

Paul ALBU

Oana KOPPANDI

Nutriție pentru tineri

primele 100 de pagini



Dr. Chim. Paul ALBU

Dr. Oana KOPPANDI

Nutriție pentru TINERI

primele 100 de pagini

Editura Gutenberg Univers

Arad - 2018

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

ALBU, PAUL

Nutriție pentru tineri : primele 100 de pagini / dr. chim. Paul Albu,
dr. Oana Koppandi. - Arad : Gutenberg Univers, 2018

Conține bibliografie

ISBN 978-606-675-163-6

I. Koppandi, Oana



ACTIV pentru
COMUNITATE

ASOCIATIA ACTIV
PENTRU COMUNITATE

Nutriție pentru TINERI

primele 100 de pagini

Editura Gutenberg Univers

Arad - 2018

Referent științific:

Prof. Univ. Dr. Habil. Dr. **Andreea Iren ȘERBAN**

Conducător de Doctorat în domeniul științific Biologie în cadrul Școlii
Doctorale de Biologie a Universității din București

Profesor de Biochimie la Facultatea de Medicină Veterinară a Universității
de Științe Agronomice și Medicină Veterinară din București

CUPRINS

Primele cuvinte	6
Introducere	9
Macronutrienți	9
Micronutrienți	14
1. Glucidele	20
1.1. Ce sunt glucidele?	22
1.1.1. Monozaharide	25
1.1.2. Dizaharide	30
1.1.3. Oligozaharide. Polizaharide	32
1.2. Digestia și absorbția glucidelor	34
1.3. Rolul glucidelor în organism	37
1.4. Metabolismul glucidelor	40
1.5. Influența glucidelor asupra organismului	41
1.5.1. Intoleranța la fructoză	41
1.5.2. Intoleranța la lactoză	42
2. Proteinele	47
2.1. Ce sunt proteinele?	50
2.1.1. Structura proteinelor	58
2.2. Digestia și absorbția proteinelor	60
2.3. Rolul proteinelor în organism	64

2.4. Influența proteinelor asupra organismului	70
3. Lipidele	73
3.1. Ce sunt lipidele?	75
3.1.1. Trigliceride	75
3.1.2. Fosfolipide	82
3.1.3. Steroli	83
3.1.4. Lipidele ca resursă nutrițională	84
3.2. Digestia și absorbția lipidelor	85
3.3. Rolul lipidelor în organism	89
3.4. Metabolismul lipidelor	91
3.5. Influența lipidelor asupra organismului	92
Bibliografie	96

Primele cuvinte



Termenul de „*nutriție*” a fost cunoscut pentru prima dată în anul 1551. Acesta provine de la cuvântul *nutrire*, care în limba latină înseamnă „*a hrăni*”. La o distanță de aproape cinci secole, definirea acestui termen este mai complexă. Astfel, totalitatea proceselor care sunt implicate în modul în care organismul își procură hrana, o supune reacțiilor metabolice, iar apoi o utilizează pentru realizarea tuturor proceselor care sprijină viața, reprezintă definirea curentă a *NUTRIȚIEI*.

Știința nutrițională, studiază modul în care un organism este hrănit și felul în care nutrienții afectează atât sănătatea personală, cât și cea a populației în ansamblul ei.

Această știință, deși nu este atât de precisă, întrucât fiecare individ are particularitățile lui, ocupă o paletă largă de discipline, care ajută la studierea și înțelegerea ei. Pentru a înțelege complexitatea nutriției, cel mai recomandat pentru un nutriționist, este dobândirea unor cunoștințe din domeniile: biologie, chimie, biochimie, fiziologie, imunologie, educație, psihologie și sociologie.

Fără a dispune de o nutriție corespunzătoare, organismul uman nu poate funcționa la parametrii normali, iar o nutriție total disfuncțională (malnutriție) poate să conducă la boli grave, iar după o perioadă de timp, chiar la pierderea vieții

De cele mai multe ori, dieta tipică, nu conține o cantitate echilibrată de nutrienți, care să satisfacă pe deplin cerințele zilnice ale organismului. Prin urmare, nutriționiștii sunt specialiști, care prin cunoștințele pe care le dobândesc, ajută oamenii care apelează la sfaturile lor, să dobândească o dietă corespunzătoare și să își dezvolte obiceiuri nutriționale echilibrate și corecte. Practic, nutriționiștii sprijină la realizarea educării și a reeducării alimentare a oamenilor.

Toată lumea este probabil de acord că marketingul a atins cote foarte ridicate, în special în ultimul deceniu. Atât la radio-tv, cât și pe internet, oamenii sunt asaltați de numeroase reclame la foarte multe produse. Multe dintre acestea, probabil majoritatea, sunt reclame la produse alimentare sau la locuri unde se pot consuma alimente. Fie că este vorba despre fast-food-uri, de restaurante, de produse alimentare semi-preparate sau procesate industrial, toate sunt promovate pe toate canalele media, astfel că este aproape imposibil să nu devenim și noi consumatori, într-o măsură mai mare sau mai mică. La toate acestea se mai adaugă și emisiunile culinare.

Această avalanșă de informații și de tentații necesită, din partea noastră, un nimic de informații corecte, care să permită alcătuirea unor mese corecte din punct de vedere nutrițional. Care să permită identificarea alimentelor sănătoase și a celor mai puțin sănătoase, bineînțeles niciodată fără a cădea victimele unor extreme.

La toate acestea se adaugă necesitatea de a cunoaște modul în care alimentele și implicit macronutrienții funcționează în organism și care sunt resursele științifice de unde să fie culeasă informația, într-o eră digitală în care foarte multă informație este disponibilă, dar de prea multe ori aceasta este prezentată parțial, inexact sau, mai grav, în mod total eronat.

Capacitatea ta de a te trezi dimineța, de a comunica, de a gândi, de a merge la școală sau la muncă, de a învăța, de a avea visuri, de a avea speranțe, de a te distra, de a-ți construi un viitor – toate acestea depind doar de un factor esențial, și anume sănătatea ta. Iar sănătatea este strict legată de modul de viață, care implică două elemente primordiale: alimentația și activitatea fizică.

ra de nutriție

În sprijinul tinerilor arădeni, asociația **Activ pentru Comunitate** a inițiat proiectul „*Ora de nutriție*”, în anul 2015. Proiectul are ca obiectiv principal informarea, conștientizarea și educarea tinerilor arădeni, prin activități non-formale și interactive, cu privire la beneficiile oferite de un aport nutrițional corect și de un program echilibrat de activitate fizică.

Acest prim volum al cărții, dedicat în special tinerilor și publicat în cadrul proiectului „*Ora de nutriție*”, are ca scop aducerea în fața cititorilor a unor informații de bază referitoare la macronutrienți, la rolul acestora în organism și la modul în care aceștia își îndeplinesc funcțiile prin intermediul proceselor biologice, chimice și biochimice. Toate aceste subiecte vor fi abordate după o scurtă introducere asupra a ceea ce semnifică nutriția și a elementelor care intră în sfera ei.

dr. chim. Paul Andrei ALBU, președinte

Introducere

Hrana noastră, care face parte din alimentația zilnică, este formată din **nutrienți**. Aceștia sunt substanțe chimice care sunt necesare organismului pentru a realiza toate funcțiile sale. Nutrienții trebuie obținuți din hrana consumată zilnic, de vreme ce organismul uman nu are posibilitatea de a-i sintetiza. Nutrienții sunt utilizați pentru producerea de energie, detectarea și răspunsul la stimulii înconjurători, mișcare, creștere și reproducere.

Există un număr de șase clase de nutrienți care sunt necesari pentru funcționarea organismului în parametri optimi și pentru păstrarea unei stări generale de sănătate. Acești nutrienți sunt: glucidele, proteinele, lipidele, vitaminele, mineralele și respectiv apa. Alimentele sunt cele care asigură necesarul energetic, iar la rândul lor mai conțin și alte substanțe care pot fi benefice sau cu potențiale efecte dăunătoare. Apa, chiar dacă nu are niciun aport caloric, este indispensabilă pentru desfășurarea proceselor chimice și biologice.

Macronutrienți

Nutrienții de care organismul are nevoie în cantități mai mari se numesc **macronutrienți**. Dintre cele șase clase de nutrienți, jumătate fac parte din categoria macronutrienților: *glucidele, lipidele și proteinele*.

Acești compuși chimici pot să fie transformați, prin intermediul proceselor metabolice, în energie celulară. Energia produsă de macronutrienți provine din legăturile chimice care se găsesc între atomii care formează acești compuși, legături care sunt rupte prin intermediul proceselor metabolice.

Această energie este apoi convertită în energie celulară, cea care este ulterior utilizată pentru ca organismul uman, în întregul său, să realizeze toate funcțiile necesare. Unitatea de măsură pentru energia provenită din alimente este **caloria**, dar în mod uzual, inclusiv pe etichetele alimentelor, este trecut un multiplu al acesteia, kilocaloria (kcal), care reprezintă 1000 de calorii.

Apa ocupă un loc aparte în clasa nutrienților și poate fi alăturată celor trei clase de macronutrienți deoarece este nevoie de o cantitate mare de apă pe parcursul unei zile (comparativ cu alți nutrienți), dar aceasta nu deține calorii care să ajute la nevoia energetică a organismului uman.



Glucidele

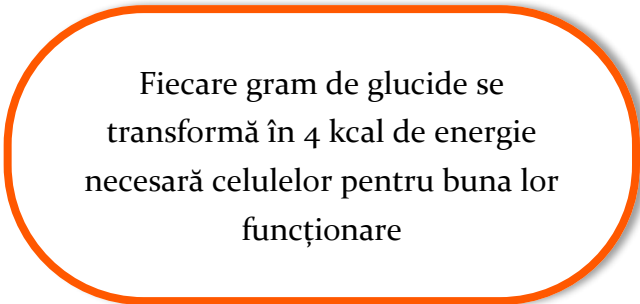
molecule chimice organice compuse din carbon, hidrogen și oxigen

Principalele surse alimentare care conțin glucide sunt: cerealele, laptele, fructele și unele legume, în special cele care conțin amidon, cum sunt cartofii. Glucidele pot fi clasificate, cel mai simplu, în două categorii, în funcție de modul în care sunt eliberate în organism: glucide simple – care sunt eliberate repede și glucide complexe – care sunt eliberate mai greu, pe parcursul proceselor metabolice.

Glucidele simple sunt formate din maxim 2 unități de monozaharide, de obicei glucoză sau fructoză. Glucidele complexe sunt formate din lanțuri mai lungi de monozaharide, lanțuri care pot fi liniare sau ramificate.

Pe parcursul procesului de digestie, organismul transformă atât glucidele complexe, cât și pe cele simple, atunci când este cazul, în unități de monozaharid, de obicei glucoză. Glucoza este apoi transportată către toate celulele organismului unde poate fi utilizată pentru a produce energie sau pentru a forma alte macromolecule.

Fibrele alimentare sunt de asemenea glucide complexe, care acestea nu pot fi transformate pe parcursul digestiei și părăsesc organismul în modul în care au intrat. Cu toate acestea, fibrele au funcțiile lor în ceea ce privește buna funcționare a tractului digestiv, de aceea este nevoie de ele în alimentație.



Fiecare gram de glucide se transformă în 4 kcal de energie necesară celulelor pentru buna lor funcționare

În afara faptului că asigură energia celulară și că sunt utilizate pentru ca organismul să construiască unele macromolecule, glucidele sunt esențiale pentru ca sistemul nervos, inima și rinichii să funcționeze corespunzător. De asemenea, glucoza poate să fie depozitată în organism, pentru a putea fi utilizată ulterior. În cazul oamenilor, glucoza este depozitată sub forma glicogenului, un glucid complex.

Proteinele

macromolecule formate din lanțuri de compuși chimici numiți aminoacizi

Acești compuși chimici organici sunt formați din carbon, hidrogen, oxigen și azot, dar unii dintre ei pot să conțină și sulf. Principalele surse alimentare de proteine sunt carnea, produsele lactate, fructele de mare și o varietate de legume. Cuvântul proteină provine din limba greacă și înseamnă „de importanță majoră”, ceea ce reprezintă o descriere adecvată pentru aceste macromolecule.

Proteinele asigură 4 kcal pentru fiecare gram, dar rolul energetic nu este cel primar, în cazul proteinelor. Ele asigură structura oaselor, a mușchilor și a pielii și joacă un rol semnificativ în realizarea proceselor și a reacțiilor chimice care care loc în organismul uman. Oamenii de știință au identificat peste 100.000 de proteine diferite care există în organismul uman.

Lipidele

molecule organice cu diferite funcții specifice în interiorul organismului

Lipidele, deși conțin aceleași tipuri de atomi în moleculă, spre deosebire de glucide, acestea sunt insolubile în apă. Lipidele se găsesc preponderent în uleiuri, unt, carne, produse lactate, nuci, semințe și în majoritatea alimentelor procesate.

Din punct de vedere chimic, există trei tipuri de lipide: trigliceridele, fosfolipidele și sterolii. Rolul principal al lipidelor este acela de a fi sursă de energie, ele asigurând 9 kcal de energie pentru fiecare gram, adică peste dublu față de glucide. În afară de rolul de depozit energetic, lipidele mai servesc și ca membrane celulare, elemente de protejare a organelor interne, regulatori ai temperaturii interne și ai altor funcții interne.

Apa

moleculă chimică foarte simplă, dar indispensabilă

Apa este un alt nutrient de care organismul are nevoie în cantitate mare, asta și pentru că acesta este format din apă în proporție de peste 60%. Ca și compus chimic, apa este formată doar din doi atomi de hidrogen legați de unul de oxigen.

În absența ei, nimic nu ar putea fi transportat în organism, reacțiile chimice nu ar putea avea loc, iar temperatura internă ar fluctua foarte mult. În medie, un adult consumă aproximativ 2 litri de apă pe zi, dar acest volum depinde de greutatea organismului și de gradul de activitate fizică la care acesta este supus.

Experți în tehnici de supraviețuire au dat „regula celor trei”, o sintagmă generalizată prin care se presupune că un om poate să supraviețuiască trei minute fără oxigen, trei zile fără apă și trei săptămâni fără hrană.



Micronutrienți

Micronutrienții sunt nutrienți de care organismul are nevoie în cantități mult mai reduse, dar cu toate acestea ei sunt esențiali pentru îndeplinirea funcțiilor organismului uman. Micronutrienții includ toate vitaminele și mineralele esențiale și cuprind 13 vitamine și respectiv 17 minerale. Spre deosebire de glucide, lipide și proteine, micronutrienții nu sunt utilizați în mod direct pentru producerea de energie, dar sprijină acest proces fiind parte a enzimelor. Enzimele sunt proteine care catalizează reacțiile chimice ale organismului și care sunt implicate în toate funcțiile corpului de la producerea de energie, digestia nutrienților și producerea de macromolecule. Micronutrienții joacă o serie de roluri importante în organism.

Vitaminele

acționează ca și coenzime

Vitaminele sunt molecule care sunt necesare pentru buna funcționare a enzimelor, în multe procese metabolice care se desfășoară în organism. Acestea se pot clasifica în două categorii, în funcție de solubilitatea lor. *Vitamine liposolubile*, care sunt 4 la număr: vitamina A, D, E, respectiv K și *vitamine hidrosolubile*, dintre care cea mai cunoscută este vitamina C, alături de cele 8 reprezentante ale complexul de vitamine B (B-1 *tiamina*, B-2 *riboflavina*, B-3 *niacina*, B-5 *acidul pantotenic*, B-6 *piridoxină*, B-7 *biotina*, B-9 *acid folic* și B-12 *cianocobalamină*). Vitaminele hidrosolubile, fiind ușor dizolvate în apă, nu se pot acumula în corp, excesul lor fiind imediat eliminat de sistemul excretor. Astfel că este foarte puțin probabil ca ele să poată ajunge să își manifeste un efect toxic asupra organismului, din cauza bioacumulării.

Pe de altă parte, vitaminele liposolubile sunt depozitate cu ușurință în țesutul adipos al organismului, iar o acumulare în exces al acestora poate să induc un efect toxic nedorit, asupra noastră.

Majoritatea vitaminelor ajută ca unele reacții chimice să aibă loc. Ele nu aduc energie organismului, în mod direct, dar își aduc aportul la eliberarea energiei din zaharide, proteine și grăsimi

De asemenea unele vitamine au rol critic în producerea de hematii sau în asigurarea funcționării sistemelor nervos, scheletal sau imun. Iar alte vitamine acționează ca *antioxidanți*, care asigură menținerea sănătății celulelor. În această ultimă categorie intră vitamina E, C, respectiv vitamina A.

Vitamina A se găsește în ficat, produse lactate, morcovi, spanac și alte legume și fructe galbene, portocalii sau verde închis. Are rol în asigurarea calității vederii, a pielii, a tractului digestiv și urinar și a sistemului imunitar. Semnale ale deficienței apar prin susceptibilitate la infecții, xeroftalmie, pierderea apetitului, anemie sau pietre la rinichi. Efecte toxice ca urmare a unor doze mari se observă în leziuni apărute la nivelul ficatului, dureri de cap, stări de vomă și altele.

Vitamina D se găsește în lapte, uleiuri de pește, unt, gălbenuș de ou, dar și prezența razelor de soare pe piele produc vitamina D. Are un aport important în dezvoltarea oaselor și a dinților și în promovarea absorbției calciului. Lipsa vitaminei D duce la rahitism, deformări ale oaselor la copii sau chiar pierdere de masă osoasă la adulți. Supradozele pot cauza depozitarea calciului în țesuturi moi, afectarea rinichilor sau chiar depresie.



Vitamina E are un rol major în protejarea membranelor celulare și se găsește în diferite semințe și în majoritatea legumelor cu frunze. Deficiența ei conduce la anemie, probleme neurologice sau crampe musculare. Ca efect toxic poate cauza sângerare excesivă sau formarea de cheaguri.

Vitamina K găsită tot în majoritatea legumelor cu frunze, este implicată în metabolismul oaselor și în producerea de factori esențiali pentru formarea cheagurilor de sânge. Deficiența se manifestă prin hemoragie, iar efecte toxice nu au fost raportate pentru vitamina K.

Vitamina C se întâlnește în ardei, broccoli, varza de Brussels, spanac, citrice, roșii, cartofi, varză și alte fructe și legume. Funcțiile majore sunt în menținerea și repararea țesuturilor de conectare, a oaselor, dinților și a cartilajilor. Este promotor pentru vindecare și ajută la absorbția fierului. Deficiența se manifestă prin scorbut, anemie, rezistență redusă la infecții, vindecarea lentă a rănilor, pierderea părului. Efectul toxic se poate manifesta prin pietre la rinichi, dureri de cap, oboseală, acid la stomac prin ingerarea suplimentelor alimentare.

Complexul de **vitamine B** se găsește într-o varietate mare de alimente: unele legume și fructe, cereale, gălbenuș de ou, carne, produse lactate și multe altele. Funcțiile majore ale acestor vitamine sunt cele privind metabolismul proteinelor, zaharidelor și al lipidelor, sinteza de grăsimi, sinteza de ADN și ARN. Singurele efecte toxice au fost raportate pentru vitamina B-6 și se referă la dereglarea unor funcții neurologice.

Vitaminele fac parte din categoria micronutrienților de natură organică, iar alături de aceștia se găsesc și mineralele, micronutrienți de natură anorganică.

Mineralele

elemente anorganice care sunt necesare în cantități mici

Mineralele sunt elemente anorganice care sunt necesare în cantități mici pentru a regla anumite funcții ale organismului, pentru a ajuta la creșterea și întreținerea funcțiilor țesuturilor, dar și la eliberarea energiei.

Practic masa organismului uman este formată, în proporție de 96% din doar 4 elemente: oxigen, carbon, azot și hidrogen. Foarte ușor de intuit este că mare parte din masă este sub formă de apă.

O dietă normală și echilibrată e formată din mii de compuși chimici, sub forma macro- și a micronutrienților. Aceștia din urmă sunt enumerați mai jos, în paranteză fiind trecut procentul aproximativ al elementului respectiv din masa totală a unui organism.

Oxigenul (65%) și hidrogenul (10%) se găsesc predominant în apă, care reprezintă aproximativ 60% din masa organismului.

Carbonul (18%) este, alături de apă, sinonim cu viața deoarece reprezintă materia primă pentru tot ce înseamnă materie organică, adică exact ceea din ce sunt constituite organismele vii. Acesta formează ușor legături cu multe alte elemente, dar aceste legături pot fi de asemenea rupte cu un aport mic de energie, astfel că prin acest ciclu continuu de formare și rupere de legături se desfășoară reacțiile chimice de la nivelul celulelor noastre.

Azotul (3%) este parte a multor molecule organice, mai ales a aminoacizilor care constituie proteinele, dar și în acizii nucleici.

Există un număr de 17 minerale esențiale clasificate în *macroelemente* și *microelemente*. Necesarul de macroelemente este de peste 100 mg/zi, iar între acestea se numără calciu, fosfor, magneziu, sodiu, potasiu, sulf și clor. Microelementele sunt cupru, fluor, iod, fier, zinc, seleniu, cobalt, crom, mangan și molibden, al căror necesar zilnic este mai redus decât în cazul macroelementelor, fiind suficiente doar câteva miligrame per zi.

Calciul (1,5%) este cel mai răspândit dintre macroelemente, găsiindu-se în oase și în dinți. Cu toate acestea, cel mai important rol îl are în contracția musculară și în unele procese care implică proteinele. Organismul este capabil să scoată calciul din structura osoasă (cauzând osteoporoza) dacă nu se regăsește suficient calciu în dieta noastră.

Fosforul (1%) este găsit în oase, dar și în molecula de ATP, cea responsabilă de a asigura energia necesară celulelor pentru a desfășura reacțiile chimice necesare funcționării țesuturilor și organelor.

Potasiul (0,25%) este un electrolit cationic important, fiind implicat în reglarea bătăilor inimii și în transmiterea impulsurilor electrice ale sistemului nervos.

Sulful (0,25%) se găsește în 2 aminoacizi care sunt responsabili pentru a da proteinelor forma lor normală.

Sodiul (0,15%) este un alt electrolit cationic important, implicat în stabilirea echilibrului hidrolitic, dar și în transmiterea semnalelor electrice între celulele nervoase.

Clorul (0,15%) se găsește sub forma anionică de clorură și este implicat în stabilirea echilibrului fluidelor corporale, dar și în suc gastric.

Magneziul (0,05%) joacă un rol important în structura scheletică și musculară și este nevoie de prezența lui în peste 300 de reacții metabolice care au loc în organism.

În cazul microelementelor, procentul lor în organism, cu excepția fierului, nu depășește valoarea de 0,005%, deci vom neglija acest detaliu în continuare.

Fierul este un element cheie al metabolismului, fiind găsit în hemoglobina, proteina responsabilă cu transportul oxigenului prin intermediul celulelor roșii.

Fluorul se găsește în dinți și în oase. Principala sa acțiune este legată de prevenirea apariției cariilor dentare.

Zincul este esențial în majoritatea organismelor vii, el fiind găsit în multe proteine și având un rol semnificativ în buna funcționare a sistemului imunitar.

Cuprul este un donor de electroni important pentru realizarea multor reacții biologice în organism. În absența lui, fierul nu își poate îndeplini bine funcțiile.

Iodul este un component al hormonilor tiroidieni, care reglează viteza proceselor metabolice, dar și alte funcții celulare.

Seleniul este esențial pentru unele enzime, dar manifestă și un rol antioxidant. Spre deosebire de animale și om, plantele nu necesită seleniu, dar îl pot absorbi și depozita. Astfel pot apărea intoxicații cu seleniu dacă se consumă plante care au fost cultivate pe soluri bogate în seleniu.

Cromul ajută la metabolismul glucozei, prin interacțiunea lui cu insulina. Mecanismul acestuia nu a fost încă pe deplin înțeles.

Manganul este esențial pentru unele enzime, în special cele din mitocondria celulară.

Molibdenul este esențial atât pentru plante, cât și pentru animale.

Cobaltul este conținut de vitamin B₁₂, cu rol important în formarea proteinelor și reglarea ADN-ului.

1. Glucidele



Glucidele sunt substanțe organice care se regăsesc în fiecare organism viu. Ele reprezintă cel mai abundent și mai disponibil, din punct de vedere economic, rezervor de energie. Astfel, în alimentația diferitelor popoare și culturi, glucidele reprezintă un procent între 40% și 80% din sursa energetică zilnică.

Glucidele care influențează indicele glicemic sunt digerate în interiorul tubului digestiv. În urma hidrolizei enzimatică ele sunt transformate în monozaharide, care sunt apoi absorbite în intestinul subțire și, în final, metabolizate. Glucidele care nu pot fi hidrolizate enzimatic, nu influențează indicele glicemic. Ele sunt fermentate, în diferite proporții, la acizi grași inferiori, dioxid de carbon, metan și alți compuși.

Zahărul și amidonul din alimente, celuloza din lemn, hârtie sau bumbac sunt glucide aproape pure. Glucidele modificate formează parțial învelișul celulelor vii, alte glucide fac parte din structura acizilor nucleici care transportă informația genetică, altele sunt implicate în determinarea tipurilor de grupe sanguine, iar unele dintre ele se utilizează în formularea unor medicamente.

Glucidele fac parte, alături de proteine și de lipide, din categoria biomoleculelor. Acestea sunt substanțe organice care au fost identificate în toate sistemele biologice. Biomoleculele urmează aceleași principii chimice, prin urmare există o foarte mare similitudine între reacțiile chimice realizate de către oamenii de știință în laborator și cele realizate de natură în interiorul celulelor vii.

Majoritatea biomoleculelor au structuri chimice mult mai complicate decât compușii organici uzuali, iar acest lucru se datorează faptului că acești compuși trebuie să se recunoască reciproc în interiorul organismelor prin procesul care se numește *recunoaștere moleculară*. În consecință, structura elaborată a biomoleculelor ajută exact acestui aspect. Pe de altă parte, chimia lor nu este atât de complexă pe cum am fi tentați să credem dacă privim doar complexitatea edificiului molecular. Cu alte cuvinte, reacțiile biomoleculelor pot fi privite ca și reacții de chimie organică care se desfășoară în „recipiente” minuscule numite celule.

Glucidele, sursă foarte importantă de energie în dieta zilnică, includ un număr mare de compuși chimici, de la unii mai simplii la alții foarte complecși, care toți conțin în molecula lor atomi de carbon, hidrogen și oxigen.

Este foarte probabil ca zilnic să consumi produse din cereale, fie că sunt fulgii de porumb, ovăz, grâu sau secară de la micul dejun, un sandwich, paste sau o porție de orez. Cerealele integrale sunt vitale pentru o alimentație echilibrată și sănătoasă. Pe lângă fibrele alimentare, cerealele integrale asigură și glucide complexe, antioxidanți, dar și unele vitamine și minerale. Toate acestea sunt indispensabile într-o dietă zilnică corectă.

Consumul diferitor tipuri de glucide, în cantități optime, este asociat cu un efect benefic asupra sănătății prin asigurarea unui echilibru energetic, funcțiilor digestive, controlul glucozei din sânge și a altor factori

Încă din antichitate, oamenii utilizau cerealele pentru hrană, chiar dacă era nevoie de foarte multe ore de muncă manuală pentru a prelucra bobul de cereale. Pe măsură ce tehnologia a avansat, a fost dezvoltat procesul de morărit, care a simplificat mult munca oamenilor.

Acum aproximativ 2500 de ani, romanii au folosit pietrele de moară pentru a îndepărta învelișul dur al bobului de grâu, pentru ca apoi, prin cernere să ajungă la interiorul său alb. În trecut, doar făina cea mai albă era utilizată pentru a face pâine pentru cei mai bogați dintre oameni, iar statutul economic era dat de culoarea pâinii care se găsea pe masă. Acea abordare nu era tocmai cea mai sănătoasă, deoarece acum se cunoaște faptul că toate fibrele și micronutrienții se găsesc în partea exterioară a bobului și în germenii, iar tocmai aceste structuri erau îndepărtate pentru a obține făina albă.

Există numeroase studii și dovezi științifice care confirmă faptul că o alimentație care conține cereale integrale în detrimentul făinii albe foarte rafinate, scade semnificativ riscul de creștere în greutate și riscul apariției unor dereglări metabolice.

1.1. Ce sunt glucidele?

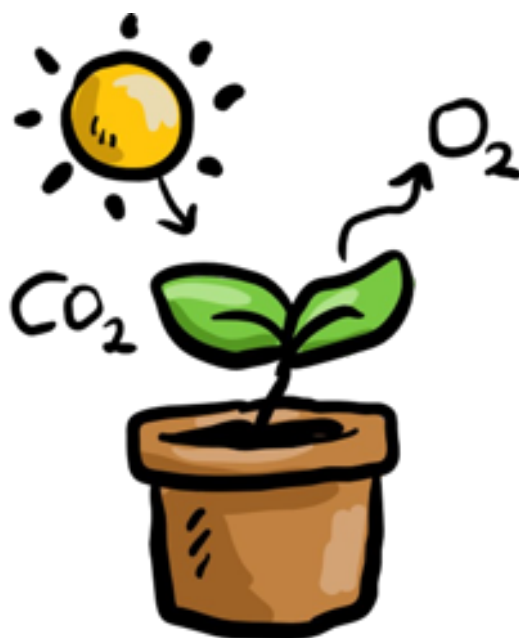
nutrienți ideali care asigură parțial nevoile zilnice ale organismului

Din punct de vedere alimentar, glucidele sunt nutrienți ideali care asigură parțial nevoile zilnice ale organismului. Ele hrănesc creierul și sistemul nervos, asigură energie pentru toate celulele, ajută organismul să fie în formă bună și potrivită. Pentru acest lucru concentrația de glucoză din sânge este controlată de o serie de hormoni, printre care insulina, care acționează în faza de absorbție.

Glucidele digerabile asigură energie, iar cele nedigerabile îndeplinesc alte funcții specifice care ajută la menținerea sănătății organismului. Asemenea altor componenți din alimente, glucidele parcurg tubul digestiv în funcție de natura lor chimică și de structura supramoleculară a alimentelor. Pentru a putea fi absorbite de organism, glucidele trebuie degradate la monozaharide, iar de acest proces se ocupă un grup de enzime hidrolitice capabile să rupă legăturile chimice dintre resturile de zaharide.

De unde provin glucidele? Plantele au capacitatea de a sintetiza glucide simple, precum molecula de glucoză, utilizând doar dioxid de carbon, apă și energie solară. Plantele utilizează apoi glucoza pentru a produce molecule mai mari de glucide complexe, în special sub formă de celuloză sau amidon. Se estimează faptul că peste 50% din biomasa planetei este formată din macromolecule ale glucozei.

Deoarece oamenii și majoritatea mamiferelor nu dețin enzime necesare pentru digestia celulozei, ei au nevoie de amidon ca sursă energetică primară. Rumegătoarele, spre deosebire, au anumite microorganisme în primul stomac care le permite să digere celuloza. Astfel, energia din celuloză este transmisă mai departe în lanțul trofic, până când aceste animale care consumă iarbă devin la rândul lor o sursă de hrană.



Ați auzit frecvent de termenul de carbohidrați? Glucidele sunt cunoscute foarte frecvent și prin termenul de carbohidrați. Acest termen a derivat din faptul că primul glucid care a fost obținut în stare pură a fost glucoza, un compus cu formula chimică $C_6H_{12}O_6$, care inițial s-a crezut a fi un hidrat de carbon $C_6(H_2O)_6$. Această ipoteză a fost abandonată repede, dar numele a rezistat, astfel că termenul este utilizat și astăzi pentru a descrie o serie de aldehide și cetone polihidroxilice, care din punct de vedere chimic formează această clasă de biomolecule a glucidelor.

Clasificarea primară a glucidelor este realizată din punct de vedere chimic și cuprinde tipul de monomer, gradul de polimerizare și tipul de legătură (α sau β) care există între monomerii care formează lanțurile polizaharidice.

Din punct de vedere chimic, glucidele au fost împărțite în trei mari categorii:

monozaharide

oligozaharide

polizaharide

În categoria oligozaharidelor, o atenție aparte este acordată dizaharidelor, care conțin în molecula lor doar două unități de monozaharid, legate printr-o legătură de tip α sau β .

Glucidele mai pot fi clasificate și din punct de vedere al metabolismului, adică al proceselor de digestie și de absorbție care au loc la nivelul intestinului subțire, nu doar din punct de vedere chimic. După cum am mai menționat, glucidele digerabile sunt cele care sunt absorbite și digerate în intestinul subțire, iar glucidele nedigerabile sunt rezistente la hidroliza care are loc în intestinul subțire. Ele ajung în intestinul gros unde sunt supuse, cel puțin parțial, unui proces de fermentație provocat de bacteriile care se găsesc în colon. Termenul de fibre alimentare se referă parțial sau total la constituienții glucidelor nedigerabile și pot să includă și alți compuși minori cantitativ, ca de exemplu lignina care este asociată cu glucidele nedigerabile din pereții celulari ai plantelor.

1.1.1. Monozaharide

Cele mai simple dintre glucide sunt *monozaharidele*, molecule care nu mai pot fi hidrolizate, la alte structuri mai mici de glucid. Monozaharidele sunt clasificate în aldoze și cetoze.



În denumire, sufixul *-oză* arată faptul este vorba despre un zaharid, iar prefixele *aldo-*, respectiv *ceto-* sunt utilizate pentru a identifica gruparea carbonil din moleculă. Astfel, prefixul *aldo-* se utilizează pentru zaharide care au în structură o grupare carbonil de tip aldehydic, iar prefixul *ceto-* se utilizează pentru zaharide care au în structură o grupare carbonil de tip cetonă.

Numărul de atomi de carbon din moleculă este indicat de prefixul utilizat în denumirea zaharidului: *tri-*, *tetra-*, *penta-*, *hexa-*, reprezentând trei, patru, cinci și respectiv șase atomi de carbon în moleculă (figura 1).

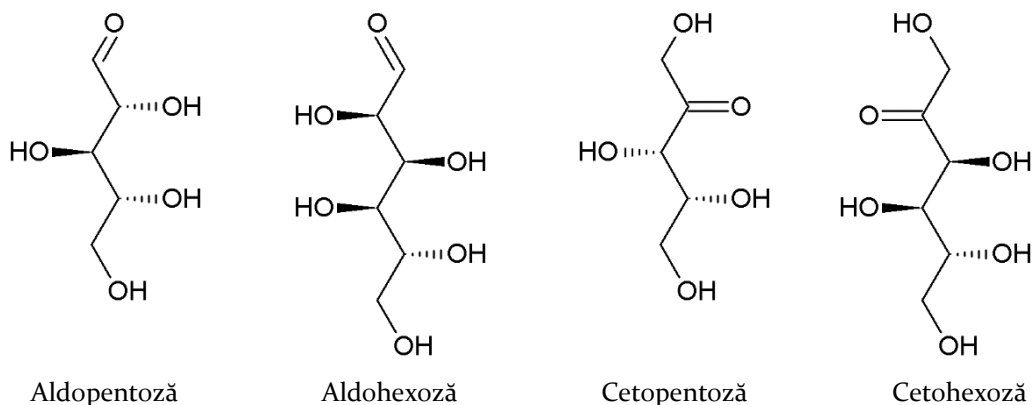


Figura 1. Monozaharide cu 5, respectiv 6 atomi de carbon în moleculă

Dintre monozaharide, cele mai reprezentative sunt glucoza, fructoza, galactoza și riboza. Pentru toate organismele, de la bacterii, la plante și la animale, glucoza este „combustibilul” preferat ca sursă de energie. Creierul este un organ complet dependent de glucoză, ca sursă de energie care să îi asigure funcțiile.

O proprietate interesantă a glucidelor este faptul că ele pot roti planul luminii plan polarizate, cu o anumită valoare a unghiului de rotație, fie spre dreapta, fie spre stânga. Pentru a putea avea această proprietate, glucidele, în cazul de față monozaharidele, trebuie să aibă cel puțin un atom de *carbon asimetric* sau ceea ce se mai numește un *centru chiral*. Un atom de carbon este centru chiral dacă are diferiți toți cei patru substituenți ai lui, astfel structura atomului de carbon este una asimetrică.

Deoarece glucidele au de obicei mai multe centre chirale, a fost adoptată, cu mult timp în urmă, o metodă mai simplă de reprezentare a lor pentru a determina stereochemia acestor atomi de carbon asimetrici. În anul 1891, Emil Fischer, a propus o metodă bazată pe proiecția unui carbon tetraedric pe o suprafață plană. Aceste proiecții Fischer (figura 2) au fost adoptate rapid și se utilizează și acum pentru a reprezenta stereochemia centrelor chirale, în special în chimia glucidelor.

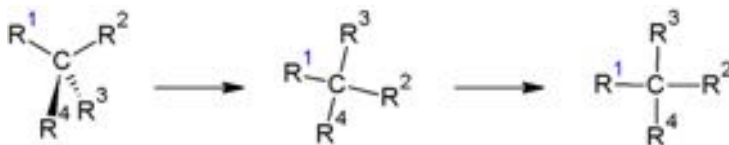


Figura 2. Modelarea proiecției unui atom de carbon asimetric

Glicerinaldehida este cel mai simplu reprezentant al monozaharidelor. Fiind o trioză ea are doar un singur centru de chiralitate, prin urmare are 2 stereoizomeri, care în cazul acesta se numesc enantiomeri pentru că unul reprezintă imaginea în oglindă a celuilalt. În natură se întâlnește doar enantiomerul care rotește lumina plan polarizată spre dreapta, care se notează cu semnul (+). Între timp a fost dezvoltat un nou sistem prin care se stabilește configurația unui atom de carbon asimetric, un sistem în care dacă un atom de carbon rotește lumina spre dreapta, să îi fie atribuită configurația R, echivalentă lui (+), iar dacă un atom de carbon rotește lumina spre stânga, să îi fie atribuită configurația S, echivalentă lui (-).

Dar din motive istorice, datând înainte de adoptarea noului sistem (R,S), glicerinaldehida care rotește planul luminii spre dreapta, adică (+)-glicerinaldehida, se mai nota D-glicerinaldehida. Enantiomerul său (-)-glicerinaldehida se mai nota cu L-glicerinaldehida. În cazul de față, D provine de la cuvântul latin *dextrogir* care înseamnă spre dreapta, iar L provine de la cuvântul latin *levogir* care înseamnă spre stânga. Totul e destul de logic până aici.

Datorită modului în care sunt biosintetizate monozaharidele în natură, glucoza, fructoza și majoritatea (deși nu în totalitate) celorlalte monozaharide naturale au aceeași configurație R sau (+) precum D-glicerinaldehida, la atomul de carbon asimetric cel mai îndepărtat de gruparea carbonil. Astfel, în proiecțiile de tip Fischer, majoritatea glucidelor care sunt sintetizate natural au gruparea hidroxil, a atomului de carbon asimetric cel mai îndepărtat de gruparea carbonil, orientată spre dreapta. Toate aceste glucide, care respectă regula de mai sus, au fost incluse în așa-numita serie D.

În contrast, seria L a glucidelor prezintă o configurație de tip S sau (-) a atomului de carbon asimetric cel mai îndepărtat de gruparea carbonil, iar în proiecția Fischer, gruparea hidroxil respectivă este orientată spre stânga.

În concluzie, un monozaharid din seria L este imaginea în oglindă sau enantiomerul a monozaharidului corespunzător care aparține seriei D și care are configurații opuse la absolut toate centrele de chiralitate din moleculă.

Mai trebuie remarcat faptul că apartenența la seria D sau la seria L nu ține de rotația planului luminii plan polarizate, ci de configurația atomului de carbon asimetric cel mai îndepărtat de gruparea carbonil din reprezentarea Fischer a monozaharidului. Această apartenență la cele 2 serii, face referire doar la configurația acelui atom de carbon asimetric din moleculă, dar nu ne spune nimic despre ceilalți.

De exemplu, un manozaharid din seria D poate să fie dextrogir sau poate să fie levogir (figura 3).

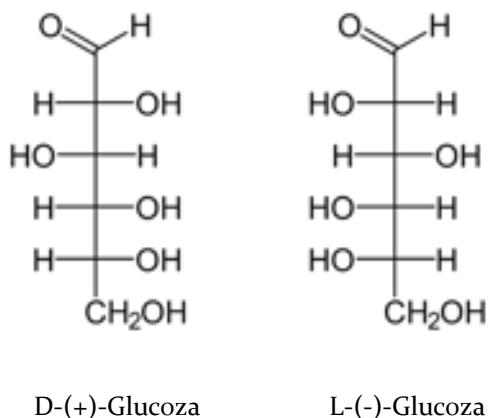


Figura 3. Cei doi enantiomeri ai glucozei, reprezentați în formule de proiecție Fischer

Glucoza este o aldohexoză, prin urmare conține în molecula ei o grupare carbonil de tip aldehydic și cinci grupări hidroxil, având formula moleculară $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Această structură, în forma aciclică, determină existența a 4 atomi de carbon chirali sau asimetrici, ceea ce înseamnă că din formula $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ rezultă un număr de 2^4 stereoizomeri, aceștia fiind: aloza, altroza, glucoza, manoză, guloza, idoza, galactoză și taloză. Fiecare dintre aceștia poate aparține și seriei D și seriei L, în funcție de configurația atomului de carbon cel mai îndepărtat de gruparea carbonil din moleculă, prin urmare sunt 16 stereoizomeri. Glucoza are o distribuție vastă în fructe, sucuri de fructe sau în mierea de albine.

Galactoză este una dintre cele două molecule de monozaharid care se găsește în lactoză din lapte. În urma procesului de digestie, galactoză este eliberată din molecula dizaharidului respectiv. Galactoză diferă de glucoză doar prin orientarea în spațiu a unei grupări $-\text{OH}$ din molecula sa, având aceeași formulă moleculară. Această diferență structurală face ca molecula galactozei să fie mai puțin stabilă decât cea a glucozei. În consecință, ficatul transformă destul de repede galactoză în glucoză care este apoi utilizată în această formă, ca sursă energetică pentru activitatea celulară.

Fructoza este o cetohehexoză și are, de asemenea, aceeași formulă moleculară cu glucoza, dar structură moleculară diferită. Această structură, în forma aciclică, determină existența a 3 atomi de carbon chirali sau asimetrici, ceea ce înseamnă că din formula $C_6H_{12}O_6$ rezultă un număr de 2^3 stereoisomeri.

Majoritatea glucidelor pot forma și structuri moleculare ciclice de câte 5 sau 6 atomi (figura 4), în realitate găsindu-se într-un echilibru între cele două forme. Glucoza, de exemplu, se găsește în soluție apoasă sub forma unui ciclu de 6 atomi, denumit ciclu piranozic. În cazul fructozei, diferența o face structura ciclică pe care o adoptă în mod natural, fiind vorba de un ciclu de 5 atomi, denumit ciclu furanozic, spre deosebire de glucoză care se găsește sub forma unui ciclu de 6 atomi.

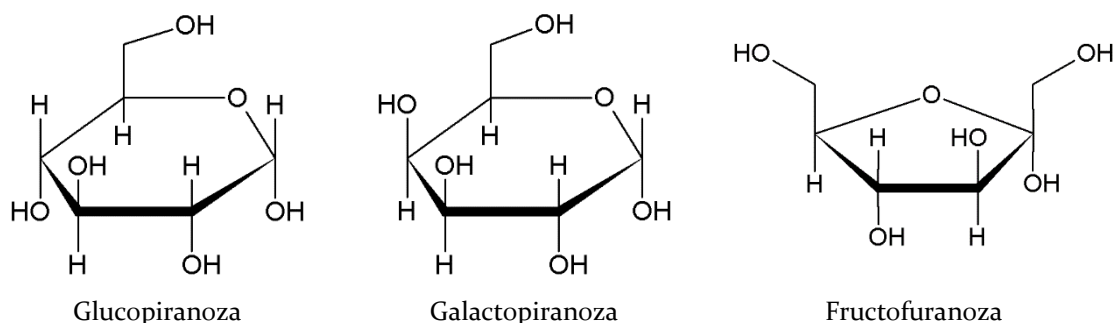


Figura 4. Structuri moleculare ciclice ale unor monozaharide

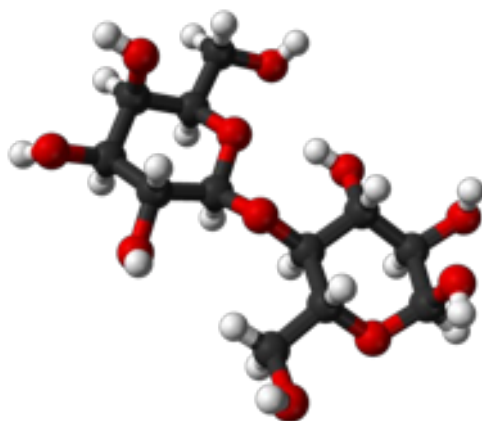
Mai puțin cunoscute publicului sunt glucidele care sunt formate doar din 5 atomi de carbon și nu din 6, ca în exemplele prezentate mai sus. Acestea sunt frecvent întâlnite în structura acizilor nucleici: ADN și ARN. De asemenea, sunt componente ale fibrelor alimentare.

O clasă de compuși care derivă din monozaharide sunt din ce în ce mai utilizați în industria alimentară, și anume alcoolii obținuți prin hidrogenarea sau reducerea unor monozaharide, utilizând aldoz-reductaza pentru transformarea grupărilor aldehydice din molecula glucozei în grupări de tip alcool. Ca exemplu, unii dintre cei mai cunoscuți sunt sorbitolul, manitolul și xylitolul.

Aceștia sunt utilizați de cele mai multe ori ca îndulcitori, în locul zahărului sau a glucozei, deoarece ei sunt digerați doar parțial, prin urmare aportul caloric este mai mic. Există o mare varietate a modului în care sunt absorbiți poliolii. Eritritolul se absoarbe total, sorbitolul doar parțial, iar lactitolul aproape deloc. Această variație a disponibilității poliolilor pentru producerea de energie conduce la valori calorice estimative cuprinse în intervalul de 0 – 3 kcal/g. De asemenea ei nu sunt răspunzători pentru apariția cariilor dentare, de aceea sunt utilizați frecvent în guma de mestecat.

1.1.2. Dizaharide

Dizaharidele sunt molecule formate din două unități de monozaharid, legate între ele printr-o legătură chimică de tip semiacetalic. Toate dizaharidele întâlnite în dieta alimentară au în structura lor cel puțin o moleculă de glucoză, iar cele mai cunoscute sunt: zaharoza, lactoza și maltoza.



Zaharoza, conține în structura ei moleculară o unitate de α -D-glucopiranoză și una de β -D-fructofuranoză, care formează ceea ce este cunoscut mai familiar ca fiind zahărul. Aceasta se găsește în multe fructe și în unele legume, iar în concentrații mai mari în sfecla de zahăr (15%) și trestia de zahăr (20%), care sunt procesate pentru a obține zahăr. Insecte precum albinele au o enzimă, invertaza, care catalizează hidroliza zaharozei la constituenții de bază: glucoză și fructoză. Mierea de albine este de fapt un amestec de glucoză, fructoză și zaharoză (figura 5).

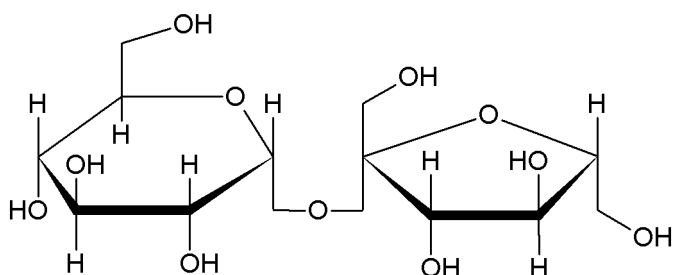


Figura 5. Molecula zaharozei

Zaharoza are un gust dulce și ca urmare se utilizează în numeroase produse alimentare. Dar ca orice zaharid, are o putere calorică mare, iar pentru a reduce cantitatea de calorii ingerată, au fost obținuți o serie de îndulcitori, cu putere de îndulcire mai mare decât a zaharozei. De exemplu aspartamul este de 150 de ori mai dulce decât zahărul, zaharina de 300 de ori, iar sucraloza de 600 de ori.

Lactoza este formată dintr-o moleculă de β -D-galactopiranoză și o moleculă de β -D-glucopiranoză, fiind dizaharidul întâlnit în lapte și produsele lactate. Spre deosebire de majoritatea zaharidelor, lactoza (figura 6) nu este un compus dulce. În organism, ea este digerată prin hidroliza legăturii β -1,4-glicozidice, în prezența unei enzime specifice, lactaza.

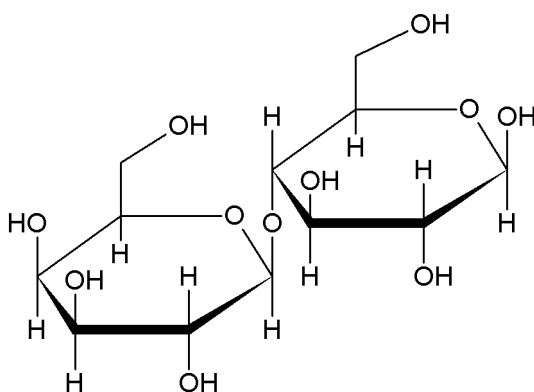


Figura 6. Molecula lactozei

Maltoza este formată din două unități de α -D-glucopiranoză. De cele mai multe ori este un produs al degradării amidonului, maltoza (figura 7) regăsimu-se foarte rar, în plante, sub formă de dizaharid.

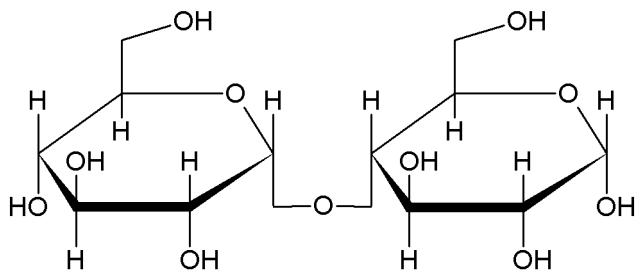
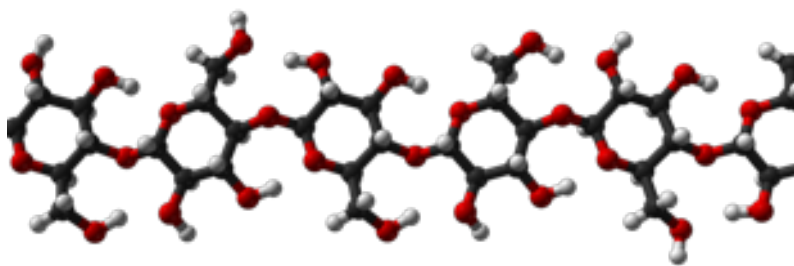


Figura 7. Molecula maltozei

1.1.3. Oligozaharide. Polizaharide

Oligozaharidele conțin maxim 10 resturi de molecule de monozaharid în structura lor.



Ele includ maltodextrinele care provin din hidroliza parțială a amidonului și care sunt utilizate pe scară largă în industria alimentară pentru a modifica textura unor produse alimentare. Maltodextrinele sunt digerate și absorbite în intestinul subțire. În afara acestora, există și oligozaharide care nu sunt digerabile, precum inulina sau fructo-oligozaharide. Structura acestora din urmă este formată preponderent din unități de fructoză și sunt glucide de depozitare pentru anghinare și cicoare. Cantități mici de astfel de oligozaharide cu masă molară mică se găsesc și în grâu, secară, sparanghel, ceapă sau usturoi.

Laptele uman conține peste 100 de oligozaharide diferite, care sunt foarte diferite din punctul de vedere al structurii, dar care conțin predominant galactoză. Acestea sunt foarte diferite de cele care se găsesc în laptele de vacă. Principalul oligozaharid din laptele uman e lacto-N-tetraza.

Polizaharidele sunt compuși chimici cu masă molară mare și pot conține câteva mii de molecule de monozaharide legate între ele prin același tip de legătură chimică semiacetalică. Cele mai comune polizaharide sunt amidonul și celuloza.

Amidonul este un polimer al glucozei, el reprezentând principalul glucid de depozitare al plantelor și principalul glucid al dietei alimentare. El este un component major în cartofi, cereale (grâu, porumb, orez) și în unele legume. Amidonul este format din molecule de glucoză legate între ele prin legături de tip $\alpha(1-4)$ care determină, în structura acestuia, lanțuri liniare de amiloză și respectiv lanțuri ramificate de amilopectină. Spre deosebire de amiloză, amilopectina prezintă în structura ei și legături $\alpha(1-6)$, care îi oferă posibilitatea de a forma acele ramificații. Enzimele capabile de hidroliza legăturilor $\alpha(1-4)$ din amidon sunt produse de glandele salivare și de pancreas.

Spre deosebire de plante, animalele și omul, își stochează rezerva de glucoză în structuri polimerice numite *glicogen*. Acesta are o structură asemănătoare cu cea a amilopectinei, doar că este mult mai ramificat. Ramificarea are un rol fiziologic foarte important, astfel că atunci când organismul are nevoie rapidă de energie, se pot utiliza simultan mai multe unități de glucoză din terminațiile ramificate ale glicogenului.

Polizaharidele non-amidonoase sunt reprezentate de pereții celulari ai plantelor și cuprind toate celelalte polizaharide din dietă. Acestea nu sunt digerate sau absorbite în intestinul subțire. Acest tip de polizaharide reprezintă cea mai diversificată clasă dintre toate glucidele, formând un amestec de multiple forme moleculare, dintre care celuloza este cea mai răspândită.

Alte polizaharide non-amidonoase întâlnite destul de frecvent sunt hemiceluloza și pentozanii. Hemiceluloza conține un amestec de pentoze și hexoze, de cele mai multe ori având lanțuri moleculare ramificate puternic.

Pectina este caracteristică pereților celulari, fiind constituită, în principal de polimerul acidului galacturonic, alături de alte glucide precum galactoza sau arabinoza care pot fi găsite în ramificații.

Gumele din plante (guma arabică, guma guar), mucilagiile sau polizaharidele din alge (alginatul, agarul sau carrageenanul) sunt alte polizaharide non-amidonoase care se găsesc în multe alimente procesate, de obicei în concentrații scăzute, având rol în modificarea texturii sau a vâscozității produselor alimentare. Polizaharidele din alge sunt utilizate frecvent și în domeniul biomedical, ele reprezentând candidați ideali pentru fabricarea unor biomateriale biocompatibile cu organismul uman.

1.2. Digestia și absorbția glucidelor

drumul parcurs de glucide în organismul uman

Gustul dulce reprezintă una dintre cele cinci senzații de bază ale gustului alimentelor și băuturilor, sesizată de receptorii celulelor gustative. Glucidele stimulează chiar și în cantități mici senzația de gust dulce, care este cea mai sensibilă dintre toate.

Glucidele se găsesc în organismul uman predominant sub formă de glucoză, în sânge și sub formă de depozite de glicogen, în țesuturi, mai ales la nivelul ficatului și al mușchilor.

Traseul pe care îl parcurg diferitele forme de glucide pe care le consumăm zilnic, de la momentul ingestiei și până la utilizarea lor sub formă de energie, se poate traduce prin digestia și absorbția acestora.

Digestia se referă la transformarea diferitelor alimente în bucăți cât mai mici, proces realizat la nivelul tractului digestiv.

Digestia are loc prin elemente mecanice – masticăția și respectiv enzimatică – sucurile digestive, pentru a aduce alimentul la o formă suficient de mică încât să poată fi absorbită la nivel intestinal.

Încă de la momentul ingestiei, și anume în cavitatea bucală, glucidele suferă transformări prin masticăție, dar și cu ajutorul enzimei conținută de salivă, numită amilaza salivară.

Odată ajunse în stomac, glucidele trec din nou printr-o transformare mecanică, datorată mișcărilor peristaltice puternice ale acestuia, care contribuie la formarea chimului – amestec omogen de alimente. Chimul își continuă drumul către prima parte a intestinului subțire, și anume duodenul, unde pancreasul își varsă sucul printr-un duct. Sucul pancreatic conține amilaza pancreatică, care continuă scindarea glucidelor.

La nivelul intestinului subțire, enzime adiționale continuă procesul, până la transformarea glucidelor în unități de monozaharide, care sunt transportate în interiorul celulelor intestinale.

Membrana celulelor intestinului subțire conține proteine transportoare pentru aceste unități și nu numai, proteine cu rol de a distribui aceste monozaharide (glucoză, fructoză și galactoză), dar și alți nutrienți în întreg organismul. Prima stație a monozaharidelor este ficatul, care transformă în continuare galactoză în glucoză și fructoză în unități mai mici. În continuare, în funcție de nevoia organismului, glucoza este stocată sub formă de glicogen sau trimisă în circulația sanguină.

Mecanismul de reglare al glucozei din sânge este unul complex și de importanță majoră, o cantitate prea mică sau prea mare de glucoză putând avea consecințe asupra sănătății. Principalul reglator al cantității de glucoză din sânge este pancreasul care menține un nivel optim al glucozei prin intermediul celor doi hormoni antagoniști pe care îi secretă: *insulina* și *glucagonul*.

Ca exemplu grafic, în figura 8, se poate urmări că după o masă bogată în glucide, nivelul glucozei din sânge crește, ceea ce determină pancreasul să secrete insulină. Acest hormon direcționează glucoza în exces către țesuturi pentru a fi folosită ca sursă de energie sau către ficat și mușchi, pentru a fi stocată sub formă de glicogen.

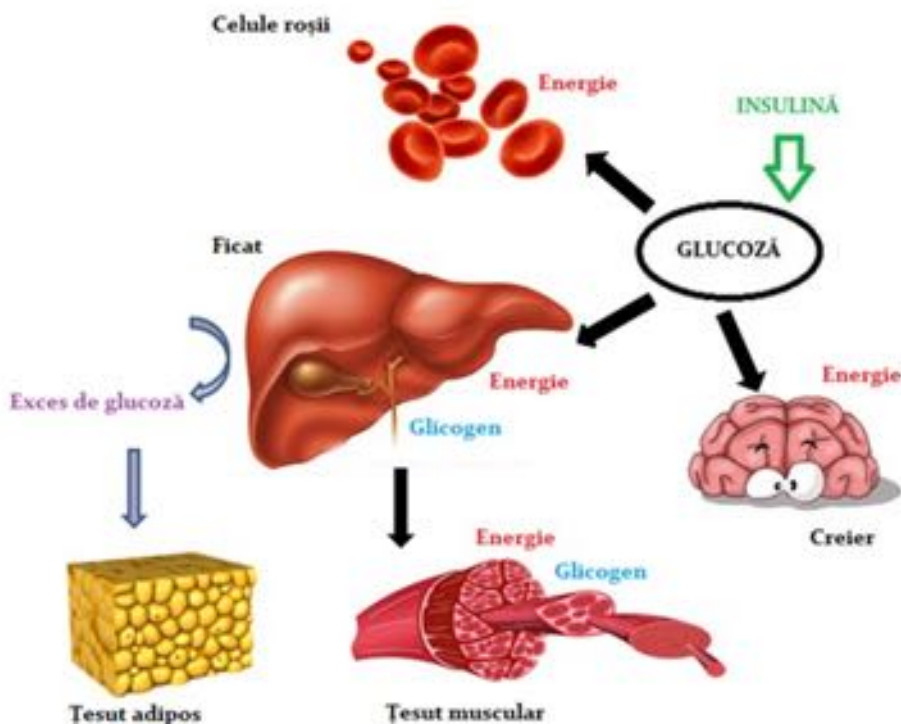


Figura 8. Utilizarea glucozei după absorbție, sub acțiunea insulinei

În contrast, după o perioadă mai lungă de la ultima masă, când nivelul glucozei din sânge scade, pancreasul secretă hormonul numit glucagon, care oprește utilizarea de glucoză de către țesuturi și aduce în sânge glucoză din rezervele de glicogen, pentru a menține glucoza din sânge la un nivel optim.

1.3. Rolul glucidelor în organism

cele cinci funcții primare ale glucidelor în organismul uman

Producerea de energie. Cel mai important rol al glucidelor este de departe, furnizarea de energie către toate celulele organismului. Majoritatea celulelor, preferă glucoza ca sursă de energie, în defavoarea altor compuși, cum sunt acizii grași. Unele celule, de exemplu celulele roșii din sânge, pot produce energie celulară numai cu ajutorul glucozei. De asemenea, creierul este foarte sensibil la nivelurile scăzute de glucoză din sânge, deoarece și acesta utilizează glucoza pentru a-și realiza funcțiile, excepție fiind cazurile de înfometare prelungită.

Aproximativ 70% din glucoza care intră în organism prin sistemul digestiv, este redistribuită prin intermediul ficatului, în sânge, pentru a fi utilizată de către țesuturi. Energia furnizată de glucoză provine din legăturile chimice dintre atomii de carbon, celulele organismului uman captând energia rezultată prin ruperea acestor legături.

Prima etapă a divizării glucozei se traduce prin procesul numit *glicoliză*, un proces complex care include zece reacții enzimatice. A doua etapă de divizare a glucozei are loc la nivelul sediului celular de fabricare a energiei, și anume la nivelul mitocondriilor, care transformă energia într-o formă pe care o pot utiliza toate celulele.

Stocarea de energie. Dacă organismul are deja suficientă energie pentru a -și susține funcțiile, excesul de glucoză este depozitat sub formă de glicogen, majoritatea fiind stocat în mușchi și ficat. O moleculă de glicogen poate conține mai mult de cincizeci de mii de unități de glucoză și este foarte ramificată, permițând diseminarea rapidă a glucozei atunci când este necesară pentru a produce energie celulară.

Cantitatea de glicogen din organism la un moment dat, este echivalentă cu aproximativ 3 .000 - 4.000 kcal în țesutul muscular și respectiv, 1000 kcal în ficat.

Utilizarea prelungită a musculaturii, de exemplu prin exercițiu fizic prelungit, poate să diminueze rezerva de glicogen având ca și manifestare oboseala și scăderea performanței la efort. Slăbiciunea musculară apare deoarece durează mai mult transformarea acizilor grași și proteinelor în energie chimică utilizabilă.

Ficatul, la rândul său, poate stoca energia glucozei sub formă de glicogen, dar în contrast cu țesutul muscular, va sacrifica energia stocată pentru alte țesuturi din organism atunci când glucoza din sânge este scăzută. Aproximativ un sfert din totalul glicogenului din organism este stocat la nivelul ficatului, care folosește această rezervă de glicogen ca o modalitate de a menține nivelurile de glucoză în sânge într-un interval optim între orele de masă. Când aportul de glicogen al ficatului este epuizat, glucoza se poate construi din aminoacizi, obținuți prin distrugerea proteinelor.

Construirea de macromolecule. Deși cea mai parte a glucozei absorbite este folosită pentru producerea energiei, o cantitate de glucoză este convertită la riboză și deoxiriboză, care reprezintă elemente esențiale pentru construcția unor macromolecule precum ARN (acid ribonucleic), ADN (acid dezoxiribonucleic) și ATP (adenozintrifosfat). Glucoza este de asemenea utilizată pentru a face molecula NADPH (nicotinamidă adenzină dinucleotidă fosfat), care este importantă pentru protecția împotriva stresului oxidativ și este utilizată în multe alte reacții chimice din organism.

În cazul în care toate aceste trei procese sunt îndeplinite, și anume producerea și stocarea de energie, precum și construirea de macromolecule, excesul de glucoză poate fi folosit pentru a face grăsime. De aceea, o dietă bogată în glucide, poate determina creșterea în greutate predominant cu țesut adipos.

Economisirea proteinelor. Într-o situație în care glucoza nu este suficientă pentru a satisface nevoile organismului, aceasta este sintetizată din aminoacizi. Deoarece nu există o moleculă de stocare a aminoacizilor, acest proces presupune distrugerea proteinelor, în special a celor din mușchi. Prezența unei cantități adecvate de glucoză, economisește în principiu distrugerea proteinelor.

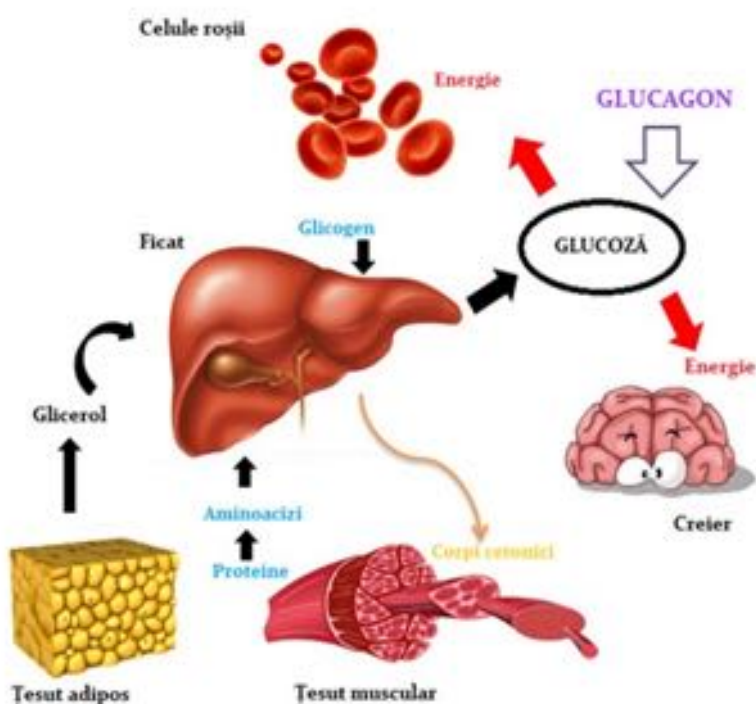


Figura 9. Utilizarea glucozei în perioadele dintre mese, sub acțiunea glucagonului

Asistarea metabolismului lipidic. Pe măsură ce nivelul de glucoză din sânge crește, utilizarea lipidelor ca sursă de energie este inhibată. Putem spune că glucoza are un efect de 2 „economisire a grăsimilor”. Acest lucru se datorează faptului că o creștere a glucozei în sânge, stimulează eliberarea hormonului insulină, care determină celulele să utilizeze glucoza (în loc de lipide) pentru a produce energie.

Nivelurile adecvate de glucoză din sânge, previn de asemenea, dezvoltarea cetozei. Cetoza este o afecțiune metabolică care rezultă dintr-o creștere a numărului de corpi cetonici în sânge. Acești corpi cetonici sunt o sursă alternativă de energie, pe care celulele o pot utiliza atunci când alimentarea cu glucoză este insuficientă.

1.4. *Metabolismul glucidelor*

sursă esențială de energie

Glucidele servesc ca o sursă esențială de energie, însă este o sursă limitată. De aceea, pentru a menține constant un nivel optim al glucozei din sânge, mai multe procese metabolice sunt necesare.

Gluconeogeneza reprezintă procesul de formare a glucozei din surse nonglucidice. *Glicogeneza* generează sinteza de glicogen din glucoză, și depozitarea lui la nivel muscular și hepatic. *Glicogenoliza* asigură scindarea glicogenului din rezervele musculare și hepatice. *Glicoliza* presupune diviziunea glucozei, pentru producerea de energie sub formă de ATP.

Deși necesarul de glucoză al organismului este furnizat de dieta care conține glucide, acesta are capacitatea de a produce singur glucoza din alte surse printr-un proces numit gluconeogenăză. Desigur, acest proces este limitat și are loc numai în perioade de înfometare prelungită sau efort fizic prelungit. Glucoza este formată din surse precum lactat, aminoacizi și glicerol.

Atunci când necesarul energetic al celulelor este minim, glucoza trece printr-un proces de stocare, numit glicogeneza. Forma de stocare a glucozei este glicogenul, care este format din mai multe molecule de glucoză legate chimic și este depozitat la nivel muscular și hepatic, pentru un acces rapid în cazul în care glucoza din sânge are un nivel scăzut sau necesitățile organismului cresc.

Opus, când necesarul organismului pentru glucoză este mare, rezervele formate prin glicogeneneză sunt prima sursă de glucoză de organism. Glicogenul este convertit la glucoză prin procesul de glicogenoliză, până la epuizarea resurselor.

Glicoliza se traduce simplificat ca și un proces prin care glucoza este transformată în energie, pentru a putea fi folosită de celule. În glicoliză, glucoza este redusă printr-o serie de reacții chimice până la piruvat. De la piruvat, metabolismul glucozei poate să urmeze două căi: conversia la lactat (glicoliză anaerobă) sau oxidarea piruvatului (fosforilarea oxidativă). Aceste două căi sunt folosite de diferite celule, în funcție de particularitățile acestora. De exemplu, celulele roșii și unele fibre musculare folosesc calea anaerobă a glicolizei, în timp ce celulele musculare netede ale inimii folosesc calea aerobă.

1.5. Influența glucidelor

asupra organismului

1.5.1. Intoleranța la fructoză

Este o intoleranță alimentară care apare încă din primele luni de viață, însă este de multe ori nediagnosticată și implicit netratată. Manifestările sunt similare cu cele din cadrul intoleranței la lactoză. Balonarea este rezultatul fructozei nedigerate, care atrage apa în tractul gastrointestinal, iar gazele și tranzitul intestinal accelerat sunt urmările fermentării fructozei nedigerate de către bacteriile din intestinul gros. Fructoza este mai bine absorbită atunci când este însoțită de o cantitate egală de glucoză, de aceea, în cazul intoleranței la fructoză este necesară evitarea alimentelor bogate în acest tip de glucid.

1.5.2. Intoleranța la lactoză

Digestia lactozei, glucidul conținut de lapte, presupune prezența unei enzime numită lactaza. Activitatea acestei enzime este foarte mare la vârste fragede, și scade odată cu înaintarea în vârstă. Când declinul secreției de lactază este foarte mare, lactoza consumată prin dietă nu poate fi digerată și absorbită. Rezultatul acestui deficit enzimatic se traduce prin balonare, grețuri, diaree, gaze în exces și dureri abdominale.

Lactaza este o enzimă care poate hidroliza legătura dintre cele două glucide care formează lactoza. Absența enzimei conduce la apariția unor tulburări digestive, iar acest lucru se datorează faptului că doar monozaharidele pot ajunge în sânge, prin urmare lactoza nedigerată trece ca atare în intestinul gros, cauzând aceste probleme. Unii oameni își pierd în totalitate capacitatea de a produce lactază, odată ce ajung adulți, prin urmare devin intoleranți la lactoză. Acest lucru se întâmplă mai ales în țările care nu sunt recunoscute pentru o bogată industrie a laptelui și produselor lactate. De exemplu doar 3% dintre danezi au intoleranță, spre deosebire de aproape 97% dintre thailandezi.

Aceste manifestări apar în principal la consumul de lapte, mai puțin după consumarea produselor lactate fermentate (ex. iaurt, brânzeturi tari), deoarece acestea conțin bacterii care produc enzima lactază. Această intoleranță alimentară poate contribui și la scăderea aportului de calciu, prin evitarea consumului produselor lactate, care poate cauza în continuare probleme osoase.



Cum se măsoară nivelul de glucoză din sânge în cazul diabeticilor? Glucoza reacționează cu o grupare -NH_2 (amino) din hemoglobină pentru a forma o imină care apoi suferă o rearanjare moleculară ireversibilă la o α -aminocetonă cunoscută ca hemoglobina- A_{1c} . Diabetul se instalează atunci când organismul nu produce suficientă insulină sau când insulina pe care o produce nu stimulează suficient celulele pe care le țintește.



Deoarece insulina este un hormon care are ca scop menținerea unui nivel corespunzător de glucoză în sânge, persoanele bolnave de diabet au un nivel de glucoză mai ridicat. Cantitatea de hemoglobina- A_{1c} formată este proporțională cu concentrația glucozei din sânge, astfel că diabeticii vor avea de asemenea o concentrație mai ridicată de hemoglobina- A_{1c} decât persoanele sănătoase. Prin urmare, măsurarea nivelului de hemoglobina- A_{1c} din sânge este o metodă de a determina dacă nivelul glucozei din sânge este controlat corespunzător prin dietă și tratament.

Cataracta este o complicație destul de comună în rândul diabeticilor și este cauzată de reacția glucozei cu o grupare -NH_2 a unei proteine din ochi. De asemenea, se crede că rigiditatea articulațiilor, asociată cu persoanele în vârstă, este o consecință tot a unei reacții dintre glucoză și o grupare -NH_2 proteică.

De ce are dentistul dreptate? Bacteriile care se găsesc în cavitatea bucală au o enzimă care poate transforma zaharoza într-un polizaharid numit dextran. Dextranul este format din unități de glucoză unite prin legături glicozidice de tip α -(1,3) și α -(1,6). Aproximativ 10% din placa dentară este formată din acest dextran. Acesta este motivul pentru care dentistul ne sfătuiește să nu consumăm prea multe dulciuri.

Ce este heparina? Heparina este un anticoagulant care este eliberat pentru a preveni formarea unor cheaguri de sânge excesive. Heparina este un polizaharid format din resturi de glucozamină, acid glucouronic și acid iduronic. Unele grupări hidroxil și unele grupări amino din structura heparinei sunt sulfonate, prin urmare, heparina este o moleculă încărcată cu sarcină parțial negativă, găsită în principal în pereții arteriali.

După aproape două decenii de cercetare intensivă, heparinele cu masă moleculară mică și-au ocupat locul în lumea agenților terapeutici, fiind o clasă semnificativă de compuși antitrombotici. Demonstrarea faptului că aceștia sunt eficienți și totuși siguri pentru prevenirea și tratarea tromboembolismului venos, a condus la patentarea câtorva dintre aceștia în America de Nord și Europa.

Heparina cu masă moleculară mică a înlocuit heparina nefracționată în multe părți din Europa și începe să își găsească locul și în America de Nord. Utilizarea sa va continua să se extindă datorită unor studii care arată că aproximativ jumătate dintre pacienții cu tromboză venoasă pot fi tratați în siguranță cu heparină cu masă moleculară mică fără a fi nevoiți să fie internați în spital, iar trombocitopenia, o complicație periculoasă a terapiei cu heparină nefracționată, se declanșează mult mai rar în cazul tratamentului cu heparina fracționată.

Heparina nefracționată constă într-un amestec eterogen de lanțuri de polizaharide cu masă molară cuprinsă între 3.000 și 30.000 D. Heparinele cu masă moleculară mică sunt fragmente ale heparinei nefracționate obținute prin depolimerizare chimică sau controlată enzimatic obținându-se lanțuri cu masă de aproximativ 5.000 D

Îndulcitorii sintetici. Dacă este pronunțat cuvântul *zahăr*, majoritatea oamenilor se vor gândi imediat la bomboane, ciocolată, prăjitură sau la un desert în general. De fapt, majoritatea glucidelor simple au un gust dulce, dar acest grad de dulce variază destul de mult de la un glucid la altul.

Zaharoza este considerat glucidul etalon, față de care se exprimă cât de dulce este un al glucid, astfel că fructoza este aproape de 2 ori mai dulce decât zahărul, în schimb lactoza oferă aproximativ 1/6 din senzația de dulce. Cu toate acestea, comparație este poate puțin greu de realizat, din punct de vedere organoleptic deoarece senzația de dulce depinde foarte mult de concentrația glucidului gustat, dar și de percepția proprie a fiecărui individ.

În final, s-a căzut de acord că datele din tabelul următor sunt general valabile.

Tabel 1. Distribuția gradului de dulce al diferitelor glucide și substituenți ai zahărului

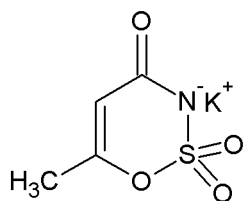
Denumire	Tip	Grad de dulce
Lactoză	Dizaharid	0,16
Glucoză	Monozaharid	0,75
Zaharoză	Dizaharid	1
Fructoză	Monozaharid	1,75
Aspartam	Sintetic	180
Acetsulfam-K	Sintetic	200
Zaharină	Sintetic	350
Sucraloză	Semisintetic	600
Alitam	Semisintetic	2000

Dorința multor persoane de a reduce numărul de calorii ingerate a condus la sintetizarea și dezvoltarea unor îndulcitori sintetici precum zaharina, aspartamul, acetsulfamul sau sucraloza. Toate aceste molecule sunt mult mai dulci decât zahărul natural, iar alegerea lor ține de gustul propriu, de reglementările naționale în domeniul alimentar, dar și de stabilitatea la încălzire – în cazul produselor care necesită coacere.

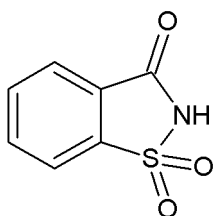
Zaharina este cel mai vechi îndulcitor sintetic și a fost utilizată mai bine de un secol, deși lasă în urmă un gust ușor metalic. În anii 1970 au început să fie exprimate îngrijorări asupra siguranței utilizării acestui compus ca îndulcitor, mai ales legat de presupusul efect carcinogen, însă ultimele studii arată că zaharina nu este responsabilă pentru producerea cancerului.

Acetsulfamul-K, unul dintre cel mai recent îndulcitor sintetic aprobat este foarte frecvent utilizat la prepararea băuturilor carbogazoase deoarece nu lasă un gust neobișnuit în urma sa.

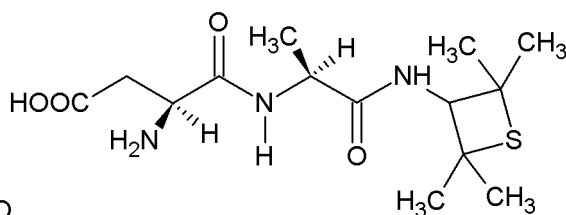
Sucraloza este de asemenea un compus aprobat recent și este în special folosit în cazul produselor coapte deoarece are o stabilitate termică pronunțată. În Uniunea Europeană mai este cunoscut ca emulgatorul E955. Dintre îndulcitorii sintetici sau semisintetici, doar sucraloza are o structură chimică asemănătoare cu a unui glucid, deși conține în moleculă 3 atomi de clor, care nu se întâlnesc în mod normal în moleculele glucidelor, iar aspartamul și alitumul sunt ambii dipeptide.



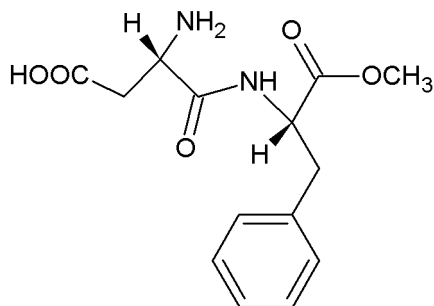
acesulfam K



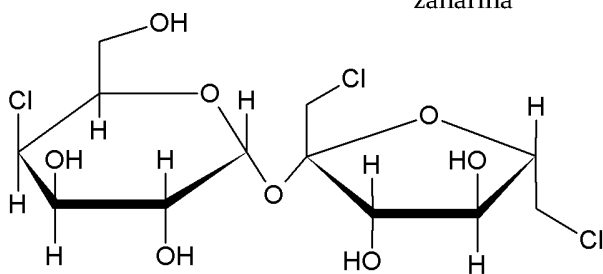
zaharină



alitum



aspartam



sucraloză

2. Proteinele



Proteinele sunt cei mai des întâlniți compuși, care conțin și azot, care se găsesc atât în organism, cât și în dietele alimentare. Proteinele se formează când aminoacizii polimerizează, formând legături peptidice între ei. Aminoacizii au o structură centrală similară, diferind doar catena laterală sau ramificația din molecula acestora. Ei au multiple funcții metabolice și fiziologice, diversitatea acestor funcții fiind datorată tocmai structurii chimice a aminoacizilor și a modului cum ei se assemblează pentru a forma lanțurile macromoleculare ale proteinelor.

Necesarul organismului referitor la proteine și aminoacizi este dictat de procesul de sinteză al proteinelor și de modul în care este menținut conținutul proteic la nivelul celulelor și al organelor. La acesta se adaugă și procesul metabolic la care sunt supuși aminoacizii și proteinele, ce implică sinteza, degradarea, interconversia, transformarea, oxidarea și sinteza altor compuși care conțin azot, respectiv a ureei. Aceste procese sunt influențate de genetică, de diferitele faze din ciclul vieții, de activitatea fizică, de alimentație sau de anumite dereglări.

Unii oameni care țin o dietă specifică utilizează frecvent batoane proteice, în speranța că așa vor dobândi o linie a taliei așa cum și-o doresc. În incinta sălilor de fitness sunt disponibile shake-uri proteice care sunt consumate pentru creșterea masei musculare și pentru o recuperare mai rapidă după un antrenament. Alți oameni nu mai consumă carne și astfel utilizează suplimentele proteice pentru a-și asigura necesarul zilnic.

Toate acestea se întâmplă pentru că proteinele sunt un constituant esențial al oricărui organism și sunt utilizate de acesta pentru sinteza hormonilor, a unor enzime și a unor molecule specifice, astfel că nu e de mirare că oamenii sunt preocupați de optimizarea consumului zilnic de proteine, fie ei la dietă sau vegetarieni sau atleți sau pur și simplu oameni cu o activitate fizică bogată.

Dacă tot am menționat de vegetarieni și mai ales pentru că este un adevărat trend în a adopta o dietă vegetariană, se pot găsi mai jos tipurile de diete vegetariene:

lacto-ovo vegetarieni: aceștia consumă lapte, produse lactate și ouă (cea mai frecventă formă de dietă vegetariană);

lacto-vegetarieni: aceștia consumă lapte, produse lactate, dar nu și ouă;

ovo-vegetarieni: aceștia consumă ouă, dar nu consumă lapte și produse lactate;

vegani: aceștia nu consumă lapte, produse lactate, ouă sau niciun alt produs care provine de la un animal.

Oamenii aleg o dietă vegetariană din diferite motive, fie ele religioase, fie legate de starea proprie de sănătate, fie legate de preocupări ecologice, fie privind dezacordul cu cruzimea față de animale, fie pentru că pur și simplu nu le place gustul de carne.

Vegetarianismul a fost practicat și promovat încă din vremea antichității, când marii gânditori ai vremii precum Pitagora sau Plato promovau dietele vegetariene în cadrul filosofilor pe care le promovau. Chiar și olimpienii erau nevoiți să adopte un regim vegetarian cu o lună înainte de participarea la Jocurile Olimpice antice.

La începutul anilor 1990 arheologii au descoperit un mormânt al gladiatorilor nu departe de Templul lui Artemis, iar analizele realizate asupra oaselor au arătat că aceștia aveau o dietă vegetariană.

Gladiatorii, care se luptau cu violență între ei în timpul Imperiului Roman, aveau o dietă vegetariană care, după cum presupuneau deja și unii istorici, era bogată în orz și fructe uscate.

Indiferent că proteinele provin de la o sursă animală sau vegetală, este foarte important ca în fiecare zi să avem o dietă sănătoasă și echilibrată, care să conțină toți nutrienții necesari, în cantități adecvate pentru fiecare dintre noi. Alimentele nu conțin un singur tip de nutrient, de aceea trebuie să urmărim ce alți nutrienți, aditivi sau conservanți conțin pentru a putea păstra o evidență a ceea ce introducem în organism ca și hrană. De exemplu, carnea roșie este o sursă foarte bună de proteine, dar desigur aduce alături anumite cantități de grăsimi saturate. Peștele este o variantă foarte bună pentru asigurarea necesarului de proteine, în plus conține o serie de grăsimi sănătoase, utile organismului. Unele surse de proteine pe bază de plante conțin de asemenea cantități mari de proteine și de grăsimi sănătoase, iar grăsimi saturate undeva sub 1 g/porție.

Există foarte multe variante care ne stau la dispoziție, trebuie doar să le alegem pe cele care ne asigură necesarul zilnic de nutrienți, dar care ne și satisfac nevoile senzoriale, de a savura o mâncare gustoasă și aromată.

2.1. Ce sunt proteinele?

biomolecule care conțin în molecula lor și atomi de azot

Proteinele sunt una dintre cele 4 clase de biomolecule care se găsesc în celule și în țesuturi, alături de glucide, lipide și acizi nucleici. Reacția de polimerizare a L- α -aminoacizilor, prin formarea legăturilor peptidice, conduce la sinteza și la realizarea structurii primare a proteinelor.

Proteinele sunt prezente în toate organismele vii, ele fiind compuși chimici care asigură creșterea, dezvoltarea și contribuie la funcționarea acestora. Celulele, țesuturile, organele, toate conțin în compoziția lor și proteine, care se găsesc sub foarte multe tipuri și au diferite funcții biologice: sunt enzime, mesageri sau transportori, au rol structural, de depozitare sau în imunitatea organismului.

Indiferent de funcția biologică, toate proteinele sunt constituite din subunități monomere numite *aminoacizi*. Datorită acestor aminoacizi, proteinele sunt singurele biomolecule, din categoria nutrienților, care conțin în molecula lor și atomi de azot, alături de atomii de carbon, hidrogen și oxigen. Structura generală a unui aminoacid conține obligatoriu cele două grupări funcționale, după cum sugerează și numele, gruparea amino care le imprimă un caracter bazic, respectiv gruparea carboxil care le imprimă caracterul acid. În plus mai conține, ca și catenă laterală, un rest organic (R), care diferă de la un aminoacid la altul (figura 10).

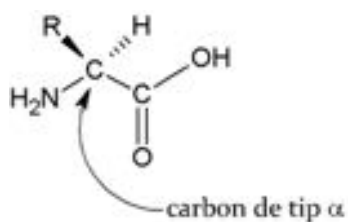


Figura 10. Structura generală a unui aminoacid

Ei pot funcționa ca monomeri ai proteinelor deoarece au abilitatea de a forma lanțuri lungi prin legarea unei grupări amino de la un aminoacid, de o grupare carboxil al altui aminoacid, rezultând astfel o legătură chimică între cei doi aminoacizi implicați (figura 11). În acest proces chimic se elimină către o moleculă de apă, iar legătura chimică nou formată este una de tip amidic și se mai numește *legătură peptidică*. În special din rațiuni legate de clasificare, lanțurile formate din mai puțin de 50 de aminoacizi se vor numi *peptide*, iar celelalte se vor numi *proteine*.

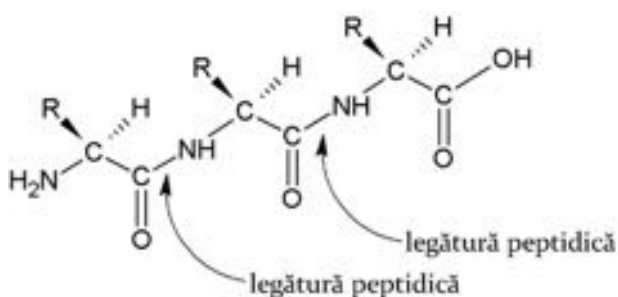


Figura 11. Modelarea structurii unei legături peptidice între aminoacizi

Astfel, o dipeptidă va conține două subunități de aminoacid, iar o tripeptidă va conține trei asemenea resturi. În general, oligopeptidele sunt cele care au în structura lor între 3 și 10 resturi de aminoacid, iar peptidele au un număr de maxim 50 de aminoacizi. Toate structurile care depășesc 50 și ajung să conțină și câteva mii de resturi de aminoacid se numesc *proteine*.

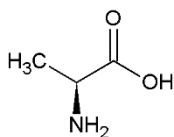
Peptidele și proteinele au foarte multe funcții în sistemele biologice. Unele apără organismul de mediul înconjurător sau oferă tărie unor anumite structuri biologice. Părul, unghiile, coarnele, penele, blana și stratul exterior al pielii sunt formate în mare parte dintr-o proteină structurală, cheratina. Colagenul este o altă proteină structurală, fiind o componentă majoră în oase, mușchi și tendoane. Alte proteine, au alte funcții: proteinele care asigură închegarea sângelui protejează sistemul vascular atunci când e accidentat, iar anticorpilor și proteinele antibiotice ne protejează organismul de diferite boli.

Un alt grup semnificativ de proteine, numite enzime, care adună peste 50000 de reprezentanți, catalizează reacțiile chimice care au loc în organismele vii, iar unii hormoni care reglează aceste reacții sunt peptide. Proteinele sunt responsabile, de asemenea, de un număr mare de funcții biologice cum ar fi transportul oxigenului în corp sau contracția musculară.

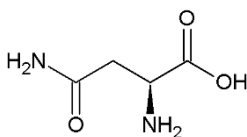
Au fost descoperiți un număr de 20 de aminoacizi care se găsesc cel mai frecvent în proteine. Ei sunt în totalitate α -aminoacizi, adică gruparea amino este legată de atomul de carbon de tip α din molecula respectivului aminoacid. Tot de acest atom de carbon se leagă și acel rest organic (R) care diferă de al un aminoacid la altul și care conferă practic structura moleculară caracteristică a fiecăruia. Tocmai această varietate structurală a aminoacizilor este responsabilă de diversitatea structurală și implicit de diversitatea funcțională a proteinelor.

Cei 20 de aminoacizi comuni pot fi clasificați, din punct de vedere al caracterului acido-bazic, ca fiind aminoacizi cu caracter neutru, aminoacizi cu caracter acid, respectiv aminoacizi cu caracter bazic.

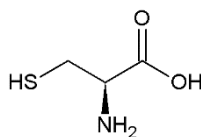
Aminoacizi cu caracter neutru



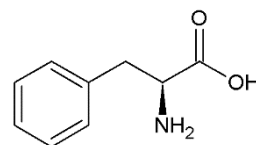
L-Alanina



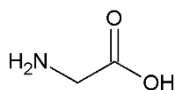
L-Asparagina



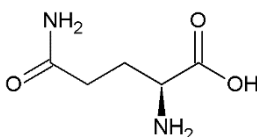
L-Cisteina



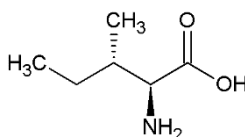
L-Fenilalanina*



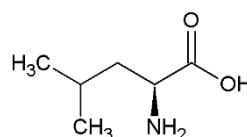
L-Glicina



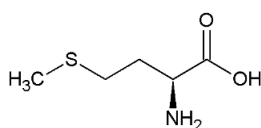
L-Glutamina



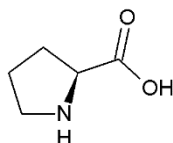
L-Isoleucina*



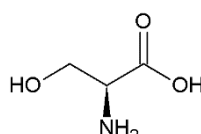
L-Leucina*



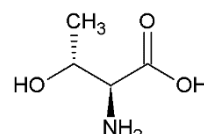
L-Metionina*



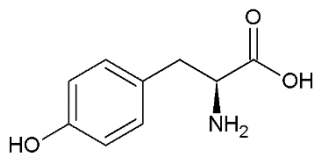
L-Prolina



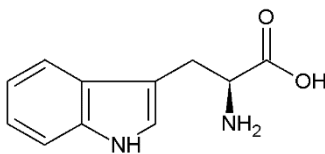
L-Serina



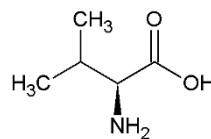
L-Treonina*



L-Tirosina

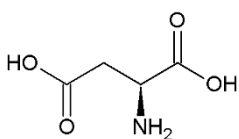


L-Triptofan*

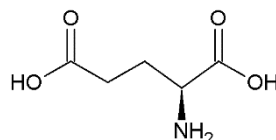


L-Valina*

Aminoacizi cu caracter acid

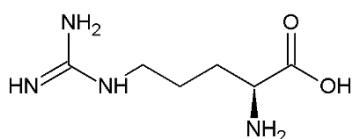


Acid L-aspartic

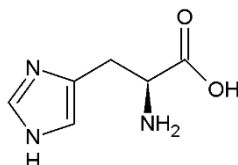


Acid L-glutamic

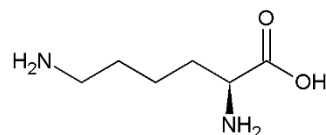
Aminoacizi cu caracter bazic



L-Arginina*



L-Histidina*



L-Lisina*

Aminoacizii sunt cunoscuți cel mai frecvent după denumirea lor comună și nu după denumirea riguroasă conform regulilor IUPAC. De multe ori, denumirea aceasta relevă câte ceva despre aminoacidul respectiv. Glicina și-a primit numele de la *glykos* care înseamnă dulce în limba greacă, deoarece ea are un gust dulceag. Valina, asemenea acidului valerianic are 5 atomi de carbon în moleculă. Asparagina a fost identificată pentru prima dată în planta asparagus, iar tirozina a fost izolată din brânză (*tyros* însemnând brânză în limba greacă).

Aminoacizii pot fi clasificați și după natura catenei laterale (R). Alături de excepția de la regulă pe care o face glicina, sunt 4 aminoacizi în care catena laterală este formată doar dintr-un rest alchil: alanina, valina, leucina și izoleucina. Doi dintre aminoacizi au în structura catenei laterale câte o grupare hidroxil: serina și treonina. De asemenea, există doi aminoacizi cu sulf, care conțin câte o grupare tiol: cisteina și metionina.

Există doi aminoacizi care au în molecula lor câte două grupări carboxil, aceștia sunt aminoacizii cu caracter acid: acidul aspartic și acidul glutamic. Mai sunt doi aminoacizi care au câte o grupare amidă la capătul moleculei: asparagina și glutamina.

Lisina și arginina au câte două grupări amino primare și intră în categoria aminoacizilor cu caracter bazic, alături de histidină. De asemenea, histidina poate intra și în categoria aminoacizilor heterociclici de unde mai fac parte prolina și triptofanul. O ultimă clasă ar fi cea a aminoacizilor care conțin în moleculă și un inel benzenic, iar reprezentanții sunt fenilalanina și tirozina.

Dintre acești aminoacizi, un număr de 10 sunt catalogați ca *aminoacizi esențiali*, ei fiind notați cu un „*” în lista de mai sus. Ce înseamnă acest lucru? Noi, oamenii, trebuie să obținem acești 10 aminoacizi din alimente deoarece fie nu avem capacitatea de a-i sintetiza, fie îi producem în cantități insuficiente. De exemplu, trebuie să existe o sursă de fenilalanină în dieta noastră deoarece nu putem sintetiza inele benzenice. Pe de altă parte, nu avem neapărat nevoie de tirozină din surse exterioare deoarece aceasta o putem sintetiza noi din fenilalanină.

Deși oamenii pot să sintetizeze arginina, în procesul de creștere, ea este necesară într-o cantitate mai mare decât poate fi produsă de organism. Prin urmare, arginina este un aminoacid esențial pentru copii, dar unul neesențial pentru adulți.

Nu toate proteinele conțin aceleași tipuri de aminoacizi. De exemplu, proteina din fasole e deficientă în metionină, iar proteina din grâu e deficientă în lisină. Acestea sunt tipuri de proteine incomplete, adică ele conțin cantități prea mici din unul sau mai mulți aminoacizi esențiali.

Prin urmare, o dietă echilibrată și sănătoasă trebuie să conțină proteine din surse diferite, cât mai complexe.

Suplimentele proteice sunt hidrolizate în organism la aminoacizi individuali. La rândul lor, aceștia sunt utilizați de organism pentru a sintetiza alte proteine care îi sunt necesare sau pentru a sintetiza compuși neproteici cum sunt adrenalina, tiroxina sau melanina. Mai rar, aminoacizii sunt degradați în continuare pentru a fi transformați în energie pentru organism.

Cu excepția glicinei, toți atomii de carbon de tip α sunt atomi de carbon asimetric, adică prezintă centre de chiralitate. Prin urmare sunt posibili câte 2 enantiomeri pentru fiecare astfel de aminoacid, dar natura utilizează doar unul dintre acești enantiomeri pentru a sintetiza proteine. Astfel că aminoacizii naturali, cei care se găsesc în proteine fac parte din seria L, datorită similarității stereochemice cu seria L a monozaharidelor. Enantiomerii lor, vor forma seria D a aminoacizilor, iar aceștia se pot obține doar sintetic, în laborator.

Pe lângă cei 20 de aminoacizi comuni, găsiți frecvent în proteine, alți doi – selenocisteina și pirolisina – se găsesc în unele organisme, iar peste 700 de aminoacizi se găsesc în natură, dar nu fac parte din structuri proteice. Tot aminoacizi sunt și acidul γ -aminobutiric (GABA) se întâlnește în creier, unde funcționează ca neurotransmițător, homocisteina se găsește în sânge și e legată de bolile cardiovasculare coronariene, iar tiroxina este localizată în glanda tiroidă, unde acționează ca hormon.

În concluzie, peptidele și proteinele reprezintă polimeri ai unor „resturi” sau subunități de aminoacizi, care se leagă între ei prin legături peptidice, formând astfel scheletul structural al unei peptide sau al unei proteine. Datorită structurii lor chimice, legăturile peptidice sunt plane, nefiind permisă rotația atomilor în jurul acestei legături.

Astfel, așa cum a mai fost descris anterior, o grupare carboxil a unui rest de aminoacid formează o legătură peptidică cu o grupare amino a unui al doilea rest de aminoacid, iar gruparea carboxil a acestui al doilea rest formează o altă legătură peptidică cu gruparea amino a unui al treilea rest de aminoacid și tot așa mai departe.

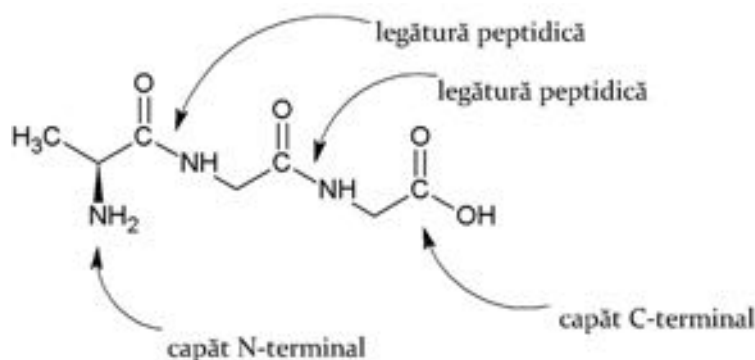


Figura 12. Modelarea structurii unei tripeptide

Contează foarte mult ordinea în care se leagă resturile de aminoacizi în peptide sau în proteine, iar prin convenție, peptidele scriu cu gruparea amino liberă (grupare N-terminal) în partea stângă, respectiv cu gruparea carboxil (C-terminal) în partea dreaptă (figura 12). Pentru a simplifica modul de notare al acestora au fost adoptate, tot prin convenție, prescurtări de câte trei litere sau respectiv, de câte o literă pentru fiecare aminoacid.

Un alt tip de legătură chimică ce mai poate fi întâlnit în peptide este legătura disulfidică (figura 13), aceasta putându-se forma între două resturi ale aminoacidului cisteină.

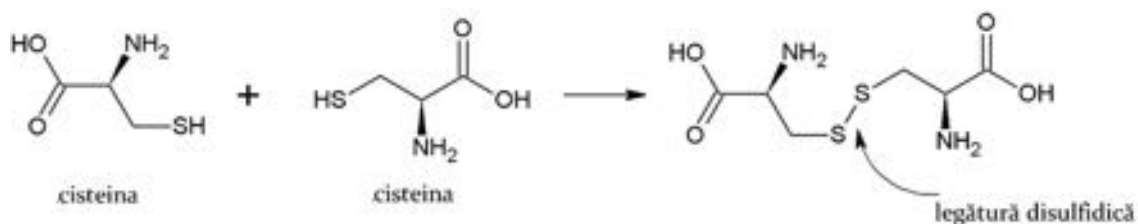


Figura 13. Modelarea structurii unei legături disulfidice

Rolul acestor legături sau punți disulfidice este unul dublu, în funcție de poziția celor două grupări în peptidă sau în proteină. Astfel, o legătură disulfidică între două lanțuri peptidice distincte va uni, într-o singură moleculă, cele două lanțuri, care altfel ar fi independente. Dacă legătura se formează între două grupări -SH ale aceluiași lanț, atunci se va forma o buclă în cadrul acelei peptide. Un exemplu în acest sens este vasopresina, un hormon antidiuretic găsit în glanda pituitară.

Pentru a determina structura unei peptide sau a unei proteine trebuie găsit răspunsul pentru trei întrebări: *Care sunt aminoacizii constituenți? Ce cantitate din fiecare aminoacid se găsește în peptidă/proteină? În ce ordine se leagă aminoacizii în structura peptidică?* Răspunsul la primele două întrebări se poate găsi destul de ușor, într-un laborator chimic specializat, utilizând un instrument automatizat numit analizaor pentru aminoacizi.

Pregătirea peptidei pentru analiză presupune degradarea ei la aminoacizii constituenți, reducerea tuturor legăturilor disulfidice existente și hidrolizarea tuturor acelor peptide. După acest proces, amestecul de aminoacizi obținut se determină prin cromatografie lichidă de înaltă performanță (HPLC) sau prin cromatografie cu schimb ionic.

Cunoscându-se identitatea și cantitatea aminoacizilor, se realizează apoi secvențierea peptidei pentru a determina ordinea aminoacizilor din structura ei moleculară. Acest proces se realizează cel mai frecvent cu ajutorul spectrometriei de masă, o analiză instrumentală care separă, în funcție de masă, ionii proveniți de la speciile chimice analizate. O altă metodă – degradarea Edman – este una pur chimică, care presupune ruperea, pe rând, a câte unui aminoacid dintr-o secvență peptidică, începând de la unul dintre capetele peptidei. Acel aminoacid este apoi identificat, iar procesul se reia, până la ruperea tuturor legăturilor peptidice existente.

2.1.1. Structura proteinelor

În mod normal, proteinele sunt clasificate ca fiind *globulare* sau *fibroase* în funcție de forma lor tridimensională. Proteinele fibroase, precum colagenul din tendoane și din țesuturile conective sau miozina din fibrele musculare, sunt formate din lanțuri polipeptidice, aranjate paralel, sub forma unor filamente lungi. Deoarece acestea sunt mai dure și insolubile în apă sunt utilizate, în natură, ca materiale structurale. În contrast, proteinele globulare sunt împachetate în forme sferice compacte. Aceste proteine sunt solubile în apă și sunt mobile în interiorul celulelor. Peste 3000 de astfel de proteine globulare joacă rolul de enzime în organisme vii.

Structurile moleculare ale proteinelor sunt atât de mari și de complexe, astfel că acest cuvânt – structură – primește o dimensiune mai mare decât în cazul compuşilor organici obișnuiți. Practic, în chimie, se discută de patru nivele diferite atunci când sunt descrise proteinele:

structura primară se referă pur și simplu la secvența aminoacizilor din compoziția proteinei;
structura secundară descrie modul în care secvențe ale lanțului proteic sunt orientate într-un tipar regulat;
structura terțiară arată modul în care întreaga moleculă a proteinei este împachetată într-o formă tridimensională;
structura cuaternară explică modalitatea prin care mai multe molecule proteice interacționează între ele pentru a forma structura agregată și mai mari.

Structura primară se determină așa cum a fost detaliat mai sus. Celelalte trei structuri pot fi determinate deocamdată doar prin cristalografie de raze X.

Cele mai frecvente structuri secundare (figura 14) ale proteinelor sunt cea de α -helix și cea de foi pliate β .

Structura α -helix are o împachetare similară unei spirale orientate spre dreapta, asemănătoare cu o scară în spirală. Structura aceasta se stabilizează prin formarea unor legături de hidrogen. Majoritatea proteinelor globulare conțin multe asemenea segmente α -helix. Un astfel de exemplu este mioglobina, o proteină globulară mică formată din 153 de resturi de aminoacizi.

Structura de foi pliate β diferă de cea α -helix prin faptul că lanțul peptidic este extins în întregime, și nu împachetat, iar legăturile de hidrogen se realizează între resturi de aminoacizi din lanțuri adiacente. Lanțurile paralele se pot afla în aceeași direcție (paralele) sau în direcții opuse (antiparalele). Aranjamentul antiparalel este mai comun și este mai favorabil din punct de vedere energetic.

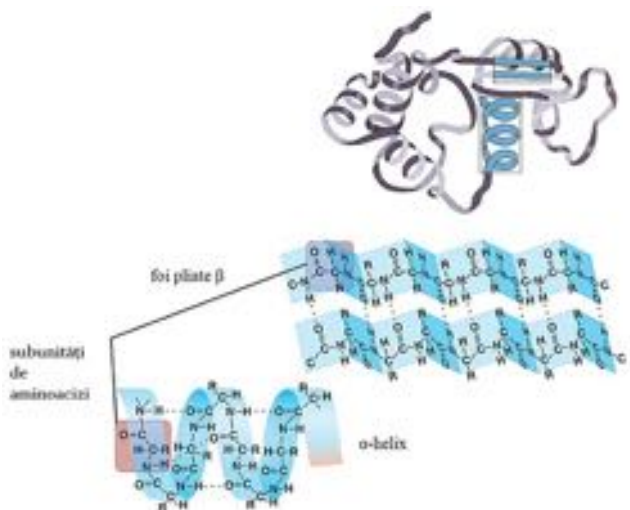


Figura 14. Reprezentare grafică structura secundară: α -helix și foi pliate β

Care este secretul privind structura terțiară? De ce adoptă o anumite proteină forma ei? Forțele care determină structura terțiară a unei proteine sunt aceleași forțe care acționează asupra oricărei molecule organice pentru a-i asigura stabilitate, indiferent de dimensiunea acesteia.

De asemenea, pentru a oferi stabilitate proteinelor sunt importante și legăturile disulfidice care se formează între resturi de cisteină sau atracțiile ionice între zone încărcate pozitiv, respectiv negativ ale aminoacizilor din lanțurile proteice.

Deoarece structura terțiară a proteinelor globulare este fragilă, fiind formată din interacții intermoleculare slabe, orice modificare de temperatură sau pH este de cele mai multe ori suficientă pentru a-i distruge structura sau pentru a o denatura. Denaturarea are loc în condiții atât de ușoare încât structura primară rămâne intactă, doar împachetarea terțiară se desface în lanțuri cu forme aleatoare.

Denaturarea are loc cu modificarea proprietăților fizice și biologice ale proteinei. Solubilitatea este scăzută foarte mult, un exemplu fiind albușul de ou, care atunci când este gătit, albuminele se desfac și se coagulează. Majoritatea proteinelor își pierd astfel și activitatea catalitică, de vreme ce exact structura terțiară e responsabilă pentru acțiunea lor enzimatică. Deși majoritatea proceselor de denaturare sunt ireversibile, există și cazuri în care are loc o renaturare spontană a unei proteine, redobândindu-și structura terțiară și activitatea biologică.

2.2. Digestia și absorbția proteinelor

procese mecanice și enzimatice

Primul pas în digestia proteinelor de natură alimentară implică mestecarea. De exemplu, în cazul unui ou, dacă nu este consumat crud, dinții încep defalcarea mecanică a lui în bucăți mai mici care pot fi înghițite. Glandele salivare asigură, cu ajutorul salivei, pasajul facil al acestor proteine la nivelul esofagului.

La nivelul stomacului, are loc eliberarea de sucuri gastrice care conțin acid clorhidric și enzima pepsină, care inițiază digestia proteinelor. Aciditatea stomacului facilitează descompunerea proteinelor care încă păstrează o parte din structura lor tridimensională obținută prin gătire, și ajută la descompunerea proteinelor agregate formate în timpul gătitului. Pepsina, care este secretată la nivel gastric, demontează lanțurile de proteine în fragmente tot mai mici. Proteinele din ou sunt molecule de dimensiuni mari și defalcarea lor chimică necesită timp și amestecare. Constrațiile mecanice puternice ale stomacului transformă proteinele digerate într-un amestec mai uniform, numit chim.

Digestia proteinelor la nivel gastric (figura 15) necesită un timp mai lung decât digestia glucidelor, însă un timp mai scurt decât cea a lipidelor. O masă bogată în proteine prelungește timpul de digestie, ceea ce oferă o senzație de sațietate mai îndelungată.

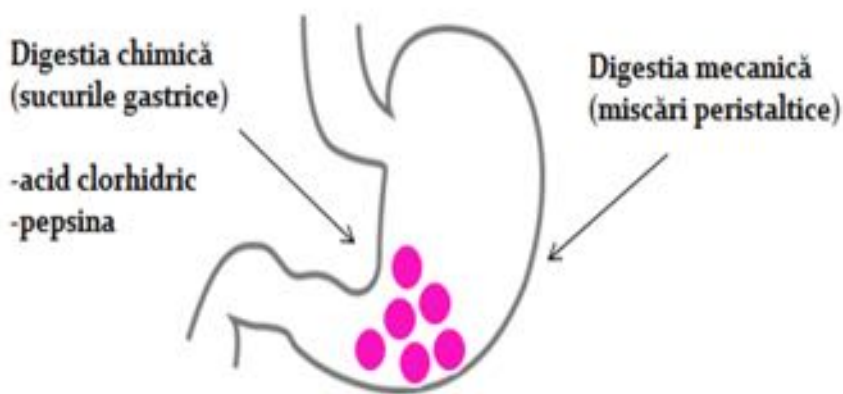


Figura 15. Digestia proteinelor la nivelul stomacului

Stomacul trimite chimul în intestinul subțire, unde se produce cea mai mare parte a digestiei proteinelor. Pancreasul secretă suc digestiv care conține mai multe enzime, cu rol de a degrada în continuare fragmentele de proteine. Cele două enzime pancreatice majore implicate în digestia proteinelor sunt chemotripsina și tripsina.

Celulele care căpтуșesc mucoasa intestinului subțire, secretă și ele enzime, care în cele din urmă sparg fragmentele mici de proteine, în aminoacizi individuali.

Contractiile musculare ale intestinului subțire amestecă și propulsează proteinele digerate în locurile de absorbție. În părțile inferioare ale intestinului subțire, aminoacizii sunt transportați din lumenul intestinal prin celulele intestinale în sânge. Această mișcare a aminoacizilor individuali necesită o acțiune specială, mai exact ajutorul proteinelor de transport și energie celulară provenită de la ATP.

Odată ce aminoacizii ajung în sânge, aceștia sunt transportați la ficat. Ca și în cazul altor macronutrienți, ficatul este punctul de control pentru distribuția aminoacizilor și sediul transformărilor suplimentare a aminoacizilor. Deoarece aminoacizii conțin azot, prin catabolismul suplimentar al aminoacizilor se eliberează amoniac. Fiindcă amoniacul este un produs toxic, ficatul îl transformă în uree, care este apoi transportată la rinichi și excretată prin urină. Ureea este o moleculă care conține doi atomi de azot și este foarte solubilă în apă, astfel eliminarea pe cale renală este o alegere bună pentru transportul excesului de azot din corp.

Deoarece aminoacizii sunt elemente pe care organismul le rezervă pentru a sintetiza alte proteine, mai mult de 90% din proteinele ingerate nu se transformă în continuare decât în monomeri de aminoacizi.

La fel cum unele materiale plastice pot fi reciclate pentru a face noi produse, aminoacizii sunt reciclați pentru ca organismul să construiască noi proteine de care are nevoie (figura 16). Toate celulele din organism descompun continuu proteine și sintetizează altele noi, proces denumit turnover. În fiecare zi, peste 250 de grame de proteine din organism sunt descompuse, iar 250 de grame de noi proteine sunt constituite.

Pentru a forma aceste proteine noi, aminoacizi din alimente și cei rezultați din distrugerea proteinelor, sunt plasați într-o "piscină". Deși nu este o piscină propriu-zisă, când un aminoacid este necesar pentru a construi o nouă proteină, acesta poate fi achiziționat de la aminoacizi suplimentari care există în organism.

Aminoacizii nu sunt utilizați numai pentru a construi proteine, ci și pentru a sintetiza alte biomolecule complexe care conțin azot, cum sunt ADN și ARN, iar într-o oarecare măsură, chiar pentru producerea de energie.

Este crucial să menținem nivelurile de aminoacizi din cadrul acestui bazin celular printr-un consum dietetic adecvat de proteine de înaltă calitate, în caz contrar, aminoacizii necesari pentru construirea de noi proteine vor fi obținuți prin amplificarea distrugerii proteinelor din alte țesuturi din organism, în special cel muscular. Această rezervă de aminoacizi este mai mică de 1% din totalul proteinelor conținute de organism. Organismul nu stochează proteinele așa cum se întâmplă în cazul glucidelor (glicogen în mușchi și ficat) și al lipidelor (trigliceride în țesutul adipos).

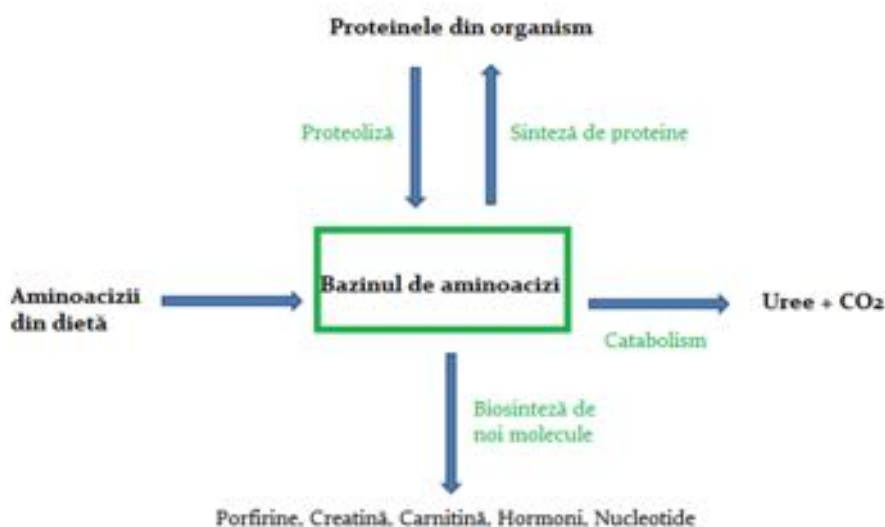


Figura 16. Procesul de reciclare al aminoacizilor

2.3. Rolul proteinelor în organism

proteinele sunt „muncitorii” organismului

Proteinele sunt „muncitorii” organismului și participă la multe funcții ale acestuia. Proteinele vin în numeroase dimensiuni și forme, fiecare având o structură specifică pentru funcția sa.

Mai mult de 100 de proteine structurale diferite au fost descoperite în corpul uman, dar cea mai abundentă este de departe collagenul, care reprezintă aproximativ 6% din greutatea corporală totală. Collagenul reprezintă 30% din țesutul osos și se găsește în cantități mari în tendoane, ligamente, cartilaje, piele și mușchi.

O proteină puternică este **colagenul**, fibroasă formată în special din aminoacizii glicină și prolină. Prin structura acestuia extrem de ordonată, este chiar mai puternic decât fibrele de oțel de aceeași mărime. Collagenul face oasele să fie puternice, dar flexibile. Fibrele de colagen de la nivelul pielii îi furnizează structura iar fibrele de elastină care le însoțesc, îi oferă flexibilitate. Celulele musculare netede care secretă colagen și **elastină**, înconjoară vasele de sânge, le oferă structura și capacitatea de a reveni la forma inițială după ce sângele este pompat. O altă proteină puternică, fibroasă, este **keratina**, întâlnită la nivelul pielii, părului și unghiilor.

Fibrele de colagen strâns împachetate în tendoane și ligamentele permit mișcarea mecanică sincronă a oaselor și a mușchilor. Părțile contractile de la nivelul celulelor musculare sunt proteinele **actină** și **miozină**. Când aceste proteine sunt stimulate de un impuls nervos, ele alunecă una peste alta, provocând o scurtare a celulei musculare. Mai multe celule musculare care se scurtează în același timp, formează contracția musculară.

Deși proteinele se găsesc în cele mai mari cantități în țesuturile conjunctive cum ar fi oasele, funcția lor cea mai extraordinară este când le întâlnim sub formă de **enzime**. O enzimă – de obicei o proteină mare – este o substanță care acționează ca și catalizator al unei reacții biologice. Asemenea unui catalizator din reacțiile chimice clasice, enzima acționează doar pentru a reduce energia de activare a unei asemenea reacții. În unele cazuri, viteza de reacție este crescută foarte mult cu ajutorul unei enzime specifice. Atât de mult poate fi crescută viteza de reacție încât glicozidazele, enzime care hidrolizează polizaharidele, pot crește viteza de reacție cu un factor de 10^{17} , adică reduc durata de reacție de la câteva milioane de ani la câteva milisecunde!

Spre deosebire de numeroși catalizatori utilizați în laboratoare, enzimele sunt de cele mai multe ori foarte specifice în ce privește acțiunea lor. Foarte frecvent, o enzimă poate să catalizeze doar un singur tip de reacție chimică, a unui singur compus, denumit substrat. De exemplu, amilaza, enzimă întâlnită în tractul digestiv, catalizează doar hidroliza amidoului la glucoză. Celuloza sau alte polizaharide ale glucozei nu pot fi hidrolizate în prezența amilazei.

În medie, mai mult de o sută de reacții chimice au loc în celule în fiecare secundă și majoritatea dintre ele necesită enzime. Numai ficatul conține peste o mie de sisteme enzimatice.

Enzimele sunt specifice și vor folosi numai substraturi specifice care se încadrează în activitatea lor, similar cu modul în care un lacăt poate fi deschis numai cu o anumită cheie. Aproape fiecare reacție chimică necesită o enzimă specifică. Din fericire, o enzimă își poate îndeplini rolul în mod repetat, deși în cele din urmă este distrusă și reconstruită. Toate funcțiile corpului, inclusiv degradarea nutrienților din stomac și intestinul subțire, transformarea nutrienților în molecule pe care le poate utiliza o celulă, și construirea tuturor macromoleculelor, inclusiv a proteinei în sine, implică enzime.

Mecanismul de funcționare al enzimelor (figura 17) parcurge o cale care conține o etapă în care se formează un complex enzimă-substrat, urmată de mai multe etape în care au loc transformări chimice pentru a se obține un alt complex produs-enzimă, iar în final, ultima etapă presupune eliberarea produsului de reacție din acest complex și evident, eliberarea enzimei totodată.

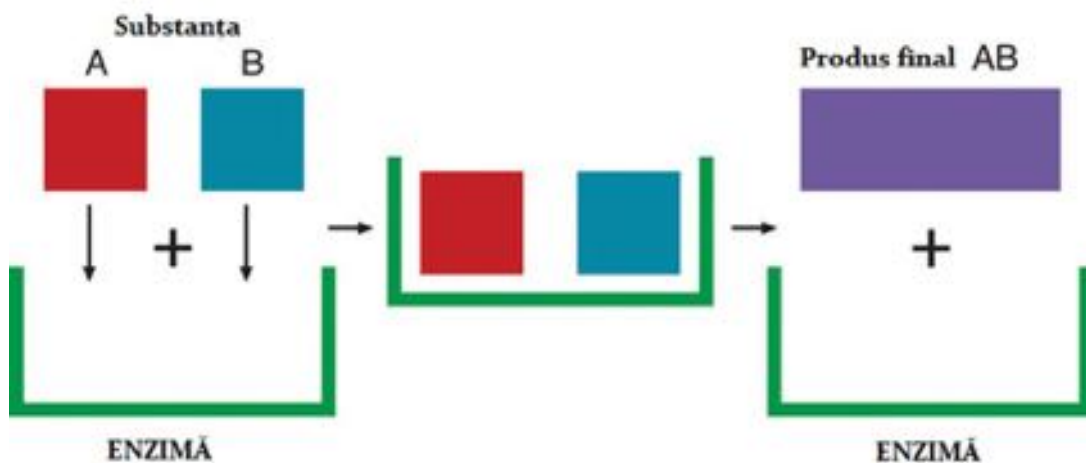


Figura 17. Mecanismul de acțiune al enzimelor

Diferitele enzime acționează în mod distinct și specific. Așa cum este cazul amilazei, ea funcționează doar pentru un singur substrat, dar altele pot acționa la nivelul mai multor substraturi. Cu toate acestea, papaina, o proteină globulară formată din 212 resturi de aminoacid, izolată din fructul de papaia, catalizează foarte bine hidroliza diferitelor legături peptidice, fiind utilizată pentru frăgezirea cărnii sau pentru curățarea lentilelor de contact.

Proteinele sunt responsabile și de sinteza **hormonilor**, aceștia fiind mesaje chimice produse de glandele endocrine. Când o glandă endocrină este stimulată, ea eliberează un hormon.

Hormonul este apoi transportat în sânge către celula țintă, unde comunică un mesaj pentru a iniția o reacție specifică sau un proces celular. De exemplu, după ce consumați o masă, nivelul glicemiei crește. Ca răspuns la creșterea glicemiei, pancreasul eliberează insulina. Insulina realizează depozitarea glucozei sau folosirea ei pentru a produce energie sau pentru a construi macromolecule.

O funcție importantă a hormonilor este de a activa sau dezactiva enzimele, astfel încât unele proteine pot chiar să regleze acțiuni ale altor proteine. Deși nu toți hormonii sunt făcuți din proteine, o mare parte dintre ei sunt.

Echilibrul hidro-electrolitic și acido-bazic. Aportul corect de proteine permite menținerea proceselor biologice de bază ale corpului într-un mediu în schimbare. Echilibrul hidric se referă la menținerea distribuției apei în organism. Dacă prea multă apă se deplasează într-un țesut, rezultatele sunt creșterea volumului și, eventual, moartea celulară. Apa se deplasează mereu din zonele cu concentrație ridicată la cele cu concentrație scăzută. Ca urmare, apa se deplasează spre zone care au concentrații mai mari de alte substanțe dizolvate, cum ar fi proteinele și glucoza. Pentru a menține o distribuție uniformă a apei între sânge și celule, proteinele circulă în concentrații mari în sânge. Cea mai abundentă proteină din sânge este **albumina**.

Proteinele sunt de asemenea esențiale pentru menținerea corectă a echilibrului pH-ului, sau echilibrul acido-bazic. Valoarea pH-ului sanguin trebuie menținută între 7,35 și 7,45. Chiar și o ușoară modificare a pH-ului sanguin poate afecta funcțiile organismului.

Organismul are câteva sisteme care mențin pH-ul sanguin în limitele normale pentru a împiedica denaturarea proteinelor (proces care oprește funcționarea proteinelor), care apare la un pH mai acid decât limita normală.

Unul dintre acestea este albumina circulantă. Albumina este ușor acidă și deoarece este încărcată negativ, echilibrează multe molecule încărcate pozitiv, cum ar fi protonii de hidrogen (H^+), calciu, potasiu și magneziu care circulă și în sânge. Albumina acționează ca un tampon împotriva schimbărilor abrupte ale concentrațiilor acestor molecule, echilibrând astfel pH-ul sângelui. Proteina **hemoglobină** participă, de asemenea, la echilibrul acido-bazic prin legarea protonilor de hidrogen.

Albumina și hemoglobina joacă, de asemenea, un rol în transportul molecular. Albumina se leagă chimic de hormoni, acizi grași, unele vitamine și minerale esențiale și de medicamente, pe care le transportă în întregul sistem circulator. Fiecare celulă roșie conține milioane de molecule de hemoglobină care leagă oxigenul preluat de la plămâni și îl transportă la toate țesuturile din corp. Membranele unei celule nu sunt de obicei permeabile pentru moleculele mari, astfel, pentru a obține substanțele nutritive și moleculele necesare, în celulă există multe proteine de transport la nivelul membranei celulare. Câteva din aceste proteine sunt canale care permit moleculelor să se miște în interior și afară din celule. Alte proteine acționează ca taxiuri și necesită energie pentru a funcționa.

Rolul protector. Anterior am discutat despre faptul că fibrele puternice de collagen din piele îi furnizează structura și suportul. Pielea este o rețea densă de fibre de collagen, de asemenea, servește ca o barieră împotriva substanțelor nocive. Imunitatea și funcțiile de apărare ale organismului depind de enzime și anticorpi, care sunt, de asemenea, proteine.

O enzimă numită **lizozim** este secretată în salivă și atacă pereții bacteriilor, determinându-i să se rupă. Anumite proteine circulante în sânge pot fi dirijate pentru a servi ca un cuțit molecular, atacând membranele celulare ale celulelor intruse.

Anticorpii, secretați de celulele albe din sânge, călătoresc în întregului sistem circulator în căutarea unor dăunători precum bacteriile și virușii, pe care îi înconjoară și ulterior îi distrug.

Vindecarea rănilor și regenerarea țesuturilor. Proteinele sunt implicate în toate aspectele legate de vindecarea rănilor, proces care are loc în trei faze: inflamatorie, proliferativă și remodelare. Procesul de vindecare începe cu proteine cum ar fi **bradikinina**, care dilată vasele de sânge la locul de prejudiciat. O proteină suplimentară numită **fibrină** ajută la securizarea trombocitelor care formează un cheag pentru a opri sângerarea. Apoi, în faza proliferativă, celulele repară țesutul rănit prin instalarea de fibre de collagen nou fabricate. Fibrele de collagen ajută la unirea marginilor rănii. În faza de remodelare, se depune mai mult collagen, formându-se o cicatrice. Țesutul cicatricial este aproximativ 80% funcțional spre deosebire de cel normal. Dacă o dietă este insuficientă în proteine, procesul de vindecare a rănilor este marcat încetinit.

În timp ce vindecarea rănilor are loc numai după ce un prejudiciu a fost produs, alt proces, numit **regenerare tisulară** este în curs de desfășurare în organism. Principala diferență între cele două este că în procesul de regenerare, țesutul îmbătrânit sau distrus, nu este înlocuit cu țesut cicatricial, ci cu un țesut nou, complet funcțional.

Unele celule, cum ar fi cele din piele, păr, unghii și cele intestinale, au o viteză foarte mare de regenerare, în timp ce altele, precum celulele musculare, cardiace și nervoase, nu se regenerează aproape deloc.

Regenerarea țesuturilor este crearea de celule noi prin diviziune celulară, care necesită multe proteine diferite, inclusiv enzime care sintetizează ARN și proteine, proteine de transport, hormoni și collagen.

Producerea de energie. Unii dintre aminoacizii din cadrul proteinelor pot fi dezasamblați și utilizați pentru a produce energie. Doar aproximativ 10% din proteinele alimentare sunt utilizate în fiecare zi pentru a produce energie celulară.

Ficatul este capabil să descompună aminoacizii până la scheletul de carbon, care poate fi apoi introdus în ciclul acidului citric. Acest proces este similar cu modul în care glucoza este folosită pentru a produce ATP. Dacă dieta unei persoane nu conține suficienți carbohidrați și grăsimi, organismul lor va folosi mai mulți aminoacizi pentru a produce energie, fapt care compromite sinteza proteinelor noi și distruge proteinele musculare. Alternativ, dacă dieta unei persoane conține mai multă proteine decât are nevoie organismul, aminoacizii suplimentari vor fi transformați în grăsimi.

2.4. Influența proteinelor

asupra organismului

Deși deficiența severă a proteinelor este rară în lumea dezvoltată, aceasta este o prioritate din cauza decesului la copiii din multe țări sărace, subdezvoltate. Sunt două sindroame principale asociate cu deficiența de proteine: Kwashiorkor și marasmul.

Sindromul Kwashiorkor este caracterizat prin umflarea (edemul) picioarelor și abdomenului, modificări ale pielii, întârzierea creșterii, scăderea masei musculare și disfuncția hepatică. Simptomele primare includ și diaree, oboseală și iritabilitate. Pe lângă deficitul sever de proteine, mai apar deficite ale altor micronutrienți, cum ar fi acidul folic, iodul, fierul și vitamina C, care contribuie la manifestările acestui sindrom.

Copiii și adulții cu marasm nu au suficiente proteine în dieta lor și nici nu consumă suficiente calorii.

Aminoacizi implicați în cheia pentru elucidarea bolii Parkinson? Tribul Chamorro din Guam a dezvoltat o incidență foarte ridicată a unui sindrom care este similar cu scleroza amiotrofică laterală, având și elemente ale bolii Parkinson și ale demenței.



Acest sindrom s-a dezvoltat pe parcursul celui de-al Doilea Război Mondial, ca rezultat al deficitului de hrană, când populația tribului consuma cantități mari de semințe de *Cycas circinalis*. Aceste semințe conțin cantități mari de β -metilamino-L-alanină, un aminoacid care se leagă de receptorii glutamatului. Există speranța că, prin studierea mecanismului de acțiune al β -metilamino-L-alaninei se va putea înțelege modul în care se dezvoltă boala Parkinson și scleroza amiotrofică laterală.

β -peptide. O încercare de a îmbunătăți natura? Cercetătorii chimiști studiază β -peptidele, polimeri ai β -aminoacizilor. Aceste peptide au un atom de carbon în plus în scheletul structurii lor, față de peptidele care sunt formate din α -aminoacizi naturali. Prin urmare, fiecare rest de β -aminoacid are câte 2 atomi de carbon de care se pot atașa alte catene laterale. Asemenea α -polipeptidelor, și β -polipeptidele se împachetează în conformații stabile de tipul α -helix și foi pliate β . Acest lucru ridică semne de întrebare cercetătorilor, care încearcă să descopere dacă este posibil ca și acestea să aibă activitate biologică.

A fost reușită sinteza unei β -peptide cu activitate biologică care mimează activitatea hormonului somatostatina. Astfel există speranța că β -polipeptidele vor asigura o sursă nouă de medicamente și catalizatori, ele fiind rezistente la enzimele care catalizează hidroliza legăturilor peptidice din α -polipeptide. Rezistența la hidroliză a medicamentelor pe bază de β -polipeptide înseamnă că acestea vor avea o durată de acțiune mult mai mare în fluxul sangvin.

Banca de date de proteine. Proteinele sunt molecule atât de mari și atât de complexe din punct de vedere structural și atât de numeroase astfel încât programele informatice de vizualizare a moleculelor au devenit un instrument esențial pentru studiul chimiei proceselor biologice.

Probabil cea mai importantă dintre toate bazele de date din biologie și biochimie e Banca de Date de Proteine sau prescurtat PDB (*Protein Data Bank*). PDB-ul reprezintă o sursă internațională de date de cristalografie de raze X și rezonanță magnetică nucleară pentru biomacromolecule. La începutul deceniului erau disponibile peste 60000 de astfel de structuri, iar aproximativ 6000 sunt introduse anual în banca de date.

Pentru a accesa pagina web dedicată PDB trebuie să intrați pe pagina <http://www.rcsb.org/pdb/> și veți avea posibilitatea de a explora această vastă bancă de date dedicată structurilor proteice.



Pentru a învăța cum să utilizați PDB este indicat să utilizați tutorialul disponibil pe pagina web, iar după ce ați făcut acea introducere puteți să începeți să explorați această lume imensă a proteinelor.

3. Lipidele



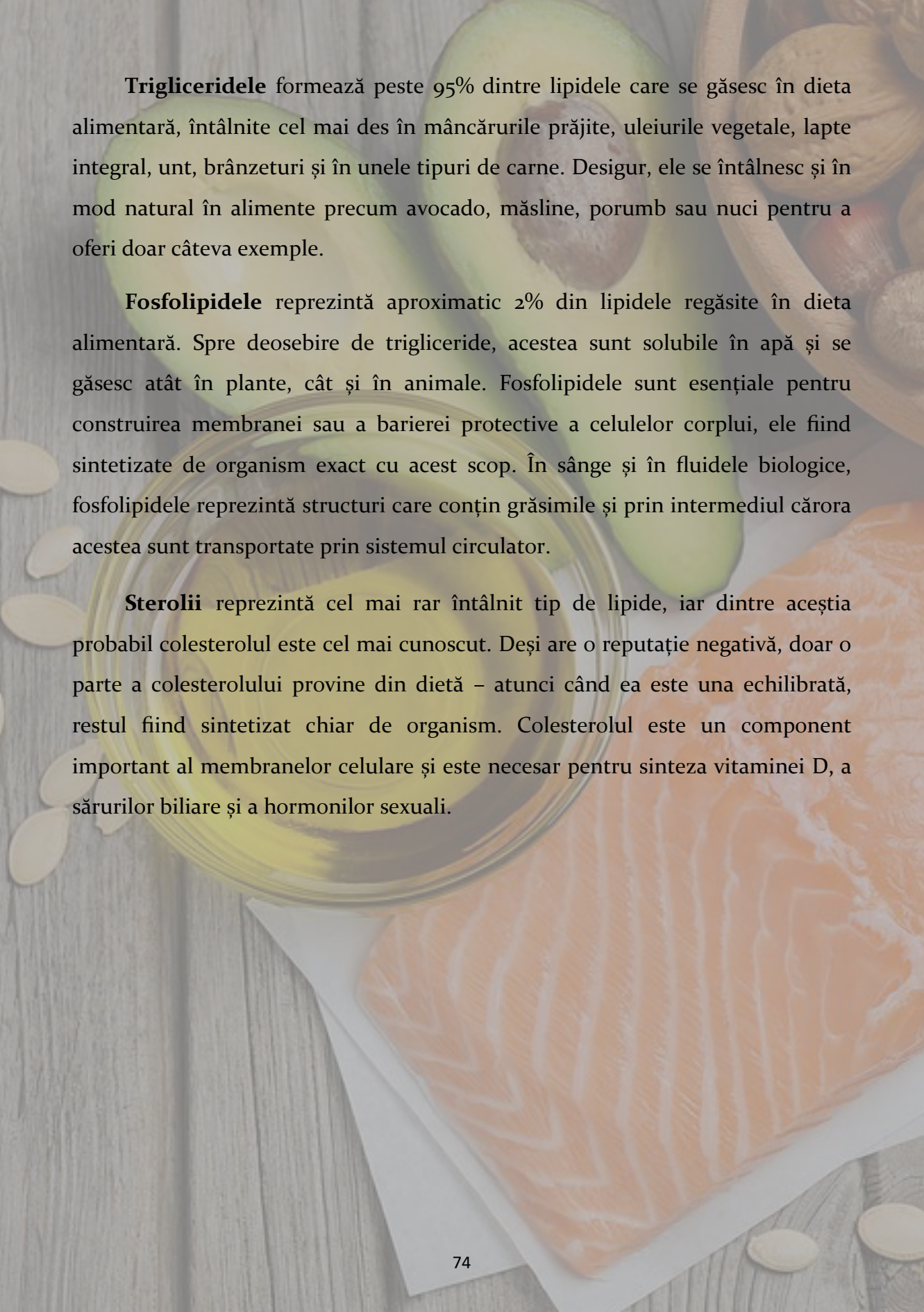
Lipidele sunt compuși chimici organici, majoritatea insolubili în apă, care au în componența lor atomi de carbon, hidrogen și respectiv, oxigen. Cel mai frecvent întâlnite lipide sunt reprezentate de *trigliceride*, probabil cele mai cunoscute, ele reprezentând esterii acizilor grași cu glicerina, alături de *fosfolipide* și *steroli*.

În spațiul public există o preconcepție generală conform căreia grăsimile au singurul rol de a îngrășa. Această abordare este complet eronată, dar deoarece lipidele îmbunătățesc gustul mâncării gătite, există premise unui exces în alimentație, al unora dintre lipide, care reprezintă factori de risc în privința obezității și al altor boli degenerative cu risc crescut de mortalitate pentru oameni.

De-a lungul diferitelor perioade istorice, mai multe populații s-au confruntat cu deficit de hrană. În acele vremuri, capacitatea organismului de a depozita excesul caloric sub formă de grăsimi a avut un rol crucial, deoarece acestea puteau fi apoi transformate la nevoie în energie, iar acele populații au reușit să supraviețuiască.

Lipidele au 3 funcții biologice majore, la nivelul organismului. Ele reprezintă componente structurale ale membranelor celulare, funcționează ca depozite de energie și sunt molecule importante de semnalizare în cadrul mecanismelor chimice și biologice din organism.

Lipidele sunt și precursori pentru sinteza unor hormoni și de asemenea, ajută la transportul și la depozitarea vitaminelor liposolubile în organism. La rândul lor, ele sunt transportate în fluxul sangvin ca particule lipoproteice.



Trigliceridele formează peste 95% dintre lipidele care se găsesc în dieta alimentară, întâlnite cel mai des în mâncărurile prăjite, uleiurile vegetale, lapte integral, unt, brânzeturi și în unele tipuri de carne. Desigur, ele se întâlnesc și în mod natural în alimente precum avocado, măslina, porumb sau nuci pentru a oferi doar câteva exemple.

Fosfolipidele reprezintă aproximativ 2% din lipidele regăsite în dieta alimentară. Spre deosebire de trigliceride, acestea sunt solubile în apă și se găsesc atât în plante, cât și în animale. Fosfolipidele sunt esențiale pentru construirea membranei sau a barierei protective a celulelor corpului, ele fiind sintetizate de organism exact cu acest scop. În sânge și în fluidele biologice, fosfolipidele reprezintă structuri care conțin grăsimile și prin intermediul cărora acestea sunt transportate prin sistemul circulator.

Sterolii reprezintă cel mai rar întâlnit tip de lipide, iar dintre aceștia probabil colesterolul este cel mai cunoscut. Deși are o reputație negativă, doar o parte a colesterolului provine din dietă – atunci când ea este una echilibrată, restul fiind sintetizat chiar de organism. Colesterolul este un component important al membranelor celulare și este necesar pentru sinteza vitaminei D, a sărurilor biliare și a hormonilor sexuali.

3.1. *Ce sunt lipidele?*

trigliceride, fosfolipide, steroli

Lipidele sunt compuși organici unici, având diferite roluri și funcții specifice în interiorul organismului. Una dintre caracteristicile care deosebesc majoritatea moleculelor de lipide de cele ale glucidelor și ale proteinelor este insolubilitatea lor în apă. Există desigur câteva excepții cum sunt acizii grași cu catenă scurtă sau unele lipide complexe care sunt hidrosolubile. Toate lipidele conțin cele 3 tipuri de atomi caracteristici biomoleculelor, dar pe lângă aceștia, o varietate a lipidelor mai poate avea în compoziție atomi de fosfor, azot sau sulf.

În funcție de tipul de lipid din care fac parte (trigliceride, fosfolipide sau steroli), aceste molecule au structuri chimice diferite, iar în consecință, funcții diferite la nivelul organismului și implicit un impact corespunzător asupra lui.

Lipidele simple sunt reprezentate de esterii acizilor grași cu glicerina sau colesterolul, ceruri sau esteri ai vitaminelor A și D. Lipidele complexe sunt esteri ai acizilor grași atât cu grupări funcționale de tip alcool, cât și cu alte grupări funcționale. În această categorie intră fosfolipidele, glicolipidele, sulfolipidele, lipoproteinele și lipopolizaharidele. Derivații lipidelor sunt produși de hidroliză ai lipidelor simple și complexe, cuprinzând acizi grași, mono- și diacilgliceroli, steroli și steroizi. Tot în categoria lipidelor pot fi incluse moleculele de tipul carotenoizilor și vitaminele E și K.

3.1.1. Trigliceride

Trigliceridele sunt lipidele cel mai comune, identificate atât în dieta alimentară, cât și în organism în procente ce depășesc valoarea de 95%. Ele sunt esteri ai glicerinei cu acizi grași, iar cele din alimentație conțin amestecuri variate de acizi grași, atât saturați, cât și nesaturați, cu 16 și 18 atomi de carbon.

Prin convenție, lipidele lichide la temperatura camerei se numesc uleiuri, iar această proprietate e în strânsă legătură cu faptul că ele conțin o proporție mai mică de acizi grași saturați și, prin urmare, una mai mare de acizi nesaturați. Acizii grași nesaturați au de obicei puncte de topire mai scăzute. Trigliceridele de natură animală sunt de obicei solide și sunt cunoscute mai ales în bucătărie sub forma de untură, iar ele conțin o proporție mai ridicată de acizi grași saturați.

Trigliceridele sunt percepute în principal ca și combustibil, oferind energie organismului, iar abia apoi sunt asociate cu lipidele structurale găsite în membranele celulare.

Glicerina este un compus vâscos și siropos, utilizat foarte des în industria alimentară, având în structura lui chimică 3 grupări hidroxil. Pentru a forma aceste trigliceride, molecula glicerinei se leagă de 3 resturi de molecule provenite de la acizii grași. Ei pot să fie identici sau diferiți, astfel că trigliceridele conține diferite amestecuri de acizi grași în componența lor.

Acizii grași sunt acizi carboxilici organici având de obicei o catenă hidrocarbonată relativ lungă, adică un număr destul de mare de atomi de carbon care se leagă ca și catenă laterală de gruparea carboxil. În mod natural, ei sunt sintetizați pornind de la acidul acetic, prin urmare aceștia au un număr par de atomi de carbon în moleculă și sunt neramificați.

În mod normal, alimentele conțin acizi grași al căror lanț de atomi de carbon conține între 4 și 24 de atomi de carbon. Atunci când lanțul de atomi de carbon e mai scurt, punctul de topire al acidului gras devine mai scăzut, iar acesta are o textură mai lichidă.

Acizii grași pot fi saturați, adică ei conțin numărul maxim de atomi de hidrogen în moleculă și, în consecință, nu conțin nicio legătură dublă (figura 18). În contrast, dacă au în structură o legătură dublă sunt acizi grași mononesaturați (figura 19), iar dacă au mai multe duble legături sunt acizi grași polinesaturați (figura 20). Ca exemple, în uleiul de măsline peste 75% dintre grăsimi sunt mononesaturate, în timp ce uleiul de soia conține cantități ridicate de grăsimi polinesaturate. Atât grăsimile mononesaturate, cât și cele polinesaturate sunt nutrienți esențiali, care trebuie să se găsească într-o dietă sănătoasă, fiind implicate în dezvoltarea normală a celulelor și contribuie la menținerea pielii în stare corespunzătoare.



Figura 18. Structura moleculară a unui acid gras saturat

Acizii grași cu catenă mai scurtă (maxim 8 atomi de carbon) au, spre deosebire de majoritatea, o solubilitate mai crescută în apă. Cu excepția grăsimilor din lapte, aceștia nu se găsesc, în mod normal, esterificați sub formă de trigliceride. Prin urmare ei se găsesc în produse alimentare derivate din laptele rumegătoarelor. Aceștia mai sunt produși și în urma fermentării, în colon, a glucidelor nedigerate, dar cu toate acestea nu intră în componența depozitelor de grăsime din organism.

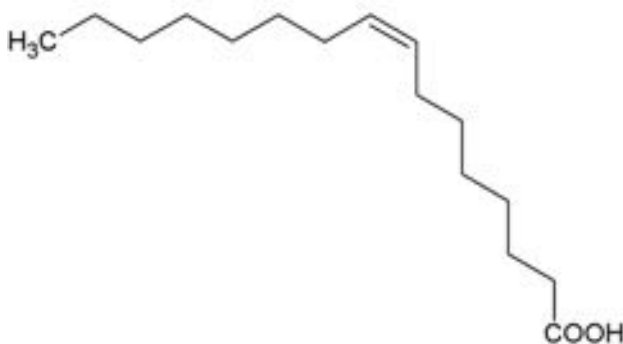


Figura 19. Structura moleculară a unui acid gras *cis*-mononesaturat

Acizii grași cu catenă medie (între 8 și 14 atomi de carbon) apar ca intermediari în sinteza acizilor grași cu catenă lungă sau atunci când se consumă ulei de nucă de cocos sau trigliceride care provin de la acizi grași din uleiul de cocos. Asemenea acizilor cu catenă scurtă, cei cu catenă medie se găsesc și în lapte, dar sunt rareori esterificați în grăsimi corporale.

Acizii grași cu catenă lungă (conțin peste 14 atomi de carbon) sunt constituenții principali ai grăsimilor consumate în dietele alimentare. Cei mai comuni acizi grași saturați, din organism, sunt acidul palmitic și acidul stearic. Ei sunt disponibili corpului din 3 surse: fie direct din alimentație, fie prin sinteză din acetil-coenzima A, fie prin reacții de mărire a catenei ai unor acizi grași cu mai puțini atomi de carbon în moleculă.

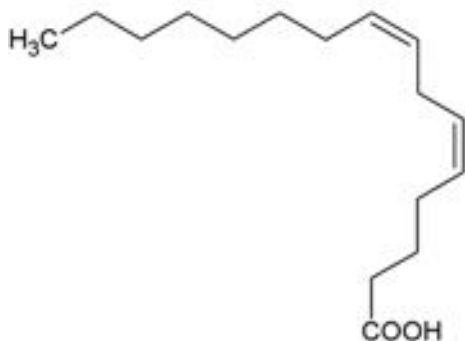


Figura 20. Structura moleculară a unui acid gras *cis*-polinesaturat

Prin urmare, acidul palmitic provenit din alimentație sau chiar sintetizat în corp, poate teoretic să fie supus unor reacții chimice de mărire de catenă, prin care să fie transformat în acid stearic, arahidic sau behenic. În realitate, se pare că foarte puțin din acidul stearic din organism pare să provină în urma unei astfel de reacții chimice. În mod normal, în corpul uman, acizi grași saturați cu peste 24 de atomi de carbon există doar ca urmare a unor dereglări genetice privind oxidarea acizilor grași.

Acidul palmitic și cel stearic sunt constituenți esențiali ai membranelor celulare. Membranele celulelor din creier conțin acizi grași cu 20-24 atomi de carbon, care sunt cel mai frecvent sintetizați direct de creier, fără a avea acces la acesta din circulația sanguină.

Conținutul normal de acizi grași cu catenă lungă din membranele celulare poate fi susținut, cel mai probabil, fără o sursă alimentară directă a acestora. Comparativ cu alte clase de acizi grași, în special cu cei mono- și polinesaturați, excesul de acizi grași saturați, atât de proveniență alimentară, cât și obținuți prin sinteză este asociat cu un risc crescut de boli cardiovasculare.

Odată cu introducerea dublei legături între 2 atomi de carbon din molecula acizilor grași nesaturați, pot fi distinse 2 structuri diferite ale aceluiași acid gras. Atunci când cei 2 atomi de hidrogen ai carbonilor implicați în dubla legătură se află de aceeași parte a lanțului hidrocarbonat spunem că este un acid gras în configurația *cis*. Deoarece acești atomi de hidrogen se află de aceeași parte, lanțul de atomi de carbon are o structură „îndoită”. Acizii grași nesaturați care se găsesc în natură, au de regula configurația *cis* (figura 20, 21).

Într-un acid gras în configurație *trans* acei atomi de hidrogen se găsesc în poziții opuse, în raport cu lanțul atomilor de carbon (figura 21). Majoritatea acestora nu au fost identificați în natură, ei fiind rezultatul unui proces de hidrogenare, care presupune adăugarea, prin procese chimice, a unor atomi de hidrogen la acizi grași polinesaturați, devenind astfel acizi grași mai puțin nesaturați. În acest caz se vorbește despre o hidrogenare parțială. Dacă hidrogenarea este totală, atunci la finalul procesului se obține un acid gras saturat.



Figura 21. Structura moleculară a unui acid gras *trans*-mononesaturat

Acizii grași de tip trans au fost asociați cu bolile cardiovasculare coronariene din cauza modului în care afectează negativ nivelul de colesterol din sânge. Totuși este interesant faptul că unii acizi grași neasturați cu configurație trans, care se găsesc în mod natural, nu au aceleași implicații negative asupra sănătății precum cei obținuți prin metode sintetice deoarece aceste efecte sunt contracarate de alte molecule de lipide, din aceeași sursă, care promovează sănătatea omului. Aceste grăsimi au fost identificate în animale ruminante, precum vaca, oaia sau capra ceea ce implică prezența acestor grăsimi în carnea, laptele și produsele lactate care provin de la aceste animale.

Cei mai comuni acizi grași cis-mononesaturați identificați în dietele alimentare și în organism sunt acidul oleic și acidul palmitoleic, acesta din urmă fiind predominant în depozitele de grăsimi ale corpului și în lipidele membranelor celulare. Asemenea acidului stearic, acidul oleic din organism are proveniență alimentară, deși oamenii au capacitatea de a dehidrogena acidul stearic la acid oleic. Pe de altă parte, doar plantele au capacitatea de a dehidrogena acidul oleic la acid linoleic și mai departe la acid α -linolenic. Acizii linoleic și respectiv, α -linolenic sunt acizii grași polinesaturați predominanți în organism, reprezentând 12-15% din țesutul adipos.

Acizii grași sunt vitali pentru funcționarea normală și sănătoasă a organismului, fie că e vorba de sistemul circulator, respirator și cel de imunitate, de creier sau alte organe interne, toate au nevoie de acizi grași pentru a funcționa corespunzător.

Organismul e capabil să sintetizeze o mare parte a acizilor grași de care are nevoie, din alimentele care sunt ingerate. Aceștia sunt acizi grași neesențiali. Totuși, există și câțiva acizi grași care nu pot fi sintetizați, iar aceștia poartă denumirea de acizi grași esențiali. Este foarte important de remarcat că, exact ca în cazul aminoacizilor, faptul că sunt denumiți neesențiali nu reflectă faptul că sunt mai puțin importanți, ci clasificarea este realizată dar pe baza abilității organismului de a-i sintetiza.

Acizii grași esențiali trebuie introduși în organism prin intermediul alimentelor care fac parte din dietă. Ei se împart în 2 categorii: acizii grași omega-3 și omega-6. Cifrele 3 și respectiv 6 se referă la poziția în care se găsește prima dublă legătură, raportată la capătul omega al catenei, adică la capătul cu gruparea metil. Acizii grași omega-3 și omega-6 sunt precursori ai eicosanoizilor. Aceștia sunt hormoni puternici care controlează activitatea altor hormoni, dar și a unor funcții importante.

Eicosanoizii derivați din acizii omega-3 au efecte pozitive asupra sănătății inimii. Cei derivați din acizii omega-6 sunt implicați în reglarea tensiunii arteriale, a răspunsului sistemului imunitar și a inflamațiilor. Datorită efectelor diferite pe care se promovează, e important un echilibru alimentar în ce privește acizii grași omega-3 și omega-6.

Acidul docosahexaenoic este un acid gras omega-3 esențial care joacă un rol important în transmiterea semnalelor electrice la nivelul sinapselor din creier, pe parcursul dezvoltării fătului.

Surse excelente de acizi grași omega-3 și omega-6 sunt peștii, uleiul de in și de cânepă, nucile și legumele cu frunze. Deoarece acești acizi esențiali sunt accesibili destul de ușor, deficiența lor în organism este extrem de rară.

3.1.2. Fosfolipide

Fosfolipidele sunt molecule organice care conțin o grupare polară, hidrofilă și respectiv 2 grupări acil nepolare, hidrofobe. Prin urmare, ele pot fi privite ca lipide amfifile, iar această proprietate le determină să fie componente vitale ale membranelor celulare. Ca structură, fosfolipidele sunt digliceride, având doar 2 acizi grași legați de molecula de glicerină, în timp ce ultima grupare hidroxil a glicerinei are grefată o grupare fosfat, care la rândul ei este cuplată cu molecule care conțin azot, de obicei aminoacizi.

Lecitina sau fosfatidilcolina (figura 22) este cel mai abundent fosfolipid găsit în țesuturile de origine animală, în timp ce fosfatidilglicerolii au fost identificați în plante. Lecitina este prezentă în toate celulele organismului. Creierul este format în proporție de 28% din lecitină, iar lipidele din ficat sunt formate din lecitină în proporție de peste 65%.

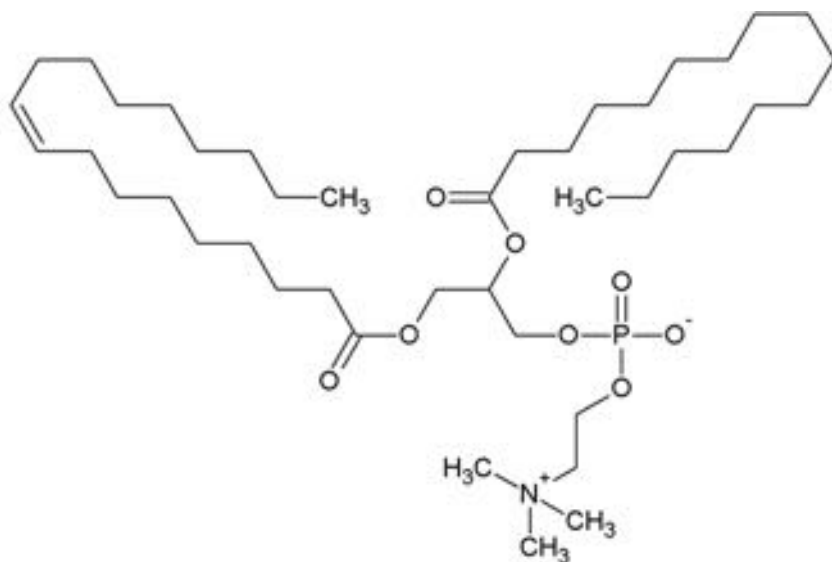


Figura 22. Structura moleculară a fosfolipidului lecitină

Fosfolipidele sunt foarte buni emulsifianți, iar absența lor din alimente ar determina separarea grăsimilor de apă prin urmare ele asigură un aspect mai apetisant al mâncării.

3.1.3. Steroli

Sterolii au structuri moleculare foarte diferite de cele ale trigliceridelor sau ale fosfolipidelor. Ei nu conțin acizi grași, ci formează unele structuri policiclice. Grăsimile animale și uleiurile de pește conțin și colesterol, în timp ce uleiurile din plante conțin alte tipuri de lipide numite fitosteroli.

Cel mai semnificativ sterol identificat în nutriția umană este *colesterolul* (figura 23). Acesta are mai multe roluri în organism: este un component vital al membranelor celulare, este precursor pentru sinteza sărurilor biliare utilizate la digestia lipidelor și este, de asemenea, precursor în sinteza hormonilor steroizieni.

Asemenea fosfolipidelor, și colesterolul este prezent în toate celulele organismului, fiind o substanță importantă care intră în structura membranelor celulare. Aproximativ 25% din colesterolul din corp se găsește în creier.

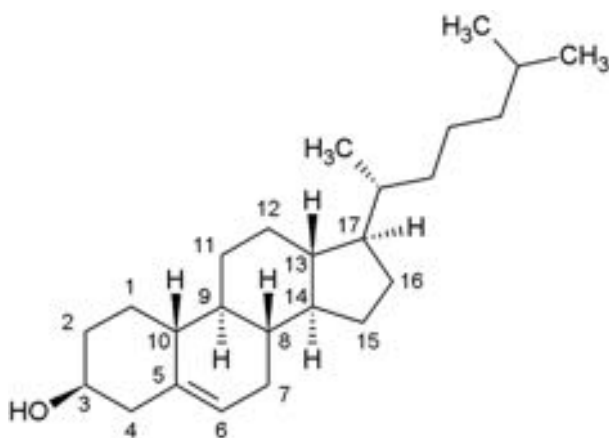


Figura 23. Structura moleculară a colesterolului

Colesterolul mai e utilizat de organism și pentru sinteza vitaminei D, dar și a hormonilor sexuali – progesteronul și testosteronul. El se găsește doar în lipidele de origine animală, în timp ce o varietate de *fitosteroli* se găsesc în diferite plante.

3.1.4. Lipidele ca resursă nutrițională

De regulă, frunzele și fructele plantelor conțin fosfolipide și steroli, în timp ce semințele conțin trigliceride. Cu câteva excepții, frunzele verzi comestibile sunt mult mai bogate în acid α -linolenic decât sunt semințele, iar uleiurile din semințe sunt de obicei bogate în acid oleic sau linoleic. Alimentele care conțin esterii ai fitosterolilor se utilizează pentru a reduce concentrația colesterolului din sânge prin inhibarea absorbției acestuia la nivel intestinal. Soia, legumele cu frunze și carnea ușoară sunt bogate în fosfolipide, în timp ce grăsimile animale și uleiurile provenite din semințe sau nuci conțin trigliceride.

Fosfolipidele și colesterolul sunt lipidele majoritare în țesuturile și organele animalelor sălbatice. La animalele domestice trigliceridele sunt regăsite în țesutul adipos subcutanat sau cel intramuscular. Acest lucru se întâmplă din cauză că animalele domestice fac un minim de efort fizic și primesc cantități de hrană mai mari decât nevoia lor energetică. Lipidele animale sunt o sursă bună de acid arahidonic, alături de cele din peștii marini de origine tropicală.

Lipoproteinele sunt principala formă de lipide care se găsește în sânge. Asemenea acestora, lipidele din lapte sunt formațiuni globulare, alcătuite dintr-un miez format din trigliceride înconjurat de o membrană formată din proteine, colesterol și fosfolipide.

Fosfolipidele și colesterolul sunt principalele lipide conținute de peștii proveniți din afara crescătoriilor, ei având cantități mici de lipide depozitate sub forma trigliceridelor. Peștii marini care cresc în apă rece sunt surse excelente de acizi grași polinesaturați omega-3 și omega-6.

Hidrogenarea parțială este un proces chimic utilizat frecvent pentru obținerea unor acizi grași trans, adăugați apoi ca ingrediente în alimentele procesate.

3.2. Digestia și absorbția lipidelor

cum reușește organismul uman să descompună grăsimea

Lipidele sunt molecule mari și, în general, nu sunt solubile în apă. Ca și glucidele și proteinele, lipidele sunt transformate în componente mai mici pentru a se realiza absorbția. Deoarece majoritatea enzimelor noastre digestive sunt hidrosolubile, cum reușește organismul uman să descompună grăsimea și să o pună la dispoziție pentru diferitele funcții pe care trebuie să le îndeplinească?

Lipidele prezintă particularități în ceea ce privește digestia și absorbția, care sunt o adevărată provocare, datorită faptului că au dimensiuni mari și nu se amestecă bine cu apa, principala componentă a sângelui. Aceste aspecte presupun ca transportul acestor nutrienți să fie realizat cu ajutorul unor proteine transportoare.

Primul pas în digestia lipidelor începe în cavitatea bucală, unde acestea întâlnesc saliva. Apoi, acțiunea fizică a mestecării cuplată cu acțiunea emulsificatorilor, permite enzimelor digestive să-și îndeplinească sarcinile. Enzima lipaza linguală, împreună cu o cantitate mică de fosfolipid ca emulsificator, inițiază procesul de digestie. Aceste acțiuni determină transformarea grăsimilor în forme mai accesibile pentru enzimele digestive. Ca urmare, grăsimile devin picături mici și se separă de componentele apoase.

În stomac, lipaza gastrică începe să descompună trigliceridele, digliceridele, până le transformă în acizii grași, cu eliberarea glicerinei din esterul său. În termen de două până la patru ore după o masă, aproximativ 30% din trigliceridele sunt transformate în digliceride și acizi grași.

În continuare, mișcările stomacului ajută la dispersarea moleculelor de grăsime, în timp ce digliceridele derivate din acest procedeu acționează ca emulgatori suplimentari. Cu toate acestea, o cantitate mică de lipide sunt digerate la nivelul stomacului.

Când conținutul din stomac intră în intestinul subțire, sistemul digestiv întâmpină un mic obstacol, și anume, să combine grăsimile separate, cu propriile lor fluide. Soluția la acest obstacol este bila, un suc digestiv format la nivel hepatic și eliberat la nivelul primei părți a intestinului subțire. Bila conține săruri biliare, lecitină și substanțe derivate din colesterol, astfel încât acționează ca un emulgator. Aceasta atrage și se leagă de grăsimi, în timp ce este atrasă simultan și de apă.

Emulsifierea mărește suprafața lipidelor de peste o mie de ori, acestea fiind astfel mai accesibile enzimelor digestive. Odată ce conținutul provenit din stomac a fost emulsionat, enzimele de rupere ale grăsimilor lucrează asupra trigliceridelor și a digliceridelor pentru a elibera acizii grași din cadrul esterului acizilor cu glicerina. Lipaza pancreatică, intră și ea în intestinul subțire, aceasta având rolul de a descompune grăsimile în acizi grași liberi și monogliceride.

Totuși, un alt obstacol se ivește în cale. Cum vor trece grăsimile prin stratul apos de mucus care acoperă căptușeala absorbantă a tractului digestiv? Ca și înainte, răspunsul este bila. Sărurile biliare învelesc acizii grași și monogliceridele pentru a forma miceliile. Miceliile au un nucleu compus din acizi grași și un exterior solubil în apă. Acest lucru permite un transport eficient la nivelul microvililor intestinali. Aici, componentele de grase sunt eliberate și diseminate în celulele mucoasei tractului digestiv.

La fel cum lipidele necesită o manipulare specială în tractul digestiv pentru a se deplasa printr-un mediu bazat pe apă, la fel necesită manipulare similară pentru a călători prin sânge.

În interiorul celulelor intestinale, monogliceridele și acizii grași se reasamblează în trigliceridele. Acestea, alături de colesterol și fosfolipide formează lipoproteinele atunci când sunt legați de proteine. Lipoproteinele au un interior format în principal din trigliceridele și esteri de colesterol. Plicul exterior este realizat de fosfolipide intercalate cu proteine și colesterol. Împreună formează un chilomicron, care este o lipoproteină mare care intră în sistemul limfatic și de aici în circulația sangvină. Chilomicronii transportă în mod perfect grăsimile alimentare printr-un mediu bazat pe apă, la anumite destinații, cum ar fi ficatul și alte țesuturi ale corpului.

Colesterolul este slab absorbit în comparație cu fosfolipidele și trigliceridele. Absorbția colesterolului este ajutată de creșterea cantității de grăsimi alimentare componente și este împiedicată de un conținut ridicat de fibre. Acesta este motivul pentru care aportul de fibre este recomandat pentru a scădea colesterolul din sânge. Alimente bogate în fibre cum ar fi fructele proaspete, legumele și ovăzul pot lega sărurile biliare și colesterolul, prevenind absorbția acestuia.

Dacă grăsimile nu sunt absorbite în mod corespunzător, așa cum se observă în anumite condiții medicale, scaunul va conține cantități mari de grăsime. Dacă persistă această malabsorbție de grăsimi, starea este cunoscută sub numele de steatoree.

Transportul grăsimilor. Pentru a înțelege cum circulă grăsimile în organismul uman, trebuie să cunoaștem cele două fluide esențiale care circulă prin corp: sângele și limfa. Sângele conține apă, celule roșii, albe și alți constiuenți, incluzând oxigen și nutrienți. Sângele circulă la organe și țesuturi prin artere și se întoarce prin vene, circulând la nivelul țesuturilor prin capilare. Unele componente sunt filtrate afară din capilare, formând lichidul interstițial. O parte din acest lichid nu ajunge înapoi în circulația sangvină, și contribuie la formarea limfei.

Limfa conține celule albe, proteine, grăsimi și alte elemente și circulă printr-o rețea diferită, sistemul limfatic.

Chilomicronii formați în celulele intestinale sunt descărcați încet în vasele limfatice, iar după o perioadă de 3-6 ore ajung și în sânge. De aici, drumul lor poate ajunge la orice țesut. Porțiunea de trigliceride a chilomicronului se poate depozita la nivelul țesutului adipos sau muscular. La nivel hepatic, porțiunea de trigliceride este scindată și devine o rezervă de acizi grași, din care ficatul poate sintetiza noi lipoproteine. (figura 24)

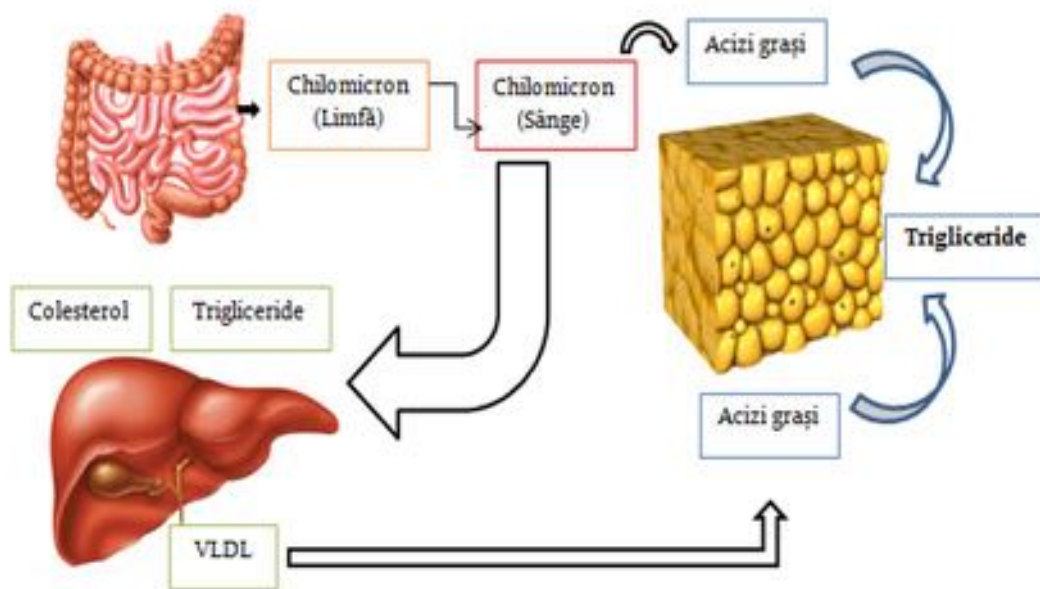


Figura 24. Modelarea procesului de transport al lipidelor

3.3. Rolul lipidelor în organism

lipidele sunt metabolizate pentru a produce energie

Depozitarea de energie. Excesul de energie provenită de la alimentele ingerate în dieta nutrițională și apoi digerate se depozitează sub formă de țesut adipos. Cea mai mare parte a energiei de care are nevoie organismul este asigurată de glucide și de lipide. În timp ce glicogenul asigură energie în timp foarte scurt, prin eliberarea rapidă a glucozei în sânge, lipidele sunt rezervele de energie ale organismului. Țesutul adipos este strâns împachetat, fără conținut de apă, putând astfel depozita cantități mai mari de energie în spațiu mai redus, spre deosebire de glicogen. Dacă vă amintiți, 1 gram de lipide oferă mai mult de dublul valorii energetice generate de 1 gram de glucid.

Spre deosebire de celelalte celule care pot să depoziteze cantități limitate de lipide, celulele speciale ale țesutului adipos sunt specializate exact pentru depozitare și se pot expanda foarte mult în dimensiune. Depozite mult prea mari de țesut adipos sunt dăunătoare sănătății, provocând un stres major organismului. Un impact foarte serios al acumulării excesive de lipide îl reprezintă colesterolul, care se depune pe pereții arterelor, îngrosându-i și conducând astfel la boli cardiovasculare.

Reglare și semnalizare. Trigliceridele controlează climatul intern al organismului, fiind implicate în procesul de menținere a temperaturii corporale. Oamenii care nu au suficientă grăsime în organism au tendința de a resimți frigul mai ușor și de a simți mai repede o stare de oboseală. Trigliceridele sprijină organismul și în procesul de sinteză de unor hormoni, dar și reglează funcțiile acestora.

Un astfel de caz este cel al leptinei, un hormon secretat de țesutul adipos, care e implicată în reglarea apetitului.

Acizii grași omega-3 și omega-6 ajută la reglarea concentrației de colesterol, controlează procesul de încheagare a sângelui și procesele inflamatoare de la nivelul articulațiilor, țesuturilor și a sistemului circulator. Lipidele dețin funcții importante privind memoria, susținerea transmisiei impulsurilor nervoase sau buna funcționare a țesuturilor structurale. La nivelul creierului, lipidele sunt esențiale atât din perspectivă structurală, cât și funcțională, ele ajutând la formarea membranelor celulelor nervoase, la izolarea neuronilor și la facilitarea transmiterii impulsurilor electrice la nivelul sinapselor.



Izolare și protejare. Până la 30% din masa organismului este formată din țesut adipos. O parte din acest țesut este format din grăsime viscerală, care înconjoară organele delicate. Inima, rinichii sau ficatul, toate sunt protejate de țesut adipos visceral. Compoziția creierului este formată din lipide în proporție de aproximativ 60%. Dar cu siguranță, fiecare e mai familiarizat cu țesutul adipos subcutanat, care funcționează ca o pătură care protejează organismul de temperaturi extreme și sprijină la menținerea unei temperaturi constante.

Sprijinirea procesului de digestie. Lipidele care sunt digerate în urma alimentelor consumate, urmează procesul de transportare a unor micronutrienți. Prin transportarea acestor nutrienți liposolubili, absorbția lor la nivel intestinal e îmbunătățită, iar acest lucru se traduce prin creșterea biodisponibilității micronutrienților respectivi. În această categorie intră în primul rând vitaminele liposolubile A, D, E și K. Lipidele măresc și biodisponibilitatea unor alți compuși care se găsesc în plante, numiți fitochimicale. Ca exemple licopenul din roșii sau β -carotenul din morcovi.

3.4. *Metabolismul lipidelor*

lipidele sunt metabolizate pentru a produce energie

Odată digerate, absorbite și plecate în circulație, lipidele sunt stocate în mare parte sub formă de trigliceride. Principalul loc de stocare este țesutul adipos, ficatul, mușchiul și o cantitate mică rămâne în sânge.

Lipidele sunt metabolizate pentru a produce energie prin fosforilare oxidativă, adică prin sistemul energetic aerob. Pentru a putea fi metabolizate, acestea trebuie luate din țesuturile unde sunt stocate, transportate la celule și apoi la nivelul mitocondriei, unde are loc oxidarea. Lipidele sunt o sursă excelentă de stocare a energiei, și furnizează o cantitate mare de ATP, însă au dezavantajul unui proces complex și lent.

Procesul de stocare a trigliceridelor, numit esterificare, este realizat cu ajutorul enzimei lipoprotein lipaza. Când aceasta este activă, are loc extragerea trigliceridelor din lipoproteinele circulante, rezultând eliberarea de acizi grași care sunt preluați de adipocite și convertiți la loc în trigliceride la nivelul țesutului adipos. Mușchiul poate de asemenea stoca trigliceride. Activitatea acestor enzime este stimulată în principal de insulină.

Importanța stocării lipidelor rezultă din faptul că în comparație cu glucidele și cu proteinele, conține mai mult decât dublul numărului de calorii per unitate, 9 kcal/g comparativ cu 4 kcal/g, fiind o formă densă de stocare a energiei care poate suplini necesarul de energie o perioadă mai îndelungată.

Mobilizarea trigliceridelor din țesutul adipos poartă numele de lipoliză. Astfel rezultă glicerol și acizi grași, care circulă prin sânge. Glicerolul circulat dacă este preluat de ficat, poate fi transformat în glucoză prin procesul de gluconeogeneză. Acizii grași liberi sunt preluați de alte țesuturi și metabolizați.

3.5. *Influența lipidelor*

asupra organismului

Infarctul miocardic și ateroscleroza sunt condiții adesea asociate nivelului de colesterol, care prin acumulare determină îngroșarea pereților arterelor. HDL și LDL colesterolul sunt direct legate de aceste afecțiuni care pun în pericol viața.

Compoziția LDL/HDL: LDL este format din aproximativ 25% proteine și 75% colesterol și alte grăsimi. LDL este mai mare (dar mai ușor) și mai bogat în colesterol decât HDL. HDL este format din 50% proteine și 50% colesterol și alte grăsimi. HDL este mai mic, mai dens și mai bogat în proteine.

Funcția LDL/HDL: LDL transportă colesterolul în celule pentru a fi utilizat, dar acesta poate de asemenea depune colesterolul în pereții vaselor de sânge, fapt care poate duce la apariția unor boli. HDL se ocupă de excesul de colesterol din celule, țesuturi și vase de sânge, exces pe care îl transportă înapoi la ficat, unde acesta este fie reutilizat, fie excretat.

LDL/HDL și inflamația: LDL transportă lipide care sunt proinflamatorii și pot contribui la boala cardiacă, în schimb, HDL transportă lipide care sunt antiinflamatoare și pot reduce apariția bolii de inimă.

LDL oxidat: LDL devine mai periculos atunci când este prezent în forma oxidată. Oxidarea este definită ca pierderea de electroni între două substanțe, printr-o reacție chimică. LDL-ul oxidat poate accelera procesul de formare a placilor de aterom de la nivelul arterelor. Se crede că accelerarea depunerii colesterolului în pereții arteriali, induce un efect inflamator cronic în întreaga rețea vasculară. Această activitate promovează ateroscleroza și crește semnificativ riscul pentru atacul de cord sau accidentul vascular cerebral.

Avertismente LDL/HDL: valorile ridicate ale LDL avertizează asupra creșterii riscurilor pentru sănătatea cordului, în timp ce valorile HDL ridicate indică un risc redus pentru bolile de inimă.

Recomandări privind nivelul colesterolului din sânge: pentru colesterolul total din sânge, la o persoană sănătoasă, nivelul optim care trebuie menținut este sub 200 mg/dL. Mai exact, atunci când privim un profil lipidic individual, un nivel scăzut de LDL și o cantitate mare de HDL, demonstrează prevenția acumulării excesive de colesterol în artere.

Un nivel al LDL mai mic de 100 mg/dL este ideal în timp ce un nivel al LDL de peste 160 mg/dL este considerat ridicat. Dimpotrivă, o valoare scăzută a HDL este un semnul indicator că o persoană prezintă riscuri majore pentru boala cardiovasculară. Valori mai mici de 40 mg/dL pentru bărbați și 50 mg/dL pentru femei, marchează un factor de risc pentru dezvoltarea bolilor de inimă.

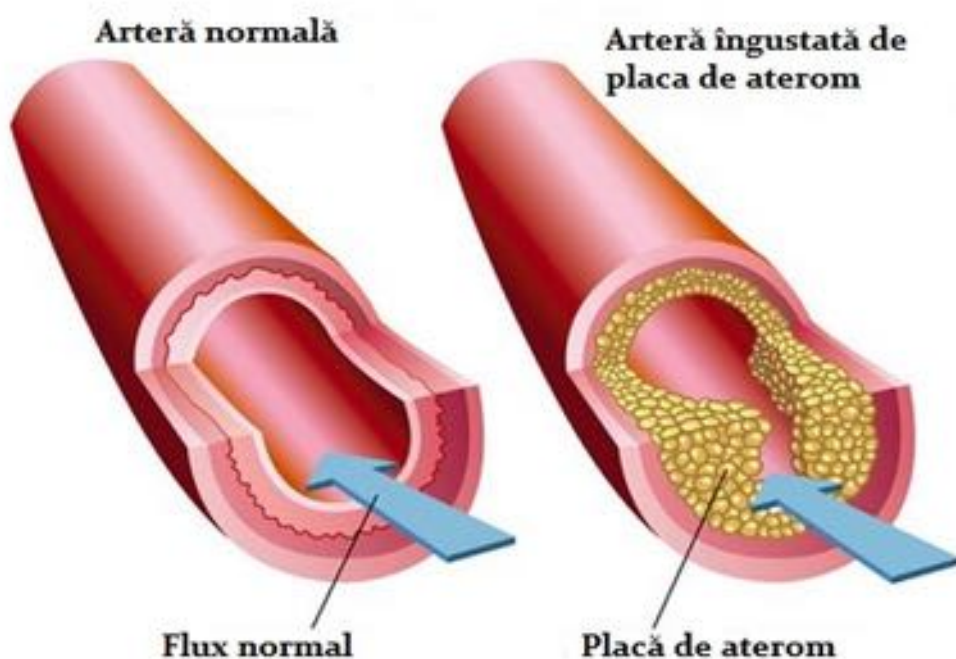


Figura 25. Depunerea lipidelor la nivelul arterelor

Procesul aterosclerotic începe încă din copilărie și adolescență, cu depuneri minime de lipide, de consistență moale, care cu timpul cresc în dimensiuni, își schimbă consistența devenind dure și se transformă în plăci de aterom. Acestea au ca urmare îngustarea lumenului vasului afectat și ulterior chiar obstrucția fluxului sangvin (figura 25).

Colesterolul alimentar nu afectează nivelul colesterolului din sânge la fel de mult cum unii cred. Principalele cauze ale valorilor nefavorabile ale colesterolului din sânge provin dintr-un consum crescut de grăsimi saturate și grăsimi trans. Un consum crescut de lipide este asociat cu boli cardiace, obezitate, boli cardiovasculare și alte probleme de sănătate.

Efectuarea alegerilor dietetice care limitează aportul de grăsimi saturate și trans la nivelurile recomandate, și înlocuirea lor cu grăsimi mononesaturate și polinesaturate, creșterea activității fizice și încetarea fumatului, pot reduce riscul de apariție a bolilor de inimă și a altor afecțiuni.

Foarte frecvent se discută despre legătura dintre grăsimile saturate, colesterol și bolile cardiovasculare. O dietă bogată în grăsimi animale saturate poate să ducă la un nivel crescut al colesterolului în sânge, în special în cazul persoanelor sedentare și supraponderale. Cu toate acestea, cel mai bun indicu asupra riscului de boli ale inimii este oferit de nivelul lipoproteinelor din sânge.



Este posibil să fi auzit de abrevierile LDL și HDL în ceea ce privește sănătatea inimii. Aceste abrevieri se referă la lipoproteinele cu densitate mică (LDL), respectiv lipoproteinele cu densitate mare (HDL). Lipoproteinele se diferențiază prin dimensiune, densitate și compoziție. Pe măsură ce mărimea lipoproteinei crește, densitatea scade.

Amintiți-vă faptul că chilomicronii sunt transportorii lipide lor în mediul apos al organismului. După aproximativ 10 ore de circulație prin tot corpul, chilomicronii eliberează treptat triacilglicerolii până la când compoziția lor este formată doar din reziduuri bogate în colesterol. Aceste rămășițe sunt folosite ca materie primă de către ficat, pentru a forma lipoproteine specifice.

VLDL. Lipoproteinele cu densitate mică se obțin, la nivelul ficatului, din resturi de chilomicroni și au rol de a transporta triacilglicerolii din ficat la diferite țesuturi din organism.

IDL. Lipoproteinele cu densitate intermediară transportă o varietate de grăsimi și colesterolul în sânge. În timp ce călătorește în sânge, obține colesterol de la alte lipoproteine. Când IDL revine la ficat, acestea este transformat în lipoproteină cu densitate scăzută.

LDL. Deoarece lipoproteinele cu densitate scăzută sunt cunoscute ca "colesterolul rău", este imperativ să înțelegem funcția lui în organism. LDL transportă colesterol și alte lipide de la ficat la țesuturi în întreg organismul. LDL este compus din cantități foarte mici de trigliceride și găzduiește peste 50% din colesterol și esterii colesterolului. Când LDL livrează colesterol celulelor, acestea prezintă pe suprafața lor un receptor special conceput pentru a se lega cu LDL, care îi permite să pătrundă în interiorul celulei. În celulele hepatice aceste sisteme de receptori ajută la controlul colesterolului din sânge, o deficiență a acestor legări ale LDL vor lăsa o cantitate mare de colesterol în fluxul sangvin, care poate duce la boli de inimă sau ateroscleroză.

HDL. Lipoproteinele cu densitate mare sunt responsabile de transportul colesterolului din fluxul sanguin în ficat unde fie este reutilizat, fie este eliminat din corp prin bilă. HDL are un conținut mare de proteine și unul redus de colesterol (20 până la 30%), comparativ cu celelalte lipoproteine. Prin urmare, aceste lipoproteinele cu densități înalte sunt denumite în mod obișnuit "colesterol bun".

Bibliografie

1. S. S. Gropper, J. L. Smith, *Advanced Nutrition and Human Metabolism* (6th ed.), Wadsworth, Cengage Learning, 2013, Belmont, California, SUA, ISBN: 978-1-133-10405-6
2. M. J. Gibney, S. A. Lanham-New, A. Cassidy, H. H. Vorster, *Introduction to Human Nutrition* (2nd ed.), Wiley-Blackwell, 2009, Chichester, Marea Britanie, ISBN: 978-1-4051-6807-6
3. H.-D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle, *Food Chemistry* (4th ed.), Springer-Verlag, 2009, Berlin, Germania, ISBN: 978-3-540-69933-0
4. P. Albu, *Știința în viața de zi cu zi - Seria Chimie* (ed. a 2-a), Gutenberg Univers, 2015, Arad, România ISBN: 978-606-675-088-2
5. D. Dunford, J. A. Doyle, *Nutrition for sport and exercise*, Thomson Wadsworth, 2008, Belmont, SUA, ISBN; 978-0-495-01483-6
6. B.I. Campbell, *Sports nutrition*, CRC Press, 2014, Boca Raton, SUA, ISBN: 978-1-4665-1359-4
7. B. H. Chong *et al.*, *Heparin induced thrombocytopenia: studies with a new low molecular weight heparinoid*, *Org 10172*, *Blood* 1989, 73, 1592-1596
8. M. Levine *et al.*, *A comparison of low-molecular-weight heparin administered primarily at home with unfractionated heparin administered in the hospital for proximal deep-vein thrombosis*, *N Engl J Med* 1996, 334, 677-681
9. M. M. Koopman *et al.*, *Treatment of venous thrombosis with intravenous unfractionated heparin administered in the hospital as compared with subcutaneous low-molecular weight heparin administered at home*, *N Engl J Med* 1996, 334, 682-687



Dr. chim. **Paul ALBU** s-a născut în Arad, unde a și efectuat studiile preuniversitare, la Colegiul Național „Elena Ghiba Birta”, pe care le-a finalizat în anul 2004. După aceea, a urmat cursurile specializării de Chimie din cadrul Facultății de Chimie, Biologie și Geografie a Universității de Vest din Timișoara, pe care le-a absolvit, ca șef de promoție, în anul 2008, când a dobândit și titlul de licențiat în chimie. Un an mai târziu, a fost admis în cadrul Școlii Doctorale de Chimie a Universității de Vest din Timișoara. După o perioadă de activitate științifică robustă, în luna septembrie a anului 2012, a susținut public Teza de Doctorat intitulată „Studiu fizico-chimic al unor materiale biomimetice și bioactive”, primind distincția *Magna Cum Laude*.

Încă din perioada studiilor doctorale a participat la conferințe și simpozioane naționale și, mai ales internaționale, numărând în prezent peste 50 de comunicări științifice la astfel de evenimente. De asemenea, activitatea de cercetare realizată începând cu anul 2009 a fost publicată, până în prezent, în 25 de articole științifice indexate în baze de date internaționale. A mai publicat și un număr de 4 cărți de specialitate, dintre care 1 este un curs universitar în domeniul chimiei organice.

Activitatea științifică a fost completată, din anul 2009, cu cea din sectorul non-guvernamental, în domeniul proiectelor educaționale de tineret. Până în prezent a implementat peste 30 de astfel de proiecte, în calitate de manager de proiect, cele mai reprezentative dintre ele fiind: „Oră de nutriție” (4 ediții), „Știința în viața de zi cu zi” (5 ediții), „Caravana – Știința pentru TINERI”, toate câștigate prin competiții de proiecte locale și naționale. De asemenea a asigurat coordonarea, în România, a proiectelor „Entrepreneurship, Creativity, Friendship” și „EU Youth Power”, acestea fiind finanțate de către Comisia Europeană prin programul ERASMUS+. Toate aceste proiecte au fost implementate prin intermediul asociației Activ pentru Comunitate, organizație căreia i-a pus bazele în anul 2014, alături de o echipă de specialiști în educație, atât în domeniul preuniversitar, cât și în cel universitar.



Dr. **Oana KOPPANDI**, născută în Arad, a urmat studiile preuniversitare la Colegiul Național „Elena Ghiba Birta”, având participări anuale la Olimpiadele de Chimie, etapele județene. În continuare, a urmat cursurile specializării de Medicină Generală din cadrul Facultății de Medicină a Universității de Vest „Vasile Goldiș” din Arad, pe care le-a absolvit, în anul 2016. Un an mai târziu, a susținut examenul național de rezidențiat, în prezent fiind medic rezident în specialitatea Gastroenterologie, în cadrul Spitalului Clinic Județean de Urgență Arad.

Încă din perioada studiilor universitare, a participat la numeroase conferințe și simpozioane naționale și internaționale, workshop-uri și școli de vară. Activitatea profesională și științifică a fost completată, cu 3 luni de practică clinică, în specialitatea Medicină Internă, în New York (SUA), în cadrul unui cabinet medical privat. De asemenea, mai are la activ o serie de participări ca voluntar, la campanii de prevenție organizate cu ocazia Zilei Mondiale a Diabetului, Zilei Mondiale a Sănătății, Săptămâna Sănătății, Special Olympics, precum și o implicare activă în cadrul organizației Activ pentru Comunitate din Arad.