

Peynir Altı Suyunun İnsan ve Hayvanlarda Metabolizma Üzerindeki Etkileri

Tanay BİLAL¹

Ayşen ALTINER²

¹İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, ¹Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, Avcılar, İstanbul

²İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Avcılar, İstanbul
tanbilal@istanbul.edu.tr

Öz

Süt üretim tesislerinde peynirin imalatından elde edilen başlıca yan ürün olan peynir altı suyu, çözünebilir proteinler, laktoz, mineraller (kalsiyum, fosfor, magnezyum, çinko vs.), vitaminler, P₂O₅ (difosfor pentaoksit) ve K₂O (potasyum oksit)'ten zengindir. Albümin, laktoferrin, laktoperoksidaz gibi minör bileşenler ile bir miktar süt yağı da peynir altı suyunda mevcuttur. Peynir altı suyunda bulunan biyolojik bileşiklerin, peynir altı suyunun sağlık üzerinde gösterdiği olumlu etkiden sorumlu olduğu düşünülmektedir. Peynir altı suyu akarsu veya göllere atılamaz, çünkü ciddi çevresel problemlere neden olabilir. Eğer fazla atılırsa toprağı da kirletebilir. Peynir altı suyu, silajların fermentasyon işlemini ve aerobik stabilitesini arttırdığı için, mısır tanelerinin silolanma işleminde kullanılmada büyük bir potansiyele sahiptir. Peynir altı suyu, yüksek oranda dallı zincirli amino asit (lösin, izolösin ve valin) içeriğine sahiptir ve bu içerik peynir altı suyunun tüketimden sonra etkili olan metabolizmasından sorumludur. Peynir altı suyu proteinleri yüksek kalitede proteinlerdir ve tüm esansiyel amino asitleri kapsarlar. β-Laktoglobulin, α-laktalbumin, glikomakropeptid, immunoglobulin ve laktoferrin içeren peynir altı suyu proteini *in vitro* ve *in vivo* antioksidan, antihipertansif, antitümör, antiviral, hipolipidemik ve antibakteriyel ajan olarak iş görme yeteneğine sahiptir. Peynir altı suyu proteinleri tip-2 diabetes mellitus, obezite ve multipl skleroz üzerinde olumlu etkilere sahip olabilirler. Ayrıca peynir altı suyu proteini yüksek oranda tokluk sağlar. Derlemenin amacı, peynir altı suyunun çeşitleri, içeriğı, kullanım alanları ve insan ve hayvan metabolizması üzerindeki etkileri ile ilgili bilgileri bir araya getirmektir.

Anahtar Kelimeler: Peynir altı suyu, etki, kullanım, metabolizma

Effects of Whey on Metabolism in Human and Animals

Abstract

Whey, the main by-product obtained from the cheese manufacture in the milk production facilities, is rich of the soluble proteins, lactose, minerals (such as calcium, phosphorus, magnesium, zinc), vitamins, P₂O₅ (diphosphorus pentaoxide), and K₂O (potassium oxide). The minor ingredients such as albumin, lactoferrin, lactoperoxidase and a bit of milk fat are also present in whey. Biological compounds found in whey are thought to be responsible for the positive effects on health. Whey can not be dropped to the streams or lakes because can cause serious environmental problems. It can also contaminate the soil if more discarded. Whey has great potential to be used in the silage processing of corns because it increases the fermentation process and the aerobic stability of silages. Whey has high rate of the branched chain amino acids (leucine, isoleucine and valine) which are responsible for the efficient metabolism after consumption. Whey proteins are the high quality proteins and comprise all the essential amino acids. Whey protein including β-lactoglobulin, α-lactalbumin, glucomacropeptid, immunoglobulin and lactoferrin has the ability to act as *in vitro* and *in vivo* antioxidant, antihypertensive, antitumor, antiviral, and hypolipidemic and antibacterial agent. Whey proteins have positive effects upon type-2 diabetes mellitus, obesity and multiple sclerosis. Whey protein also provides a high toughness. Purpose of the review is to bring together the informations about the types, content, applications and effects on human and animal metabolism of the whey.

Keywords: Whey, effect, application, metabolism

1. Giriş

Peynir yapım işleminin bir yan ürünü olan peynir altı suyu, %8'den %35'e değişen oranlarda 5 ana protein fraksiyonundan ibaret olan heterojen ve polimorfik bir proteinler grubudur (Pal ve Radavelli-Bagatini, 2013). Süt serumu proteinleri, süt serumunda çözünür halde bulunan maddeler olarak tanımlanırlar. Bu proteinler doğal olarak peynir üretimi sırasında oluşurlar ve sütteki tüm proteinlerin %20'sini oluştururlar (Pal ve ark., 2010a). Peynir altı suyu proteinlerinin doğal kaynağı, %80'i kazein ve kalan %20'si peynir altı suyu proteinlerinden ibaret olan ve yaklaşık %3.5 oranında total protein içeren sığır sütüdür (Hulmi ve ark., 2010).

Peynir altı suyu proteini hidrolizatlar formunda da bulunabilir (Pal ve Radavelli-Bagatini, 2013). Peynir altı suyu proteini proteolitik enzimler tarafından hidroliz edilirse hidrolizatları oluşur. Ürünler yoğun olarak veya hidroliz olmuş protein ürünleri (taze pastörize sıvı) olarak, protein hidroliz derecesine göre sınıflandırılırlar (El-Agamy, 2007). Yoğun ürünler peynir altı suyu protein konsantresi, peynir altı suyu protein hidrolizatı, azalmış laktozlu peynir altı suyu ve demineralize peynir altı suyu şeklindedir. Yoğunlaştırılmış formlar protein gibi arzu edilen bileşenleri korur fakat laktoz ve yağ gibi gereksiz bileşenlerin daha az miktarlarını kapsar. Peynir altı suyu proteini konsantresi süt serumu proteinlerinin %29-89'unu içerebilir, izolatları ise peynir altı suyu proteinlerinin %90'ından fazlasını kapsar (Pal ve Radavelli-Bagatini, 2013).

Bu derlemenin amacı peynir altı suyunun çeşitleri, içeriği, kullanım alanları ve insan ve hayvanların metabolizması üzerindeki etkileri ile ilgili bilgileri bir araya getirmektir.

2. Peynir Altı Suyunun İçeriği

Süt üretim tesislerinde peynir imalatından elde edilen başlıca yan ürün olan peynir altı suyu, çözünebilir proteinler, laktoz, mineraller (kalsiyum, fosfor, magnezyum, çinko vs.), vitaminler, P₂O₅ (difosfor pentaoksit) ve K₂O (potasyum oksit)'ten zengindir (Rezende ve ark., 2014). Sıvı peynir altı suyu yaklaşık %92-93 su ile birlikte protein, Ca (kalsiyum) ve laktoz gibi sütün orijinal besin maddelerinin de yaklaşık yarısını içerir (Güler ve ark., 2006). Peynir altı suyu aynı zamanda laktik asit ile laktik asit bakterilerinin değişen miktarlarını da kapsar (Rezende ve ark., 2014). Albümin, laktoferrin, laktoperoksidaz gibi minör bileşenler ile biraz süt yağı da peynir altı suyunda mevcuttur (Pal ve Radavelli-Bagatini, 2013).

Peynir altı suyu proteinleri yüksek kalitede proteinlerdir ve tüm esansiyel amino asitleri kapsarlar (Hoffman ve Falvo, 2004). Bu tüm esansiyel amino asitleri bitkisel protein kaynaklarından daha yüksek konsantrasyonlarda içerirler (Haraguchi ve ark., 2009). Bu proteinler fosforillenmiş ya da yoğun olarak glikozillenmiş olmayan globuler yapılardır ve ısıya duyarlıdırlar (Pal ve Radavelli-Bagatini, 2013). Peynir altı suyunun ana proteinleri olan α -laktalbumin ve β -laktoglobulin, köpürme ve jel oluşumu gibi peynir altı suyunun fonksiyonel özelliklerinden sorumludur (Aimutis, 2004). Peynir altı suyunun kompozisyonu sütün kaynağı, peynirin tipi ve imalat işlemlerine bağlı olarak değişir (Pal ve Radavelli-Bagatini, 2013).

Peynir altı suyu, yüksek oranda dallı zincirli amino asit (lösin, izolösin ve valin) içeriğine sahiptir ve bu içerik peynir altı suyunun tüketimden sonra etkili olan metabolizmasından sorumludur (Bastien ve Harper, 2003). Lösin peynir altı suyundaki başlıca amino asittir (Pal ve Radavelli-Bagatini, 2013). Sığır sütünün belli başlı peynir altı suyu proteinleri, %55 β -immunoglobulin, %20 α -laktalbumin ve %7 albümin'dir. Bu proteinler keçi, koyun, inek, deve, insan, buffalo, kısrak ve eşek sütleri arasında tip ve oran olarak farklıdırlar. β -immunoglobulin inek, buffalo, koyun, keçi, kısrak ve eşek sütünde başlıca peynir altı suyu proteindir (El-Agamy, 2007).

3. Peynir Altı Suyunun Sindirim ve Emilimi

Süt serumu proteinleri asit ortamlarda pıhtılaşmazlar, midedeki kimozen (renin)'in etkisine direnir, hızla jejenum'a ulaşır, hızlı olarak sindirilir ve plazma amino asit konsantrasyonlarını arttırlar (Pal ve Ellis, 2010a). Mide tarafından hızla boşaltılmasından dolayı hızlı protein olarak bilinen peynir altı suyu proteini, ince bağırsaklarda yüksek derecede sindirilebilirliğe ve hızlı emilime sahiptir (Boirie ve ark., 1997). Peynir altı suyu ile kazeinin emilim şekilleri oldukça farklıdır. Peynir altı suyu proteinleri bütün proteinler olarak ince bağırsağa girer ve kazeine kıyasla daha hızlı emilirler (Tranberg ve ark., 2013).

4. Peynir Altı Suyunun Kullanım Alanları

Peynir altı suyunu bertaraf etmek için yapılabilecek bir işlem, onu tane mısır silajlarının rehidrasyonunda kullanmaktır (Rezende ve ark., 2014). Tane mısır silajlarının rehidrasyonu, fermentasyonu arttırmak amacıyla yeterli nem düzeylerini sağlamak için iyi bir stratejidir (Goodrich ve ark., 1975). Bu işlemde tipik olarak su kullanılmasına rağmen, peynir altı suyu gibi diğer sıvılar da kullanılabilir. Peynir altı suyu, silajların fermentasyon işlemi ve aerobik stabilitesini arttırdığı için, mısır tanelerinin silolanma işleminde kullanılmada büyük bir potansiyele sahiptir (Rezende ve ark., 2014).

Peynir altı suyu proteini yüksek kalitede protein, kalsiyum ve vitaminler içerdiğinden dolayı, hem sıvı hem de kurutulmuş olarak insan ve hayvanların kullanımına sunulabilir (Güler ve ark., 2006) ve çeşitli içeceklerde, süt tozu, protein barları veya sütte kullanılabilir (Sousa ve ark., 2012). Peynir altı suyu oldukça ucuz olduğu için, büyüme periyodundaki kuzu ve buzağılara besin maddeleri kaynağı da olabilir (Kushibiki ve ark., 2001). Peynir altı suyu proteini konsantresi, yavru domuzların diyetlerinde en çok kullanılan hayvan proteini kaynaklarından birisidir. Bu diyetlerde yüksek amino asit içeriği ve sindirilebilirliğinden dolayı bulunmakta ve yavru domuzlarda anne sütünden katı gıdaya geçişi kolaylaştırdığına inanılmaktadır (Zhao ve ark., 2014).

Peynir üretiminin asıl yan ürününü temsil eden sıvı peynir altı suyunun keçi beslemede kullanımının, pratik bir alternatif olduğu görülmektedir. Örneğin İtalya, Fransa, Yunanistan ve İspanya'da hemen hemen her süt keçisi çiftliği, elde edilen sütlerden peynir üretir. Bu durumda sıvı peynir altı suyu, süt keçilerinde pratik bir gıda takviyesi olarak kullanılabilir. Laktasyondaki keçiler için yem bileşeni olarak peynir altı suyunun kullanımı, yem masraflarını azaltmada ve olumsuz çevresel etkileri önlemede avantaj sağlar (Rapetti ve ark., 1995).

5. Peynir Altı Suyunun Çeşitli Etkileri

Yapılan bir çalışmada peynir altı suyu ilavesi, patates karma silajının fermentasyon özelliklerini iyileştirmiştir (Nkosi ve Meeske, 2010). Silolanma işleminde bu yan ürünün uygulanmasını değerlendiren araştırmalar, fermentasyon ve hayvan performansı açısından pozitif etkileri kanıtlamışlardır (Rezende ve ark., 2014). Peynir altı suyu proteinlerinin tüketimi bir dizi faydaya sahip olabilir (Anderson ve ark., 2004).

2 haftadan sonra peynir altı suyuna fizyolojik bir adaptasyonun meydana geldiği görülür ve peynir altı suyunun amino asitleri büyüme için başarılı olarak kullanılırlar (Tranberg ve ark., 2013). Peynir altı suyunda bulunan biyolojik bileşiklerin, peynir altı suyunun sağlık üzerinde gösterdiği olumlu etkiden sorumlu oldukları düşünülmektedir (Pal ve Radavelli-Bagatini, 2013). β -Laktoglobulin, α -laktalbümin, glikomakropeptid, immunoglobulin ve laktoferrin içeren peynir altı suyu proteini *in vitro* ve *in vivo* antioksidan, antihipertansif, antitümör, antiviral, hipolipidemik ve antibakteriyel ajan olarak iş görme yeteneğine sahiptir. Peynir altı suyu proteinleri tip-2 diabetes mellitus, obezite, hipertansiyon, oksidatif stres ve multipl skleroz ile ilgili bazı risk faktörlerini iyileştirebilirler (Sousa ve ark., 2012).

Çizelge 1. Peynir altı suyu proteininin ana bileşenleri ve etkileri (Sousa ve ark., 2012).

Bileşenler	Etkiler
β-Laktoglobulin (%45-57)	Yüksek dallı zincirli amino asit içeriğine sahiptir (% ~25.1). Lipidlerin bağırsaklardan emilimini azaltmak üzere hidrofobik molekülleri yakalar.
α-Laktalbümin (%15-25)	Tüm diyet proteinlerinden daha yüksek triptofan miktarına sahiptir (%6). Lizin, löysin, treonin ve sisteinden zengindir. Emilimlerini pozitif olarak etkilemek üzere Ca ve Zn gibi minerallere bağlanma yeteneğine sahiptir.
İmmunoglobulin (%10-15)	Serumda dört sınıf immunoglobulin mevcuttur: IgG, IgA, IgM ve IgE. Antioksidan koruma fonksiyonu yapar ve bağışıklığı artırır.
Laktoferrin (% ~1)	Proinflamatuvar sitokinlerin üretimini inhibe ederve hepatit gelişmesine karşı korur.
Laktoperoksidaz (% <1)	Önemli antimikrobiyal özelliklere sahiptir.
Glikomakropeptid (%10-15)	Peynirin pıhtılaşması sırasında kazeinin sindiriminden oluşur. Minerallerin emilimini teşvik eden yüksek düzeyde esansiyel amino asit içerir.
Sığır serum albümin	İyi amino asit profiline sahiptir ve lipidlere bağlanır.

Peynir altı suyu proteininin, kazeine kıyasla dışkıda laktobasil ve bifidobakteri miktarını arttırdığı gösterilmiştir (Sprong ve ark., 2010). Peynir altı suyu proteininin metabolik sağlığı güçlü olarak etkilemesi, muhtemelen bağırsak mikroflorasındaki değişimler aracılığı ile olmaktadır (Tranberg ve ark., 2013). Her bir peynir altı suyu proteini, peptid fraksiyonları veya amino asitler ya da bunların aralarındaki sinerjik etkiler, peynir altı suyunun fizyolojik etkilerine aracılık edebilirler. İnsanlarda ölçülebilir bir biyolojik etki göstermesi için peynir altı suyu proteinlerinin daha yüksek dozu gerekli olabilir (Pal ve Ellis, 2010b). İnsan ve eşek peynir altı suyu proteinleri arasında güçlü bir immunolojik ilişki bulunmuştur, oysa insan ve diğer türlerin peynir altı suyu proteinleri arasındaki ilişki zayıf olmuştur (El-Agamy, 2007). Domuz yavrularının diyetlerine balık unu ve/veya peynir altı suyu proteini konsantresi yerine amino asit ilavesi, kan plazmasındaki büyüme hormonu değişimlerini etkilememiştir (Zhao ve ark., 2014). Peynir altı suyu proteini ilavesinin farelerde egzersiz performansını arttırdığı bildirilmiştir (Chen ve ark., 2014). Peynir altı suyu proteini konsantresi hidrolizatının ilavesi, ovaryumu çıkarılan sıçanlarda kemik yoğunluğu kaybını önlemiştir (Kim ve ark., 2015).

5.1. Karbonhidrat metabolizması üzerine etkileri

Proteinler ve amino asitler, obezite ve tip-2 diabetes mellitus gibi bazı klinik durumlarda insülin yanıtını azaltabilirler. Peynir altı suyu proteini, bu yanıtın en önemli düzenleyicileri olan esansiyel amino asitlerden zengin bir kaynaktır (Perrone ve ark., 2011). Bir karbonhidrat içeceğine peynir altı suyu proteininin ilavesi, insülin yanıtını iyileştirmiştir (Van Loon ve ark., 2000). Peynir altı suyu proteinleri, amino asitlerinin insülinotropik etkisinden dolayı glikoz yanıtını anlamlı ölçüde azaltabilirler. Peynir altı suyu proteini konsantresi Wistar ratlarda insülin duyarlılığındaki artışı göstermek üzere, düşük plazma insülin konsantrasyonu ile düşük insülin/glikoz oranını teşvik etmiştir (Belobrajdic ve ark., 2004). 50 g peynir altı suyu proteini izolatatının kronik olarak glikoz ve insülini iyileştirdiği gösterilmiştir (Pal ve Radavelli-Bagatini, 2013).

Peynir altı suyu proteininde yüksek düzeylerde bulunan löysin, enerjiyi adipoz dokuda depolanmaya değil de kas sentezine yönlendiren fosfatidilinozitol-3-kinaz enzimi ile insülin sinyalini düzenleyebilir. Birkaç çalışmada bildirilen peynir altı suyu proteininin tüketiminden sonra görülen insülin düzeylerindeki artış, muhtemelen peynir altı suyu proteininde mevcut yüksek löysin içeriğinden dolayıdır. Aynı zamanda peynir altı suyu proteininin 12 haftadan fazla süreyle tüketimi insülin duyarlılığını arttırdığı için, yağ

kütlesinin artışı teşvik etmemektedir (Sousa ve ark., 2012). Peynir altı suyu proteini ilavesinin, açlık ile yemek sonrası insülin salınışını arttırmak ve insülin duyarlılığını yükseltmek üzere, muhtemelen inkretin hormonlarının uyarılması yoluyla gliseminin kontrolünde önemli bir rolü vardır (Pal ve Ellis, 2010b).

Gunnarsson ve ark. (2006) ratlarda peynir altı suyu proteininin tüketimi ile, insülin düzeylerinde 3 misli ve insülin toleransında 4 misli artış saptamışlardır. Mortensen ve ark. (2009), farklı protein kaynakları olarak kazein, gluten ve morina balığı içeren 3 diyetle kıyasla 45 g peynir altı suyu proteini içeren bir diyetin tüketiminin ilk 8 saati içerisinde, tip-2 diabetes mellituslu kişilerde peynir altı suyu proteininin hipoglisemik etkisini keşfetmişlerdir. Ratlarda yapılan çalışmalar muhtemelen peynir altı suyu proteini ilavesinin, görevi glisemik kontrol ile ilişkili olan glukagon-benzeri peptid-1 ve glikoza-bağımlı insülinotropik peptid gibi inkretin hormonlarını devre dışı bırakmak olan dipeptidil peptidaz-IV enziminin inhibisyonu yoluyla, serum glikoz düzeyini baskıladığını göstermiştir (Gunnarsson ve ark., 2006). Mortensen ve ark. (2009) 45 g peynir altı suyu proteininin tüketiminden sonra tip-2 diabetes mellituslu kişilerde, kan glukagon-benzeri peptid-1 düzeylerinde değişimler saptayamamışlardır, bu kişilerde sadece kan glikoz düzeyleri azalmıştır. Veldhorst ve ark. (2009) sağlıklı kişilerde kazeine kıyasla, peynir altı suyunun tüketimi ile kan glikozunda anlamsız bir azalma gözlemişlerdir. Barnett ve ark. (2008) gebelik sırasında düşük miktarlarda peynir altı suyu proteini tüketen anne ratların yavrularının erişkin yaşamlarında, insülin sekresyonunda %55-65 oranında azalma gözlemişlerdir. Bu azalma, erişkin insanlarda tip-2 diabetes mellitusun erken gelişimi ile ilişkilidir.

Glukagon-benzeri peptid-1'in sekresyonundaki artış ve serum glikoz ile insülin düzeylerindeki azalmadan dolayı peynir altı suyu proteini, insülin direncini azaltmak için kullanılabilir (Sousa ve ark., 2012). Pal ve Ellis (2010b) 50 g peynir altı suyu proteini içeren bir içeceğin tüketiminden sonra, ton balığı, hindi veya yumurta albümininin aynı miktarlarının tüketimine kıyasla glikoz, iştah ve gıda tüketiminde anlamlı bir azalma ile birlikte serum insülin düzeylerinde anlamlı bir artış gözlemişlerdir. Karbonhidratın total enerji alımına katkısı, peynir altı suyu grubunda kontrol grubuna kıyasla anlamlı ölçüde daha düşük olmuştur. Proteinin total enerji alımına katkısı ise, kontrol grubuna kıyasla peynir altı suyu grubunda anlamlı ölçüde daha yüksek bulunmuştur.

Peynir altı suyu proteini, metabolik sendromun risk faktörlerinin idaresi için oluşturulan diyet planlamalarında ve fonksiyonel yiyeceklere ilave bir bileşen olarak kullanılma potansiyeline sahiptir (Pal ve Ellis, 2010b). Kazein ve/veya karışık proteinden ziyade peynir altı suyu, metabolik sendrom ve diğer risk göstergeleri üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir (Pal ve Radavelli-Bagatini, 2013). Yapılan bir çalışmada peynir altı suyu, kazeine kıyasla metabolik sendrom parametrelerini anlamlı ölçüde hafifletmiştir (Tranberg ve ark., 2013).

5.2. Lipid metabolizması üzerine etkileri

Yağdan zengin bir diyetle eklenen 45 g peynir altı suyu proteini, trigliserid yanıtını anlamlı ölçüde düşürmüştür. Günde 54 g peynir altı suyu proteini izolatının ise 12 hafta sonra kan trigliserid, total kolesterol ve LDL-kolesterolü azalttığı gösterilmiştir, fakat fazla kilolu bireylerde HDL-kolesterol üzerinde etkisi olmamıştır (Pal ve Radavelli-Bagatini, 2013). Başka bir çalışmada hidrolize peynir altı suyu proteinleri total kolesterol ve LDL-kolesterolü yaklaşık %13 azaltmıştır ($p < 0.05$); HDL-kolesterol ve trigliseridler ise değişmemiştir (Pins ve Keenan, 2006). Benzer şekilde insanlarda açlık plazma kolesterolü peynir altı suyu tarafından azaltılmıştır (Pal ve ark., 2010b).

Hong ve ark. (2015) fermente edilmiş peynir altı suyu içeceğinin, sığırcılarda yüksek yağ diyeti ile teşvik edilen obeziteye karşı, antiobeziter ve hipolipidemik etki gösterebileceğini bildirmişlerdir. Peynir altı suyu proteini obez kişilerde muhtemelen enerji harcanmasını artırarak lipid profilini iyileştirmiştir (Sousa ve ark., 2012). Diyetle enerji veren bir yem katkı maddesi olarak peynir altı suyunun olmayışı, kontrol grubunda daha düşük kas içi ve iç yağ miktarına neden olmuştur. Bununla birlikte gruplar arası farklar anlamsız bulunmuştur (Dayani ve ark., 2011). Peynir altı suyu proteini ilavesi sırasında dolaşımdaki trigliseridlerden zengin şilomikronlarda azalma görülmesi, hızlı sindirim veya emilimden dolayı olabilir (Nilsson ve ark., 2004). Peynir altı suyunun lipidler ve lipoprotein metabolizması üzerindeki yararlı etkisi, peynir altı suyu proteinlerinin karaciğerde *de novo* kolesterol sentezi üzerindeki etkilerinden kaynaklanabilir (Pal ve Radavelli-Bagatini, 2013). Peynir altı suyu, kolesterol sentezi için gerekli olan hız sınırlayıcı enzim HMG-CoA redüktaz'ın aktivitesini inhibe eder (Zhang ve Beynen, 1993).

Peynir altı suyu proteini tip-2 diabetes mellitus hastalarına verildiğinde, kan trigliserid düzeylerinde azalma gözlenmiştir (Mortensen ve ark., 2009). Bu azalma aynı zamanda hem fazla kilolu hem de menopoza sonrası obez kadınlarda, yüksek yağ diyeti ile birlikte 45 g peynir altı suyu proteini izolasyonunun tüketiminden sonra, glikoz veya kazeinin eşit miktarda tüketimine kıyasla saptanmıştır (Pal ve ark., 2010b). Aynı araştırmacılar, benzer şekilde 12 hafta süreyle 54 g peynir altı suyu proteini alan hem fazla kilolu hem de obez bireylerde, aynı miktarda glikoz tüketen gruba veya ilavesiz kontrol grubuna kıyasla, trigliserid konsantrasyonunda azalma olduğunu göstermişlerdir. Peynir altı suyu ve kazeinin lipid metabolizması üzerindeki farklı etkileri, bağırsak sindirimi ve emilimi üzerindeki farklı etkileri ile birlikte farklı amino asit içeriklerinden de kaynaklanabilir (Pal ve Ellis, 2010a).

5.3. Ateroskleroz ve yüksek tansiyon üzerine etkileri

Hidrolize peynir altı suyu peptidleri, kardiyovasküler hastalık riski taşıyan bireyler için yaşam tarzı tedavisine uygun bir tedavi seçeneği olabilir (Pins ve Keenan, 2006). İnsan ve hayvanlarda peynir altı suyu proteininin glikoz düzeyleri ile insülin yanıtını iyileştirdiği, kan basıncı, arteriyel sertlik ile lipid profilinde azalmayı teşvik ettiği ve böylece birçok kardiyovasküler risk faktörünü azalttığı gösterilmiştir (Pal ve Radavelli-Bagatini, 2013). Pal ve Ellis (2010b), normal tansiyona sahip obez veya fazla kilolu kişilerde 54 g peynir altı suyu proteini ve 27 g kazein alımından sonra hipotansif bir etki meydana geldiğini saptamışlar ve peynir altı suyu ilavesinin, böyle bireylerde kan basıncı ile vasküler fonksiyonu anlamlı ölçüde iyileştirebileceğini belirtmişlerdir. Peynir altı suyu proteininin gelecekte hipertansiyonun kontrolü için son derece önemli olacağı düşünülmektedir (Sousa ve ark., 2012).

5.4. Protein metabolizması üzerine etkileri

Günde 20 g civarında peynir altı suyu proteini izolasyonu veya hidrolizatı, kaslarda protein sentezini teşvik etmektedir (Pal ve Radavelli-Bagatini, 2013). Peynir altı suyu proteininin de kazein gibi, protein sentez hızını 2 kat arttırdığı gösterilmiştir (Boirie ve ark., 1997). Kan total protein düzeyi, 302 g kolostrum ve 400 g peynir altı suyu proteini konsantrasyonu ile beslenen buzağılarda çok yükselmiştir (Davenport ve ark., 2000). İneklerde peynir altı suyu rasyonunda bulunan laktozun kolay fermente olabilen enerjisi, rumendeki mikrobiyal protein sentezini desteklemiştir (Stock ve ark., 1986). Bu hipotez, peynir altı suyu ile beslenen süt ineklerinde rumen amonyağının daha düşük konsantrasyonları tarafından da desteklenmiştir (Windschitl ve Schingoethe, 1984).

5.5. Karaciğer üzerine etkileri

Peynir altı suyu proteini ilavesi, sığırcılarda galaktozaminin teşvik ettiği hepatit ile karaciğer fibrozunun gelişimini önlemiştir. Peynir altı suyu diyetinde bulunan sekiz sığırcının altısında çok düşük dereceli portal fibroz, safra kanalı proliferasyonu ve mononükleer hücrelerin invazyonu gözlenmiş, kalan ikisinde ise fibroz veya nekroz görülmemiştir. Buna göre peynir altı suyu proteini, hepatitin iyileşmesine yardım edebilir ve/veya galaktozaminin ilk enjeksiyonundan sonra hepatitin gelişmesini baskılayabilir ve galaktozaminin ikinci enjeksiyonundan sonraki karaciğer hasarını önleyebilir (Marshall, 2004). Benzer şekilde Kume ve ark. (2006) da sığırcılarda, galaktozamin-teşvikli hepatit ve karaciğer fibrozu üzerine peynir altı suyu proteininin koruyucu etkisini kanıtlamışlardır.

5.6. Yem tüketimi ve yemden yararlanma üzerine etkileri

Peynir altı suyu proteini diğer proteinlerden daha doyurucudur. Bu protein leptin duyarlılığını arttırarak obeziteyi azaltabilir. Peynir altı suyu proteininden gelen amino asitler, bağırsak hormonları olan kolesistokinin ve glukagon-benzeri peptid-1'in artışı ile hipotalamustaki nöropeptid-iştah açıcıda azalma ve nöropeptid-iştah kapatıcıda artış yoluyla, gıda tüketimini azaltabilirler. 75 g glikoza kıyasla 75 g peynir altı suyu proteini izolatinın alımı, 5 saat sonra grelin düzeylerini azaltmıştır (Sousa ve ark., 2012). Ayrıca peynir altı suyu proteini tüketen grupta bel çevresi kalınlığı ve açlık grelin düzeyleri, soya proteini tüketen gruba kıyasla daha düşük saptanmıştır (Baer ve ark., 2011). Yapılan bir çalışmada yem tüketimi herhangi bir zamanda, yüksek yağ-peynir altı suyu grubunda yüksek yağ-kazein grubundan anlamlı ölçüde farklı bulunmamıştır. Bu durum, kazein ile peynir altı suyu yer değiştirdiğinde lezzetin bozulmadığını göstermektedir (Tranberg ve ark., 2013). Başka bir çalışmada da yem tüketimi ile vücut ağırlığı artışı, kazein ve peynir altı suyu içeren diyetler arasında hemen hemen aynı bulunmuştur (Kume ve ark., 2006). Peynir altı suyu-patates karma silajıyla, diğer diyetlere kıyasla daha iyi yemden yararlanma oranları ($P < 0.05$) elde edilmiştir (Nkosi ve Meeske, 2010).

5.7. Vücut ağırlığı üzerine etkileri

Peynir altı suyu izolatu ile hidrolizatının tüketimi, ağırlık kaybını teşvik edebilen termogenezi arttırarak ve zayıf kütleyi koruyarak, antiobeziter ve kas koruyucu rol oynayabilir (Pal ve Radavelli-Bagatini, 2013). Peynir altı suyu proteini konsantresi, hayvanlarda ağırlık kaybını arttırabilir (Belobrajdic ve ark., 2004). Yaklaşık 6 ay süreyle normal veya enerjisi kısıtlanmış bir diyetle 50 g peynir altı suyu protein konsantresinin veya peynir altı suyu proteini izolatinın alımının, maltodekstrin alımına kıyasla fazla kilolu ve obez kişilerde vücut ağırlığını azaltmada etkili olduğu görülmüştür (Baer ve ark., 2011). Peynir altı suyu proteinleri, diyetle teşvik edilen obeziteye sahip hayvanlarda, yağ kütlesini azaltarak vücut ağırlığını düşürmüştür (Swiatecka ve ark., 2017). Başka bir çalışmada peynir altı suyu, ağırlık artışı üzerinde akut bir etkiye sahip olmuştur (Tranberg ve ark., 2013).

Peynir altı suyu ile beslenen dişi fareler, yüksek yağ diyetinin ilk 10 gününde ağırlıklarını arttırmamışlar, fakat yüksek yağ diyeti ile beslenen kontrol fareleri ağırlıklarını hemen arttırmışlardır (Shertzer ve ark., 2011). Başka bir fare çalışmasında peynir altı suyu, ağırlık kazancını dereceli olarak azaltmıştır (Pilvi ve ark., 2007). Royle ve ark. (2008) uygulamanın hem erken hem geç haftalarında kazeine kıyasla peynir altı suyu tarafından azaltılmış ağırlık artışı bildirmişlerdir. Diyetle kazein yerine peynir altı suyunun kullanımı, çalışmanın erken haftaları esnasında ağırlık artışını belirgin olarak azaltmıştır. Çalışmanın sonunda, yüksek yağ-kazein grubuna kıyasla yüksek yağ-peynir altı suyu grubundaki fareler, anlamlı ölçüde daha düşük son vücut ağırlığına sahip olmuşlardır. Peynir altı suyu yüksek

kaliteli protein kaynağı olduğu için, peynir altı suyu ile beslenen farelerde azalan ağırlık kazancının, az beslenmeden dolayı olması pek muhtemel görünmemektedir (Tranberg ve ark., 2013).

Frestedt ve ark. (2008), 12 hafta süreyle günde iki kez ve her seferinde 10 g glikoz tüketen 47 kontrol grubu bireye kıyasla, 54 sağlıklı bireye günde iki kez ve her seferinde 10 g protein olmak üzere peynir altı suyu proteini izolatu ve diğer peptidlerin karışımının verilmesinin, her 2 grupta ağırlık kaybına yol açtığını ve peynir altı suyu proteini verilen grubun daha yüksek ağırlık kaybına sahip olduğunu kanıtlamışlardır. Glikoz tüketen kontrol grubuna kıyasla peynir altı suyu proteini tüketen grupta, vücut yağı daha fazla azalmış ve zayıf kütle daha uzun süre korunmuştur. Başka bir çalışmada, β -laktoglobulinden zengin peynir altı suyu proteini izolatu içeren yüksek bir protein diyeti ile beslenen grup, tam süt ve peynir altı suyu proteini konsantresi gibi diğer protein kaynakları tüketen gruba kıyasla, vücut ağırlığı ile adipoz dokuda daha belirgin bir azalmaya sahip olmuştur (Zhang ve ark., 2007). 23 hafta süreyle günde 2 kez 56 g peynir altı suyu proteini ilavesi, sadece karbonhidrat tüketen grubunkine kıyasla, vücut ağırlığı ile yağ kütlelerini azaltmıştır (Sousa ve ark., 2012).

Peynir altı suyunun alınması sonrası, karaciğere amino asit taşınması çok hızlı olmaktadır ve bu arada vücut, bu amino asitleri tamamen kullanmak üzere hemen adapte olamamaktadır. Peynir altı suyunun ağırlık kazancı üzerine akut etkisi, bu şekilde açıklanabilir (Tranberg ve ark., 2013). İlave olarak, hem karbonhidratlar (%5) hem de peynir altı suyunun (%6) tüketimiyle birlikte solunum katsayısında azalma saptanmıştır. Bu azalma, yağın artmış oksidasyonunu göstermektedir (Sousa ve ark., 2012). Yapılan bir çalışmada, ölçülen yağın toplam miktarının vücut ağırlığına bölünmesi ile elde edilen vücut yağı yüzdesi, yüksek yağ-kazein ve yüksek yağ-peynir altı suyu grupları arasında anlamlı ölçüde farklı bulunmamıştır. Mutlak kas ve karaciğer ağırlıkları da gruplar arasında farklı saptanmamıştır (Tranberg ve ark., 2013). Yüksek düzeyde peynir altı suyu proteini alımı, sağlıklı yaşlı sığırcılarda zayıf vücut kütlelerinin kaybını geciktirmiştir (Mosoni ve ark., (2014).

5.8. Çeşitli verim özellikleri üzerine etkileri

Sütün yağ içeriği, peynir altı suyu tarafından anlamlı ölçüde iyileştirilmiştir, fakat protein ve laktoz içerikleri kontrol grubu ile benzer saptanmıştır. Deneme grubunun günlük süt verimi (2.88 kg/gün), kontrol grubununkinden (2.65 kg/gün) anlamlı ölçüde ($p<0.05$) daha yüksek bulunmuştur (Rapetti ve ark., 1995). Crovetto ve ark. (1991) süt ineklerine peynir altı suyu verdiklerinde, kontrol rasyonu ile beslenen ineklerden daha yüksek süt protein içeriği saptamışlardır, bununla birlikte 2 grup arasında benzer süt verimi kaydetmişlerdir. İlave enerji kaynağı olarak süt keçilerine verilen sıvı peynir altı suyu, diyetle total kuru madde alımını ve böylece enerji düzeyini arttırarak, süt verimi ile kalitesini yükseltmiştir (Rapetti ve ark., 1995). Bazal diyete %0.1 düzeyinde peynir altı suyunun ilavesi, domuzlarda etin lipid oksidasyonunu negatif olarak etkilemiştir (Kim ve ark., 2016).

6. Yangı ve Sitokinlerin İlişkisi

Kortizol, konsantrasyonuna bağlı olarak immun yanıtları uyarayabilir veya inhibe edebilir. Kronik stres, kortizolün immun fonksiyonlar üzerine baskılayıcı etkilerini azaltabilir ve inflamatuvar yanıtları arttırabilir (McEwen, 1998). Kimura ve ark. (1999), hiperaktif hipotalamus-hipofiz-adrenal eksene sahip koyunların artmış immunolojik fonksiyonlara sahip olduklarını bildirmişlerdir. Böyle koyunlar, inflamatuvar yanıtları arttırabilen yüksek bir immunolojik reaktiviteye sahip olurlar (Caroprese ve ark., 2010). Kunz-Ebrecht ve ark. (2003) kortizole yanıt veren grubun, kortizol yanıtlayıcı olmayan gruptan daha düşük proinflamatuvar sitokinlere sahip olduklarını saptamışlardır. İnterlökinler (ILler) 1, 2, 6 ve tümör nekroz faktör gibi sitokinlerin, aç bırakma ve travma

gibi zarar verici olaylardan sonra, erken oluşan metabolik değişimler ile ilgili oldukları görülmektedir (Aguilar-Nascimento ve ark., 2007).

Fizyolojik ve psikolojik stres yapıcılar, proinflamatuvar sitokinler olan IL-1 β , IL-6 ve tümör nekroz faktör- α 'nın (TNF- α 'nın) salgılanmasını sağlayabilirler. Sitokinlerin üretimi ve etkileri, kortizol tarafından kontrol edilir (Caroprese ve ark., 2006). TNF- α ve IL-1 β , organ hasarının önemli erken araçları olarak kabul edilmektedir. İfadesi, sentezi, salgılanması ve aktivitesi sıkı bir şekilde düzenlenen IL-1 β , çok güçlü bir inflamatuvar sitokindir (Dinarello, 1996). Kortizol yanıtındaki farklılıklar, farklı plazma IL-1 β düzeylerine yol açar. Yapılan bir çalışmada yüksek kolesterole sahip koyunlar, düşük kolesterole sahip koyunlardan daha yüksek plazma IL-1 β düzeylerine sahip olmuşlardır (Caroprese ve ark., 2010). C-reaktif protein (CRP) pozitif akut faz proteindir; düzeyleri yangı yoğunluğu ile iyi bir şekilde korelasyonludur ve artışı operasyon sonrası komplikasyonları gösterebilir (Gabay ve Kushner, 1999).

7. Peynir Altı Suyu ile İnflamatuvar Markırların İlişkisi

Yapılan bir çalışmada ameliyattan 3-4 saat önce peynir altı suyu proteini ile beslenen grupta kontrol grubuna göre daha düşük inflamatuvar yanıt saptanmıştır (Perrone ve ark., 2011). Pins ve Keenan (2006) hidrolize peynir altı suyu proteini uygulamasından sonra hs-CRP (yüksek duyarlıklı CRP) düzeylerinde anlamlı bir azalma gözlemişlerdir. Karaciğer fonksiyonu ile böbrek fonksiyonu ölçümleri uygulama ve kontrol gruplarında değişmemiştir. Aguilar-Nascimento ve ark. (2011), nazogastrik tüp yoluyla 1.2 g protein/kg/gün peynir altı suyu proteini içeren 35 kkal//kg/gün'lük bir diyetle beslenen iskemik felçli hastalarla çalışmışlar ve uygulamadan 5 gün sonra, IL-6 düzeylerinde azalma saptamışlardır. Lee ve ark. (2007)'nin yaptığı çalışma, peynir altı suyu peptidlerinin ilave edildiği 125 ml/gün süt içeceğinin tüketiminin, ılımlı hipertansif kişilerde kan basıncı ve/veya yangı markırlarını (IL-6 ve CRP) azalttığını kanıtlamıştır. Streptozotosin ile teşvik edilmiş diabetik sıçanlarda, 100 mg/kg vücut ağırlığı dozunda peynir altı suyu proteini ilavesinin, proinflamatuvar sitokinleri (IL-1 β , TNF- α , IL-6 ve IL-4) azalttığı bulunmuştur (Ebaid ve ark., 2011).

Düşük kortizollü koyunların peynir altı suyundaki ortalama IL-1 β ve IL-6 konsantrasyonları, yüksek kortizollü koyunlarınkinden anlamlı ölçüde düşük saptanmıştır. Kan plazması ve peynir altı suyu IL-1 β konsantrasyonları arasında pozitif korelasyonlar ($r=0.277$, $p<0.05$) bulunmuştur (Caroprese ve ark., 2010). Kume ve ark. (2006), inflamatuvar sitokinler IL-1 β ile IL-6'nın düzeylerinin peynir altı suyu diyeti ile beslenen ratlarda daha düşük bulunduğunu ve peynir altı suyu proteininin, inhibisyonlarının önemli bir karaciğer koruyucu etkiye sahip olduğu IL-1 β ve IL-6'nın üretimini inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Peynir altı suyu proteini, obez, diabetik veya felçli hastalarda proinflamatuvar sitokinlerin (IL-1 β , IL-6 ve TNF- α) düşük ifadesi için, besinsel bir bileşen olarak iş görebilir (Sousa ve ark., 2012). Süt proteinleri aynı zamanda CRP, IL-6 ve TNF- α gibi inflamatuvar markırları teşvik edebilen anjiyotensin çevirici enzimin aktivitesini inhibe eder (Prasad, 2006).

Bakteriyel lipopolisakkaritler, kemiricilerde galaktozamin ile kombine olarak enjekte edildiği zaman hepatite neden olurlar. Bu iç endotoksinler, galaktozamin enjekte edildikten sonra Kupffer hücreler ve makrofajlardan TNF- α ve IL-6 gibi sitokinlerin üretimini ve salınımını teşvik edebilirler. Peynir altı suyu proteini, bu üretimi engelleyebilir ve sonuç olarak karaciğer hepatit ve fibrozdan korunabilir. Beklendiği gibi peynir altı suyu proteini, ratlarda lipopolisakkaritin teşvik ettiği inflamasyonda TNF- α ve IL-6 üretimini engellemiştir. Aynı zamanda peynir altı suyu proteininin tüketimi, ikinci D-galaktozamin enjeksiyonundan 24 saat sonra aynı miktarda kazeinin tüketimine kıyasla, proinflamatuvar sitokinlerin (IL-1 β %59 ve IL-6 %29) plazma düzeylerini güçlü olarak azaltmıştır. Bu

sitokinlerin düşük düzeyleri, hepatit ve karaciğer fibrozunun gelişimini önleyen faktörlerden biri olabilir (Kume ve ark., 2006).

Pal ve Ellis (2010b), fazla kilolu ve obez kişilerde 12 hafta süreyle 54 g peynir altı suyu proteini ilavesinin, proinflatuvar markırları (IL-6, CRP ve TNF- α) değiştirmediğini gözlemişlerdir. Zhao ve ark. (2014)'ün çalışmalarında plazma TNF- α konsantrasyonu, 1. haftanın sonunda uygulamalar arasında farklı bulunmamıştır. Pal ve Ellis (2011) tarafından yapılan başka bir akut çalışmada da, yemek sonrası peynir altı suyu veya kazein proteini ilavesinin plazma inflamatuvar markırlar (IL-6, TNF- α ve CRP) üzerinde anlamlı etkileri bulunmamıştır.

8. Peynir Altı Suyu ve İmmunoglobulin G Arasındaki İlişkiler

Plazma immunoglobulin G (IgG) konsantrasyonları, peynir altı suyu proteini konsantresi-esansiyel amino asit grubunda peynir altı suyu proteini konsantresi-balık unu grubuna kıyasla, 1. haftanın sonunda daha düşük bulunmuştur (Zhao ve ark., 2014). Anne kolostrumuna 100 veya 200 g kazein veya peynir altı suyu proteini konsantrasyonunun ilavesi, plazma IgG konsantrasyonları üzerinde etkisiz olmuştur. 24 saat boyunca saatlik plazma IgG konsantrasyonları, peynir altı suyu proteini konsantresi ile beslenen buzağılarda daha hızlı, kazein ile beslenen buzağılarda ise daha yavaş yükselmiştir. Yeni doğan buzağılarda maternal kolostruma veya kolostrum katkılarında immunoglobulin olmayan protein ilavesi, bağırsaktan IgG emilimini etkilememiştir. Muhtemelen, maksimum makromoleküler taşınma düzeyinin üzerinde alınan protein veya IgG, bağırsaklardan emilmez ve dolaşımdaki IgG seviyesi azalabilir (Davenport ve ark., 2000).

9. Peynir Altı Suyu ve Oksidatif Stres Arasındaki İlişkiler

Günümüzde reaktif oksijen türlerinin değerlendirilmesinde tipik olarak kullanılan göstergeler glutatyon peroksidaz, katalaz ve süperoksit dismutaz gibi endojen antioksidan enzimler ile malondialdehit (MDA) ve thiobarbitürik asite reaktif maddeler (TBARS) gibi bileşenlerdir. Peynir altı suyunda yüksek oranlarda bulunan dallı zincirli amino asitler (löysin, izolöysin ve valin), stres sırasında protein sentezini yüksek derecede uyarırlar ve iskelet kasları tarafından hızlıca kullanılırlar (Nawabi ve ark., 1990). Haraguchi ve ark. (2009), hiperkolesterolemik diyete peynir altı suyu proteini ilave edilen sıçanlarda, renal fonksiyon üzerinde yararlı bir etki ile birlikte başlıca karaciğerde oksidatif strese karşı koruyucu bir etki de saptamışlardır. Yapılan bir çalışmada peynir altı suyu proteininin antioksidan fonksiyonu arttırdığı ve oksidatif stresi azalttığı bulunmuştur (Xu ve ark., 2011). Peynir altı suyu proteininin obez, diabetik veya felçli hastalarda, oksidatif stres markırlarını (MDA) azaltmak ve endojen antioksidan enzimleri (glutatyon peroksidaz, katalaz ve süperoksit dismutaz) arttırmak için besinsel bir bileşen olarak iş görebileceği bildirilmiştir (Sousa ve ark., 2012).

Peynir altı suyu proteini, endojen bir antioksidan olarak çalışan glutatyonun sentezi için prekürsör olan sisteinin mükemmel bir kaynağıdır (Bray ve Taylor, 1993). Aguilar-Nascimento ve ark. (2011), nazogastrik tüp yoluyla 1.2 g protein/kg/gün peynir altı suyu proteini içeren 35 kkal/kg/gün'lük bir diyetle beslenen iskemik felçli hastalarla çalışmışlar ve beslenmeden 5 gün sonra glutatyon seviyelerinde artış saptamışlardır. Streptozotosin ile teşvik edilen diabetik sıçanlarda, 100 mg/kg vücut ağırlığı dozunda peynir altı suyu proteininin MDA, nitrik oksit ve reaktif oksijen türleri gibi bazı oksidatif stres göstergelerini azalttığı ve glutatyon düzeylerini arttırdığı bulunmuştur (Ebaid ve ark., 2011). Başka bir çalışmada karaciğer yağlanması teşvik etmek amacıyla, 28 gün süreyle yüksek karbonhidratlı ve yağsız bir diyet (alkolsüz karaciğer yağlanması modeli) yanında oral olarak peynir altı suyu proteini (0.15 g/gün/sıçan) verilen sıçanlarda MDA düzeylerinin azaldığı ve

glutasyon düzeylerinin arttığı gözlenmiştir (Hamad ve ark., 2011). Alkolik olmayan steatohepatitli kişilere 12 hafta süreyle 20 g/gün peynir altı suyu proteini izolatının verilmesinin, glutasyon ve total antioksidan kapasitelerini arttırdığı bulunmuştur (Chitapanarux ve ark., 2009). Sağlıklı kişilere bar formatında 45 g/gün peynir altı suyu proteini ilavesi, lenfositlerde glutasyon düzeylerini arttırmıştır (Zavorsky ve ark., 2007).

10. Sonuç

Peynir altı suyu proteini sağlıklı, fazla kilolu, obez ve insüline dirençli kişilerde glikoz metabolizması üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Ayrıca peynir altı suyu proteini yüksek oranda tokluk sağlar. Bu etki, besin alımının azalmasını sağlayan birkaç bağırsak hormonunun düzenlenmesi, kolesistokinin, leptin, glukagon-benzeri peptid-1 gibi iştahsızlık hormonlarının artmış ve iştah açıcı hormon olan grelinin azalan salınımı, nöropeptid-iştah açıcının azalması ve merkezi sinir sistemindeki proopiomelanokortinin artışı ile ilişkilidir. Ayrıca peynir altı suyu tarafından kan basıncının azaltılması kadar, hem inflamatuvar hem de oksidatif stres markırlarının ifadelerindeki azalmalar da metabolik hastalıkların risk faktörleri için önemli faydalardır.

Kaynakça

- Aguilar-Nascimento, J. E., Marra, J. G., Silhessarenko, N., Fontes, C. J. (2007). Efficacy of national nosocomial infection surveillance score, acute-phase proteins, and interleukin-6 for predicting postoperative infections following major gastrointestinal surgery. *Sao Paulo Med. J.* 125: 34-41.
- Aguilar-Nascimento, J. E., Prado Silveira, B. R., Dock-Nascimento, D. B. (2011). Early enteral nutrition with whey protein or casein in elderly patients with acute ischemic stroke: a double-blind randomized trial. *Nutrition.* 27: 440-444.
- Aimutis, W. R. (2004). Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis. *J. Nutr.* 134: 989-995.
- Anderson, G. H., Tecimer, S.N., Shah, D., Zafar, T. A. (2004). Protein source, quantity, and time of consumption determine the effect of protein on short-term food intake in young men. *J. Nutr.* 134: 3011-3015.
- Bastien, E., Harper, W. J. (2003). Emerging health benefits of whey. *Dairy Council Digest.* 74: 31-36.
- Barnett, M. P., Phillips, A. R., Harris, P. M., Cooper, G. J. (2008). Impaired insulin secretion in perfused pancreases isolated from offspring of female rats fed a low protein whey-based diet. *JOP. J. Pancreas.* 9: 477-488.
- Baer, D. J., Stote, K. S., Paul, D. R., Harris, G. K., Rumpler, W.V., Clevidence, B. A. (2011). Whey protein but not soy protein supplementation alters body weight and composition in free-living overweight and obese adults. *J. Nutr.* 141: 1489-1494.
- Belobrajdic, D. P., McIntosh, G. H., Owens, J. A. (2004). A high-wheyprotein diet reduces body weight gain and alters insulin sensitivity relative to red meat in Wistar rats. *J. Nutr.* 134: 1454-1458.
- Boirie, Y., Dangin, M., Gachon, P., Vasson, M. P., Maubois, J. L., Beaufriere, B. (1997). Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 94: 14930-14935.
- Bray, T. M., Taylor, C. G. (1993). Tissue glutathione, nutrition, and oxidative stress. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 71: 746-751.
- Caroprese, M., Albenzio, M., Annicchiarico, G., Sevi, A. (2006). Changes occurring in immune responsiveness of single- and twinbearing Comisana ewes during the transition period. *J. Dairy Sci.* 89: 562-568.
- Caroprese, M., Albenzio, M., Marzano, A., Schena, L., Annicchiarico, G., Sevi, A. (2010). Relationship between cortisol response to stress and behavior, immune profile, and production performance of dairy ewes. *J. Dairy Sci.* 93: 2395-2403.
- Chen, W. C., Huang, W. C., Chiu, C. C., Chang, Y. K., Huang, C. C. (2014). Whey protein improves exercise performance and biochemical profiles in trained mice. *Med. Sci. Sports Exerc.* 46: 1517-1524.
- Chitapanarux, T., Tienboon, P., Pojchamarnwiputh, S., Leelarungrayub, D. (2009). Open-labeled pilot study of cysteine-rich whey protein isolate supplementation for nonalcoholic steatohepatitis patients. *J. Gastroenterol. Hepatol.* 24: 1045-1050.

- Crovetto, G. M., Rapetti, L., Succi, G., Tamburini, A. (1991). In: ISMEA – Agricoltura e Ricerca, Rome (Editors), *Influenza del siero di caseificazione concentrato sulla produzione quanti-qualitativa della bovina da latte. (Use of condensed whey in lactating cows)*. Proc. IX Congresso Nazionale A. S. P. A. 2-7 June, Roma. pp. 271-282.
- Davenport, D. F., Quigley, J. D., Martin, J. E., Holt, J. A., Arthington, J. D. (2000). Addition of casein or whey protein to colostrum or a colostrum supplement product on absorption of IgG in neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 83: 2813-2819.
- Dayani, O., Tahmasbi, R., Khezri, A., Sabetpay, A. R. (2011). Effect of feeding dietary treated wheat straw with urea and whey on fattening lambs performance. *Iranian J. Appl. Anim. Sci.* 1: 265-271.
- Dinareello, C. A. (1996). Biological basis for interleukin-1 in disease. *J. Am. Soc. Hematol.* 87: 2095-2147.
- Ebaid, H., Salem, A., Sayed, A., Metwalli, A. (2011). Whey protein enhances normal inflammatory responses during cutaneous wound healing in diabetic rats. *Lipids Health Dis.* 10: 235.
- El-Agamy, E. I. (2007). The challenge of cow milk protein allergy. *Small Rum. Res.* 68: 64-72.
- Frestedt, J. L., Zenk, J. L., Kuskowski, M. A., Ward, L. S., Bastian, E. D. (2008). A whey-protein supplement increases fat loss and spares lean muscle in obese subjects: a randomized human clinical study. *Nutr. Metab. (Lond)* 5: 8.
- Gabay, C., Kushner, I. (1999). Acute-phase proteins and other systemic responses to inflammation. *N. Engl. J. Med.* 340: 448-454.
- Goodrich, R. D., Byers, F. M., Meiske, J. C., (1975). Influence of moisture content, processing and reconstitution on the fermentation of corn grain. *J. Anim. Sci.* 41: 876-881.
- Gunnarsson, P. T., Winzell, M. S., Deacon, C. F., Larsen, M. O., Jelic, K., Carr, R. D., Ahren, B. (2006). Glucose-induced incretin hormone release and inactivation are differently modulated by oral fat and protein in mice. *Endocrinology.* 147: 3173-3180.
- Güler, T., Çiftçi, M., Ertas, O. N., Çerçi, I. H., Dalkılıç, B. (2006). The investigation of possible use of unmarketable cracked eggs in lamb milk replacer. *Revue Méd. Vét.* 157: 273-276.
- Hamad, E. M., Taha, S. H., Abou Dawood, A. G., Sitohy, M. Z., Abdel-Hamid, M. (2011). Protective effect of whey proteins against nonalcoholic fatty liver in rats. *Lipids Health Dis.* 10:57.
- Haraguchi, F. K., Pedrosa, M. L., de Paula, H., dos Santos, R. C., Silva, M. E. (2009). Influência das proteínas do soro sobre enzimas hepáticas, perfil lipídico e formação óssea de ratos hipercolesterolêmicos. *Rev. Nutr.* 22: 517-525.
- Hoffman, J. R., Falvo, M. J. (2004). Protein-which is best? *J. Sports Sci. Med.* 3: 118-130.
- Hong, S. M., Chung, E. C., Kim, C. H. (2015). Anti-obesity effect of fermented whey beverage using lactic acid bacteria in diet-induced obese rats. *Korean J. Food. Sci. An.* 35: 653-659.
- Hulmi, J. J., Lockwood, C. M., Stout, J. R. (2010). Effect of protein/essential amino acids and resistance training on skeletal muscle hypertrophy: A case for whey protein. *Nutr. Metab. (Lond)* 7: 51.
- Kim, J., Kim, H. K., Kim, S., Imm, J. Y., Whang, K. Y. (2015). Whey protein concentrate hydrolysate prevents bone loss in ovariectomized rats. *J. Med. Food.* 18: 1349-1356.
- Kim, J. H., Yeon, S. J., Hong, G. E., Park, W., Lee, C. H. (2016). Effects of whey powder supplementation on dry-aged meat quality. *Korean J. Food Sci. An.* 36: 397-404.
- Kimura, K., Goff, J. P., Kehrl, Jr M. E., Harp, J. A. (1999). Phenotype analysis of peripheral blood mononuclear cells in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82: 315-319.
- Kume, H., Okazaki, K., Sasaki, H. (2006). Hepatoprotective effects of whey protein on D-galactosamine-induced hepatitis and liver fibrosis in rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 70: 1281-1285.
- Kunz-Ebrecht, S. R., Mohamed-Ali, V., Feldman, P. J., Kirschbaum, C., Steptoe, A. (2003). Cortisol responses to mild psychological stress associated with proinflammatory cytokines. *Brain Behav. Immun.* 17: 373-383.
- Kushibiki, S., Hodate, K., Kurisaki, J., Shingu, H., Ueda, Y., Watanabe, A., Shinoda, M. J. (2001). Effect of beta-lactoglobulin on plasma retinol and triglyceride concentrations, and fatty acid composition in calves. *Dairy Res.* 68: 579-586.
- Lee, Y. M., Skurk, T., Hennig, M., Hauner, H. (2007). Effect of a milk drink supplemented with whey peptides on blood pressure in patients with mild hypertension. *Eur. J. Nutr.* 46: 21-27.
- Marshall, K. (2004). Therapeutic applications of whey protein. *Altern. Med. Rev.* 9: 136-156.
- McEwen, B. S. (1998). Protective and damaging effects of stress medicine. *Semin. Med. Beth. Israel Deaconess. Medical Center.* 338: 171-179.

- Mortensen, L. S., Hartvigsen, M. L., Brader, L. J., Astrup, A., Schrezenmeir, J., Holst, J. J., Thomsen, C., Hermansen, K. (2009). Differential effects of protein quality on postprandial lipemia in response to a fat-rich meal in type 2 diabetes: comparison of whey, casein, gluten, and cod protein. *Am. J. Clin. Nutr.* 90: 41-48.
- Mosoni, L., Gatineau, E., Gatellier, P., Migne, C., Savary-Auzeloux, I., Remond, D., Rocher, E., Dardevet, D. (2014). High whey protein intake delayed the loss of lean body mass in healthy old rats, whereas protein type and polyphenol/antioxidant supplementation had no effects. *PLoS ONE.* 9: e109098.
- Nawabi, M. D., Block, K. P., Chakrabarti, M. C., Buse, M. G. (1990). Administration of endotoxin, tumor necrosis factor, or interleukin 1 to rats activates skeletal muscle branched-chain alpha-keto acid dehydrogenase. *J. Clin. Invest.* 85: 256-263.
- Nilsson, M., Stenberg, M., Frid, A. H., Holst, J. J., Bjorck, I. M. (2004). Glycemia and insulinemia in healthy subjects after lactose-equivalent meals of milk and other food proteins: the role of plasma amino acids and incretins. *Am. J. Clin. Nutr.* 80: 1246-1253.
- Nkosi, B. D., Meeske, R. (2010). Effects of whey and molasses as silage additives on potato hash silage quality and growth performance of lambs. *South African J. Anim. Sci.* 40: 229-237.
- Pal, S., Ellis, V. (2010a). The acute effects of four protein meals on insulin, glucose, appetite and energy intake in lean men. *Br. J. Nutr.* 104: 1241-1248.
- Pal, S., Ellis, V. (2010b). The chronic effects of whey proteins on blood pressure, vascular function, and inflammatory markers in overweight individuals. *Obesity.* 18: 1354-1359.
- Pal, S., Ellis, V., Ho, S. (2010a). Acute effects of whey protein isolate on cardiovascular risk factors in overweight, post-menopausal women. *Atherosclerosis.* 212: 339-344.
- Pal, S., Ellis, V., Dhaliwal, S. (2010b). Effects of whey protein isolate on body composition, lipids, insulin and glucose in overweight and obese individuals. *Br. J. Nutr.* 104: 716-723.
- Pal, S., Ellis, V. (2011). Acute effects of whey protein isolate on blood pressure, vascular function and inflammatory markers in overweight postmenopausal women. *Br. J. Nutr.* 105: 1512-1519.
- Pal, S., Radavelli-Bagatini, S. (2013). The effects of whey protein on cardiometabolic risk factors. *Obesity Rev.* 14: 324-343.
- Perrone, F., da-Silva-Filho, A. C., Adorno, I. F., Anabuki, N. T., Leal, F. S., Colombo, T., da Silva, B. D., Dock-Nascimento, D. B., Damião, A., de Aguiar-Nascimento, J. E. (2011). Effects of preoperative feeding with a whey protein plus carbohydrate drink on the acute phase response and insulin resistance. A randomized trial. *Nutr. J.* 10: 1-7.
- Pilvi, T. K., Korpela, R., Huttunen, M., Vapaatalo, H., Mervaala, E. M. (2007). High calcium diet with whey protein attenuates body-weight gain in high-fat-fed C57Bl/6J mice. *Br. J. Nutr.* 98: 900-907.
- Pins, J. J., Keenan, J. M. (2006). Effects of whey peptides on cardiovascular disease risk factors. *J. Clin. Hypertens. (Greenwich)* 8: 775-782.
- Prasad, K. (2006). C-reactive protein (CRP)-lowering agents. *Cardiovasc. Drug Rev.* 24: 33-50.
- Rapetti, L., Falaschi, U., Lodi, R., Vezzoli, F., Tamburini, A., Greppi, G. F., Enne, G. (1995). The effect of liquid whey fed to dairy goats on milk yield and quality. *Small Rum. Res.* 16: 215-220.
- Rezende, A. V., Rabelo, C. H. S., Veiga, R. M., Luiz, P., Andrade, L. P., Härter, C. J., Rabelo, F. H. S., Basso, F. C., Nogueira, D. A., Reis, R. A. (2014). Rehydration of corn grain with acid whey improves the silage quality. *Anim. Feed Sci. Technol.* 197: 213-221.
- Royle, P. J., McIntosh, G. H., Clifton, P. M. (2008). Whey protein isolate and glycomacropeptide decrease weight gain and alter body composition in male wistar rats. *Br. J. Nutr.* 100: 88-93.
- Shertzer, H. G., Woods, S. E., Krishan, M., Genter, M. B., Pearson, K. J. (2011). Dietary whey protein lowers the risk for metabolic disease in mice fed a high-fat diet. *J. Nutr.* 141: 582-587.
- Sousa, G. T., Lira, F. S., Rosa, J. C., de Oliveira, E. P., Oyama, L. M., Santos, R. V., Pimentel, G. D. (2012). Dietary whey protein lessens several risk factors for metabolic diseases: a review. *Lipids Health Dis.* 11: 67.
- Sprong, R. C., Schonewille, A. J., van der Meer, R. (2010). Dietary cheese whey protein protects rats against mild dextran sulfate sodium-induced colitis: Role of mucin and microbiota. *J. Dairy Sci.* 93: 1364-1371.
- Stock, R., Klopffstein, T., Brink, D., Britton, R., Harmon, D. (1986). Whey as a source of rumen-degradable protein. I. Effects of microbial protein production. *J. Anim. Sci.* 63: 1561-1573.

- Swiatecka, D., Zlotkowska, D., Markiewicz, L. H., Szyc, A. M., Wroblewska, B. (2017). Impact of whey proteins on the systemic and local intestinal level of mice with diet induced obesity. *Food Funct.* DOI: 10.1039/c6fo01311b.
- Tranberg, B., Hellgren, L. I., Lykkesfeldt, J., Sejrsen, K., Jeamet, A., Rune, I., Ellekilde, M., Nielsen, D. S., Hansen, A. K. (2013). Whey protein reduces early life weight gain in mice fed a high-fat diet. *PLoS One.* 6: e71439.
- Van Loon, L. J., Saris, W. H., Verhagen, H., Wagenmakers, A. J. (2000). Plasma insulin responses after ingestion of different amino acid or protein mixtures with carbohydrate. *Am. J. Clin. Nutr.* 72: 96-105.
- Veldhorst, M. A., Nieuwenhuizen, A. G., Hochstenbach-Waelen, A., van Vught, A. J., Westerterp, K. R., Engelen, M. P., Brummer, R. J., Deutz, N. E., Westerterp-Plantenga, M. S. (2009). Dose-dependent satiating effect of whey relative to casein or soy. *Physiol. Behav.* 96: 675-682.
- Windschitl, P. M., Schingoethe, D. J. (1984). Microbial protein synthesis in rumen of cows fed dried whole whey. *J. Dairy Sci.* 67: 3061-3068.
- Zavorsky, G. S., Kubow, S., Grey, V., Riverin, V., Lands, L. C. (2007). An open-label dose-response study of lymphocyte glutathione levels in healthy men and women receiving pressurized whey protein isolate supplements. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 58: 429-436.
- Zhang, X., Beynen, A. C. (1993). Lowering effect of dietary milk-whey protein v. casein on plasma and liver cholesterol concentrations in rats. *Br. J. Nutr.* 70: 139-146.
- Zhang, Y., Guo, K., LeBlanc, R. E., Loh, D., Schwartz, G. J., Yu, Y. H. (2007). Increasing dietary leucine intake reduces diet-induced obesity and improves glucose and cholesterol metabolism in mice via multimechanisms. *Diabetes.* 56: 1647-1654.
- Zhao, Y., Weaver, A. C., Fellner, V., Payne, R. L., Kim, S. W. (2014). Amino acid fortified diets for weanling pigs replacing fish meal and whey protein concentrate: effects on growth, immune status, and gut health. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 5: 57.
- Xu, R., Liu, N., Xu, X., Kong, B. (2011). Antioxidative effects of whey protein on peroxide-induced cytotoxicity. *J. Dairy Sci.* 94: 3739-3746.