

Chimia și igiena alimentului



MICRONUTRIENȚI – VITAMINELE

Curs 11

MICRONUTRIENȚI– VITAMINELE

- ▶ **Vitaminele** sunt considerate nutrienți, deși totuși ele nu hrănesc organismul, ci sunt de obicei:
 - ▶ catalizatori necesari pentru buna desfășurare a proceselor biochimice vitale
 - ▶ componente esențiale ale unor coenzime necesare desfășurării reacțiilor metabolice catalizate de enzime specifice
- ▶ Din punct de vedere al structurii chimice pot fi diferite categorii precum:
 - ▶ amine
 - ▶ acizi
 - ▶ alcooli
- ▶ În consecință, faptul că o substanță îndeplinește rol vitaminic în organism, este demonstrat de efectul ei fiziologic și nu de compoziția ei chimică
- ▶ Vitaminele se clasifică în două grupe mari:
 - ▶ liposolubile (solubile în grăsimi)
 - ▶ hidrosolubile (solubile în apă)

MICRONUTRIENȚI– VITAMINELE

- ▶ Alături de vitamine, sunt cunoscuți unii complecși integrați circumstanțial în complexul de vitamine, precum și unele substanțe cu specific vitaminic.
- ▶ Pe lângă vitamine, în organismul viu se găsesc și compuși ***analogi structurali*** (cu constituție chimică asemănătoare acestora), numiți antivitamine, care inhibă total sau parțial acțiunea vitaminelor.
- ▶ Doar organismul vegetal este capabil să-și sintetizeze toată gama de vitamine.
- ▶ **Organismul animal și implicit cel uman își procură necesarul complet de vitamine din hrana zilnică!**



MICRONUTRIENȚI– VITAMINELE

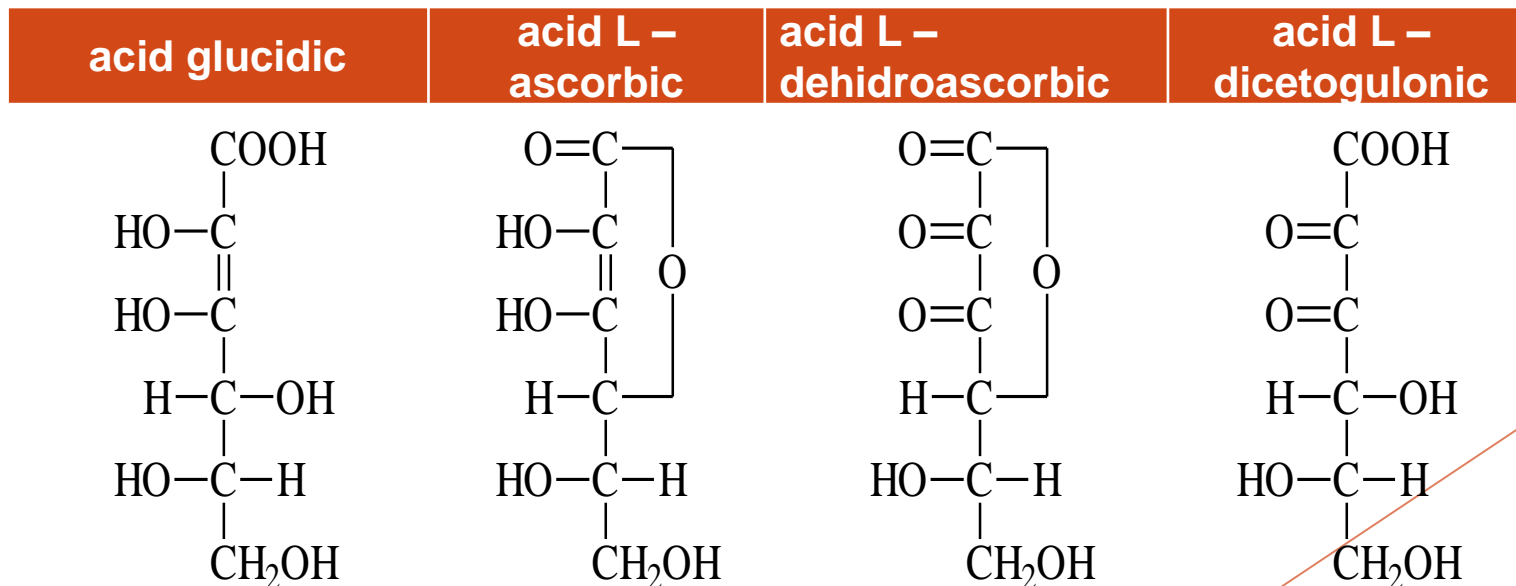
Nr. crt.	Simbol vitamină	Denumire structură chimică	Acțiune fiziologică principală
Vitamine hidrosolubile:			
1	B ₁	tiamina	antinevrotică
2	B ₂	riboflavina	vitamina creșterii
3	B ₃	niacina	antipelagra
4	B ₅ (PP)	acid pantotenic	antidermatitică
5	B ₆	piridoxina, piridoxal, piridoxamina	antidermatitică
6	B ₁₂	ciancobalamina	antianemică
7	Bc	acid folic, folaina, acid pteroil glutamic	antianemică
8	H	biotina	antiseboreică
9	C	acid ascorbic	antiscorbutică
10	P	bioflavone	trofic al capilarelor

MICRONUTRIENȚI– VITAMINELE

Nr. crt.	Simbol vitamină	Denumire structură chimică	Acțiune fiziologică principală
Vitamine liposolubile:			
1	A	retinol, axeroftol	antixeroftalmică
2	D	calciferoli	antirahitică
3	E	tocoferoli	antisterilitate
4	K	filochinone	antihemoragică
Substanțe cu acțiune asemănătoare vitaminelor:			
1		Colina	precursor în sinteza ADN și ARN
2		Acidul lipoic	factor de creștere
3		Acidul orotic	precursor în sinteza ADN și ARN
4	B ₁₅	Acidul pangamic	factor de creștere a gama - globulinei
5		Mioinozitol	factor de creștere
6		Acidul para-aminobenzoic	antianemică
7		Carnitina	factor de creștere
8	U	S-metilmetionina	antiulceroasă
9		Ubichinona, Coenzima Q	activitate de tip tocoferol

MICRONUTRIENȚI – Vitamina C

- ▶ Din punct de vedere chimic, Vitamina C – acidul ascorbic este un acid organic cu proprietăți antioxidante.
- ▶ Enantiomerul L al acidului ascorbic este cunoscut sub numele de vitamina C. Acidul ascorbic se convertește foarte repede în doi tautomeri instabili ai dicetonei prin transfer de protoni, și este mai stabil sub formă de enol. Protonul enolului este pierdut și recâștigat de electronii dublei legături, producând o dicetonă.



MICRONUTRIENȚI– Vitamina C

- ▶ Este considerată a fi una dintre cele mai puternice și mai puțin toxice antioxidante naturale.
- ▶ Capacitatea antioxidantă are la bază mecanismul prin care în prezența oxigenului, are un puternic caracter reducător, iar prin oxidare pierde doi atomi de hidrogen trecând în acidul dehidroascorbic; în absența oxigenului s-au identificat compuși diferiți în funcție de pH – ul soluției de acid ascorbic.
- ▶ Este hidrosolubilă și se găsește în diferite concentrații în toate țesuturile; plasma umană conține aproximativ 60 μmol ascorbat / litru.



MICRONUTRIENȚI– Vitamina C

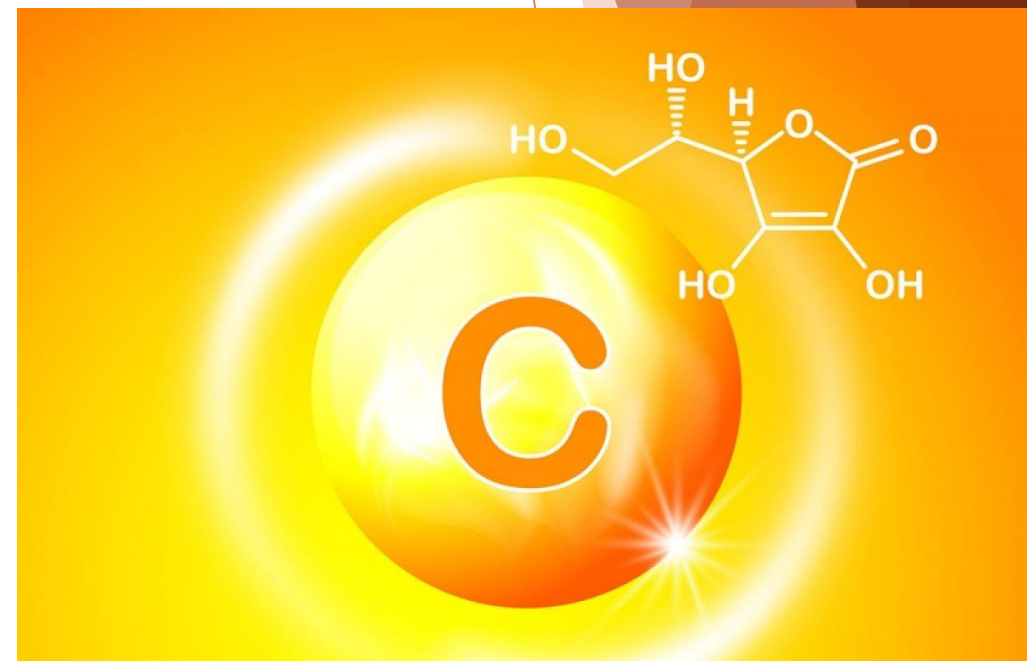
- ▶ Sursele majore de ascorbat din alimente sunt:
 - ▶ fructele (citricele, kiwi, cireșele, pepenii)
 - ▶ legumele (roșiile, varza, varza de Bruxelles, frunzele verzi, broccoli, conopida);
- ▶ Conținutul acestora poate depăși 100 mg ascorbat/100 g aliment proaspăt.
- ▶ În doze mici (100 mg), biodisponibilitatea vitaminei C sintetice și provenită din surse alimentare este similară; eficacitatea absorbției scade odată cu creșterea dozelor.



MICRONUTRIENȚI – Vitamina C

Rolul în organism

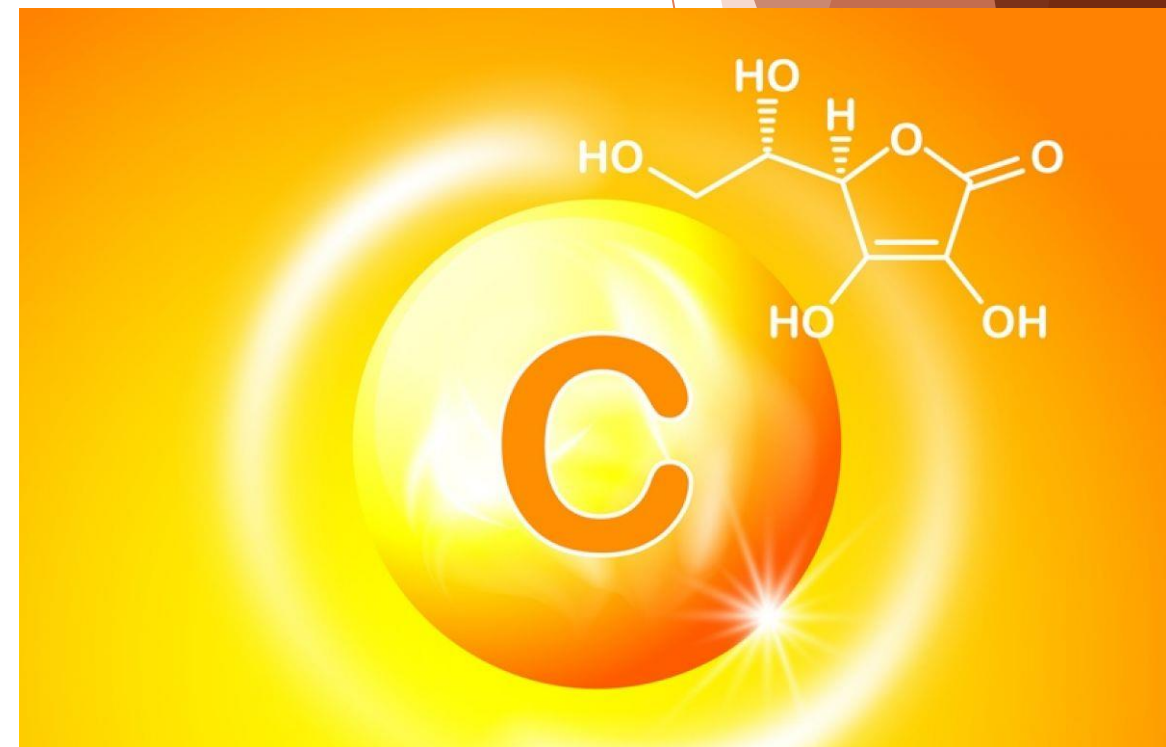
- ▶ Evidența studiilor *in vitro* demonstrează că vitamina C are rol în refacerea tocoferolului din radicalul tocoferoxil care se formează prin inhibarea peroxidării lipidice de către vitamina E.
- ▶ Vitamina C prezintă funcții biologice adiționale bine stabilite cum ar fi activitatea de co-factor pentru unele enzime.
- ▶ Acidul ascorbic, stimulează sinteza de collagen, crește încorporarea de prolină în proteine sensibile la collagenază și induce peroxidarea lipidelor și aldehydelor, o etapă necesară în procesul de sinteză a collagenului.



MICRONUTRIENȚI – Vitamina C

Rolul în organism

- ▶ Rolul **antiinfecțios**:
 - ▶ se bazează pe efectele sale modulatorie în imunitatea celulară
 - ▶ se manifestă prin stimularea fagocitozei, desfășurată în prezența limfocitelor, PNM.
 - ▶ depinde de concentrațiile plasmatice ale vitaminei
- ▶ Rolul **detoxifiant** se bazează pe faptul că accelerează metabolizarea substanțelor xenobiotice, substanțe metabolizate la nivelul sistemului microzomal din ficat.



MICRONUTRIENȚI – Vitamina C

- ▶ **Absorbția, concentrația tisulară, căile metabolice și eliminarea renală**, sunt toate controlate prin mecanisme homeostatice.
- ▶ Cantitatea de vitamină C absorbită este invers proporțională cu mărimea dozei.
- ▶ În urma diferitelor studii, s-a raportat o concentrație a acidului ascorbic în organismul uman de **aprox 20 mg/kg corp**, indiferent de mărimea aportului din exterior.
- ▶ În organismul uman se metabolizează o parte din ascorbat la CO_2 , și se excretă doze considerabile de ascorbat nemodificat alături de o gamă de metaboliți printre care o cantitate mică de oxalat.
- ▶ Aproximativ 35-40% din excreția zilnică de oxalat este derivat de la ascorbat. Ingestia de doze mari de vitamina C conduce la o creștere mică a excreției de oxalat.

MICRONUTRIENȚI– Vitamina C

- ▶ Toleranța și siguranța vitaminei C ingerate la om au fost studiate extensiv și **nu s-au demonstrat efecte nocive, la doze zilnice mai mari de 6 g vitamină C.**
- ▶ Ca atare, vitamina C este recunoscută ca fiind una dintre **cele mai puțin toxice substanțe din medicină.**
- ▶ Un caz aparte este reprezentat de persoanele cu tulburări de metabolism al fierului deoarece vitamina C crește absorbția de fier. Dacă bolnavii de hiperabsorbție de fier ingeră doze de vitamina C, aceasta poate înrăutăți tulburarea lor.
- ▶ Dependent de fiecare individ, vitamina C poate cauza diaree. Acest fapt apare doar la ingerarea de cantități ce depășesc limita.
- ▶ Limita poate varia între **5 g/zi la persoanele sănătoase și 300 g/zi la persoanele care suferă de boli grave.** De observat este faptul că limita este mai mare la persoanele suferinde decât la cele sănătoase!

MICRONUTRIENȚI– Vitamina C

- ▶ Carența în vitamina C este responsabilă de apariția scorbutului, formă de avitaminoză, datorată:
 - ▶ aportului alimentar insuficient;
 - ▶ creșterii necesităților organismului;
 - ▶ eliminării excesive din diferite motive;
 - ▶ malabsorbției digestive.
- ▶ Scorbutul se manifestă cu precădere la alcoolici și vârstnici.
- ▶ Semnele clinice sunt exprimate prin:
 - ▶ oboseală,
 - ▶ anemie,
 - ▶ dureri osteoarticulare,
 - ▶ edeme, hemoragii,
 - ▶ gingivită, pierderea dinților,
 - ▶ imunitate scăzută.



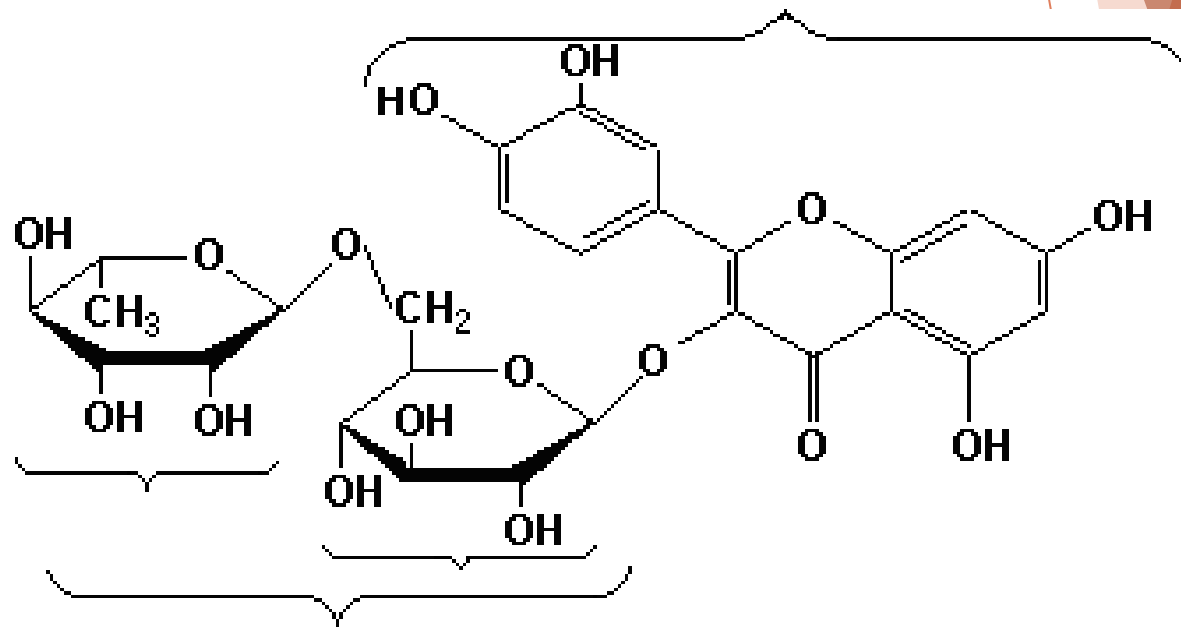
MICRONUTRIENȚI – Vitamina C

- ▶ Aportul de vitamina C se realizează atât prin intermediul suplimentelor nutritive, cât și prin intermediu alimentelor.
- ▶ Acidul ascorbic este solubil în apă, și se degradează sub influența temperaturii.
- ▶ **Efectul temperaturii și gătitului asupra vitaminei C:**
 - ▶ ar putea fi supraestimat: deoarece vitamina C este solubilă, se va dilua în apa de gătit în timpul preparării legumelor; acest lucru nu înseamnă că s-a degradat, ci doar că s-a solubilizat în apa de gătit;
 - ▶ nu doar temperatura, ci și timpul de expunere este semnificativ în acest proces, astfel sunt necesare mai mult de 2-3 minute pentru a distruge vitamina C în funcție de temperatura aplicată.
 - ▶ Gătitul nu extrage vitamina C din toate legumele cu aceeași rapiditate; s-a sugerat ca vitamina C nu este distrusă când se fierbe broccoli, ci se pierde în apa de gătit, proces care are loc mai lent decât la alte legume.

MICRONUTRIENȚI – Vitamina P și flavonoidele

- **Vitamina P** hidrosolubilă acționează concomitent și strâns legat de vitamina C (acțiune sinergică), asigurându-i acestea o perfectă absorbție și utilizare, împiedicându-i distrugerea prin oxidare.

$C_{27}H_{30}O_{16}$ – vitamina P



MICRONUTRIENȚI – Vitamina P și flavonoidele

Rolul în organism

- ▶ Vitamina P este puternic antioxidantă, fiind implicată în:
 - ▶ fenomenele hemoragice, inclusiv în cele ale capilarelor și ale viscerelor, hemoragii retiniene, hemoragii la nou-născuți, *etc.*
 - ▶ edeme,
 - ▶ pleurezii,
 - ▶ ascite,
 - ▶ artrite ale membrelor inferioare,
 - ▶ ateroscleroză, hipertensiune arterială
- ▶ Intervine în mod esențial în procesele energetice ale țesuturilor și în menținerea permeabilității vaselor capilare, de unde și denumirea de **factor de permeabilitate capilară**.
- ▶ Asociată cu vitamina C, are și un rol antiinfecțios.

MICRONUTRIENȚI – Vitamina P și flavonoidele

Bioflavonoidele

- ▶ În legume, se găsesc o gamă de substanțe biologic active, specifice vegetalelor și anume *flavonoidele sau flavonoizii*.
- ▶ Ele au fost evidențiate prima dată în stratul alb al cojii fructelor citrice (strat care conține de 10 ori mai multă vitamină P decât sucul respectivelor fructe).
- ▶ Împreună cu vitamina C, sunt substanțe antioxidante și au următorul **rol în organismul uman**:
- ▶ împiedică formarea tumorilor canceroase;
- ▶ consolidează pereții arterelor (rutina);
- ▶ acționează antiviral (quercetina);
- ▶ temperează reacțiile alergice.

MICRONUTRIENȚI – Vitamina P și flavonoidele

Bioflavonoidele

- ▶ clasă de antioxidanți polifenolici care se găsesc în fructe, vegetale și băuturi precum ceaiul, vinul și berea mai ales sub formă de O-glicozide.
- ▶ Termenul flavonoide reprezintă subgrupe cu structuri diferite:
 - ▶ flavanoli (catechine, epicatechine);
 - ▶ flavonoli (quercetina, miricetina, kaempferol);
 - ▶ flavanone (naringenina, taxifolina);
 - ▶ flavone (apigenina, hesperetina);
 - ▶ izoflavone (genisteina), sau antocianidine (cianidina, malvidina).
- ▶ Sunt antioxidanți eficienți cu rolul de a îndepărta specii radicalice (radicali peroxil, radicali hidroxil, O_2) formând radicalul fenoxil.

MICRONUTRIENȚI – Vitamina P și flavonoidele

Flavonele

- ▶ sunt compuși fenolici colorați în galben sau galben-brun, aflându-se în legume mai cu seamă ca heterozide.
- ▶ Într-o proporție neînsemnată se întâlnesc și ca formațiuni libere: kaempferolul, quercetina și miricetina.
- ▶ De la quercetină cu ramnoza derivă quercetrina, considerat a fi substanța care conferă, în măsură esențială, nuanța gălbuie.
- ▶ În frunze, flavonele au rolul de a absorbi razele ultraviolete și deci de a apăra plasma și clorofila. Prezența flavonelor în lemn mărește rezistența plantelor la atacul insectelor și microorganismelor.
- ▶ Flavonele se folosesc în industria alimentară ca substanțe antioxidante la conservarea grăsimilor, măbind valoarea nutritivă.
- ▶ *Izoflavonele* care intervin în metabolismul estrogenilor, diminuează considerabil riscul pentru bolile estrogen-dependente (cancerul de sân, simptomele menopauzei).

MICRONUTRIENȚI– Vitamina P și flavonoidele

- ▶ Concentrația fenolică din plantele comestibile, fructe și vegetale variază considerabil,
- ▶ se estimează un aport zilnic necesar de 100-1000 mg.
- ▶ Uleiul de măsline conține compuși fenolici o-difenol tirosol cu efect antioxidant.
- ▶ Alți compuși fenolici cu funcție antioxidantă sunt derivații din acidul cinamic: cafeic, clorogenic și ferulic.
- ▶ Plantele din familia *Lamiaceae* (rozmarinul, oregano, salvia, menta, cimbrul) conțin o serie de compuși antioxidanți (carnosol, rosemanol, carvacrol), care contribuie la potențialul antioxidant al dietei.

MICRONUTRIENȚI – Vitamina B₁

- ▶ **Tiamina sau antineurina** - se găsește în cortexul și germenii boabelor de cereale, în legume, fructe și în creier.
- ▶ este necesară în alimentația majorității vertebratelor, dar și pentru unele microorganisme.
- ▶ este formată dintr-o pirimidină substituită, legată printr-o punte metilenică de un tiazol substituit.
- ▶ Cea mai mare parte a tiaminei se află în celule în forma sa activă, tiaminpiro-fosfat.



MICRONUTRIENȚI – Vitamina B₁

Rolul în organism

- ▶ Participă sub formă de tiaminpirofosfat în cadrul piruvic-decarboxilazei și piruvat-oxidazei, enzime care decarboxilează acidul piruvic, deci este esențială pentru funcționarea normală a metabolismului muscular.
- ▶ Necesarul de vitamină B₁ la om este de cca. **2 mg / zi**, crescând la persoanele care depun activitate musculară intensă (până la 5 mg).
- ▶ Carența și avitaminoza manifestă efecte mai mult sau mai puțin pregnante pe sistemul nervos, boala fiind numită beri-beri.



MICRONUTRIENȚI – Vitamina B₂

- ▶ Vitamina B₂ (riboflavina sau lactoflavina) este răspândită în special în alimentele de origine animală (lapte, carne, ouă), dar și în cele de origine vegetală (roșii).
- ▶ Riboflavina este un factor de creștere necesar pentru mamifere.
- ▶ A fost izolată inițial din țesuturile animale, ouă și lapte.
- ▶ Formele oxidate ale diferitelor flavoenzime sunt intens colorate galben, roșu sau verde și absorb puternic în domeniul vizibil.
- ▶ Prin reducere, flavoenzimele se decolorează cu modificarea caracteristică a spectrului de absorbție, proprietate utilă pentru măsurarea activității lor.
- ▶ Necesarul zilnic este de circa 1,2-1,7 mg la adult.



MICRONUTRIENȚI – Vitamina B₂

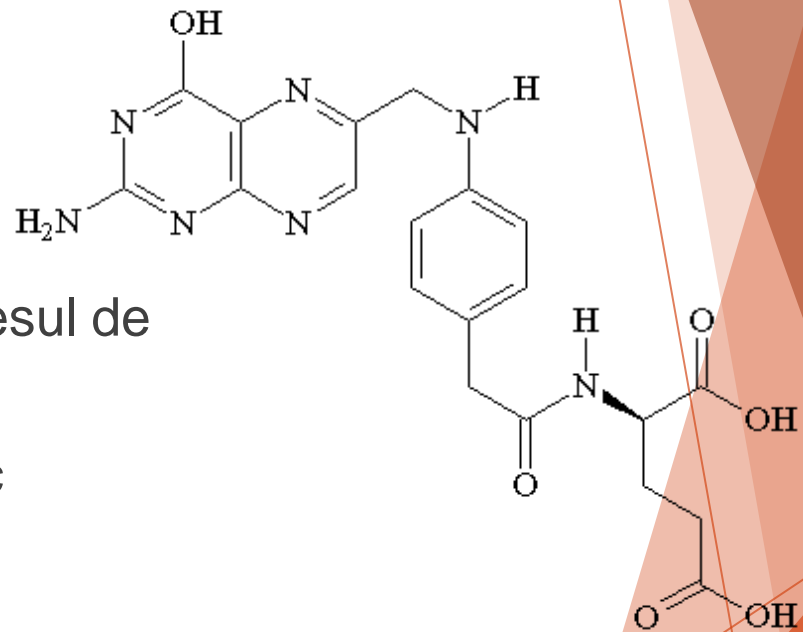
Rolul în organism

- ▶ În organism, vitamina B₂ intră în constituția a două flavin-nucleotide: Flavin-mononucleotid (FMN) și Flavin-adenin-dinucleotid (FAD), coenzime implicate în diverse reacții metabolice.
- ▶ Carențele se manifestă prin leziuni ale pielii, mucoaselor și corneei.



MICRONUTRIENȚI – Acidul folic - Vitamina B₄

- Acidul folic conține trei elemente constitutive: un inel pteridinic pe care este legat acidul *p*-amino-benzoic și acidul glutamic rezultând structura:

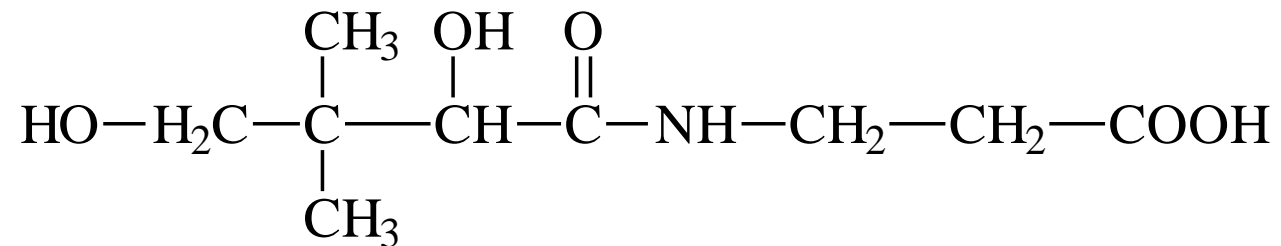


Rolul biologic

- Factor antianemic megaloblastic ce intervine în procesul de hematopoeză, cu rol în biosinteza hemoglobinei;
- Intervine în metabolismul tirozinei și acidului ascorbic îmbunătățind absorbția fierului.
- Necesarul zilnic la adult este de **3 μg/kg corp**.
- Carența în acidul folic duce la modificări ale mucoasei tubului digestiv și la diferite forme de anemie, însoțite de trombocitopenie și leucopenie.

MICRONUTRIENȚI – Acidul pantotenic - Vitamina B₅

- ▶ Acidul pantotenic este un compus foarte răspândit la toate organismele.
- ▶ Chimic, este format dintr-o moleculă de acid 2,4-dihidroxi-3,3'-dimetil-butiric și o moleculă de β-alanină.
- ▶ Acidul pantotenic este un factor de creștere pentru drojdii, este sintetizat de multe plante și bacterii.
- ▶ Structura acidului pantotenic este:



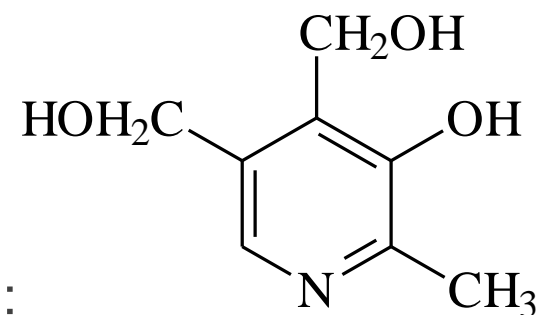
MICRONUTRIENȚI – Acidul pantotenic - Vitamina B₅

- ▶ Acidul pantotenic a fost identificat în țesuturi ca făcând parte din coenzima A.
- ▶ Necesarul zilnic variază în funcție de vârstă, la copii, în perioada de creștere, fiind de 30-50 mg zilnic, iar la adult de 20-30 mg.
- ▶ Hipovitaminoza, deși foarte rară, se manifestă prin: tulburări digestive, scăderea sistemului imunitar, scăderea activității corticosuprarenalelor, dermatite, hipoglicemie, depresii *etc.*
- ▶ Deși sunt multiple sursele de acid pantotenic (boabele cerealelor, gălbenușul de ou, carne *etc.*), el poate fi sintetizat și de către flora intestinală.



MICRONUTRIENȚI – Piridoxina- Vitamina B₆

- ▶ Vitamina B₆ numită și piridoxină este esențială în alimentație și are structura:



- ▶ Piridoxina este transformată biologic în alți doi compuși: piridoxalul și piridoxamina, care sunt factori de creștere pentru bacterii și precursori ai formelor active ale acestei vitamine.
- ▶ Sub formă de piridoxalfosfat participă la absorbția aminoacizilor prin mucoasa intestinală iar, în asociere cu glicogenfosforilază, la degradarea glicogenului.
- ▶ Piridoxin coenzimele sunt capabile să funcționeze într-un mare număr de reacții enzimatice diferite, în care sunt transferate grupările amino.

MICRONUTRIENȚI – Piridoxina- Vitamina B₆

- ▶ Se găsește în special în cojile boabelor de cereale, legume, carne și ficat.
- ▶ Nevoile zilnice sunt de circa 2-3 mg pe zi; pentru practicanții culturismului, necesarul poate crește la 15-25 mg pe zi.
- ▶ Carența ei duce la: retenții hidrice, hipoglicemie, nervozitate, dureri musculare ale mușchilor striati, dermatite, căderea părului, tulburări de vedere (pe fond nervos – hipoglicemic), tulburări cardiace, artrite, anemii.



MICRONUTRIENȚI – Ciancobalamina- Vitamina B₁₂

- ▶ Vitamina B₁₂ (ciancobalamina sau vitamina antipernicioasă) este un complex vitaminic cu cobalt.

Rol biologic

- ▶ Vitamina B₁₂ funcționează drept coenzimă pentru unele transmetilaze și izomerase participând la reacțiile de metilare și carboxilare.
- ▶ Intervine direct în hematopoieză, participând la biosinteza hemului.
- ▶ Are rol de creștere pentru organismul tânăr, asigurând funcționarea normală a celulelor nervoase printr-o utilizare corectă a glucidelor de către sistemul nervos.
- ▶ Intervine în biosinteza acizilor nucleici, proteinelor și în anabolismul lipidelor.



MICRONUTRIENȚI – Ciancobalamina- Vitamina B₁₂

- ▶ Necesarul nu depășește 2 μg zilnic la persoanele cu activitate fizică redusă sau medie, dar crește la cele cu activitate fizică mare, deasemenea crește la femei în perioada de sarcină și alăptare.
- ▶ Hipovitaminoza determină anemia pernicioasă cu megaloblastoza măduvei hematoformatoare, (caracterizată prin incapacitatea de maturizare a eritrocitelor și prezența lor în sânge în stadiu imatur), cu diferite tulburări de creștere, musculare, locomotorii și demielinizări la nivelul SNC.
- ▶ Vitamina B₁₂ a fost izolată din ficat, dar se găsește și în carne, gălbenuș de ou și produse lactate, în schimb **nu se regăsește în produsele vegetale**, persoanele vegetariene fiind obligate să aducă aport din suplimente nutritive.

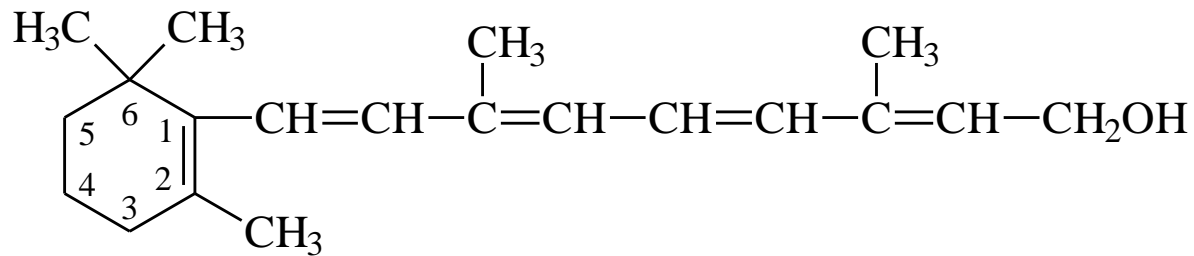


MICRONUTRIENȚI – Biotina

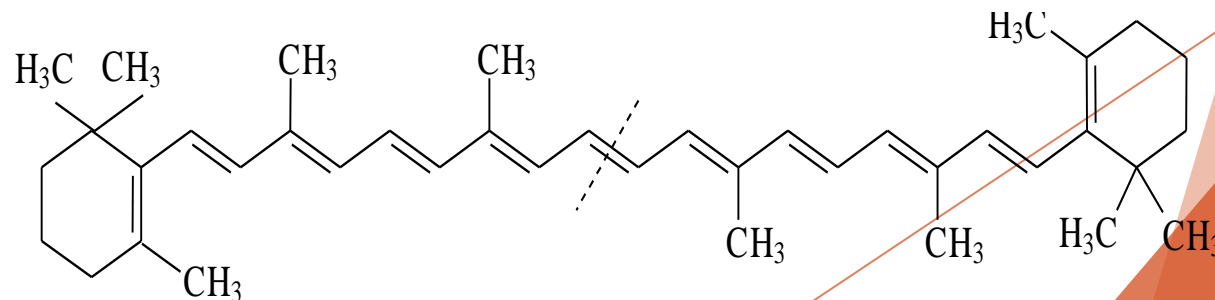
- ▶ Biotina este un complex de trei substanțe: α -biotina, β -biotina și γ -biotina, factor de creștere izolat dintr-un concentrat de ficat.
- ▶ Este gruparea prostetică a enzimei propionil-coenzima A carboxilază
- ▶ Se leagă covalent de gruparea ϵ -amino a unui rest de lizină din proteina enzimatică, dând o amină substituită, compusul rezultat se numește biocitină și servește drept transportor al CO_2 .
- ▶ În organism, biotina funcționează drept coenzimă în diverse procese metabolice.
- ▶ Necesarul zilnic este de 150-300 μg , iar carența se manifestă prin: dermatite, oboseală musculară, scăderea poftelor de mâncare, insomnii, depresii *etc.*
- ▶ Starea carențială poate apărea:
 - ▶ prin aport insuficient,
 - ▶ prin includerea în alimentație a albușului de ou crud, care conține avidina ce se combină ireversibil cu biotina (prin preparare termică, avidina coagulează, devenind inactivă față de biotină).

MICRONUTRIENȚI – Vitamina A și carotenoizii

- ▶ *Vitamina A* este un termen generic pentru o serie de compuși înrudiți.
- ▶ Retinolul (un alcool) și retinalul (o aldehydă) sunt formele active ale vitaminei A.



- ▶ Retinolul poate fi convertit în organism la acid retinoic, substanță cu rol în controlul expresiei unor gene. Retinolul, retinalul și acidul retinoic fac parte din grupa retinoizilor.
- ▶ ***β-carotenul***, dar și alți carotenoizi (*α*-carotenul, *γ*-carotenul și *β*-criptoxantina) pot fi convertiți în organism la retinol, fiind cunoscuți drept precursori ai vitaminei A (provitamina A).



MICRONUTRIENȚI – Vitamina A și carotenoizii

Rol biologic

- ▶ Intră în structura pigmentilor retinieni implicați în mecanismul vederii;
- ▶ Intervine în sinteza unor hormoni sexuali și în diferite procese metabolice de creștere și dezvoltare;
- ▶ Este un trofic pentru celulele epiteliale ale mucoaselor și tegumentelor;
- ▶ Implicată în formarea mucopolizaharidelor.

Carența de vitamină A

- ▶ Produce:
 - ▶ tulburări de vedere până la orbire,
 - ▶ tulburări de creștere și disfuncții sexuale
 - ▶ hipercheratinizări ale mucoaselor și pielii.



MICRONUTRIENȚI – Vitamina A și carotenoizii

Carotenoizii

- ▶ sunt coloranți naturali cu activitate antioxidantă
- ▶ Proprietățile lor chimice sunt datorate prezenței unui sistem extins de legături duble conjugate care sunt substituite cu diferite grupe terminale.
- ▶ O varietate de carotenoizi cu structuri diferite este prezentă în fructe și vegetale.
- ▶ Surse bogate sunt:
 - ▶ morcovii (α -caroten, β -caroten),
 - ▶ roșiile (licopen),
 - ▶ citricele (β -criptoxantina),
 - ▶ spanacul (luteina),
 - ▶ porumbul (zeaxantina).



MICRONUTRIENȚI – Vitamina A și carotenoizii

Carotenoizii

- ▶ Procesele de absorbție și transport ale carotenoizilor sunt complexe.
- ▶ Factori care influențează biodisponibilitatea carotenoizilor: co-ingestia de grăsime sau fibre, gătitul sau conservarea alimentelor.
- ▶ Pentru utilizarea β -carotenului ca aliment, colorant cosmetic, medicament sau supliment nutritiv, a fost nevoie de studii de toxicitate extinse.



MICRONUTRIENȚI – Vitamina A și carotenoizii

Licopenul

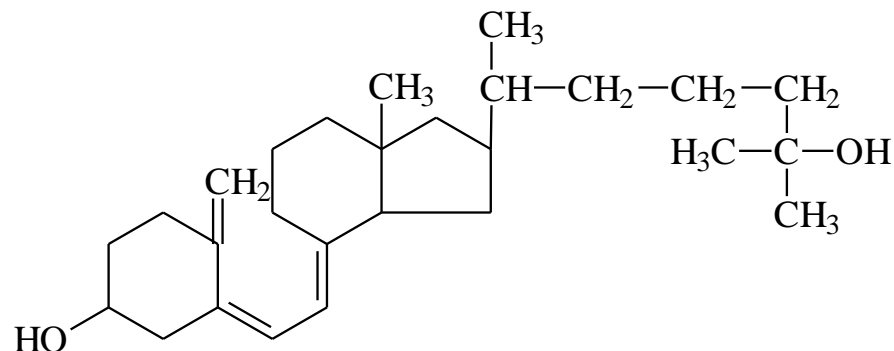
- ▶ cel mai puternic antioxidant dintre carotenoizi este un izomer aciclic al β -carotenului, sintetizat de plante și microorganisme, dar nu și de către animale.
- ▶ Nu prezintă activitate vitaminică A (nu este provitamina A).
- ▶ Este conținut în roșii și produse derivate (bulion, suc de roșii *etc.*), cu activitate anti-proliferativă celulară, anti-carcinogenică și anti-aterogenică, având rol protector, în afecțiunile cardiace și în bolile canceroase.



MICRONUTRIENȚI – Vitaminele D

- ▶ Vitaminele D (colecalfiferoli) provin din steroli;
- ▶ există 6 vitamine pentru colecalfiferoli, dar cele mai implicate în metabolism sunt: ergocalciferolul (D_2) și colecalfiferolul (D_3).
- ▶ Vitaminele D_2 și D_3 se obțin din precursori naturali numiți provitamine D care sunt de fapt steroli ce au în ciclul B un sistem de duble legături conjugate în pozițiile 5-6 și 7-8.
- ▶ Precursorul vitaminei D_2 este ergosterolul, iar al vitaminei D_3 este 7-dehidrocolesterolul.
- ▶ Transformarea provitaminelor D în vitaminele D corespunzătoare se face printr-un proces chimic care necesită aport de energie exterioară: radiații ultraviolete, raze catodice, emanație de radii, *etc.*
- ▶ După injectarea vitaminei D, în sânge a fost identificat un derivat al acesteia și anume, 25-hidroxicolecalciferolul

MICRONUTRIENȚI – Vitaminele D



25-Hidroxicolecalciferolul:

- ▶ o activitate biologică mai mare decât a colecalciferolului și este forma cea mai frecventă de vitamină D în organism.
- ▶ este metabolizat mai departe în 1,25-dihidroxi-colecalciferol care este mult mai activ biologic.
- ▶ produce stimularea rapidă a absorbției calciului la nivel intestinal fiind hormonul produs în rinichi și transportat de sânge la acest nivel și la cel osos unde își exercită funcția de reglare.
- ▶ Se deosebește de ceilalți hormoni prin faptul că precursorii săi trebuie administrați pe cale alimentară, deoarece organismul este incapabil să convertească 7-dehidrocolesterolul în colecalciferol.

MICRONUTRIENȚI – Vitaminele D

Acțiuni biologice specifice vitaminei D sunt:

- ▶ implicarea în funcționarea inimii, sistemului nervos și a coagulării sângelui;
- ▶ participă la biosinteza unor enzime
- ▶ intervine în metabolismul lipidic.
- ▶ **Necesarul zilnic** de vitamine D este de:
 - ▶ adulți - 120-200 UI,
 - ▶ crește până la 500-800 UI la gravide și la femeile care alăptează,
 - ▶ la copii - 200-500 UI.
- ▶ Vitaminele D, introduse în organism au efect numai dacă se asociază cu produse bogate în calciu (cresc permeabilitatea mucoasei pentru ioni de Ca), fosfor și vitaminele A, C și F, asigurând astfel mineralizarea corespunzătoare a țesutului osos.



MICRONUTRIENȚI – Vitaminele D

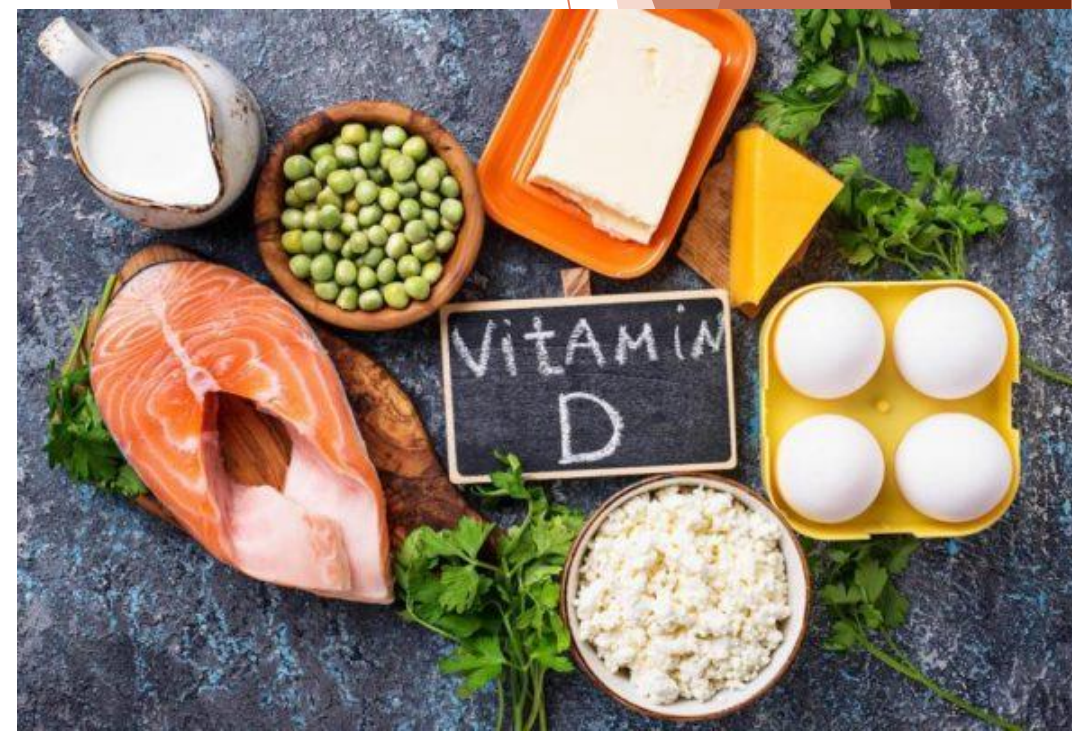
- ▶ **Abuzul** de vitamină D produce fragilitatea oaselor și fracturi multiple, ceea ce sugerează rolul în transportul și depunerea biologică a calciului.

Carența în vitaminele D:

- ▶ reduce absorbția și utilizarea de către organism a calciului și a fosforului exogen, ceea ce implică utilizarea surselor endogene având ca efect deformările și demineralizările osoase la persoanele cu hipovitaminoză D.
- ▶ Maladia este cunoscută drept rahitism, la copii, și osteomalacie, la adult.
- ▶ Deasemenea, la organismul tânăr apare tetania musculară iar la adult apar și afecțiuni ale sistemului nervos, irascibilitate prin scăderea nivelului de calciu seric.

MICRONUTRIENȚI – Vitaminele D

- ▶ Majoritatea alimentelor naturale conțin puțină vitamină D, iar cele vegetale conțin doar ergosterol.
- ▶ Preparatele comerciale de vitamină D se obțin prin iradierea cu lumină ultravioletă a ergosterolului din drojdie.
- ▶ Sursele principale de vitamine D sunt:
 - ▶ untura de pește (uleiuri obținute din ficatul anumitor specii de pește),
 - ▶ ficatul,
 - ▶ laptele și produsele lactate
 - ▶ gălbenușul de ou.
- ▶ Uleiurile de pește se utilizează în prevenția rahitismului datorită conținutului mare în vitamine D.



MICRONUTRIENȚI – Vitamina E - tocoferolii

- ▶ Una dintre cele mai importante componente din hrană, cuprinzând compuși care se află în concentrații diferite în plante.
- ▶ Sunt tocoferoli cu un lanț saturat și tocotrienoli cu lanț nesaturat, câte 4 structuri omoloage pentru fiecare clasă, desemnați α , β și γ -tocoferolul și α -tocotrienol (18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 și 25),
- ▶ Doar două au acțiune antioxidantă: α (18) și γ (20)-tocoferolul.
- ▶ Structura α -tocoferolului este de fapt, aceea a unui fenol împiedicat steric.
- ▶ Datorită activității antioxidante mari a acestuia, termenul de α -tocoferol este des întrebuințat ca sinonim pentru vitamina E
- ▶ Vitamina E prezintă practic o descriere generică a tuturor tocoferolilor și derivaților acestora, cu activitatea biologică a unui α -tocoferol.

MICRONUTRIENȚI – Vitamina E - tocoferolii

- ▶ Proprietățile antioxidante ale vitaminei E sunt în general atribuite următoarelor trei caracteristici particulare ale radicalului α -tocoferoxil:
 - ▶ nu reacționează cu oxigenul molecular;
 - ▶ reacționează lent în reacțiile de transfer de lanț;
 - ▶ dispare foarte lent în reacția bimoleculară cu el însuși.



MICRONUTRIENȚI – Vitamina E - tocoferolii

Rolul biologic

- ▶ Grupul este puternic lipofilic și eficient în membrane sau lipoproteine, cu rol în inhibiția peroxidării lipidice, împiedicând radicalii peroxil lipidici de a produce hidroperoxizi lipidici și un radical tocoferoxil.
- ▶ Unele studii au sugerat că tocotrienolii scad concentrația LDL-colesterol,
- ▶ Intervin în procesul de respirație celulară la nivelul țesutului muscular,
- ▶ protejează hematiile de oxidare
- ▶ manifestă acțiune antioxidantă și față de hormonii hipofizari și suprarenali.



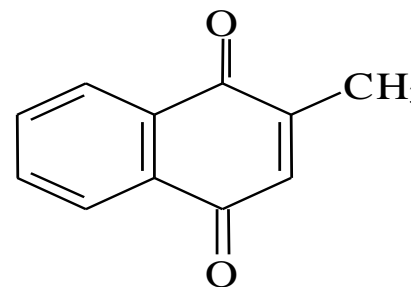
MICRONUTRIENȚI – Vitamina E - tocoferolii

- ▶ Nivelul plasmatic de vitamina E la om este de 22 $\mu\text{mol/l}$;
- ▶ În organismul uman se găsește în țesuturi precum ficat, rinichi, țesuturi adipoase și glandele suprarenale.
- ▶ În cazul unui aport crescut, vitamina E poate afecta coagularea, în condițiile unui nivel scăzut de vitamina K.
- ▶ *Tocoferolii și tocotrienolii* sunt compuși cu activitate de vitamina E. Tocoferolii sunt prezenți în uleiuri vegetale și sunt întâlniți în alimentație; tocotrienolii, se găsesc în uleiul de palmier, de orez și tărâțe.
- ▶ **Surse de vitamina E** sunt uleiurile vegetale (soia, porumb, semințele de bumbac și semințele de șofran) și produsele rezultate din aceste uleiuri precum margarina și maioneza.
- ▶ Alte surse: germenii de grâu, nucile, unele vegetale cu frunze verzi

MICRONUTRIENȚI – Vitamina K - menadionele

- ▶ Vitamina K (menadionele) este un complex de șapte vitamine:
 - ▶ vitamina K₁ (filokinona),
 - ▶ vitamina K₂ (menakinona),
 - ▶ vitamina K₃ (menadiona),
 - ▶ vitaminele K₄, K₅, K₆, K₇, primele două fiind sintetizate natural, iar restul de cinci artificial.

- ▶ Cea mai importantă este vitamina K₃, menadiona:



- ▶ Această vitamină catalizează o etapă din secvența de reacții ale formării protrombinei, precursor al trombinei, o proteină care accelerează conversia fibrinogenului în fibrină (proteina insolubilă ce reprezintă partea fibroasă a cheagului sanguin).

MICRONUTRIENȚI – Vitamina K - menadionele

- ▶ Importanță practică au doar vitaminele K_1 , K_2 și K_3 .
- ▶ Rolul lor în organism este în coagularea sângelui, de aceea, hipovitaminozele K se recunosc după timpul lung de sângerare a plăgilor.
- ▶ Necesarul zilnic este de 0,4 μ grame de vitamina K, din care circa jumătate este produsă în organism, iar restul trebuie adusă cu aport exogen.
- ▶ Vitaminele K sunt sintetizate în intestinul gros de către flora bacteriană, dar pot fi procurate exogen din:
 - ▶ uleiuri,
 - ▶ lapte,
 - ▶ gălbenuș de ou,
 - ▶ untură de pește .

