkent, Z., Göncü, A., 2003. Peynir suyu ve peynir suyu proteinlerinin gıda, kozmetik ve tıp alanlarında kullanımı. Gıda Mühendisliği Dergisi. 26-30.
- Anonim, 1981. Türk Standardı (TS1018). Çiğ süt. Türk Standartları Enstitüsü (TSE). Aralık 1981. Ankara.
- Anonim, 1995. Türk Standardı (TS 11860). Peyniraltı suyu tozu (Whey powder). Türk Standartları Enstitüsü (TSE). Ekim 1995. Ankara.
- Anonim, 2000. Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. 14.02.2000-23964 nolu Resmi Gazete. 2000/6 Nolu Tebliğ.
- Anonim, 2012. Süt ve Süt Üretimi Verileri, Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK). Ankara.
- Anonim, 2013. Dünya ve Türkiye’de Süt Sektör İstatistikleri, Ulusal Süt Konseyi. Ankara.
- Anonim, 2013. Süt ve Süt Üretimi Verileri, Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK). Ankara.
- Anonim, 2014. Süt ve Süt Üretimi Verileri, Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK). Ankara.
- Anonymous, 2013. Annual Report, European Dairy Association (EDA).

- Anonymous, 2013. Opportunities for the Wisconsin Whey Industry. Wisconsin Whey Study, Madison.
- Anupama, Ravindra, P., 2000. Value-added food: Single cell protein. *Biotechnology Advances*. 18:459-479.
- Avcı, G., 2007. Laktoferrinin biyolojik özellikleri ve hastalıklarla ilişkisi. Afyon Kocatepe University. *Journal of Science*. 7(1): 23-24.
- Beena, A., Prasad, V., 1997. Effect of yogurt and bifidus yogurt fortified with skim milk powder, condensed whey and lactose-hydrolysed condensed whey on serum cholesterol and triacylglycerol levels in rats. *Journal of Dairy Research*. 64:453-457.
- De Souzaa, R.R., Bergamascoa, R., da Costab, S.C., Fengc, X., Fariaa, S.H.B., Gimenesa, M.L., 2010. Recovery and purification of lactose from whey. *Chemical Engineering and Processing*. 49:1137-1143.
- Dinçoğlu A.H., Ardiç, M., 2012. Peyniraltı suyunun beslenmemizdeki önemi ve kullanım olanakları. Harran Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi. 1(1):54-60.
- Ersoy, M., Uysal, H., 2002. Süt tozu, peynir altı suyu tozu ve yayıkaltı karışımları ile üretilen kefirlerin özellikleri üzerine bir araştırma 1. Bazı kimyasal özellikler, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 39 (3): 64-71.
- Foegeding, E.A., Luck, P., Vardhanabhuti, B., 2011. Whey Protein Products in *Encyclopedia of Dairy Science*, pp. 873-878. Second Edition, Academic Press.
- Fuquay, J.W., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., 2011. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Second Edition, Academic Press.
- Gauche, C., Tomazi, T., Barreto, P.L.M., Ogliari, P.J., Bordignon-Luiz, M.T., 2009. Physical properties of yoghurt manufactured with milk

- whey and transglutaminase. *LWT-Food Science and Technology*. 42:239-243.
- Gernigon, G., Schuck, P., Jeantet, R., 2011. Whey Processing- Demineralization in *Encyclopedia of Dairy Science*, pp. 738-743. Second Edition, Academic Press.
- Ghaly, A.E., Kamal, M., Correia, L.R., 2005. Kinetic modelling of continuous submerged fermentation of cheese whey for single cell protein production. *Bioresource Technology*. 96:1143-1152.
- Guimarães, P.M.R., Teixeira, J.A., Domingues, L., 2010. Fermentation of lactose to bio-ethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorisation of cheese whey. *Biotechnology Advances*. 28:375-384.
- Gür, F., Güzel, M., Öncül, N., Yıldırım, Z., Yıldırım, M., 2010. Süt Serum Proteinleri ve Türevlerinin Biyolojik ve Fizyolojik Aktiviteleri. *Akademik Gıda*. 8 (1):23-31.
- Gürsel, A., 2001. Süt Esaslı Ürünler Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları. pp. 133-148. Yayın no:1522, Ankara.
- Harper, W.J., 2011. Dairy Ingredients in Non-Dairy Foods in *Encyclopedia of Dairy Science*, pp. 125-134. Second Edition, Academic Press.
- Heppell, L.M.J., Cant, A.J., Kilshaw, P.J., 1984. Reduction in the antigenicity of whey proteins by heat treatment: a possible strategy for production a hypoallergenic infant milk formula. *British Journal of Nutrition*. 51:29-36.
- Hui, Y.H., 1993. *Dairy Science and Technology Handbook 1 Principles and Properties*, Wiley-VHC. New York. P.p. 6-7.
- Jelen, P., 2011. Whey Processing- Utilization and Products in *Encyclopedia of Dairy Science*, pp. 731-737. Second Edition, Academic Press.

- Kar, T., Misra, A.K., 1999. Therapeutic properties of whey used as fermented drink. *Revista de Microbiologia*. 30:163-169.
- Kosikowski, F.V., and V.V. Mistry. 1997. Cheese and Fermented Milk Products. 3rd. Ed., Vol. II, pp. 77-78. F.V. Kosikowski, LLC, Westport, CT.
- Kosikowski, F.V., and V.V. Mistry. 1997. Cheese and Fermented Milk Products. 3rd. Ed., Vol. II, pp. 153-155. F.V. Kosikowski, LLC, Westport, CT.
- Koutinas, A.A., Papapostolou, H., Dimitrellou, D., Kopsahelis, N., Katechaki, E., Bekatorou, A., Bosnea, L.A., 2009. Whey valorisation: A complete and novel technology development for dairy industry starter culture production. *Bioresource Technology*. 100:3734–3739.
- Koutinas, M., Menelaou, M., Nicolaou, E.N., 2014. Development of a hybrid fermentation–enzymatic bioprocess for the production of ethyl lactate from dairy waste. *Bioresource Technology*. 165:343–349.
- Küçüköner, E., 2011. Peynir tozu ve peyniraltı suyu tozu üretimi. 1. Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi. Gıda Katkı Maddeleri. 80-85.
- Lagrange, V., Whitsett, D., Burris, C., 2015. Global Market for Dairy Proteins. *Journal of Food Science*. 80:A16-A22.
- Lucena, M.E., Alvarez, S., Menendez, C., Riera, F.A., Alvarez, R., 2006. Beta-lactoglobulin removal from whey protein concentrates Production of milk derivatives as a base for infant formulas. *Separation and Purification Technology*. 52:310-316.
- Madenci, A.B., Bilgiçli, N., 2014. Effect of whey protein concentrate and buttermilk powders on rheological properties of dough and bread quality. *Journal of Food Quality*. 37:117-124.

- McIntosh, G.H., Royle, P.J., Le Leu, R.K., Regester, G.O., Johnson, M.A., Grinsted, R.L., Kenward R.S. and Smithers, G.W., 1998. Whey Proteins as Functional Food Ingredients. *International Dairy Journal*. 8:425-434.
- Mete, H., 2012. Peyniraltı suyunun ekmekçilikte değerlendirilmesi ve ekonomik önemi. *Tekirdağ S.M.M.M. Odası Sosyal Bilimler Dergisi*. 1:1-10.
- Panesar, P.S., Kennedy, J.F., Gandhi, D.N., Bunko, K., 2007. Bioutilisation of whey for lactic acid production. *Food Chemistry*. 105:1-14.
- Paraskevopoulou, A., Athanasiadis, I., Kanellaki, M., Bekatorou, A., Blekas, G., Kiosseoglou, V., 2003. Functional properties of single cell protein produced by kefir microflora. *Food Research International*. 36:431-438.
- Pescuma M., Hébert E.M., Mozzi F., de Valdez G.F., 2010. Functional fermented whey-based beverage using lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*. 141:73-81.
- Prazeres, A.R., Carvalho, F., Rivas J., 2012. Cheese whey management: A review. *Journal of Environmental Management*. 110:48-68.
- Rawdkuen, S., Benjakul, S., 2008. Whey protein concentrate: Autolysis inhibition and effects on the gel properties of surimi prepared from tropical fish. *Food Chemistry*. 106:1077-1084.
- Riemsdijk, V.L.E., Van Der Goot, A.J., Hamer, R.J., 2011. The use of whey protein particles in gluten-free bread production, the effect of particle stability. *Food Hydrocolloids*. 25:1744-1750.
- Serdaroglu, M., 2006. Improving low fat meatball characteristics by adding whey powder. *Meat Science*. 72:155-163.
- Siso, M.I.G., 1996. The biotechnological utilization of cheese whey: a review. *Bioresource Technology*. 57:1-11.

- Smithers, G.W., 2008. Whey and whey proteins-From 'gutter-to-gold'. International Dairy Journal. 18:695- 704.
- Tarakçı, Z., Küçüköner, E., 2005. Laktoz, laktoz türevleri ve gıda sanayinde kullanımı. Gıda. 30(4):261-267.
- Tunick, M.H., 2008. Whey protein production and utilization in "Whey Processing, Functionality and Health Benefits". Editors; Onwulata, C.I. & Huth, P.J., Blackwell Publishing, Iowa, USA, 1-3 pp.
- Uresti, R.M., Tellez-Luis S.J., Ramirez, J.A., Vazquez, M., 2004. Use of dairy proteins and microbial transglutaminase to obtain low-salt fish products from filleting waste from silver carp. Food Chemistry. 86:257-262.
- Vasey, C., 2006. Whey Prescription- The Healing Miracle in Milk, Healing Art Press, Vermont, 1-4 p.p.
- Yadav,J.S.S., Yan, S., Pilli, S., Kumar, L., Tyagi, R.D., Surampalli, R.Y., 2015. Cheese Whey: A potential resource to transform into bioprotein, functional / nutritional proteins and bioactive peptides. Biotechnology Advances. 33:756-774.
- Yerlikaya, O., Kınık, Ö., Akbulut, N., 2010. Peyniraltı suyunun fonksiyonel özellikleri ve peyniraltı suyu kullanılarak üretilen yeni nesil süt ürünleri. Gıda. 35(4):289-296.
- Yetim, H., Müller, W.D., Eder, M., 2001. Using fluid whey in comminuted meat products: effects on technological, chemical and sensory properties of frankfurter-type sausages. Food Research International. 34:97-101.