

TEMA 12. LIPIDE

- 12.1. Aspecte generale
- 12.2. Acizii grași
- 12.3. Lipidele simple
- 12.4. Lipidele complexe
- 12.5. Rolul biologic al lipidelor

12.1. ASPECTE GENERALE

Lipidele constituie o clasă eterogenă de compuși naturali, pe larg răspândiți în organismele vii. Se caracterizează, în general, printr-o structură hidrofobă apolară, care le conferă solubilitate în solvenți organici (*clorofom, acetona, benzen, eter etilic* etc.) și insolubilitate în apă și săruri minerale. Lipidele sunt molecule formate, în principal, din carbon, hidrogen și oxigen. Originea lipidelor la organismele animale poate fi exogenă (din alimentație) și endogenă (din biosinteză).

În funcție de *structură* lipidele pot fi clasificate în două clase mari:

- *lipide simple* (formate din atomi de C, H și O);
- *lipide complexe* (care conțin în moleculă pe lângă atomi de C, H, O și atomi de N, P, S etc.). Fiecare dintre acestea se împart, la rândul lor, în mai multe categorii de compuși lipidici, în funcție de structură.

Lipidele simple sunt esteri ai acizilor grași cu diferiți alcooli. Lipidele complexe conțin pe lângă acizi grași esterificați cu alcooli și alte componente: acid fosforic, aminoalcooli, aminoacizi, inozitol, glucide.

În funcție de *importanța fiziologică*, lipidele se grupează în:

- *lipide de rezervă*;
- *lipide de constituție*.

Lipidele de rezervă sunt depozitate în cantități mari în diferite țesuturi și organe ale plantelor sau animalelor, utilizându-se în funcție de necesitățile energetice ale organismului. Ele reprezintă elementul variabil al constituenților celulari, se consumă în procesele metabolice și sunt formate din lipide simple. La plante lipidele de rezervă se găsesc în cantități mari în fructe (măslina, migdale, curmale, cătină) și semințe (floarea-soarelui, ricin, soia, in, cânepă etc.), constituind o substanță de rezervă importantă pentru dezvoltarea embrionului. La animale lipidele de rezervă se depun în țesutul adipos, sub piele și în jurul organelor interne (rinichi, ficat, inimă, plămâni), având un rol însemnat în susținerea și protecția acestora de zdruncinare.

Lipidele de constituție reprezintă elementul constant al componenților celulari. Ele nu-și modifică conținutul în funcție de condițiile de nutriție. Lipidele structurale participă la formarea membranelor biologice, fiind formate în cea mai mare parte din lipide complexe (*fosfolipide, glicolipide*) și *colesterol*. Au un rol important în reglarea permeabilității membranelor celulare.

12.2. ACIZII GRAȘI

Acizii grași sunt acizi carboxilici, alifatici cu o catenă carbonică cu cel puțin 4 atomi de carbon prezenți în grăsimile vegetale și animale. Au un gust acru și un miros pronunțat, sunt

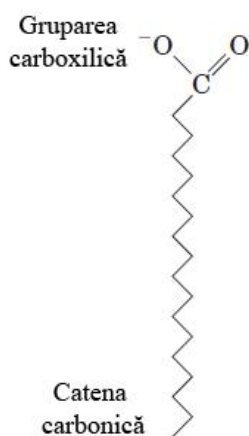


Fig. 12.1. Structura unui acid gras.

insolubili în apă, dar solubili în solvenți organici. Acizii grași, după forma catenei carbonice, pot fi *aciclici* (liniari sau ramificați) și *ciclici*. Majoritatea acizilor grași sunt monocarboxilici, conțin o grupare carboxilică ionizabilă și o catenă de atomi de carbon nepolară, aciclică, neramificată (fig. 12.1). Fiecare segment linear al zigzagului reprezintă o legătură simplă dintre atomii de carbon adiacenți.

Acizii grași sunt componente de bază ale lipidelor. În natură, se găsesc și în stare liberă, dar mult mai rar. Proprietățile lipidelor depind în mare parte de tipul, lungimea și configurația catenei carbonice a acizilor grași, de tipul și numărul legăturilor moleculare interatomice precum și de tipul și numărul grupărilor funcționale. Acizii grași conțin, în general, un număr par de atomi de carbon și se deosebesc între ei prin lungimea catenei carbonice. În funcție de tipul legăturilor dintre atomii de carbon, acizii grași pot fi *saturați* sau *nesaturați*.

Acizii grași saturați sunt cei mai răspândiți acizi grași în natură. Sunt acizi monocarboxilici cu formula generală $C_nH_{2n}O_2$, au catena carbonică liniară sau ramificată, conțin 4–30 atomi de carbon legați prin legături covalente simple.

Acizii grași saturați importanți din punct de vedere biologic au între 14 și 24 atomi de carbon: acidul miristic – $C_{13}H_{27}COOH$, acidul palmitic – $C_{15}H_{31}COOH$, acidul stearic – $C_{17}H_{35}COOH$, acidul arahic – $C_{19}H_{39}COOH$, acidul behenic – $C_{21}H_{43}COOH$, acidul lignoceric – $C_{23}H_{47}COOH$. În grăsimile de natură animală predomină acidul palmitic și acidul stearic.

Acizii grași nesaturați sunt monocarboxilici, au număr par de atomi de carbon și conțin în moleculă o legătură dublă (*mononesaturați* sau *monoenici*) sau mai multe legături duble (*polinesaturați* sau *polienici*). Prezența legăturii duble se notează prin litera grecească Δ , care se situează după atomul de carbon de la care începe legătura dublă. Se găsesc în gliceride într-o proporție mai mare decât cei saturați.

Cei mai răspândiți acizi grași nesaturați au 18, 20, 22 sau 24 atomi de carbon și una, două, trei, patru sau cinci legături duble. Cu creșterea numărului de legături duble, scade temperatura lor de topire și crește solubilitatea lor în solvenți nepolari. Toți acizii grași nesaturați care se întâlnesc în natură la temperatura camerei sunt în stare lichidă. Principalii acizi grași nesaturați sunt: *acid oleic* – $C_{17}H_{33}COOH$ (se conține în majoritatea grăsimilor); *acid linoleic* – $C_{17}H_{31}COOH$ – ω -6 (se conține în majoritatea grăsimilor); *acid linolenic* – $C_{17}H_{29}COOH$ – ω -3 (se conține în ulei de soia, ulei de in); *acid arahidonic* – ω -6 (se conține în ulei de pește), *acid clupanodonic* – ω -3 (se conține în ulei de pește).

Acizii grași esențiali (*acizi omega* – ω) sunt acizi grași polinesaturați cu mai multe legături duble care nu se sintetizează în organismul animal. Organismul animal își asigură necesarul de acizi grași esențiali numai din hrana. Nutriționiștii numesc acizii ω – *acizi indispensabili*, deoarece au proprietăți biologice unice, iar lipsa sau prezența lor în organism într-o cantitate suficientă împiedică utilizarea celorlalți acizi grași din organism. Absența acizilor grași esențiali din regimul alimentar determină tulburări esențiale (încetinire a creșterii, boli ale pielii, boli ale mucoaselor, dereglări ale sistemului endocrin). Una din principalele cauze ale multiplelor tulburări pe care le provoacă lipsa acizilor grași polinesaturați este legată de faptul că toți aceștia intră în structura fosfolipidelor, care sunt componente de bază ale membranelor celulare. Acizii ω sunt necesari în sistemul imunitar, pentru dezvoltarea normală a creierului, ochilor, nervilor, au rol în reglarea presiunii sângelui, sunt precursori ai unor substanțe biologice active (*prostaglandine*).

Principalele familii de acizi grași esențiali sunt: ω -9 (acid oleic, acid erucic, acid nevronic), ω -6 (acid linoleic, acid γ -linolenic, acid dihomogamma-linolenic, acid arahidonic), ω -3 (acid α -linolenic, acid eicosapentanoic, acid decosahexanoic).

Acidul oleic (C18:1, ω -9) se conține în diferite grăsimi animale și uleiuri vegetale. Termenul oleic derivă de la cuvintele *ulei* sau *olivă*, uleiul de olive (măslina) având un conținut ridicat de acid oleic.

Acidul linoleic (C18:2, ω -6, fig. 12.2) se conține în unele uleiuri vegetale, denumite virgine, presate la rece (ulei de soia, ulei de floarea soarelui), în ouă, lactate, carnea de vânat sălbatic (în special în ficat).

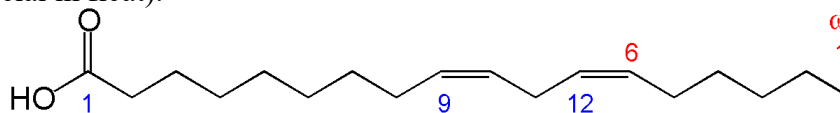


Fig. 12.2. Structura chimică a acidului linoleic

Acidul arahidonic (C20:4, ω -6, fig. 12.3) se poate sintetiza în organism din acid linoleic. Este o sursă importantă pentru sinteza prostaglandinelor, intră în componența fosfolipidelor membranare. Se conține în ouă și ficat.

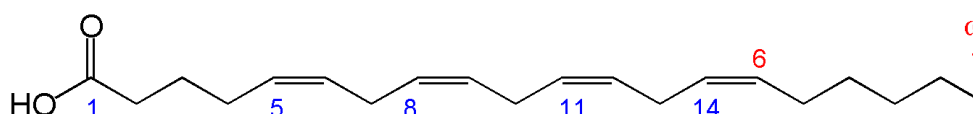


Fig. 12.3. Structura chimică a acidului arahidonic

Acidul α -linolenic (C18:3, ω -3, fig. 12.4) se conține în plantele verzi, algele albastre-verzi *Spirulina*, specii marine de pești (somon, macrou), anumite uleiuri vegetale (ulei de nuci, soia, in etc.).

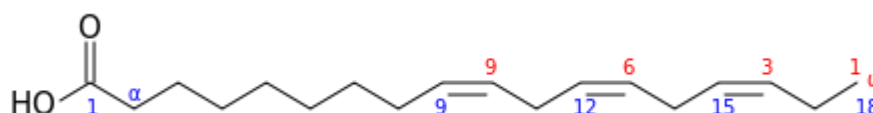


Fig. 12.4. Structura chimică a acidului α -linolenic [6]

Este un component al creierului, cortexului cerebral; favorizează dezvoltarea neuronilor la nou-născuții alimentați la sân. Acidul α -linolenic este indispensabil pentru o funcționare normală a retinei, reduce riscul apariției bolilor cardiovasculare.

12.3. LIPIDELE SIMPLE

Lipidele simple sunt esteri ai unui alcool cu un acid gras superior. Din clasa lipidelor simple fac parte: *gliceridele*, *ceridele*, *steridele*.

12.3.1. *Gliceride* (*grăsimi*, *acilgliceroli*, *triacilgliceroli*, *trigliceride*). Gliceridele sunt cele mai răspândite lipide de rezervă din regnul animal și vegetal, care se acumulează în cantități mari în țesutul adipos al animalelor, iar la plante, în semințe (floarea soarelui, ricin, mac, bumbac) și fructe (măslina, arahide, migdale).

Din punct de vedere chimic, gliceridele sunt esteri ai glicerolului cu acizi grași superiori; esterificarea poate avea loc la una, două sau cele trei grupe hidroxil ale glicerolului (fig. 12.5).

Acizii grași cei mai răspândiți care intră în constituția gliceridelor sunt acidul palmitic, stearic, oleic, linoleic și linolenic. *Triacilglicerolii* (*trigliceridele*) sunt constituenții majori ai tuturor materiilor alimentare grase.

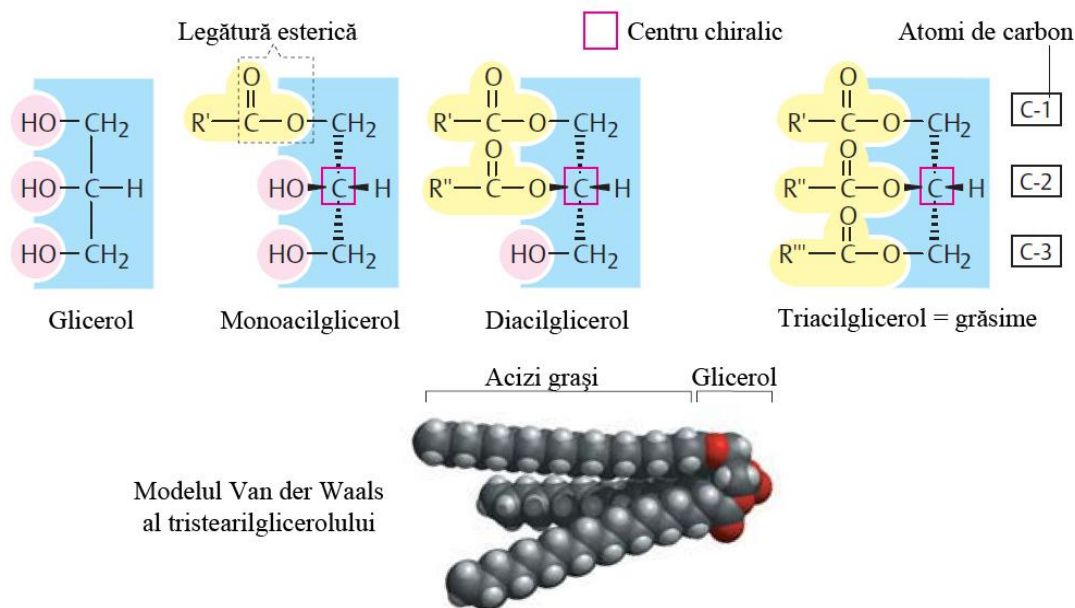


Fig. 12.5. Structura gliceridelor [2]

*Centru chiralic – atom asimetric dintr-o moleculă

Gliceridele sunt buni solvenți organici pentru vitaminele liposolubile, hormoni, pentru unii pigmenți. Sunt substanțe incolor, în stare proaspătă nu au gust și nici miros. Gliceridele care au atomi de carbon asimetrici în moleculă prezintă activitate optică.

Trigliceridele reprezintă componentele principale ale uleiurilor vegetale (conțin predominant acizi grași nesaturați) și ale grăsimilor animale (conțin acizi grași saturați). Gliceridele de origine animală (grăsimi) la $t = 20^{\circ}\text{C}$ au o consistență solidă, iar gliceridele de origine vegetală (uleiuri) la $t = 20^{\circ}\text{C}$ au consistență lichidă. Excepție fac uleiul de cocos și uleiul boabelor de cacao, care la temperatura camerei au o consistență solidă.

Râncezirea grăsimilor. În prezența aerului, a luminii și a vaporilor de apă, gliceridele sunt supuse unui proces de degradare care se numește *râncezire*.

12.3.2. **Ceride (ceruri).** Ceridele sunt esteri naturali ai acizilor grași cu alcoolii alifatici superiori. Ceridele se găsesc atât în regnul vegetal, unde predomină, cât și în cel animal.

În regnul vegetal, ceridele se găsesc sub formă de cutină pe suprafața fructelor, frunzelor, florilor, constituind un înveliș protector împotriva umidității și luminii excesive, căldurii, pierderii de apă și atacului microbian. Îndepărtarea stratului protector de ceară de pe suprafața fructelor determină alterarea lor mai rapidă, datorită acțiunii microorganismelor. Ceridele se mai găsesc în fibrele de in și cânepă, în sucul lăptos al diferitor plante laticifere, în celulele bacteriilor acido-rezistente.

În regnul animal cerurile se întâlnesc la insecte, păsări, mamifere.

Ceara de albine este un ester al *triacontanolului* și *acidului palmitic*. Este o substanță solidă, galbenă, care se topește la $62 - 65^{\circ}\text{C}$ la acoperirea produselor alimentare (cașcaval, bomboane etc.) și sunt înregistrate în calitate de aditivi alimentari E901–903.

Lanolina este o substanță higroscopică, ceroasă, de culoare galbenă secretată de glandele sebacee ale animalelor cu lână. Lanolina protejează lâna și pielea animalelor de umezeală și uscăciune.

12.3.3. **Steridele** sunt lipide simple care se găsesc în cantități mici în toate organismele vegetale și animale; din punct de vedere chimic, sunt esteri ai *acizilor grași superiori* (acidul palmitic, acidul stearic, acidul oleic) cu *steroli* (alcooli superiori ciclici aromatici).

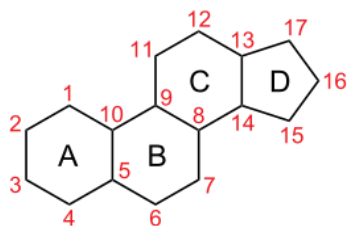


Fig. 12.6. Structura steranului

Sterolii sunt monoalcooli secundari ciclici cu 30 atomi de carbon. Derivații steranului poartă denumirea de *steroizi*. Steranul are trei cicluri hexagonale (A, B, C) și un ciclu pentagonal (D), iar numerotarea atomilor de carbon începe din partea superioară a inelului A (fig. 12.6). Un reprezentant al steridelor de origine animală este *colesterolul*. Circa 80% din colesterol se sintetizează în organism (în ficat, rinichi, glande

- sexuale) și 20% pătrunde în organism cu hrana. Colesterolul se găsește în cantități mai mari în sânge, ficat, creier. Oxidarea colesterolului conduce la formarea *7-dehidrocolesterolului* care se găsește în piele și constituie precursorul vitaminei D. Colesterolul îndeplinește în organism o serie de funcții vitale:
- reglează permeabilitatea membranelor celulare și asigură stabilitatea lor într-un diapazon larg de temperaturi;
 - este un precursor chimic al acizilor biliari, vitaminei D₃, hormonilor steroizi;
 - are o acțiune antihemolitică și antitoxică;
 - joacă un rol important în răspunsul imun al organismului și în activitatea sistemului nervos;
 - favorizează absorbția acizilor grași.

12.4. LIPIDELE COMPLEXE

Lipidele complexe reprezintă un grup de substanțe larg răspândite în natură. Ele predomină în regnul animal. În cantitate mai mare se află în țesuturile și organele cu activitate biochimică și fiziologică intensă – creier 30%, ficat 10%, inimă 7%, în membrana celulară etc. La plante se află în cantitate mai însemnată în semințe și fructe.

Din punct de vedere chimic, lipidele complexe sunt esteri ai unor alcoolii cu acizii grași. În structura lipidelor complexe mai intră alte substanțe, precum acid fosforic, aminoalcoolii, și diferite glucide. Lipidele complexe se împart în două categorii:

- *fosfolipide*;
- *glicolipide*.

Fosfolipidele sunt esteri ai unor polialcoolii cu acizi grași superiori în constituția cărora mai intră un rest de acid fosforic, mai rar două și o bază azotată sau compuși cu azot (*colina, serina*).

Fosfolipidele intră în compoziția tuturor țesuturilor și celulelor organismelor animale și vegetale, însă cantități foarte mari conține țesutul nervos al omului și vertebratelor. Multe fosfolipide se conțin în inima și ficatul animalelor, semințele plantelor (soia, bumbac, floarea-soarelui), ouăle păsărilor, icrele și lapții peștilor etc. Ele formează complexe cu proteinele, participă la formarea biomembranelor și grație structurii lor chimice fosfolipidele asigură semipermeabilitatea acestora.

Glicolipidele sunt substanțe complexe, cu o structură destul de diferită, însă în toate sunt prezente o componentă glucidică (glucoza, galactoza).

Glicolipidele se găsesc în cantități mari în creier, la nivelul terminațiilor nervoase. Au rol important în transmiterea impulsului nervos la nivelul sinapselor. Au capacitatea de a restabili excitabilitatea electrică a țesutului nervos, leagă specific sau inactivează unele toxine bacteriene.

12.5. ROLUL BIOLOGIC AL LIPIDELOR

În organism, lipidele îndeplinesc funcții importante.

Funcția energetică (de rezervă). Trigliceridele sunt folosite de organism în calitate de

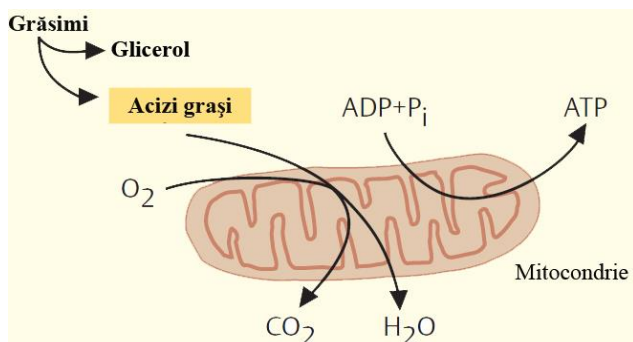


Fig. 12.7. Schema generală de oxidare a acizilor grași în mitocondriile celulare

de sursă de substanțe de rezervă și se acumulează în țesutul adipos, sub piele (subcutanat) și în jurul organelor interne.

Plantele utilizează, de regulă, glucidele în calitate de substanțe de rezervă, însă în fructele și semințele unor specii de plante (*Olea europaea* – măslina, *Helianthus annuus* – floarea-soarelui etc.), grăsimile de rezervă se găsesc în cantități mari, constituind o substanță de nutriție importantă pentru embrion.

Funcția de termoizolare și protecție mecanică. La multe animale termofile lipidele se acumulează în țesutul gras subcutanat, micșorând astfel pierderea de căldură. Un strat lipidic gros subcutanat este caracteristic, în special, mamiferelor acvatice (balene, morse etc.). În același timp, la animalele care viețuiesc într-un mediu arid (cămile, iepurele pitic cu coada groasă etc.) grăsimile se depun pe sectoare izolate ale corpului (în cocoșa cămilei, în coada iepurelui pitic cu coada groasă – *Salpingotus crassicauda*) în calitate de rezervă de apă, care este un produs de oxidare a grăsimilor.

Ceridele îndeplinesc funcții de protecție și de hidroizolare, acoperind pielea și lâna animalelor (*lanolina*), frunzele și fructele plantelor (*pruina*).

Funcția de structură. Lipidele sunt componente ale membranelor celulare. În 1 μm (10^{-6}m) de membrană biologică se conțin ~1 mln. de molecule lipidice. Lipidele membranare tipice includ: *fosfolipide*, *glicolipide*, *colesterol*. La suprafața celulelor animale glicolipidele și glicoproteidele formează un înveliș periferic – *glicocalix*, care asigură recunoașterea și adeziunea intercelulară. În membranele celulare ale drojdiilor și ciupercilor se conține *ergosterol*.

Acizii grași din componența fosfolipidelor conferă membranelor proprietăți fizice particulare – elasticitate, vâscozitate, iar prezența colesterolului în bistratul lipidic reglează fluiditatea membranelor.

Funcția reglatoare și de semnalizare. Unele lipide joacă un rol activ în reglarea metabolismului celular. Bunăoară, *hormonii steroizi*, secretați de glandele sexuale și măduva glandelor suprarenale, se transportă cu sângele prin tot organismul și asigură creșterea, diferențierea celulelor, țesuturilor și organelor, reglează căile de biosinteză și degradare a metaboliților principali (glucoză, acizi grași etc.), procesele digestive, homeostazia celulară etc. *Eicosanoidele*, substanțe derivate de la acizii grași polinesaturați, de asemenea, reglează un spectru larg de funcții fiziologice ale organismului. Aceste substanțe, de exemplu, sunt necesare pentru funcționarea normală a sistemului reproducător, inducția și derularea procesului inflamator, coagularea sângelui, reglarea presiunii arteriale etc.

În cadrul clasei lipidelor se remarcă o grupă de substanțe cu denumirea de *mediatori secundari* (engl. *second messengers*), care asigură transmiterea semnalului de la hormoni sau alte substanțe biologic active în interiorul celulei. Spre exemplu, *prostaglandinele* și *leukotrienele* sunt mediatori ai reacțiilor inflamatorii, *tromboxanele* mediază vasoconstricția, *fosfatidilinozitol-4,5-bifosfat* este un compus implicat în semnalizare cu participarea G-proteinelor (engl. *G proteins*), *fosfatidilinozitol-3,4,5-trifosfat* inițiază formarea unor complexe supramoleculare de proteine de semnalizare la acțiunea unor factori extracelulari.

Lipidele pot ataşa proteine specifice de membranele celulare. *Ancorele lipidice* reprezentate de acizi graşi (*acid palmitic, acid miristic*), glicolipide (*glicozil fosfatidilinozitol – GPI*) se leagă covalent cu lanţurile peptidice ale moleculelor proteice membranare.

De natură lipidică sunt cofactorii enzimatici, precum *vitamina K* şi *ubiquinona* (*Coenzima Q* sau *CoQ*), pigmentul *retinal* sau pigmentul vizual care are un rol central în procesul vederii.

TESTE DE EVALUARE

1. Completaţi spaţiile libere din text.

- 1.1. Lipidele simple reprezintă compuşi alcătuiţi din.....
- 1.2. Uleiurile vegetale conţin acizi graşi.....
- 1.3. La oxidarea acizilor graşi se formează.....
- 1.4. În organismul uman vitamina D se sintetizează din.....
- 1.5. Steridele sunt esteri aicu

2. Alegeţi răspunsul corect din două variante alternative: Da / Nu.

- 2.1. Indicele de iod reflectă gradul de nesaturare al grăsimilor.
- 2.2. Acizii graşi esenţiali nu se sintetizează în organismul animal.
- 2.3. Fosfolipidele pot forma emulsii stabile.
- 2.4. Cele mai răspândite lipide în natură sunt trigliceridele.
- 2.5. Râncezirea este un proces de maturare a brânzeturilor.

3. Alegeţi varianta sau variantele de răspuns corecte.

- 3.1. Lipide: a) clorofilă; b) ceride; c) gliceride; d) pectină; e) cumarină.
- 3.2. În componenţa gliceridelor intră:
a) aminoacizi; b) glucoză; c) baze azotate; d) acizi graşi; e) glicerină.
- 3.3. Săpunurile se formează la interacţiunea gliceridelor cu: a) HCl; b) H₂O; c) NaOH; d) H₂.
- 3.4. Ceride: a) lanolina; b) pruina; c) ergosterol; d) ceară de albine; e) glicerină.
- 3.5. În compoziţia fosfolipidelor intră: a) gliceroli; b) steroli; c) fosfaţi; d) inozitol; e) sfingozină.

4. Asociaţi. Clasificarea acizilor graşi după gradul de saturaţie

1. Acizi graşi saturaţi	A. Palmitic	F. Linolenic
2. Acizi graşi nesaturaţi	B. Stearic	G. Miristic
	C. Oleic	H. Arahidonic
	D. Linolic	I. Ricinoleic
	E. Arahic	

5. Selectaţi termenul care nu se încadrează în grupul tematic prezentat şi explicaţi de ce l-aţi separat.

- 5.1. Lipoproteide, gliceride, gangliozide, sfingofosfolipide, inozitolfosfolipide, cerebrozoide.
- 5.2. Acid linoleic, acid oleic, acid linolenic, acid arahidonic, acid clupanodonic.
- 5.3. Carne de somon, ulei de in, untura de peşte, soia, ulei de muştar, arahide, brânză, seminţe de floarea-soarelui.

6. Completaţi tabelul. Acizi graşi saturaţi / Acizi graşi nesaturaţi

Asemănări	Deosebiri
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4.