

PEYNİR ALTI SUYU VE DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ



İÇİNDEKİLER

Önsöz

A. SÜT SEKTÖRÜNDE AÇIĞA ÇIKAN ATIKLAR VE PEYNİR ALTI SUYU (PAS)

1. Tatlı peynir altı suyu
2. Ekşi (asitli) peynir altı suyu

B. PEYNİR ALTI SUYUNUN BİLEŞİMİ

Peynir altı suyu proteinleri (whey proteinleri)

C. PEYNİR ALTI SUYUNUN KULLANIM ALANLARI

1. Gıda endüstrisinde kullanımı
2. Tıpta kullanımı
3. Tarım ve hayvancılıkta kullanımı
4. Sporcu beslenmesinde kullanımı
5. Kozmetik endüstrisinde kullanımı

D. ARTIKTAN DEĞERLİ ÜRÜNLERE: PAS

E. PEYNİR ALTI SUYUNDAN ELDE EDİLEN TEMEL ÜRÜNLER

1. Peynir altı suyu tozu
2. Whey Protein Ürünleri
 2. 1. Konsantratlar - Whey Protein Konsantratı (WPC)
 2. 2. İzolatlar - Whey Protein İzolatı (WPI)
 2. 3. Hidrolizatlar
3. Laktoz

F. PEYNİR ALTI SUYUNDAN ÜRETİLEN DİĞER ÜRÜNLER

1. Peynir altı suyu içecekleri
2. Laktik asit
3. Etil Alkol
4. Tek hücre proteini
5. Biyogaz
6. Biyoplastikler
7. Starter kültürler
8. Diğer biyoürünler

G. PEYNİR ALTI SUYUNUN DİĞER KULLANIM ALANLARI

1. Bazı tür peynirlerin üretimde kullanımı

2. Ekmekçilikte kullanımı
3. Et ürünlerinde kullanımı
4. Bazı süt ürünlerinde kullanımı
5. Bebek mamalarında kullanımı
6. Hayvan beslenmesinde kullanımı
7. Toprak uygulamalarında kullanımı

H. AB ÜLKELERİ VE ÜLKEMİZDE PEYNİR ALTI SUYUNUN DEĞERLENDİRİLMESİNE İLİŞKİN VERİLER

KAYNAKLAR

A. SÜT SEKTÖRÜNDE AÇIĞA ÇIKAN ARTIKLAR VE PEYNİR ALTI SUYU

Süt endüstrisi atık suları proteinler, tuz, yağ bileşikleri, laktoz gibi maddelerin yanı sıra temizleme prosesinde kullanılan kimyasal kalıntıları da içermektedir. Süt endüstrisinde birçok 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 işletmesi günde 500 ton atık su açığa çıkarmaktadır. Süt sektörü atık suları arasında, peynir suyu öncelikli bir atık olarak değerlendirilmektedir. Peynir suyu 3000 yıl önce keşfedilmiştir. 17. ve 18. yüzyıllarda tedavi amaçlı kullanılarak değerlendirilmiştir.

Peynir suyu veya peynir altı suyu (PAS) süt teknolojisinin en önemli artıklarından biridir. Genel olarak, peynir üretimi sırasında pıhtının ayrılması sonucu arta kalan, sarımtırak yeşil renkli sıvı olup protein ve mineralleri içeren laktoz çözeltisidir. Peynir suyu veya peynir altı suyu (PAS) süt teknolojisinin en önemli artıklarından biridir. Genel olarak, peynir üretimi sırasında pıhtının ayrılması sonucu arta kalan sarımtırak yeşil renkli sıvıdır. Peynir suyu elde edilme şekline göre tatlı peynir altı suyu ve ekşi peynir altı suyu olmak üzere iki tiptir.

1. **Tatlı peynir altı suyu:** pH 5.6 dolayında, temelde rennet tipi enzimler kullanılarak, sütün pıhtılaştırılmasından sonra elde edilen yan üründür.
2. **Ekşi (asitli) peynir altı suyu:** Asit peynir suyu ise sütün pH 5.1 ve altında asitlendirilmesi sonucu ortaya çıkan yan üründür.

Yüksek biyolojik oksijen ihticacına (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.



Fotoğraf 1. Peynir üretimi sürecinde açığa çıkan peynir altı suyu

B. PEYNİR ALTI SUYUNUN BİLEŞİMİ

Peynir altı suyu seyreltik bir sıvıdır. Toplam kuru maddesi % 6 dolayındadır. PAS süt hacminin yaklaşık % 85-95'ine karşılık gelir ve süt bileşenlerinin % 55'ini içerir. PAS, süt bileşenlerinden laktoalbumin ve laktoglobülin gibi serum proteinleri ile değişen düzeylerde laktoz, yağ, mineral madde ve vitaminleri içeren önemli bir yan üründür.



Fotoğraf 2. Peynir altı suyu

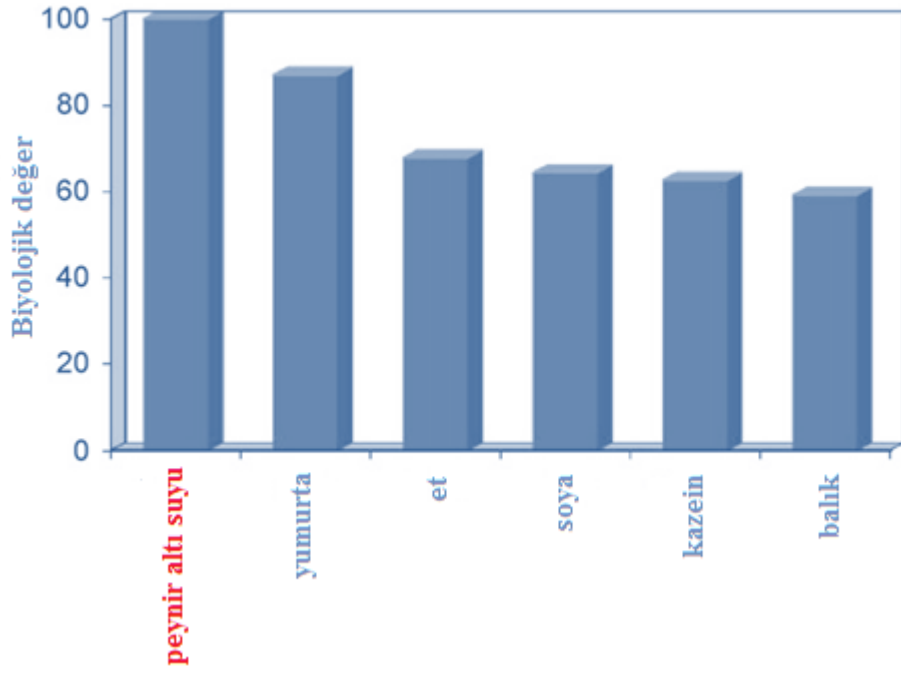
Tablo 1. Peynir altı suyunun bileşimi (g/L)

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

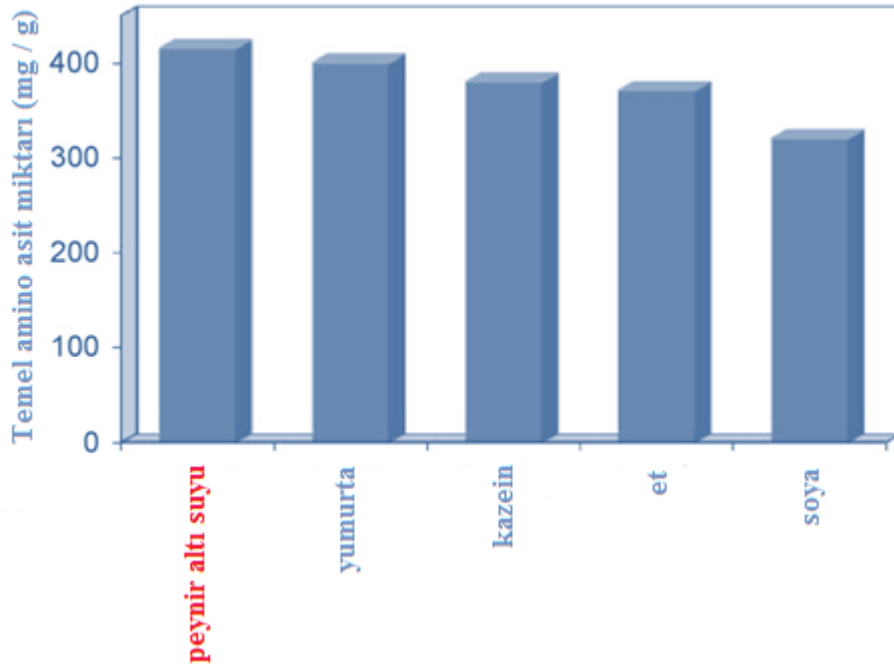
Peynir altı suyu proteinleri (whey proteinleri)

Whey proteinleri diğer gıda proteinleri ile karşılaştırıldığında en yüksek besleyici değere sahip proteinlerdir. Şekil 1’de whey proteinlerinin oldukça yüksek bir biyolojik değere sahip olduğu ve yumurta proteinlerinin biyolojik değerinden yaklaşık % 15 daha fazla değere sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca whey proteinlerinin diğer gıda proteinleriyle karşılaştırıldığında zengin bir temel amino asit kaynağı olduğu da görülmektedir (Şekil 2).

Peynir altı suyunda bulunan asal proteinler *β -laktoglobulin*, *α -laktalbumin*, *glukomakropeptit* (GMP), laktoferrin, bovine serum albumin (BSA) ve immunoglobulinler’dir. Bütün whey proteinleri, beslenme ve fizyolojik açıdan önemli etkilere sahiptir. Bunlar (i) fiziksel performans, egzersiz sonrası toparlanma, ve kas atropisinin önlenmesi, (ii) tokluk ve kilo yönetimi satiety and weight management, (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.



Şekil 1. Bazı gıda proteinleriyle karşılaştırmalı olarak peynir altı suyunun biyolojik değeri (Smithers, 2008)



Şekil 2. Bazı gıda proteinleriyle karşılaştırmalı olarak peynir altı suyunun temel amino asit içerikleri (Smithers, 2008)

C. PEYNİR ALTI SUYUNUN KULLANIM ALANLARI

Süt endüstrisinde peynir suyundan üretilen süt ürünleri, yoğurt ve dondurma gibi ürünlerde ingredient olarak kullanılmaktadır. Peynir altı suyu (PAS) ve bileşiminde yer alan maddeler bebek mamaları, fırıncılık ürünleri, et ve balık ürünleri gibi bir çok gıda ürününde değer katan ingredient olarak da kullanılmaktadır. Ayrıca PAS beslenmede de pek çok uygulamaya sahiptir.



Fotoğraf 3. Peynir altı suyunun kullanım yerleri ile ilgili örnekler

Günümüzde sağlık üzerine olumlu etkileri ile fonksiyonel bir gıda olarak da, PAS'na ilgi giderek artmaktadır. PAS ve bileşenlerine, klinik ve diyet gıdalar gibi diyet ve sağlıklı ürünlerde fonksiyonel ingredient olarak da kullanımına olan ilgi artmaktadır. Biyoaktif proteinler gibi biyoaktif PAS bileşenleri de beslenme alanında olduğu gibi ilaç endüstrisinde de artan bir şekilde kullanılmaktadır.

AB'de % 25'in üzerinde PAS ürünü insan beslenmesinde kullanılmaktadır. PAS ve ürünlerinin insan beslenmesinde kullanımının yakın gelecekte önemli düzeyde artacağı tahmin edilmektedir. Sağlıklı gıda ürünlerinin çeşitliliğini arttırabilmek adına, PAS endüstrisi, PAS ve PAS ingredientleri için yeni uygulamalar geliştirmektedir.

PAS ve PAS ürünleri, ziraat, gıda, biyoteknoloji başta olmak üzere birçok alanda farklı amaçlar için yaygın bir kullanıma sahiptir.

1. Gıda Endüstrisinde Kullanımı

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. PAS tozu 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, PAS tozu kullanılmaktadır. Bebek mamaları üretiminde de PAS proteinlerinden yararlanılmaktadır.

PAS'nun gıda endüstrisinde kullanımı ile ilgili bilgilere, ilerleyen bölümlerde daha ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir.

2. Tıpta kullanımı

Yürütülen sayısız klinik denemede, PAS'nun kanser, HIV, hepatit B, kalp ve damar hastalıkları ile osteoporozis tedavilerinde başarıyla sonuç verdiği gösterilmiştir.

Araştırmacılar, PAS proteinleri ve amino asitlerin insan sağlığı üzerine etkisini incelemekten önce fareler üzerinde PAS proteini kaynaklı gıda tüketimine bağlı olarak biyolojik ve fizyolojik değişiklikler, kas glikojen seviyesinin ölçümü, performans değişimleri gibi denemeler yürütmüşlerdir. Daha sonra insanlarda çeşitli hastalıklar üzerine etkilerini saptamışlardır. Kazein ile karşılaştırıldığında PAS proteinlerinin kanser üzerinde daha fazla etkisi olduğu ileri sürülmektedir. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar, PAS'nun tümör oluşumunu engellediğini ve bunun sonucu olarak kanser riskinin azaldığını göstermektedir. Fareler üzerine

yapılan bir denemede, PAS proteinlerinin, et ve soya proteinleri gibi diğer proteinlerle karşılaştırıldığında, kolon kanserini engellemede etkili olduğu ortaya konulmuştur. Laktoferrin veya β -laktoglobulin ile desteklenen diyetlerin, bağırsak duvarındaki tümör öncüllerinin gelişmesine karşı koruyucu etkisini arttırdığı bildirilmiştir. **Glutation**, vücudun antioksidan ve bağışıklık sistemlerinin ana maddesidir. Sistein derişiminin yüksek olmasına bağlı olarak glutation üretimini arttıran tek protein PAS proteinleridir. PAS'ndaki laktoferrin ve laktoferrisinin de antioksidan özellik gösterdiğine ilişkin çalışmalar vardır. Ayrıca PAS proteini kaynaklı biyoaktif peptitlerin, anjiotensin dönüştürücü enzimi (ADE) inhibe ederek hipertansiyona karşı koruyucu etki gösterdiği bildirilmektedir.

PAS kemik gelişimi ve korunmasını destekleyerek, laktoferrin ve laktoperoksidaz sayesinde osteoporoz oluşumunu; kilo kontrolü ile vücut yapısını koruyarak obezite oluşumunu engellediğine dair bulgular bulunmaktadır. Gıdalar ile tüketilen laktoferrinin, bakteri ve virüs gibi patojenlere karşı etkili olduğu bildirilmektedir. Örneğin laktoferrinin çocuklarda kulak iltihabına neden olan *Haemophilus influenza* virüsüne karşı koruyucu olduğu gösterilmiştir. Ayrıca laktoferrinin cytomegalovirus (CMV), influenza tip A ve B, rotovirüs, Herpes simplex tip 1 ve 2 ve hepatit C'yi içeren değişik virüslere karşı koruyucu etkisi olduğu bulunmuştur. Ayrıca PAS takviyeleri tüketen HIV hastalarında plazma glutation derişiminin önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir. PAS proteinlerinin plazma ve karaciğer kolesterol seviyesini düşürdüğüne ilişkin çalışmalar da bulunmaktadır.

Günümüzde PAS proteinleri ve amino asit takviyeleri, medikal ilaçların insanlar üzerinde oluşturduğu yan etkiler bakımından üstünlük kazandırmaktadır. Bu nedenle PAS proteinleri ve biyoaktif bileşiklerinin etkileri saptanarak daha fazla fizyolojik uygulama yapılmalı ve sonuçlar tanımlanmalıdır.

3. Tarım ve hayvancılıkta kullanımı

PAS, bazı tarım uygulamalarında ve hayvan beslenmesinde kullanım potansiyeline sahip bir yan üründür.

Yapılan araştırmalar PAS'nun bazı bitki virüslerine karşı inhibitör etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar arpaların yüzeyine PAS püskürtölmesinin, bir tür virüsün bitki yüzeyinden geçişini ve tarlada virüsün yayılmasını engellediğini göstermişlerdir. Bu antiviral etkinin PAS proteinleri ile ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Yürütölün bir diğer araştırmada ise domates yapraklarına 6 gün boyunca PAS'nun püskürtölmesinin, domates mozaik virüsü aktivitesini belirgin bir şekilde azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca PAS'nun salatalık ve tütünde gelişebilen bazı virüslere karşı etkili olduğu gösterilmiştir.



Fotoğraf 4. PAS'nun salatalık üretiminde kullanımı

Tarım uygulamalarında, PAS'nun insektisit olarak kullanımına ilişkin örnekler bulunmaktadır. Fidanları yiyen kirpik kanatlı böceklerin kontrolü için PAS'nun kullanımı üzerine bazı çalışmalar vardır.

Turunçgillerdeki kirpik kanatlı böcekler için PAS'nun tuzak yem olarak kullanım potansiyeli olduğu bildirilmiştir. Bu böceğin ticari boyutta kontrolü için floksin B fotoaktif boyası ile PAS kombine edilmektedir. Ayrıca çiçek soğanlarındaki böceklerin kontrolünde de PAS'nun kullanımına ilişkin bazı çalışmalar bulunmaktadır.

PAS, hayvan beslenmesinde hayvanlara doğrudan içirme veya yemlere katmak yoluyla kullanılabilir. Daha çok geviş getiren hayvanlar üzerine yürütölün çalışmalarda, kuru otun su yerine PAS ile yumuşatılıp hayvanlara verilmesi durumunda, yemdeki kuru madde bileşenlerinin sindirilebilirliğinin arttığı saptanmıştır. Ayrıca yemine % 5 oranında PAS katıldığında protein ve fosfordan yararlanma oranının da arttığı belirtilmektedir.

4. Sporcu beslenmesinde kullanımı

Yüksek kaliteli protein içermesinden dolayı PAS proteinleri sporcu içeceklerinde ingradient 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 (bkz. Bölüm E, 2.1. ve 2.2.), minimum düzeyde yağ ve 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, 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.

5. Kozmetik endüstrisinde kullanımı

Günümüzde kozmetik endüstrisindeki teknolojik gelişmeler, ürünlerin kalitesi, üretimde doğal kaynakların kullanılması ve çevresel kaygılar çerçevesinde şekillenmektedir. Kozmetik endüstrisinde proteinler gibi hidrokolloidler, fonksiyonel özellikleri olan ve biyolojik aktiviteye sahip ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır.



Fotoğraf 5. PAS'nun kozmetik ürünlerinde kullanımı

PAS, proteinler başta olmak üzere, içerdiği değerli bileşiklerden dolayı, doğal kozmetik ingredientler arasında yer alan önemli bir kaynaktır. Bu konuyla ilgili olarak PAS proteinlerinin su bağlama, köpük oluşturma, emülgatör ve jelleşme özellikleri ön plana çıkmaktadır. Hidrolize PAS proteinleri (bkz. Bölüm E, 2.3.), kozmetikte güvenli olarak tanımlanana fonksiyonel ingredientler arasında yer almaktadır. PAS proteinlerinin asit, enzim veya diğer yöntemlerle kısmi hidrolizi sonucu elde edilen hidrolize PAS proteinleri, kozmetikte cilt nemlendiricisi olarak kullanılma potansiyeline sahiptir.

PAS proteinlerinde bulunan düşük molekül ağırlıklı bileşiklerin insan cildindeki doğal nemlendirici faktörlerle çok benzer özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir.

Kozmetikler için uygun olan PAS minerallerinin düşük molekül ağırlıklı fraksiyonu, peynir suyundan peynir suyu konsantratu veya izolatu üretimi sırasında bir yan ürün olarak açığa çıkmaktadır. Bu maddelerin suda çözünbilme, su bağlama ve hücrelerde hızlı yayılma yetenekleri kozmetik endüstrisinde kullanılan hyaluronik aside benzerlik göstermektedir. Bu nedenle PAS'ndan elde edilen bu maddeler kozmetik ürünleri ile bebekler için üretilen sabun ve losyonlarda kullanılmaktadır. Ayrıca bu kozmetik ürünlerinin bir deri hastalığı olan deri yangısına da iyi geldiği klinik deneyler ile gösterilmiştir.

PAS'larının şampuanlarda kullanımı üzerine yapılan bir araştırmada sonuçlar, PAS'nun başarıyla bu üründe kullanılabileceğini göstermiştir. Aynı çalışmada şampuanda PAS kullanımının köpürme yeteneği üzerine olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Alkil eter sülfatlar gibi yüzey aktif maddeler, şampuan formülasyonlarında öncelikli olarak kullanılan

deterjanlardır. Bu maddelerin köpürme ve yıkama özellikleri çok iyi olmasına rağmen saçta aşırı yağ kaybına neden olabilmekte, göz ve deriyi tahriş edebilmektedir. Şampuanlarda PAS gibi doğal bir ürünün kullanımı ile bu problemin üstesinden gelinebileceği düşünülmüştür. Ayrıca PAS proteinleri ve mineralleri, şampuan için etkili bir kıvam arttırıcı görevi görmektedir ve ürünün viskozitesini arttırmaktadır.

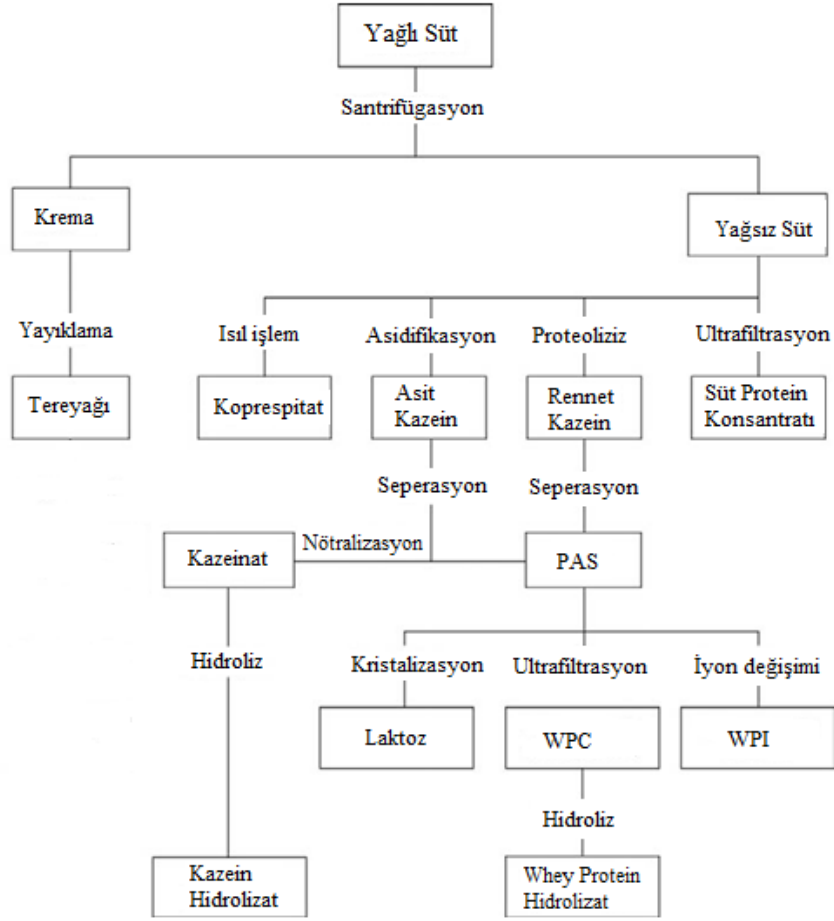
Bir kozmetik ingrediens olarak PAS'un kullanımı, atık değerlendirmede başka bir uygulama haline gelmesi ve bu şekilde kozmetik ürünlerde doğal bir hammaddenin kullanımını sağlamış olması açısından üzerinde daha yoğun çalışılması gereken bir konudur.

D. ARTIKTAN DEĞERLİ ÜRÜNLERE: PAS

Yüksek hacimlerde açığa çıkması ve yüksek organik madde içeriği nedeniyle peynir altı suyu oldukça önemli çevre problemlerine yol açmaktadır. Genel bir kurala göre, 1 kg peynir üretimi sırasında 9 litre peynir altı suyu açığa çıkmaktadır. Dünyada peynir altı suyu üretiminin, yıllık %1-2 oranındaki artış hızıyla, 160 milyon tonun üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Değerli ürünleri üretmek ve aynı zamanda çevreye boşaltımının önüne geçmek için peynir altı suyunun uygun maliyetli kullanımının geliştirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, büyük miktarlardaki peynir altı suyunun kullanımı ve değerlendirilmesinin çift yönlü bir fayda sağlayacağı ortadadır.





Şekil 3. Sütçülük ingredientleri üretim akım şeması- Peynir altı suyu geri kazanım prosesleri (PAS: peynir altı suyu tozu, WPC: whey protein konsantratu, WPI: whey protein izolatı).

E. PEYNİR ALTI SUYUNDAN ELDE EDİLEN TEMEL ÜRÜNLER

Peynir altı suyundan üretilen temel ürünler şu şekilde sıralanabilir;

1. Peynir altı suyu tozu

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 çöküntüden teknolojisine göre süzülerek elde edilen sıvının toz haline getirilmesiyle elde edilen üründür.



Fotoğraf 6. Peynir altı suyu tozu

PAS tozları gıda endüstrisinde çok farklı alanlarda kullanılmakla birlikte, en yaygın olarak gıdalara aroma vermek için kullanılmaktadır. PAS tozunun 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. PAS tozlarının kullanımı pizza, bisküvi, makarna gibi özel unlu ürünlerde, sufle ve kek yapımında üretim kolaylığı sağlamaktadır. PAS tozu ilavesi ile üretilen gıdalar; peynir içeren gıdalar ile aynı yapı, tat-koku ve görünüşe sahip olabilmektedir. Bisküvi sektöründe, ekonomik nedenler ve muhafaza kolaylığı nedeniyle süt tozu yerine daha çok PAS tozu kullanılmaktadır.

Peynir Suyu

Ön İşlemler

Vakumla koyulaştırma

Peynir Suyu Konsantresi

Laktozun kristalizasyonu

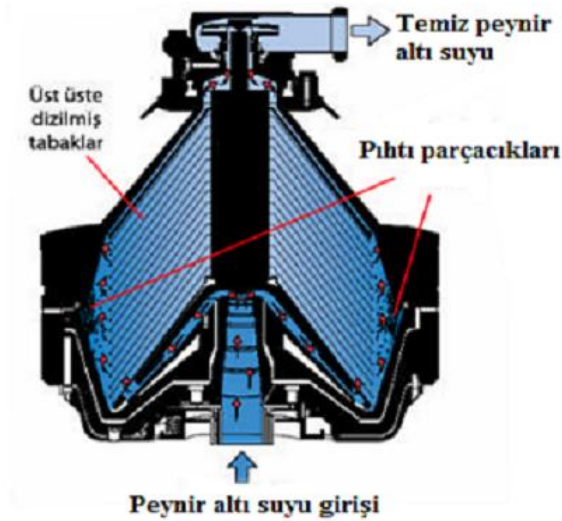
Püskürtmeli
Kurutucularda Kurutma

**PEYNİR SUYU TOZU
(PAS)**



Şekil 4. Peynir altı suyu tozu üretim akım şeması

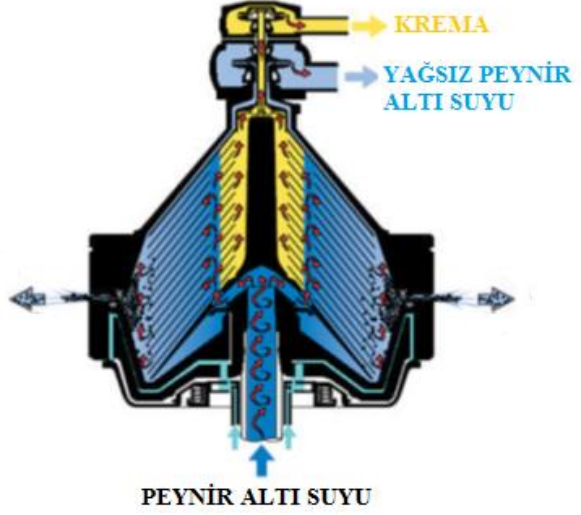
- **Ön işlemler**
- *Klarifikasyon:* Santrifüj kuvveti ile ayırma prensibine bağlı olarak çalışan klarifikatörler kullanılarak, peynir suyu içindeki pıhtı parçacıkları uzaklaştırılır. Aksi takdirde pıhtı parçaları, polimerik UF membranları ve plakalı ısı değiştiricilerde tıkanmalara yol açacaktır. Ayrıca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



Şekil 5. Klarifikatör

- *Krema Seperasyonu:* Yağsız peynir üretimi hariç, peynir üretiminde peynir suyuna yağ geçişi (kaçışı) kaçınılmazdır. Hem ürünün tat-koku stabilitesi

için hem de ekonomik açıdan yağın peynir suyundan alınması zorunludur. Peynir suyunda seperasyondan sonra kalan yağ %0.06 dolaylarındadır.



Şekil 6. Krema separatörü

- *Pastörizasyon:* Peynir suyunun elde edildikten hemen sonra mikrobiyal niteliğini optimize etmek için pastörize edilmesi gerekmektedir. Peynir suyu ısıtılma işlemi öncesi depolanmak zorunda kalırsa, en kısa sürede 5°C'nin altına soğutulmalıdır.
- **Peynir altı suyunun konsantre edilmesi**
- Evaporasyon işlemi uygulanarak peynir suyunun kuru madde içeriği % 40-60 aralığında bir düzeye ulaştırılmaktadır.
- **Son İşlem**
- *Peynir suyunun kristalizasyonu ve kurutma:* Peynir suyunun toza işlenmesinde son aşama, konsantre peynir suyunun püskürtmeli kurutucular (spray drier) kullanılarak dehidre edilmesidir. Bu dehidrasyon süreci sonunda peynir suyu tozu elde edilmektedir. Ancak konsantre peynir 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, konsantratin 30°C'e hızlı bir şekilde soğutulması ve ardından mikro ölçekli laktoz oluşturulması ile gerçekleştirilir.

2. Whey Protein Ürünleri

Whey protein ingredientleri, fonksiyonel ve besinsel gerekçelerle çeşitli gıdalara katılmaktadır. Örneğin yüksek kaliteli protein takviyesi için sporcu içecekleri başta olmak üzere çeşitli ürünlerde kullanılmaktadır.

PAS'nun önemli bir kısmının PAS tozuna işlenmekte, geriye kalan kısım ise tatlı peynir suyu tozu, minerali uzaklaştırılmış (demineralize) peynir suyu, laktozu uzaklaştırılmış peynir suyu, whey protein konsantratu (WPC), whey protein izolatu (WPI) ve laktoz gibi ürünlere işlenmektedir. WPC ve WPI gibi ürünler gıda, ilaç ve kozmetik sektöründe kullanılmaktadır.

Tablo 2. Konsantre etme ve kurutma işlemlerinden önce PAS ve PAS'undan üretilen protein ürünlerinin yaklaşık bileşimi (%) (Harper, 2011).

	Protein	Laktoz	Yağ	Mineraller	Su
PAS	0,9	4,8	0,05	0,5	93,0
WPC-35	3,3	4,8	0,2	0,7	91,0
WPC-60	11,5	5,2	1,0	0,8	71,5
WPC-80	20,0	1,0	2,0	1,0	76,0
WPI	19,0	0,2	0,2	0,6	80,0

PAS yaklaşık % 93 su ve % 0.6 protein içermektedir. WPC % 25 ile 80 arasında, WPI ise % 90 ve üzerinde protein içermektedir. Farklı işleme yöntemleri kullanılarak 150 kg PAS'undan 1 kg WPI tozu üretilmekte ve geriye en az 149 kg su ve suda çözünen madde kalmaktadır. WPC ve WPI üretiminde kullanılan ve basınç altında yürütülen membran ayırma yöntemleri ters osmoz, ultrafiltrasyon (UF), mikrofiltrasyon (MF) ve nanofiltrasyon (NF) olarak sıralanabilir. Elektriksel alan altında yürütülen membran prosesleri ise elektrodializ ve elektrodeiyonizasyon'dur.

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 whey protein izolasyonu ve fraksiyonlarına ayırmada öncü niteliğindedir. Ayrıca membran prosesindeki gelişmeler, özel PAS ingredientlerinin (yüksek protein / peptit izolatları ve fraksiyone / saflaştırılmış biyoaktif proteinler gibi) daha geniş ölçekli üretimine olanak tanımaktadır.

PAS işlenmesi sırasında büyük hacimlerde laktoz ve mineralce zengin permeat açığa çıkmaktadır. Geçtiğimiz on yıl içinde modern teknolojiler, PAS işlemede düşük maliyetli üretimin gelişimini destekleyen, ticari ölçekli basit ve etkili laktoz hidrolizi ve izolasyonunun da önünü açmaktadır.

2. 1. Konsantratlar - Whey Protein Konsantratı (WPC)

FDA tarafından whey protein konsantratı (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.

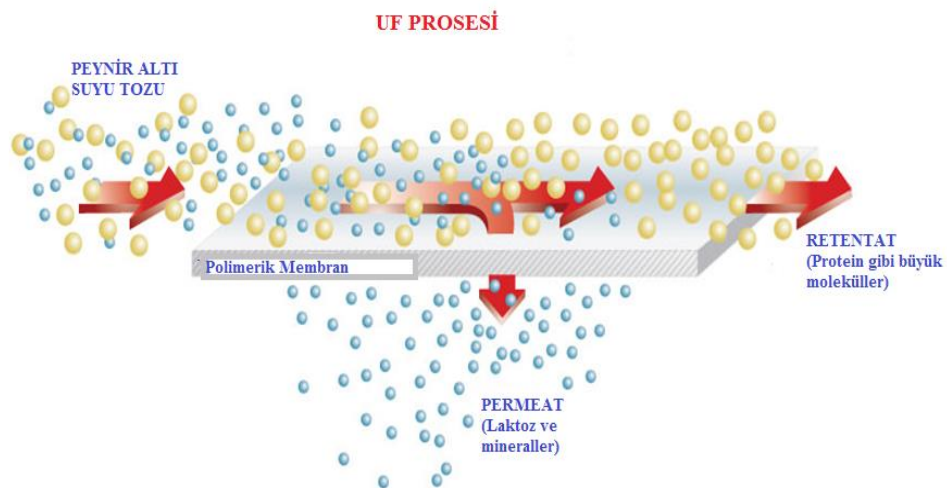


Fotoğraf 7. Piyasada bulunan whey protein ürünlerine bir örnek.

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 da 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 ekstrude WPC gibi bazı spesifik whey proteini ürünleri ise genellikle et endüstrisinde ve protein barlarının üretiminde kullanılmaktadır. % 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 karbohidrat içermesi, bu ürünü sporcu beslenmesi ve kilo kontrolü sağlayan ürünler için ideal bir ingredient haline getirmektedir. Bu tür ingredientlerin bir diğer uygulama alanı et ürünleri olup ürüne yüksek jel sıklığı ve yüksek su bağlama özelliği gibi özellikleri kazandırmaktadır.

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



Şekil 7. Ultrafiltrasyon (UF)

Permeat terimi; peynir suyu bir UF sistemine pompalandığında membrandan geçen kısmı tanımlamaktadır. **Retentat** ise membrandan

geçmeden sistemi terk eden kısmı tanımlar. **PAS (whey) Permeatı:** Ultrafiltrasyon ve diafiltrasyon boyunca, whey 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 “whey permeatı” veya “deproteinize whey” olarak adlandırılmaktadır. Bu kısımdaki mineraller uzaklaştırıldığında (demineralizasyon) ise geriye kalan laktoz çözeltisi kristalize edilerek laktoz üretimi gerçekleştirilir. Whey 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. Whey 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.

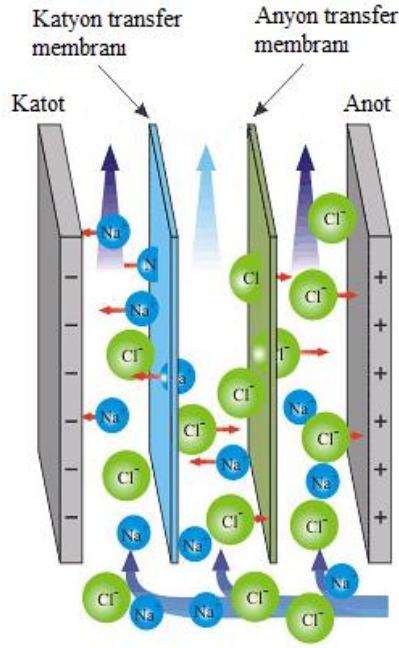
Laktoz eldesinde, ön işlem olarak proteini uzaklaştırılmış (UF ile) peynir suyunun demineralizasyonu zorunludur. Minerali azaltılmış ve demineralize peynir suyu üretiminde de bu işlem yapılmaktadır.

Demineralize peynir suyu yaygın olarak bebek maması formülasyonlarında kullanılmaktadır.

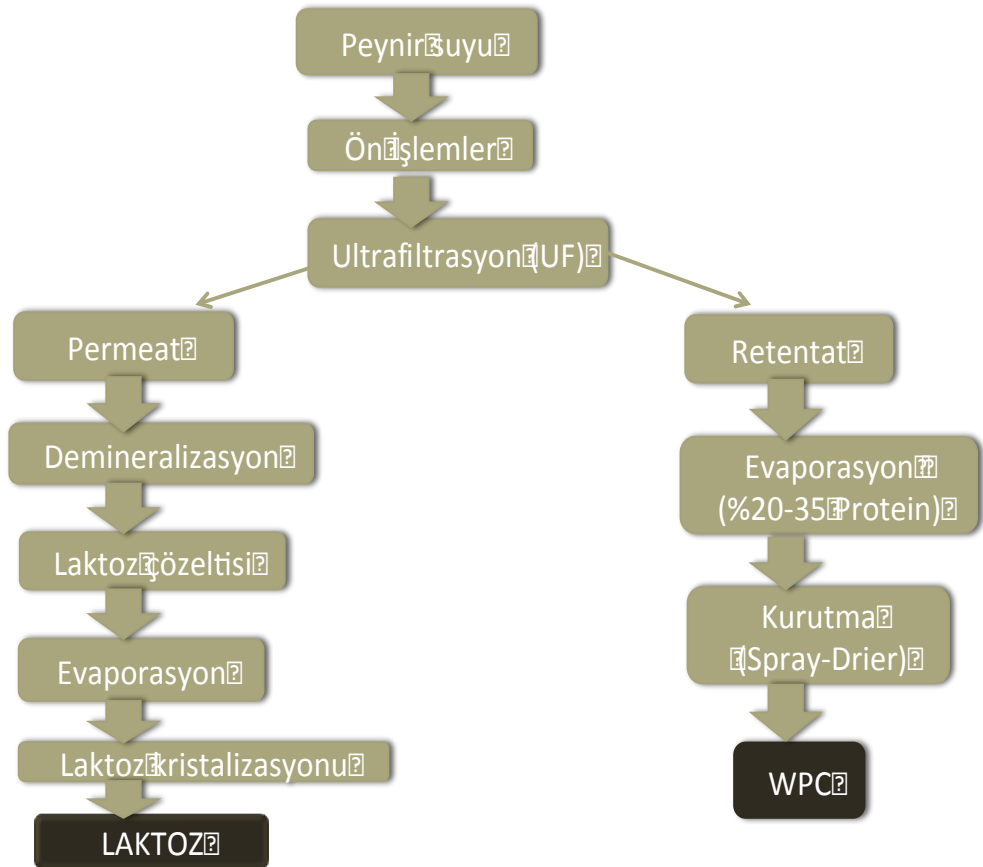
Demineralizasyon Teknikleri

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.



Şekil 8. Elektrodializ düzeneği



Şekil 9. WPC ve laktoz üretim akım şeması

2. 2. İzolatlar - Whey Protein İzolatı (WPI)

Peynir altı suyundan üretilen temel protein ürünlerinden bir diğeri ise Whey Protein İzolatı (WPI)'dir. WPI'ları % 90 ve üzerinde protein ve % 4-6 oranında su içermektedir. Geriye kalan % 4-6'lık kısımda ise yağ, laktoz ve kül bulunmaktadır. Yüksek protein saflığı ve çözelti berraklığı nedeniyle, WPI yoğun olarak beslenmede tamamlayıcı, sporcu içecekleri ile proteince zenginleştirilmiş içeceklerde kullanılmaktadır. İyon değişim kromatografisi, WPI üretiminde kullanılan yöntemlerden biridir. Yüksek protein içeriğinden dolayı WPI su bağlama, jelleşme, emülsiyon ve köpük oluşturma ajanları olarak kullanılabilir.

Tablo 3. Bazı WPC ve WPI ürünlerinin ortalama bileşimleri (%) (Foegeding and Luck, 2011).

Ingradient	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

2. 3. Hidrolizatlar

Whey 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 (emilmektedir). Daha iyi besinsel kalite ve daha az alerjenite ile whey protein hidrolizatları, performans artırıcı ürünler ve bebek maması formülasyonlarında kullanılmaktadır.

3. Laktoz

Peynir suyundan yağın, proteinlerin ve minerallerin uzaklaştırılmasında sonra geriye kalan sıvının koyulaştırılması ve kristalizasyonu ile elde edilen laktoz (Şekil 9), özel diyetlerin hazırlanmasında ve bebek maması üretiminde, ilaç endüstrisinde, penisilin üretiminde, karamel boyası

üretiminde, hidrolize laktoz şuruplarının hazırlanmasında ve laktik asit üretiminde kullanılmaktadır.

PAS'dan laktozun yeterli düzeyde geri kazanılması sonucu Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) değerinin % 87 oranında azaldığı belirlenmiştir.

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 avantajdır.

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.

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. Ayrıca laktitol, bir şeker alkolü olduğu için, sakkaroz yerine geçebilen ve diyabetik ürünlerde kullanılabilen bir tatlandırıcıdır.

F. PEYNİR ALTI SUYUNDAN ÜRETİLEN DİĞER ÜRÜNLER

1. Peynir Altı Suyu İçecekleri

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

sulandırılmış, fermente edilmiş ve kurutulmuş peynir 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 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 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.



Fotoğraf 8. PAS'ndan üretilen içecekler

Alkolsüz PAS İçecekleri

Geçtiğimiz son on yılda formül ve yöntemleri geliştirilmiş peynir altı suyu içeceklerinin üretimi, meyve konsantresi ilaveli ve meyve kuru madde miktarları (%5-20) olacak şekilde patentlerle tescillenmiştir. Bu

içeceklerden, turunçgil aromalı ve mango, muz veya papaya gibi diğerk tropikal meyve aromaları eklenmiş içecekler sıklıkla önerilmektedir. Çünkü bu içeceklerin istenmeyen pişmiş süt aroması ve taze peynir 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, bazı araştırmacılar da çikolata, koka, vanilya, tahıl (oğunlukla pirinç, yulaf ve arpa), bal gibi diğerk aroma ajanlarının kullanılmasını da uygulamışlardır. Tahılların özellikle de kepeğin eklenmesi, çok ilginç olarak görülmektedir. Diyet lif, temel yağ asitleri (yulafın eklenmesi) ile zenginleştirilmiş içeceklerin üretimi de gerçekleştirilmiştir.

Peynir 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.

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

Sıvı veya toz peynir suyunun yağsız veya tam yağlı süt, yayıkaltı, bazı bitkisel yağlar, hidrokolloid ve emülgatörler ile karıştırılmasıyla süt benzeri içecekler de üretilmektedir. Süt, ieğiğin 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. rn, 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 çok önemlidir. Peynir altı suyu tozu içeceklerinin üretimi peynir altı suyunun genellikle soya, meyve tozu, konsantre meyve suyu veya peynir altı suyu proteini konsantreleri ile karıştırılmasını kapsamaktadır.

Alkollü PAS İçecekleri

Laktoz, peynir suyu kuru maddesinin ana bileşeni (yaklaşık %70'i) olduğu için, peynir suyu alkollü içeceklerin üretimi için çok iyi bir hammaddedir. Düşük alkollü (\leq %1.5) içecekler olarak adlandırılan alkollü peynir suyu içecekleri, laktozun direkt fermentasyonu (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. Peynir altı suyu birası malt ilaveli veya ilavesiz olarak üretilebilmektedir. 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 suyu şarabı üretimi temizleme, deproteinizasyon, β -galaktosidaz ile laktoz hidrolizi, tortusundan arındırılarak aktarım ve soğutma, mayaların eklenmesi ve fermentasyon, aktarma, olgunlaştırma, filtre etme ve şişeleme aşamalarını kapsamaktadır.

Ayrıca deproteinize 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 fermantasyonu ile temel süt alerjisi olan β -laktoglobulin düzeyi düşük ve dallanmış temel amino asit oranı yüksek bir içecek üretilebileceği gösterilmiştir.

2. Laktik Asit

Peynir suyu ısıtma işlemi 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. Çünkü polilaktik asitlerin üretimi içi 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 teknikler 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.

3. Etil alkol (Biyometanol)

PAS fermantasyonu 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, PAS tozu 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, kimya, ilaç ve kozmetik endüstrisinde ve ayrıca alternatif ve çevreci bir yakıt olarak kullanılabilir.

4. Tek hücre proteini (THP)

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

PAS 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.

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 fermantasyonu inhibe ederler (engellerler). 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. Fermantasyon tanklarına, etanol oluşumunun önüne geçmek için, yüksek oranda oksijen transfer edilmektedir.

Küf biyokütlesi santrifüjleme ile geri kazanılır, 85°C’de ısıtılarak 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 içerdiği 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 fermantasyonu 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.

5. Biyogaz

Hidrojen, sera gazları veya asit yağmurları ile açığa çıkmayan, temiz enerji olarak bilinen bir gazdır. Düşük çözünürlüğünden dolayı suda kolaylıkla ayrılabilen ve saflaştırılabilmektedir. Bu gaz yüksek enerji verimine sahiptir. Ayrıca hidrojen, yakıt hücrelerinde elektrik üretmek için direkt olarak kullanılabilir. Bu nedenlerden dolayı farklı uygulamalarda kullanılmak üzere hidrojen üretimi ve kullanımına olan ilgi giderek artmaktadır. PAS gibi karbohidratlarca zengin artıkların kullanımı, hidrojen gazı üretimi için ekonomik olarak geçerli bir seçenektir. PAS, seyreltik PAS, PAS tozu çözeltisi ve PAS permeatının anaerobik fermentasyona tabi tutulması ile hidrojen üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu süreçte teorik olarak 1 mol laktoz başına 8 mol hidrojen oluşmaktadır. Ayrıca bu biyogaz karışımı metan ve karbondioksit gazlarını da içermektedir.

Her ne kadar yüksek oranda karbohidrat (laktoz) içermesi PAS’nu biyolojik prosesler için uygun bir hammadde konumuna getirirse de, işlem görmemiş PAS’nun anaerobik prosesinde oldukça önemli problemler yer

almaktadır. Çünkü PAS yüksek organik madde yükü ve laktozun parçalanması sonucu ortaya çıkan düşük alkaliteye sahiptir. PAS'nu bu prosese uygun hale getirmek için uygun oranlarda seyreltme işlemi, fermentasyon tepkimeleri ve alkali eklenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, enerji dönüşüm verimliliği ve ürünün kararlılığını geliştirmek adına metan oluşum sürecinin, asit oluşum sürecinden ayrılması umut verici bir stratejidir. Hidrojen gazının biyolojik olarak üretimi açısından özellikle iki basamaklı bu prosesin ilk fazı optimize edilebilir.

PAS ile kümes hayvanları gübresi karışımından biyogaz üretimi üzerine yapılan çalışmalarda, bu yöntem ile PAS'una herhangi bir kimyasal eklenmeden üretimin gerçekleştirilebileceği saptanmıştır. Ayrıca PAS ve sığır gübrelerinin karışımından biyogaz üretimine ilişkin çalışmalar da yer almaktadır.

Anaerobik fermentasyon *Clostridium* türleri gibi zorunlu anaerobik ve *Enterobacter*, *Citrobacter* sp. ve *E. Coli* gibi fakültatif anaerobik olan çeşitli mikroorganizmalar ile yürütülmektedir. Çevresel bir bakış açısıyla ele alındığında, KOİ değerinde % 80-90 dolaylarında azalma ve şeker tüketiminde % 86 ve 97 arasında bir düşüş olduğu bildirilmektedir. Hidrojen üretiminden sonra geriye kalan sıvı direkt doğaya verilmemekte ve işlemiden geçirilmesi gerekmektedir.



6. Biyoplastikler

Biyoplastikler, özellikle polihidroksialkanotlar (PHA), yağ türevi polimerlerin yerine kullanılmak üzere biyolojik olarak parçalanabilen materyaller olarak üzerinde yoğun olarak çalışılan bir konudur. Buna karşın, günümüzde geleneksel plastiklerden daha fazla üretim maliyetlerine sahip olması nedeniyle geniş bir uygulama alanına sahip değildir. Bu prosesin üretim maliyetleri, yeni ucuz hammaddelerin kullanılması, yeni fermantasyon stratejilerinin geliştirilmesi, yeni geri kazanım ve saflaştırma basamakları ve daha yüksek oranda PHA üretebilen mikroorganizmaların kullanımının araştırılmasıyla düşürülebilir. PAS'nun bileşiminin, PHA üretiminde yer alan biyolojik proses için uygun olduğu bildirilmektedir. PAS'dan PHA üretimi üzerine farklı çalışmalar yürütülmüştür. Bunlardan birinde hidrolize PAS permatından, sırasıyla *Ralstonia eutropha* DSM545 ve *Pseudomonas hydrogenovora* kullanılarak PHA üretimi gerçekleştirilmiştir. Bir diğerinde ise direkt laktozdan PHA üretiminde *Hydrogenophaga pseudoflava* DSM1034 ve *Methylobacterium* sp. ZP24 kullanılmıştır.



Fotograf 9. PAS'ndan üretilen biyoplastikler

PHA'lar dışında, protein, nişasta ve lipitler gibi biyopolimerlerden üretilen film ve kaplama malzemeleri de, çevresel kazanımları ve sürdürülebilirliğinden dolayı yaygın olarak çalışılan konular arasındadır. Biyopolimerler arasında da, protein makromolekülleri yapılarındaki aminoasitlerin sayısız olasılıkta düzenlenmesinden dolayı, kimyasal bileşim ve özellikler açısından, en yüksek değişkenliğe sahip maddelerdir. Globüler proteinlerden oluşan whey proteinleri biyoplastik üretiminde kullanımı uygulanabiliridir.

Whey proteinlerinin, mükemmel oksijen bariyeri özelliği taşıması ve PAS'nun çok miktarlarda açığa çıkıyor olmasından dolayı ambalajlama materyali olarak kullanımı araştırılmaktadır. Bununla birlikte, ambalajlama ve diğer plastik uygulamalarında bu proteinlerden yararlanabilmek için PAS biyoplastiklerinin yapısal kırılganlıklarının azaltılması gerekir. Bu amaç doğrultusunda, yaygın olarak kullanılan iki biyopolimer olan doğal lateks ve yumurta beyazı albumini ile whey proteinleri karıştırılmış ve bunun whey protein biyoplastikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada % 10 oranında doğal lateks ve albumin eklenmesinin PAS bazlı biyoplastiklerin, katılık ve kırılganlıklarını değiştirmeden, dayanıklılıklarını arttırdığı ortaya konulmuştur.

PAS proteinlerinden üretilen yenilebilir film ve kaplamaların donrulmuş balıklarda antioksidan özellik sağladığı, kavrulmuş fıstıklarda acılık ve küflenmeyi önlediği bildirilmektedir. Ayrıca PAS proteinleri ve monogliserit karışımı kaplamalar, kahvaltılık gevreklerde nem içeriğini ve kuru üzümün yapışkanlığını azaltmak amacıyla kullanılmaktadır.

7. Starter kültürler

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 peynir olgunlaştırılmasında starter olarak değerlendirilebilmektedir.

8. Diğer Biyoürünler

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

PAS'unda farklı bir fermantasyon yolu izlenerek, kimya endüstrisi için temel bir madde olan ve alternatif enerji kaynağı olarak kullanım potansiyeli bulunan 2,3-bütanediol üretimi gerçekleştirilebilmektedir.

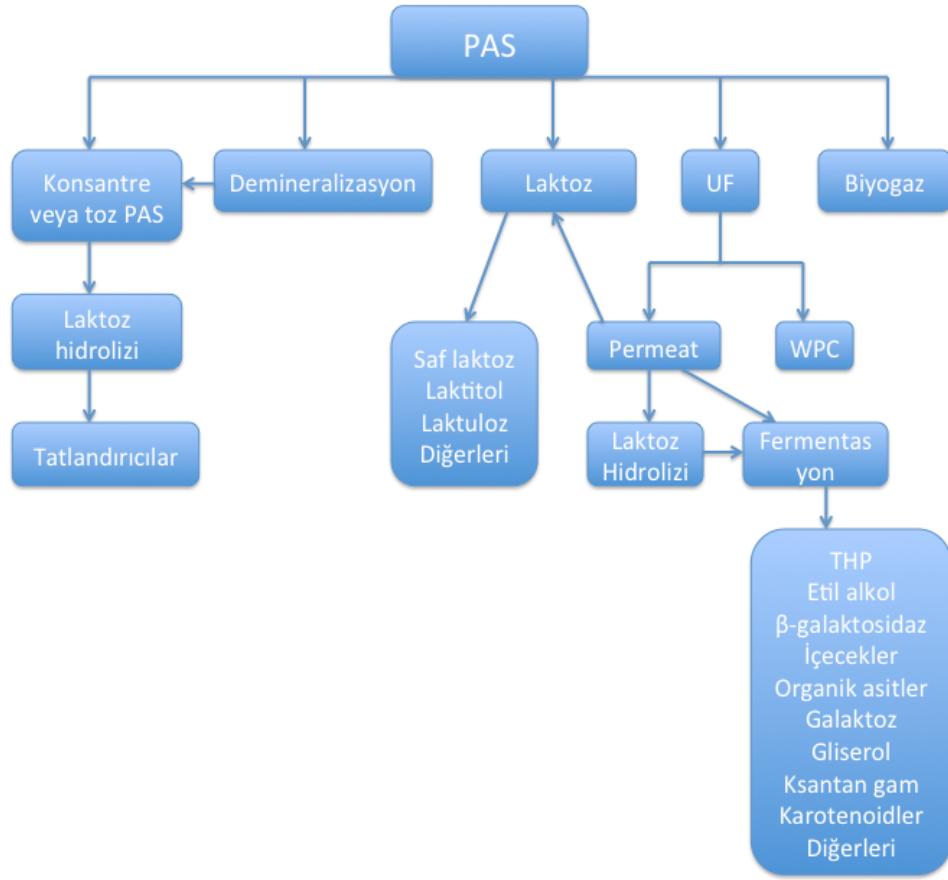
Organik sentezlemeye bir alternatif olarak, PAS'nda maya fermantasyonu ile gliserol üretimi üzerine çalışılmaktadır.

PAS'ndan ksantan gam üretimi de başarıyla gerçekleştirilmiştir. Bu polisakkarit, petrol sondajı ve tekstil sektörü ile kıvam arttırıcı, emülgatör ve stabilizatör olarak gıda endüstrisinde uygulamalara sahiptir.

Anaerobik fermantasyon prosesi ile PAS'ndan kalsiyum magnezyum asetat üretimi yapılabilmektedir. Bu madde, yollarda buz çözücü veya giderici olarak kullanılabilir.

Fruktoz-difosfat ve tuzlarının üretimi eczacılıkta kullanılmaktadır.. *Saccharomyces cerevisiae* kullanılarak PAS'nun biyodönüşümü ile bu bileşikler elde edilmektedir. *Kluyveromyces lactis* kullanılarak uçucu aroma bileşikleri üretilmektedir. Poligalakturonaz ve diğer enzimlerin yanı sıra bitki hormonları ve bu aroma bileşiklerinin üretimi için PAS potansiyel bir substrat olarak değerlendirilmektedir.

Biyojenik glisin betain ve trehaloz, gıda ve tekstil endüstrisi, tıp, biyoproses endüstrisi, ziraat, genetik mühendisliği ve hayvan beslenmesi gibi bir çok alanda çok fazla kullanıma sahip bileşiklerdir. Bu nedenle bu bileşiklerin endüstriyel üretimi oldukça önemlidir. Asit PAS'undan zorunlu halofil *Actinopolyspora halophila* (MTCC 263) ile fermantasyon sonucu glisin betain ve trehaloz üretilmiştir.



Şekil 10. PAS'nun hala üzerinde çalışılan ve ticari olarak uygulanan değerlendirme yöntemleri (Siso, 1996).

G. PEYNİR ALTI SUYUNUN DİĞER KULLANIM ALANLARI

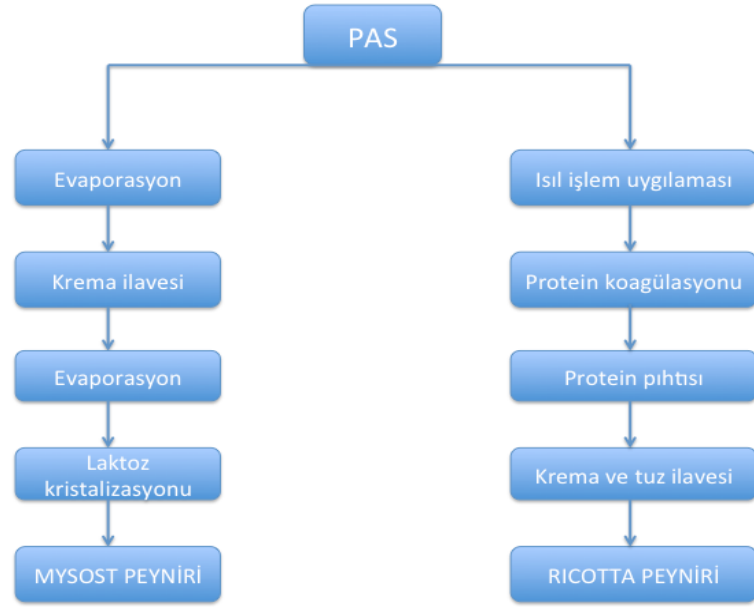
1. Bazı tür peynirlerin üretiminde kullanımı

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 11). İtalyan tipi PAS peyniri olan Ricotta peyniridir ve benzer ürünler Türkiye (lor peyniri), Portekiz ve diğer bölgelerde de üretilmektedir. Bu ürünlerin üretimi proteinlerin ısıtma işlem ve asit koagülasyonu temeline dayanmaktadır. Ülkemizde yaygın bir şekilde tüketilen lor peyniri, peynir suyunun kaynatılıp proteinlerin çöktürülmesi ve süzülmesiyle elde edilir. Ricotta peyniri, peynir suyunun 90°C'de ısıtılmasından sonra ekşi peynir 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 suyunun ısıtılarak koyulaştırılması ve kontrollü bir laktoz kristalizasyonu sonucu elde edilir. Lor ve Ricotta peynirlerinin üretimindeki ısıtma işlemi uygulaması ile pıhtılaşan kısım, rennin ile tepkimeye girmeyen ve peynir 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, 90°C'de 5 dakika ısıtma işlemi 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 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 sularının pH değeri 4.5-5.2 aralığında olmalıdır. Ancak koyun sütünden elde edilen peynir 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 kullanılması nedeniyle peynir suyu proteinlerinin denatürasyon derecesini arttırmasıdır.

Isıtma işlemi 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 11. PAS peynirlerinin üretim akım şemaları

2. Ekmekçilikte kullanımı

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. PAS tozu türevleri, özellikle püskürtülerek kurutulan fırın ürünlerinde daha olumlu fonksiyonel özellikler sergilemektedir. Kısmen demineralize edilmiş PAS tozu 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 bağlaması 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 duyu özelliklerinin geliştirilmesi için WPC ve yayık altı suyu tozlarının birlikte kullanılabileceği gösterilmiştir.



Ekmek yapımında WPC veya PAS tozunun kullanılması; özel ürünlerin üretilmesine (örneğin proteince zenginleştirilmiş ekmek yapımına) ekmeğin besin değerinin arttırılmasına, 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 fermantasyonu, 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 konsantratu en çok % 2 oranında ekmek yapımında başarı ile kullanılabilir. PAS tozu da ekmek hamuruna % 2-5 oranında karıştırılabilmekle beraber kullanılan PAS tozunun özelliğine göre miktar denemeler ile saptanmalıdır.

Fırıncılık ürünlerinde pastörize PAS tozu veya konsantratları halinde 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 içeriği ve mineral maddeler nedeniyle, ekmeğin kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Laktozun yol açtığı yüksek ozmotik basınç nedeniyle ekmek yapımında kullanılan mikroorganizmalar aktivitelerini kaybedebilir. Öte yandan PAS'nun önemli bileşenlerinden biri olan proteoz-pepton, hamuru yumuşatıcı ve ekmek hacmini düşürücü etkiye sahiptir. Bundan dolayı, PAS tozu veya konsantratları şeklinde kullanılması daha uygundur. Doğrudan PAS tozu kullanılacak ise, bunun oranının % 1-7 arasında olması gerekir. WPC ise ekmek yapımında önerilen kullanım oranı ise %2 dolayındadır.

3. Et ürünlerinde kullanımı

PAS proteinleri maksimum % 2 oranında katkı maddesi olarak sucuk, salam ve sosis gibi et ürünlerinin üretiminde kullanılmaktadır. Yüksek protein içerikli ve et olamayan 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 PAS tozları kullanılmaktadır.



WPC'nin frankfurter ve bologna sosislere gibi emülsiyon tipi et ürünlerinde kullanımına ilişkin çok fazla sayıda çalışma vardır. Araştırmalar daha çok et ürünlerinde toz ürünlerin (WPC veya PAS tozları gibi) kullanımı üzerine yoğunlaşmıştır. Ancak yapılan bir çalışmada frankfurter tipi sosislere üretiminde sıvı PAS'nun, buz yerine, kullanım olasılığı, bu tip sosislere duyuşal, kimyasal ve teknolojik özellikleri üzerine etkisi belirlenerek, araştırılmıştır. Sonuçlar belirlenen duyuşal, 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 değıştirmesinin, pişmiş sosisin duyuşal özelliklerinde herhangi bir olumsuz etkiye sahip olmadığını saptanmıştır. Bu şekilde doğal taze PAS'nun, minimum maliyet ile değerli ürünler üretmek adına ve önemli bir artışı değerlendirmek yoluyla frankfurter tipi sosislere eklenebileceğı 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 PAS tozunun kullanımı araştırılmıştır. Farklı yağ oranlarında formüle edilmiş (%5, %10 ve %20 yağ) köftelere farklı oranlarda PAS tozu (% 0, %2, %4) eklenmiştir. PAS tozunun kullanımının köftelerde yağ ve su bağlama düzeyini arttırdığı, her yağ oranında pişirme karakteristiklerini geliştirdiği belirlenmiştir. PAS tozu içeren köfteler daha açık renkli algılanmıştır. Ancak % 2 veya % 4 oranında PAS tozu eklenmesi, düşük yağ içerikli köftelerin duysal özelliklerinde belirgin farklılıklara yol açmamıştır. PAS tozunun, pişirme özelliklerini geliştirmek için, geleneksel Türk tipi köftelerde dolgu maddesi olarak kullanımı önerilebilmektedir.



4. Bazı süt ürünlerinde kullanımı

Yoğurt üretimi: Süt endüstrisinde peynir suyunun en yaygın olarak kullanıldığı ürünlerden biri yoğurttur. Peynir suyu protein konsantratu (WPC) ve peynir suyu tozu, yoğurda sıkı bir yapı vermek, su salma durumunu azaltabilmek ve farklı bir aroma kazandırmak amacıyla kullanılır.

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

Tereyağı üretimi: PAS'ndaki yağ oranı kullanılan sütlere 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 suyundan geriye % 0.05 oranında yağ kalıncaya kadar seperasyon yapmak olasıdır. Bu şekilde elde edilen krema, tereyağı üretiminde kullanılmaktadır.

Dondurma üretiminde kullanımı: Dondurma karışımına yağsız süt tozunun dörtte biri yerine peynir suyu konsantratu katılabilir. İngiltere'de demineralize peynir suyu tozu ve konsantratu dondurma üretiminde kullanılmaktadır.

5. Bebek mamalarında kullanımı

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 biyozentezinde 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 PAS tozunun 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 elektrodializ, 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.

6. Hayvan beslenmesinde kullanımı

Batı ülkelerinde açığa çıkan PAS'nun önemli bir kısmı hayvan yemlerinde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır.



Fermente edilmiş ve amonyak eklenmiş kondanse PAS, küçükbaş hayvanların beslenmesinde sıvı protein kaynağı olarak kullanılabilir. Küçükbaş hayvanların dışındaki diğer hayvanların

rasyonlarında az miktarlarda kurutulmuş PAS'nun veya kısmen laktozu uzaklaştırılmış PAS'nun kullanımı, kilo kazanımı, beslenme verimi, protein ve yağ sindirimi ile mineral emilimini arttırmaktadır. Ot ve baklagillerden üretilen silajlara PAS eklenmesi, silaj kalitesi ve sindirilebilirliğini arttırmaktadır. Ayrıca üre ile işlem görmüş mısır silajlarına PAS eklendiğinde ise silajdaki amonyum nitrojen derişimi düşürülebilmektedir. Buzağların % 89'a kadar kurutulmuş PAS içeren süt ikame yemi ile beslenmelerinin büyüme hızları açısından elverişli olduğu bildirilmektedir.



7. Toprak uygulamalarında kullanımı

Yüksek oranda tuz ve süspanse katı madde içermesi nedeniyle, PAS kullanımı, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısına etki edebilmektedir. İlk olarak toprak bir filtre gibi davranır ve katı maddeler toprağın yüzeyinde kalır. Sonra bu maddelerin birikmesi, topraktaki gaz dolaşımı ve geçirgenliğin azalmasını beraberinde getirebilir. Buna karşın bazı araştırmacılar toprağın büyük bir kısmının, biyolojik olarak parçalanmaya açık şeker ve proteinlerden oluştuğunu ileri sürmektedir. NaCl içeriği suyun bitkiler için kullanılabilirliğini azaltmaktadır. Ayrıca iletkenliğin artması, havalandırma düzeyi ve suyun nüfuz etme oranını azaltacağı için, toprak yapısına zarar verebilir.

Bu nedenlerden dolayı, kabul edilebilir sulama suyu kalitesine ulaşabilmesi için, PAS 1:20 oranında temiz su ile seyreltilmelidir. Topraklarda PAS uygulanmasında bazı önlemler alınmalıdır. Bunların

başında, sulama suyu kaynaklarının konumunun, yeraltı sularının kirlenmesini engelleyecek şekilde tasarlanması gelmektedir. Sodyum oranı % 15'den fazla olan bazik toprakların iyileştirilmesi üzerine PAS'un kullanımı ile ilgili yapılan bazı çalışmalar, bu uygulamanın toprak sodyum adsorpsiyon oranı, Na yüzdesi ve pH'sını düşürdüğünü ve toprak flokulasyonunun arttırdığını göstermiştir. Ayrıca ekin üretiminde bir artış da saptanabilmiştir. Buna karşın, çok fazla oranda PAS uygulaması, verimin azalmasına yol açabilmektedir. Çok yağış alan bölgeleri elverişli hale getirmek amacıyla asit toprakların üzerinde PAS'nun gübreleme özelliği olduğu gösterilmiştir. PAS kullanımının, alkali olmayan veya aşınmış (erozyona uğramış) toprağın yapısını, agregat kararlılığını arttırmak yoluyla, geliştirebildiği belirtilmektedir. PAS'ndaki organik maddeler biyolojik olarak CO₂, organik asit ve nitrata parçalanmaktadır. Kalsiyumun çözünürlüğünün artması, polisakkaritler ve diğer organik bileşiklerden oluşan agregatların kararlı olmasına yardım edebilir. Bununla birlikte, bazı çalışmalar redoks potansiyelindeki hızlı düşüş (- 350 mV) ve topraktaki O₂'nin hızlı tüketimi nedeniyle bu uygulamanın ekine zarar verdiğini göstermektedir.



H. AB ÜLKELERİ VE TÜRKİYE'DE PEYNİR ALTI SUYUNUN DEĞERLENDİRİLMESİNE İLİŞKİN VERİLER

Türkiye’de üretilen peynir ve peynir altı suyuna ilişkin veriler

Genel bir kural olarak, üretilen her kg peynirden yaklaşık 9 L PAS açığa çıktığı kabul edilmektedir. Bu kurala göre, ülkemizde peynir üretimine ilişkin veriler kullanılarak, açığa çıkan PAS’a ilişkin veriler hesaplanmış ve Tablo 4’de sunulmuştur.

Tablo 4. Türkiye’de peynir üretimi (TÜİK, 2012-2014).

	<u>İnek sütünden üretilen peynir (Ton)</u>			<u>Kovun, keçi, buffalo ve karışım sütlerden üretilen peynir (Ton)</u>		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Ocak	43395	45766	49018	2429	2292	2316
Şubat	44558	45401	48977	2219	2281	2565
Mart	43861	47212	49831	1751	2186	2602
Nisan	44203	48057	48851	1591	2152	2633
Mayıs	44606	48205	47561	1910	2036	2884
Haziran	44045	48028	49875	1780	2332	2632
Temmuz	45920	48735	48535	2265	1967	2856
Ağustos	45746	47977	49290	2258	2178	2825
Eylül	46591	47014		2507	2110	
Ekim	45643	48731		2179	2220	
Kasım	44765	49642		2070	2347	
Aralık	46227	49557		2026	2394	
TOPLAM	539560	574325	391938	24985	26495	21313
PEYNİR						
TOPLAM PAS	4856040	5168925	3527442	224865	238455	191817

Bu verilere göre, 2012 ve 2013’deki peynir üretimi, sırasıyla 539 560 ton ve 574 325 ton’dur. Türkiye’de her yıl yaklaşık 5 milyon ton PAS açığa çıkmaktadır (Tablo 4).

Tablo 5. Türkiye’de her yıl açığa çıkan PAS’daki besinsel bileşenlerin miktarı.

Bileşen	Miktar (ton)
Laktoz	250000
Protein	40000
Kalsiyum	2500
Fosfat	10000

Tablo 5’de Türkiye’de süt endüstrisinde her yıl açığa çıkan PAS’ndaki protein ve laktoz gibi değerli besin maddelerinin miktarları görülmektedir. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı resmi kayıtlarına göre 2012’de üretilen PAS tozu ve laktoz miktarları sırasıyla **74.369 ton** ve **2.836 ton**’dur. 2012’deki peynir üretim miktarı ise 564.545 ton’dur (Tablo 4).

2012’de **1.155 milyon ton** PAS, yaklaşık 77 000 ton PAS tozu ve laktoz üretimi için kullanılmıştır. Ancak Türkiye’de yılda yaklaşık 5 milyon ton PAS açığa çıkmaktadır. **3.845 milyon ton** PAS ile ilgili bilgilerin yer almamasının, bu PAS’ın değerlendirilmediği veya herhangi bir ürün üretiminde kullanılmadığı olasılığını akla getirmektedir.

AB’de PAS ve peynir altı suyu tozu

Avrupa Sütçülük Birliği’nin (EDA) yıllık raporuna göre, AB-27’de PAS tozu üretimi 2012 yılında 2 milyon ton olmuştur.

Eurostat (2014)’e göre, 2012’de AB-27’de 9,3 milyon ton peynir üretilmiştir. Bu veriler kullanılarak 2012’de AB peynir fabrikalarından yıllık 83,7 milyon ton peynir altı suyu açığa çıktığı hesaplanmıştır.

Bazı Doğu Avrupa ülkelerinde toplanan inek sütü, üretilen peynir ve açığa çıkan PAS’na ilişkin veriler

Eurostat verilerine göre, 2012’de AB-28 ülkelerinde toplam süt ürünleri üretimi 90,7 milyon tondur. Temel süt ürünleri içinde içme sütü (toplam üretimin % 35’i), peynir altı suyu (% 47,6), peynir (% 10,2), krema (% 2,8), süt tozu (% 2,3) ve tereyağı ile diğer ürünler (%2,2) yer almaktadır. Avrupa’da

İtalya 2012’de yıllık 1,2 milyon ton üretim ile Almanya ve Fransa’dan sonra üçüncü sırada peynir üreticisi konumundadır.

Tablo 6. Avrupa’da bazı ülkelerde toplanan inek sütüne ilişkin yıllık veriler (1000 ton) (EUROSTAT, 2014).

	2009	2010	2011
İtalya	10560	10408	10260
Türkiye	-	-	7074
Macaristan	1407	1322	1308
Romanya	978	901	892
Yunanistan	684	688	638
Polonya	9136	8990	9296
Bulgaristan	579	539	499
Hırvatistan	675	624	626
Çek Cumhuriyeti	2354	2317	2366
Slovakya	852	800	811
Slovenya	517	519	526

Tablo 7. Avrupa’daki bazı ülkelerde yıllık peynir üretimi (1000 ton) (EUROSTAT, 2014).

	2006	2009	2012
AB-28	c	-	9347
AB-27	c	-	9315
İtalya	1154	1178	1204
Yunanistan	182	203	199
Romanya	71	c	c
Macaristan	57	75	c
Polonya	580	634	721
Bulgaristan	87	c	c
Hırvatistan	30	0 (n)	32
Çek Cumhuriyeti	119	113	c
Slovakya	48	34	c
Slovenya	20	c	c

Tablo 8. Yukarıdaki veriler kullanılarak hesaplanan yıllık açığa çıkan peynir altı suyu verileri (1000 ton)

	2006	2009	2012
AB-28	-	-	84123
AB-27	-	-	83835
İtalya	10386	10602	10836
Yunanistan	1638	1827	1791
Romanya	639	-	-
Macaristan	513	675	-
Polonya	5220	5706	6489
Bulgaristan	783	c	c
Hırvatistan	270	0 (n)	288
Çek Cumhuriyeti	1071	1017	c
Slovakya	432	306	c
Slovenya	180	c	c

KAYNAKLAR

1. 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.
2. Alpkent, Z., Göncü, A., 2003. Peynir suyu ve peynir suyu proteinlerinin gıda, kozmetik ve tıp alanlarında kullanımı. *Gıda Mühendisliği Dergisi*. 26-30.
3. Anonim, 1995. Türk Standardı (TS 11860). Peyniraltı suyu tozu (Whey powder). Türk Standartları Enstitüsü (TSE). Ekim 1995. Ankara.
4. Anonim, 2012. Süt ve Süt Üretimi Verileri, Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK). Ankara.
5. Anonim, 2013. Dünya ve Türkiye’de Süt Sektör İstatistikleri, Ulusal Süt Konseyi. Ankara.
6. Anonim, 2013. Süt ve Süt Üretimi Verileri, Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK). Ankara.
7. Anonim, 2014. Süt ve Süt Üretimi Verileri, Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK). Ankara.
8. Anonymous, 2012. Report for CIR Expert Panel Review. Safety Assessment of Hydrolyzed Source Proteins as Used in Cosmetics. December 10-11, 2012. Washington.
9. Anonymous, 2013. Annual Report, European Dairy Association (EDA).
10. Anonymous, 2013. Opportunities for the Wisconsin Whey Industry. Wisconsin Whey Study, Madison.
11. Anupama, Ravindra, P., 2000. Value-added food: Single cell protein. *Biotechnology Advances*. 18:459-479.
12. 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.
13. Bosco, F., Chiampo, F., 2010. Production of polyhydroxyalcanoates (PHAs) using milk whey and dairy wastewater activated sludge. Production of bioplastics using dairy residues. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 109(4):418-421.
14. Cribb, P.J., 2005. U.S. Whey Proteins in Sports Nutrition. Applications Monograph Sports Nutrition, pp. 1-12. Published by U.S. Dairy Export Council.
15. De Gioannis, G., Friargiu, M., Massi, E., Muntoni, A., Poletti, A., Pomi, R., Spiga, D., 2014. Biohydrogen production from dark fermentation of cheese whey: Influence of pH. *International Journal of Hydrogen Energy*. 39(36):20930-20941.
16. De Souzaa, R.R., Bergamasco, 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.

17. Dinçoğlu A.H., Ardiç, M., 2012. Peyniraltı suyunun beslenmemizdeki önemi ve kullanım olanakları. Harran Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi. 1(1):54-60.
18. Foegeding, E.A., Luck, P., Vardhanabhuti, B., 2011. Whey Protein Products in Encyclopedia of Dairy Science, pp. 873-878. Second Edition, Academic Press.
19. Fuquay, J.W., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., 2011. Encyclopedia of Dairy Sciences, Second Edition, Academic Press.
20. Gelegenis, J., Georgakakis, D., Angelidaki, I., Mavris, V., 2007. Optimization of biogas production by co-digesting whey with diluted poultry manure. Renewable Energy. 32:2147-2160.
21. Gernigon, G., Schuck, P., Jeantet, R., 2011. Whey Processing-Demineralization in Encyclopedia of Dairy Science, pp. 738-743. Second Edition, Academic Press.
22. 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.
23. 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.
24. Harper, W.J., 2011. Dairy Ingredients in Non-Dairy Foods in Encyclopedia of Dairy Science, pp. 125-134. Second Edition, Academic Press.
25. 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.
26. Jelen, P., 2011. Whey Processing- Utilization and Products in Encyclopedia of Dairy Science, pp. 731-737. Second Edition, Academic Press.
27. Kar, J.R., Hallsworth, J.E., Singhal, R.S., 2015. Fermentative production of glycine betaine and trehalose from acid whey using *Actinopolyspora halophila*. Environmental Technology and Innovation. 3:68-76.
28. Kavacık, B., Topaloglu B., 2010. Biogas production from co-digestion of a mixture of cheese whey and dairy manure. Biomass and Bioenergy. 34:1321-1329.
29. Koller, M., Sandholzer, D., Salerno, A., Braunegg, G., Narodslawsky, M., 2013. Biopolymer from industrial residues: Life cycle assessment of poly(hydroxyalkanoates) from whey. 73:64-71.
30. 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.
31. 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.
32. 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.

33. 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.

34. Küçüköner, E., 2011. Peynir tozu ve peyniraltı suyu tozu üretimi. 1. Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi. Gıda Katkı Maddeleri. 80-85.

35. 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.

36. 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.

37. Marshall, K., 2004. Therapeutic Applications of Whey Protein. *Alternative Medicine Review*. 9(2):136-156.

38. 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.

39. Mete, H., 2012. Peyniraltı suyunun ekmekçilikte değerlendirilmesi ve ekonomik önemi. *Tekirdağ S.M.M.M. Odası Sosyal Bilimler Dergisi*. 1:1-10.

40. Panesar, P.S., Kennedy, J.F., Gandhi, D.N., Bunko, K., 2007. Bioutilisation of whey for lactic acid production. *Food Chemistry*. 105:1–14.

41. 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.

42. 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.

43. Prazeres, A.R., Carvalho, F., Rivas J., 2012. Cheese whey management: A review. *Journal of Environmental Management*. 110:48-68.

44. Prazeres, A.R., Carvalho, F., Rivas, J., 2012. Cheese whey management: A review. *Journal of Environmental Management*. 110:48-68.

45. 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.

46. Schingoethe, D.J., 1976. Whey utilization in animal feeding: a summary and evaluation. *Journal of Dairy Science*. 59: 556-570.

47. Serdaroglu, M., 2006. Improving low fat meatball characteristics by adding whey powder. *Meat Science*. 72:155-163.

48. Siso, M.I.G., 1996. The biotechnological utilization of cheese whey: a review. *Bioresource Technology*. 57:1-11.

49. Sliwa, K., Sikora, E., Ogonowski, J., 2011. Application of waste whey in Shampoos. *Technical Transactions Chemistry*. 108(8):1-7.
50. Sharma, S., Luzinov, I., 2013. Whey based binary bioplastics. *Journal of Food Engineering*. 119:404-410.
51. Smithers, G.W., 2008. Whey and whey proteins-From 'gutter-to-gold'. *International Dairy Journal*. 18:695– 704.
52. Tarakçı, Z., Küçüköner, E., 2005. Laktoz, laktoz türevleri ve gıda sanayinde kullanımı. *Gıda*. 30(4):261-267.
53. 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.
54. 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.