

BIYOKİMYA

DOÇ. DR. MEHMET KARACA

VİTAMİNLER

HORMONLAR

FİTOHORMONLAR

VİTAMİNLER & HORMONLAR

Organizma etkin bir yaşam için nükleik asitler, karbonhidratlar, lipitler, proteinler ve mineral maddelerden başka diğer organik maddelere de ihtiyaç duyarlar.

Vitamin, vücudun normal metabolizması için küçük miktarda gerekli olan organik maddelerdir. Her vitamin, vücutta özel bir enzim, koenzim veya prostetik sistemiyle ilgili ve spesifik bir fonksiyona sahiptir. Bazen bir hayvan cinsi için vazgeçilmez olan vitaminin, öteki cinslerde kolayca sentezi yapılabilir. Örneğin C vitamini sentezi insanda yapılmadığı halde, sıçanda yapılmaktadır.

Vitaminler vücuda enerji sağlamadığı gibi, çok defa enerji tüketimine neden olur.

VİTAMİNLER

Vitaminlerin bir bölümü dışarıdan alınmak zorundadır. Organizmada depolanabiliriler ancak enerji amaçlı parçalanmazlar.

Her organizma için endogenik (endorgenik) vitamin veya vitaminler farklıdır.

Organizmada bir vitamin yeteri kadar bulunmazsa bazı bozukluklar ortaya çıkabilir, bu duruma "**HİPOVİTAMİNOZ**" denir. Bunun tersi, yani çokluğu durumu ise "**HİPERVİTAMİNOZ**" denir.

VİTAMİNLER

Bazı vitaminlerin kendilerinden başka ön maddeleri ile organizmaya girerler ve burada vitaminlere çevrilirler.

Bu ön maddelere "**PROVİTAMİN**" veya **VİTAMİN ÖNCÜ MADDELERİ** denir.

Eksogenik vitaminlerin ana kaynağı sebzeler, meyveler tahıllar ve baklagillerdir.

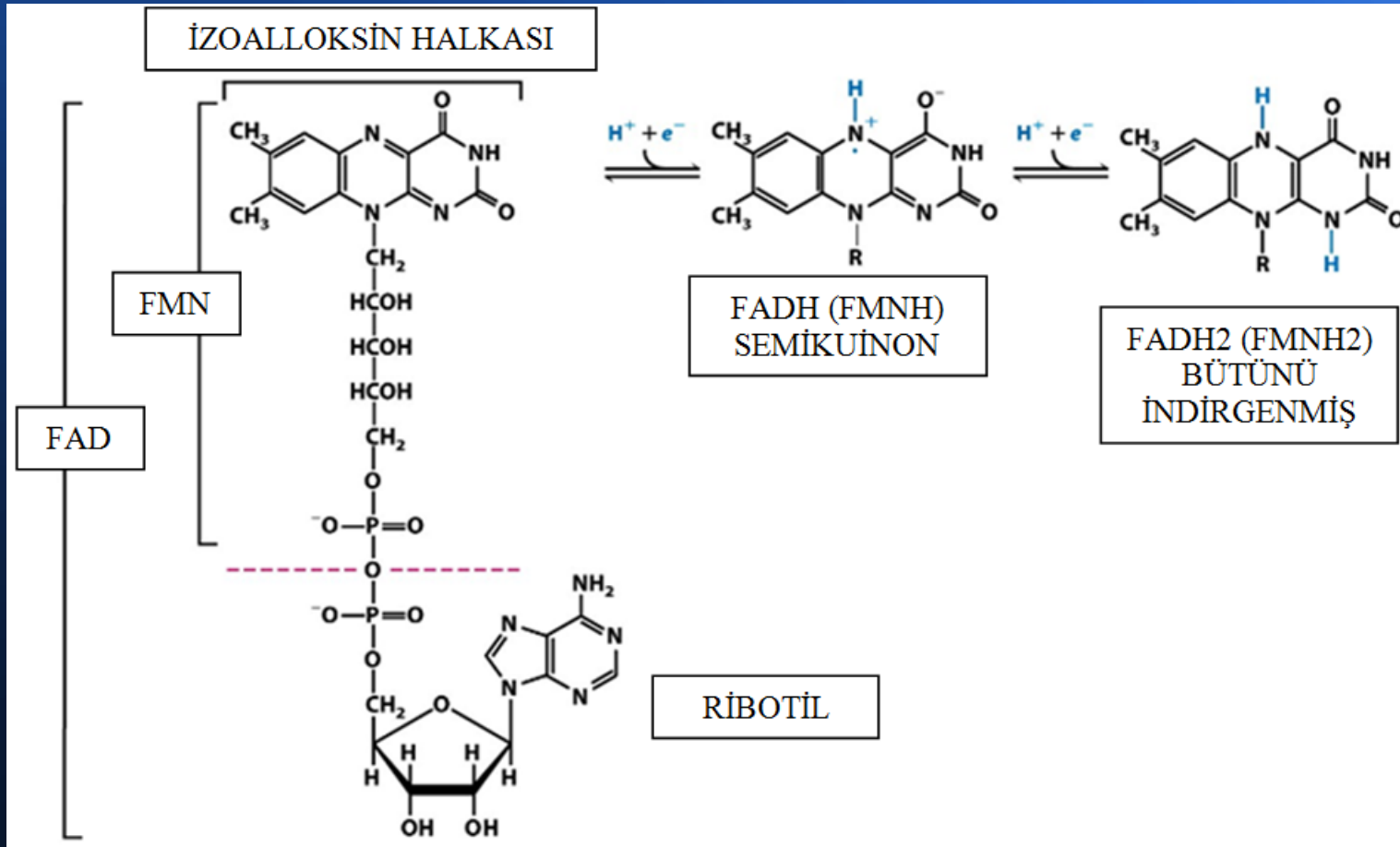
BAZI VİTAMİNLER

Vitamin	Adı	Kofaktör	Fonksiyonu	Fizyolojik Rolü
A	Beta Karoten	Retinal Retinol	İşığın nöral sinyale dönüşümü	Görme
		Retinoik asit	Büyüme faktörü	Hücre büyüme
B1	Tiyamin	Tiyamin Disfosfat	Dekarboksilasyon	Karbohidratlardan enerji
			Dekarbonilasyon	Nükleotit sentezi
B2	Riboflavin	FADH ₂	Oksi-redüksiyon	Lipit katabolizması
B3	Niyasin	NADH	Oksi-redüksiyon	Glikoliz, lipit sentezi, laktik asit fermentasyonu
		NADPH	Oksi-redüksiyon	Lipit sentezi, antioksidasyon, detoksifikasyon
B5	Pantotenik asit	Koenzim A	Asil transfer	Yağ asiti sentezi
B6	Pirodoksin	Pirodoksal Fosfat	Transaminasyon, Dekarboksilasyon	Amino asit katabolizmi Glikojen yıkımı

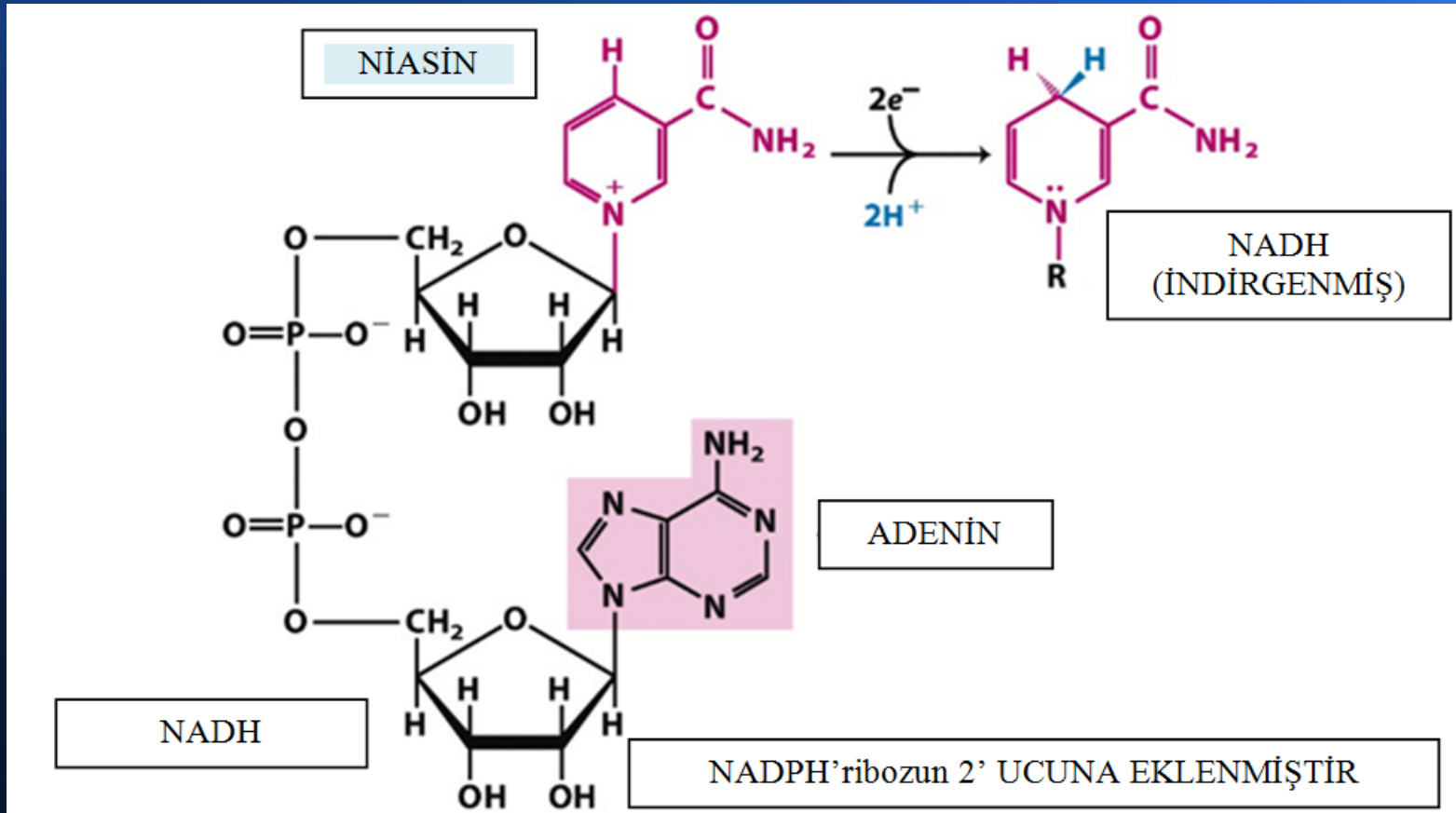
BAZI VİTAMİNLER

Vitamin	Adı	Kofaktör	Fonksiyonu	Fizyolojik Rolü
B7	Biotin	Biotin	Karboksilasyon	Glikoz, yağ asiti, lösin sentezi
B9	Folik Asit	Tetrahidrofolat	Tek karbon grubu transferi	Amino asit ve nükleotit sentezi
B12	Kobalamin	Koenzim B12	İntermoleküler düzenleme, metil transfer	Nükleotit, amino asit metabolizmi Yağ asiti yıkımı Folik asit tekrar üretimi
C	Askorbik Asit	Askorbik asit	Prolin hidroksilasyonu	Kollajen sentezi
D	Kalsiferol		Gen ekspresyonu	Kalsiyum absorpsiyonu ve kemik gelişimi
E	Tokoferol		Redüksiyon	Antioksidasyon Enzmi regülasyonu
K	Menakuinon		Glutamat gamma karboksilasyonu	Kan pıhtılaşması Kemik yoğunluğu

Flavin Adenin Dinükleotit (FAD), Flavin Mono Nükleotit (FMN)

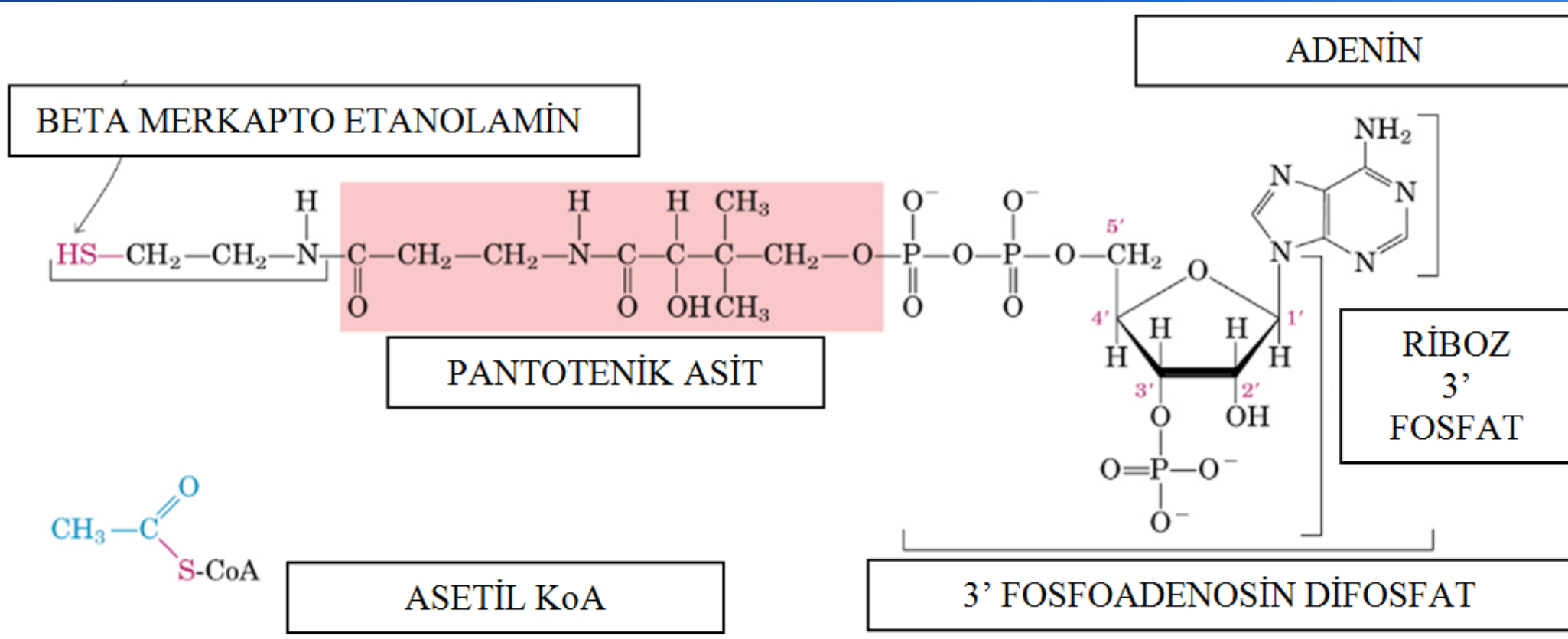


NADH ve NADPH'nin yapısı



B3, NİYASİN VİTAMİNİ

Pantotenik asit



B5, PANTOTENİK ASİT

A VİTAMİNİ (Akseroftol):

A vitamininin 3 şekli vardır: *Retinal, Retinoik asit ve Retinol.*

Başta β -karoten olmak üzere, bütün karoten sınıfının yapısı A vitaminine çok yakın olup karaciğerde kolayca bu vitamene çevrildiklerinden, A provitamini olarak tanınırlar.

Görme, (özellikle gece görme), hücre ayrışması (retinoik asit), immünite, üreme, büyüme.

A Vitamini Eksiklik Belirtileri

Karanlığa adaptasyonun bozulması A vitamini eksikliğinin erken bir belirtisidir. Eksiklik ileri derece ise *gece körlüğü* oluşur.

Göz, böbrek, solunum yollarında vitamin eksikliğinde, enfeksiyonların gelişmesi nedeniyle A vitaminine ***anti-enfeksiyon*** vitamini de denir.

A vitamini eksikliği kafatası kemikleri ve omurların aşırı büyümesine neden olarak, bir takım sinirlerin basınç altında kalmasından dolayı nörolojik semtomlar yaratır.

A Hipervitaminozu

Gerekenden fazla miktarda A vitamini verildiği zaman.

Anoreksiya

Uzun kemiklerde ağrılı şişmeler,

Saçların dökülmesi ve kaşıntılı döküntüler,
Baş ağrısı görülür

Sıçanlarda A hipervitaminozunun teratom sebep olduğu bildirilmiştir.

B GRUBU VİTAMİNLER

Bu gruptaki suda eriyen organik maddeler, bütün canlı hücrelerde bulunur. Çoğu besin maddelerinin oksidasyonunu sağlayan enzim sistemlerinin koenzim ve apoenzimlerini oluştururlar. B vitamini kompleksinde bulunan vitaminlerin bir kısmının sentezi bağırsak bakterileri tarafından yapılır.

TIYAMİN (ANÖRİN, B₁ VİTAMİNİ)

En çok tahıl, baklagil ve bira mayasında bulunur. Kepeksiz beyaz unda ve ileri derecede temizlenmiş pirinçte bulunmaz. Bezelye, fasulye, mercimek ve fındıkta bol; et, süt ve sebzelerde az bulunur.

Isıya dayanıklı bir vitamindir. 120°C'a 24 saat dayandığı halde, alkali ortamda, konserveler içinde kolayca harap olur.

TİYAMİN (ANÖRİN, B₁ VİTAMİNİ)

Tiyamin metabolik sistemlerde başlıca *tiyamin pirofosfat* şeklinde görev yapar. Asitlerin dekarboksilasyonunu sağlayan koenzim görevini üstlenir.

Tiyamin Eksikliği: Tiyamin eksikliğinde, dokularda pirüvik asit ve bazı amino asitlerin kullanılması azalırken yağların kullanılması artar.

Merkezi sinir sisteminin enerjisinin hemen hemen tamamı karbonhidratların metabolizmasına bağımlıdır. Tiyamin eksikliğinde, sinir dokusunun %50-60 oranında azalan glikoz tüketimi, yağ metabolizmasından türeyen keton cisimlerinin kullanımı ile karşılanır.

TİYAMİN (ANÖRİN, B₁ VİTAMİNİ)

Beriberi: Tiyamin eksikliğinde, polinörit, kardiyovasküler semptomlar ve özellikle kardiyovasküler semptomlar baskın olduğu zaman, çoğunlukla *beriberi* olarak tanımlanır.

Beyin ve sinir sistemi hücrelerinin karbonhidratlardan yararlanmaması durumunu ortaya çıkarır.

Islak tipte, kalp kası gevşemekte ve hastanın dokularına fazla su sızmasından ötürü, bacaklar ve karında meydana gelen şişlikler ortaya çıkar. Kuru tipte organlara giden sinirlerde yıkım olup, hastada yürüme bozuklukları ortaya çıkar.



RİBOFLAVİN (B₂ VİTAMİNİ)

Bu vitamin başlıca et, süt ve tahıl ve baklagillerde bulunur. Riboflavin ışıktta kolayca yıkılır; 2 saat güneş ışığında kalan sütte %85'i kaybolduğu halde, kaynatılmış sütte hiçbir değişikliğe uğramaz.

Riboflavin bağırsakta bakteriler tarafından da yapılır. Dokularda fosforik asitle birleşerek flavin mononükleotit (**FMN**) ve flavin adenin dinükleotit (**FAD**) halinde bulunur.

Flavin, dehidrogenaz enziminin (flavoprotein) prostetik grubunu oluşturarak mitokondride önemli oksitatif sistemlerde **H- atomunu** taşıyıcı görevi yapar. Başlangıçta NAD ve NADP gerektiren bu oksidasyon reaksiyonlarını izleyen aşamada flavoproteinler gerekir.

RİBOFLAVİN (B₂ VİTAMİNİ)

Riboflavin eksikliğinde ağır *dermatit, kusma, diyare* ve *kaslarda spastisite* ortaya çıkar. Sonunda kaslar zayıflar, koma ve vücut sıcaklığının düşmesini ölüm izler.

Ağır riboflavin eksikliği vakalarındaki bir çok belirtiler, niyasin eksikliğinde görülenlerin aynısıdır.

Her iki durumda da bozuklukların hücrelerde oksidatif süreçlerin bastırılmasından kaynaklandığı sanılmaktadır.

Riboflavin eksikliği sindirim bozukluklarına, deride ve gözlerde yanma duygusuna ağız köşelerinde çatlama, baş ağrıları, mental depresyon ve unutkanlığa yol açabilir.

NİYASİN (B₃ VİTAMİNİ, NİKOTİNİK ASİT)

Bira mayası, karaciğer, böbrek, etler ve hububatta bulunur. Niyasin vücutta nikotinamid adenin dinükleotit (NAD) ve nikotinamid adenin dinükleotit fosfat (NADP) şeklinde koenzim olarak fonksiyon yapar.

Bu koenzimler hidrojen akseptörüdür; çeşitli tiplerdeki dehidrogenazlarla besin maddelerinden ayrılan hidrojen atomları ile birleşirler.

Niyasin eksikliğinde, dehidrojenasyon normal hızda sürdürülemez ve buna bağlı olarak hücrelerin fonksiyon yapan elemanlarına besinlerden oksidatif enerji sağlanması normal hızda gerçekleşemez.

NİYASİN (B3, NİKOTİNİK ASİT) EKSİKLİĞİ

Pellegra adı verilen klinik tablo ve köpeklerde görülen *siyah dil hastalığı*, niyasin eksikliğine bağlı durumlardır

Belli ölçüde niyasine dönüştürülebilen triptofan amino asidi mısırdaki az olduğundan *mısırla beslenen* insanlarda pellegra çok yaygındır.

Derinin açık bölümlerinde kızıl lekeler belirir. İshal gibi sindirim problemleri ve unutkanlık-bunama gibi sinir sistemi belirtileriyle seyrederek ölümle sonuçlanır.

B5, PANTOTENİK ASİT

Pantotenik asit vücutta başlıca, hücrelerde bir çok metabolik rolleri olan koenzim A (Ko A) ile bağlanır.

Pantotenik asidin yokluğu, karbonhidrat ve yağ metabolizmalarının her ikisini de depresyona uğratabilir

Pantotenik asit eksikliği aşağı sınıf hayvanlarda büyümeyi geciktirir, üreme faaliyetlerini engeller, tüylerin kırılmasına, dermatit, karaciğer yağlanması ve böbrek üstü korteksinde hemorajik nekroza yol açabilir.

İnsanlarda kesin bir eksiklik sendromu kanıtlanmamıştır. Bu vitaminin hemen hemen bütün besinlerde bulunması ve vücutta az miktarda yapılabilmesine nedenine bağlıdır.

PİRİDOKSİN (B₆ VİTAMİNİ)

Piridoksin hücrelerde *piridoksal fosfat* şeklinde bulunur ve aminoasit ve protein metabolizması ile ilgili bir çok kimyasal reaksiyonlar için koenzim olarak görev yapar. En önemli rolü, aminoasitlerin sentezinde *transaminasyon* olayındaki koenzim görevidir.

Bazı aminoasitlerin hücre membranından taşınmasında önemlidir.

B₆ vitamini eksikliği aşağı grup hayvanlarda *dermatit*, *büyümenin duraklaması* ve *yağlı karaciğer*, *anemi* ve *mental bozukluklara* neden olmaktadır.

Nadiren çocuklarda piridoksin eksikliğinin *bulantı*, *kusma* gibi bozuklukları yarattığı bildirilmiştir.

B9, FOLİK ASİT (PTEROİLGLUTAMİK ASİT)

Çeşitli pteroilglutamik asitler, *folik asit etkisi* gösterirler. Folik asit, fonksiyonlarını *hidroksimetil* ve *formil* gruplarını taşıyarak yürütür. Vücuttaki en önemli görevi, DNA sentezinde gerekli olan pürinlerin ve timinin sentezidir. Bu nedenle folik asit, B₁₂ vitamini gibi hücrel genlerin replikasyonu için gereklidir. Bu etki folik asidin büyümeyi hızlandırıcı etkisidir.

Folik asit, eritrositlerin büyümesinde ve olgunlaşmasında özgül bir takım kimyasal fonksiyonları yürütür. Eksikliğinde bu yüzden *megaloblastik anemi* gelişir.

Kemik iliğindeki öncü kırmızı kan hücrelerinde yetersiz olgunlaşmaya yol açar. Bunun sonucu olarak bu hücreler çok iri hal alırlar.

B9, FOLİK ASİT (PTEROİLGLUTAMİK ASİT)

Folat yetmezliği en yaygın olarak bu vitamin için artmış olan gereksinimden dolayı gebe kadınlar arasında görülür.

Bütün doğal yiyeceklerde folatlar bol ise de yiyeceklerin 100°C'de 15 dakika maruz kalması vitamini yıkıma uğratar. Folat yetmezliğini engellemek için taze ya da taze dondurulmuş, pişirilmemiş meyve ve sebzelerin diyetle bulunması gereklidir.

Zengin toplumlarda gebelik söz konusu değilse yalnızca kronik alkolikler ve ilaç bağımlıları diyetle folat yetmezliği oluşturacak kadar sınırlı vitamin alımına maruz kalabilirler.

B₁₂ VİTAMİNİ (SİYANOKOBALAMİN)

Ortak prostetik gruba sahip bir çok *kobalamin* bileşikleri B₁₂ vitamini aktivitesi gösterirler. Bu prostetik grup kobalt atomu içerir.

B₁₂ vitamini bir hidrojen akseptör koenzimi olarak çeşitli metabolik fonksiyonları yürütür. En önemli fonksiyonu gen replikasyonunda gerekli bir basamak olan ribonükleotitlerin deoksiribonükleotitlere indirgenmesinde bir koenzim olarak fonksiyon görmesidir. *Büyümeyi, eritrositlerin oluşum ve olgunlaşmasını hızlandırır.* Diyet bazında vitamin B₁₂ yetmezliği yalnız katı vejetaryenlerde ortaya çıkar

Vitaminin tek kaynağı hayvansal proteinleridir. Hayvanlar da vitamin için toprakta, suda ve bağırsaklarında yaşayan mikroorganizmalara gereksinim duyar.

C VİTAMİNİ (ASKORBİK ASİT)

C vitamini *askorbik asitten* ibarettir. Askorbik asit, kollajenin yapısal bir bileşiği olan *hidroksiprolinin* oluşumundaki hidroksilasyon aşamasını hızlandıran prolin hidroksilazın aktivasyonu için gereklidir.

Askorbik asit olmadan vücudun hemen hemen bütün dokularında yapılan kollajen lifleri kusurlu ve zayıftır. Bu nedenle, C vitamini deri altı dokusu, kıkırdak, kemik ve dişlerde liflerin büyümesi ve dayanıklılığı için gereklidir.

Suda eriyen ve kuvvetli bir indirgeyici olan C vitamini, kolayca oksitlenir. 100°C'de özellikle, alkalik ortamda O₂ ile hızla yıkılır. Konserve besinler anaerobik olarak hazırlanmamışsa içlerinde C vitamini bulunmaz. Yemeklerin fazla kaynaması, tekrar tekrar ısıtılması, sıcakta uzun süre bırakılması C vitaminini yıkar.

Anne sütünde C vitamini inek sütünden daha fazladır. Bu nedenle çocuğun inek sütüyle beslenmesinde meyve suyu da katılmalıdır. Tedavi için sentetik askorbik asit kullanılmaktadır.

D VİTAMİNİ

Ergokalsiferol (D₂): Tabiatta bulunmaz, ergosterolün UV ışınlanması ile elde edilir.

Kolekalsiferol (D₃)

Deri yüzeyindeki sekresyonlarda dehidrokolesterolden güneş ışınları yardımıyla oluşur. UV deriye yakın bölgeler ulaşabildiğinden dolayı bu reaksiyon deriye yakın bölgelerde gerçekleşir.

Balık yağı vit D₃ bakımından zengindir. Bu vitamin ısıya dayanıklıdır. Bu vitamin Ca⁺⁺'un bağırsaklardan emilimi için gereklidir.

D VİTAMİNİ

Yetersiz güneş ışığına maruz kalmak yada alınan kalsiferolün yetersizliği, çocuklarda *raşitizm* ve büyüklerde *osteomalazi* semptomlarını ortaya çıkarır.

Raşitizmde kemikteki kalsiyum depolanmasında yetersizlik görülür. Kalsiferol eksikliğinde kemikleşme gecikir yada duraklar. Bu nedenle eklemlere yakın bölgelerde kemik uçları genişleyerek normal şekillerini kaybeder ve deformasyona uğrar.

E VİTAMİNİ (Tokoferol)

Bitkisel yağlar en önemli kaynaktır. Sebzelerin çoğunda sütlü maddelerde ve ette az miktarda bulunmaktadır. Oksidasyon-redüksiyon reaksiyonlarında rol oynamaktadır.

Antioksidan olarak hücre membranını serbest radikallerden korur. Akciğerden zararlı maddeleri uzaklaştırır. DNA'yı korur ve kalbi destekler.

Eksiklik Belirtileri: Deneysel olarak E vitamini eksikliği yaratılan gebe sıçanlarda fetüs 1. haftada ölür. E vitamini ile bu önlenir. Erkek sıçanlarda testis dejenerasyonuna yol açar.

E vitamini eksikliğinde iskelet kas lifleri parçalanır, ödem ve hücre infiltrasyonu görülür. İleri safhada solunum felci ve ölüm görülür. İnsanlarda E vitamini eksikliği görülmez

K VİTAMİNİ

İki çeşit K vitamini bulunur: *Farnokinon (K1 vitamini)* mikroorganizmalar tarafından yapılır ve Filokinon (*Phylloquinone*) (*K2 vitamini*) bitkilerde bulunur. İnsan bağırsak flora bakterileri K1 vitamini sentezleyebilirler.

K vitamin eksikliğinde II, VII, IX ve X pıhtılaşma faktörlerinin sentezi yapılamaz. Bundan dolayı pıhtılaşma bozuklukları görülür.

K vitamin oksidatif fosforilasyonla ilgili oksidasyon-redüksiyon sisteminde elektron taşıyıcı rolü üstlenir.

MİNERAL METABOLİZMASI (İNSAN)

MAĞNEZYUM:

Karbonhidrat metabolizması ile ilgili reaksiyonlar için katalizör olarak gereklidir. Hücre dışı Mg konsantrasyonu artması sinir sistemi aktivitesini ve iskelet kaslarında kasılmayı önler. Düşük Mg derişimi sinirsel irritabiliteyi artırır.

KALSİYUM:

Vücutta başlıca kemiklerde *kalsiyum fosfat* halinde bulunur. Ekstraselüler kalsiyum miktarının artması *kalbin sistolde* durmasına yol açabilir ve mental bir deprestan gibi etki edebilir. Hipokalsemi ise sinir liflerinde *tetani* ile sonuçlanan spontan deşarjlara neden olur.

FOSFAT:

Hücre içi sıvıların ana anyonudur. Reverzibil olarak bir çok koenzim sistemleri ve metabolik olayların işlemesi için gerekli bileşiklerle birleşme yeteneğine sahiptir.

DEMİR:

Temel fonksiyonu Hb oluşumu ile ilgilidir. Vücut demirinin 2/3 ü Hb yapısındadır. Diğer şekilleri karaciğer ve kemik iliğinde bulunur.

Mitokondrilerde demir içeren elektron taşıyıcıları vardır. Bunlar oksidasyon için gereklidir. Hem dokulara oksijen taşınması hem de doku hücrelerindeki oksidatif sistemlerin çalışması için değerlidir. Demir yokluğunda hayat birkaç sn içinde sona ermektedir

İZ (MİKRO) ELEMENTLER (İNSAN)

Vücutta çok az miktarda bulunan elementlere denir. Bunların besinlerdeki miktarı çok azdır. İçlerinden birinin eksikliğinde eksiklik sendromları ortaya çıkar. En önemlileri *iyot, çinko ve flordur.*

İYOT: Troid hormonu oluşumu ile ilgilidir. Tüm vücutta ortalama 14 mg kadar bulunur. vücudun tüm hücrelerinde metabolizmanın normal hızda devamı için gerekli OLAN Tiroksin ve triiodotroinin için gereklidir.

İZ (ESER) ELEMENTLER (İNSAN)

ÇİNKO:

Birçok enzimin integral bölümünü oluşturur. Eritrosit içinde bulunan karbonik anhidraz (KA) enzimi içinde yer alır.

Bu nedenle karbondioksit ile ilgili bir çok reaksiyonun yürütülmesi için az miktarda çinko önem taşır.

Çinko aynı zamanda laktik dehidrogenaz enziminde de bulunur. Bu enzim pirüvik asit laktik asit dönüşümleri için gereklidir.

İZ (ESER) ELEMENTLER (İNSAN)

FLOR:

Diş çürüklerini önlemede önemi vardır. Dişleri güçlendirmez ancak bilinmeyen bir yoldan çürümeyi önler. Florun diş minelerindeki hidroksiapatit kristalleri içinde bulunduğu ve diş çürümelerine neden olan bakteri enzimlerinin aktivasyonu için gerekli bir çok eser elementle birleştiği kabul edilmektedir.

Flor varlığında enzimler inaktif kalır ve diş çürümeleri önlenmiş olur. Aşırı miktarda flor alınması **floroziz'e** yol açar. Hafif vakalarda dişlerde benekler görülür, ağır vakalarda ise kemiklerde genişleme meydana gelir.

HORMONLAR & FİTOHORMONLAR

Hormonlar ve fitohormonlar organizmada vitaminlerde olduğu gibi enerji amacıyla doğrudan metabolik reaksiyonlarda parçalanmazlar. Hormonlar fizyolojik ve biyokimyasal olaylarda vitaminler kadar önemlidir. Organizmanın yaşı, organı ve gelişme dönemlerine göre konsantrasyonlarında büyük değişimler görülebilir.

Belli hücre, toku veya organ tarafından üretilen, üretildeki yerde veya organizmanın diğer kısımlarında metabolik faaliyetlerin düzenlenmesinde görev alan vitamin, mineral ve 4 ana biyolojik madde dışındaki organik moleküllere hormon adı verilir.

TANIMLAR

Hayvanlarda **HORMONLAR** özel bezler tarafından üretildikten sonra kana salgılanan ve kan yolu ile ulaştıkları doku ve organlarda fonksiyon düzenleyici bir etki meydana getiren ve çok düşük miktarları ile görev yapan organik bileşiklerdir.

FİTOHORMONLAR bitkilerin değişik organlarında üretilen, üretildiği yerde (hücrelerde) de etkili olan, gerektiğinde bitki içerisinde taşınan, çok düşük miktarlarda dahi önemli fizyolojik olaylar (çimlenme, büyüme, çiçeklenme, üreme vb.) üzerinde etkili olan organik bileşiklerdir. Ayrıca fitohormonlarla aynı etkiyi gösteren sentetik olarak üretilen kimyasallara **BİTKİ BÜYÜME DÜZENLEYİCİLERİ** (BBD) olarak tanımlanır.

YAPILARI

Hormonlar ve fitohormonlar bazı fonksiyonel özellikleri yönünden enzimlere benzerlerse de enzimler gibi kimyasal reaksiyonları **BAŞLATMAZLAR**, ancak **REAKSİYON HIZINI** etkilerler. Birçok reaksiyon hormonların yokluğunda da meydana gelebilir. Oysa bazı spesifik enzimlerin bulunmaması belirli reaksiyonların meydana gelmesini mümkün değildir.

Enzimler protein veya RNA (ribozim) yapısında oldukları halde, hormonlar **PEPTİT** (peptit hormonları), **STEROİT** (Brassinosteroidler, Östrojenler), **PÜRİN** (sitokinin), **GAZ** (etilen) veya **POLİAMİN** (putrisin, spermidin, spermin), **GLİKOPROTEİN** ve **PROTEİN** yapısında olabilirler.

HORMONLAR

Hormonların etki yaptıkları dokulara hedef doku denir. Bazı hormonlar genel kuralın aksine lokal olarak da etki yaparlar. Örneğin **ASETİLKOLİN** lokal olarak etki yapan bir çeşit hormon olup sinir uçlarından salınır.

Hormonları konu edinen tıp dalına **ENDOKRİNOLOJİ** denilir. Endokrinoloji hormonlarla ilgili olarak **ENDOKRİN BEZLERİNİN** yapılarını, hormonların niteliklerini, dokulardaki etkilerini, normal, azalma ve artma hallerini bunun sonucu olarak dokularda ve tüm vücutta meydana gelen değişiklikleri ve anormal gelişmelerin düzeltilmesi için gerekli çareleri inceleyen bilim dalıdır.

HORMONLAR NASIL ÇALIŞIR?

Hormonların yapım ve salınımı hiyerarşik bir kontrol mekanizmasına bağlıdır. Bu kontrol sisteminin en üst basamağında beyin tabanını oluşturan **HİPOTALAMUS** yer alır. Hipotalamusa ulaşan herhangi bir sinirsel uyarım, bu bölgedeki salgılatıcı faktörü işletir ve çok ufak miktarlardaki özel hormonların salınmasına yol açar.

Salınan bu hormonlar, sinir liftleri aracılığı ile beyin orta yerinde bulunan **SELLA TURSİKA** (Türk Eğrisi) içerisine yerleşmiş bulunan küçük bir endokrin bezi **HİPOFİZİN** ön lobuna ulaşır.

Hipotalamus'tan salgılanan her salgılatıcı faktör hipofiz ön lobundan spesifik bir hormonun salınına yol açar.

Hücre membranının **SİTOPLAZMAYA BAKAN YÖNÜNDE** yer alan ve aktive edilmiş hale dönüşen enzimin etkisi ile sitoplazma içerisinde bulunan Adenin Tri Fosfat (**ATP**), **cAMP (Saiklik Adenozin Mono Fosfat)**'ye dönüşür. Bu sistemde başlıca etkin olan madde cAMP'dir.

Halkasal (saiklik) adenozin monofosfat, bir tür **HÜCRE İÇİ HORMON ARACISI** olarak kabul edilmektedir. cAMP'nin kan glikozunu yükseltmekteki rolünden karbonhidrat metabolizması bölümünde **gikojenoliz** konusunda bahsedilmiştir. **ADENİL SAİKLAZ** sadece ATP için spesifik bir enzimdir. ADP veya GTP ya da CTP'den saiklik ürünler meydana getirmez. cAMP hücrede ikinci mesajcı olarak kabul edilir.

HORMONLAR NASIL ÇALIŞIR?

Hipofiz bezinden salınan hormonlar ise kan yolu ile hedef dokulara kadar giderek özel görevlerini yaparlar. Bu görev çoğu kez hedef dokunun kendi özel hormonunun yapım ve salınımını uyarma biçimindedir. **HİPOTALAMUS** sadece uyarıcı hormonları salmakla kalmaz aynı zaman da hormon salınımını yavaşlatıcı (inhibitör) hormon veya faktörlerin salınımında da rol oynar.

Bazı hormonlar ise, bu hiyerarşik sisteme bağlı olmaksızın görev yaparlar. Veya bunların salınımları ve etkileri bu sisteme çok daha az bağımlıdır. Bu çeşit hormonlara örnek olarak **İNSÜLİN**, **EPİNEFRİN**, **GLİKAGON**'u göstermek mümkündür.

Çalışma ŞEKLİ 1: HORMON-RESEPTÖR SİSTEMİ

Hormon reseptör sistemi hücre içerisindeki **HALKASAL ADENİN MONO FOSFATIN** (cAMP) oluşumuna yol açan sistemdir. Bu sistem özellikle hipofiz ön lop ve hipofiz arka lop kökenli hormonlarda yaygındır.

Bu sistemde, hormona **HEDEF OLAN HÜCRELERİN MEMBRANI ÜZERİNDE** protein yapısında **BİR RESEPTÖR** bulunmaktadır.

Hücre membranı üzerindeki **RESEPTÖRLE BİRLEŞEN HORMON**, hücre membranına sıkı bir biçimde bağımlı bir halde bulunan **ADENİL SAİKLAZ ENZİMİNİ** aktive eder. Hormonun resöptere bağlanması ile resptörde konformasyonel bir değişim olur ve bu değişim sinyali algılanarak Adenil Saiklaz Enziminin aktifleşmesine neden olur. cAMP diğer molekülleri aktifleştirerek hormon etkisi oluşturulur.

2. şekil: HÜCRE İÇİ PROTEİN SENTEZ SİSTEMİ

Bu çeşit hormonlar hücrede yer alan DNA'ya etki yapmak suretiyle (replikasyon, transkripsiyon ve translasyon) mRNA sentezini uyarmak ve ribozomlarda belirli proteinlerin biyosentezini artırmak suretiyle görev yaparlar.

Bu etki sisteminde yer alan başlıca hormonlar, **STEROİT HORMONLARI**'dır.

Hormonlar YAPILARINA GÖRE

- 1- **STEROİT HORMONLARI (LİPİT)**, örneğin androjenler, östrojenler, adrenal kortikoidler vb)
- 2- **AMİNO ASİT TÜREVİ HORMONLAR** örneğin epinefrin ve tiroksin gibi,
- 3- **PEPTİD-PROTEİN YAPISINDAKİ HORMONLAR** örneğin insulin, glikagon, parathormon, oksitosin, vazopressin, bağırsak mukozasında salgılanan çoğu hormonlar ve hipofiz bezinin ön lobundan salgılanan tropik hormonlardan 7-8 tanesi gibi.

Hormonlar sentezlendikleri yerler ve amaçları yönünden sınıflandırma

- 1) **SİNDİRİM KANALI HORMONLARI** (GASTRİN, PAROTİN)
- 2) **PANKREAS HORMONLARI** (İNSULİN, GLİKAGON)
- 3) **BÖBREK ÜST BEZİ HORMONLARI** (EPİNEFRİN, NOR-EPİNEFRİN)
- 4) **TROİD VE PARATİROİD HORMONLARI** (TİROKSİN, KALSİTONİN)
- 5) **HİPOFİZ HORMONLARI** (GNADOTROPİK HORMONLAR, AZOPRESSİN)
- 6) **OVARYUM HORMONLARI** (ÖSTROJENLER, PROGESTERON)
- 7) **TESTİS HORMONLARI** (ANDROJENLER)

FİTOHORMONLAR

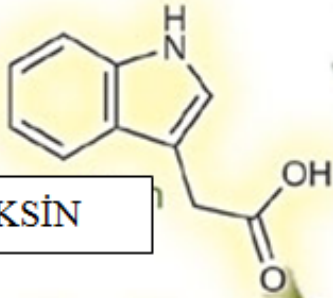
5 ŞEKİLDE HAREKET EDERLER

- 1) bitki dokusunda **HÜCRE İÇİ HAREKET** olup bu hareket şekli organeller arası harekettir. Örneğin kloroplasta sentezlenen bir fitohormonun hücre içine veya diğer organelle hareketidir.
- 2) dokudaki bir hücreden diğer bir hücreye **HÜCRELER ARASINDA DİFÜZYON,**
- 3) Fitohormonlar **MOLEKÜLLERLE** birlikte **HAREKET** edebilir.
- 4) organlar arası **İLETİM DEMETLERİ İLE** hareket edebilir.
- 5) Etilen gibi **HAVA AKIMI** ile de hareket edebilmektedir.

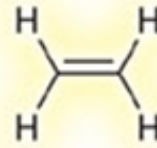
FİTOHORMONLAR

Yaygın olarak bilinen bitki hormonları **OKSİNLER**, **GİBERELLİNLER**, **SİTOKİNİNLER**, **ABSİSİK ASİT** ve **ETİLEN** olmak üzere 5 grup altında toplanmaktadır. Bunlardan oksinler, giberellinler, sitokininler büyümeyi hızlandırıcı etkiye sahip iken absisik asit ve etilen ise büyümeyi engelleyici özelliğe sahiptir.

Bunlardan başka **BRASSİNOİTLER**, **STRİGOLAKTONLAR**, **SALİSİLİK ASİT**, **JASMONİK ASİT**, **POLİAMİNLER** (**PUTRİSİN**, **SPERMİDİN**, **SPERMİN**), **NİTRİK OKSİT** ve **KARRİKRİNLERDE** vb bitki hormonları da vardır.

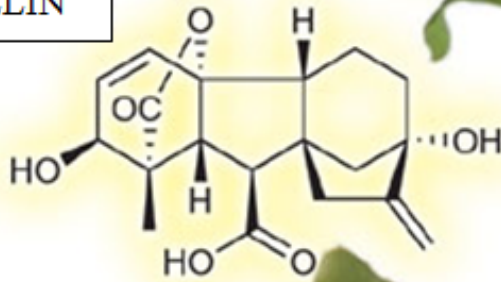


OKSİN

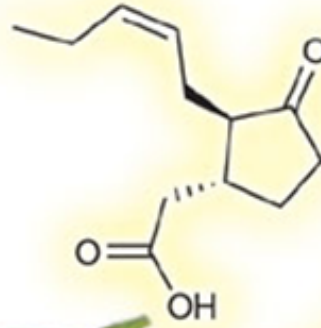


ETİLEN

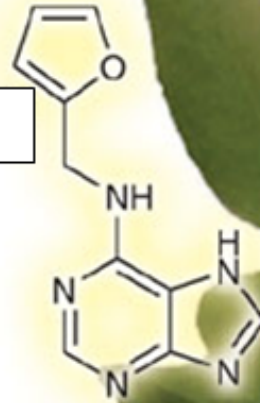
GİBERELLİN



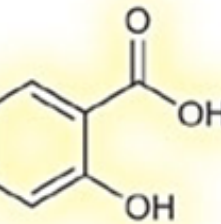
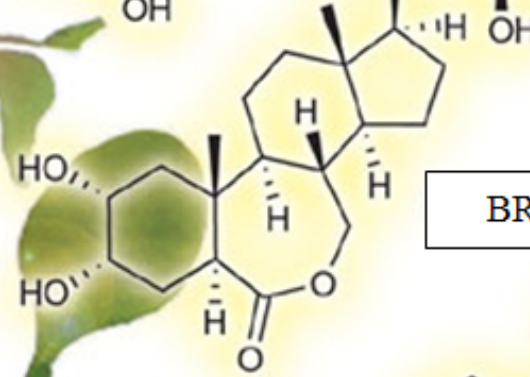
JASMONİK ASİT



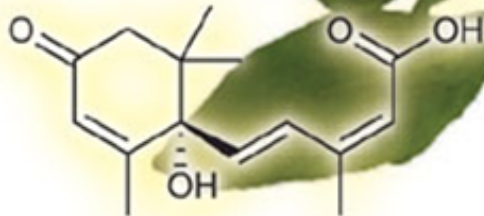
SİTOKİNİN



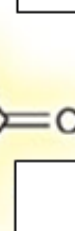
BRASSİNOLİT



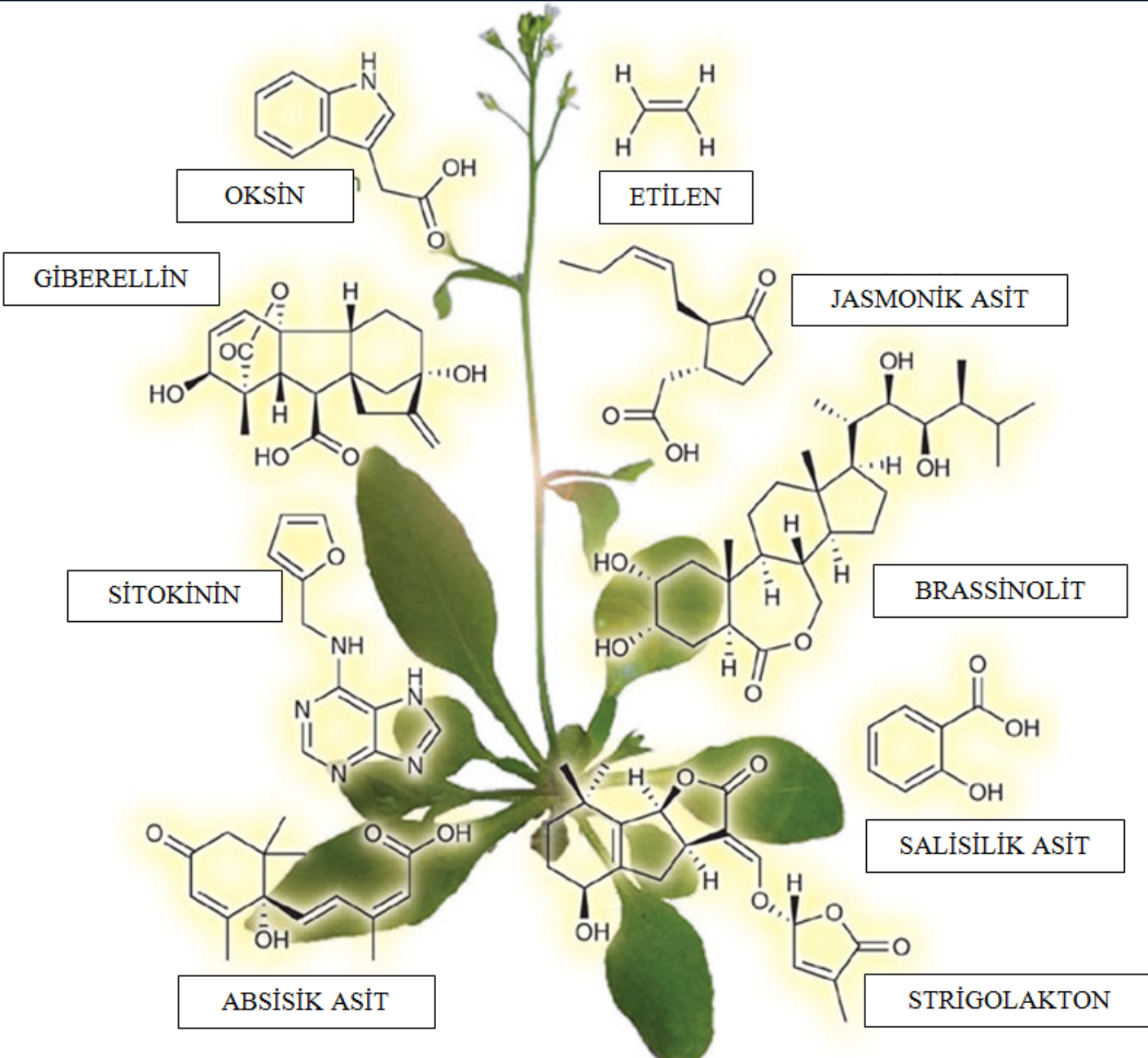
SALİSİLİK ASİT



ABSİSİK ASİT



STRİGOLAKTON



OKSİNLER (BÜYÜME HORMONU)

Bitkilerde yaygın formu olan indol-3-asetik asit (IAA) azda olsa bitkinin bütün kısımlarında sentezlenmesine rağmen **MERİSTEMLERDE**, genç yapraklarda, gelişen meyve ve tohumlar esas sentez kısımlarıdır.

Oksinlerin fizyolojik etkilerinin başında bitki organlarının büyümesi ve büyümedeki yönelmelerden **FOTOTROPİZİM**, **GRAVİTROPİZİM** ve **TİGMOTROPİZİM** gelmektedir.

GİBERELLİNLER (GA) (BİTKİ BOYU DÜZENLEYİCİSİ)

GA'ler bitkide internot uzaması tohum çimlenmesi (dormansinin uzaklaştırılması), bitkide cinsiyet değişimi, çiçeklenmenin başlatılması, vejetatif dönemden generatif döneme geçiş gibi çok sayıda fizyolojik olayla ilgilidir.

Genellikle sap gelişimi GA'lar tarafından artırılırken kök gelişimi üzerine etkileri fazla değildir.

GA genç yapraklarda ve çimlenen tohumlarda sentezlenmektedir.

SİTOKİNİNLER (HÜCRE DÖNGÜSÜ DÜZENLEYİCİLERİ)

Sitokininler hücre bölünmesini kamçılıyarak bitki büyümesine olumlu etki ederler. Doku kültürü çalışmalarında oksin ile birlikte kullanılarak kallus kültüründe kök ve tomurcuk oluşumunu sağlarlar. Yapraklarda senesensi geciktirirler ve özellikle dikotiledonlarda kotiledon yapraklarını genişletirler.

Sitokinler toprak üstü organlara ksilem iletim demetleri ile taşınır. Kök apikal meristem sitokininlerin ana sentez bölgeleridir. Çok yüksek sitokinin tümör oluşumuna neden olur. Yaprak senesensini geciktirir. Besin maddelerinin taşınmasını tetikler. Kloroplast gelişimi teşvik eder. Bitkide hücre büyümesini ve genişlemesini olumlu etkiler.

ETİLEN (OLGUNLAŞMA SİNYALİ)

Dormansinin ortaya çıkmasını teşvik eder, sap, kök ve farklılaşmayı teşvik eder, adventif kök gelişimini tetikleyebilir, yaprak ve meyve absisyonunu tetikler, bazı türlerde çiçeklenmeyi de tetikler, dioik bitkilerde dişiliği tetikleyebilir ve meyve olgunlaşmasını tetikleyebilir.

Karanlıkta etilen 3 farklı tepki oluşturur (triple etki); **SAP GELİŞİMİ YAVAŞLAR**, **SAP KALINLAŞIR** ve **ŞİŞER** ve **LATERAL BÜYÜME** artar.

Rüzgarın etkisi ile sapta fazla miktarda etilen üretilmektedir. Etilen meyve olgunlaşması üzerine de etkilidir. Normal şartlarda olgunlaşmış olan tohumlarda etilen üretimi artmaktadır.

ABSİSİK ASİT (ABA) (ANTI-STRES SİNYALİ)

Bu hormon taze dökülmüş yapraklarda yüksek konsantrasyonlarda bulunmaları ve absisyona neden olmaları ile absisik asit olarak adlandırılmıştır. ABA **KLOROPLASTA** ve diğer plastitlerde sentezlenmektedir. Özellikle bitki stres altında iken ABA konsantrasyonu artmaktadır. Bu nedenle anti-stres hormonu veya inhibitör hormonu olarak adlandırılır.

ABA genel olarak inhibitör gibi davranır ve tomurcuk gelişimini, tohum ve tomurcuk dormansisi oluşturur. Apikal meristemde değişim yaparak son yaprakçık setini tomurcuğu koruyucu kılarak gelişmesini önler. Tomurcuğun kış öncesi açmasını önleyerek bitkilerde hayati fonksiyona sahiptir.

BRASSİNOİT (GENİŞLETİCİ HORMON)

Brassinosteroidler altıncı grup bitki hormonları olup *Brassica napus* polenlerinden (230 kg/10 mg) izole edilmiş ve **HÜCRE GENİŞLEMESİ, HÜCRE BÖLÜNMESİ, GRAVİTROPİZİM, STRES TOLERANSI** ve **KSİLEM FARKLILAŞMASINDA** önemli olan hormonlardır.

Brassinosteroidler kök büyümesini tetikleyerek absisyonunu azaltmaktadır. Bu hormon bitkide bütün dokularda sentez gerçekleşmektedir.

SALİSİLİK ASİT (UYARICI HORMON)

Aspirine benzer kimyasal özellikler taşır. Salisilik asit **ETİLEN SENTEZİNİ ENGELLEYEREK** olgunlaşmayı geciktirmekte, **VEJETATİF BÜYÜMEYİ TETİKLEMEKTE**, absisik asit uyarımı ile **STOMA KAPANMASINA TERS ETKİ** sunmaktadır.

Oksinlerle birlikte uygulandığında köklenme artırmaktadır. Kesme çimcik üretiminde raf ömrünü uzatmaktadır.

JASMONİTLER (ANTI-BÖCEK/ HASTALIK DİRENÇ HORMONU)

Jasmonitler bir grup bitki hormonu olup bitki büyüme ve gelişimini kontrol ederler. Jasmonitlere örnek olarak **METİL JASMONAT** ve **JASMONİK ASİT** verilebilir.

Jasmonik asit seviyesinin yaralanma veya bitkilerin diğer cisimlere dokunmalarında artmaktadır. Bitkilerde jasmonik asit ve metil jasmonat dormant olmayan tohumların çimlenmesini inhibe etmekte ancak dormant tohumların çimlenmesini teşvik etmektedir.

Böcek ve hastalık dayanıklılık mekanizmasında rol oynar, etilen ile birlikte görev yapabilir. Patateste tüber oluşumu teşvik edilir. Büyüme yavaşlatılır ve senesens artırılır. Pigment oluşumu desteklenir.

STRİGOLAKTONLAR (DALLANMA ENGELLEYİCİ)

Sap dallanmasını engelleyen hormonlardır. Strigolaktonlar karotenlerden elde edilen terpenoit laktonlardır. Striga parazit bitkisinin tohumlarının çimlenmesini teşvik etmekte ve mikoriza funguslarının simbiyotik yaşamasını teşvik etmektedir.

POLİAMİNLER (PUTRİSİN, SPERMİDİN, SPERMİN)

Poliaminler iki veya daha fazla amino grubu içeren maddelerdir. Küçük moleküler ağırlığa sahip ve özellikle mayoz ve mitozda önemli olan moleküllerdir.

Hücreden hücreye sinyal görevi gören küçük moleküllerdir. Bu moleküller bitki büyüme ve gelişiminde, defans sisteminde, hücre bölünmesinde, hücre gelişiminde ve polen tüpü ve tozlanmada görev alırlar.

Spermidin, spermin ve spermidin nükleusdaki DNA moleküllerinin stabilitesini artırmakta ve dolayısıyla büyüme ve gelişmesine olumlu katkıda bulunmaktadır.

NİTRİK OKSİT (NO) (NİTROJEN MONOKSİT)

Gaz yapısında olan bir hormon olup fizyolojik ve patojenik işlemlerde önemlidir. Stres yanıtı, hücre ölümü, stomata kapanması, azot fiksasyonu, çimlenme, kök gelişimi gibi sinyal fonksiyonları bulunmaktadır.

KARRİKİNLER

Karrikinler yakılmış bitki dumanında bulunan butenolitlerdir. KAR1, KAR2, KAR3 ve KAR4 olmak üzere 4 farklı karrikin bilinmektedir.

Tohumların çimlenmesine yardımcı olan bir grup kimyasaldan oluşan duman karışımıdır.

Birden fazla bitki büyüme düzenleyici olup ormanlık alanın yanmasıyla ortaya çıkarlar ve tohumların çimlenmesine neden olarak doğanın devamını sağlarlar.