

PROTEİNLER

Prof.Dr. Özlem KÜPLÜLÜ

- ◆ Hücrelerin kuru ağırlığının % 50 ve daha fazlasını oluşturan moleküllerdir.
- ◆ Kendisine özgü yapıya, biçime veya şekle sahiptir.

- ◆ Bütün proteinler karbon, hidrojen, azot ve oksijen içerir.
- ◆ Çoğu protein kükürt içerirken bazı proteinler ek elementler de içermektedir.

*Süt proteinleri → fosfor

*Hemoglobin ve miyoglobin → demir

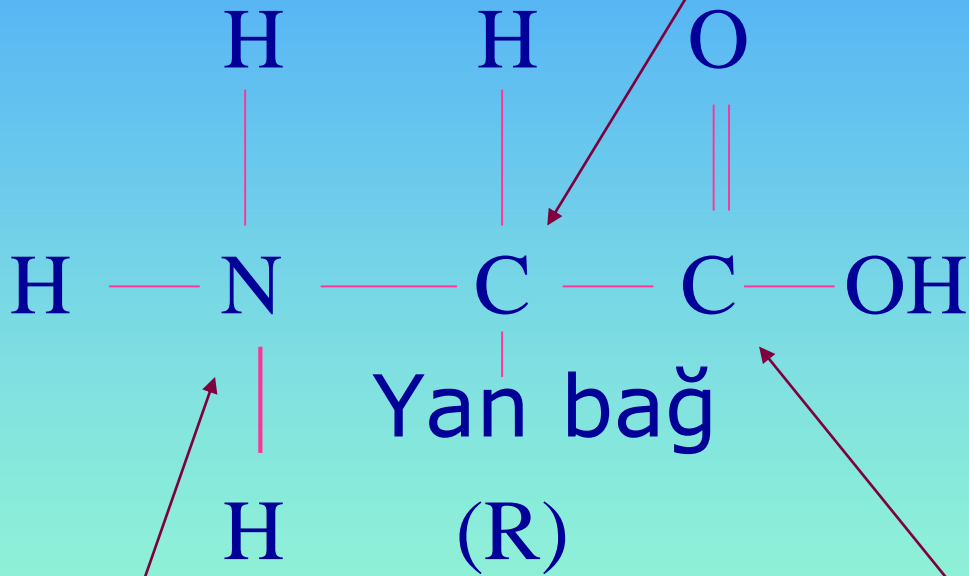
*Bakır ve çinko bazı proteinlerin yapısında yer alır.

Proteinlerin yapısında bulunan elementler

Element	%
Karbon	50-55
Hidrojen	6-7
Nitrojen	12-19
Oksijen	20-23
Kükürt	0-3
Fosfor	0-3

Aminoasitin yapısı

Merkez karbon atomu



Amino grubu

Asit grup

- ◆ pH'sı 7.0 olan bir solüsyonda bütün amino asitler zwitterion durumundadır.
- ◆ Amfoterik yapıya sahiptirler.

- ◆ Proteinler aminoasitlerden yapılmışlardır.

Aminoasitlerin gruplandırılması

- İçerdikleri yan zincirlere göre 4 farklı gruba ayrılırlar.

1- İlk grup aminoasitlerin hepsinde hidrofobik veya nonpolar yan zincir bulunmaktadır.

- Hidrofobik aminoasitler yan zincir olarak bir hidrokarbon içermektedir.
 - Alanin, metil grubu içerir.
- Nonpolar aminoasitler proteinler içerisinde birbirleriyle hidrofobik bağlar oluşturabilmektedir.

Metil grubu



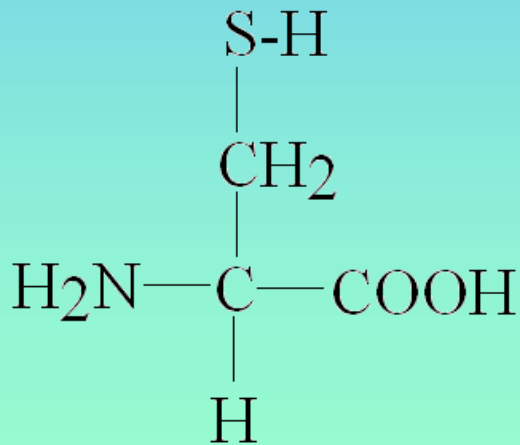
Lösin

Valin

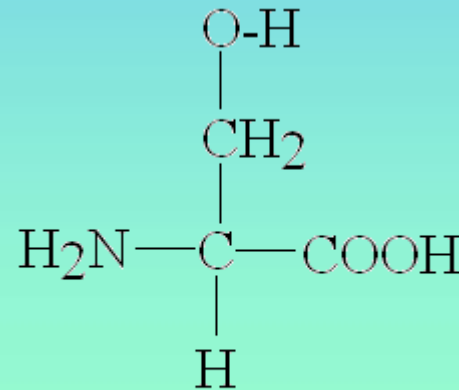
**Non polar
aminoasitlerden
Prolin ve
metiyonin**

- ◆ İkinci grup aminoasitler polar yüksüz yan zincir içeren aminoasitlerdir.
- ◆ Bu grup hidrofilik yapıdadır.
- ◆ Serin, glutamin ve sistein
- ◆ Bütün polar aminoasitler proteinler içerisinde H bağları oluşturabilirler.

- ◆ Sistein içerdiği disülfid bağları sayesinde özel bir yapıya sahiptir.
- ◆ Disülfid bağları içeren proteinler ısıya ve açılmaya karşı daha dayanıklıdır.
- ◆ Protein içerisinde sistinin varlığı protein yapısı üzerine kayda değer bir etkiye sahiptir.



cysteine



serine

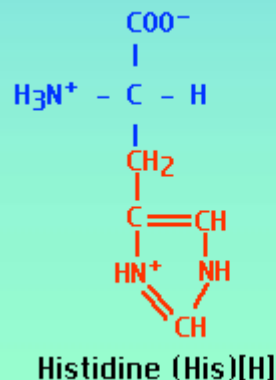
- ◆ Üçüncü ve dördüncü grup amino asitler elektrik yükü kazanmış amino asitlerdir.

Pozitif yüklenmiş (bazik) Negatif yüklenmiş (asidik)

Lizin

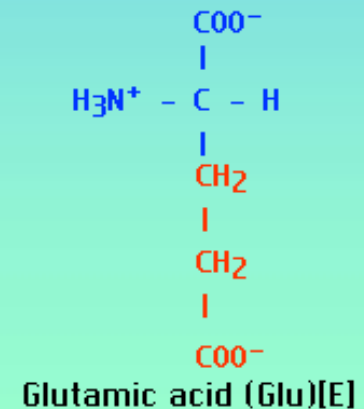
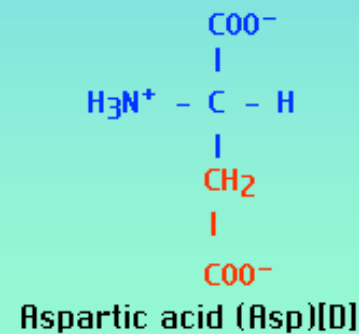
Arjinin

Histidin



Aspartik asit

Glutamik asit



- ◆ Zıt yükle yüklenmiş olan gruplar birbirleriyle iyonik bağlar oluşturabilmektedirler.
- ◆ Proteinlerde, asidik ve bazik yan zincir içeren aminoasitler birbirleriyle iyonik bağlar veya tuz köprüleri kurarak etkileşime girebilirler.

Protein Yapı ve Şekilleri

- ◆ Aminoasitler peptid bağlarıyla bağlanarak proteinlerin iskeletini oluştururlar.
- ◆ Peptid bağları kuvvetli bağlardır ve kolayca parçalanmazlar.

Dipeptid → iki aminoasidin peptid bağıyla bağlanması

Polipeptid → birçok aminoasidin peptid bağlarıyla bağlanması

Peptit bağı

İki aminoasitten
dipeptit,

üç aminoasitten
tripeptit,...

10'a kadar olan amino
asitten oligopeptit,

daha çok aminoasitten
ise polipeptit meydana
gelir;

yüzlerce aminoasitten
oluşan polipeptitler
proteinlerdir

Proteinler 4 tip

- Primer
- Sekunder
- Tersiyer
- Kuvaterner

yapıya sahiptir ve her bir yapı birbirini oluşturur.

Protein moleküllerinin yapısı ve konformasyonu

Peptit bağlarıyla

Tüm bağlarla

Polipeptit omurganın özelliği ve özellikle hidrojen bağlarıyla

Molekül ağırlığı 100000'in üzerinde olan proteinlerde

Primer Yapı

- ◆ Spesifik amino asitlerin peptid bağlarıyla birbirlerine bağlanarak protein zinciri oluşturmasıyla oluşur.
- ◆ Gerçekte proteinler basit düz bir zincir olarak var olmazlar, ama aminoasitlerin dizilimi proteinlerin uzaydaki yapılarını veya şekillerini belirler.

Sekunder Yapı

- ◆ Sekunder yapı protein zincirindeki polipeptidlerin üç boyutlu düzenini belirtmektedir.

Önemli sekonder yapılar;

- ◆ Alfa helix
- ◆ Beta katlanmış tabaka
- ◆ Rastgele halka

Tersiyer Yapı

- ◆ Tersiyer yapı tüm protein zincirinin üç boyutlu düzenini gösteren yapıdır.
- ◆ Alfa helix, beta tabaka ve rastgele zincir yapılarının uzaydaki dizilimleridir.

Tersiyer yapı 2 farklı tip olarak görülmektedir;

- ◆ Fibröz proteinler
- ◆ Globüler proteinler

- ◆ Fibröz proteinler, kollajen gibi yapısal proteinleri veya aktin ve miyozin gibi kas kontraksiyonundan sorumlu proteinleri içermektedir.
- ◆ Protein zincirleri uzamış, çubuk veya iplik yapısını almıştır.
- ◆ Fibröz yapıya sahip proteinler yüksek miktarda düzenli sekonder yapılara sahiptirler (alfa helix ve beta tabaka).

- ◆ Globüler proteinler kompakt yapıda ve küresel veya eliptik şekillere sahip moleküllerdir.
- ◆ Bu proteinler arasında taşıma görevi yapan miyoglobin gibi proteinler yer almaktadır.
- ◆ Yine kazein ve diğer süt proteinleri globüler yapıdadırlar.

Hidrofilik
a.a. içeren
dış kısım



Hidrofobik
a.a. içeren
iç kısım

Kuvatener Yapı

- ◆ Kuvatener yapı protein zincirlerinin birbirleriyle olan nonkovalent etkileşimleri sonucu oluşmaktadır.
- ◆ Protein zincirleri benzer olabilir veya olmayabilir.
- ◆ Örnek olarak kaslardaki aktinomiyozin sistem ve sütteki kazein miselleri verilebilir.

- ◆ Her protein uzayda neredeyse “parmak izi” olabilecek kadar kendisine özgü bir şekil alır.
- ◆ Bu şekillerin oluşumunda proteinlerin içerdikleri amino asitler ve amino asitlerin yan zincirleri etkili olmaktadır.

Proteinlerin özellikleri ve reaksiyonları

1. Amfoterik özellik

- ◆ Aminoasitler gibi pH'ya bağlı olarak proteinler de amfoterik özelliktedir.
- ◆ Bu, proteinlerin küçük pH değişimlerinde kendilerini koruyabilmelerini sağlamaktadır.
- ◆ Böyle moleküllerin belli tamponlama kapasiteleri vardır.

2. İzoelektrik Nokta

- ◆ Proteinlerin izoelektrik noktası, proteinin elektriksel olarak nötr olduğu pH değeridir.
- ◆ Bu pH değerinde, global veya tüm yapıdaki yükler sıfırdır.
- ◆ İzoelektrik noktada, protein molekülleri belli bir yük içermediklerinden dolayı çökerler.

3. Su Tutma Kapasitesi

- ◆ Su molekülleri proteinlerin polar ve yüklü yan zincirlerine bağlanabilir.
- ◆ Fazla yüklü ve polar grup içeren proteinler fazla miktarda su bağlar
- ◆ Hidrofobik gruplar içeren proteinler az miktarda su bağlar

- ◆ Proteinlerin su molekülleri ile olan bağları stabilitelelerinin sağlanmasında etkili olmaktadır.
- ◆ Bunun sebebi, su moleküllerinin proteinleri diğer protein moleküllerinden koruyacak bir kalkan görevi görmesidir.
- ◆ Bu sayede birbirleriyle birleşerek kolayca çökmezler ve bu da dağılımı daha stabil bir hale getirmektedir.

4. Tuzlu suda çözünebilirlik

- ◆ Bazı proteinler dilue tuzlu sularda çözünürken saf suda çözünmezler.
- ◆ Tuzlu bir çözeltinin proteinin çözünürlüğünü arttırmasına “salting-in” denir.
- ◆ “Salting-in” gıda işlemede önemlidir.

- ◆ “Salting-out”, yüksek tuz konsantrasyonlarında proteinler su için tuzlarla yarıştığı sırada meydana gelir.
- ◆ Bunun sonucunda proteinlere bağlanacak yeterli su kalmadığından proteinler çöker.
- ◆ Gıdaların dondurulması işlemi sırasından kaliteyi bozabilecek bir faktör olarak etki eder.

5. Denatürasyon

- ◆ Bir proteinin sekonder tersiyer ve/veya kuvatener yapısındaki değişikliklerdir.
- ◆ Peptid bağlarının yapısını değiştirmez.
- ◆ Protein yapısı çözülür fakat amino asit diziliminde bir değişiklik oluşmaz.

Protein denatürasyonu

- Fiziksel

- Sıcak
- Soğuk
- Mekanik işlemler
- Hidrostatik basınç
- Radyasyon

- Kimyasal

- Asitler
- Bazlar
- Metaller
- Organik çözücüler

Denatürasyonun protein üzerine etkisi

- Çözünürlük azalır
- Su tutma kapasitesi düşer
- Biyolojik aktivitesi düşer
- Viskozitede azalma

Denatürasyon

- ◆ Isıtma
- ◆ pH değişimi
- ◆ İyonik değişimler (Tuz konsantrasyonundaki değişimler)
- ◆ Dondurma
- ◆ Yüzey değişimleri (Yumurta beyazının çırpılması)
sonucunda meydana gelir.

- ◆ Hidrojen bağları ve tuz köprüleri yıkımlanır
- ◆ Protein yapısı çözülür ve molekülün merkezine gömülmüş olan yan zincirler açığa çıkar.
- ◆ Bu yapılar diğer kimyasal gruplarla reaksiyona girecek durumdadır ve çoğu durumda denatüre proteinler çöker.
- ◆ Genellikle geri dönüşümsüzdür.

- ◆ Denatüre proteinler doğal olarak fonksiyonel özelliklerini kaybederler.
- ◆ Gıda işleme sırasında bilinçli olarak yapılabilir.

- ◆ Soldurma (blanching), hafif bir ısı uygulanarak donmuş muhafaza sırasında acılaşmaya veya renk bozukluklarına sebep olan enzimlerin denatürasyonunun ve inaktivasyonunun sağlanması işlemidir.
- ◆ Bazı ürünlerde ise denatürasyon istenmeyen bir durumdur.

Proteinlerin aminoasitlere hidrolizi (ayrışması)

Hidroliz, peptid bağlarını parçalayarak daha küçük peptid zincirleri oluşmasıdır.

- ◆ Asitlerle ve alkalilerle
- ◆ Enzimlerle
- ◆ Otoliz ile
- ◆ Bakterilerle

- ◆ **Asitlerle ve Alkalilerle** : % 20 HCl, % 35 H₂SO₄; 5 N NaOH, % 14 Ba(OH)₂

Enzimlerle

- ◆ Ficin
- ◆ Papain
- ◆ Bromelain

etlerin olgunlaştırılması

- ◆ Rennet

peynir olarak işlenecek pıhtı oluşması

7. Maillard Reaksiyonu

- ◆ Şekerin yapısındaki serbest karbonil grubunun, proteinin yapısındaki serbest amino grubu ile ısı işlemi sonucunda reaksiyona girmesi sonucu melanoidin pigmenti (kahverengi renk) oluşmaktadır.
- ◆ Reaksiyon bir enzim tarafından katalize edilmediğinden enzimatik olmayan kızarma olarak değerlendirilir.

Maillard reaksiyonu en iyi;

- ◆ Yüksek şeker varlığında
- ◆ Yüksek protein konsantrasyonunda
- ◆ Yüksek sıcaklıkta
- ◆ Asit pH'da
- ◆ Düşük su varlığında meydana gelmektedir.

- ◆ Reaksiyon indirgen şekerler ile reaksiyona girebilecek serbest amino grubu içeren lizin, arjinin, triptofan ve histidin gibi amino asitlerin miktarında düşüşe sebep olmaktadır.

Enzimler

- ◆ Bütün enzimler proteindir.
- ◆ Renk, aroma veya tekstür üzerine etki ederek kaliteyi etkileyen reaksiyonları katalize ettiklerinden dolayı enzimler gıdalar açısından önemlidir.
- ◆ Her enzimin spesifik bir substrata bağlanmasını ve reaksiyonu katalize etmesini sağlayan kendisine özgü bir yapısı veya şekli vardır.

- ◆ Her enzimin fonksiyonunu en iyi şekilde meydana getirdiği optimal bir sıcaklık ve pH aralığı vardır. (rennet en iyi pH 5.4, 44°C'de, kullanılan pH 6.2, 30°C)
- ◆ Isı veya pH değişimleri enzimleri denatüre eder.
- ◆ Eğer enzimatik reaksiyon istenilmiyor ise enzimler inaktive edilmelidir.

İstenen enzimatik reaksiyonlar

- ◆ Sütün rennet ile çöktürülmesi
- ◆ Meyvelerin olgunlaşması
- ◆ Etlerin yumuşatılması

İstenmeyen enzimatik reaksiyonlar

- ◆ Kararma (polifenol oksidaz)
- ◆ Lipaz veya lipoksigenaz sebebiyle oluşan tat bozuklukları

Proteinlerin Gıdalardaki Fonksiyonel İşlevleri

- ◆ Çözülebilirlik
- ◆ Nutrisyonel değerler
- ◆ Koyulaştırma
- ◆ Bağlama
- ◆ Jelleştirici
- ◆ Emülsiyon veya köpük oluşturmak

- ◆ Fonksiyonel özellikleri proteinin amino asit kompozisyonu ve dizilimine bağlı olarak değişir.
- ◆ Ayrıca tek bir protein bütün fonksiyonel özellikleri sergileyemez, uygulanan işlem koşullarına bağlı olarak çoğu protein gıdalar içerisinde birçok farklı fonksiyon yerine getirir.

- ◆ Peynir altı suyunda bulunan proteinler çözünebilirliklerinden dolayı kullanılan proteinlere örnektir.
- ◆ Yumurta proteinleri koyulaştırıcı veya bağlayıcı olarak bir çok gıda içerisinde kullanılmaktadır.
- ◆ Et proteinleri de iyi bağlayıcı ajanlardır.
- ◆ Jelatin ve yumurta beyazı proteinleri jelleştirici ajanlara örnek olabilir.

Proteinlerin sınıflandırılması

Basit Proteinler

- ◆ Fibröz : A.A.ler protein molekülünde bir çizgi boyunca dizilmiştir.
- ◆ Globuler : A.A.ler protein molekülünde yumak tarzında dizilim göstermektedir.

*Globuler proteinlerin fibröz proteinlere oranla sindirilebilirliği çok daha yüksektir.

Globuler proteinler

Albuminler

Globulinler

Glutelin

Prolamin

Protamin

Histon

Fibröz proteinler

Kollagen

Elastin

Keratin

Fibroin

Proteinlerin sınıflandırılması

- ◆ **Erime özelliğine ve ısıdaki değişikliklere göre**
 - **Albuminler** : Albumin, ovalbumin, laktalbumin, insülin
 - Zayıf alkali özellikte,
 - Suda, zayıf alkali ve asitte çözünür, ısıda koagüle olur,
 - İ.N. pH 4.5-5.0, hayvan ve bitkilerde yaygın olarak bulunur.

Globulinler : Serum globulini,
miyoglobulin, lakto globulin

-Asit karakterde, alkalilerle
çözünür.

-Saf suda çözünen
pseudoglobulin, çözünmeyen
öglobulin

- İ.N. pH 5.5-6.5

-Isıda koagule olur

● **Glutelinler** :Glutenin, orizenin, hordenin

-Tahıl tanelerinde bulunur,

-Sulu asit ve alkalilerle erir. Saf su ve tuz çözeltilerinde çözünmez.

-Isı ile pıhtılaşmaz.

● **Prolaminler** : Gliyadin, zein

-Yalnız bitkisel proteinlerde bulunur,

- % 70-80'lik etil alkolde çözünür, suda ve absolut alkolde çözünmez,

● **Protaminler** :Salmin, sturin, cyprinin

-Arjinin miktarı çok olduğundan kuvvetli alkalidir.

-Suda ve seyreltik asitlerde erir, ısıda koagule olur.

- **Histonlar** : Hemoglobinin globini
 - Hayvan dokularında bulunur.
 - Alkali özellikte, suda erir, ısıda koagule olmaz
- **Fibröz proteinler**:Kollagen, elastin, keratin, fibroin
 - Suda, alkali, seyreltik asit ve tuz çözeltilerinde çözünmezler
 - Besleyici değerleri yoktur.
 - Kükürt oranı % 4-5

Protein çeşitleri

- ◆ Homoproteinler: Yapısında sadece amino asit içeren proteinlerdir.
- ◆ Heteroproteinler: Bileşiminde protein olmayan grupları da içeren proteinler

◆ Heteroproteinler

- Fosfoproteinler : Kazein, vitellin
- Glikoproteinler : Müsin, ovomukoid
- Nükleoproteinler: Hayvan ve bitki hücrelerinin nükleusları
- Kromoproteinler: Miyoglobin, hemoglobin, klorofilli protein, peroksidaz, katalaz
- Lipoproteinler: vitellin

Esansiyel aminoasitler

- ◆ Bunlar organizmada N dengesini sağlayan, ancak insan vücudu tarafından sentezlenemediği için dışarıdan besin maddeleri ile alınması gereken aminoasitlerdir. Biyolojik değeri yüksek olan bu aminoasitler özellikle hayvansal proteinlerde bulunurlar.

Arjinin*

Histidin*

İzolösin

Lösin

Valin

Lizin

Metiyonin

Treonin

Fenilalanin

Triptofan

*** Çocuklar için esansiyel**

Esansiyel Aminoasitler

- Lösin.....2.2
 - İzölösin.....1.4
 - Lizin.....1.6
 - Metiyonin*2.2
 - Fenilalanin**2.2
 - Valin.....1.6
 - Treonin.....1.0
 - Triptofan.....0.5
- Arjinin ve Histidin çocuklar için esansiyel kabul edilir.
 - *Sisteinin sentezi için gerekli
 - **Tirozinin sentezi için gerekli

Esansiyel olmayan aminoasitler

- ◆ İnsan vücudu tarafından sentezlenebilen aminoasitlerdir. Diyetle alınmasına gerek yoktur.

Alanin

Asparajin

Aspartat

Glutamat

Glutamin

Glisin

Prolin

Serin

Sistein (Metiyonin*)

Tirozin (Fenilalanin*)

* Esansiyel aminoasit

Şarta bağı aminoasitler

- ◆ Özel durumlar altında esansiyel olan aminoasitler
 - Sistein
 - Tirozin
 - Glutamin

Örneğin fenilketonuride tirozin diyetle dışarıdan alınmalıdır.

Protein → aminoasit → karaciğer →

transaminasyon → Doku-hücre → fazla aminoasit

karaciğer → desaminasyon

Üre, C, H, O

Yağ, enerji,

Esansiyel aminoasitlerin organizmadaki fonksiyonları

Lösin

Isoleucin ve valin ile birlikte kas dokular üzerine etkilidir.

- ◆ Deri, kemik ve kasların bütün olarak onarımını sağlar.
- ◆ Yara iyileşmesini sağlar
- ◆ Ciddi stres ve travma altında iken protein kaybını önler

- ◆ Atletler ve vücut geliştiren kişilerce leucin içeren protein tozları kas gelişimini arttırmak amacıyla alınır.

Eksikliği

- ◆ Vejetaryenlerde sık görülür. Yorgunluk, baş ağrısı, irritabilite, baş dönmesi, hipoglisemi

İzolösin

İlk defa fibrinden izole edilmiştir. Valin ve leucin ile birlikte alınmalıdır.

- ◆ Fiziksel egzersiz sonrası kas gelişimini sağlar
- ◆ Hemoglobin oluşumunu stimüle eder.
- ◆ Kan şekerini düzenler.
- ◆ Gıda ile alınan aa.lerin değerlendirilmesini sağlar.

Eksikliği

- ◆ Baş ağrısı, baş dönmesi, yorgunluk, depresyon, hipoglisemi, mental ve fiziksel gerilik, ağırlık kaybı

Valin

İlk defa 1901 yılında kazeinden izole edilmiştir. İsoleucin ve leucin ile birlikte kaslarda yüksek düzeyde bulunur.

- ◆ Kas metabolizmasını stimüle eder, onarır ve vücudun nitrojen balansının devamını sağlar. Sinir sistemi fonksiyonu için gereklidir.
- ◆ Eksikliğinde Aşırı hassasiyet, kaslarda kramp ve koordinasyon bozukluğu görülür.

Lizin

Tüm proteinlerin temel yapısını oluşturan lizin ilk defa 1889 da kazeinden izole edilmiştir.

- ◆ Çocuklarda büyüme ve kemik gelişimi için gereklidir.
- ◆ Kalsiyum absorpsiyonunu arttırır, nitrojen dengesine olumlu etkide bulunur.
- ◆ Antikor, hormon, enzim, kollajen üretiminde etkin rol oynar.

- ◆ Yaralanmalar ve operasyonlar sonrası doku onarımı için gereklidir.

Eksikliği

- ◆ Cücelik, kemik uçlarında atrofi, anemi, enzim üretiminde aksaklıklar, saç dökülmesi, ağırlık kaybı, reproduktif problemler, iştah azalması, konsantrasyon güçlüğü
- ◆ Eksikliği vejetaryenlerde sık rastlanır.

Fenilalanin

U.V.yi absorbe etme özelliğinde aromatik a.a

- ◆ Kişinin moraline, hafıza ve öğrenme yeteneğine olumlu etki gösterir.
- ◆ İştahı baskılamak için kullanılır.
- ◆ Organizmada tyroxin ve pigment yapımı ile retikülositlerin gelişimini sağlar.

- ◆ Parkinsonlu kişilerde depresyonu tedavi amacıyla, osteoartrit ve rheumatoid artritli kişilerde kandaki norepinefrin, epinefrin ve dopamin düzeyini arttırarak kronik ağrıları gidermek amacıyla kullanılır.

Eksikliği

Uyku hali, ödem, halsizlik, deri lezyonları, tiroit ve böbrek üstü bezlerinde fonksiyon bozuklukları, pigment anomalileri görülür.

Metiyonin

İlk defa 1922 yılında kazeinden izole edilen kükürt içeren esansiyel aminoasittir. Sistein ve sistinin prekürsörüdür.

- ◆ Yağların yıkımlanmasını sağlayarak arteroskleroza önler, vücuttan ağır metallerin uzaklaştırılmasını ve karaciğerin detoksifikasyonunu sağlar.

- ◆ Methionin içerdiği sülfür sayesinde serbest radikalleri inaktif hale getiren önemli bir antioksidandır.
- ◆ Kolin, kreatin ve globin sentezini sağlayarak, kasların gelişimini ve enerji üretimini sağlar. Sa uzamasında etkilidir.

Eksikliği

- ◆ Karaciğer yağlanması, dem, halsizlik, büyümenin yavaşlaması, kaslarda atrofi, anemi, deri lezyonları, sa dökülmesi

Treonin

Kalpde, santral sinir sisteminde ve iskelet kaslarında yüksek konsantrasyonda bulunan esansiyel aminoasittir.

- ◆ Vücutun protein balansının sağlanmasında ve sürdürülmesinde etkilidir. Kollajen ve elastin üretimini sağlar. Karaciğer yağlanmasını önler. Timusun gelişimini sağlayarak antikor üretimini olumlu etkiler. Threonine varlığında diyetteki diğer gıdaların emilimi daha iyidir.

Triptofan

- ◆ Niasin üretimi için gereklidir. Niasin beyin ve sinir sistemi için önem taşıyan neurotransmitter olan serotonin üretiminde kullanılır. Serotonin ağrı, duygu, heyecan kontrolunda, intestinal peristaltikte ve uyku düzeninde etkilidir.

- ◆ Hiperaktif çocukların denetlenmesinde, iştahın azaltılarak ağırlık kaybının sağlanmasında, stresle başetmede etkilidir.
- ◆ Süt üretimi için gereklidir.
- ◆ Göz pigmentlerinin oluşumunu sağlar.
- ◆ Migren ağrıları çeken kişilerde kanda tryptophane seviyeleri düşük bulunmuştur.
- ◆ Tryptophane ile magnezyum eksikliği birarada olursa kalp arterlerinin spazmını tetikler.