

ANGELA CAUNII
CAMELIA OPREAN
ZOLTAN SZABADAI

**NOȚIUNI DE CHIMIA
ȘI IGIENA APEI
ȘI ALIMENTULUI**

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
CAUNII, ANGELA

Noțiuni de chimia și igiena apei și alimentului /
Angela Caunii, Camelia Oprean, Zoltan Szabadai. -
Timișoara : Victor Babeș, 2016

Bibliogr.

ISBN 978-606-786-014-6

I. Oprean, Camelia

II. Szabadai, Zoltán

Angela CAUNII
Camelia Oprean
Zoltan SZABADAI

NOȚIUNI DE CHIMIA ȘI IGIENA APEI ȘI ALIMENTULUI

Ediția a 2-a
revizuită și adăugită

Editura VICTOR BABEȘ
Timișoara, 2016

Referenți:

Prof. Dr. Farm. **Rodica Cuciureanu**, *Universitatea de Medicină și Farmacie „Gr. T. Popa” Iași*

Prof. Dr. Farm. **Cristina Dehelean**, *Universitatea de Medicină și Farmacie „Victor Babeș” Timișoara*

Prof. Dr. Farm. **Codruța Șoica**, *Universitatea de Medicină și Farmacie „Victor Babeș” Timișoara*

Cuvânt înainte

Apa și alimentele sunt factori de mediu indispensabili vieții omului. Între alimente și om se stabilesc relații pe tot parcursul existenței sale și chiar înainte de a se naște, prin intermediul organismului matern.

Alimentul reprezintă o combinație naturală, în anumite proporții, a diverselor principii nutritive (proteine, glucide, lipide, săruri minerale, vitamine) iar ingestia lui trebuie să permită asigurarea structurilor chimice necesare pentru funcționarea optimă a organismului și pentru desfășurarea activităților fizice și intelectuale. Alimentele sunt considerate bune de consum atunci când, prin caracteristicile lor fizico-chimice, bacteriologice și biologice își exercită rolul nutritiv, igienic și hedonic. De asemenea nu trebuie uitată strânsa legătură dintre sănătatea populației și alimentele pe care aceasta le consumă.

Astfel, dincolo de asigurarea unui aport adecvat de principii nutritive, alimentele trebuie să fie lipsite de substanțe toxice, inclusiv de orice tip de microorganisme patogene. Alimentele elaborate nu trebuie să conțină substanțe sau germeni ce ar putea provoca îmbolnăviri ale consumatorilor.

În ansamblul său, un aliment poate fi considerat ca un simplu amestec de substanțe chimice integrate în diverse sisteme fizico-chimice dar privind prin prisma dorinței de a dezvolta organisme sănătoase și de a îmbunătăți cât mai mult calitatea vieții semenilor noștri, subscriem și noi celor spuse de Hipocrate:

“Fie ca alimentele să vă devină remedii, iar remediile, alimente!”

AUTORII

CUPRINS

Introducere și aspecte generale.....	1
Capitolul 1. Chimia și igiena apei.....	5
1.1. Apa – factor indispensabil vieții.....	5
1.2. Rolul apei în organismele vii.....	7
1.3. Proprietățile fizice “anormale” ale apei	9
1.4. Proveniența și utilizarea apei	13
1.5. Influența componentelor chimice din apa potabilă asupra sănătății omului.....	15
1.5.1. Gușa (distrofia) endemică tireopată.....	16
1.5.2. Cariile dentare versus fluoroza endemică.....	19
1.5.3. Mineralizare apei și afecțiunile cardiovasculare.....	19
1.5.4. Mineralizare apei și afecțiunile renale.....	20
1.5.5. Methemoglobinemia infantile	21
1.5.6. Saturnismul	22
1.5.7. Intoxicația cu Cd^{2+}	23
1.5.8. Intoxicația cu mercur	24
1.5.9. Intoxicația cu pesticide	25
1.5.10. Acțiunea toxică a detergenților	25
1.6. Patologia hidrică infecțioasă	26
1.6.1. Boli bacteriene transmise prin apă.....	28
1.6.1.1. <i>Holera</i>	28
1.6.1.2. <i>Febra tifoidă</i>	32
1.6.1.3. <i>Dizenteria bacilară</i>	33
1.6.1.4. <i>Enterocolitele</i>	35
1.6.1.5. <i>Leptospiroza</i>	35
1.6.1.6. <i>Bruceloza</i>	36
1.6.1.7. <i>Tularemia</i>	36
1.6.1.8. <i>Tuberculoza</i>	37
1.6.2. Boli parazitare transmise prin apă.....	37
1.6.2.1. <i>Bilharzioza sau schistosomiaza</i>	38
1.6.2.2. <i>Amibiaza</i>	39
1.6.3. Boli virale transmise prin apă.....	41
1.6.3.1. <i>Poliomielita</i>	42
1.6.3.2. <i>Hepatita virală</i>	43
1.6.3.3. <i>Conjunctivita de bazin</i>	45
1.7. Apele minerale	45

1.7.1. Definiții și generalități	45
1.7.2. Clasificarea apelor minerale.....	46
1.7.3. Importanța apelor minerale pentru organismul uman ...	49
1.7.4. Apele minerale din România.....	53
Capitolul 2. Chimia și igiena alimentului.....	59
2.1. Alimentul și alimentația – noțiuni generale	59
2.1.1. Alimentația.....	59
2.1.2. Alimentul – definiții, caracteristici, cerințe, rol în organism.....	60
2.1.3. Suplimentele alimentare (nutriționale, dietetice)	62
2.1.4. Alimentele funcționale	62
2.1.5. Complementele alimentare.....	63
2.1.6. Dieta zilnică	64
2.1.7. Necesarul energetic al organismului	65
2.1.8. Metabolismul bazal MB.....	66
2.2. Principiile alimentare sau principiile nutritive	68
2.2.1. Nutrienții – definiții, clasificări.....	68
2.2.2. Coeficientul de utilizare digestivă a trofinelor (CUD)	71
2.2.3. Antitrofine.....	73
2.2.4. Macronutrienți – protidele	75
2.2.4.1. <i>Protidele – definiții, clasificare, rol în organism ...</i>	<i>75</i>
2.2.4.2. <i>Necesarul de protide pentru organismul uman</i>	<i>83</i>
2.2.4.3. <i>Digestia, absorbția și metabolismul protidelor</i>	<i>84</i>
2.2.4.4. <i>Reprezentanți ai proteinelor de interes alimentar..</i>	<i>86</i>
2.2.5. Macronutrienți – glucidele	91
2.2.5.1. <i>Glucidele – definiții, clasificare, rol în organism ..</i>	<i>91</i>
2.2.5.2. <i>Necesarul de glucide pentru organismul uman ...</i>	<i>94</i>
2.2.5.3. <i>Digestia și absorbția glucidelor</i>	<i>94</i>
2.2.5.4. <i>Reprezentanți ai glucidelor de interes alimentar ..</i>	<i>97</i>
2.2.6. Macronutrienți – lipidele.....	107
2.2.6.1. <i>Lipidele – definiții, clasificare, rol în organism ...</i>	<i>107</i>
2.2.6.2. <i>Necesarul de lipide pentru organism</i>	<i>111</i>
2.2.6.3. <i>Digestia și absorbția lipidelor</i>	<i>112</i>
2.2.6.4. <i>Lipidele alimentare</i>	<i>115</i>
2.2.7. Micronutrienți – substanțele minerale.....	123
2.2.7.1. <i>Biomineralele – definiții, clasificare, rol în organism</i>	<i>123</i>
2.2.7.2. <i>Surse alimentare de substanțe minerale.....</i>	<i>124</i>

2.2.7.3.	<i>Calciul</i>	125
2.2.7.4.	<i>Magneziul</i>	127
2.2.7.5.	<i>Sodiul</i>	128
2.2.7.6.	<i>Potasiul</i>	129
2.2.7.7.	<i>Fosforul</i>	130
2.2.7.8.	<i>Oligoelementele – sulful și clorul</i>	131
2.2.7.9.	<i>Microelementele</i>	132
2.2.8.	Micronutrienți – vitaminele	145
2.2.8.1.	<i>Vitaminele – definiții, clasificare, rol în organism</i>	145
2.2.8.2.	<i>Vitamina C</i>	146
2.2.8.3.	<i>Vitamina p și flavonoidele</i>	150
2.2.8.4.	<i>VITAMINA B1 (tiamina)</i>	155
2.2.8.5.	<i>VITAMINA B2 (riboflavina)</i>	156
2.2.8.6.	<i>ACIDUL FOLIC – VITAMINA B4</i>	158
2.2.8.7.	<i>ACID PANTOTENIC VITAMINA B5</i>	158
2.2.8.8.	<i>VITAMINA B6 (piridoxina)</i>	160
2.2.8.9.	<i>VITAMINA B12 (ciancobalamina)</i>	161
2.2.8.10.	<i>BIOTINA</i>	162
2.2.8.11.	<i>Vitamina A și carotenoizii</i>	163
2.2.8.12.	<i>VITAMINA D</i>	165
2.2.8.13.	<i>Vitamina E</i>	168
2.2.8.14.	<i>VITAMINA K</i>	170
2.3.	Impactul tehnologiei alimentare asupra proprietăților nutriționale și în siguranța alimentelor	172
2.3.1.	Impactul proceselor fizice	172
2.3.2.	Impactul proceselor chimice	175
2.4.	Reziduuri chimice în alimente	178
2.4.1.	Pesticide – insecticidele	179
2.4.1.1.	<i>Insecticide organoclorurate</i>	179
2.4.1.2.	<i>Insecticidele carbamice</i>	184
2.4.1.3.	<i>Insecticide organofosforice</i>	186
2.4.1.4.	<i>Insecticidele triazinice</i>	192
2.4.2.	Fungicide	197
2.4.2.1.	<i>Fungicide pe bază de mercur</i>	198
2.4.2.2.	<i>Fungicide pe bază de staniu</i>	201
2.4.2.3.	<i>Fungicide pe bază de arsen</i>	202
2.4.2.4.	<i>Fungicide organice cu cupru</i>	202
2.4.2.5.	<i>Fungicide organice halogenate</i>	203
2.4.2.6.	<i>Derivați fenolici</i>	204
2.4.2.7.	<i>Fungicide din clasa halogenofenolilor</i>	204

2.4.2.8.	<i>Fungicide din clasa esterilor nitrofenolilor</i>	205
2.4.2.9.	<i>Fungicide din clasa derivaților de chinone</i>	205
2.4.2.10.	<i>Fungicide din clasa ditiocarbamaților</i>	207
2.4.2.11.	<i>Fungicide cu heterocicluri</i>	208
2.4.3.	Micotoxine	209
2.4.3.1.	<i>Aflatoxine</i>	210
2.4.3.2.	<i>Ochratoxine</i>	212
2.4.3.3.	<i>Tricotecene</i>	212
2.4.3.4.	<i>Nidulina</i>	213
2.4.3.5.	<i>Sterigmatocistine</i>	213
2.4.3.6.	<i>Patulina</i>	214
2.5.	Aditivi alimentari	215
2.5.1.	Aditivii alimentari definiții, caracteristici generale	215
2.5.2.	Aspecte toxicologice ale folosirii aditivilor alimentari	217
2.5.3.	Clasificarea aditivilor	220
2.5.4.	Aditivi alimentari coloranți	224
2.5.5.	Aditivii alimentari cu efect antioxidant	237
2.5.6.	Ingrediente și auxiliari tehnologici pentru industria alimentară	240
2.6.	Imbolnăviri de origine alimentară	241
2.6.1.	Intoxicațiile alimentare	242
2.6.1.1.	<i>Intoxicațiile cu ciuperci</i>	242
2.6.2.	Infecțiile alimentare	244
2.6.2.1.	<i>Antraxul</i>	244
2.6.2.2.	<i>Listerioza</i>	245
2.6.2.3.	<i>Tuberculoza și bruceloza</i>	246
2.6.3.	Toxiinfecțiile alimentare	246
2.6.3.1.	<i>Salmonelozele</i>	247
2.6.3.2.	<i>Shigeliozele</i>	248
2.6.3.3.	<i>Yersiniozele</i>	249
2.6.3.4.	<i>Infecțiile digestive cu Escherichia coli</i>	249
2.6.3.5.	<i>Vibriozel</i>	250
2.6.3.6.	<i>Gastroenteritele produse de Bacillus cereus</i>	251
2.6.3.7.	<i>Botulismul</i>	251
2.6.4.	Parazitozele	252
2.6.4.1.	<i>Parazitismul</i>	252
2.6.4.2.	<i>Implicațiile parazitozelor pe plan medico – social și economic</i>	253
2.6.4.3.	<i>Căile de transmitere</i>	254
2.6.5.	Protozoare din clasa Flagelata	255

2.6.5.1. <i>Giardia lamblia</i>	256
2.6.5.2. <i>Genul trichomonas</i>	261
2.6.6. Protozoare din clasa Sporozoa	266
2.6.6.1. <i>Toxoplasma gondii</i>	266
2.6.7. Clasa Nematode	274
2.6.7.1. <i>Ascaris lumbricoides</i>	274
2.6.7.2. <i>Enterobius vermicularis</i>	278
2.6.7.3. <i>Trichinella spiralis</i>	282
2.6.8. Clasa Cestoda	285
2.6.8.1. <i>Taenia sollium (panglica)</i>	286
2.6.8.2. <i>Cisticercoza</i>	289
2.6.8.3. <i>Taenia saginata</i>	291
2.6.8.4. <i>Taenia echinococcus, echinococcus granulosus</i> ..	293

INTRODUCERE ȘI ASPECTE GENERALE ALE CHIMIEI MEDIULUI ȘI ALIMENTULUI

Viața omului este de neconceput fără apă și alimente. Nici unul dintre organismele vii de pe planeta noastră nu poate exista fără apă decât un timp foarte redus. Conținutul apei în organismul uman, vegetal și animal în general este peste 50% astfel: la om este de circa 70%, la pești – 75%, la meduze – 99%, în tomate – 90%, în mere – 85%. Conținutul de apă în diferite părți ale organismului uman este de: 22% în oase, 75% în creier și mușchi, 83% în sânge.

Pentru om apa este cea mai prețioasă bogăție naturală. Creșterea rapidă a numărului populației pe Terra, necesitățile mari de apă pentru industrie, agricultură, pentru serviciile comunale contribuie la apariția crizei acvatice mondiale. Rezervele de apă potabilă nu se măresc, dar consumul ei crește în permanență. Actualmente, deficitul de apă potabilă este unul dintre factorii principali ce rețin dezvoltarea social-economică a multor țări. Circa 20% din populația Terrei nu are acces la apă potabilă calitativă, iar în jur de 50% este lipsită de condițiile sanitare obligatorii.

După statisticele OMS, astăzi în lume milioane de oameni suferă din cauza lipsei de apă potabilă. Pierderile forței de muncă sunt considerabile dacă ținem cont de faptul că pe glob se îmbolnăvesc anual prin boli transmisibile pe calea apei circa 500 milioane de oameni.

Sănătatea omului și a colectivităților poate fi periclitată când apa:

- nu este la dispoziție în cantitate suficientă;
- conține germeni patogeni transmisibili pe calea apei;
- conține substanțe chimice nocive sau toxice;
- posedă proprietăți organoleptice nefavorabile.

Lipsa unei cantități suficiente de apă potabilă creează pericolul de a se utiliza în acest scop o apă necorespunzătoare din punct de vedere calitativ și deci dăunătoare pentru sănătate. Totodată

insuficiența de apă nu satisface nevoile de igienă corporală, de spălare a produselor alimentare, nu asigură apa necesară spălării lenjeriei și a instalațiilor din locuință etc.; în aceste condiții devine reală apariția de boli ale tegumentelor, parazitoze și a altor boli cu mecanism de transmisie fecal-oral. De aceea este deosebit de important ca apa să fie la dispoziția populației într-o cantitate suficientă.

Trecând mai departe, la aliment, frenezia în jurul alimentației moderne actuale, este pe deplin justificată atâta timp cât în ultimele decenii, au proliferat o serie de afecțiuni, între care cele precum diabetul, problemele cardio-vasculare și obezitatea au luat aspectul unor adevărate epidemii.

Stilul de viață modern și stresant adoptat de majoritatea dintre noi, ne obligă la eficientizarea maximă a timpului. Implicit apare și compromisul adoptării alimentației de tip fast-food, care devine încet un mod obișnuit de viață, o viață „fast-food” îmbunătățită din păcate în prea multe cazuri de abuzul de alcool, dependența de droguri, toate acestea într-un mediu înconjurător tot mai poluat. Astfel și resursele naturale - fauna, flora - menite să fie de folos organismului uman, fiind expuse tot mai multor procese oxidative și de degradare, se dezechilibrează, ajungând victimă diferitelor boli și conducând organismul uman spre diferite patologii.

Studiile actuale demonstrează beneficiile majore ale consumului de alimente proaspete, autohtone, produse cât mai puțin preparate termic și evitarea consumului în exces a alimentelor bazate pe proteine animale îndeosebi a celor procesate precum mezelurile, a alimentelor semipreparate, etc. Din păcate, din ce în ce mai puține alimente sunt consumate în starea lor naturală. Alimentele ce ar trebui consumate proaspete, majoritatea au proveniența din import, sunt depozitate perioade îndelungate, conțin conservanți, substanțe chimice care le modifică gustul, culoarea, compoziția, destinate să mențină o impresie artificială de prospețime. Îngrășămintele chimice acumulate în fructe și legume, afânătorii din pâine, conservanții din preparatele din carne și din lapte, coloranții, aditivii de gust, aromele artificiale din alimente, toate acestea declanșează reacții negative în organismul uman prin efectul lor cumulat.

Lucrarea de față, în această formă revizuită și completată, se dorește a fi atât un suport de curs universitar adresat studenților Facultății de Farmacie cât și un sprijin științific pentru specialiștii din domeniul sănătății publice.

Obiectul și domeniul de interes al chimiei mediului și alimentului vizează impactul mediului cu sănătatea omului, problemă abordată îndeosebi din punct de vedere chimic dar nu numai. În acest context sunt studiate substanțele cu care ajungem în contact, periodic dar de multe ori un timp mai îndelungat și care pot avea astfel un impact asupra sănătății pe termen scurt, mediu și lung.

Componentele de interes ale mediului implicate în acest context sunt:

- apa (potabilă);
- aerul;
- alimentele;
- modulatorii chimici (aditivi alimentari – conservanți, aromatizanți, coloranți, *etc.*, poluanți alimentari – pesticide, regulatori de creștere, îngrășăminte chimice *etc.*).

Calitatea mediului se poate caracteriza în conformitate cu două criterii:

- după primul criteriul, parametrii de calificare pot fi:
 - subiectivi (apreciați organoleptic sau prin observații vizuale)
 - obiectivi (determinați prin metode chimice sau fizico-chimice, exprimați prin valori numerice);
- după cel de-al doilea criteriu, parametrii de calificare pot fi:
 - globali (dependenți de prezența mai multor specii chimice, uneori cu identitatea chimică neprecizată, în sistemul analizat);
 - specifici (dependenți de o singură specie sau de o singură clasă de specii chimice, cu identitatea cunoscută, în sistemul analizat).

Obiectivele în studiul chimiei și igienei mediului sunt:

- prezentarea din punct de vedere fizico-chimic, a claselor de compuși din mediu cu impact asupra sănătății și calității vieții omului pe termen scurt, mediu și lung;
- prezentarea limitelor admise pentru parametrii de calitate ai componentelor mediului;
- descrierea metodelor chimice analitice cantitative de control a parametrilor de calitate;
- descrierea modalităților posibile de intervenție în cazurile în care parametrii de calitate nu corespund limitelor admise;
- prezentarea acțiunii substanțelor dăunătoare (“noxelor”) asupra sănătății omului și a simptomelor de manifestare ale acestor acțiuni;
- descrierea și aprecierea factorilor și implicit a valorilor nutritive ce influențează valoarea totală a trofinelor din alimente, precum și aprecierea cantităților zilnice minime necesare de trofine pentru buna funcționare a proceselor biochimice din organismul uman;
- prezentarea noțiunilor legate de salubritatea alimentelor precum și a celor mai des întâlnite îmbolnăviri de origine alimentară: toxinfecții, micotoxicoze, parazitoze;
- prezentarea unor elemente de dietoterapie, conduită alimentară în cele mai frecvente patologii și intoleranțe alimentare.

CAPITOLUL 1

CHIMIA ȘI IGIENA APEI

1.1. APA – FACTOR INDISPENSABIL VIEȚII

Apa este indispensabilă organismelor vii deoarece în ea se desfășoară toate reacțiile biologice.

În primele zile de viață, organismul uman (embrionul uman) conține peste 90% apă, iar la naștere organismul poate să cuprindă numai 70% apă. Ulterior, odată cu creșterea organismului, conținutul de apă continuă să scadă, dar se va menține între anumite limite (între 58 și 66%).

Sexul influențează conținutul de apă din organism. În general, femeile au un conținut cu 10% mai redus de apă decât bărbații datorită masei crescute de mușchi la bărbați și dispunerii caracteristice a țesutului adipos la femei.

În organismul uman apa este repartizată diferit în vasele de sânge și limfatice, în spațiile intercelulare și în celule. Cele două compartimente diferă atât prin localizare cât și prin funcția lor, fiind clasificate în două mari sectoare: sectorul intracelular care reprezintă aproximativ 50% din masa corpului și sectorul extracelular care cuprinde aproximativ 20% din masa corpului. Cele două sectoare sunt separate de către membrana celulară ce permite trecerea apei și a electroliților. Membrana celulară are o proprietate foarte importantă pentru menținerea homeostaziei: permeabilitatea selectivă. Datorită permeabilității, trecerea cationului K^+ și a anionilor mici este permisă, în schimb membrana este impermeabilă pentru ionul Na^+ și pentru anionii mari. Din acest motiv, compoziția mediului intracelular diferă de cea a mediului extracelular. Lichidul extracelular conține cantități mari de Na^+ și Cl^- , iar în lichidul intracelular se găsesc cantități mari de ion K^+ și proteine.

Sectorul extracelular este împărțit la rândul său în alte două compartimente: compartimentul cu lichid interstițial care ocupă

spațiul dintre celule (aproximativ 16% din greutatea corpului) și plasma sangvină care reprezintă 4% din greutatea corpului. Cele două compartimente sunt separate prin vasele capilare, ale căror pereți sunt permeabili pentru electroliți și molecule mici, dar nu sunt permeabili pentru toate proteinele. Datorită permeabilității selective a vaselor capilare, apar diferențe în compoziția lichidului dintre cele două compartimente ale sectorului extracelular. Astfel, plasma conține cantități mari de Na^+ și Cl^- , cantități mai reduse de ioni K^+ și este bogată în proteine. În schimb, lichidul interstițial conține mai puține proteine, în timp ce concentrația de ioni este asemănătoare cu cea a plasmei sangvine. Tot din sectorul extracelular face parte limfa, lichidele din țesutul conjunctiv și fluidele transcelulare (în ultima categorie intră lichidele din tractul digestiv, urina, bila și LCR-ul).

În organele interne repartiția apei se face în proporții variate. Lichidele din organism (cu excepția sângelui) conțin apă peste 95%, țesuturile aproximativ 80%, iar scheletul conține până la 22%. Mușchii conțin apă în cantitate asemănătoare cu celelalte țesuturi moi, dar din cauza masei musculare mari, apa din mușchi reprezintă jumătate din conținutul de apă al organismului.

În apă se dizolvă substanțele nutritive pătrunse în organismul viu. Apa le transportă la locul destinat, participă la procesele metabolice, iar resturile formate în urma reacțiilor metabolice sunt evacuate cu participarea apei, prin rinichi, piele, plămâni, tractul digestiv. De asemenea, contribuie la menținerea constantă a temperaturii corpului, eliminând surplusul de căldură prin transpirație și evaporare. În apă se dizolvă substanțele minerale de interes nutritiv.

Apa pătrunde în organism cu alimentele și băuturile. Fructele și legumele conțin până la 90% apă, carnea 70%, pâinea albă 36%, brânza 63,2 – 77,5%.

Apa se formează și în organism la arderea proteinelor, lipidelor, glucidelor și se numește APĂ METABOLICĂ și este utilizată pentru necesitățile hidrice. La arderea a 100 g lipide se formează 107 g apă, la arderea a 100 g glucide rezultă 55 g apă, iar la arderea a 100 g proteine se formează 41 g apă. Surplusul se elimină cu transpirația, prin respirație, prin rinichi și cu masele fecale prin intestin.

Există un bilanț hidric echilibrat între aportul și eliminarea apei. Aportul este alcătuit din băuturi (2000 – 2100 g), apa din alimente (aproximativ 100 g), apa metabolică (300 g), ceea ce reprezintă un total de aproximativ 2500g. La eliminare contribuie urina cu 1300 g, pielea cu 750 g, fecalele cu 150 g, iar prin plămâni ies din organism aproximativ 300 g apă, astfel încât este păstrat raportul hidric de intrare și ieșire al apei din organism.

În condițiile temperaturii moderate a aerului și lucrului fizic ușor, omul trebuie să consume în 24 ore aproximativ 2 litri de apă. Surplusul acestei cantități intensifică procesul descompunerii proteinelor și îngreunează activitatea inimii. În acest sens, sărurile de sodiu rețin apa în organism, acesta fiind motivul pentru care consumul lor se limitează la bolnavii cu boli renale și cardiace. Sărurile de calciu și potasiu măresc diureza și eliminarea apei din organism.

Pierderea a 5% apă din organism provoacă setea; pierderea unui procentaj de 15 – 20% provoacă moartea organismului. Fără hrană omul poate trăi mai mult de 30 zile, dar fără apă maxim 6 zile.

1.2. ROLUL APEI ÎN ORGANISMELE VII

Apa, factor indispensabil vieții, contribuie la fenomenele osmotice din plante și are o deosebită importanță în procesul de fotosinteză.

Există organisme care pot exista fără lumină sau fără oxigen, însă nici o ființă nu poate trăi fără apă timp mai îndelungat. Necesitatea de apă este generală pentru toate viețuitoarele, deoarece reacțiile biologice se desfășoară în mediul apos. Cantitatea de apă din organism prezintă variații mari de la o specie la alta.

Variațiile cantității de apă se constată atât între organe cât și între țesuturi. Caracteristic pentru fiecare organism este menținerea proporției de apă între limite constante, ceea ce se realizează prin diferite mecanisme de reglare.

Variațiile conținutului de apă sunt cu atât mai greu tolerate, cu cât organismul se află pe o treaptă mai înaltă de dezvoltare. Astfel, lipitorile pot suporta o pierdere de până la 80% din cantitatea totală de

apă, în timp ce la om, pierderea unui procent de 15% apă (adică 6 – 7 zile de carență hidrică) este incompatibilă cu viața.

Necesarul zilnic de apă potabilă variază în funcție de regiunea în care trăiește individul, de clima regiunii respective, de efortul zilnic depus în cursul zilei, de greutatea corporală, de vârsta și de calitatea apei consumate. Se apreciază, că nevoile hidrice zilnice sunt de aproximativ 2,5 litri apă.

Apa provenită din alimente reprezintă cea de a doua sursă a aportului hidric. Aproape toate alimentele, inclusiv cele solide, conțin apă în concentrație variabilă. Hrana vegetală, în a cărei compoziție apa se găsește într-o proporție ridicată, are un rol important în nutriția oamenilor.

Apa liberă își păstrează proprietățile obișnuite, în timp ce apa legată are unele proprietăți diferite (nu îngheață nici la -60°C).

În organisme apa îndeplinește următoarele *funcții biologice de bază*:

- este componentă structurală a macromoleculelor;
- este dizolvant pentru substanțele cu masă moleculară mică;
- este transportor de energie;
- este substrat și produs al reacțiilor enzimatice;
- participă la termoreglare;
- este agent de regenerare a vieții (pe planeta noastră).

Apa are *roluri* multiple în organism, cele mai importante fiind:

- rolul structural, ca și component principal al organismului;
- rolul de mediu de reacție pentru procesele metabolice și pentru menținerea homeostaziei (fiind esențială pentru diverse procese, ca absorbția, transportul, difuzia, osmoza, excreția etc.);
- rol în metabolismul macronutrienților (din a căror degradare rezultă apă);
- sursă de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} și alte substanțe utile pentru organism, dar uneori și de elemente nedorite (toxice, agenți patogeni etc.).

Dinamica apei în corpul uman și bilanțul hidric al organismului au fost îndelung studiate în fiziologie și sunt astăzi binecunoscute, având largi aplicații medicale. Deshidratarea respectiv hiperhidratarea, cu numeroasele variante fiziopatologice, sunt întâlnite în cadrul multor afecțiuni și pun serioase probleme de diagnostic și tratament.

1.3. PROPRIETĂȚILE FIZICE “ANORMALE” ALE APEI

Apa are punctul de topire, punctul de fierbere, căldura de vaporizare, căldura de topire și tensiunea superficială mai mari decât ale celor mai multe lichide obișnuite. Acest lucru se datorează faptului că forțele de atracție dintre moleculele sale sunt relativ mari. Forțele intermoleculare puternice din apa lichidă se datorează distribuției specifice a electronilor din molecula de apă. Fiecare dintre cei doi atomi de hidrogen pune în comun cu atomul de oxigen o pereche de electroni prin suprapunerea orbitalilor 1s ai atomilor de hidrogen cu doi orbitali hibridi sp^3 ai atomului de oxigen.

Unghiul legăturii H–O–H este de $104,52^\circ$, iar media distanței interatomice H–O este de 0,0965 nm.

Aranjamentul electronilor din molecula de apă îi conferă acesteia asimetrie electrică. Atomul de oxigen, puternic electronegativ, tinde să atragă electronul atomilor de hidrogen, lăsând nucleul de hidrogen parțial dezecranat din punct de vedere electric. Ca urmare, fiecare dintre cei doi atomi de hidrogen are o încărcare locală parțial pozitivă (+0,175). Atomul de oxigen are sarcină locală parțial negativă (-0,351). Molecula de apă, cu toate că nu are sarcină electrică netă, posedă dipolmoment electric.

Dacă două molecule de apă se apropie puternic una de alta, se produce o atracție electrostatică între sarcina electrică parțial negativă a atomului de oxigen din una din moleculele de apă și sarcina parțial pozitivă a unui atom de hidrogen dintr-o moleculă de apă adiacentă, formându-se legături de hidrogen.

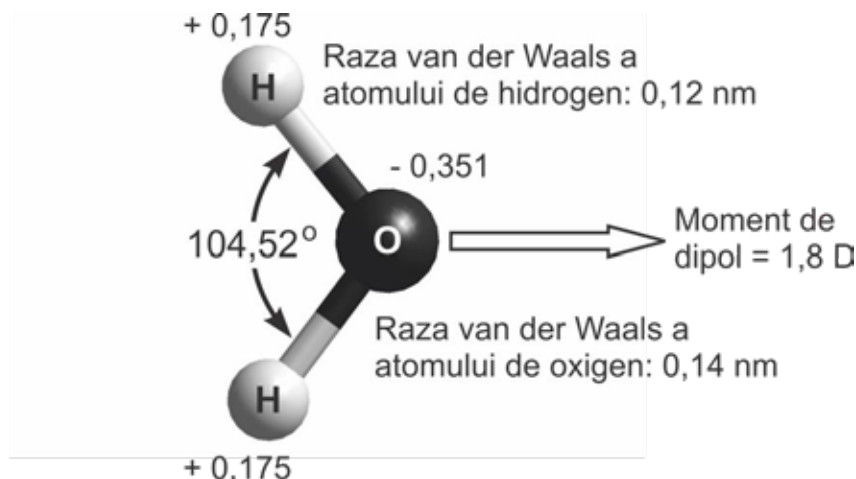


Fig. 1.1. Caracteristicile structurale ale moleculei de apă și momentul de dipol electric

Legăturile de hidrogen din apa lichidă au energia de legătură de $4,5 \text{ kcal/mol}$. Ele sunt mai puternice atunci când cele două grupări care interacționează sunt orientate în sensul realizării unei atracții electrostatice maxime, adică atunci când legătura O–H este coliniară cu atomul acceptor.

La 0°C , apa se solidifică mărimu-și volumul cu 9%, gheața fiind mai ușoară decât apa lichidă pe care plutește. Densitatea gheții este egală cu $0,9186 \text{ g/cm}^3$, mai mică decât cea a apei (aproximativ egală cu 1 g/cm^3). Valoarea mică a densității gheții este atribuită structurii afânate a rețelei cristaline. Drept consecință, sub 4°C , apa răcită înghețată, se ridică la suprafață sub forma unui strat protector față de temperatura exterioară, făcând posibilă viața acvatică.

În gheață, fiecare moleculă de apă este legată prin legături de hidrogen cu patru dintre cele mai apropiate molecule vecine (Fig. 1.3.).

În apă lichidă la 0°C , fiecare moleculă de apă formează legături de hidrogen, la orice moment dat, cu o medie de aproximativ 3,6 alte molecule de apă.

În apa lichidă legăturile de hidrogen rămân întregi ca și în gheață, însă sunt denaturate, înclinate la diferite unghiuri față de configurația liniară cea mai stabilă. Cu cât temperatura apei lichide este mai ridicată, cu atât este mai mare gradul de denaturare și scade

stabilitatea lor. În orice moment, majoritatea moleculelor de apă în stare lichidă prezintă legături de hidrogen. Totuși, timpul de înjumătățire al fiecărei legături de hidrogen este în jur de 10^{-11} secunde.

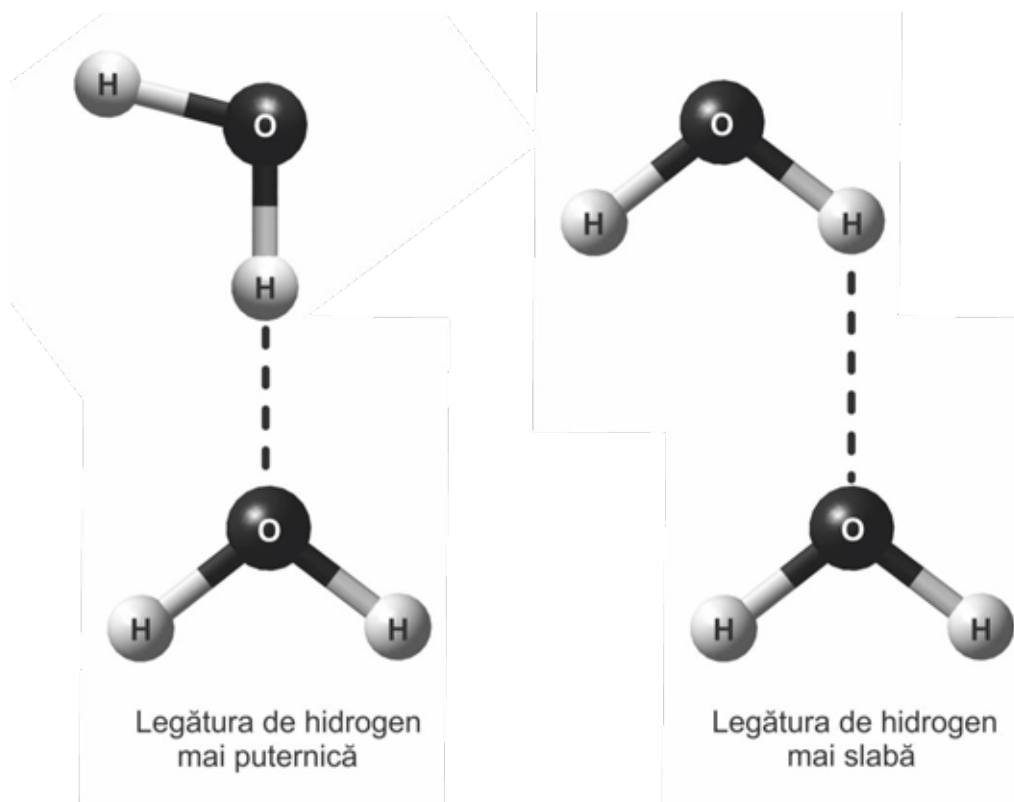


Fig. 1.2. Modalități diferite de orientare a moleculelor de apă la formarea legăturii de hidrogen

Apa fierbe la 100°C. În stare de vapori, are volumul de 1700 ori mai mare decât în stare lichidă. Intervalul de temperatură anormal de mare în care apa se află în stare lichidă (0°C – 100°C) este atribuit de asemenea asocierii moleculelor de apă prin legături de hidrogen. Cele două puncte extreme ale apei, de solidificare, respectiv de fierbere la presiune normală, constituie temperaturile 0°C și 100°C la scara termometrică în grade Celsius.

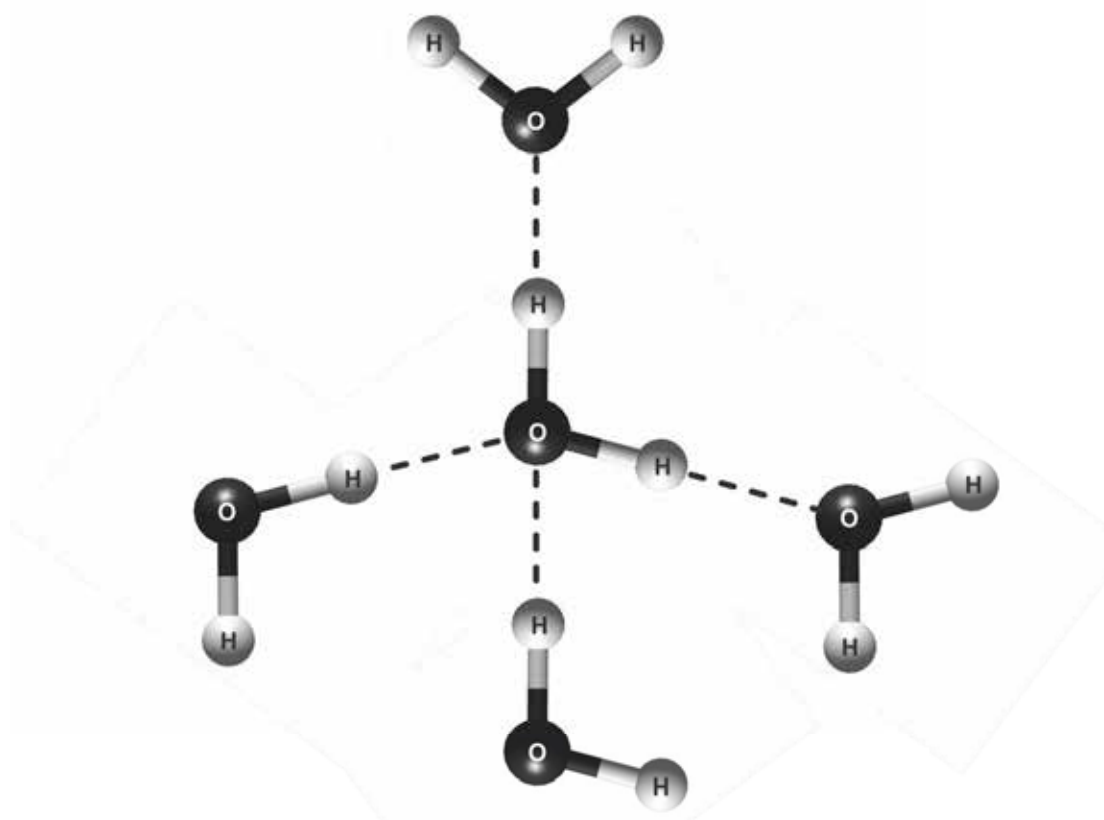
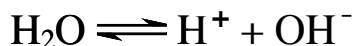


Fig. 1.3. Formarea legăturilor de hidrogen în jurul unei molecule de apă în structura gheții

Căldura specifică mare a apei ($4,18 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$) are rol important de reglare a temperaturii, deoarece temperatura lacurilor și mărilor se modifică mai lent decât a solului.

Căldura latentă de vaporizare este anormal de mare: $40,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Ca urmare a ionizării proprii extrem de reduse, apa are conductibilitate electrică mică.

Disocierea apei poate fi reprezentată astfel:



Constanta de echilibru a procesului de disociere, la temperatura de 25°C , este de $1,04\cdot 10^{-14} \text{ mol/litru}$. Din această cauză, apa pură prezintă conductivitate electrică slabă. În schimb, constanta ei dielectrică este mare ($\epsilon = 81$), fapt care îi conferă proprietăți ionizante și de

dizolvare excelente, fiind unul din cei mai importanți dizolvanți pentru electroliți și chiar pentru combinații nepolare anorganice și organice.

Solubilitatea substanțelor în apă se datorește fie existenței în molecula acestora a grupelor $-OH$, capabile să formeze legături de hidrogen cu moleculele de apă, fie caracterului polar al unor ioni înconjurați de molecule de apă prin forțe ion-dipolice.

Cu toate că apa are conductivitatea termică mică, aproximativ de 100 ori mai mică decât a argintului, este totuși un conductor termic mai bun decât multe lichide organice. Pe această proprietate se bazează folosirea apei ca agent termic sub formă de apă caldă sub presiune sau sub formă de abur.

Legăturile de hidrogen nu sunt specifice numai apei. Ele se formează și între o grupare hidroxil a unei molecule organice și apă, între o grupare carbonil și apă, între o grupare carbonil și una NH , *etc.*

1.4. PROVENIENȚA ȘI UTILIZAREA APEI

Dintre utilizările multiple ale apei, următoarele trei scopuri prezintă interes din punct de vedere sanitar:

- scopuri alimentare;
- spălări;
- scopuri industriale.

La utilizarea apei în una din scopurile menționate, trebuie ținut cont de sursa de proveniență; în acest sens apa poate fi:

- apă de suprafață;
- apă meteorică;
- apă subterană.

Parametrii de calitate existenți ai apei depind de proveniența acesteia. Parametri existenți pot să corespundă sau să nu corespundă utilizării preconizate. În cel de-al doilea caz se impune îmbunătățirea lor prin procedee adecvate. Unele din aceste procedee vor fi nominalizate și prezentate succint în capitolele care urmează.

În consecință, apa se caracterizează prin parametri:

- existenți (dependenți de proveniență);
- impuși (dependenți de utilizarea preconizată).

Interes special, mai ales pentru apa potabilă, prezintă parametri impuși.

După modul de măsurare și exprimare, parametri de calitate ai apei sunt:

a) parametrii subiectivi globali (sunt apreciați prin metode subiective), de exemplu:

- gust;
 - miros
- } (grad maxim admis: 2)

b) parametrii obiectivi globali (sunt măsurați prin metode fizice sau chimice), de exemplu:

- culoare (grad maxim admis: 15);
- turbiditate (grad maxim admis: 5);
- duritate
 - totală (grad german maxim admis: 20);
 - permanentă (grad german maxim admis: 12);
- reziduu fix la 105°C (valoare impusă: 100 - 500 mg/l);
- suspensii totale;
- alcalinitate:
 - permanentă;
 - totală;
- aciditate:
 - totală;
 - reală;
- potențial redox;
- pH (determinat de acizi sau baze diferite);
- compuși fenolici (concentrația maximă admisă: 1 μg/l);

c) Parametrii obiectivi specifici: exprimă cantitativ prezența unor substanțe sau ioni cu identitate specificată, iar determinarea lor se execută prin metode obiective (fizice sau chimice).

Tabelul 1.1 prezintă concentrațiile maxime admise ale câtorva specii chimice în apa potabilă.

Tabelul 1.1

Valori maxime admise ale anumitor specii chimice în apa potabilă

Specia chimică	Conc. max. admisă	Specia chimică	Conc. max. admisă	Specia chimică	Conc. max. admisă	Specia chimică	Conc. max. admisă
Ca^{2+}	100 mg/l	Cr^*	50 $\mu\text{g/l}$	NO_3^-	10 mg/l	CN^-	10 $\mu\text{g/l}$
Mg^{2+}	50 mg/l	Cu^{2+}	1 mg/l	NO_2^-	0,1 mg/l	H_2S	absent
Fe^{2+}	0,1 mg/l	As^*	50 $\mu\text{g/l}$	SO_4^{2-}	200 mg/l	PO_4^{3-}	absent
Zn^{2+}	5 mg/l	Cd^{2+}	10 $\mu\text{g/l}$	Cl_2 liber	250 $\mu\text{g/l}$	Al^{3+}	50 $\mu\text{g/l}$
Pb^{2+}	0,1 mg/l	Cl^-	250 mg/l	F^-	0,5 mg/l	NH_4^+	5 mg/l

(* diferite forme de oxidare)

1.5. INFLUENȚA COMPONENTELOR CHIMICE DIN APA POTABILĂ ASUPRA SĂNĂTĂȚII OMULUI

Existența vieții, indiferent de formă, este strâns legată de apă care, datorită însușirilor sale fizice și chimice speciale, reprezintă un factor extrem de important în desfășurarea majorității proceselor fiziologice, biochimice și ecologice esențiale.

Asigurarea populației cu apă potabilă constituie unul dintre factorii primordialii ai securității naționale a fiecărei țări. Apa influențează sănătatea populației în mod direct. Astfel, cantitatea insuficientă de apă duce la menținerea unei stări insalubre și a deficiențelor de igienă corporală, a locuinței și a localităților. Toate acestea conduc la răspândirea unor afecțiuni îndeosebi digestive (dezinteria și hepatita endemică), și a diferitelor boli de piele. Patologia umană ca urmare directă a calității apei, poate fi clasificată în:

- boli cauzate de infecții răspândite prin consum de apă infectată (diareea, febra tifoidă, hepatita A, salmoneloza);

- boli cauzate de infecții transmise prin animale acvatice (bilharzioza);
- boli cauzate de infecții răspândite prin insecte cu stagii acvatice (malaria, oncocercroză);
- boli cauzate de infecții transmise prin animale acvatice nevertebrate.

Apa influențează directă sănătatea populației și prin calitățile sale, respectiv prin compoziția sa.

Prezența în cantități nepotrivite sau absența unor componente chimice în apa potabilă pot genera diferite carențe și/sau boli cum sunt cele prezentate în continuare.

1.5.1. Gușa (distrofia) endemică tireopată (DET)

Gușa endemică respectiv hipertrofia tiroidei cu modificări distrofice intratiroidiene este una dintre cele mai frecvente afecțiuni ale glandei tiroide.

Glanda tiroidă procesează iodul din componentele alimentare transformându-l în cei doi hormoni: tiroxina T_4 și triiodotironina T_3 . Aceștia sunt stocați și eliberați în funcție de necesitățile organismului fiind indispensabili în dezvoltarea normală a creierului mai ales în primii 3 ani de viață. Hipotiroidismul congenital duce la apariția dizabilităților intelectuale. La adulți, hormonii tiroidieni îndeosebi T_3 reglează modul în care organismul își utilizează energia, adică metabolismul, sunt implicați în metabolismul glucidic și lipidic, stimulează consumul de oxigen tisular, fiind indispensabili creșterii și maturării sistemului osos.

În cadrul DET, la nivelul glandei tiroide, se produc modificări atât în plan morfologic cât și funcțional. Boala este cauzată îndeosebi de conținutul scăzut, respectiv sub $5 \mu\text{g/l}$ al iodului în apa potabilă. În etiologia acestei afecțiuni sunt implicați și alți factori de mediu precum:

- substanțele gușogene care au fost evidențiate în mazăre, fasole, varză, soia, linte; laptele de la animalele care consumă diferiți agenți gușogeni devine vehiculul pentru substanțe cu proveniență vegetală precum tioglicozidele, goitrinul;

- poluarea apelor; apa poate fi vehiculul pentru unele substanțe gușogene cum sunt hidrocarburile sulfurate sau pentru poluare bacteriană;
- medicamentele gușogene – sulfamidele, fenilbutazona, sărurile de cobalt, corticoizii, iodul în administrare prelungită;
- unele substanțe minerale administrate în exces – calciu, magneziu, fluor, clor;
- alimentația dezechilibrată – bogată în grăsimi și săracă în proteine.

Din punct de vedere al funcției tiroidiene, această afecțiune poate evolua în prima fază cu eutiroidie (funcționare normală a tiroidei), apoi apar tulburări endocrine (hipotiroidie sau hipertiroidie), iar la descendență apar tulburări neuroendocrine – cretinismul endemic.

În funcție de volumul gușii, în cadrul acestei afecțiuni, pot apărea compresii asupra organelor învecinate, dând o simptomatologie caracteristică, astfel:

- compresii pe trahee – tulburări respiratorii care pot fi atât de inspir cât și de expir;
- compresia venelor – cianoză (colorație albastru – violacee tegumentară) și edem al feței;
- compresia esofagului – disfagie (tulburări la deglutiție);
- compresia nervului recurent – pareză recurentială (disfonie, voce bitonată, răgușeală).

Afecțiunea apare în timp și este caracteristică zonelor geografice în care apa consumată de populație nu conține cantitatea minimă necesară de iod (în forma de anion iodură, I^-). În aceste zone apare la peste 5% din populație. Este întâlnită cu predilecție la populația din regiunile muntoase.

Gușa endemică reprezintă la ora actuală una din cele mai frecvente boli endocrine și este o problemă majoră de sănătate publică. Potrivit unei estimări încă din 1983, pe glob existau cca. 329 milioane de cazuri iar la ora actuală aceste cifre sunt categoric

depășite. În prezent, în Europa aportul de iod este adecvat doar în 5 țări: Finlanda, Norvegia, Suedia, Elveția, Austria, în care ioduria este de peste 130 $\mu\text{g/l}$. Din producția mondială de iod, de peste 15 tone/an doar 0,5% este necesară pentru profilaxia afecțiunii.

La noi în țară, afecțiunea este prezentă în special în Maramureș, nordul Moldovei și Podișul Transilvaniei dar 30 de județe sunt considerate endemice cu privire la deficitul de iod. Ca atare prin reglementările legislative în vigoare, în toată țara se distribuie sarea iodată atât cea din producție internă cât și cea din import. Legea sării reglementează în România producția cantitativă și calitativă de sare ce trebuie să conțină 20 mg iod/1 kg sare. În alte state europene care sunt în situație asemănătoare din acest punct de vedere, o astfel de lege lipsește.

Profilaxia gușii endemice este reprezentată prioritar de suplimentarea iodului alimentar în zonele geografice afectate. Aceasta este o metodă profilactică eficientă deoarece înlăturarea deficitului determină dispariția gușei iar programele de profilaxie sunt necostisitoare, costul iodării sării fiind estimat la 0,5 – 3 cenți/persoană/an. Pe lângă iodarea sării, alte metode profilactice mai puțin utilizate sunt:

- administrarea comprimatelor de iodură de potasiu;
- uleiul iodat administrat injectabil sau per os;
- iodarea apei potabile;
- iodarea pâinii;
- iodarea hranei animalelor domestice.

Doza minimă necesară de iod care asigură o sinteză adecvată de hormoni tiroidieni este de 50 $\mu\text{g/zi}$.

Programele profilactice elimină gușa endemică din deficit de iod dar nu și pe cea de alte etiologii precum cea autoimună, tumorală, virală, determinată de mutații ale genei receptorului TSH, etc. Din acest punct de vedere tiroidita autoimună (Hashimoto) este mai frecventă în zonele fără deficit de iod ca atare aceste patologii nu trebuie confundate.

1.5.2. Cariile dentare versus fluoroza endemică

La apariția prea frecventă a cariilor dentare, unul din factorii incriminați de-a lungul timpului a fost ionul fluorură (F^-). Ionul fluorură a fost considerat astfel un factor cariopreventiv. În anii 40 în SUA și Canada au fost luate măsuri precum fluorizarea controlată a apei potabile în vederea prevenirii cariilor dentare. După 1950 s-a constatat că anionul fluorură nu contribuie la prevenția cariilor dentare dimpotrivă, expunerea prelungită la acest anion, respectiv excesul de ion fluorură în apa potabilă (peste 1,5 mg/l) este dăunătoare. Afecțiunea se manifestă prin apariția unor pete galbene pe suprafața dinților și prin accentuarea fragilității acestora. Dacă concentrația ionului F^- depășește valoarea de 5 mg/l pentru o perioadă de timp mai lungă, pot apărea afecțiuni ale țesutului osos (de exemplu, osteoporoză).

La ora actuală nu există nici o dovadă științifică ce să demonstreze că ar exista o carență a anionului fluorură. Dimpotrivă, datorită faptului că în medie 50% din fluorul ingerat zilnic se elimină renal iar restul se acumulează în oase, țesuturi și epifiză, se consideră că excesul de fluor este precancerigen, mutagen, duce la disfuncții tiroidiene, neurologice, blocarea secreției de melatonină, scăderea imunității, apariția dereglărilor de somn, accelerarea unor procese de îmbătrânire ale organismului uman, calcifierea glandei pineale care controlează și instalarea pubertății.

Deasemenea, s-a constatat că procentul de infertilitate crește proporțional cu cel al prezenței ionului fluorură în apa potabilă atât pentru om cât și pentru animale.

1.5.3. Mineralizarea apei și afecțiunile cardiovasculare

Mineralizarea insuficientă a apei potabile poate genera în timp afecțiuni cardiovasculare.

Afecțiunile cardiovasculare constituie în prezent clasa de boli cu cea mai mare răspândire, cu o pondere a mortalității de cca. 50% din totalul deceselor. Se cunosc numeroși factori de risc ce favorizează evoluția procesului patologic precum factorii genetici și metabolici, stresul, obiceiurile alimentare, obezitatea, consumul exagerat de alcool și tutun, sedentarismul. Alături de acești factori, în majoritatea

studiilor actuale se consideră că duritatea crescută a apei, mai exact componența acesteia în săruri de Ca și Mg, protejează populația împotriva apariției bolilor cardiovasculare.

Deasemenea, s-a constatat că apa dură scade incidența accidentelor circulatorii cerebrale. Numeroase cercetări au demonstrat corelația inversă dintre duritatea apei și cardiopatia ischemică, infarctul miocardic, ateroscleroza. S-au determinat scăderi ale ratei mortalității prin boli cardiovasculare cu până la 30% în zonele în care populația consumă apă cu duritate mare.

Observațiile științifice făcute asupra unor teritorii geografice au demonstrat că duritatea apei depinde de structura rocilor. Pe terenurile cu roci vechi ca de exemplu partea de Nord a Europei, sursele de apă sunt moi, iar populația înregistrează o rată ridicată a mortalității prin boli cardiovasculare. În regiunile cu soluri calcaroase, provenite din rocă tânără, apele sunt dure, iar mortalitatea datorată acestei patologii este mai redusă. Astfel, consumul de apă dură, în care în mod obișnuit predomină sărurile de Ca, scade atât indicele de mortalitate, cât și frecvența morții subite. Animalele de laborator expuse timp îndelungat la carența de Ca și Mg prin apă și alimente deplețiate de aceste elemente, prezintă modificări ale electrocardiogramei și aritmii mai frecvente.

1.5.4. Mineralizarea apei și afecțiunile renale

Trecând în cealaltă extremă în ce privește duritatea apei, în cazul depășirii concentrației medii admisibile a indicilor ce determină mineralizarea (calciu, sodiu, magneziu, hidrogenocarbonați), s-a observat creșterea nivelului glucozei în sânge și a acidului uric. Astfel, duritatea apei cu concentrații mai mari de 15 mg/dm^3 înlesnește apariția osteoartrozelor, osteopatiilor, renolitiazelor, colecistolitiazelor.

S-a demonstrat că litiaza renală se află în strânsă legătură cu creșterea magneziului și calciului în sânge sau urină. Studiile au arătat că apa potabilă cu o duritate de peste $15\text{-}20 \text{ mEq/dm}^3$ a produs modificări biochimice, precum scăderea diurezei, modificarea raportului Ca/P, creșterea greutății specifice și a calciului în urină. Predispoziția formării de săruri acide de urat de calciu este dată de

tulburările metabolismului calcic sau purinic. În cercetările experimentale, folosind calciu radioactiv, s-a ajuns la concluzia că, odată ajuns în organism, calciul din apă participă în mod direct la formarea de urați. Implantarea unui nucleu fosfat în vezica urinară a animalelor de experiență, urmată de administrarea de apă de duritate 20mEq/dm^3 a dus la o frecvență și greutate a concrețiilor formate mult mai mare decât în cazul administrării unei ape de duritate 10mEq/dm^3 . În situația administrării unei ape de duritate 5mEq/dm^3 nu au apărut modificări funcționale și structurale ale canaliculelor aparatului renal și nu s-a produs urolitiază, valoarea maximă admisă a durității apei fiind de 10mEq/dm^3 .

Duritatea apei favorizează dizolvarea în apă a unui șir de metale: cadmiu, cobalt, nichel, crom, mangan care, la rândul lor, pot avea o acțiune toxică asupra sistemului cardiovascular.

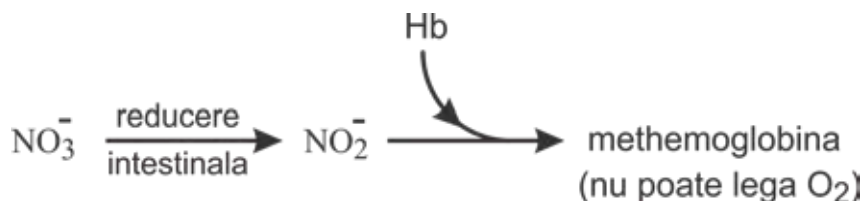
1.5.5. Methemoglobinemia infantilă

Termenul se referă la intoxicația produsă de ionii azotat (sau nitrat, NO_3) și azotit (sau nitrit, NO_2) prezenți în apa potabilă.

Acești anioni sunt componenți naturali ai solului, proveniți din mineralizarea substanțelor azotate de origine vegetală sau animală, datorată microorganismelor din sol. Parțial, ei sunt absorbiți de plante și utilizați în sinteza proteinelor, dar o altă parte este antrenată în apele de suprafață și cele care traversează solul ajungând în râuri, lacuri sau pânza freatică.

Nitriții în general sunt instabili, transformându-se în nitrați sau amoniac. Nitrații sunt o parte integrantă a ciclului de azot din mediu, provenind mai ales din degradarea oxidativă a substanțelor organice cu conținut de azot sub acțiunea bacteriilor nitrificatoare, dar pot proveni și din structura normală a solului, sau din substanțele fertilizante și pesticidele cu care acesta este tratat. Nitrații se găsesc în concentrații mai mari în apele subterane decât în cele de suprafață.

Ca urmare a proceselor de reducere desfășurate în intestin, la acest nivel ionul azotat se transformă în ion azotit. Anionul azotit la rândul lui, se leagă de hemoglobină (Hb) transformând-o în methemoglobină, incapabilă de transportul oxigenului spre țesuturi.



Methemoglobinemia este deosebit de periculoasă la copiii sub 6 luni deoarece la această vârstă reacția nu este reversibilă. La copii mai mari și la adulți nitrații se reduc până la nitriți numai parțial. Aceasta nu influențează considerabil calitatea vieții, dar la persoanele suferinde de boli cardiace se agravează manifestările de hipoxie.

Nitrații și nitriții sunt întâlniți și în alimente ca aditivi alimentari utilizați la preparatele de carne pentru menținerea culorii și a prospețimii, având efecte bacteriostatice și de dezvoltare a aromei. Uneori sunt întâlniți și în laptele destinat producerii brânzeturilor unde sunt utilizați ca amelioratori de gust și conservanți.

Transformarea nitraților în nitrozamine aduce în discuție și efectul cancerigen al acestora. Această transformare are loc în cazul salatelor de legume rămase mai mult de 8 ore la temperatura camerei.

Cantități mare de nitrați și nitriți sunt întâlnite în legumele necoapte, în produsele preparate din carne, mezeluri, afumături, etc.

Procesul de fierbere al apei duce doar la concentrarea acestor anioni.

Conform ultimelor studii, apar asocieri posibile ale nitriților și cu alte patologii precum hipertiroidismul, malformațiile la nivelul sistemului nervos sau diabetul insulino-dependent.

1.5.6. Saturnismul

Termenul se referă la intoxicația cu săruri de plumb. Intoxicația este de obicei cronică, foarte rar acută, aceasta din urmă necesitând intrarea în contact cu concentrații foarte mari de plumb. Saturnismul este considerat o boală profesională, rar accidentală, cazuri care au fost mai frecvente în trecut fiind cauzate de conductele de apă confecționate din plumb.

Tabloul clinic implică gingivită și colici care împreună cu anemia formează așa numita colică de plumb tipică îndeosebi manifestărilor fazei acute.

În cazurile cronice, la expunerea de lungă durată, apar simptome precum: dureri de cap, hipertensiune, pierderea memoriei, orbirea, tulburări neurologice, probleme la nivel renal, retard mental, convulsii culminând cu decesul.

Ajuns în organism, plumbul inhibă sinteza hemului blocând enzimele ce catalizează trecerea coporfirinei la protoporfirină. Apare astfel anemia hipocromă, hipersideremică.

Căile prin care ionul de plumb poate ajunge în organism sunt prin inhalare sau ingerare împreună cu alimente sau apă contaminate. Cationul Pb^{2+} se fixează în țesuturi și cumulativ în țesutul osos înlocuind Ca^{2+} . În intoxicații, plumbul apare în sânge și în urină.

Tratamentul presupune administrarea de substanțe chelatoare în cure, cu pauze între ele, pentru mobilizarea ionilor de plumb fixați la nivel osos.

Concentrația maximă admisă a plumbului în apa potabilă este 0,2 mg/l.

Sărurile de plumb pot apărea în apa potabilă care circulă prin instalații vechi confecționate din plumb, la gătit în vase de plumb și ca urmare a poluării industriale.

Inhalator, plumbul ajunge în organism la contactul cu vapori de benzină cu plumb sau vopsele pe bază de plumb.

1.5.7. Intoxicația cu Cd^{2+} (maladia "Itai - Itai")

Cadmiul este un element chimic prezent în mod natural în scoarța terestră. El este extras ca produs secundar în procesul pe prelucrare și extragere din zăcămintele altor metale grele precum zinc, cupru, plumb. Cca. 83% din cadmiul extras se utilizează la producerea de baterii/acumulatori electrici.

Intoxicația cu săruri de cadmiu a fost semnalată prima dată în Japonia în 1970. Cadmiul a generat boala Itai-Itai, care a făcut în Toyama peste 200 de victime. Limitele admise sunt depășite frecvent

datorită prezenței cadmiului în compoziția tevilor din zinc. Ionul Cd^{2+} apare în mediu și ca urmare a poluării industriale (protejarea suprafețelor metalice prin "cadmiere").

Cationul se fixează în rinichi, acesta fiind organul de depozitare a cadmiului în organism, și cumulativ în păr (din probele de păr se poate pune în evidență prin spectrometrie de absorbție atomică, iar prin analiza diferitelor porțiuni ale firului de păr se poate urmări desfășurarea în timp a procesului de intoxicație). Tulburările produse de intoxicarea cu ionul Cd^{2+} apar astfel în primul rând la nivelul rinichilor și sunt însoțite de eliminare masivă de ioni Cd^{2+} pe cale urinară. Cadmiul eliminat astfel este un biomarker al expunerii de lungă durată și reflectă cantitatea totală acumulată de-a lungul vieții.

Efectele negative se reflectă și asupra densității osoase și a sistemului cardiovascular. Deasemenea, acest element este considerat carcinogen la om.

Expunerea ambientală are loc în primul rând prin fumat atât activ cât și pasiv, compușii cadmiului fiind volatili.

1.5.8. Intoxicația cu mercur

Proveniența mercurului poate fi din diferite zone de exploatare a mercurului, proveniență naturală, dar cel mai adesea este prezent în apă în urma poluării agricole și industriale (compuși organomercuriali folosiți ca antidăunători). Acesta poate fi găsit în apă sub formă de săruri mercuriale anorganice și organice sau mercur metalic. Absorbția mercurului din apă, ca și în situația plumbului este relativ mică; el cumulându-se în organism în ficat și rinichi; concentrația admisă a mercurului în apă fiind de $0,001\text{mg/dm}^3$. Un aspect important îl constituie efectele teratogene pe care mercurul le prezintă, acesta traversând placenta și trecând de la mama la făt. Eliminarea lui se face atât prin urină, dar și prin păr, unghii și piele, în care acesta poate fi dozat. Principalele semne ale intoxicației cu mercur sunt: tulburări de memorie, insomnie, vertij, tulburări vizuale, cefalee. Cu timpul pot apărea tulburări grave, precum renale, cu polakiurie, poliurie, azotemie. Un aspect important este apariția malformațiilor congenitale ce pot apărea asupra fătului.

1.5.9. Intoxicația cu pesticide

În urma utilizării pesticidelor în agricultură, deversărilor de la fabricile de pesticide a reziduurilor, spălării și antrenării diverselor ustensile utilizate în aplicarea pesticidelor, are loc poluarea cu pesticide a apei. Acțiunea acestora depinde atât de timpul lor de remanență cât și de structura lor chimică.

Pesticidele prezintă în general o solubilitate redusă în apă, ca atare intoxicația cu pesticide este, spre deosebire de intoxicația cu nitrați, mai rar întâlnită. În funcție de structura lor chimică aceste substanțe suferă un proces (mai lent sau mai rapid) de biodegradare, cele organo-fosforate degradându-se mai rapid, iar cele organo-clorurate degradându-se mai lent, fiind mai puțin toxice.

Efectele acute produse de pesticide sunt determinate de cele organo-fosforate, foarte toxice și constau în: vărsături, crampe abdominale, abolirea reflexelor, contracții musculare, transpirații, iar datorită acumulării de acetilcolină și inactivării colinesterazei pot duce la dificultăți ale respirației, urmate de lipotimie și moarte. În acest caz administrarea antidotului atropină trebuie realizată foarte rapid.

Efectele cronice ale pesticidelor organo-clorurate sunt: efecte hepatotoxice până la insuficiență hepatică, efecte neurotoxice până la encefalopatii, efecte gonadotoxice cu avort spontan la femei, sterilitate la bărbați, efecte embriotoxice până la malformații congenitale. Dozele maxime acceptate ale pesticidelor în apă sunt de $0,1\mu\text{g}/\text{dm}^3$.

1.5.10. Acțiunea toxică a detergenților

Procesul de detergență presupune îndepărtarea murdăriei de pe un substrat imersat în mediu lichid în general prin aplicarea unor forțe mecanice de frecare în prezența unor substanțe chimice ce micșorează forțele de adeziune dintre murdarie și substrat.

În societatea primitivă hainele erau spălate cu pietre la apă curgătoare. Persil este primul detergent cu acțiune proprie apărut în Germania în 1907. Astăzi, utilizăm 3×10^6 tone detergenți/an, un volum imens, din care o parte ajunge în apele naturale (antrenați de

ploi detergenții ajung la adâncimi foarte mari chiar dincolo de pânza de apă freatică). Rata degradării detergenților duri este de aprox. 30%. Detergenții moi sunt mai ușor degradabili - până la 90% - deoarece conțin catene liniare, nu ramificate.

Pentru creșterea performanțelor detergenților prin scăderea durității apei se adaugă nitriți și fosfați. Aceștia ajung în mediu acvatic stimulând înmulțirea algelor care duce implicit la scăderea conținutului de oxigen. Din această cauză viața faunei acvatice din Marea Neagră este puternic afectată de lipsa de oxigen.

Detergenții au efect toxic propriu direct numai la concentrații mari (~ 1 g/l) dar, datorită capacității de emulsionare a altor substanțe toxice, favorizează absorbția intestinală a acestora.

Laurilsulfatul de sodiu SLS, odată ajuns în organism, imită activitatea estrogenilor putând determina apariția menopauzei precoce, declanșarea sindrom premenstrual (PMS), scăderea fertilității masculine, creșterea riscului de cancer de sân la femei.

În România doar 10% din totalul detergenților consumați sunt biodegradabili, adică se descompun sub acțiunea oxigenului și microorganismelor. Ca atare, prin apa potabilă se consideră că se ingerează zilnic detergenți. Doza letală pentru un adult de 65 kg este de 80 g detergenți.

1.6. PATOLOGIA HIDRICĂ INFECȚIOASĂ

În cadrul patologiei hidrice, un loc important îl ocupă patologia infecțioasă. Rolul apei în transmiterea bolilor infecțioase este cunoscut de multă vreme, chiar înainte de descoperirea agenților infecțioși ai diferitelor boli.

Pentru apariția unei maladii hidrice sunt necesare trei condiții, și anume: existența unei surse de germeni, viabilitatea în apă a germenilor patogeni în timp suficient pentru producerea bolii și existența unei populații receptivă.

Bolile infecțioase transmise prin apă pot avea mai multe forme de manifestare în funcție de:

- numărul de îmbolnăviri;

- tipul și modul de apariție;
- agenții patogeni *etc.*

Se cunosc 3 forme principale de manifestare a bolilor infecțioase: forma sporadică, epidemia, endemia. Cea mai frecventă formă de manifestare a bolilor contagioase de natură hidrică este *epidemia*.

Epidemiile hidrice prezintă o serie de caracteristici care le diferențiază de alte tipuri de epidemii și pe baza cărora se poate pune diagnosticul și se aplică măsurile de combatere.

Principalele caracteristici ale epidemiilor hidrice sunt:

- specificul exploziv sau afectarea unui mare număr de persoane într-un timp relativ scurt;
- afectarea persoanelor receptive care consumă apă contaminată, indiferent de sex, vârstă, profesie *etc.*;
- manifestarea epidemiei pe aria de alimentare cu apă din aceeași sursă (conductă, izvor, fântână);
- apariția epidemiei în orice anotimp, în special în anotimpul rece pentru zona noastră climatică, datorită supraviețuirii mai îndelungate a germenilor patogeni în apă la temperatură scăzută și reducerii antagonismului microbian;
- încetarea epidemiei, ca urmare a măsurilor luate, la fel de brusc cum a început; pot rămâne un număr mic de cazuri care se găsesc în perioada de incubație sau se transmit prin contact.

În afara acestor caracteristici principale, prezente în orice epidemie hidrică, mai pot apărea și altele dar nu în mod obligatoriu, însă atunci când sunt prezente, aceste caracteristici confirmă diagnosticul de epidemie hidrică. Ele sunt deci considerate caractere secundare putând fi rezumate la:

- apariția unui număr mare de boli digestive (enterite, gastroenterite, dizenterie) înainte de izbucnirea epidemiei, boli care afectează cu precădere copiii și vârstnicii;
- defectarea sistemului de alimentare cu apă duce la poluarea apei și în final la apariția epidemiei;
- lipsa agenților patogeni incriminați în epidemia prezentă, datorită condițiilor de mediu nefavorabile care au dus la distrugerea lor.

Principalele boli cu transmitere hidrică sunt de tip microbian, viral și parazitar.

1.6.1. Boli bacteriene trasmise prin apă

1.6.1.1. Holera

Holera este o afecțiune bacteriană digestivă cu mecanism de transmitere fecal-oral, provocată de germenul *Vibrio cholerae*. Acesta blochează mecanismul apei la nivel intestinal. Fiind un germene puțin pretențios, prezintă rezistență destul de mare în apă, până la 50-60 de zile. Holera este o boală infecțioasă acută caracterizată clinic prin deshidratare masivă cauzată de evacuările de excremente apoase și masele vomitive.

Etiologie

Holera este provocată de câteva biotipuri de vibrioni întrunite de specia *Vibrio cholerae*. Biotipul clasic a fost descoperit de Robert Koch în 1883, fiind considerat drept singurul agent al holerei, inclusiv până la începutul celei de-a 7-a pandemii. Din 1950 crește rapid rolul biotipului El Tor ca factor etiologic al holerei; în 1961 acesta a fost decelat la peste 80% din numărul celor afectați. Potrivit datelor O.M.S., în perioada 1982-1983 în Bangladesh din nou a început să fie izolat biotipul clasic de holeră.

Acest germen a făcut foarte multe victime în trecut, punctul de vârf fiind atins la Hamburg în 1892 și Petersburg în 1920.

Datorită măsurilor luate la nivel mondial, zonele de răspândire ale holerei s-au redus considerabil, aceasta afectând la ora actuală doar regiunile în care nu se pot respecta regulile de igienă corespunzătoare.

Vibrionul holeric este un bacil gram-negativ care suportă ușor temperaturile joase și congelarea. Fierberea timp de 1 min omoră vibrionii. Acțiunea luminii, aerului, desicarea îi distruge în câteva zile. Agentul holerei este sensibil chiar la soluții slabe de acid clorhidric și sulfuric, precum și la dezinfectante, astfel la un conținut de 0,2—0,3 mg/l clor rezidual vibrionii rezistă doar câteva minute. În bazinele de apă degajată, în nămol, în organismul unor hidrobionți în

sezonul cald este posibilă nu numai păstrarea îndelungată, ci și multiplicarea vibriionului holerice, favorizată și de poluarea hidrosferei cu resturi menajere și industriale.

Epidemiologie

Toate modalitățile de transmitere a holerei constituie niște variante ale mecanismului fecal-oral.

Rezervorul uman al vibriionilor poate fi constituit de către:

- bolnavul cu formă tipică de holeră, care elimină în primele 4 - 5 zile de boală prin diaree până la 10 - 20 l de dejecții pe zi ce conțin de la 10^6 până la 10^9 vibriioni extravirulenți/ml.
- bolnavul cu holeră subclinică, ce elimină o cantitate mai mică de dejecții, însă rămâne activ, adică nu este exclus din activități sociale, ceea ce constituie un mare pericol;
- bolnavul de holeră în perioada de incubație; valoarea lui ca sursă infecțioasă este incontestabilă, deși probabil nu este de mare pondere;
- convalescentul după forme tipice și subtipice de boală, care continuă să elimine vibriioni (purătorii convalescenți);
- purătorul sănătos (tranzitoriu) ce elimină periodic câte 100 - 10.000 vibriioni/1 g de excremente.

Epidemiile de holeră, în funcție de modul principal de propagare a infecției, pot evolua ca infecții hidrice, de contact menajer, alimentare și mixte. Receptivitatea la holeră este generală.

Patogenie

Vibriionii holerici pătrund în organismul uman pe cale orală cu apa sau alimentele contaminate. Posibilitatea persistenței vibriionului holerice în stomac și a pătrunderii lui în intestinul subțire în stare activă crește în prezența afecțiunilor gastrointestinale asociate, însoțite de hipoaciditate gastrică, secreție gastrică neuniformă sau hiperperistaltism. Sunt afectate mai frecvent și mai grav persoanele ce fac abuz de alcool sau care au suportat rezeccii gastrice. Pe cale experimentală s-a demonstrat că introducerea vibriionilor direct în intestin, evitând stomacul, necesită pentru contaminare o doză microbiană mult mai mare decât în contaminarea orală.

Pătrunși în intestinul subțire, vibrionii se multiplică intens în canalul intestinal, eliberând toxina holerică. Acestea îi revine un anumit rol în tulburarea permeabilității vaselor și membranelor celulare ale peretelui intestinal și este astfel responsabilă de sindromul diareei electrolitice caracteristic pentru holeră.

În holeră sunt specifice pierderi masive de lichid cu emisii de scaun și mase vomitive, care în scurt timp ating un volum practic imposibil în diareile de altă origine. În unele cazuri, volumul total de lichid pierdut poate depăși de 2 ori masa corporală a bolnavului.

Un rol fiziopatologic important au pierderile de electroliți esențiali, în special cele de potasiu, care ating uneori 1/3 din cantitatea totală din organism. Apar astfel tulburări în funcția miocardului, lezarea canaliculilor renali, pareza intestinală. Deshidratarea în holeră este de origine izotonică, dar pe parcurs determină o hemoconcentrație însemnată, acidoză metabolică, hipoxie, sindrom trombohemoragic și insuficiență renală acută.

Tablou clinic

Manifestările clinice ale holerei oscilează în limite mari de la forme subclinice, până la stări grave cu deshidratare masivă și exit letal al bolnavului în primele 24 - 48 ore.

Perioada de incubație durează 1 - 6 zile, în medie 2 zile. Debutul este acut. Primul semn clinic manifest al holerei este diareea ce se instalează inopinat, în special noaptea și dimineața. Frecvența scaunelor de regulă, este în funcție de gravitatea evoluției afecțiunii și depinde de forma holerei. În majoritatea cazurilor dejecțiile sînt apoase chiar de la început sau devin apoase după 1 - 2 defecații. Voma în holeră, de regulă, apare inopinat, imediat după diaree, devine foarte curând apoasă, cu aspect de fiertură de orez. De obicei, diareea și voma nu sunt însoțite de dureri abdominale.

În caz de pierderi masive de lichid prin dejecții și mase vomitive apar dereglările funcționale ale sistemelor principale ale organismului, gravitatea căroră se determină prin gradul de deshidratare.

La copiii în vîrstă sub 3 ani holera are o evoluție deosebit de gravă. Deoarece organismul infantil suportă mai greu deshidratarea,

se produc leziuni secundare ale sistemului nervos central: adinamie, convulsii clonice, tulburări ale cunoștinței, inclusiv stare comatoasă.

Holera se poate asocia cu dizenteria, salmoneloza, febra tifoidă, amibiaza, invazia helmintică. Este posibilă și asocierea hepatitei cronice, colecistitei, gastritei etc

Complicații

În condițiile terapiei moderne nu se mai înregistrează complicațiile relatate cândva: insuficiența renală acută, colapsul repetat și tifosul holeriform. Cea mai frecventă complicație este pneumonia. Exicoza îndelungată favorizează apariția abceselor, flegmoanelor, erizipelului. Unele complicații (flebite, tromboflebite) se produc în urma terapiei intensive.

Tratament

Dat fiind rolul dominant al deshidratării în patogenia holerei, un prim obiectiv al tratamentului este administrarea de soluții, pe cale orală, ce conțin carbonat de sodiu, glucoză, clorură de sodiu și clorură de potasiu.

Tratamentul începe cât mai devreme posibil și se efectuează în două etape: prima - rehidratarea, a doua - corecția pierderilor ulterioare de hidroelectroliti estimate în condiții de staționare. Rehidratarea se va efectua în curs de 1-2 ore cu volum de lichid ce corespunde deficitului inițial de masă corporală. Tactica curativă aici este determinată exclusiv de starea bolnavului și mai ales de gradul de deshidratare.

Succesul terapeutic depinde în mare măsură nu numai de calitatea rehidratării efectuate, ci și de recuperarea optimă a pierderilor ulterioare de apă și săruri, care în cazurile grave se realizează în câteva zile.

Antibioticele nu joacă rolul decisiv în tratamentul bolnavilor de holeră, însă ele amplifică efectul tratamentului patogenetic: reduc durata diareei, pierderile hidroelectrolitice și durata portajului de vibrioni. Durata tratamentului cu antibiotice (în trecut tetraciclina, levomicetină, actual fluoroquinolone, azitromicină) este de 5 zile. Purtătorii de vibrioni ce elimină agentul un timp scurt sau chiar o

singură dată (excretorii „tranzitorii”) nu necesită antibioterapie. Acest grup de persoane trebuie izolat pînă la obținerea probelor negative ale examenului bacteriologic de control.

Tratamentul antimicrobian se face în cazul eliminărilor repetate de vibroni holerici și bolnavilor cu infecții mixte, invaziuni parazitare și afecțiuni cronice la nivelul tubului digestiv. În aceste cazuri la tratamentul obligator al afecțiunilor asociate se administrează tetraciclină câte 300 mg la fiecare 6 ore, timp de 3-5 zile.

Bolnavii de holeră nu au nevoie de un regim dietetic special. Lucrătorii industriei alimentare și din comerțul cu produse alimentare, persoanele ce deserveșc punctele nodale de apeducte și alte obiecte comunale, lucrătorii din alimentația publică, instituțiile infantile și curativ-profilactice, precum și bolnavii cu afecțiuni cronice ale ficatului și căilor biliare vor fi examinați repetat timp de 5 zile (coproculturi zilnice și un examen bacteriologic de bilă).

Prognosticul în caz de tratament oportun și adecvat este, de regulă, favorabil. După ce în tratamentul bolnavilor de holeră s-a pus accentul principal pe recuperarea pierderilor hidroelectrolitice, letalitatea s-a redus considerabil.

Profilaxie

Respectarea regulilor standard de igienă, asigurarea cu apă potabilă și dacă este posibilă, vaccinarea pe cale orală sunt măsuri de profilaxie ce se recomandă pentru evitarea răspândirii epidemiei.

Imunizarea activă, cu vaccin inactivat, administrat subcutanat, ofera protecție redusă, 40%, cu durata de 3-4 luni, fără a oferi protecție față de starea de purtător, deci nu este indicată la venirea dintr-o țară cu endemie.

1.6.1.2. Febra tifoidă

Agentul etiologic este bacteria *Salmonella typhi*, care pătrunde în organism odată cu apa ingerată.

Bacilul tific își păstrează viabilitatea:

- 4-10 zile în apele curgătoare, ceea ce ar echivala cu 300 km parcurși cu o viteză medie de 1m/sec;
- 30 zile în apă de profunzime;

- până la 4 săptămâni în apele stătătoare;
- până la câteva luni în nămolul fântânilor și iazurilor;
- 6-12 zile în apele de canal;
- în gheață poate supraviețui 2-3 luni de zile;
- în apele minerale cca. 5 zile;
- în apa de mare 4-9 zile.

Calea hidrică reprezintă calea principală de transmitere a bolilor intestinale în general și a febrei tifoide în special. Se apreciază că până la 60% din totalul de febră tifoidă dintr-un teritoriu pot fi de origine hidrică. Prin folosirea apei contaminate în scopuri menajere (spălatul veselei, legumelor, rufelor etc). Caracteristicile unei epidemii de febră tifoidă sunt apariția ei explozivă și durata mai mare în comparație cu epidemiile transmise prin alimente.

Bacilul tific ajunge în tubul digestiv, se multiplică și invadează organismul penetrând, prin ganglionii limfatici, iar apoi în circulația sanguină, determinând starea tifică, cauzată de ectotoxină.

Creșterea treptată a febrei, constipația, durerile abdominale și bradicardia sunt primele simptome ale agentului patologic. Complicațiile ce pot apărea pot fi multiple, de natură cardiovasculară, hepato-biliară, respiratorie, nervoasă, urinară, osoasă. Netratată, boala poate fi mortală.

Tratament:

- Cloramfenicol;
- Ampicilină;
- Fluorochinolone (ex. Ciprofloxacină);
- Cortizon – la formele severe.

Pentru a evita răspândirea germenului și refacerea mai rapidă a organismului se recomandă izolarea pacientului, repaus la pat și o dietă hidrică corespunzătoare.

1.6.1.3. Dizenteria bacilară

Shigella dysenteriae este bacilul responsabil de această infecție intestinală, numită **dizenterie**. Datorită lipsei unui vaccin specific și propagării rapide a germenilor dizenterici în mediul extern, dizenteria este considerată cea mai răspândită afecțiune bacteriană. Deși, cel mai

frecvent nu reprezintă un caracter grav, acest tip de epidemii cuprind un număr mare de cazuri.

Agenții patogeni ai dizenteriei bacilare sunt puțin rezistenți în mediu:

- bacilul dizenteric are o viabilitate redusă în apa de conductă;
- în apa de râu supraviețuiește 2-3 zile;
- în apa de fântână – până la 6 zile;
- în apa fiartă și contaminată ulterior (deci în absența florei microbiene concurente) – până la două săptămâni.

Bacilii *Flexner* și *Sonne* supraviețuiesc în apă aproximativ de două ori mai mult decât bacilii *Shiga*, iar în apa filtrată și contaminată ulterior – până la 2-3 luni. Speciile de *shigelle* care circulă mai frecvent în prezent (*Shigella*, *Flexneri*), se pot menține viabile timp mai îndelungat în apă, mai ales la temperaturi scăzute, când flora saprofită concurentă este în mare parte inhibată.

În raport cu particularitățile calitative ale apei – temperatura, gradul de aerare și insolație – și cu unii factori biologici (prezența bacteriofagilor specifici, a protozoarelor etc), shigellele trăiesc în apă 5-38 zile.

Epidemiile hidrice de dizenterie, ca și cele de febră tifoidă, pot fi cauzate prin contaminarea apei furnizate de instalațiile centrale sau a apei de fântână, consumul de apă de suprafață netratată sau insuficient tratată, folosirea apei din recipiente în care apa s-a transportat ori menținut în condiții necorespunzătoare, etc.

Tablou clinic

Primele simptome cu care se pot confrunta pacienții pot fi dureri ușoare la stomac, diaree fără mucus, iar cazurile severe pot include febră, dureri abdominale severe, greață și varsături, diaree apoasă care conține sânge sau mucus.

Pătrunderea bacteriei în pereții intestinului gros poate provoca ulceratii, care la rândul lor pot duce la hemoragii astfel explicându-se prezența sângelui în scaun.

Tratament

Tratamentul medicamentos nu este necesar în formele ușoare, boala dispărând fără tratament după câteva zile. Cel mai important aspect în acest caz este evitarea deshidratării, prin înlocuirea lichidelor pierdute prin diaree (cu apă, sucuri naturale, băuturi izotonice). În formele grave, se utilizează antibioterapia (metronidazol), asociată hidratării prin perfuzii. Administrarea antibioticelor este benefică și în prevenirea răspândirii agentului patogen la alte persoane.

1.6.1.4. Enterocolitele

Escherichia coli și diversele tulpini de coli patogene sunt viabile în apă un timp îndelungat. Tulpinile de enterocoli pot cauza în spitalele și instituțiile pentru copii epidemii de enterite maligne, îndeosebi la sugari, care prezintă uneori o letalitate mare.

Alți germeni implicați în enterocolite sunt: enterococul, proteus.

De menționat că apa ce conține un mare număr de germeni banali, o cantitate crescută de substanțe organice sau de substanțe în suspensie, precum și apele în care s-au dezvoltat alge capabile de a secreta substanțe toxice, pot avea repercusiuni asupra tubului digestiv fragil al copilului și să determine tulburări gastrointestinale.

1.6.1.5. Leptospiroza

Leptospirele sunt puțin rezistente în mediul ambiant. Leptospirele patogene trăiesc în apa de suprafață de la câteva zile până la 2 săptămâni, în funcție de microflora antagonistă, compoziția chimică, pH-ul și temperatura apei, etc.

În apele puțin adânci și cu un curs lent, cu pH alcalin și o temperatură de circa 20°C, leptospirele rămân viabile un timp mai îndelungat.

Leptospirele patogene persistă în apa de râu 1-2 luni și chiar până la 5 luni. În nămol pot supraviețui peste 23 zile. Omul se contaminează fie consumând apă (de rețea, fântână sau de suprafață netratată) ce conține leptospire. Contaminarea apelor de suprafață se produce prin dejecțiile și urina rozătoarelor eliminatoare de leptospire sau prin cadavrele acestora, prin deversarea reziduurilor neepurate de la

crescătoriile de animale, îndeosebi a celor de porci amplasate în apropierea râurilor, prin adăparea animalelor bolnave, *etc.*

Formele de manifestare a bolii pot fi sporadice, endemice și epidemice. S-au descris epidemii hidrice datorită folosirii apei de suprafață sau consumului de apă de fântână contaminată cu leptospire.

1.6.1.6. Bruceloza

Agentul etiologic al brucelozei este genul *Brucella*. Este o zoonoză a animalelor domestice. Sunt descrise cazuri de bruceloză transmisă prin apa de fântâni contaminate. Supravețuirea brucelelor în apă variază între 5-30 zile. Toate speciile de brucele pot să-și păstreze viabilitatea în apă timp de 40-60 zile. La animalele bolnave de bruceloză, și la cele bolnave de leptospiroză, avortul este simptomul clinic tipic. Odată cu eliminarea avortonilor, a membranelor și lichidelor fetale, se elimină în mediu și cantități enorme de brucele și leptospire. Gunoii de grajd astfel contaminat, dacă nu este în mod corespunzător depozitat și tratat ori dacă este depus în apropierea surselor de apă, poate duce la contaminarea acestora. În aceste perioade, personalul de îngrijire a animalelor și tehnicienii veterinari care acordă asistența obstetricală animalelor sunt expuși pericolului contaminării.

1.6.1.7. Tularemia

Agentul patogen al tularemiei, *Francisella tularensis*, prezintă o rezistență remarcabilă în mediul extern. În apă își poate păstra viabilitatea până la 2-3 luni de zile, iar în sol, în funcție de natura și proprietățile acestuia (pH, temperatură, umiditate) sunt cauzate de consumul de apă contaminată de urina, dejecțiile sau cadavrele rozătoarelor. În timpul verii îmbolnăvirile sunt cauzate de scăldarea în ape contaminate. Ca și leptospirele, bacilul tularemiei poate traversa tegumentele și mucoasele (mucoasa conjunctivală), chiar dacă ele sunt intacte.

Numeroasele focare de tularemie se înregistrează periodic în anumite colectivități din apropierea unor râuri de șes. Cercetându-se condițiile de persistență și circulație ale agentului patogen în aceste ape, s-a izolat bacilul tularemiei din plante acvatice, din moluște *etc.*,

ceea ce dovedește multiplele posibilități de transmitere a acestei afecțiuni prin apă.

1.6.1.8. Tuberculoza

Forma ei intestinală poate fi transmisă și pe calea apei, în special prin intermediul apelor de suprafață în care s-au deversat ape reziduale ale sanatoriilor sau spitalelor de tuberculoză. În apele reziduale ale sanatoriilor de tuberculoză, ca și în apele de suprafață, în aval de deversarea apelor reziduale s-a depistat bacilul tuberculozei. S-a semnalat chiar o incidență mai crescută a tuberculozei intestinale la om și animale în colectivitățile riverane cursurilor de apă în care au fost evacuate apele reziduale provenite de la spitalele de tuberculoză.

1.6.2. Boli parazitare transmise prin apă

Apa reprezintă mediul cel mai propice în transmiterea acestor tipuri de afecțiuni, totuși în cazul unor boli parazitare apa are un rol pasiv, respectiv de a fi calea de transmitere a agentului, de la purtător la omul sănătos. Pe de altă parte, în lipsa acestui mediu apos, acestea nu își pot săvârși ciclul lor evolutiv, nereușind să își ducă la bun sfârșit stadiul de producere a bolii.

Parazitozele sunt afecțiuni foarte răspândite pe glob, care provoacă importante prejudicii sănătății publice. Mecanismele de transmitere sunt multiple, în funcție de particularitățile biologice ale fiecărui parazit, în cadrul acestora apa având un rol important. Ea poate avea rol pasiv, de vehiculare a parazitului între sursă și noua gazdă sau poate reprezenta mediul de dezvoltare a unor vectori ai diverșilor paraziți. Parazitarea organismului uman produce starea de boală, cunoscută sub denumirea generală de *parazitoză*. Boala se poate manifesta sporadic endemic și uneori epidemic.

Parazitoze determinate de protozoare

Prin intermediul chisturilor infecțioase eliminate în mediu extern de către bolnav sau purtătorul sănătos, omul se poate îmbolnăvi ingerând aceste chisturi o dată cu apa sau alimentele infestate, ori prin contact direct cu mâinile contaminate. Printre bolile care se pot contracta astfel sunt amibiaza, giardioza, toxoplasmoza, parțial tratate

în continuare, parțial tratate în capitolul îmbolnăvirilor de origine alimentară.

Parazitoze determinate de helminți

Introducerea în organismul omului sănătos, odată cu alimentele sau cu apa, ori de pe mâinile contaminate, a ouălor embrionare sau larvelor infestante eliminate de omul bolnav poate duce la contractarea parazitozelor de tipul: ascaridioza, enterobioza, bilharzioza sau schistosomiaza, deasemenea parțial tratate în continuare, parțial tratate în capitolul îmbolnăvirilor de origine alimentară.

1.6.2.1. Bilharzioza sau schistosomiaza

Este o boală parazitară tropicală, datorată infestării cu bilharzii sau schistosomii, viermi din clasa trematodelor, care sunt reprezentați de 3 specii ale genului *Schistosoma*: *S. haematobium*, *S. mansoni*, *S. japonicum* care produc parazitoze localizate diferit.

Acești paraziți, deși sunt diferiți, au același ciclu de dezvoltare și de reproducere: fiecare specie parazitează la rândul ei o specie bine precizată de moluscă de apă dulce. Transmiterea bolii se face prin contactul cu apa care conține larvele. Acestea ajung în vasele sangvine, unde se dezvoltă astfel încât la vârstă adultă măsoară câțiva milimetri lungime și trăiesc în cupluri în venele abdomenului, vezicii urinare, intestinului, rectului, ficatului și splinei; durata lor de viață poate depăși 15 ani. Femeia depune zilnic sute de ouă, care se propagă în urină și scaun.

Simptomatologie

Trecerea embrionilor prin piele provoacă prurit la locul de pătrundere. După câteva săptămâni apare febra, diareea și urticaria. Această fază invazivă, se observă rar în cazurile de bilharzioză urinară fiind frecventă în cele intestinale.

Bilharziozele intestinală și rectală produc diaree și dureri abdominale. Apar la nivelul colonului polipi și ulcerații însoțite de o creștere de volum a ficatului și splinei și adesea de ascită și de varice esofagiene și abdominale.

Bilharzioza urinară se manifestă prin hematurie, însoțită de dureri la eliminare. Vezica devine calcificată, adesea prezintă polipi iar cavitățile renale se dilată. Pot apărea și în acest caz splenomegalie și afecțiuni la nivel pulmonar, cardiac și genital.

Diagnostic și tratament

Examenul microscopic al scaunelor, urinii sau al unui fragment de mucoasă rectală evidențiază prezența ouălor caracteristice parazitului.

Tratamentul constă în administrarea, pe cale orală timp de 1-2 zile, a antihelminticelor (oxamnichina, praziquantel).

Prevenire

Trebuie menționat faptul că schistosomiaza (bilharzioza) se poate contacta îndeosebi prin pătrunderea viermilor prin tegumente cu prilejul îmbăierilor sau trecerii prin apă cu picioarele goale.

Ca atare, prevenirea infestării constă în asigurarea unui mod organizat de eliminare a fecalelor (construcția de latrine), absența contactului cu apele de suprafață infestate (instalarea de puțuri cu apă potabilă) sau distrugerea moluștelor. O soluție ar putea fi recurgerea la vaccinare, dar încă nu este practicabilă la scară largă.

Construcția pe scară tot mai largă a locurilor de acumulare și de apă necesară industriei și agriculturii au dus în țările pe cale de dezvoltare la creșterea populației de moluște, principalele gazde intermediare ale parazitului și, în consecință, la creșterea incidenței schistosomiei.

1.6.2.2. Amibiaza

Amibiaza este o boală infecțioasă intestinală determinată de protozoarul *Entamoeba histolytica*. Acesta afectează în principal colonul, ficatul (amibiaza intestinală), dar și alte organe (amibiaza extraintestinală).

Entamoeba histolytica poate produce manifestări clinice sau nu, deoarece se poate afla atât în relații de comensalism, cât și în relații parazitare cu organismul uman gazdă, astfel încât reprezintă un

potențial agent patogen permanent, găsimu-se în intestinul uman sub formă vegetativă sau sub formă de chisturi.

Dizenteria amibiană este cea mai răspândită afecțiune parazitară, de natură hidrică. În acest caz, omul nu este singurul eliminator al parazitului, ci și unele animale sălbatice (precum șobolanul) și unele animale domestice (porcul, câinele). Studiile au arătat că în țările calde ponderea purtătorilor de paraziți amibieni este foarte crescută, ajungându-se chiar până la 30% din totalul populației.

Forma vegetativă a amibei care declanșează amibiaza poate fi sub cea magna, agresivă, mobilă, cu pseudopode care apar brusc, folosite pentru aglutinarea hematiilor și forma minută, neagresivă, imobilă, cu pseudopode groase, care apar lent și care se hrănește cu flora intestinală.

Chistul se formează numai din forma minută, neagresivă, în intestin, sub influența temperaturii și umidității specifice, și poate elibera o masă plasmoidală care, prin diviziune, dă naștere celor două forme vegetative.

Rezistența parazitului în apă este de până la 100 de zile, supraviețuirea acestuia în apă fiind cu atât mai lungă cu cât apa este mai rece. Contaminarea are loc prin ingestia de chisturi amibiene, acestea contaminând legumele, fructele și apa. În prim plan, amiba atacă suprafața intestinului gros, rămânând aici (cel mai des în colon), caz în care subiectul nu prezintă niciun simptom, fiind numit și "purtător sănătos". Amibiaza propriu-zisă se declară doar în momentul în care agentul patogen s-a implantat în grosimea peretelui intestinului gros. Aspectul clinic al amibiazei contactate de un anumit individ depinde de predominanța, la un moment dat, a unuia sau altuia din cele două tipuri vegetative.

Simptomatologie

În majoritatea cazurilor, amibiaza intestinală are un debut confuz: indispoziție, sete excesivă, oboseală, diaree, febră, iar după 2 săptămâni sau chiar după câteva luni se instalează sindromul dizenteric cu dureri abdominale, eforturi de defecare foarte dese (simptom principal). Uneori poate debuta rapid cu febră mare, frisoane, stare generală proastă.

Moartea survine doar când apar complicații intestinale sau infecțioase. În anumite situații, amibe care provoacă această afecțiune se extind în tot organismul uman, prin diverse leziuni intestinale, localizându-se în ficat și producând abcesul hepatic care reprezintă forma cea mai des întâlnită dar și cea mai gravă a amibiazei extraintestinale.

Tratament

Ca primă metodă non-farmacologică se recomandă prevenirea răspândirii parazitului prin urmărirea regulilor de igienă alimentară precum: spălarea fructelor și legumelor cu apă fiartă sau clorată și mai ales consumarea de apă minerală sau potabilă din butelii capsulate. Tratamentul farmacologic în amibiaza intestinală acută constă în administrarea de amibicide difuzabile (ex. *metronidazol*) și amibicide de contact (ex. *hidroxichinolone*). Este indicată o dietă bogată în proteine și vitamine.

Epidemiologie

Amibiaza predomină în țările cu climă caldă și umedă și condiții igienico-sanitare deficitare, în zonele temperate fiind întâlnită destul de rar. Principalul rezervor de infecție este bolnavul cu dizenterie amibiană cronică sau purtătorul asimptomatic care elimină în mediul extern chisturile amibe prin materii fecale, de unde pot fi preluate de indivizii sănătoși prin contact direct: apă și alimente contaminate sau prin contact indirect: muște.

Amibe din genul *Naegleria* și *Acanthamoeba*, care se găsesc în mod liber în apă, sol și vegetație, pot infesta omul accidental, producând o formă gravă de meningoencefalită primară amibiană. Morbiditatea în cazul amibiazei este destul de avansată în țările cu climat tropical și subtropical.

1.6.3. Boli virale transmise prin apă

În epidemiologia complexă a virusurilor este incriminată și apa ca factor de transmitere, fapt confirmat de prezența în apă, uneori, a milioane de doze virulente. Sursele de apă pot fi contaminate cu numeroase virusuri de proveniență umană. Omul elimină prin dejecții mai mult de 100 virusuri diferite, permanent apărând noi tipuri, dintre

care multe mai necesită studiu. Maladiile provocate pot evolua benign sau pot conduce la sfârșitul letal.

Sursele de apă au diferite grade de poluare virală. Apele de profunzime sunt cel mai bine protejate, în cele freatiche sau de mică profunzime contaminarea fiind posibilă prin infiltrări de la suprafața solului, latrine sau depozite de gunoaie. Cele mai poluate sunt apele de suprafață în care se deversează apele uzate fecaloid-menajere și care transportă tulpinile virale de la bolnavi sau purtători de agenți patogeni. În instalațiile de aprovizionare cu apă, poluarea poate interveni la sursele mici de alimentare cu apă netratată, precum și la instalațiile centrale la nivelul diferitelor verigi (depozitare, distribuție).

Formele de manifestare a îmbolnăvirilor pot fi sporadice sau epidemice. Diagnosticul de epidemie virală hidrică prezintă numeroase dificultăți. Îmbolnăvirile produse au manifestări diferite (digestive, respiratorii, nervoase, cutanate etc) și sunt variate sub aspectul gravității (inaparente, medii sau foarte grave).

Metodele existente nu permit izolarea imediată a virusului din apă, care ar confirma diagnosticul de epidemie (hidrică) și nici evidențierea tuturor virusurilor circulante. Teoretic, orice tip de virus patogen pentru om se poate transmite prin apă, practic însă sunt de importanță sanitară recunoscută doar acelea care sunt depistate cu frecvență mare în apă și confirmate ca agenți etiologici în îmbolnăvirile umane.

Timpii de supraviețuire a virusurilor în apă sunt de 150-200 zile, mulți din ei fiind rezistenți și la dozele de clor utilizate curent în dezinfecția apei. Astfel, o apă potabilă, din punct de vedere bacteriologic, poate transmite o afecțiune virală.

1.6.3.1. Poliomielita

Mai puțin răspândită și totodată mai puțin gravă în comparație cu holera, poliomielita se încadrează în grupul afecțiunilor de etiologie infecțioasă, virală.

Afecțiunea este cauza infectării cu un enterovirus, numit poliovirus (PV), ce colonizează tractul gastro-intestinal, în special

intestinul și orofaringele. Acest grup de virus, de tip ARN, provoacă afecțiuni doar în cazul oamenilor. S-au identificat, până în prezent, trei serotipuri de polivirus: polivirus de tip 1 (PV1), polivirus de tip 2 (PV2), polivirus de tip 3 (PV3), toate cele trei tipuri producând aceleași simptome, fiind foarte virulenți. PV1 este cea mai întâlnită formă, fiind asociată cel mai des cu paralizia.

Cel mai mare dezavantaj al acestei boli, numită și *paralizie infantilă*, este rezistența mare pe care virusul o prezintă în apă, de 170 de zile; în schimb acesta prezintă o sensibilitate ridicată la dezinfectanții obișnuiți ai apei și la clor.

”Orice gol în vaccinare determină reapariția de epidemii”. (Marin Voiculescu, *Boli infectioase*, vol II, Editura Medicală, București, 1998). Datorită numărului mare de cazuri de paralizie și moarte la sfârșitul anilor 1800, vaccinul antipoliomielitei a dus la scăderi majore ale cazurilor, dar chiar și așa pericolul nu a fost eradicat complet. Aproximativ 85% din infecții sunt asimptomatice, persoanele afectate prezentând o multitudine de simptome doar în momentul în care virusul a pătruns în fluxul sanguin, dintre care doar 1% reușesc să pătrundă în sistemul central, afectând în special neuronii motori.

Cea mai comună afecțiune este poliomielitea coloanei vertebrale, caracterizându-se prin paralizie asimetrică, care afectează în cele mai multe cazuri picioarele. Studiile arată că nu există un tratament etiologic pentru această afecțiune, doar simptomatic, cum ar fi kinetoterapie și căldura pentru stimularea mușchilor, odihnă la pat, iar pentru a relaxa musculatura, administrarea de antispastice.

1.6.3.2. Hepatita virală

Hepatita virală este o boala infecțioasă, care la fel ca și poliomielitea, nu este complet elucidată în legătură cu transmiterea hidrică. Deși nu se cunoaște o metodă de decelare certă a agentului patogen, se relatează cu siguranță că rezistența acestuia în apă este foarte mare, de 190 de zile, chiar și în cazul adăugării clorului sau ai altor dezinfectanți.

Hepatita virală numită și boala mâinilor murdare, este o boală inflamatorie difuză a ficatului, provocată de virusuri hepatotrope

specifice. Sub această denumire sunt grupate mai multe boli frecvente, cu răspândire mondială care prezintă caracteristici clinice, biochimice și morfologice similare, dar care sunt provocate de virusuri diferite. Hepatita acută virală poate fi determinată de cel puțin 5 virusuri specifice, bine cunoscute și caracterizate (A, B, C, D și E).

Virusul hepatitei A este cea mai frecventă cauză de hepatită acută virală și este de obicei întâlnită la copii și adulți tineri. În unele țări peste 75% dintre adulți au fost expuși infecției cu VHA. Calea de transmitere este predominat fecal-oral, prin apă și alimente contaminate cu fecale, dar în condiții de mare promiscuitate este posibilă transmiterea și prin contact interuman strâns fiind raportată și transmiterea pe cale sexuală la homosexuali și mai rar parenteral.

Perioada de incubație a bolii este între 12 și 40 de zile. Formele inaparente reprezintă peste 80% din cazurile înregistrate la copii; cu vârsta numărul acestora scade.

Cu excepția rarelor cazuri grave, hepatita virală A se vindecă, deși uneori se înregistrează recăderi, dar după infecție virusul dispare invariabil, nu provoacă portaj cronic, nu evoluează spre hepatită cronică sau ciroză.

Virusul este prezent în sânge și fecale cu 2 săptămâni înaintea debutului bolii și 1-2 săptămâni după dispariția icterului. Deoarece un singur serotip este cunoscut, diagnosticul hepatitei virale de tip A este unul din cele mai facile, rapide și sigure diagnostice de infecție virală.

Se așteaptă finalizarea și apariția cât mai curând a unui vaccin și pentru hepatita A. Depistarea hepatitei B a devenit obligatorie la femeia gravida la 6 luni de sarcina din cauza riscului de transmisie a virusului la copil.

Respectarea regulilor de igiena permite prevenirea apariției hepatitelor virale: spălarea mainilor, verificarea prospețimii fructelor de mare (pentru hepatitele A și E); utilizarea prezervativelor, a seringilor de unică folosință de către drogați (hepatitele B și D). Încălzirea în prealabil a produselor sangvine și identificarea anticorpilor la donatorii de sânge au redus drastic riscul de transmisie sangvină a hepatitei C.

1.6.3.3. Conjunctivita de bazin

Conjunctivita de bazin reprezintă o altă afecțiune de etiologie virală transmisă prin apă. Boala este determinată de un adenovirus, iar transmiterea ei se realizează prin piscinele de înot. Chiar dacă nu prezintă o rezistență foarte mare în apă, precum hepatita virală sau poliomielita, este suficientă pentru a cauza afecțiunea. Debutul bolii este brusc, persoana afectată prezentând înroșirea ochilor, o secreție conjunctivală de tip apoasă, iar vederea rămâne neafectată.

Tratamentul este de obicei simptomatic, se trece la cel farmacologic doar în cazul conjunctivitelor herpetice sau în cazul acelor afecțiuni produse de virusul varicelo-zosterian. Terapia simptomatică constituie: lacrimi artificiale pentru lubrifierea corneei, antiinflamatoare non-steroidiene și uneori steroidiene, antibiotice administrate local pentru prevenirea suprainfecției bacteriene, dezinfectante oculare (soluție diluată de betadină).

1.7. APELE MINERALE

1.7.1. Definiții și generalități

Apele minerale provin dintr-un mediu natural, în cazul izvoarelor naturale, sau dintr-un mediu artificial, cazul sondelor de captare, și au o componentă fizico-chimică complexă având numeroase beneficii și efecte terapeutice asupra organismului. Principalele elemente care stau la definirea apelor minerale se referă la compoziția chimică a acestora, respectiv la prezența dioxidului de carbon sau la efectele terapeutice.

Societatea națională a apelor minerale definește apa minerală ca fiind o resursă naturală de o complexitate ridicată, creată de natură în subteran.

La nivel legislativ întâlnim o definiție certă a conceptului de apă minerală, aceasta fiind următoarea: apa minerală naturală este o apă pură din perspectivă microbiologică care provine din pânza freatică sau după caz dintr-un zăcămint acvifer subteran. Există câteva elemente definitorii de deosebire a apelor minerale naturale de apa obișnuită, acestea fiind: componenții minerali, puritatea sa originală și

oligoelementele. Aceste caracteristici conferă apelor minerale naturale diverse proprietăți terapeutice care sunt evaluate din următoarele puncte de vedere:

- geologic și hidrologic;
- fizic, chimic și fizico-chimic;
- microbiologic;
- farmacologic;
- fiziologic;
- clinic;

Există limite maxime ale anumitor specii chimice care pot exista în apă pentru ca aceasta să poată fi potabilă, aceste valori sunt redată în tabelul 1.2.:

Tabelul 1.2
Valori maxime admise în apa potabilă

Specia chimică	Concentrația maximă admisă	Specia chimică	Concentrația maximă admisă	Specia chimică	Concentrația maximă admisă
Ca ²⁺	100 mg/l	As*	50 µg/l	F ⁻	0,5 mg/l
Mg ²⁺	50 mg/l	Cd ²⁺	10 µg/l	CN ⁻	10 µg/l
Fe ²⁺	0,1 mg/l	Cl ⁻	250 mg/l	H ₂ S	absent
Zn ²⁺	5 mg/l	NO ₃ ⁻	10 mg/l	PO ₄ ³⁻	absent
Pb ²⁺	0,1 mg/l	NO ₂ ⁻	0,1 mg/l	Al ³⁺	50 µg/l
Cr*	50 µg/l	SO ₄ ²⁻	200 mg/l	NH ₄ ⁺	5 mg/l
Cu ²⁺	1 mg/l	Cl ₂ liber	250 µg/l		

*(diferite forme de oxidare)

1.7.2. Clasificarea apelor minerale

Criteriile de clasificare a apelor minerale sunt multiple:

- După origini, ape minerale:
 - de profunzime;
 - de suprafață;
 - din pânzele subterane captive;
- După viteza de circulație: ape cu dinamică mare, medie și redusă;
- Pe baza temperaturii:
 - termale (ape cu o temperatură de peste 20°C);

- reci (ape cu o temperatură sub 20°C);
- După nivelul de mineralizare;
- Pe baza presiunii osmotice;
- Pe baza pH-ului: ape alcaline sau acide;
- Pe baza compoziției chimice întâlnim ape minerale:
 - alcaline și alcalino-teroase;
 - cloruro-sodice;
 - iodurate;
 - sulfatate;
 - feruginoase;
 - arsenicale;
 - sulfuroase;
 - carbogazoase;
 - radioactive.

Apele minerale naturale îmbuteliate se clasifică după următoarele criterii:

- Mineralizația totală: conținutul unei sticle de apă minerală se fierbe, după evaporarea integrală a apei, va rezulta un reziduu alb de pulbere minerală, denumit reziduu sec. Astfel din punct de vedere al legislației europene și al celei naționale se întâlnește clasificarea prezentată în tabelul 1.3.

Tabelul 1.3.

Clasificarea apelor minerale în funcție de mineralizație

Mineralizație	Reziduu sec la 180°C (mg/l)
Foarte scăzută	$R_s < 50$
Scăzută	$50 < R_s < 500$
Medie	$500 < R_s < 1.500$
Bogată	$R_s > 1.500$

Sursa: (Adrian Feru, *Ghidul Apelor Minerale Naturale*, Patronatul Apelor Minerale APEMIN, Editura Novis, București 2012)

- Compoziția chimică: conform clasificărilor științifice apele minerale sunt grupate după ponderea anionilor și cationilor prezenți în peste 20% din totalul compușilor chimici existenți într-un litru de apă analizat. După posibilitățile de asociere ionică existente, cele mai des întâlnite ape sunt:
 - Ape hidrogencarbonate cu subclasele:
 - Clacice;

- Calcice - Magneziene;
- Calcice - Sodice;
- Sodice - Calcice;
- Magneziene - Calcice;
- Ape cloruate cu subclasele:
 - Sodice - Calcice;
 - Calcice - Sodice;
 - Sodice- Calcice - Magneziene;
- Ape sulfatate cu subclasele:
 - Calcice - Sodice;
 - Sodice - Magneziene;
 - Calcice - Magneziene;

Conform Hotărâri de Guvern 1020/2005 și a normelor europene din domeniu, apele minerale pot fi clasificate după gradul de concentrație a ionilor (mg/l) în felul următor:

Tabelul 1.4

Clasificarea apelor minerale în funcție de concentrația ionilor în apă

Caracterizare	Conținut	Mărci românești
Hidrogencarbonată	$\text{HCO}_3^- > 600$ mg/l	Buziaș, Borsec, Dorna, etc.
Sulfată	$\text{SO}_4^{2-} > 200$ mg/l	Aqua Sara
Clorurată	$\text{Cl}^- > 200$ mg/l	Tușnad
Calcică	$\text{Ca}^{2+} > 150$ mg/l	Aqua Sara, Biborțeni, etc.
Magneziană	$\text{Mg}^{2+} > 50$ mg/l	Vâlcele, Afiteatru, Dorna, Borsec, Biborțeni
Feruginoasă	$\text{Fe}^{2+} > 1$ mg/l	Vâlcele
Sodică	$\text{Na}^+ > 200$ mg/l	Poiana Negri, Vâlcele, Aqua Sara

Sursa: (Adrian Feru, *Ghidul Apelor Minerale Naturale*, Patronatul Apelor Minerale APEMIN, Editura Novis, București 2012)

- **Aciditate – pH-ul**

În funcție de valoarea pH-ului pot exista următoarele tipuri de ape minerale:

Ape acide – $\text{pH} < 6,8$

Ape neutre – $6,8 < \text{pH} < 7,2$

Ape bazice – $\text{pH} > 7,2$

- **Conținutul și originea CO₂**

Apele minerale care la sursă prezintă un nivel al dioxidului de carbon sub 250 mg/l intră în categoria apelor necarbogazoase sau plate. Pe piața produselor de apă minerală, producători pot adăuga sau scoate dioxidul de carbon din apa minerală naturală, această fază de producție fiind perfect legală. Astfel se poate genera următoarea clasificare:

Tabelul 1.5

Clasificarea apelor minerale în funcție de conținutul și originea CO₂

Ape minerale carbogazoase	Originea CO₂	Conținutul în CO₂
Natural carbogazoasă	Naturală din același zăcământ	Același ca la sursă
Îmbogățită cu CO ₂ de la sursă		Mai mare
Decarbogazificată (integral/parțial)		Mai mic
Carbogazificată	Altă sursă	Mai mare

Sursa: (Adrian Feru, *Ghidul Apelor Minerale Naturale*, Patronatul Apelor Minerale APEMIN, Editura Novis, București 2012)

1.7.3. Importanța apelor minerale pentru organismul uman

Consumul de apă minerală naturală exercită un rol benefic asupra organismului și este amplificat de compoziția acestora în special de conținutul de săruri minerale. Aceste minerale se regăsesc disociate în apă sub forma unor electroliți cu sarcină pozitivă sau negativă. Principalii cationi întâlniți în apele minerale sunt: calciu, magneziu, sodiul și potasiu. În categoria anionilor regăsim: bicarbonatul, clorul, sulfatul și azotații. La aceste substanțe se mai pot adăuga și oligoelementele: mangan, fier, fluor, siliciu, seleniu, zinc, etc.

Ca atare, pentru a fi considerată minerală, o apă trebuie să conțină cel puțin 1 g/l săruri dizolvate, iar dacă această concentrație nu este atinsă, trebuie să conțină elemente chimice sau gaze cu acțiune farmacodinamică recunoscută, sau să aibă la izvor temperatura peste 20°C.

În mod tradițional, apele minerale au fost folosite sau au fost consumate direct de la sursa lor, proceduri denumite "cure cu ape" sau "cure vindecătoare", ce se desfășurau în locuri precum stațiuni de tratament, spa, băi sau izvoare:

- termenul de spa a fost folosit pentru a determina locul în care apa a fost consumată ca băutură și folosită și pentru scăldat;
- termenul de îmbăiere înseamnă locul unde această apă specială a fost folosită în primul rând pentru scăldat, pentru terapie, sau pentru activitățile de recreere;
- termenul de izvor a fost folosit pentru locul în care această apă putea fi consumată.

Din timpuri străvechi s-au dezvoltat centre turistice active în jurul majorității acestor locuri cu surse de apă minerală, cum ar fi la Vichy (Franța), Spa (Belgia) și Bath (Anglia). Dezvoltarea turistică a dus la apariția de orașe spa și de hoteluri de hidroterapie (de multe ori cunoscute sub prescurtarea de "hidro").

În România se găsesc numeroase izvoare de apă minerală, în stațiuni balneare ca: Govora, Căciulata, Călimănești, Biborțeni, Zizin, Bodoc, Vâlcele, Covasna, Borsec, Sângeorz, Vatra Dornei, Băile Slănic, Lipova.

Consumarea apelor minerale acționează profund asupra tuturor organelor interne, producând uneori modificări spectaculoase, în primul rând la nivelul tubului digestiv, al stomacului, al duodenului, al ficatului, al colecistului, al pancreasului, precum și al aparatului urinar.

Datorită pământurilor și gazelor prin care trec în drumul lor spre suprafață, apele minerale se încarcă biochimic, ajungând astfel la compoziția chimică și încărcătura geomagnetică specifică. Din punct de vedere medical, putem să clasificăm apele minerale, în 11 grupe.

Apele oligominerale – cele care au o mineralizare totală sub 1g/l, fără gaze sau elemente chimice rare sau radioactive; sunt asemănătoare cu apa potabilă. Din intestin, ele se resorb rapid, ca urmare a slabei lor mineralizări și sunt eliminate la fel de repede, mărinde diureza. Acțiunea lor principală este efectul diuretic, ele scăzând concentrația sărurilor minerale din urină, precum și a produșilor de degradare proteică din sânge. Ca tehnică de cură, de obicei, se administrează cantități mici, de 2-3 pahare a câte 250 ml, băute încet, dimineața și la prânz, pe nemâncate, mărindu-se doza în 2-3 săptămâni la 6-7 litri pe zi. Indicații: procese inflamatorii și infecțioase cronice ale căilor urinare, hipersecreții de urați, fosfați,

oxalați, cu predispoziție la litiază. La noi în țară se găsesc la Călimănești, Olănești, Slănic Moldova, Sângeorz Băi.

Apele carbogazoase au cel puțin 1 g de CO_2/l , sunt slab acide și astfel dizolvă multe săruri din solul prin care trec, formând bicarbonați. Prin excitarea mucoasei gastrice măresc secreția de suc gastric și de acid clorhidric din stomac. De asemenea, calmează durerile de stomac și activează golirea acestuia, cresc diureza prin absorbția mare de apă în intestin, stimulează centrul respirator din bulb, mărand amplitudinea respirațiilor și creșterea ventilației pulmonare. Trebuie făcută diferența între apa natural carbogazoasă de la izvor și cea "îmbogățită" cu CO_2 , care se comercializează, deoarece efectele terapeutice apar mai mult la apa consumată direct de la sursă și mai puțin la cea sifonată artificial. Asemenea ape se găsesc la Slănic Moldova, la Sarul Dornei, în Covasna, la Gheorgheni, la Bicaș.

Apele alcaline conțin cel puțin 1 g hidrocarbonat de sodiu la litrul de apă minerală. Alcalinitatea lor se manifestă prin posibilitatea de a fixa acizii. Apele alcaline sunt, de obicei, mixte, mai ales cu conținut de bioxid de carbon, clorurosodice, sulfuroase, sulfatate, feruginoase. Administrarea lor pe stomacul gol cu o oră și jumătate sau două înainte de masă are o acțiune de diminuare a secreției și acidității stomacului. Administrarea cu puțin timp înainte de masă (30 de minute) sau odată cu hrana provoacă o creștere a secreției gastrice. Baută după masă, apa alcalină neutralizează aciditatea gastrică, calmează arsurile și durerile. În diabet, efectul alcalinizat al acestor ape favorizează oxidările și, deci, o mai bună utilizare a hidraților de carbon. La bolnavii hepatobiliari micșorează densitatea bilei și drenajul acesteia, ameliorând procesele inflamatorii ale căilor biliare. Se găsesc la Arieș, la Năsăud, la Călimănești, la Govora, la Pucioasa, la Strunga, la Târgu Frumos.

Apele minerale alcalinoferoase și feroase sunt apele în compoziția cărora predomină, alături de bicarbonat, cationi de Ca^{2+} și Mg^{2+} . Apele cu Ca^{2+} sunt mai valoroase, modificând excitabilitatea neuromusculară. În procesele inflamatorii intestinale, inhibă motilitatea intestinului, producând constipația. Apele calcice sunt diuretice prin mecanisme complexe; de asemenea, schimbând reacția

urinei, îi inhibă germenii sensibili în mediul acid. Se găsesc la Borsec, Covasna, Sângeorz, Slănic Moldova.

Apele feruginoase trebuie să conțină cel puțin 10 mg ioni de fier la 1 l apă minerală. Aceste ape conțin întotdeauna și bioxid de carbon, dar și foarte frecvent săruri de calciu și sulfati clorurosodici. Se găsesc la Tușnad, Vatra Dornei, Buzias, Covasna. Sunt indicate în maladii infecțioase cronice, intoxicații cronice, hemoragii repetate, în carența de fier exogen sau prin nevoi sporite din parazitoze și boli de ficat.

Apele arsenicale conțin în cantități foarte mici, respectiv 0,7 ion arsenic/l. Arsenicul există în mod normal în tiroidă, glanda mamară, oase, piele, păr, sânge menstrual. Acțiunea principală a arsenicului se exercită asupra proceselor de nutriție generală, diminuând arderile tisulare, favorizând asimilarea. Se întâlnesc în Covasna sau la Sărul Dornei. Sunt indicate în stări de debilitate, mai ales la copii, în convalescență, anemii secundare, disfuncții tiroidiene cu metabolism ridicat, psoriazis. Administrarea se face în cantități mici, de 25 ml, de două ori pe zi, până la 250 ml/zi. La sfârșitul curei, cantitatea se micșorează treptat.

Apele sărate (clorurosodice), cu cel puțin 1 g de sare/l, până la 15 g/l, sunt ape utilizabile în cură internă. Se găsesc la Piatra Neamț, la Ocna Sibiului, la Târgu Ocna, în Vrancea. Acțiunea lor la nivelul aparatului digestiv este de a excita mucoasa gastrică, potențând secreția gastrică. De asemenea, produc o creștere importantă a motilității și a secreției intestinale, mai ales dacă au în compoziție și sulfati. Indicațiile importante ale curei interne sunt gastrita hipotonică, constipațiile cronice, obezitatea, diferite stări dismetabolice. Contraindicația apelor sărate în cură internă este hipertensiunea și dezechilibrele hidroelectrolitice.

Apele iodurate conțin cel puțin 1 mg iod/kg. Sunt în asociere cu apele clorurosodice, având o origine comună din flora și fauna mărilor de odinioară. Eliminarea iodului prin mucoasa alveolară ameliorează procesul inflamator al căilor respiratorii superioare și inferioare. Se recomandă în boli tiroidiene cu deficit de iod, în tulburări funcționale

ale glandelor sexuale la femei. Se găsesc la Bazna, la Sărata Monteoru, la Pucioasa.

Apele sulfuroase trebuie să conțină cel puțin 1 mg sulf titrabil/l, sub formă de hidrogen sulfurat. Aceste ape sulfuroase sunt în combinație cu alte elemente din cele deja prezentate. Au acțiune la nivelul stomacului, cresc secreția gastrică, de asemenea și peristaltismul intestinal, combătând constipația. La nivelul ficatului, exercită un efect de eliminare a secreției biliare, la nivelul intestinului au efect antitoxic în intoxicații cu mercur, plumb și zinc. Sunt indicate în constipații și în colite cronice, în afecțiuni cronice ale ficatului și vezicii biliare, în diabetul zaharat, în hiperglicemie și în intoxicații cronice cu metale grele. Se găsesc la Herculane, Strunga, Târgu Frumos, Nicolina-Iași, Pucioasa, Târgu Ocna, Mangalia, Olănești.

Apele sulfatate – în această categorie intră apele minerale care conțin cel puțin 1 g de substanțe solide dizolvate la 1 litru de apă, în care predomină sulfatii. Acțiunea lor este în special asupra intestinului, ficatului și căilor biliare, prin mărirea secreției și excreției din aceste organe. Se prescriu dimineata, pe nemâncate, în cantitate de 100-300 ml, în funcție de concentrația lor și, de preferință, calde. Dacă sunt mai concentrate de 10 g/l nu pot fi folosite decât cu pauze intercalate și diluate cu apă potabilă. Se găsesc la Baltățești – Neamț, Buziaș – Cluj, Breazu – Iași, Târgu Ocna, Slănic Moldova.

Apele radioactive contin cantități variabile de uraniu, actiniu sau thoriu. Nu sunt recomandabile, deoarece radioactivitatea generală a crescut mult, cu urmări nedorite în creșterea frecvenței cancerului. Se găsesc la Borsec, Herculane, Sângeorz-Băi, Vatra Dornei, 1 Mai.

1.7.4. Apele minerale din România

1.7.4.1. Principalele zăcămintele hidrominerale

Principalele zăcămintele de ape minerale natural carbogazoase existente în țara noastră sunt:

- | | |
|----------------|----------------------|
| 1. Certeze | 4. Poiana Cosnei |
| 2. Târgu Lăpuș | 5. Poiana Vinului |
| 3. Borșa | 6. Dorna Candrenilor |

7. Roșu
8. Poiana Negrii
9. Stânceni
10. Borsec
11. Tosorog
12. Siculeni
13. Jigodin
14. Sâncraiei
15. Tușnad
16. Biborțeni
17. Hășmaș Băi
18. Târgu Secuiesc
19. Iași Copoiu
20. Borsec
21. Băile Herculane
22. Rieni
23. Stâna de Vale

24. Bodoc
25. Zizin
26. Sacosu Mare
27. Buziaș II
28. Lipova
29. Boholt
30. Bacaia

Ape minerale natural necarbogazoase

31. Moara Dracului

Ape balneoterapeutice:

32. Iași Nicolina
33. Hălmaș Băi
34. Covasna
35. Văța de Jos

În cazul analizării din punct de vedere chimic, fizic și fizico-chimic a apelor minerale există următoarele cerințe de studiu:

- debitul sursei;
- temperatura apei la sursă;
- temperatura mediului ambiant;
- reziduul sec la temperatura de 180°C, respectiv 260°C;
- conductivitatea electrică sau rezistivitatea;
- conținutul în cationi și anioni;
- concentrația ionilor de hidrogen (pH);
- conținutul în substanțe nedisociate;
- conținutul în elemente urmă;
- radioactivitatea apei la sursă;
- determinarea izotopilor din apă.

În cazul analizării din punct de vedere microbiologic a apelor minerale naturale la sursă există următoarele cerințe de studiu:

- demonstrarea absenței paraziților;
- demonstrarea absenței microorganismelor patogene;
- determinarea numărului de germeni ce relevă contaminarea cu fecale;
 - absența *Escherichia coli*;
 - absența streptococilor fecali;
 - absența bacteriilor anaerobe sulfitoreductoare;
 - absența *Pseudomonas aeruginosa*;
- determinarea conținutului total în microorganisme formatoare de colonii.

Ordinul nr. 4/2015 al Agenției Naționale pentru Resurse Minerale care privea aprobarea apelor minerale recunoscute la nivelul României. Această listă este redată în tabelul de mai jos:

Tabelul 1.6.
Lista apelor minerale naturale recunoscute în România

Nr. Crt	Denumire comercială	Denumirea sursei	Locul de exploatare	Județ
1	Alpina Borșa	Izvorul nr. 1 și 2	Baia Borșa	Maramures
2	Amfiteatru	Izvorul nr. 3 Copou	Iași	Iași
3	Apa Craiului	Izvorul nr. 5 Galgoaie	Dambrovicioara	Argeș
4	Aquatique	Izvorul Bușteni	Bușteni	Prahova
5	Aqua Carpatica	Izvorul Bajenaru	Păltiniș	Suceava
6	Aqua Carpatica	Izvorul Haja	Păltiniș	Suceava
7	Aqua Carpatica	F2 Păltiniș	Păltiniș	Suceava
8	Aqua Sara	F4750 Boholt	Biholt	Hunedoara
9	Aqua Vital	Sacosu Mare	Sacosu Mare	Timiș
10	Arstenia	A3	Sănsimion	Harghita
11	Băile Lipova	F1 Lipova	Lipova	Arad
12	Biborțeni	Biborțeni F8	Biborțeni	Covasna
13	Biborțeni	Biborțeni F9	Biborțeni	Covasna
14	Bilbor	F1 SNAM	Bilbor	Harghita

Noțiuni de Chimia și Igiena Apei și Alimentului

15	Bilbor	Q1	Bilbor	Harghita
16	Bodoc	Bodoc	Bodoc	Covasna
17	Borsec	Borsec	Borsec	Harghita
18	Borsec	Făget Borsec	Borsec	Harghita
19	Bucovina	C7 Secu	Dorna Candrenilor	Suceava
20	Bucovina	Roșu	Vatra Dornei	Suceava
21	Buziaș	FII bis Buziaș	Buziaș	Timiș
22	Carpatina	Domogled	Băile Herculane	Caraș-Severin
23	Carpatina	Tosorog	Tosorog	Neamț
24	Carpatina	F20B Lipova	Lipova	Arad
25	Carrefour	F1 bis	Zizin	Brașov
26	Certeze	Certeze	Certeze	Satu Mare
27	Cezara	Bacaia	Bacaia	Hunedoara
28	Cheile Bicazului	Bicazul Ardelean	Bicazul Ardelean	Neamț
29	Cora	F1 SNAM	Balnaș Băi	Covasna
30	Cristalina	F1	Sâncrăieni	Harghita
31	Cristalina	A1	Sansimion	Harghita
32	Cristalul Munților	Izvorul Pârâul Rece	Vama Buzăului	Brașov
33	Dealul Cetății	FH 1	Miercurea Ciuc	Harghita
34	Dorna	Dorna Candrenilor	Dorna Candrenilor	Suceava
35	Dorna	Poiana Vinului	Poiana Vinului	Suceava
36	Hera	Hera	Budureasa	Bihor
37	Izvorul Alb	Izvorul Alb	Dorna Candrenilor	Suceava
38	Izvorul Minunilor	Izvorul Minunilor	Stâna de Vale	Bihor
39	Izvorul Tămăduiri	Sonda F1	Stoiceni	Maramureș
40	K-Classic	F6 Boholt	Boholt	Hunedoara
41	Keia	Izvorul Zaganului	Ciucăș	Prahova
42	Lipova	Lipova	Lipova	Arad
43	Lithnia	FH2 Parhida	Parhida	Bihor
44	Oaș	Certeze Negrești	Negrești	Satu Mare
45	Odyseus	F1	Malnas Băi	Covasna

Noțiuni de Chimia și Igiena Apei și Alimentului

46	Perenna Premier	Calina	Dognecea	Caraș-Severin
47	Pela Apusenilor	FH2	Chimindia	Hunedoara
48	Perla Covasnei	F1	Târgu Secuiesc	Covasna
49	Perla Harghitei	F1, F2	Sâncrăieni	Harghita
50	Perla Harghitei	FH2	Sântimbru	Harghita
51	Perla Harghitei	A2	Sânsimion	Harghita
52	Poiana Negrii	Poiana Negrii	Poiana Negrii	Suceava
53	Rarăul	Puț Lebeș, FH1	Fundu Moldovei	Suceava
54	Saguaro	F3	Târgu Secuiesc	Covasna
55	Saguaro	F2	Dorna Candrenilor	Suceava
56	Sestina	Sestina	Valea Salardului	Mureș
57	Spring Harghita	FH2M	Miercurea Ciuc	Harghita
58	Stânceni	Stânceni	Stânceni	Mureș
59	Tiva Harghita	F8	Sâncrăieni	Harghita
60	Tușnad	Tușnad	Tușnad	Harghita
61	Tușnad	Tușnad Nou	Tușnad	Harghita
62	Valea Brazilor	Biborțeni F7	Biborțeni	Harghita
63	Valea Izvoarelor	S1, S2	Covasna	Covasna
64	Vâlcele	Elisabeta	Vâlcele	Covasna
65	Zizin	F2, F4, Izvorul 1	Zizin	Brașov
66	7 Izvoare	Șapte Izvoare	Dobrești	Dâmbovița

Sursa: adaptare după Ordinul nr. 4/2015 al
Agenției Naționale pentru Resurse Minerale

Echipamentele de exploatare, înmagazinare, îmbuteliere, transport, trebuie să asigure evitarea oricărei posibile contaminări a apelor minerale și în același timp să conserve proprietățile apei, în acest sens se impun următoarele:

- protejarea surselor de apă împotriva oricărui factor de poluare;
- realizarea instalațiilor de captare, de transport (conduite) și de păstrare din materiale care să conserve din punct de vedere fizico-chimic proprietățile apei;
- este interzis transportul apelor minerale naturale în alte recipiente decât cele autorizate;

- în cazul indentificării unui nivel de poluare al apei minerale se suspendă imediat furnizarea acesteia;

Pe lângă aceste prevederi cu caracter normativ de exploatare a apelor minerale mai există și prevederile referitoare la etichetarea corectă a apelor minerale, acest proces fiind reglementat de următoarea legislație:

- HG 1020/2005 pentru aprobarea normelor tehnice de exploatare și comercializare a apelor minerale naturale;
- Ordinul 978/2006 referitor la etichetarea apei minerale naturale;
- HG 106/2002 privind etichetarea alimentelor.

CAPITOLUL 2

CHIMIA ȘI IGIENA ALIMENTULUI

Chimia sanitară a alimentului studiază în speță factorii nutritivi necesari organismului uman, alimentul și toate caracteristicile sale precum și substanțele adăugate alimentelor cu diferite scopuri (conservare, ameliorarea gustului, etc.).

Domeniul de interes al chimiei sanitare cuprinde dozele zilnice necesare ale factorilor nutritivi, rolul acestora în dezvoltarea normală a organismului, controlul sanitar al unor alimente, identificarea și nominalizarea antitrofinelor, problema reziduurilor unor substanțe chimice adăugate alimentelor (conservanți, modelatori de gust, pesticide, antibiotice etc.) în special în alimentele de origine animală precum și unele îmbolnăviri de origine alimentară.

Noțiunea de factori nutritivi se referă la clase de substanțe de interes biochimic, necesare vieții, care se găsesc încorporate în alimente în proporții variabile.

2.1. ALIMENTUL ȘI ALIMENTAȚIA – NOȚIUNI GENERALE

2.1.1. Alimentația

Alimentația poate fi considerată ca fiind procesul de introducere și încorporare în organism a substanțelor participante la procesele metabolice, respectiv, a alimentelor.

Nutriția, definită în cadrul alimentației, reprezintă totalitatea proceselor fiziologice pe care le suferă alimentul începând cu pătrunderea sa în organism.

Conform **Consiliului pentru Alimentație și Nutriție al Asociației Medicale Americane**, nutriția este **știința alimentului**, a **nutrienților și acțiunii acestora**, a **interacțiilor și echilibrului în relație cu sănătatea și boala**, precum și a **proceselor prin care organismul ingeră, digeră, absoarbe, transportă, utilizează și excretă substanțe alimentare**.

2.1.2. Alimentul – definiții, caracteristici, cerințe, rol în organism

Alimentul poate fi considerat un factor de mediu indispensabil vieții omului ce conține substanțe prelucrate și neprelucrate, destinate nutriției umane și utile la satisfacerea necesarului trofic și energetic al organismului uman astfel încât să asigure:

- menținerea funcțiilor vitale;
- creșterea și dezvoltarea organismului;
- păstrarea funcționalității aptitudinilor pentru activități psihice și fizice.

Deasemenea putem considera alimentul ca fiind un produs complex care asigură organismului:

- substanțe pentru sinteze proprii;
- necesarul de energie;
- întreținerea vieții;
- răspunsul la anumite dorințe și plăceri.

Conform definiției din **Codex Alimentarius** alimentul este orice substanță prelucrată, parțial prelucrată sau brută, destinată alimentației umane incluzând băuturile, guma de mestecat și toate substanțele utilizate la fabricarea, prepararea și tratarea alimentelor, excluzând substanțele utilizate numai sub formă de medicamente, cosmeticele și tutunul.

Practic, alimentul este o asociere de substanțe chimice integrate într-un sistem fizico-chimic mai mult sau mai puțin complet.

Funcțiile alimentului

– Funcția de nutrient

- Asigurată de proteine, lipide, glucide, substanțe minerale, vitamine, apă;

– Funcția senzorială

- Asigurată de componentele ce imprimă proprietățile senzoriale:
 - culoarea: caroteni, clorofile, antociani;
 - gustul: acizi organici, zaharuri, taninuri;
 - aroma: aminoacizi, nucleotide, terpene;
 - textura: lipide, polizaharide, proteine.

– Funcția tehnologică

- Asigurată de polizaharide, dizaharide, proteine, lipide;

– Funcții specifice

- Asigură menținerea echilibrului nutrițional;
- Îndeplinite de acizi grași polinesaturați, acid ascorbic, acid fitic, aminoacizi, catechine, izoflavone, tocoferoli;

Pentru a fi inclus în **dietă** este necesar ca alimentul să îndeplinească următoarele condiții:

- Să asigure un anumit aport de nutrienți care să acopere necesitățile fiziologice ale organismului;
- Să permită desfășurarea activităților și funcțiilor biologice din organism în condiții optime;
- Să aibă valoare nutritivă și energetică corespunzătoare nevoilor pentru care este utilizat;
- Să satisfacă plăcerea de a fi consumat, să fie agreabil, apetisant.

În funcție de ponderea ce o au în dietă, clasificăm alimentele în:

- *Alimente fundamentale* – ponderea cea mai mare în dieta zilnică;
- *Alimente speciale* – produse dietetice și de regim;
- *Alimente funcționale*;
- *Complemente alimentare*;
- *Produse succedanee* – alimente la care una sau mai multe componente au fost înlocuite pentru obținerea de avantaje tehnologice sau nutriționale – de exemplu îmbunătățirea stabilității, realizarea de produse hipocalorice, etc.

2.1.3. Suplimentele alimentare (nutriționale, dietetice)

- Vitamine și/sau biominerale destinate administrării orale cu rol nutrițional nu medical;
- Create să contribuie la satisfacerea nevoilor persoanelor sănătoase la care aportul de nutrienți este inadecvat;
- În unele cazuri au recomandări legate de:
 - o anumită stare fiziologică – sarcina, alăptarea, convalescența, vârsta înaintată sau adolescența și copilăria cu nevoi speciale datorită fenomenelor de creștere;
 - activități fizice sau intelectuale intense – sportivi, persoane care desfășoară activități intelectuale stresante, epuizante.

2.1.4. Alimentele funcționale

- Pot fi definite ca alimente obișnuite la care s-au adăugat componente sau din care s-au îndepărtat componente obținute prin mijloace tehnologice sau biotehnologice, pentru a se obține efecte țintite în organism.
- Crearea alimentelor funcționale urmărește:
 - Identificarea interacțiunilor benefice dintre un component funcțional din aliment și una sau mai multe funcții țintă din organism (rezultate din studii efectuate *in vitro*, pe culturi celulare, pe modele animale și pe subiecți umani);

- Identificarea și validarea markerilor relevanți pentru aceste funcții și modularea lor prin componentele din alimente;
- Determinarea cantității de aliment sau a componentelor acestuia necesare pentru o funcționalitate adecvată;
- Demonstrarea faptului că aportul relevant alimentar este asociat cu îmbunătățirea stării de sănătate și/sau reducerea riscului de boală.

Cel mai dificil demers în crearea alimentelor funcționale este reprezentat de identificarea unor markeri relevanți pentru demonstrarea efectului pentru o funcție țintă.

2.1.5. Complementele alimentare

- Produse destinate ingerării în mod complementar cu alimentația obișnuită, cu scopul de a acoperi un deficit de aport alimentar zilnic, real sau presupus.
- Produse naturale foarte bogate în principii active fundamentale indispensabile bunei funcționări a organismului uman și restabilirii echilibrului diferitelor funcții perturbate.
- Produs susceptibil de a acoperi cât mai complet carențele provocate de o alimentație dezechilibrată.
- Nu sunt medicamente și nu au scopul de a înlocui un tratament medical chiar dacă pot contribui la ameliorarea stării de sănătate.
- Exemple ce corespund în mare măsură complementelor alimentare:

Algele marine - concentrate de apă de mare, asociere complet echilibrată de elemente minerale indispensabile organismului;

Polenul - conține aminoacizi esențiali, oligoelemente, vitamine, enzime, recomandat în doza zilnică de 15-20 grame dimineața înainte de micul dejun asociat cu suc de portocale;

Drojdia de bere - *Saccharomices cerevisiae* –ciupercă microscopică unicelulară foarte bogată în componente vitale: aminoacizi în mare parte esențiali, substanțe minerale mai ales

Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, P, K, S, Zn, vitamine în speță grupul B, enzime, glutation, colină. Se condiționează sub mai multe forme și se consumă în cure de 1-2 luni în doză zilnică de 2-3g.

Spirulina - algă albastră microscopică, cea mai bogată sursă naturală de proteine, conține și cantități semnificative de acizi grași nesaturați, vitamine și minerale, fiind cel mai bogat produs vegetal în fier (de 10 ori mai mare decât spanacul). Se administrează în cure de 1-2 luni sub formă de comprimate sau gelule ce conțin pulberea produsului în doze de 2-3 g/zi sau se incorporează în alimente convenționale.

2.1.6. Dieta zilnică

Rezultatul unei selecții între diferite tipuri de produse alimentare care să alcătuiască un meniu adecvat necesarului organismului este reprezentat de dieta zilnică.

Aceasta se realizează ținând cont de:

- disponibilitatea alimentelor;
- posibilitățile economice ale organismului;
- obiceiurile alimentare dependente de zona geografică, colectivitate;
- starea de sănătate a organismului;
- calitatea alimentelor disponibile.

Alimentele cuprind următoarele clase de factori nutritivi sau trofine:

- proteine;
- glucide;
- lipide;
- săruri minerale;
- vitamine.

Trofinele îndeplinesc următoarele roluri în organism:

- rol energetic;
- rol plastic (materii prime pentru sinteza substanțelor proprii ale organismelor);
- rol catalitic.

Alimentele diferă în privința conținutului de factori nutritivi, în funcție de proveniență. În acest sens alimentele sunt:

- de origine animală (bogate în special în proteine și lipide);
- de origine vegetală (bogate în special în glucide și săruri minerale).

2.1.7. Necesarul energetic al organismului

Organismul consumă energie (provenită din trofinele conținute în alimente) pentru:

- homeostazie termică;
- activitate fizică (musculară);
- întreținerea diferitelor funcții vitale: respirație, circulație, excreție;
- sinteze biochimice;
- procese catabolice.

Necesitatea nutritivă se exprimă în energie precum și în cantitatea (masa) de trofine pentru 24 ore.

Exprimarea cheltuielii de energie a organismului și a valorii energetice a alimentelor se face în kilocalorie – kcal.

Kilocaloria se definește ca fiind cantitatea de caldură cheltuită pentru a ridica temperatura unui kg de apă cu un grad de la 14,5 la 15,5 grade celsius la presiune atmosferică normală.

Exprimarea se mai poate face în kilojouli- un kilojoule reprezintă cantitatea de energie cheltuită pentru deplasarea unei mase de 1 kg pe distanța de 1 m cu forța de 1 Newton (forța ce trebuie aplicată unei mase de 1 kg pentru a-i imprima o accelerație de 1 m/s).

1 KJ=0,239 kcal; 1 kcal=4,18 KJ

Se admite că pentru un organism există un necesar energetic minim, indispensabil funcțiilor vitale numit **necesar energetic de bază** – **NEB** care asigură **metabolismul bazal**.

NEB – reprezintă energia necesară organismului pentru desfășurarea proceselor specifice de încorporare a alimentelor,

activitatea musculară caracteristică activităților curente și profesionale, asigurarea funcțiilor de termoreglare.

Energia necesară funcțiilor vitale este asigurată de diferite trofine în mod diferențiat:

- 55 - 65 % din glucide;
- 20 - 35 % din lipide;
- 10 - 18 % din proteine.

Trofinele se pot compara, numai din punct de vedere energetic, prin relații de izodinamie. Aceste relații exprimă echivalența energetică a trofinelor. De exemplu, cantitatea de 1 gram grăsime este izodinamică cu:

- 2,30 grame glucide;
- 2,30 grame proteine.

Relațiile izodinamice au relevanță limitată: de exemplu la proteine există un necesar zilnic minim, care nu poate fi înlocuit cu alte trofine. Acest “minim proteic” depinde de natura proteinei și de natura aminoacizilor constituenți. Chiar în stare de repaus total, organismul consumă factori nutritivi pentru a menține metabolismul bazal (metabolism asociat cu starea de repaus total).

2.1.8. Metabolismul bazal – MB

Reprezintă consumul energetic necesar pentru menținerea funcțiilor vitale ale organismului: respiratorie, cardiacă, renală; se măsoară în stare de repaos fizic și psihic la 12-14 ore de la ultima ingestie de alimente după odihnă și în condiții favorabile de microclimat 20-21°C.

În stare de repaos absolut organismul consumă energie pentru:

- activitățile necesare funcțiilor vitale;
- sinteza compușilor proprii;
- transportul ionic la nivel de membrane;
- menținerea temperaturii corpului;
- procentual consumul energetic este făcut astfel:
 - 27% de ficat;
 - 19% creier;

- 18% muschi scheletici;
- 10% inimă;
- 7% rinichi.

La adult, în condiții normale, metabolismul bazal este de 1kcal/kg/oră dar această valoare depinde de sex, vârstă, suprafață corporală, greutate corporală, conținut în lipide al organismului, dezvoltarea musculaturii, alimentație, activitatea glandelor endocrine, condiții de climă, etc.

MB este mai scăzut cu 6-10% la femei decât la bărbați pentru aceeași greutate corporală datorită masei musculare mai reduse și proporției diferite de materie lipidică în masa musculară.

MB crește în perioade fiziologice particulare – sarcina, alaptarea, etc. Are valori mai mari în perioada de creștere rapidă iar apoi se modifică astfel:

- este maxim la 1-3 ani: 2-2,5 kcal/kg corp/oră;
- scade la adolescent: 1,5-1,7 kcal/kg corp/oră;
- rămâne constant la adult între 25-45 ani: 1 kcal/ kg corp/oră;
- apoi scade cu vârsta astfel că la 80 ani este cu 30% mai redus decât la 25 ani.

Persoanele cu masa musculară mai dezvoltată – hipertrofie musculară – au MB mai mare cu 5% dar creșterea procentului de grăsimi în organism duce la scăderea cu 5-10% a MB.

În timpul somnului are loc scăderea MB cu aprox. 10% față de starea de veghe datorită relaxării musculare și scăderii activității la nivelul SN simpatic.

Creșterea temperaturii corporale duce la creșterea MB cu 13% pentru fiecare grad peste 37.

Activitatea endocrină ca și stimularea SN influențează MB astfel hipertiroidismul poate dubla valoarea MB.

Pentru metabolizarea trofinelor organismul consumă energie (exprimată ca procent al metabolismului bazal), după cum urmează:

- pentru proteine: 20-40 % din energia MB;
- pentru lipide: 6-8 % din energia MB;
- pentru glucide: 2-4 % din energia MB.

2.2. PRINCIPIILE ALIMENTARE SAU PRINCIPIILE NUTRITIVE

2.2.1. Nutrienții – definiții, clasificări

Principiile nutritive sunt numite și **nutrienți** sau **trofine** și sunt reprezentate de către substanțele prezente în alimente care asigură buna funcționare a organismului. În funcție de concentrațiile în care se găsesc în produsele alimentare, de rolul lor fiziologic și biochimic, se clasifică în:

- **Macronutrienți:**
 - Proteine;
 - Glucide;
 - Lipide.
- **Micronutrienți:**
 - Substanțe minerale, biominerale;
 - Vitamine.
- **Alți nutrienți:**
 - Apa;
 - Fibrele alimentare;
 - Substanțe biologice active – acizi organici, pigmenți, enzime.

Cantitatea necesară de diferite trofine se exprimă în grame pentru fiecare kg de masă corporală și pentru perioada de 24 ore. Într-un proces nutritiv echilibrat trebuie asigurată doza necesară din fiecare trofină, pentru fiecare zi. În continuare sunt prezentate dozele zilnice necesare, raportate la kg-corp, ale principalelor trofine.

1) **Proteine** (rol plastic și energetic)

- Copii (1-6 ani): 3-4 g/kg-corp/24 ore;
- Femei (perioada de maternitate): 1,5-2,0 g/kg-corp/24 ore;
- Adulți: ~2 g/kg-corp/24 ore.

La efort fizic deosebit cantitățile de proteine necesare sunt mai mari.

2) **Glucidele** (rol energetic) - necesar: 300-400 g/24 ore, din care:

- 250-300 g/24 ore din amidon;
- 5-10 g/24 ore sub formă de fructoză;
- ~ 30 g/24 ore sub formă de zaharoză;
- ~ 10 g/24 ore sub formă de lactoză.

3) **Lipide** (rol energetic și plastic)

- Adult – activitate fizică normală: 0,8-1,0 g/kg-corp/24 ore;
– activitate fizică intensă: 1,5-2,0 g/kg-corp/24 ore.

4) **Apă și electroliți**

a) necesarul de apă

Adulți (activitate normală): 30-35 g apă/kg-corp/24 ore;

Copil – sub 1 an: 140 g apă/kg-corp/24 ore;

– 1-2 ani: 90 g apă/kg-corp/24 ore;

– preșcolar: 60-90 g apă/kg-corp/24 ore.

Cantitatea de apă crește în cazul

- activității fizice intense;
- hipertiroidismului;
- febrei.

b) necesarul de electroliți

Na^+/K^+ : 2-4 g/24 ore;

Ca: - copii: 0,5-0,6 g/24 ore;

- adolescenți: 0,6-0,7 g/24 ore;

- femei (perioada de maternitate): 1,0 g/24 ore.

PO_4^{3-} : 1,5 g/24 ore.

Fe^{2+} : - copii și adolescenți: 8-18 mg/24 ore;

- bărbați: 12-14 mg/24 ore;

- femei: 20-25 mg/24 ore.

I^- : ~ 200 μg /24 ore.

5) **Vitamine** (trofine cu rol catalitic, biocatalizatori exogeni)

- liposolubile;
- hidrosolubile.

a) Vitamine liposolubile

Vitamina A (retinol) 1 UI = 0,34 μg acetat de retinol

- nou-născut: 1500 UI/24 ore;
- adult: 5000 UI/24 ore;
- femei gravide: 5000-8000 UI/24 ore.

Vitamina D (calciferol) este un amestec de mai multe forme chimice; cea mai importantă componentă este vitamina D₃ (colecalciferol) necesar: ~ 400 UI

Vitamina E (tocoferol)

necesar: - adult: 5-20 mg/24 ore;
- copil: 5-6 mg/24 ore.

Vitamina K - forma K₁ (din plante);
- forma K₂ (produsă de bacterii).

necesar: 2 mg/24 ore.

Vitamina F este un amestec de acizi grași nesaturați, esențiali:
- acid linoleic;
- acid linolenic;
- acid arahidonic.

necesar: 1% din valoarea calorică a rației alimentare zilnice.

b) Vitamine hidrosolubile

Vitamina B₁ (Tiamina) este o substanță chimică termolabilă; are rol important în metabolismul glucidic.

necesar: 0,6 mg/1000 cal. consumate (ca aliment).

Vitamina B₂ (Riboflavina) este factorul termostabil din complexul vitaminic B.

necesar: 2-3 mg/24 ore.

Vitamina PP (Niacină) este vitamina pelagropreventivă (altă componentă a complexului B).

necesar: 12-20 mg/24 ore.

Vitamina B₆ (Adermină) are rol important în păstrarea integrității cutanate.

necesar: - minim: 1,5 mg/24 ore;
- optim: 2-4 mg/24 ore.

Vitamina B₁₂ (cianocobalamina) are rol important în maturarea hematiilor;

necesar: ~ 2,8 μg/24 ore.

Vitamina C (acid l-ascorbic) are rol important în procese de oxido-reducere.

Vitamina C este termolabilă: la fierbere se distruge în proporție de 25-50%. Ionul Fe²⁺ descompune catalitic vitamina C.

necesar: ~ 60 mg/24 ore (problemă mult controversată).

2.2.2. Coeficientul de utilizare digestivă a trofinelor (CUD)

Coeficientul de utilizare didestivă a alimentelor reprezintă procentul absorbit din cantitatea consumată de aliment. Alimentele ingerate nu se absorb integral în tractul digestiv (de exemplu, celuloza nu este valorificată de organismul uman). Relația de definiție a coeficientului de utilizare digestivă este redată mai jos:

$$\text{CUD (\%)} = \frac{I - f}{I} \cdot 100$$

Variabilele din relația de mai sus au următoarele semnificații:

I - cantitatea ingerată de principiu nutritiv;

f - cantitatea eliminată de principiu nutritiv.

În general, alimentele de origine animală au valorile CUD mai mari decât cele de origine vegetală.

Tabelul 2.1. redă valorile CUD ale trofinelor din câteva alimente.

Tabelul 2.1.
Valorile CUD ale unor alimente

Aliment	Proteine	Lipide	Glucide
Lapte	94	95	99
Brânzeturi	96	96	98
Ouă	97	96	-
Carne de pește	96	93	-
Carne bovine/ovine	95	90	-
Carne porcine, pasăre	96	94	-
Pâine integrală	75	80	95
Pâine intermediară	85	85	97
Pâine albă	88	90	98
Leguminoase	68	75	92
Fructe	85	90	96
Orez	85	93	99

Factorii care influențează CUD sunt enumerați în continuare:

- natura trofinelor;
- sursa alimentară;
- pH-ul mediului la locul absorbției;
- natura (animală sau vegetală) a alimentului;
- prezența materialelor fibroase, nedigerabile, prin:
 - acțiune mecanică;
 - îngreunarea accesului enzimelor la alimente (scade CUD);
 - creșterea procentului de trofine eliminate (scade CUD);
 - intensificarea peristaltismului intestinal, deci grăbirea tranzitului intestinal (scade CUD);
- în cazul lipidelor CUD este crescut dacă:
 - lipidele conțin acizi grași nesaturați;
 - - se găsesc în stare fin dispersată, emulgată (ouă, lapte);
 - - au temperatura de topire scăzută;

- în cazul glucidelor: la mono și oligozaharide CUD este practic 100%;
- în cazul sărurilor minerale, CUD depinde:
 - natura ionilor implicați (ex. pentru ionii Na^+ , K^+ , Cl^- , CUD este mare; pentru ionii Ca^{2+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} , CUD are valori mai mici);
 - starea de oxidare a ionilor (ex. Fe^{3+} trebuie redus la Fe^{2+} , proces în care intervin: vitamina C, tocoferolii, tioaminoacizii);
 - formarea de săruri greu solubile/disociabile (ex. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$);
- în cazul vitaminelor liposolubile, absorbția este condiționată de prezența acizilor biliari; lipsa bilei din intestin oprește practic complet absorbția vitaminelor liposolubile;
- în cazul vitaminelor hidrosolubile, absorbția este condiționată de acidul clorhidric prezent în suc gastric; afecțiunile gastrointestinale micșorează valoarea CUD a vitaminelor hidrosolubile (cele mai afectate sunt: vitamina C și tiamina).

2.2.3. Antitrofine

Cercetările de laborator au evidențiat existența unor substanțe naturale care manifestă proprietăți antinutritive: ele inhibă, parțial sau total, asimilarea trofinelor.

Substanțe care diminuează utilizarea proteinelor

1. Albușul de ou:

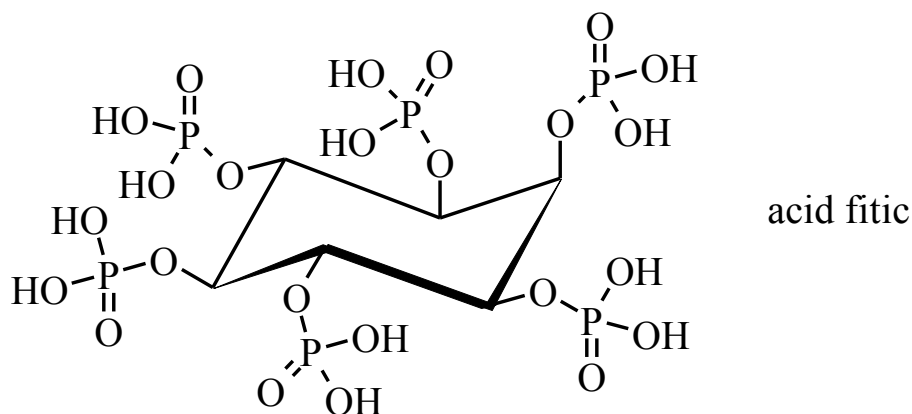
- conține o substanță cu acțiune antitriptică ("antitriptază") care inhibă acțiunea hidrolitică a tripsinei, deci scade valoarea CUD a proteinelor.
- conține o glicoproteină ("avidina") care leagă ireversibil biotina (vitamina H). Produsul este insolubil, nedisociabil, nedigerabil.

2. Laptele: - conține un inhibitor termolabil al tripsinei.

3. Soia: - conține un alt inhibitor de tripsină.

Substanțe care reduc CUD al substanțelor minerale

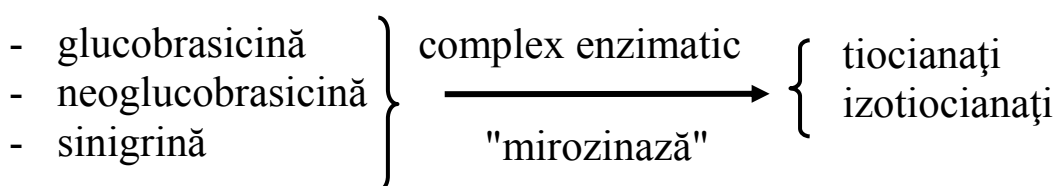
1. Numeroase cereale conțin **acid fitic** (hexafosfat de mioinozitol), care complexează ionii Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , formând complecși greu disociabili.



Din acest motiv pâinea neagră nu previne anemia feriptivă, cu toate că conține de 1,5-2 ori mai mult fier decât pâinea albă.

2. Unele produse vegetale și unele fructe (în special măcrișul, spanacul, salata), dar și ciocolata, conțin **anion oxalat**, care împiedică absorbția ionului Ca^{2+} (datorită formării oxalatului de calciu, foarte greu solubil).

3. Diferite specii de *Brassicaceae* (varză, conopidă, gulie) conțin **glucozizi** (glucobrasicina, neoglucobrasicina, sinigrina) care, sub acțiunea unui complex enzimatic (mirozinază) se transformă în tiocianați și izotiocianați, compuși care împiedică acumularea iodului în tiroidă:



4. Soia, fasolea albă, linte, mazărea, la tratare termică insuficientă, pot produce efecte gușogene deoarece aceste alimente conțin **hemaglutine** care împiedică reabsorbția hormonului tiroidian, deci reduce cantitatea de iod din organism.

5. **Fluorinarea** excesivă a apei potabile împiedică absorbția și acumularea iodului în tiroidă.

2.2.4. Macronutrienți – protidele

2.2.4.1. Protidele – definiții, clasificare, rol în organism

Protidele sunt compuși macromoleculari constituiți din lanțuri de aminoacizi. Conțin C, H, O, N, S, unele P și în concentrații foarte mici ioni metalici (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo). Continutul în azot este în medie 16% și pe baza lui se poate calcula conținutul în protide al unui produs prin determinarea conținutului procentual în azot, astfel:

$$\text{PROTIDE(\%)} = 100/16 \times \text{N(\%)} = 6,25 \times \text{N(\%)}$$

Sub denumirea de protide se înțelege întreaga clasă de substanțe, de la aminoacizi la peptide și proteide, adică acele substanțe care prin hidroliză totală dau aminoacizi. Protidele superioare sunt substanțe macromoleculare cu structură foarte complexă. Ele sunt formate dintr-un număr mare de aminoacizi. Se împart în *proteine* și *proteide*. Proteinele, prin hidroliză, pun în libertate numai aminoacizi. Proteidele, prin hidroliză, trec în aminoacizi și substanțe de natură neprotidică, denumite grupări prostetice.

Dacă se analizează constituția celor mai simple forme ale materiei vii care posedă proprietatea de a se reproduce, virusurile, cât și a celor mai complexe organisme vii, se constată că în compoziția lor intră obligatoriu protide alături de alte substanțe naturale.

Protidele sunt constituenți fundamentali ai materiei vii, deoarece intră în compoziția protoplasmei și a nucleului participând la toate funcțiile celulei vii.

Indiferent de sursa din care provin și anume regnul vegetal sau animal, sau de gradul de complexitate al organismului respectiv, proteinele existente în natură au la baza structurii lor aceeași 20 de aminoacizi naturali. Dintre aceștia, unii aminoacizi sunt esențiali (în sensul că nu se pot biosintetiza în organismul uman pornind de la alți precursori) iar ceilalți pot fi sintetizați prin diverse reacții biochimice din organism. Aminoacizii următori sunt esențiali pentru organismul uman:

- Leucină (Leu)
- Isoleucină (Ileu)
- Fenilalanină (Phe)
- Lisină (Lys)
- Metionină (Met)
- Triptofan (Trp)
- Valină (Val)
- Treonină (Thr)
- Arginină (Arg)

Din punct de vedere chimic, protidele sunt compuși macromoleculari formați prin policondensarea unor molecule de aminoacizi la care în unele cazuri se leagă și alte molecule neprotidice.

Se **clasifică** în 2 mari grupe:

- *Holoproteide* – proteine simple care conțin numai resturi de aminoacizi;
- *Heteroproteide* – proteine conjugate ce conțin alături de aminoacizi și o grupare prostetică cum ar fi:
 - glucide – glicoproteide: proteide care au un conținut bogat în glucide (peste 40%) în care gruparea prostetică este o poliglucidă ce conține glucozamină sau galactozamină. Glicoproteidele sunt solubile în apă și în soluții saline. Precipită prin acidulare sau prin tratarea cu alcool. Se găsesc în toate țesuturile și lichidele din organismele animale. S-a izolat o glicoproteidă și din polen.
 - lipide – lipoproteide: acizi grași, gliceride, lecitine, cefalină. Ele sunt larg răspândite în organismele vii. Au un important rol plastic, intrând în structura membranelor celulare.
 - acid fosforic, fosfati – fosfoproteide: acidul fosforic este legat printr-o legătură esterică cu gruparea hidroxilică a aminoacidului serină, care este component al proteidei. Au caracter acid, sunt insolubile în apă și acizi diluați. Sunt solubile în soluții alcaline în care se eliberează gruparea fosforică. Fosfoproteidele au rol important în alimentația embrionilor animalelor, în special a animalelor tinere, în creștere.

- acizi nucleici – nucleoproteide: prezintă un rol deosebit de important în procesele de diviziune celulară, în transmiterea ereditară a caracterelor, în sinteza proteinelor. Intră în constituția tuturor celulelor animale și vegetale. Ele se găsesc în cantitate mare în nucleeele celulare, în citoplasmă și mai ales în ribozomi. Proteinele din molecula nucleoproteidelor aparțin clasei protaminelor, histonelor, albuminelor și globulinelor.
- ioni minerali – metaloproteide dintre care cele mai des întâlnite sunt cromoproteidele.

Cromoproteidele au molecula formată dintr-o proteină simplă și o grupare prostetică colorată. Gruparea prostetică poate conține și un metal, și anume: fier, magneziu, cupru, cobalt, zinc, mangan. Sunt răspândite atât în regnul animal, cât și în regnul vegetal și au un rol important în procesele de oxido–reducere din organismele vii, precum și în sinteza glucidelor prin fotosinteză. Există numeroase cromoproteide care îndeplinesc funcții enzimatice. La baza clasificării cromoproteidelor stă structura grupării prosteice.

După rolul biologic se clasifică în:

- cromoproteide porfirinice cu rol respirator;
- cromoproteide neporfirinice fără rol respirator.

Exemple:

- **cloroglobina** sau **cloroplastina** care este alcătuită în principal, din clorofilă (7,5%), proteine simple (69,0%), carotenoide (0,5%) și lipide (22,0%). Acest complex clorofiloproteină are rolul de a absorbi și transmite energia solară necesară descompunerii fotochimice a apei în procesul de fotosinteză. Se găsește în cloroplastele organelor asimilatoare ale plantelor.
- **hemoglobina** care se găsește în sângele vertebratelor, are culoare roșie și conține în moleculă fier. Este o cromoproteidă porfirinică cu funcție respiratorie, constituind pigmentul hematiilor. Molecula hemoglobulinei este alcătuită dintr-o proteină simplă denumită globină (96%) și o grupare prostetică denumită hem (4%).

Proteinele sunt cele mai răspândite molecule organice din celule, constituind 50% sau mai mult din masa lor uscată. Ele se găsesc în toate celulele, deoarece sunt esențiale pentru toate aspectele structurii și

funcțiilor celulare. Există diferite tipuri de proteine, fiecare specializată pentru o anumită funcție biologică.

Proteinele conțin un număr variabil de aminoacizi, dar constant pentru fiecare proteină, având o structură polipeptidică în care aminoacizii sunt uniți prin legături peptidice. Ele pot conține sute de unități de aminoacizi. Unele proteine conțin numai un lanț polipeptidic, altele conțin două sau mai multe lanțuri polipeptidice astfel încât masa lor moleculară este foarte mare, putând ajunge la un milion sau chiar mai mult.

Un organism uman adult de 70 kg conține 10-11 kg protide distribuite astfel:

- 30% în mușchi;
- 20% în țesut osos;
- 10% în piele;
- restul în celelalte țesuturi și lichide biologice cu excepția bilei și urinei care în mod normal nu conțin proteide.

Majoritatea proteinelor care intră în constituția hranei conțin toți aminoacizii esențiali în proporții diferite. Histidina s-a dovedit că este un aminoacid esențial pentru copiii mici, cu un necesar de 28 mg/kg corp, dar nu s-a stabilit necesarul ei pentru copiii mai mari. Arginina a fost și ea considerată aminoacid esențial necesar dezvoltării normale a copilului.

Dacă un aminoacid esențial se află într-o cantitate mai mică sau lipsește în rația proteică, biosinteza proteinelor în organism scade până la un nivel foarte redus sau chiar încetează, acest aminoacid devenind astfel limitativ pentru proces.

În diferite alimente unul sau mai mulți aminoacizi esențiali se pot găsi în cantități foarte mici în raport cu alții, fapt ce poate modifica mult proporția de aminoacizi esențiali necesari organismului. Aminoacidul esențial din dietă care se află în cantitate foarte mică sau este absent se numește aminoacid limitativ. În organism, după asimilarea proteinei respective, el se află în cea mai redusă cantitate din necesarul zilnic de aminoacizi. Aminoacidul limitativ este factorul determinant pentru stabilirea cantității și calității proteinei utilizate în organism.

Astfel, după conținutul în aminoacizi esențiali, proteinele se pot clasifica în 3 categorii:

- *Proteine complete sau proteine cu valoare biologică superioară (categoria I)* sunt proteine ce conțin toți aminoacizii esențiali în proporție de 33%, iar 66% aparțin aminoacizilor neesențiali. Aici sunt incluse majoritatea proteinelor de origine animală: carne, ouă lapte.
- *Proteine parțial complete sau proteine cu valoare biologică medie (categoria II)* care conțin, de asemenea, toți aminoacizii esențiali, dar în proporție mai mică – 25%. Capacitatea lor proteinogenetică este mai mică și necorespunzătoare pentru menținerea bilanțului azotului echilibrat și pentru stimularea creșterii organismului, când sunt necesare cantități mai mari de proteine din prima clasă. Se găsesc mai ales în leguminoasele uscate, cereale, legume și fructe. Principalul aminoacid limitativ al proteinelor din cereale este lisina iar pentru cele din leguminoase metionina.
- *Proteine incomplete sau cu valoare biologică inferioară (categoria III)* din care lipsesc unul sau mai mulți aminoacizi esențiali, iar o parte din ceilalți sunt în cantități neadecvate. Administrate ca unică sursă de proteine, nu pot întreține creșterea și dezvoltarea organismului și nici echilibrul azotat la adulți.

Exemple :

- **zeina** din porumb, lipsită de lizină și foarte săracă în triptofan;
- **colagenul** din țesuturile conjunctive animale, lipsit de triptofan și sărac în metionină, izoleucină, lizină, treonină;
- **gelatina** care este o proteină de origine animală ce conține însă proteine incomplete, rezultată prin degradarea ireversibilă a colagenilor insolubili.

În tabelul 2.2. este exprimată valoarea biologică procentuală a protidelor comparativ cu cele din ou considerate ca fiind cu un scor chimic de 100%.

Tabelul 2.2.
Valoarea biologică procentuală a protidelor

<i>Alimentul</i>	<i>Scor chimic %</i>
Ou integral	100
Lapte	95
Carne	93
Soia	74
Orez	67
Grâu	53
Porumb	49

În funcție de solubilitate, proteinele se clasifică în următoarele grupe:

- albuminele care sunt solubile în apă;
- globulinele sunt solubile în soluții diluate de săruri, de acizi și de baze;
- prolaminele (sau gliadine) sunt solubile în alcool 70%;
- glutelinele nu se dizolvă în baze diluate;
- histonele solubile în apă prezentând caracter slab bazic;
- protaminele solubile în apă prezentând caracter basic puternic;
- scleroproteinele care sunt insolubile.

Albuminele și globulinele se găsesc în regnul animal și vegetal, gliadinele și glutelinele în regnul vegetal, iar protaminele, histonele și scleroproteinele în regnul animal.

Albuminele sunt cele mai cunoscute și sunt foarte răspândite în natură, având greutate moleculară relativ mică. Stabilitatea bună a soluțiilor apoase de albumină se datorează numeroaselor grupări ionizate, încărcate cu aceeași sarcină electrică de la suprafața moleculei, care prin forța de respingere electrostatică împiedică unirea moleculelor în agregate mai mari. Au un caracter acid datorită faptului că ele conțin aminoacizi dicarboxilici. În compoziția lor, glicocolul se găsește în cantitate mică sau chiar lipsește. Unele albumine s-au obținut în stare

cristalizată. Au valoare alimentară mare, deoarece conțin aminoacizi esențiali.

Globulinele sunt deasemenea foarte răspândite în natură, dar au greutate moleculară mare. Au caracter acid, deoarece conțin acid glutamic și acid aspartic. Ele conțin și glicocol. Sunt solubile în soluții diluate de săruri (NaCl sau Na_2SO_4 soluție 5-10%) și de baze și se precipită prin diluare cu apă. Globulinele coagulează la cald, sunt greu cristalizabile și insolubile în alcool.

Prolaminele sau gliadinele se găsesc mai ales în plante, conțin multă prolină (de aici și denumirea), mult acid glutamic și glutamină, foarte puțină lizină și triptofan. Sunt greu solubile în apă și în alcool absolut, dar sunt solubile în alcool de 70%.

Glutelinele sunt des întâlnite în vegetale, în special în semințele de cereale. Ele nu se dizolvă nici în apă, nici în alcool, dar sunt solubile în acizi diluați și baze diluate și precipită la neutralizare. Sunt bogate în acid glutamic și au caracter acid. Au valoare alimentară completă.

Protaminele sunt cele mai simple proteine, cu greutate moleculară mică (aproximativ 2000-3000) ce conțin până la 80% aminoacizi bazici: lizină, histidină și mai ales arginină. Nu conțin sulf și nu precipită la încălzire.

Histonele conțin 20-30% acizi diaminați, în special arginină. Sunt solubile în apă și au un caracter slab bazic. Precipită prin tratare cu soluție cu amoniac și la fierbere dar numai în prezență de săruri.

Scleroproteinele au proprietăți mecanice bune și rol plastic și de susținere în organele animale fiind constituite aproape exclusiv din glicocol. Ele sunt bogate în oxigen și mai sărace în azot, comparativ cu celelalte proteine, se găsesc în țesuturile de susținere și cele conjunctive și în țesuturile epidermice. Prezintă o mare rezistență la acțiunea hidrolitică a enzimelor proteolitice.

După **forma** moleculelor proteinele se clasifică în proteine globulare și proteine fibrilare.

Proteinele globulare (corpusculare) sunt proteine care au formă sferică, catenele lor înfășurându-se și luând forma unui elipsoid de revoluție sau cilindru cu lungimi de 2 până la 6 ori mai mari ca

diametrul particulei. Ele sunt solubile în apă, se pot obține sub formă cristalizată și se găsesc în lichidele intra și extracelulare. Exemple: albuminele, globulinele.

Proteinele fibrilare au o structură moleculară filiformă, cu lungimea particulei mult mai mare decât diametrul secțiunii lor, sunt insolubile în apă și în soluții diluate de săruri, dar în contact cu apa se gonflează. În organism au rol de susținere și de rezistență mecanică. Exemple: keratina din păr și lână, fibroina din mătase, miozina din mușchi, calogenul din oase și din tendoane.

Rolul protidelor în organism

- ***Structural:*** proteinele sunt componente ale tuturor celulelor, ca atare sunt necesare creșterii și refacerii tuturor tipurilor de celule.
- ***Funcțional:*** sunt componente structurale pentru: enzime (de biosinteză, de catabolism, de transfer), hormoni, anticorpi.
- ***Energetic:*** prin metabolism rezultă 4,1 kcal/g, identic cu glucidele. Totuși, organismul uman nu ar trebui să ajungă în situația ca protidele ingerate să fie destinate asigurării necesarului de energie, deoarece nu eliberează integral energia conținută în moleculă, produșii de catabolism incomplet oxidați - uree, acid uric - păstrează încă energie și sunt nocivi pentru organism, solicitând un efort excretor crescut.
- ***Reglarea presiunii osmotice:*** alături de apă, asigură echilibrul osmotice și hidric al organismului.
- ***Menținerea echilibrului acido-bazic:*** prin caracterul amfoter se comportă ca sisteme tampon, menținând echilibrul acido-bazic.
- ***Creșterea rezistenței față de noxe:***
 - protidele plasmatice sunt transportori pentru ioni minerali, molecule organice, produși de metabolism, principii active medicamentoase;
 - protidele alimentare:
 - mențin troficitatea normală a țesuturilor și organelor asupra cărora acționează noxele;

- asigură echipamentul enzimatic necesar metabolizării noxelor chimice;
- furnizează substraturi pentru conjugarea unor compuși toxici (ex. caseina din lapte pentru: plumb, seleniu, compuși halogenați organici, hidrocarburi aromatice).
- **Informațional:** nucleoproteidele, au capacitatea de a stoca și transmite informația din secvența nucleotidelor constituyente.

2.2.4.2. Necesarul de protide pentru organismul uman

Acest necesar trebuie să asigure echilibrul azotat al adultului sau un bilant azotat pozitiv pentru un organism în creștere sau în stări fiziologice particulare.

Efortul fizic și factorii de mediu nu influențează metabolismul azotat și necesarul proteic deoarece organismul își procură energia prin arderea în speță a glucidelor și lipidelor, numai 14% din totalul energetic al organismului fiind acoperit prin protide.

Bilanțul azotat este reprezentat de diferența dintre cantitatea de protide ingerate și compușii azotați eliminați prin fecale și urină:

$$BA = I - (F + U).$$

Rezultatul bilanțului poate fi:

Pozitiv – în organism se menține material azotat: în timpul creșterii, sarcinii, convalescenței;

Echilibrat – egalitate între ingestie și excreție, ceea ce trebuie să se întâmple în organismul matur, sănătos;

Negativ – excreția mai mare decât ingestia, (aport alimentar insuficient prin digestie sau absorbție deficitară) fiind utilizate de către organism protide tisulare, cu efecte nedorite asupra sănătății cum sunt: astenia fizică și psihică, modificarea comportamentului social, scăderea rezistenței la infecții prin blocarea sintezei de anticorpi și a producerii de limfocite.

2.2.4.3. Digestia, absorbția și metabolismul protidelor

Deoarece proteinele se uzează repede, dar și datorită faptului că omul nu dispune de organe de depozit pentru proteine, decât celulele organismului, acestea trebuie reînnoite în permanență.

În cadrul procesului de digestie, proteinele din hrană după introducerea în organism, înaintea absorbției intestinale, se scindează la aminoacizii constituenți (în cazul holoproteidelor) sau aminoacizi și alte substanțe provenite de la grupările prosteice (în cazul heteroproteidelor). Această scindare din tubul digestiv are loc sub acțiunea enzimelor specifice, numite proteaze.

Digestia proteinelor începe din stomac, unde sub acțiunea pepsinei din sucul gastric, are loc degradarea parțială, din care rezultă un amestec de polipeptide, oligopeptide și aminoacizi.

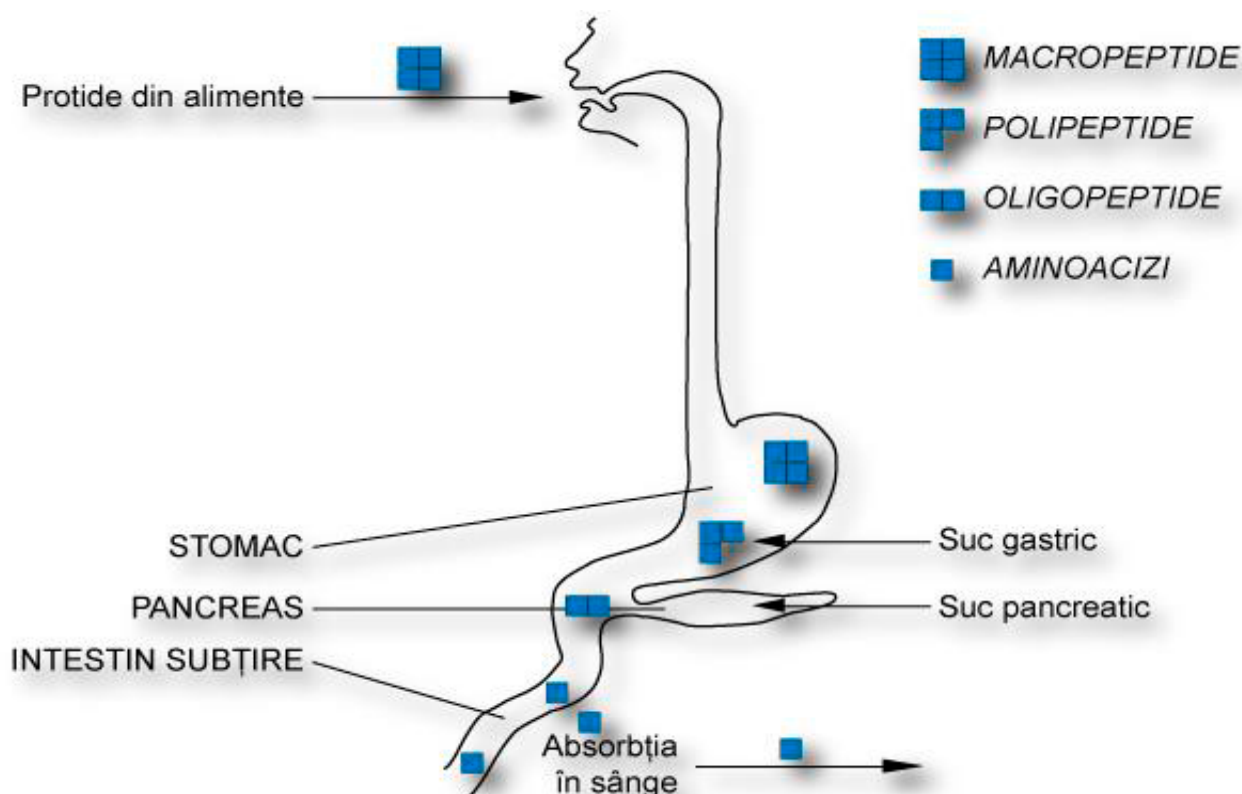


Fig 2.1. Digestia și absorbția proteidelor

([http://www.bioterapi.ro/aprofundat/index_aprofundat_index_enciclopedic_substanteProtidele\(nsm\).html](http://www.bioterapi.ro/aprofundat/index_aprofundat_index_enciclopedic_substanteProtidele(nsm).html))

În duoden, se continuă procesul de digestie cu ajutorul enzimelor pancreatice proteolitice (tripsina, chimotripsina, carboxipeptidaza, ș.a.), care degradează mai departe proteinele la oligopetide și aminoacizi, proces finalizat la nivelul intestinului subțire sub influența aminopeptidazelor și peptidazelor enterocitare, când rezultă doar aminoacizi. Aceștia vor putea fi absorbiți în sfârșit în fluxul sangvin. Absorbția la acest nivel este favorizată de prezența vitaminei B6 și a sodiului.

Odată ajunși în sânge, aminoacizii sunt purtați spre celule unde vor deveni bază pentru biosinteza proteinelor specifice fiecărei celule în funcție de funcționalitatea acesteia. La nivelul ficatului și al sistemului reticulo-endotelial se sintetizează în mod excepțional proteinele plasmatice.

Singurele proteine ce se pot absorbi nedescompuse, sunt cele de tipul anticorpilor (IgA) conținuți în laptele matern, proces care asigură transferul de imunitate de la mamă la noul născut. În cazuri anormale, permeabilitatea intestinală crește aberant, iar unele protide pot trece nedescompuse în sânge. De obicei la primul astfel de caz nu apar reacții semnificative din partea organismului decât crearea de anticorpi care, în cazul repetării procesului, vor declanșa fenomene alergice.

În cazul în care sunt catabolizate, proteinele duc la apariția unor substanțe suplimentare comparativ cu glucidele și lipidele, respectiv urea, corpii cetonici, acidul uric, creatinina și amoniacul (acesta este realizat prin implicarea florei proteolitice). Ele sunt considerate deșeuri ce se pot acumula în cantități mari și se elimină greu din organism mai ales în cazul unor afecțiuni precum insuficiența renală, ciroza și alte tulburări ale metabolismului.

Remarcabil este faptul că proteinele sintetizate la nivel celular, nu mai păstrează absolut nimic din specificul hranei din care derivă protidele alimentare ingerate. În concluzie, proteinele alimentare sunt importante doar ca furnizoare de aminoacizi, sub aspect cantitativ și calitativ.

În tot procesul de metabolizare al proteinelor reglarea se realizează într-un mod fin prin mecanisme intracelulare, hormonal sau la nivel nervos.

2.2.4.4. Reprezentanți ai proteinelor de interes alimentar

Proteine din carne

MIOZINA

Reprezintă aprox. 50% din potidele mușchiului, fiind globina care formează partea contractilă a miofibrilei.

Conține predominant acizii dicarboxilici, glutamic și aspartic. Este componenta cea mai importantă cantitativ și funcțional în țesutul muscular, insolubilă în apă, se dizolvă în soluții saline de săruri neutre și baze slabe. Poședă proprietăți enzimatiche asemănătoare ATP-azei. Activitatea ei enzimatică este stimulată de ionii de Ca și inhibată de ionii de Mg la pH=6,7-9,2.

ACTINA

Reprezintă 13% din totalul proteinelor musculare, participă la procesul de contracție alături de miozină și prezintă două forme caracteristice stării mușchiului, astfel în mușchiul relaxat este prezentă Actina F-fibrilară care în contracție se transformă în Actina G-globulară. Prin combinarea cu miozina se transformă în actomiozina, compus hidrofob responsabil de instalarea rigidității cărnii. Actina G trece în Actina F în prezența sărurilor neutre și a ATP-ului care trece la rândul lui în ADP și fosfat organic; procesul e accelerat de ionii de Mg, inhibat de ionii de Ca, și determinat de prezența grupărilor –SH.

COLAGENUL

Proteină principală a țesutului conjunctiv, colagenul conține hidroxiaminoacizi – prolină 12%, și o cantitate mare de glicocol 34%. Nu conține triptofan și este deficitar în tioaminoacizi iar prin fierbere îndelungată în apă hidrolizează formând gelatina.

ELASTINA

Este proteina din fibrele elastice, rezistentă la acțiunea hidrolazei acide și alcaline și la acțiunea pepsinei dar hidrolizată de tripsină, elastaza pancreatică și proteaze vegetale. Este o proteină greu digerabilă.

RETICULINA

Are proprietăți asemănătoare collagenului, conține în moleculă mai puțin azot și mai mult sulf și este rezistentă la fierbere și la hidroliza acidă.

Proteine din lapte

Substanțele azotate din lapte sunt 95% proteine și 5% substanțe neproteice. Cele mai importante proteine sunt lactalbuminele, lactoglobulinele și cazeina.

LACTALBUMINELE

Se găsesc în lapte sub formă coloidală nu conțin calciu dar conțin cantități mari de aminoacizi esențiali (triptofan, lizina). Laptele uman este un lapte bogat în albumine, numit lapte albuminoidic.

LACTOGLOBULINELE

Sunt imunoglobuline foarte importante în alimentarea noilor născuți, fiind purtatoare de anticorpi. Sunt holoproteide formate din alfa și beta lactoglobuline insolubile în apă; coagulează la 75°C.

CAZEINA

Este cea mai importantă proteină din lapte, fiind o fosfoproteidă formată din mai multe fractiuni: alfa, beta și cea mai importantă – gama, fracțiuni ce diferă în conținutul de aminoacizi și fosfor:

- conținutul în P diferă funcție de specie: 0,41% în cazeina din laptele uman, 0,81% în cazeina din laptele de vacă;
- conține toți aminoacizii esențiali în proporții suficiente creșterii și dezvoltării organismului tânăr;
- fenilalanina și arginina se găsesc în proporții mai mici decât în ou.

În lapte se găsește sub formă de fosfocazeinat de Ca – cazeinogenul – compus amfoter, insolubil, cu pH izoelectric = 4,6 (pH-ul la care cazeina coagulează; peste acest pH se dizolvă în soluții bazice, sub acest pH în soluții acide).

Cazeina din laptele uman precipită la pH = 6, sau sub acțiunea labfermentului din sucul gastric, dar nu precipită sub acțiunea căldurii, coagularea la fierbere datorându-se pH-ului acid și este doar grăbită de creșterea temperaturii.

Biosinteza cazeinei are loc în glanda mamară cu aminoacizi aduși din sânge, celelalte proteine provenind toate din sânge.

În concluzie LAPTELE:

- Este alimentul cel mai complex conținând toate cele 5 grupe de trofine în concentrații corespunzătoare necesităților morfologice și energetice;
- Este alimentul ideal pentru copii, excelent pentru femei în perioada maternității și pentru bolnavi, foarte bun pentru adolescenți, bătrâni și persoane care lucrează în mediu nociv, bun pentru orice adult.
- Aliment complet numai pentru copilul nou-născut în perioada de 5-6 luni după naștere; prin conținutul scăzut în unele oligoelemente în speță fierul, este un aliment incomplet după vârsta de 6 luni, iar consumarea lui exclusivă în acest caz duce la instalarea anemiei feriprive.
- Compoziția laptelui uman este diferită de cea a laptelui de vacă în conținutul în glucide, proteine, săruri minerale, vitamine; laptele uman fiind mai sărac în proteine, în condițiile alimentării artificiale cu lapte de vacă, acesta din urmă se diluează până la concentrația corespunzătoare laptelui uman și se îmbogățește în glucide.

Proteine din ou – se găsesc atât în albuș cât și în gălbenuș.

Proteinele din albuș

Albușul conține apă în proporție de 87%, și este o dispersie coloidală de proteine în apă, care coagulează la încălzire; coeficientul de utilizare digestivă al albușului prelucrat termic este de 98-100% iar pentru cel crud, de 50%.

Proteinele prezente în albuș în proporție de 11-12% sunt:

- OVALBUMINA – 80% din totalul proteinelor din albuș;
- OVOGLOBULINA – 6,7% din totalul proteinelor din albuș; la fel ca și ovalbumina, sunt holoproteide cu conținut important de aminoacizi esențiali;
- GLICOPROTEIDELE – 12,7% din totalul proteinelor din albuș, sunt heteroproteide ce conțin și molecule

- glucidice sau oze aminate (glucozamina, galactoza, acid sialic);
- LIZOZIMUL – globulina cu caracter bazic și proprietăți antibacteriene;
- AVIDINA.

Proteine din gălbenuș

Se găsesc în concentrație de 15-18g%. Sunt reprezentate de:

- OVOVITELINA – fosfoproteidă, insolubilă în apă, solubilă în HCl, una din fracțiunile ei conține și fier;
- LIVETINA – albumină solubilă în apă.

Un ou consumat integral acoperă 10% din necesarul de aminoacizi al organismului. Consumul ouălor crude poate produce tulburări digestive datorită prezenței avidinei și a inhibitorului tripsinei – antitriptaza (antienzima termolabilă). În cazul existenței de leziuni la nivelul mucoasei intestinale pot apărea reacții alergice datorită trecerii în circulație a proteinelor nedigerate.

Proteine din cereale

Sunt prezente în boabe în concentrații de 7-13%, iar în embrioni 40 - 45%. Grâul și secara sunt mai bogate în proteine decât porumbul și ovăzul.

Dintre cele mai reprezentative enumerăm:

- LEUCOZINA – albumină solubilă în apă;
- EDESTINA – globulină insolubilă în apă;
- prolamine sau gliadine:
 - GLIADINA din grâu și secară;
 - AVENINA din ovăz;
 - HORDEINA din orz;
 - ZEINA din porumb.
- Gluteline:
 - GLUTENINA din bobul de grâu;
 - ORIZENINA din orez.

Gliadina este asociată cu Gluteina formând amestecul proteic GLUTEN – care posedă capacitatea de a reține bioxidul de carbon rezultat în cursul procesului de fermentație imprimând pâinii o

structură poroasă. Glutenul mai conține pe lângă cele 2 proteine cantități mici de lipide, amidon, substanțe minerale.

Embrionul boabelor de cereale conține nucleoproteide astfel încât în procesul de încolțire a boabelor, conținutul în acizi nucleici crește considerabil în embrionul de grâu și de secară.

Protide din legume și fructe

În legume, protidele se găsesc în concentrații reduse; aparțin grupei albuminelor – LEUCOZINA și LEGUMELINA din soia – și globulinelor – TUBERINA din cartof – cu conținut crescut în acid glutamic și arginină.

În fructe protidele se găsesc în concentrații mici cu excepția celor cu coajă tare (în nuci și migdale 17-22%, în castane 11%).

2.2.5. Macronutrienți – glucidele

2.2.5.1. Glucidele – definiții, clasificare, rol în organism

Numite și zaharide, hidrați de carbon, carbohidrați, glucidele sunt substanțe ternare formate din carbon, hidrogen și oxigen, cu excepția celor compuse unde apar în plus azot, fosfor și sulf. Acești compuși chimici naturali sunt prezenți atât în regnul vegetal cât și animal dar proporția lor este mai mare în plante, formând aproximativ 50% din materia uscată a organismelor vegetale superioare, pe când în regnul animal se întâlnesc în cantități mai mici de cca. 1–5% din substanța uscată.

Sunt substanțe foarte răspândite în natură, atât în stare liberă, cât și sub formă de combinații. În regnul vegetal glucidele se formează prin conversii intermetabolice pornind de la producția de fotosinteză iar în regnul animal provin din aport exogen.

Datorită gustului dulce pentru numele acestor compuși se folosește în nomenclatura internațională termenul de glucide (glykys = dulce) sau de zaharide sau zaharuri (sakkharum = substanță dulce). Întâlnim totuși și denumirea de hidrați de carbon, denumire atribuită acestor substanțe datorită faptului că principalii reprezentanți au formula generală $C_n(H_2O)_m$, în care raportul dintre hidrogen și oxigen este identic cu cel din molecula apei. Hidrații de carbon sunt mai simplu definiți ca polihidroxialdehide, polihidroxiketone sau derivați ai acestora.

Glucidele se clasifică în:

- OZE – MONOZAHARIDE, MONOGLUCIDE sau zaharuri care sunt constituite dintr-o singură unitate polihidroxialdehidică sau polihidroxiketonică; cel mai răspândit monozaharid este glucoza care conține șase atomi de carbon; au 3-7 atomi de C, se împart în aldoze și cetoze. În funcție de numărul de atomi de carbon din moleculă, ozele se subîmpart în: trioze, cu trei atomi de carbon, tetroze (cu patru atomi de carbon), pentoze (cu cinci atomi de carbon), hexoze (cu șase atomi de carbon), heptoze (cu șapte atomi de carbon), n-oze (cu număr mare de atomi de carbon).

Cele mai întâlnite în alimente sunt hexozele: glucoza, fructoza, galactoza, ramnoza, manoză, și pentozele: arabinoza, xiloza, xiluloza, ribuloza, riboza.

- OZIDE – OLIGOZAHARIDE – compuși formați prin condensarea moleculelor de oze, conțin 2–10 unități monozaharidice unite prin legături glicozidice unele având și compuși neglucidici – aglicon. Glucidele constituite numai din molecule de monozaharide se numesc holozide, cele care conțin și un aglicon legat la hidroxilul glicozidic se numesc heterozide (glicozide) și la rândul lor pot fi O-heterozide, N-heterozide sau S-heterozide.

Exemple de oligoholozide:

- Dizaharide: zaharoza, lactoza, maltoza;
- Trizaharide: rafinoza din struguri, solatrioza din tomate, trehaloza din ciuperci și drojdia de bere;
- POLIZAHARIDE – poliholozide, conțin mai multe unități monozaharidice unite prin legături glicozidice. Sunt formate exclusiv din policondensarea monozaharidelor – glicani, iar cele care conțin și aminoglucide – glicozaminoglicani;

În organism în funcție de cum sunt digerate, se împart în:

- digerate și absorbite: amidon, dextrine, glicogen;
- parțial digerate: pectine, gumă, mucilagii, inulină, manozani, pentoza;
- nedigerabile: celuloza, hemiceluloza.

Datorită prezenței în molecule a unui sau a mai multor atomi de carbon asimetrici, ozele prezintă fenomenul de activitate optică. Astfel, ozele se subîmpart și după criteriul direcției de deviație a luminii polarizate, în dextroze (grupate în seria sterică D), deviind planul spre dreapta, și levuroze (levuri, din seria sterică L), care-l deviază spre stânga.

Rolul glucidelor în organism

Prezența obligatorie a glucidelor în rația alimentară este justificată de faptul că ele sunt prin excelență principii nutritive energizante. Degradarea lor în organism furnizează energie pentru toate funcțiile acestuia, în mod special pentru activitatea musculară. Prezintă avantajul că pot fi ușor digerați și absorbiți; de asemenea, ajută la metabolizarea altor categorii de principii nutritive.

Rolul energetic: glucidele reprezintă furnizorul principal de energie, prin metabolizare se transformă în apă, dioxid de carbon și **energie**, 1 g de glucide eliberând 4,1 kcal.

- Absorbite la nivelul intestinului glucidele pot fi:
 - Oxidate imediat pentru a elibera energie țesuturilor;
 - Transformate în glicogen (forma de rezervă energetică ușor mobilizabilă); pentru un organism adult această rezervă este de 370 g, este depozitată 100 g în ficat și 270 g în mușchi;
 - Sintetizate în lipide – formează tezaurul energetic al organismului.

Creierul, SN periferic și hematiile utilizează glucoza ca unică sursă de energie fiind foarte sensibile la scăderile glicemice (pentru activitatea creierului este necesar aprox. 100 g glucoză/zi).

Rolul morfogenezie: este un rol biostructural specific în formarea membranelor celulare, a țesutului conjunctiv, a țesuturilor de susținere și a unor hormoni, anticorpi.

Rolul funcțional: glucidele participă la unele procese de detoxifiere, la creșterea rezistenței la infecții (imunopolizaharidele), susțin activitatea SN (galactolipidele).

2.2.5.2. Necesarul de glucide pentru organismul uman

Minimul estimat de glucide este de 100-150 g/zi pentru adult. Cantitativ se ingeră în medie 350-450 g/zi glucide complexe: amidon 65%, zaharoză 25%, lactoză 11%.

În lipsa ingestiei de alimente, în organism se metabolizează mai întâi glicogenul prin hidroliză, și apoi lipidele din țesutul adipos. Numai după epuizarea acestora se face apel la proteinele structurale.

2.2.5.3. Digestia și absorbția glucidelor

- Glucidele ingerate se absorb numai sub formă de monozaharide, ca atare oligo și polizaharidele trebuiesc hidrolizate la glucide simple.
- Digestia amidonului începe în cavitatea bucală, sub acțiunea amilazei salivare – ptialina, care începe transformarea amidonului și dextrinelor în maltoză; continuă în stomac unde prezența acidului clorhidric inhibă activitatea ptialinei și produce o hidroliză acidă; mai departe în duoden și intestinul subțire, în mediu alcalin se continuă degradarea sub acțiunea enzimelor din suc pancreatic și intestinal; monozaharidele rezultate sunt absorbite la nivelul intestinului subțire cu viteze diferite: cel mai rapid glucoza și galactoza, mai lent fructoza, iar celelalte monozaharide se absorb în proporții reduse. Ajunse în ficat, toate se transformă în glucoză.
- Metabolismul energetic al omului este "planificat" să se desfășoare cu prioritate pe baza glucidelor. Dacă în organism se introduc cantități mari de lipide și de carbohidrați, în maxim 24 ore va avea loc arderea aproape completă a glucidelor.

În acest proces, indicele glicemic reprezintă o măsură a vitezei de absorbție a zaharidelor de către organism, procentual față de glucoză.

Din punct de vedere calitativ, pentru hrană pot fi utilizate oricare dintre glucidele ce eliberează, în urma digestiei, monozaharide: glucoza, galatoza, fructoza, manoza. Glucidele din rația alimentară obișnuită a omului sunt: amidonul (polizaharid din vegetale), zaharoza (dizaharid din sfecla sau trestia de zahăr), lactoza (dizaharid din lapte),

glucoza și fructoza (monozaharide din fructe), care toate, în organism, se transformă în glucoză.

Dacă în organism ajung cantități mai mici de glucide, și mai ales dacă acestea sunt de proveniență naturală, fără absorbție rapidă, procesul de metabolizare nu va avea destule resurse energetice, și va arde combustibilul aflat în depozit, adică grăsimile, îndeosebi în condițiile unei alimentații sărace în lipide. În mod condiționat, o cantitate moderată de glucide cu absorbție lentă, va iniția procesul de arderea a grăsimilor, dacă aportul caloric alimentar nu este mai mare decât energia consumată de corp.

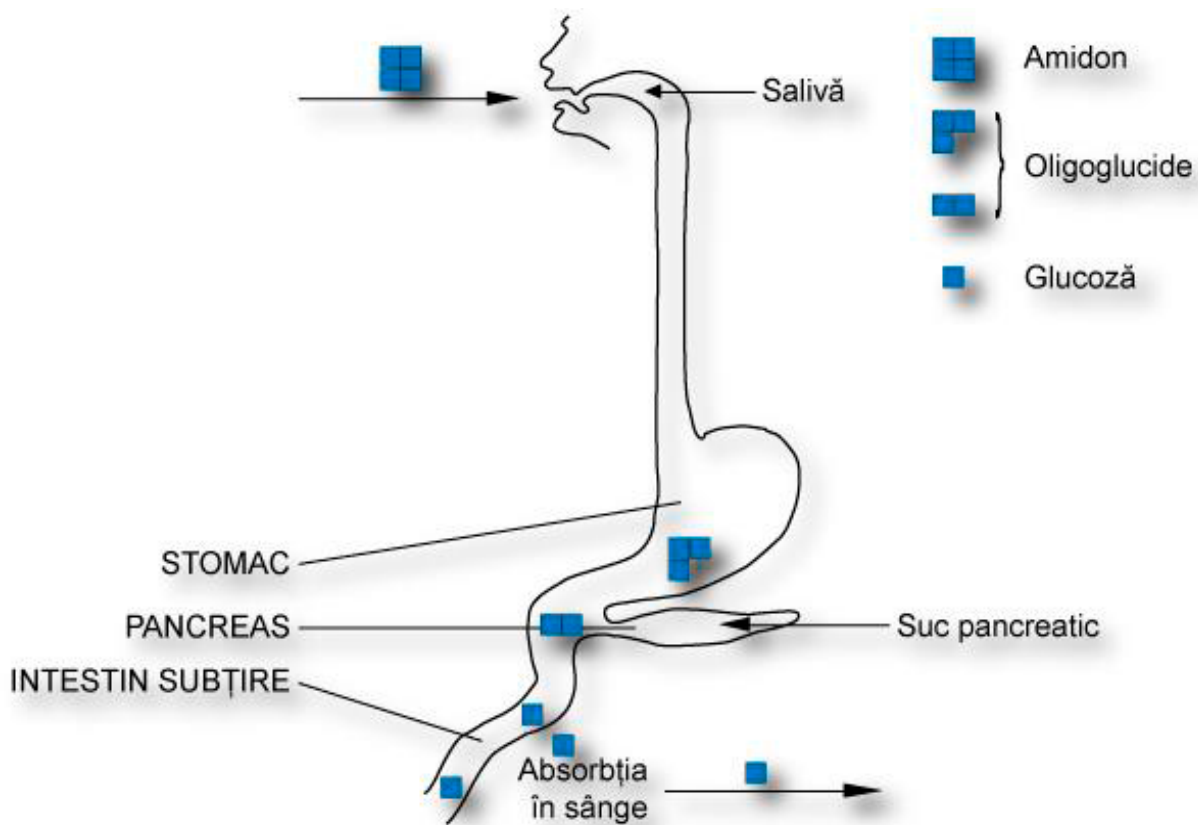


Fig. 2.2. Digestia și absorbția glucidelor

([http://www.bioterapi.ro/aprofundat/index_aprofundat_index_enciclopedic_substanteGlucidele\(nsm\).html](http://www.bioterapi.ro/aprofundat/index_aprofundat_index_enciclopedic_substanteGlucidele(nsm).html))

Tabelul 2.3.

Valorile indicelui glicemic al unor alimente

Alimentul	I. Glicemic	Alimentul	I. Glicemic
Glucoza	100	Porumb	59
Fructoza	20	Morcovi	90
Miere	90	Fasole alba	30
Mere	40	Linte	29
Portocale	40	Paine alba	70
Struguri	60	Cartofi	80
Zahar	60	Orez	66
Banane	62	Mazăre	29

În concluzie, este preferabil ca glucidele să fie consumate din surse naturale datorită faptului că acestea cuprind și alte substanțe necesare organismului:

- cerealele mai conțin vitaminele B, E și substanțe minerale;
- cartofii – vitaminele B, C și substanțe minerale;
- fructele – vitamina C și substanțe minerale.

Din păcate, în timpul prelucrării (procesării) acestor surse naturale care conțin și glucide, acestea sunt îndepărtate (decorticarea orezului, măcinarea grâului) sau sunt distruse.

Sursele vegetale din hrana omului care conțin glucide conțin și celuloză nedigerabilă deoarece, în tractul digestiv uman nu există enzime capabile să scindeze legăturile β 1→4 glicosidice din structura monomoleculei de glucoză. Ea este totuși valoroasă din punct de vedere dietetic deoarece stimulează peristaltismul intestinal și ajută la formarea și eliminarea fecalelor.

2.2.5.4. Reprezentanți ai glucidelor de interes alimentar

Surse alimentare de glucide

Cea mai importantă sursă de glucide este reprezentată de alimentele de origine vegetală, în primul rând cerealele. Pâinea este principalul furnizor, acoperă 48-54% din necesar. Alte surse semnificative sunt lactoza din lapte și derivatele de lapte, glicogenul prezent în cantități scăzute în carne și ficat, dulciurile, legumele, fructele. În tabelul 2.4. se pot observa valorile conținutului în glucide pentru diferite alimente.

Tabelul 2.4.

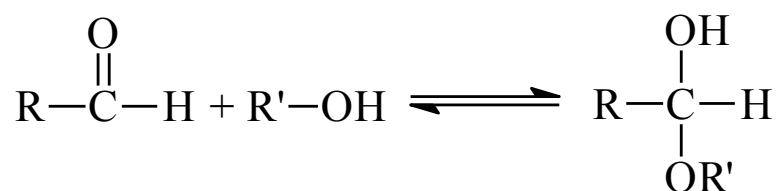
Conținutul în glucide a unor alimente

Alimentul	Conținut % în glucide	Alimentul	Conținut % în glucide
Cacao	40	Curmale	74
Zahăr	99,9	Struguri	18
Miere	75,2	Mere	9
Pâine graham	48	Mure	8
Paste făinoase	75	Fasole	47
Biscuiți	75	Morcovi	8,3
Orez	80	Sfecla roșie	9,1
Cartofi	22,9	Ciuperci	2,5
Banane	22,6	Varză	6,2
Pepene	5	Tomate	4,3

GLUCOZA este cea mai cunoscută dintre oze, deoarece joacă un rol foarte important pentru metabolismul tuturor organismelor vii. Biochimic, este o aldohexoză (cu o grupare aldehydică), fiind reprezentată prin doi stereoizomeri, D-glucoza (dextroza) și L-glucoza.

Din diferite considerații chimice s-a dedus că D-glucoza nu are o structură deschisă, cum a fost descrisă până acum, ci una ciclică formată prin reacția grupării hidroxil de la C₅ cu gruparea aldehydică de la C₁. În acest fel se formează un ciclu de șase atomi care poartă numele de ciclu piranozic, de la compusul heterociclic piran al cărui derivat este.

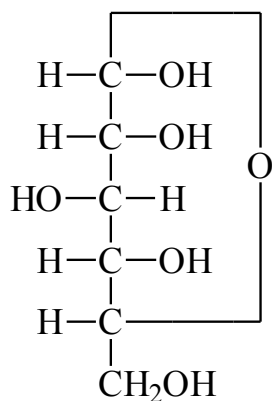
Numele ciclului de α-D-glucoză este α-D-glucopiranoză. Formarea de piranoză este rezultatul unui tip mai general de reacții dintre o aldehydă și un alcool și care conduce la obținerea unui semiacetal.



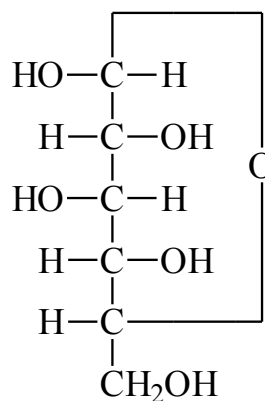
semiacetal

După cum se vede, semiacetalul obținut conține un atom de carbon asimetric și deci poate exista în două forme stereoizomere. D-glucopiranoza este un semiacetal intramolecular, în care gruparea hidroxil de la atomul C₅ a reacționat cu grupa aldehydică de la C₁. În acest fel C₁ devine asimetric. D-glucopiranoza poate exista deci sub două forme stereoizomere, denumite α și β. Cele două forme izomere ale D-glucozei au fost izolate în stare pură. Deși cei doi izomeri nu diferă în ceea ce privește compoziția elementară, ei prezintă proprietăți fizice și chimice diferite, în ceea ce privește punctul de topire, solubilitatea în apă, etc. Rotația specifică pentru α-D-glucoză este +112,2°, iar pentru β-D-glucoză este +18,7°.

În natură, glucoza se formează în părțile verzi clorofilene ale plantelor din dioxid de carbon și apă, sub acțiunea razelor solare. Se găsește fie liberă, în fructe sau nectarul florilor, fie polimerizată, ca amidon, celuloză sau glicogen.



α -D-glucopiranoza



β -D-glucopiranoza

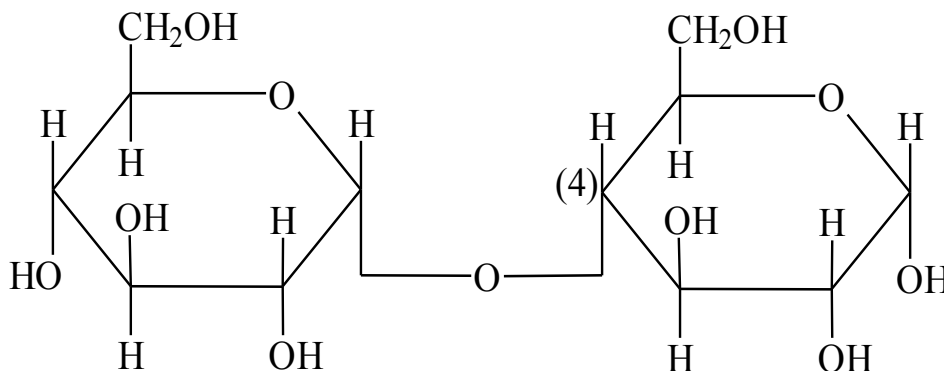
Sinteza ei poate avea loc și în organismul animal, în urma gluconeogenezei, din acid piruvic sau lactic.

Cantitatea de glucoză dizolvată în plasma sanguină, exprimată în mg/dl se numește glicemie. Ea variază în condiții normale fiziologice între 60-110 (120) mg/dl. Prezența sa în urină poate fi un semnal ce indică instalarea diabetului.

Forma de circulație și cea mai stabilă a glucozei, forma piranozică devine, sub acțiunea insulinei, forma furanozică. Astfel, glucoza poate fi activată și oxidată. În urma oxidării, glucoza se transformă în acid gluconic și acid glucuronic, responsabili în mare parte pentru scăderea pH-ului din cavitatea bucală și pentru apariția cariilor dentare.

FRUCTOZA este o cetohehexoză (cu o grupare cetonică), care ca și glucoza, se găsește în natură liberă sub forma piranozică și combinată, sub forma furanozică. În organismul animal, fructoza constituie sursa exclusivă de energie a spermatozoizilor.

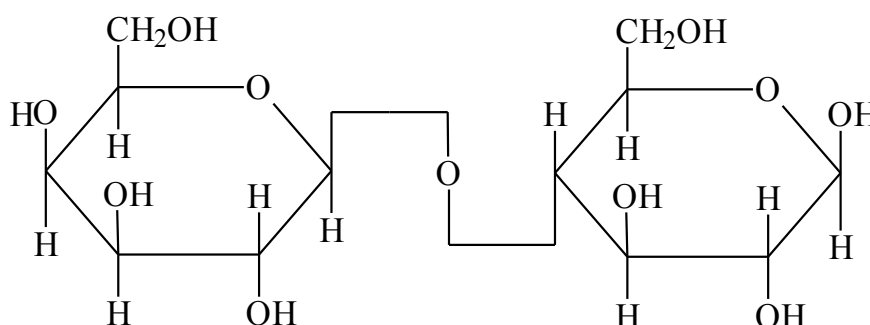
MALTOZA este penultima etapă a descompunerii enzimatice a amidonului, fiind formată din două molecule de glucoză (4-D-glucozo α -D-glucopiranozid).



Glucidele din lapte – reprezentate în principal de lactoză, dar mai sunt prezente cantități mici de glucoză, glicogen, și oze aminate (N-acetilglucozamina și acidul sialic);

În lapte se mai evidențiază și un β -galactozid al N-acetilglucozaminei numit factor bifidus, factor de creștere pentru bacilii lactici – *Lactobacillus bifidus* – care asigură în organismul noilor-născuți prezența vitaminelor din complexul B; dezvoltarea florei bacteriene lactice producându-se numai la copiii alimentați cu lapte uman.

LACTOZA (zahărul din lapte) este un dizaharid reducător format din β -galactoză și α -glucoză (1-4).



Concentrația sa în lapte este de 4-6% fiind sintetizat în celulele glandei mamare din glucoza din sange.

Glucidele din cereale – reprezentate în majoritate de amidon, și cantități mici de glucide fermentescibile – glucoză și maltoză.

AMIDONUL

Amidonul este depozitat în endosperm sub forma unor granule mici care se păstrează ca atare și după măcinare, permițând identificarea speciei din care provine făina, astfel clasificându-se:

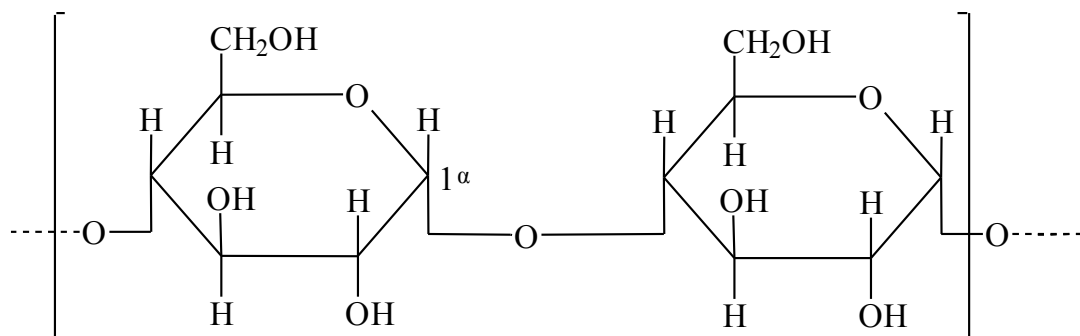
- Grupa amidonului de grâu, secară și orz – granule sub formă de discuri sau lentile rotunde;
- Grupa amidonului de orez și ovăz – granule de formă poliedrică izolate sau aglomerate în masa ovală;

- Grupa amidonului de porumb-ovăz – granule de formă poliedrică cu un lumen de formă neregulată;

Este insolubil în apă rece, dar prin încălzire la 45-50°C forma se modifică, iar la 70-80°C granulele se sparg și amidonul formează o masă vâscoasă. Absoarbe apa până la 33% din greutatea sa.

Este considerat a fi rezerva de energie a plantelor și sursa primară de carbohidrați a animalelor. Amidonul conține doar unități de D-glucoză. El este constituit din:

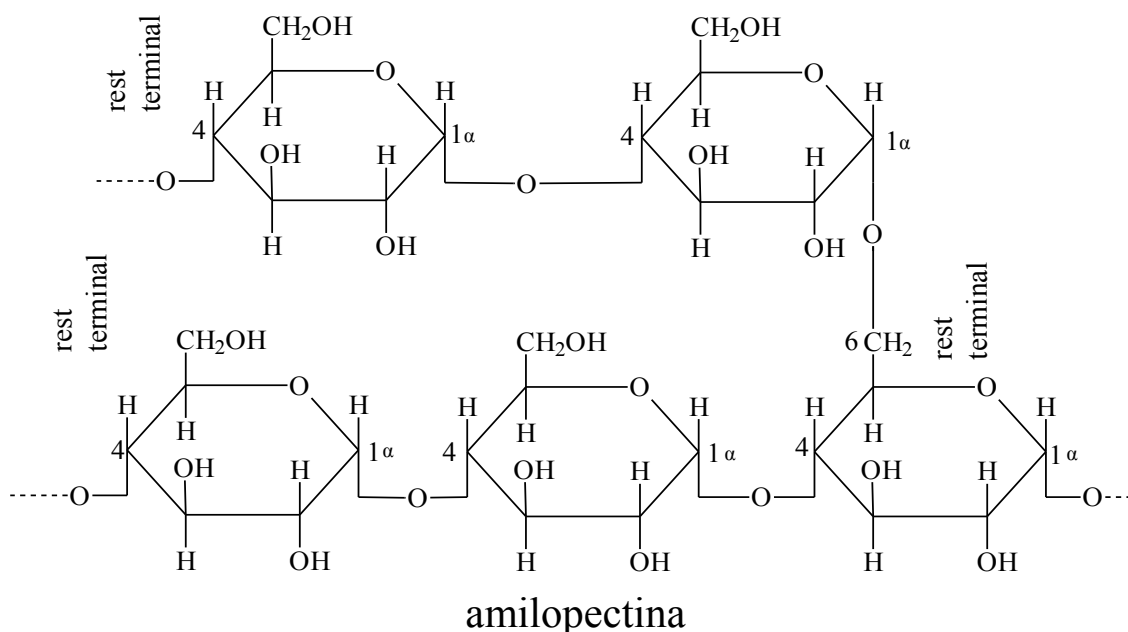
- α -amiloză neramificată care conține 200-1000 unități de D-glucoză legate $\alpha(1\rightarrow4)$. Lanțul de α -amiloză este polidispers și variază în ceea ce privește masa moleculară de la 150.000 la 600.000 daltoni. Amiloza nu este solubilă în apă, dar formează micelii hidratate, care dau o colorație albastră cu iodul.



amiloza

- amilopectina este foarte ramificată, conținând 600-6000 resturi de glucoză, în funcție de specie. Legătura glicozidică de bază este $\alpha(1\rightarrow4)$, dar punctele de ramificație sunt date de legătura $\alpha(1\rightarrow6)$. Ramificațiile apar după 25-30 resturi de glucoză. Masa moleculară a amilopectinei este cuprinsă între 100.000 și 1.000.000 daltoni. Amilopectina dă soluții coloidale sau micelare care cu iodul dau o colorație roșu-violet.

Amiloza și amilopectina sunt hidrolizate de α - și β -amilază, formându-se **dextrina**. α - și β - Amilazele nu hidrolizează legăturile $\alpha(1\rightarrow6)$ ale amilopectinei. Aceste legături sunt hidrolizate de $\alpha(1\rightarrow6)$ glucozidaza.



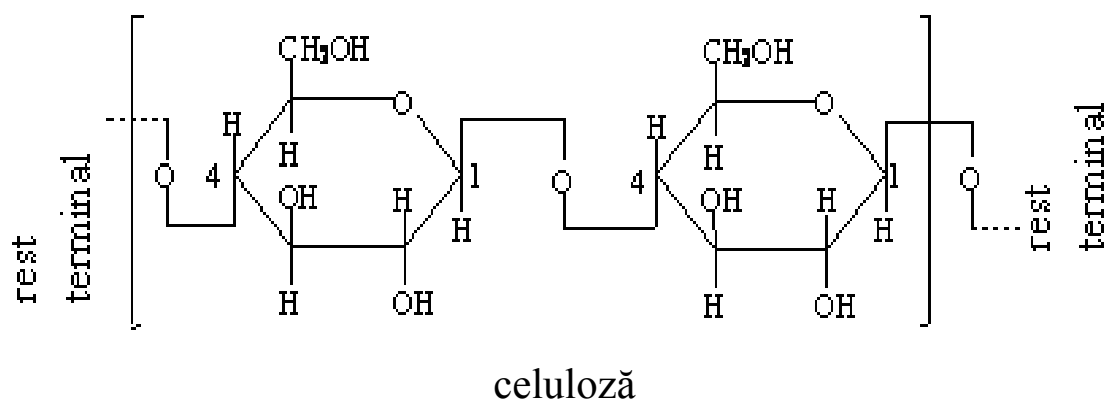
Acțiunea combinată a β -amilazei și a $\alpha(1\rightarrow6)$ glucozidazei poate degrada complet amilopectina la maltoză și glucoză.

CELULOZA, care are ca monomer celobioza, intră în componența țesuturilor de susținere la organismele vegetale.

În lumea plantelor, celuloza este cel mai răspândit polizaharid structural, un polimer liniar format din unități de D-glucoză legate $\beta(1\rightarrow4)$. Este un polimer aproape în întregime extracelular. Celuloza nu este atacată de α - sau β -amilaze ci numai de celulază, enzimă care hidrolizează celuloza la D-glucoză.

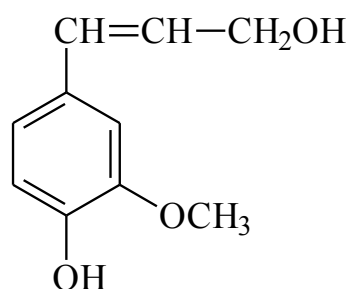
Masa moleculară minimă a celulozei din diferite surse variază de la 50.000 la 2.500.000, daltoni, ceea ce echivalează cu 300 până la 15.000 resturi de glucoză. Celuloza este formată din mănunchiuri de lanțuri paralele care la rândul lor formează fibrile. Ea este complet insolubilă în apă, în acizi diluați sau solvenți organici, deoarece între moleculele de celuloză se formează legături de hidrogen.

Prin hidroliza celulozei cu acizi tari celuloza rezultă D-glucoză, iar prin hidroliza parțială se obține un dizaharid reducător, **celobioza**, care are în constituția sa două molecule de glucoză și în care unitățile de D-glucoză sunt legate $\beta(1\rightarrow4)$.



Fibrele de celuloză împachetate dens înconjoară celula în aranjamente paralele regulate în straturi care se încrucișează. Aceste fibre sunt cimentate într-o matrice formată din alți trei polimeri:

- HEMICELULOZA, formată din D-xiloză legată $\beta(1 \rightarrow 4)$; lanțurile mai conțin arabinoză și alte glucide;
- PECTINA, un polimer de metil – D-galactouronat;
- EXTENSINA, o glicoproteină complexă care este legată covalent de fibrele de celuloză; extensina este asemănătoare colagenului din țesuturile animale, fiind bogată în resturi de hidroxiprolină; conține lanțuri ramificate formate din resturi de arabinoză și galactoză.
- LIGNINA este polimerul alcoolului conferilic:



alcool conferilic

- AGARUL din alge care conține D- și L-galactoză;
- GUMA ARABICĂ care conține unități de acid D-glucuronic, arabinoză și ramnoză.

Glucidele din legume sunt în general polizaharide, ce reprezintă cca. 90% din substanța uscată a legumelor. Se află în cantități mai mari în legumele consumate sub formă de bulbi sau tuberculi: cartofi, sfeclă.

Mazărea și fasolea conțin glucide între 50-75% iar soia mai puțin – 30%.

Alături de amidon este prezentă și celuloza 0,2-2,8 g% ca și componentă structurală a celulelor vegetale.

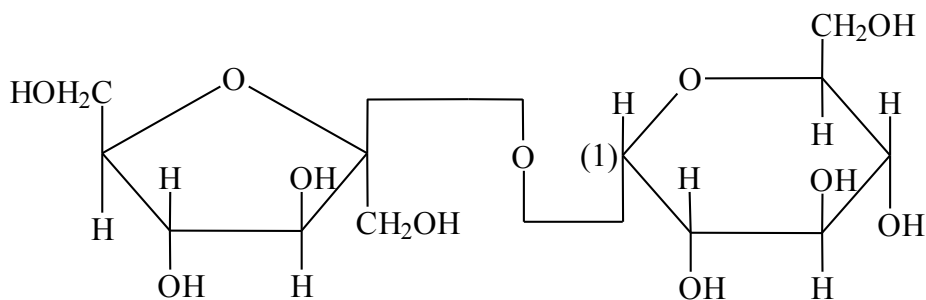
Glucidele din fructe formează 90% din reziduul uscat al acestora, respectiv 5-25% din materia umedă.

Sunt în speță compuși cu molecule mici: glucoza, fructoza, zaharoza; amidonul se găsește în cantitate mai mare în fructele necoapte, concentrația lui scăzând pe măsură ce fructele se coc. În fructe apar deasemenea celuloza și hemiceluloza care formează pereții celulelor vegetale, învelișul semințelor și al fructelor boabe.

Substanțele pectice din fructe sunt derivați de glucide, și sunt prezente în zmeură, căpșuni, pere, mere, gutui, citrice; sunt polimeri ai acidului galacturonic, esterificat cu alcool metilic. Ele prezintă importanță în obținerea conservelor de fructe: gem, peltea, dulceață.

Aroma și gustul fructelor este dat de glucozide – glucide complexe.

ZAHĂRUL – ZAHAROZA (α -D-glucopiranozido- β -D-fructofuranozid) este cea mai importantă dintre oligozaharide. Se găsește frecvent în natură și este constituită dintr-o moleculă de glucoză în formă piranozică și o moleculă de fructoză în formă furanozică.



Este un dizaharid cu gust dulce, obținut industrial prin extracție și purificare din sfecla de zahăr sau trestia de zahăr și folosit direct în alimentație sau ca materie primă pentru produsele alimentare dulci.

Zahărul format din cristale albe sau ușor colorate în galben, solubile în apă este ușor de asimilat în organism fiind foarte important ca sursă de energie (100 g zahăr eliberează 400 kcal).

MIEREA DE ALBINE

Aliment consumat curent pentru aportul de glucide având următoarea compoziție:

- 81,3% glucide (din care 38,19% fructoză, 31,28% glucoză, 5% zaharoză, 6,83% maltoză, alte dizaharide);
- 16-20% apă;
- 3,01% vitamine (B₁, B₂, B₆, C);
- 0,4-0,8% proteine (12 aminoacizi dintre care : leucină, alanină, metionină);
- 0,2% substanțe minerale (calciu, magneziu, fosfor, fier, cupru, mangan, zinc, siliciu, sodiu, sulf);
- 55-105 mcg acid pantotenic;
- 36-110 mcg acid nicotinic;
- acid folic;
- fermenți;
- enzime;
- hormoni;
- antioxidanți;
- factori antibiotici;
- urme de polen.

Există numeroși factori care influențează **compoziția chimică a mierii**: calitatea și compoziția materiei prime (nectar sau mană), abundența acesteia, factorii climatici, modul de exploatare al albinelor, modul de recoltare, condiționare și conservare. Mierea obținută va avea caractere specifice condițiilor în care s-a produs.

BOMBOANELE

Sunt produse de caramelaj obținute dintr-un amestec de zahăr și glucoză (2:1) dizolvate în apă și concentrate prin fierbere până la obținerea unei mase de caramel plastică, modelabilă, în care se pot încorpora acizi organici, aromatizanți, coloranți. Sunt produse alimentare cu valoare calorică ridicată datorită conținutului mare de glucide.

CIOCOLATA

Este un produs obținut prin omogenizarea unui amestec de lapte, pastă de cacao (produs fluid, bogat în lipide, obținut din semințele

fructului arborelui de cacao) cu zahăr și diferite alte ingrediente (nuci, alune, migdale, cafea, aromatizanti, etc.)

Conținutul mediu în glucide este de 64% iar valoarea calorică 400-500 kcal/100g.

Ciocolata conține o varietate de substanțe:

- Zahăr;
- Teobromină – alcaloidul principal din cacao și ciocolată și parțial responsabil pentru efectul stimulator;
- Triptofan – aminoacid esențial și precursor al serotoninei;
- Fenetilamină – un alcaloid ce este rapid metabolizat de oxidaza monoaminică B, deci nu ajunge la creier în cantități mari;
- Cafeină – prezentă doar în cantități foarte mici.

Deși ciocolata este mâncată de plăcere, s-a dovedit că, consumul de ciocolată, cacao și în special ciocolată amăruie afectează benefic sistemul circulator. Alte studii au dovedit efecte anticancerigene, de stimulator cerebral, inhibitor al tusei și inhibitor al diareei. În ciuda beneficiilor posibile, consumul excesiv de ciocolată poate favoriza obezitatea și apariția diabetului zaharat.

2.2.6. Macronutrienți – lipidele

2.2.6.1. Lipidele – definiții, clasificare, rol în organism

Lipidele sunt definite ca fiind un grup heterogen de compuși naturali caracterizați prin caracterul hidrofob indispensabile pentru alimentația echilibrată a omului. Din punct de vedere chimic sunt compuși ternari formați din C, H, O dar care pot încorpora și alte elemente: P, N, S. Sunt substanțe indispensabile vieții, definite ca fiind un grup vast de compuși care formează țesuturile adipoase, în general solubile în solvenți organici, dar foarte puțin sau deloc solubile în apă.

Sunt constituite 98-99% din trigliceride, esteri ai glicerinei cu acizi grași; în structura trigliceridelor pot să apară 24 tipuri de acizi grași care diferă între ei prin lungimea lanțului de atomi de C și prin gradul de saturare.

Clasificarea lipidelor se bazează pe structura lor chimică:

- LIPIDE SIMPLE care nu conțin în moleculă decât C, H, O:
 - Gliceride – esteri ai glicerinei cu acizi grași;
 - Steride – esteri ai sterolilor cu acizi grași;
 - Ceride (ceruri) – esteri ai unor alcooli alifatici monohidroxicili cu acizi grași;
 - Etolide – esteri ai unor oxiacizi legați între ei.
- LIPIDE COMPLEXE care se caracterizează prin prezența în structura lor și a altor elemente. Pot fi:
 - Glicerofosfolipide – conțin glicerină, acizi grași și acid fosforic, baze azotate, inozitol;
 - Sfingolipide – conțin acizi grași, un aminoalcool (sfingozina) și baze azotate sau glucide.
- LIPIDE DERIVATE care sunt compuși rezultați din hidroliza lipidelor simple și complexe, păstrând caracterul de solubilitate în solvenți organici (de exemplu: acizi grași, alcooli alifatici superiori, steroizi, carotenoizi).
- LIPOPROTEINE (au legături necovalente) și LIPIDE CONJUGATE (au legături covalente).

Tabel 2.5

Acizii grași din structura lipidelor alimentare

Denumirea	Structură	Surse alimentare
Acid butiric	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$	Lapte și derivate de lapte
Acid caproic	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$	Lapte și derivate, unt de cocos
Acid caprilic	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_6-\text{COOH}$	Lapte și derivate, unt de cocos
Acid caprinic	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_8-\text{COOH}$	Lapte și derivate, unt de cocos
Acid lauric	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{10}-\text{COOH}$	Nuca de cocos
Acid miristic	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{12}-\text{COOH}$	Nuca de cocos
Acid palmitic	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$	Grăsimi animale și vegetale
Acid stearic	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$	Grăsimi animale și vegetale
Acid arahic (arahidic)	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{18}-\text{COOH}$	Ulei de arahide, cacao, alune
Acidul behenic	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{20}-\text{COOH}$	Ulei de arahide, de rapiță
Acid caproleic	$\text{CH}_2=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	Lapte și derivate de lapte
Acid lauroleic	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	Lapte și derivate de lapte
Acid miristoleic	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	Lapte și derivate de lapte
Acid palmitoleic	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	Ulei de pește, grăsimea din carne
Acid oleic	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ cis	Majoritatea uleiurilor vegetale (în special uleiul de măsline)
Acid elaidic	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ trans	Lapte și derivate de lapte
Acid vaccenic	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_9-\text{COOH}$	Lapte și derivate de lapte
Acid linoleic	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	Majoritatea uleiurilor vegetale (floarea soarelui, porumb, soia etc.)
Acid linolenic	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH})_3-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	Ulei de soia
Acid arahidonic	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH})_4-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$	Untura, ficat
Acid eicosapentenoic	C20, 5 duble legături	Pește gras
Acid docosapentenoic	C22, 5 duble legături	Pește gras
Acid docosahexenoic	C22, 6 duble legături la pozițiile 4, 7, 10, 13, 16, 19	Pește gras
Acid erucic	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_{11}-\text{COOH}$	Ulei de rapiță

Rolul biologic al lipidelor alimentare

În organismul uman, lipidele alimentare au funcționalitate multiplă:

- *nutrițională* – furnizează acizi grași esențiali pentru organismul uman – linoleic, linolenic, arahidonic;
- au *valoare senzorială* – formatori de structură în unele produse alimentare, formatori de textură, amelioratori ai palatabilității, furnizori de aromă și mediu pentru compușii hidrofobici;
- au *valoare energetică* mult mai ridicată, comparativ cu glucidele și proteinele, fiind surse concentrate de energie – 9,1 Kcal/g sau 37,7 kJ/g, prin insolubilitatea în apă, lipidele permit stocarea energiei în organism;
- participă la formarea lipidelor de constituție și a lipidelor de *rezervă* deoarece o parte dintre lipidele din organism sunt stocate ca material de rezervă sub formă de țesut adipos cu rol de protecție mecanică și termică;
- sunt *solvenți* pentru vitaminele liposolubile și pentru alte substanțe biologic active (caroteni, hormoni) devenind astfel *intermediari* pentru transportul sau depozitarea vitaminelor liposolubile – A, D, E, K;
- sunt *precursori* ai prostaglandinelor, (hormoni esențiali pentru organism), tromboxanului și prostaciclinelor prin aport de acid arahidonic;
- au *acțiune antiaterogenă* – reduc nivelul colesterolului din sânge prin formarea unor esteri mai solubili și cu viteză mai mare de metabolizare;
- au *rol plastic secundar*, intră în constituția membranelor celulare și a fracțiunilor subcelulare.
- sub formă de fosfolipide sunt prezente în complexe lipoproteice din creier, SN periferic, ficat;
- participă la transmiterea influxului nervos, la reglarea permeabilității membranare și a transportului transmembranar;
- fosfolipidele – dintre ele lecitinele, au rol important în procesele de creștere și dezvoltare a organismului tânăr, de mărire a capacității de muncă fizică și intelectuală și de refacere a organismului după eforturi intense.

- Lipidele sunt unica sursă de acizi grași esențiali, compuși ce asigură desfășurarea proceselor metabolice deoarece:
 - intervin în procesele redox din respirația celulară prin reactivitatea crescută a grupărilor etilenice prezente în structura acizilor grași;
 - stimulează activitatea unor enzime de exemplu citocrom-oxidaza;
 - funcționează ca precursori ai prostaglandinelor (modulatori ai hormonilor), tromboxanului și prostaciclinelor prin aport de acid arahidonic.

Lipidele sau grăsimile reprezintă o componentă importantă a rației alimentare formate din molecule mai simple sau mai complexe de origine animală sau vegetală. Necesitatea prezenței lipidelor în alimentația sistemelor vii rezultă din următoarele însușiri pe care acestea le prezintă:

- ajută la prelungirea procesului de digestie, încetinind secrețiile stomacale ce conțin acid clorhidric, duc la apariția senzației de sațietate și de îngreunare după o masă bogată în grăsimi;
- au cea mai „concentrată” valoare energetică din rația alimentară având în vedere faptul că lipidele eliberează în organism mai mult decât dublul energiei eliberate de glucide sau proteine (acestea eliberează 4,1 kcal/g);
- contribuie, după metabolizarea în organism, la formarea „lipidelor de depozit” care ajută la protejarea organelor interne (rinichi, inimă, ficat) și la păstrarea temperaturii constante a corpului uman;
- îmbunătățesc absorbția vitaminei D și, prin aceasta, a calciului, ajutând astfel în mod indirect la utilizarea calciului de către organism, respectiv, la fixarea lui în oase și dinți;
- se pot consuma în stare uscată sau ca atare spre deosebire de proteine și polizaharide care în general nu au gust și nu pot fi consumate decât după o prealabilă preparare;

2.2.6.2. Necesarul de lipide pentru organism

- Necesarul zilnic este de 40-115 g pentru un aport mediu de energie de 3000 Kcal.
- Aportul caloric adus de lipide trebuie să reprezinte 30-35% din total; la persoanele cu afecțiuni hepato-pancreatice, vârstnici, sedentari, obezi, dislipidemici, femei în perioada de maternitate, aportul de lipide trebuie să reprezinte 20% din necesarul caloric zilnic.
- Se recomandă ca 35-50% din aportul zilnic de lipide să fie de origine vegetală;
- În grame, necesarul de lipide este de:
 - 0,7-1 g/kg corp/zi la adulți;
 - 1,5-2 g/kg corp/zi la copii, adolescenți, persoane care efectuează activități cu cheltuială energetică intensă.
- Rația zilnică echilibrată în acizi grași trebuie să conțină:
 - 10% acizi grași saturați;
 - 10% acizi grași monoenoici;
 - 10% acizi grași polienoici;

Acidul linoleic

- singurul cu adevărat esențial;
- necesarul organismului este de 3-4 g/zi, care trebuie să reprezinte:
 - 3% din aportul total de energie pentru adult;
 - 4,5% pentru femeia însărcinată;
 - 7% din aportul caloric zilnic pentru femei în perioada de alăptare;
 - 10-15% din necesarul zilnic pentru persoanele cu risc cardiovascular.

Necesarul zilnic de lipide este influențat de condițiile de muncă, efortul fizic depus, starea fiziologică sau patologică a organismului.

În regiunile cu temperaturi scăzute aportul de lipide trebuie să reprezinte 35-40% din rația calorică zilnică.

La altitudini ridicate peste 2000-3000 m, datorită scăderii presiunii parțiale a oxigenului, se impune o creștere a aportului de

energie. Această energie trebuie să fie furnizată prin arderea glucidelor nu a lipidelor, deoarece lipidele produc acidoză și micșorează toleranța la hipoxie.

Regimul hiperlipidic mărește susceptibilitatea organismului la unele noxe chimice – arsen, metale grele, hidrocarburi aromatice, compuși organici clorurați.

2.2.6.3. Digestia și absorbția lipidelor

Digestia grăsimilor fin emulsionate din galbenușul de ou, smântână, frișcă, creme, începe din stomac sub acțiunea lipazei gastrice, se continuă în duoden și apoi în intestin și se definitivează după ce au fost emulsionate de către sărurile biliare.

În mod normal sunt absorbite 95% din lipidele ingerate zilnic și 80% din colesterol; sângele transportă lichidele în tot organismul, iar ficatul și țesutul adipos controlează metabolismul lipidic; grăsimile neabsorbite se elimină prin fecale.

Trebuie menționat că, dintre toți nutrienții principali, lipidele, deși sunt cele mai calorice, dau în cea mai mică măsură senzația de sațietate. Din acest motiv, grăsimile alimentare lichide sau solide, pot fi consumate în cantități mari, cu consecințele negative cunoscute (obezitate, hipercolesterolemie, hipertrigliceridemie, etc.).

Lipidele din hrană, pentru a trece de barierele intestinale, trebuie scindate, fenomen ce se petrece în tubul digestiv. Deoarece, spre deosebire de glucide și de proteine, grăsimile nu sunt solubile în apă și în acizi, mecanismul prin care se realizează scindarea lipidelor în componentele lor, este diferit, și mai dificil.

Lipidele din alimente, trec din gură în stomac, prin faringe și prin esofag, cu structură neschimbată. La nivel gastric, transformările suferite de lipide sunt nesemnificative, cu excepția copiilor mici, care posedă enzime din categoria lipazelor (lipaza gastrică), cu care pot scinda lipidele din lapte și din ouă.

Adevăratele transformări digestive ale lipidelor se petrec la nivelul duodenului, sub influența bilei și a sucului pancreatic, precum și

la nivelul intestinului subțire, datorită activității lipazelor intestinale. Bila, produsul de secreție și excreție al ficatului, deși nu conține enzime (cu excepția fosfatazei alcaline), îndeplinește un rol important în scindarea moleculelor lipidice, datorită sărurilor biliare, care se formează plecând de la colesterolul. Bila realizează emulsionarea grăsimilor (fracționarea lor în picături foarte fine), favorizând în același timp, activitatea lipazelor intestinale, precum și absorbția acizilor grași.

Grăsimile după emulsionare, sunt cu mult mai ușor de scindat de către lipaze, care realizează hidroliza acestora. Lipaza pancreatică, care este activată de către sărurile biliare, de către ionii de calciu și de către aminoacizi, realizează desfacerea lipidelor în acizi grași și glicerol (glicerină). O anumită cantitate de grăsimi este scindată și sub acțiunea lipazelor intestinale. În urma hidrolizei se formează micelii minuscule, sub forma unor picături extrem de fine, mult mai mici decât cele rezultate din emulsionarea biliară, care conțin produși de hidroliză (acizi grași și glicerină), digliceride, monogliceride și cantități mici de trigliceride nescindate. Sub influența sărurilor biliare, alături de grăsimile emulsionate, apar și acizi grași saponificați. Acizii grași și glicerolul trec liberi sau reesterificați, prin pereții intestinului subțire, în limfă și în sânge, în urma procesului de absorbție. Absorbția acizilor grași și a glicerolului antrenează cu sine trecerea dincolo de pereții intestinali a vitaminelor liposolubile (A, D, E, F, K).

Unele trigliceride din alimente, nu suferă transformări digestive, și se absorb ca atare.

Absorbția acizilor grași este mult mai simplă și mai rapidă în cazul acizilor cu lanț scurt (sub 10 atomi de carbon), și se desfășoară mai greu în cazul celor cu lanț lung. Acizii grași cu lanț scurt nu se reesterifică, ci ajungând în sânge, se legă direct cu albuminele plasmatică.

Acizii grași cu catena foarte lungă (peste 22 atomi de carbon), așa cum este acidul cerotic din ceara de albine sau acidul carnaubic de pe cuticula lucioasă a unor fructe (prune, afine, mere, etc.), nu se absorb deloc, ci constituie, ca și celuloza, material de balast (fibre).

În peretele intestinal, acizii cu lanț mijlociu (10-22 atomi C) se reesterifică și se transportă sub formă de picături minuscule de lipide stabilizate cu acizi biliari și cu proteine.

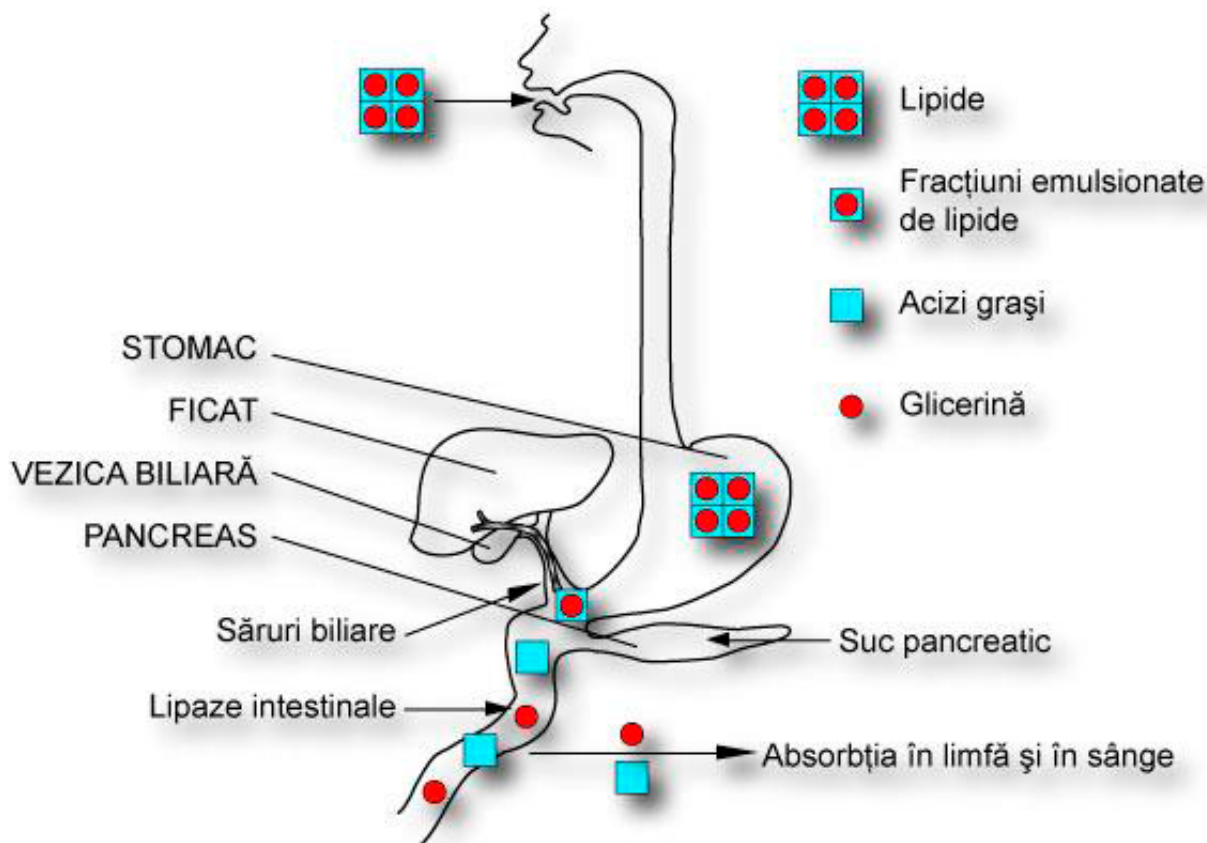


Fig.2.3. Digestia și absorbția lipidelor

(http://www.bioterapi.ro/aprofundat/index_aprofundat_index_enciclopedic_terapeuticMetabolismul_lipidelor.html)

Cunoscându-se absorbția facilă a acizilor grași cu lanț scurt (butiric, capronic, caprilic, caprinic), se poate concluziona, că ele sunt cele mai digerabile, dar nu în mod obligatoriu și cele mai sănătoase.

În circulația generală, lipidele și produșii lor de hidroliză enzimatică, ajung pe cale limfatică (75-85%) și pe cale sanguină, prin vena portă (15-25%). O bună parte din lipidele care trec în limfă, ajung în plămâni, unde sub influența lipazei pulmonare sunt oxidate. Aceasta înseamnă că, prin creșterea amplitudinii respirației, se pot arde în mod direct grăsimi.

Proporția în care lipidele urmează o cale față de alta (limfatică sau sanguină) depinde de gradul de descompunere ale acestora, în timpul

digestiei. Unele gliceride care nu s-au descompus și cele care se reesterifică, se absorb trecând aproape numai prin sistemul căilor limfatice. Acizii grași liberi însă, trec preponderent în vena portă.

În concluzie, în ficat, prin vena portă, ajung aproximativ doar 20% din grăsimi, care, dacă se depun aici pentru mai mult timp, are loc infiltrația grasă a ficatului (steatoza hepatică), având ca urmare scăderea funcțiilor acestuia. Perturbarea are loc, fie atunci când ficatul este sărac în glicogen, fie când este împiedicată ieșirea lipidelor din celulele hepatice, fapt ce apare ca o consecință a formării insuficiente de fosfolipide, prin lipsa factorilor lipotropi. Deoarece ficatul, nu are menirea de a depozita lipidele, principalul depozit pentru grăsimi este reprezentat de țesutul adipos. Și dacă aceste țesuturi se încarcă prea mult, se produc dereglaje, care duc de la scăderea masei și a tonicității musculare, până la obezitate.

Singurele substanțe care îngrașă în mod direct sunt lipidele exogene, toți ceilalți compuși cunoscuți ca aducători de kilograme în plus, acționând pe cale indirectă. S-a demonstrat *in vivo* că neogeneza lipidelor (formarea grăsimilor din alți compuși) în organismul omului, este cu mult mai mică decât se credea până nu demult. În studii se arată că în cazul unei diete bogate în carbohidrați, lipogeneza hepatică de acizi grași nu depășește 10 g/zi. Deci, este fals să se creadă că glucidele, care pătrund în organism, se transformă direct în grăsimi, dar este veridic faptul că, sub influența carbohidraților, lipidele din hrană se încorporează cu mare ușurință, uneori în totalitate, în țesuturile adipoase.

2.2.6.4. Lipidele alimentare

Compușii de natură lipidică introduși ca hrană și reținuți în organism se clasifică în 2 categorii:

- Lipide de constituție – prezente în concentrații mici, în citoplasma celulară și membrana celulară prezentând specificitate de organ;
- Lipidele de rezervă – sursa de energie, se depun la nivelul celulelor mezenchimatoase și în țesutul conjunctiv la nivelul adipocitelor; nu sunt substanțe stocate ci într-un echilibru

dinamic, între acizii grași din adipocite și acizii grași din alimente existând schimburi permanente.

Privind comparativ asupra lipidelor de origine animală și vegetală putem concluziona:

- lipidele de origine animală:
 - au valoare biologică superioară celor de origine vegetală;
 - conțin colesterol, acesta reprezentând un risc important în procesul aterosclerotic;
 - conțin o proporție mai mare de vitamine liposolubile și de acizi grași saturați și un conținut redus de acizi grași esențiali (grăsimea de găscă – 80% acizi grași saturați și restul de 20% esențiali, iar untura, untul – 96% acizi grași saturați și restul de 4% esențiali);
 - se asimilează mai ușor și se transformă mai repede în grăsimea specifică organismului uman.
- lipidele de origine vegetală:
 - au un conținut mai mic de vitamine liposolubile;
 - au conținut mai redus de acizi grași saturați (uleiul de floarea soarelui – 35%, uleiul de soia – 40%, uleiul de germe de porumb – 60%);
 - nu conțin colesterol dar se asimilează mai greu în organism;
 - au valoare biologică ridicată datorită conținutului ridicat de acizi grași esențiali (uleiul de floarea soarelui – 65% acizi grași esențiali din totalul acizilor grași, uleiul de soia – 60% și uleiul de germe de porumb – 40%);

Surse alimentare de lipide

Lipidele alimentare se prezintă sub 2 forme:

- ascunse – prezente în alimente de tipul: carne, lapte, ouă, nuci, alune; reprezintă aproximativ 60% din aportul zilnic de lipide, aducând în organism cantități mari de acizi grași saturați;
- vizibile – grăsimi consumate ca atare sau utilizate la prelucrarea culinară sau industrială a alimentelor: uleiul, untul, untura.

Conținutul în lipide al unor alimente de origine vegetală poate fi observant din tabelul 2.6:

Tabelul 2.6.
Conținutul în lipide pentru diferite alimente de origine vegetală

Fructe	Lipide %	Legume, cereale	Lipide %
Afine	0,60	Cartofi	0,11
Alune	64,40	Castraveți	0,20
Ananas	0,15	Ceapă	0,25
Arahide	49,00	Ciuperci	0,24
Avocado	26,40	Conopidă	0,28
Banane	0,18	Dovleac (semințe)	47,40
Caise	0,40	Fasole boabe	2,00
Căpșuni	0,50	Floarea soarelui	32,30
Cireșe	0,50	Grâu	2,00
Coacăze	0,30	Mazăre verde	0,48
Fistic	54,00	Măsline	50,00
Gutui	0,50	Morcovi	0,20
Măceșe	1,20	Muștar	29,00-36,00
Mere	0,40	Porumb	3,00-5,00
Migdale	54,10	Salată	0,22
Mure	1,40	Secară, orz	2,00
Nuci	60,00	Sfeclă roșie	0,10
Nuci de cocos	48,80	Soia	20,00
Pere	0,40	Spanac	0,30
Piersici	0,11	Tomate	0,21
Portocale	0,20	Țelină	0,33
Prune	0,17	Usturoi	0,12
Smochine	1,20	Varză albă	0,20
Struguri	0,28	Varză roșie	0,18
Zmeură	1,60	Vinete	0,18

Conținutul în lipide al unor alimente de origine animală poate fi observant din tabelul 2.7.

Tabelul 2.7.
Conținutul în lipide pentru diferite alimente de origine animală

Aliment specific		Lipide %	Aliment specific		Lipide %
Porc	Carcasă	52,00	Pasăre	Găină	24,80
	Bacon	69,30		Rață	28,60
Bovine	Carcasă	21,00		Gâscă	31,50
Lapte	Vacă	3,40		Curcă	14,70
	Oaie	6,18	Pește	Crap	4,20
Ou	Integral	9,50		Hering	2,60
	Gălbenuș	24,00		Cod	0,30
	Albuș	< 0,4		Somon	13,40

Lipidele din carne

- Se găsesc atât intracelular – lipidele de constituție, cât și în țesutul adipos care însoțește țesutul muscular.
- Cantitatea de lipide variază de la un animal la altul și chiar la același animal de la un țesut muscular la altul.
- Lipidele din mușchi sunt în proporție de 1-3% predominând gliceridele alături de colesterol și fosfolipide (ultimele sunt lipide de constituție, a căror concentrație în fibra de carne este independentă de alimentație).
- Lipidele din viscere au acizi grași în proporție mai mare.
- Carnea de pasăre și de vânat are o proporție mai mică de lipide.
- Carnea de pește conține cantități mari de acid arahidonic.

Lipidele din ou

- Sunt concentrate în galbenuș unde se găsesc în concentrații de 32-36%, emulsionate și colorate în galben datorită luteinei, β -carotenului și criptoxantinei.
- Sunt reprezentate în principal de trigliceride, fosfatide și steride.

- Oul este alimentul cel mai bogat în lecitină; prin aportul de lecitină este furnizat organismului colina necesară proceselor de transmitere.
- Oul este alimentul de origine animală cel mai bogat în lecitine – până la 11% – și cefaline, ambele cu impact semnificativ pozitiv asupra activității SNC.
- Ouăle au valoare nutritivă ridicată, (un ou poate acoperi cca. 4% din nevoile energetice ale organismului și o zecime din necesarul vitaminic), ca atare sunt extrem de importante pentru copii în perioada de creștere și deasemenea pentru femei în perioada maternității, dar excesul lor în alimentație este periculos datorită prezenței colesterolului liber și esterificat.

Lipidele din lapte

- Se găsesc în concentrație 3,5–5%, mai ales sub formă de trigliceride dar apar și: colesterolul liber și esterificat cu acid oleic, fosfolipidele – lecitine, cefaline, sfingomieline, toate fin emulsionate, determinând aspectul caracteristic al laptelui.
- Conținutul de lipide din lapte variază în funcție de specie, rasă, perioada de lactație, alimentație, climă (de exemplu în laptele de ren 20–22%, de delfin 40–45%, de vacă 5–6%).
- În laptele proaspăt, grăsimea este în stare lichidă, la scăderea temperaturii sub 20°C, se solidifică și își reduce volumul; în repaos, particulele de grăsimi se ridică la suprafață formând smântână.
- Lecitinele prezente în lapte prezintă importanță pentru nutriția organismului tânăr datorită stimulării activității nervoase și pentru acțiunea antiseptică.
- Biosinteza acizilor grași cu moleculă mică se realizează în glanda mamară, iar cei cu moleculă mare provin din sânge.

Grăsimile alimentare

- Sunt produse eterogene alcătuite dintr-un amestec complex de trigliceride alături de ceride, steride, fosfatide, vitamine liposolubile, pigmenți.

- Au conținut ridicat de acizi grași, reprezentând o sursă foarte importantă de energie pentru organism.
- Sunt considerate alimente incomplete datorită lipsei proteinelor, glucidelor, și substanțelor minerale.
- După origine se clasifică în:
 - Animale: untura de porc, untul de vacă, seul de vită și de oaie, grăsimea de pasăre și uleiul sau untura de pește;
 - Vegetale: uleiul de floarea soarelui, soia, porumb, sesam, măsline, nucă; untul de cacao.

UNTUL

- Este constituit din grăsimea laptelui unor specii de mamifere, mai ales de vacă. Se obține prin centrifugarea, malaxarea și spălarea smântânii fermentate.
- Din punct de vedere chimic conține:
 - apă: 14,7%
 - lipide: 84%
 - substanțe proteice: 0,84%
 - lactoză și acid lactic: 0,65%
 - substanțe minerale: 0,11%
 - vitamine A, D, E
 - colorant natural – carotenul și mai rar xantofila.
- Laptele are gust și miros specific plăcut, aromat, datorat compușilor rezultați prin descompunerea lactozei.
- Pentru mărirea perioadei de păstrare se poate adăuga NaCl sau se prepară untul topit prin topire la 38°C când conținutul în lipide crește la 98–99% și cel de apă scade la 1–2%.
- Untul, prin componența sa, furnizează organismului lipide emulsionate ușor digerabile, acizi grași nesaturați și vitaminele liposolubile motiv pentru care este important să nu fie supus unor procesări la temperaturi înalte.

GRĂSIMEA DE PORC – UNTURA

Untura este obținută prin topirea la temperaturi până în 80°C a țesutului adipos subcutanat – slănina, sau cea formată în jurul diferitelor organe. Prezintă o culoare slabă, alb-gălbuie, și un miros foarte slab, care devine puternic în cazul râncezirii. Ea conține: 0,25% acizi grași liberi și

99,5% lipide saponificabile cu punct de topire între 36–48°C și de solidificare 26–32°C. Are valoare nutritivă ridicată dar cu digestibilitate scăzută datorită acizilor grași saturați fiind puțin recomandată în alimentația omului.

SEUL – grăsimea de oaie sau vacă

Seul are un conținut scăzut de apă, dar mare de acizi grași saturați și la fel ca untura, este neindicat în alimentația corectă, fiind un produs cu digestibilitate scăzută.

GRĂSIMEA DE PASĂRE – rață, gâscă, găină

Este un compus lipidic de culoare galbenă caracteristică, cu un conținut ridicat în acizi grași nesaturați – oleic, linoleic și cu valoare nutritivă și digestibilitate mai mare decât celelalte grăsimi animale.

ULEIUL DE PEȘTE

Se obține prin topirea grăsimii brute direct sau cu ajutorul vaporilor de apă. Are conținut ridicat în vitamine liposolubile – A, D, și acizi grași nesaturați – acid arahidonic, având valoare nutritivă deosebită.

ULEIURILE VEGETALE

Cele mai utilizate în alimentație sunt uleiul de floarea soarelui, soia, porumb, măslina, care se obțin prin extracție din diferite părți ale plantelor – embrion, semințe, fructe. Aceste uleiuri constituie surse importante de acizi grași nesaturați – acid oleic (în uleiul de măsline, arahide și porumb), acid linoleic (uleiul de porumb, floarea soarelui și soia). De asemenea conțin și tocoferoli – antioxidanți naturali. Uleiul rafinat din aceste vegetale, are stabilitate chimică ridicată.

Se recomandă ca 35–50% din conținutul lipidic al rației alimentare să fie constituit din uleiuri vegetale.

MARGARINA

Încă din 1870 s-a încercat obținerea unui înlocuitor pentru unt, dar tehnologia actuală de producere a margarinei a fost descoperită câțiva zeci de ani mai târziu. Astăzi ea este obținută din ulei vegetal hidrogenat și uleiuri vegetale la care se adaugă lapte, apă, NaCl, pigmenți, vitamine, condimente, coloranți naturali, arome specifice.

Margarina are valoare nutritivă ridicată prin aport substanțial de acizi grași esențiali și vitamine, având coeficient de utilizare digestivă ridicat 94–96%.

2.2.7. Micronutrienți – substanțele minerale

2.2.7.1. Biomineralele – definiții, clasificare, rol în organism

Biomineralele ca principii nutritive sunt elemente chimice de interes biologic numite generic **bioelemente** sau **elemente minerale esențiale**. Sunt reprezentate de compușii biominerali prezenți în organismul uman și cei compatibili cu aceștia, prezenți în micronutrienții din alimente. Se clasifică funcție de concentrație în 3 grupe:

- Macroelemente – se găsesc în organismul uman în cantitate mai mare de 0,05% din greutatea sa, și necesită un aport zilnic de peste 100 mg (Ca, P, Mg, K, Na);
- Oligoelemente – S și Cl;
- Microelemente – se găsesc în organismul uman în cantitate mai mică de 0,05% din greutatea sa, și necesită un aport zilnic mai mic de 100 mg (Fe, Cu, Zn, Co, Mn, Mo, Se, I, F, Cr).

Compușii biominerali sub formă de săruri minerale, reprezintă 4-5% din greutatea organismului uman, din care 50% Ca, 25% P, și restul de 25% alte 5 macro și oligoelemente și 14 microelemente.

Din cele 105 elemente minerale cunoscute, numai 11: C, H, O, N, P, S, Na, K, Cl, Ca, Mg stau la baza structurilor tisulare și a desfășurării normale a proceselor metabolice; câteva elemente însă, sunt prezente în organism în concentrații foarte mici dar au rol metabolic important: Fe, Cu, Zn, Co, Mn, Mo, Se, I, F, Cr, V.

Rolul în organism a compușilor minerali

În organism substanțele minerale îndeplinesc funcții importante atât biochimice cât și fiziologice. Elementele minerale au în principal, următoarele roluri:

- sub formă de diferiți compuși, îndeplinesc în organism **rol structural** iar sub formă de ioni au **rol catalitic**;

- au rol morfogenetic, plastic intrând în compoziția diferitelor structuri biologice: Ca în oase, Fe în hemoglobină, Mg în sistemele de transport transmembranar celular;
- intervin în:
 - asigurarea echilibrului acido-bazic, osmotic și colloid-osmotic;
 - procesele electrochimice din membranele biologice;
 - menținerea reactivității normale a organismului și a excitabilității neuromusculare (raportul ionilor K/Na intracelular);
 - procesele metabolice, în mod direct Cu și Mn, sau prin intermediul enzimelor în a căror constituție intră (Mg, Fe, Zn, Mo);
 - activarea glandelor endocrine – intră în compoziția hormonilor (iodul) sau stimulează activitatea endocrină (Zn, Mn);
 - funcția de apărare nespecifică a organismului;
 - funcții de bază ale organismului: Na, K, Cl în funcția digestivă, Fe, Cu, Co în funcția respiratorie.

2.2.7.2. Surse alimentare de substanțe minerale

Produsele alimentare care furnizează compuși minerali biocompatibili pentru organism sunt:

- Laptele – asigură cantități importante de Ca, Mg și P;
- Peștele;
- Carnea – mineralele sunt prezente și în interiorul celulei musculare și extracelular (mai ales K, P, S);
- Produsele vegetale: cereale, legume, fructe;
- Apele minerale care pot fi:
 - ape de adâncime, pot conține componente în concentrații mai mari decât cele autorizate pentru apa potabilă;
 - provenite din surse naturale sau forate artificial și pot avea efect terapeutic.

2.2.7.3. Calciul

Este elementul care se găsește în concentrația cea mai mare în organism 1100-1500 g la adult, reprezentând aproape 40% din totalitatea biocomponentelor minerale din organism.

99% din calciul din organism se găsește în oase și dinți sub formă de fosfat tricalcic –75%, carbonat de calciu – 12%, și legat de acid citric și proteine –12%; numai 1% este în sânge și lichidele intra și extracelulare sub formă de săruri solubile.

Rol biologic:

- intră în constituția sistemului osos;
- intervine în coagularea sangelui – cofactor în transformarea protrombinei în trombină și factor favorizant la transformarea fibrinogenului în fibrină;
- activează unele enzime și favorizează absorbția vitaminei B12;
- participă la reglarea permeabilității membranare antagonizând cu ionii de Na și K;
- participă la menținerea excitabilității neuromembranare alături de Mg;
- reglează eliberarea de neurotransmițători în joncțiunile sinaptice;
- participă la menținerea echilibrului acido-bazic și a stării coloidale a proteinelor.

Tabelul 2.8

Necesarul optim de Ca pentru organismul uman:

Varsta în ani	Necesar de Ca mg/zi
0-0,5	400
0,5-1	800
1-10	800
11-24	1200
25-50	800
Sarcina (începând cu luna IV) și alăptarea	1000-1200

Absorbția are loc la nivelul intestinului subțire mai ales în duoden și variază între 10-40% din Ca ingerat.

Formele insolubile (Ca legat de proteine, fosfați, oxalați, acid fitic) nu sunt absorbite decât dacă sunt transformate în compuși solubili – cloruri – în prezența sucului gastric în stomac și duoden.

Carența de Ca este condiționată de aportul alimentar redus, excreția urinară crescută, diferite tulburări hormonale, carența de vitamine D, afecțiuni hepatice, consum excesiv de alcool, administrarea de anumite medicamente (fenobarbital, glutetimida). Efectele sunt: rahitismul la copii și osteomalacia sau osteoporoza la adulți. Poate să apară și hipercalcemie prin aport excesiv de vitamine D.

Absorbția calciului este favorizată de:

- vitamine D și C în concentrații optime;
- prezența unor metaboliți acizi – acid citric, acid lactic, lizina, arginina;
- prezența lipazei și a acizilor biliari;
- raportul dintre cantitățile de Ca și P ingerate – dacă sunt echivalente se favorizează absorbția;
- lactoza și acidul lactic care formează compuși absorbabili.

Absorbția calciului este defavorizată de:

- substanțele antimineralizante care formează cu ionii de Ca complecși insolubili, greu absorbabili:
 - acidul oxalic din spanac și din cacao;
 - acidul fitic din cereale;
 - acizii grași din grăsimile alimentare;
- regimul alimentar bogat în glucide nedigerabile – fibre alimentare – reduce absorbția Ca;

Eliminarea Ca are loc prin fecale cca. 80% sub formă de compuși neabsorbabili și prin urină 20%.

Surse alimentare

- Cele mai mari concentrații sunt în lapte și produsele lactate produse care pe lângă faptul că îl conțin și avantajează absorbția lui;
- Legume – varză, gulii, andive;
- Fructe;

Tabelul 2.9.

Conținutul în Ca și Mg al unor produse alimentare:

Produsul	mg% Ca	mg% Mg	Produsul	mg% Ca	mg% Mg
Lapte de vacă	125	12	Ou integral	52	12
Iaurt extra	125	12	Andive	104	13
Lapte praf	939	96	Ardei gras	40	17
Branză grasă de vaci	164	15	Pătrunjel frunze	300	50
Telemea de oi	388	30	Gulie	70	40
Carne de vită	11	25	Varză albă	72	70
Carne de porc	10	25	Spanac	75	57
Ficat de vită	12	22	Cartofi	9	27

2.2.7.4. Magneziul

Alături de Na, Mg este cationul intracelular cel mai important. În organism se regăsește în cantitate de 20-35 g din care 60-70% imobilizat în oase ca fosfat și bicarbonat, 26% în mușchi și restul în țesuturile moi și în lichidele fiziologice, în plasmă fiind legat de proteine.

Rol biologic:

- intervine în metabolismul lipidic, proteic și glucidic;
- participă alături de Ca și P la structura sistemului osos și alături de Ca și F la structurile de rezistență dentară;
- reduce excitabilitatea neuromusculară a fibrelor miocardice fiind implicat în conductibilitatea electrică a cordului (alături de ionii de Ca, Na, K și Mg); carența de Mg și K facilitează apariția aritmiilor;

- intervine în eliberarea grupărilor fosfat macroergice, asigurând fosforilările oxidative;
- este implicat în menținerea echilibrului acido-bazic și refacerea excitabilității neuromusculare;
- rol activ în transmiterea influxului nervos și în fenomenele de transport transmembranar;
- reduce acumularea de colesterol la nivelul pereților vasculari în procesul de ateroscleroză.

Echilibrul între concentrațiile de Ca și Mg trebuie respectat, deoarece, spre deosebire de Ca, Mg este mobilizat mai greu din oase.

Necesarul de Mg în organismul uman, crește în urma unui aport crescut de Ca, vitamine D, proteine și alcool. La adulți este mai mare la bărbați, fiind de 350 mg/zi față de 280 mg/zi pentru femei, dar la care, în perioada de maternitate este de 300 mg/zi. În perioada alăptării necesarul este de 355 mg/zi în primele 6 luni și 340 mg/zi în următoarele 6 luni.

Absorbția digestivă a Mg din alimentele ingerate este în proporție de 20-70%, restul eliminându-se prin fecale. Absorbția este condiționată de aceiași factori ca și Ca exceptând prezența vitaminei D, și este micșorată de aportul excesiv de Ca, P, vitamina C și de deficitul de vitamină E.

Sursele alimentare cele mai bogate în magneziu sunt legumele verzi, (salată, spanac, ceapă verde, mărar, pătrunjel, leuștean) deoarece ionul de Mg face parte din structura clorofilei. Alte surse se regăsesc în cereale și derivate de cereale cu grad mare de extracție, și în fructe.

2.2.7.5. Sodiul

Reprezintă 2% din conținutul în substanțe minerale din organism. În organismul adult există cca. 90 g din care 20% în sistemul osos – sodiu neschimbabil, iar restul în compartimentul extracelular.

Rolul biologic:

- reglarea presiunii osmotice și menținerea echilibrelor acido-bazice;
- creșterea excitabilității neuromusculare;

- influențarea secrețiilor: salivară, gastrică, intestinală;
- accelerarea peristaltismului intestinal;
- influențarea absorbției renale a apei în organism;
- activator al amilazei.

Necesarul recomandat pentru organismul uman este de 2,4-3,6 g/zi.

Absorbția digestivă are loc la nivelul intestinului mai ales în colon: reglarea cantității de Na în organism are loc la nivel renal.

Sursele alimentare sunt multiple deoarece sodiul este prezent în mod natural în toate produsele consumate de om și adus suplimentar în organism prin sarea de bucătărie.

2.2.7.6. Potasiul

Reprezintă 5% din cantitatea totală de substanțe minerale din organism și se regăsește 98% intracelular și numai 2% extracelular.

Rol biologic:

- asigură osmolaritatea mediului intracelular;
- crește excitabilitatea neuro-musculară fiind antagonic cu Ca;
- intervine în menținerea automatismului cardiac, în secreția de adrenalină și acetilcolină;
- intervine în procesele de digestie, fiind prezent în suc pancreatic și intestinal;
- este indispensabil sintezei de proteine;
- prezintă acțiune diuretică prin favorizarea eliminării apei și sodiului (1 g K elimină 2 g Na);
- intervine în metabolismul glucidic – sinteza a 1 g glicogen implică încorporarea în țesut a 0,36 mEq K;
- influențează activitatea unor enzime și sinteza unor hormoni.

Necesarul zilnic este de 2-4 g/zi, absorbindu-se eficient și rapid la nivelul intestinului. Sursele alimentare de K sunt pâinea intermediară și neagră, leguminoasele uscate, fructele, carnea, peștele, ouăle.

2.2.7.7. Fosforul

Organismul uman conține între 550 și 850 g P din care la adult circa 80% se găsește în oase și dinți sub formă de fosfați de Ca, Mg, Na și K; restul de 20% se găsește în toate celulele organismului și în lichidele extracelulare.

Rol în organism: - structural, energetic:

- intră în constituția țesutului osos și dinților;
- constituent al acizilor nucleici și fosfolipidelor, intervine în sinteza proteinelor, în multiplicarea celulară și transmiterea caracterelor ereditare;
- intră în structura membranelor celulare;
- participă la stocarea energiei, la schimburile intra și extracelulare și la funcționarea sistemelor tampon;
- favorizează excreția tubulară la nivelul rinichilor;
- participă la realizarea legăturilor macroergice ATP, ADP și la activarea unor enzime – vitaminele din grupa B devin active după combinarea cu acid fosforic.

Necesarul în organism este de obicei acoperit prin aportul alimentar zilnic, nevoile zilnice fiind aproximativ egale cu cele de Ca: 0,8-1 g/zi.

Pentru copii se recomandă un aport Ca/P supraunitar iar pentru adulți raportul trebuie inversat.

Absorbția digestivă a fosforului presupune un coeficient de utilizare digestivă de cca. 70%, absorbindu-se sub formă de fosfat. Absorbția este influențată de aceeași factori ca și Ca.

Deficitul de P duce la reducerea sintezei de compuși macroergici și a altor compuși cu efecte asupra funcțiilor renale, neuromusculare, a sistemului osos și sangvin.

Sursele alimentare sunt în general produsele alimentare bogate în proteine care implicit sunt bogate și în fosfor. Alimentele cele mai bogate sunt: laptele și produsele lactate, galbenușul de ou, peștele, carnea, făina integrală de cereale deoarece în pericarpul semințelor de cereale fosforul se găsește ca acid fitic care reduce absorbția digestivă a ionilor metalici bi- și trivalenți.

2.2.7.8. Oligoelementele – sulful și clorul

Sulful se găsește în organism mai ales sub formă organică: aminoacizi, proteine, mucopolizaharide, sulfolipide și puțin sub formă minerală – sulfați, tiocianați. Cantitatea totală de sulf din organismul adult este de 170-180 g.

Rolul biologic al sulfului:

- în procesul de morfogeneză, și alte procese legate de dezvoltare, creștere, regenerare;
- contribuie la formarea proteinelor tisulare: glutation, collagen, elastina, keratina;
- participă la procese de oxido-reducere;
- participă la procesele de coagulare a sângelui;
- intervine în procese de detoxifiere prin formare de sulfoconjuțați prin grupări –SH;
- intervine în metabolismul: lipidic, glucidic, și protidic (component al coenzimei A);
- activator al unor sisteme enzimatic (grupările –SH);
- prezent în unele vitamine (tiamina, biotina) sau hormoni (insulina, oxitocina).

Necesarul de S al organismului de 1,2 g/zi la adult e acoperit de aminoacizii cu sulf aduși prin alimentația echilibrată.

Absorbția are loc la nivelul tubului digestiv mai ales sub formă de aminoacizi cu S iar sulfații se absorb în foarte mică măsură.

Surse alimentare de sulf sunt: carnea, viscerele, ouăle, laptele, brânzeturile, toate acestea conținând S sub formă ușor absorbabilă. Cerealele, leguminoasele uscate, varza, conopida, gulia conțin compuși ai S greu absorbabili: sulfați, tiocianați.

Clorul

Este prezent în organism sub formă de cloruri și chiar HCl. Se găsește în cantitate de aprox. 100 g din care 2/3 extracelular și 1/3 intracelular. Concentrația Cl în plasmă este de 97-106 mEq/l iar în suc gastric de 150-200 mEq/l. Intră în organism sub formă de NaCl și prin alimente de origine vegetală și animală.

Rol biologic:

- participă la menținerea echilibrului osmotic fiind partenerul Na în deplasările sale în organism;
- este implicat în menținerea echilibrului acido-bazic și a balanței hidrice între diferite compartimente tisulare și umorale;
- ușurează fixarea oxigenului de către hemoglobină și eliberarea dioxidului de carbon;
- participă la formarea HCl în sucul gastric și la activarea amilazei salivare;
- la nivel renal facilitează eliminarea compușilor de catabolism ai azotului: uree, acid uric.

Necesarul nutrițional este de 4,5 g/zi, cantitate de obicei depășită prin consumul de sare. Absorbția se realizează pasiv la nivel intestinal. Sursele nutriționale sunt: sarea de bucătărie și alte alimente de origine vegetală și animală.

2.2.7.9. Microelementele

Metale: Fe, Zn, Cu, Ni, Co, Mn, As, Mo

Nemetale: I, F, Br, Se, Si, B

Fierul

Organismul uman adult conține aproximativ 3-5 g Fe (50 mg Fe/kg) din care 75-80% se află în componența hemoglobinei.

Rol biologic:

- asigură funcția respiratorie a organismului; sub formă heminică intră în structura hemoglobinei și mioglobinei;
- intervine în transportul oxigenului și dioxidului de carbon în procesul respirator fiind implicat în activitatea unor enzime – citocromoxidaza, peroxidaza, catalaza;
- intervine în numeroase procese redox din organism prin participare la structura citocromului atât sub formă redusă cât și oxidată.
- intervine în procese imunologice.

În ce privește necesarul de fier în organismul uman trebuie ținut cont de faptul că numai 10% din Fe ingerat se absoarbe (2-10% din alimentele de origine vegetală și 10-30% din alimentele de natură animală). Aportul alimentar recomandat este:

- 6-10 mg/zi la sugar;
- 10 mg/zi la copii;
- 10-12 mg/zi la bărbați (11-50 ani);
- 15 mg/zi la femei (11-50 ani și crescut în ultima lună de sarcină la 20-40 mg/zi);
- peste 50 ani 10 mg/zi atât la bărbați cât și la femei.

Laptele uman este sărac în Fe, în primele luni nou-născutul utilizează Fe depozitat în ficat din perioada intrauterină, apoi este necesar aport suplimentar prin alimentație.

Absorbția digestivă are loc în cea mai mare parte la nivelul duodenului și în prima parte a jejunului. În alimente Fe se găsește în formă bi- și trivalentă, (forma bivalentă se absoarbe mai ușor decât cea trivalentă deoarece compușii formați sunt mai ușor solubili la valori mari de pH).

Absorbția Fe este favorizată de:

- HCl din stomac care solubilizează Fe din compușii organici și favorizează reducerea formei trivalente la cea bivalentă.
- Vitamina C – acționează reducând forma trivalentă la forma bivalentă.
- Fe heminic din carne și pește se absoarbe mai ușor; acidul fitic din vegetale împiedică absorbția prin formare de compuși neabsorbabili.

Absorbția Fe este defavorizată de:

- pH-ul crescut al sucului gastric (după administrare de antiacide);
- Acidul fitic, acidul oxalic, taninurile, celuloza din alimente, micșorează coeficientul de utilizare digestivă a Fe prin formare de compuși neabsorbabili.
- Raportul neadecvat Ca/P prin formarea fosfatului feric insolubil.

- Ingestia simultană a unor proteine (albuminele din ou, protide din soia).

Sursele alimentare de fier sunt produsele de origine animală (ficat, rinichi, inimă, mușchi, pește, gălbenuș de ou) care au utilizare digestivă crescută pentru Fe, și alimentele de origine vegetală (legume verzi, leguminoase uscate, făină de cereale cu grad mic de extracție) care contribuie în mai mică măsură la aportul de fier pentru organismul uman. Regimul echilibrat asigură 10-14 mg Fe/zi.

Tabelul 2.10.
Conținutul în Fe al unor alimente

Produsul	Fe în mg%	Produsul	Fe în mg%
Lapte de vacă	0,05	Pâine neagră	2,5
Iaurt extra	0,05	Pâine albă	1,5-1,7
Lapte praf	0,6	Ardei gras	0,8
Branză de vaci	0,5	Leguminoase uscate	5-8,5
Telemea de oi	0,6	Pătrunjel -rădăcină	6
Carne de vită	3,5	Varză albă	1,5
Carne de porc	3	Spanac	3
Ou integral	2,7	Cartofi	1
Galbenuș	7	Nuci, alune	3
Pește	0,5-2	Cacao	12

Cobaltul

În organismul uman, cobaltul este prezent numai sub forma vitaminei B₁₂. Rolul său este de a intra în structura acestei vitamine și prin ea în hematopoieza și în unele procese metabolice.

Necesarul de cobalt al organismului este legat de cel de vitamina B₁₂ care este de 3 mg/zi la adult și 1,5-2 mg/zi între 5 și 10 ani. Deficitul de cobalt este corelat tot cu cel de vitamina B₁₂ și se manifestă prin anemia pernicioasă și tulburări hematopoietice.

Absorbția lui are loc la nivel duodenal, fiind influențată de pH-ul gastric; intră în competiție cu absorbția de Fe astfel în carența de Fe are loc absorbția crescută de Co.

Sursele alimentare aduc cobalt în concentrații mici de 10 mg/kg din ficat, creier, mușchi, rinichi, splină, cereale, varză, fructe de mare. Laptele uman are Co între 0,5 și 27 mg/l.

Zincul

În organism există 2-3 g zinc din care 60% intră în structura țesutului muscular, 20% în oase și piele, și 20% în restul țesuturilor: ficat, pancreas, hipofiză, hematii, leucocite.

Rol biologic:

- peste 200 enzime sunt dependente de Zn (Zn fiind bioconstituent pentru fosfataza alcalină, carboxi-oxidaza, lactat dehidrogenaza sau co-factor – arginaza, enolaza, aldolaza, izomeraza);
- intervine în activitatea unor hormoni – insulina în a cărei structură este încorporat în procent de 0,53% Zn, hormonii gonadotropi hipofizari, etc;
- este stabilizator al structurii moleculare a lipoproteinelor din membrana celulară;
- participă la biosinteza și degradarea lipidelor, glucidelor și protidelor (mai ales a celor bogate în S) și a acizilor nucleici;
- intervine în transcripția și transferul polinucleotidelor și în mecanismele transmiterii informației genetice;
- intervine în mobilizarea vitaminei A din ficat și menținerea unei vitaminemii normale.

Necesarul de Zn pentru adult este de 10-15 mg/zi la bărbați și 12 mg/zi la femei. La sugari este de 5 mg/zi, la copii între 5-10 ani 10 mg/zi iar la femei în sarcină 15 mg/zi și în perioada alăptării 9-16 mg/zi.

Deficitul de Zn se manifestă prin hipogonadism, întârzierea creșterii, anemie, anorexie, alopecie, diaree, sensibilitate la infecții iar la copil deficitul de Zn se poate instala printr-un sindrom de

malabsorbție congenital – acrodermatita enteropatică – leziuni cutanate de tip exematos, diaree, alopecie, infecții bacteriene.

Absorbția digestivă variază între 10-90%, fiind favorizată de proteine (prin formarea de chelați zinc-aminoacid ușor absorbabili), glucoză, lactoză, vin roșu. Este diminuată de prezența simultană a Ca, Cu, fosfaților, existând antagonism Ca-Zn. Cadmiul inhibă transferul zincului prin peretele intestinal, de unde rezultă importanța Zn în prevenirea intoxicației cu cadmiu. Cuprul și fierul reduc competitiv absorbția zincului.

Cuprul

Este prezent în organism în cantități de cca. 100-150 mg și localizat în ficat, creier, rinichi, inimă, măduva osoasă și mușchi. În plasma sanguină se află sub formă de ceruloplasmină – compus cupro-globulinic ce asigură principala formă de transport a Cu în sânge. În hematii se găsește ca hemocupreină sau eritrocupreină –complex cupro-albuminic.

Rolul biologic:

- este component al cuproproteinelor cu funcție de enzime: citocromoxidaza, ceruloplasmina, etc;
- intervine în sinteza proteinelor țesutului conjunctiv din structura scheletului, vaselor sanguine și țesutului nervos;
- intervine în producerea de energie la nivelul mitocondriilor și în sinteza de melanină și catecolamine.

În organism este necesar un aport nutrițional optim de 1,5-3 mg/zi la adult și 0,7-2 mg/zi la copii.

Carența în Cu produce anemie hipocromă microcitară asemănătoare celei feriprive, leucopenie, demineralizări ale oaselor, depigmentarea pielii și părului, anomalii vasculare, susceptibilitate la infecții, anorexie (sindromul Menkes).

Se absoarbe intens la nivelul intestinului subțire și în stomac. Utilizarea digestivă este de 25-60% din alimente precum ficat, rinichi, alune, ciocolată, legume, fructe, cereale, pește.

Molibdenul

Este prezent în cantitate totală de 20 mg în organismul uman.

Rolul său **biologic** implică:

- este constituent al enzimelor flavinice implicate în metabolismul acidului uric;
- intră în compoziția altor enzime;
- poate declanșa producerea radicalilor liberi bogați în oxigen.

Necesarul zilnic este de 75-250 $\mu\text{g}/\text{zi}$ pentru adulți și 25-150 $\mu\text{g}/\text{zi}$ pentru copii. Are o absorbție digestivă la nivel intestinal ce este limitată de prezența cuprului, wolframului și sulfatilor.

Sursele alimentare de molibden implică legumele, cerealele, făina cu grad mare de extracție, laptele și produsele lactate, viscerele – ficat, rinichi.

Manganul

Cantitatea totală în organismul uman este de 20 mg.

Rolul biologic:

- bioconstituent al unor metaloenzime: piruvat-carboxilaza, diaminooxidaza, glutaminsintetaza;
- efector metabolic cu rol de activator enzimatic pentru fosfataza alcalină, fosfataza acidă, galactotransferaza;
- participă specific sau nespecific la procesele de oxidare celulară – ciclul Krebs.
- intervine în sinteza unor proteine și a unor polizaharide glicozaminoglicani care participă la procesele de osificare și la formarea cartilagiilor;
- intervine în metabolismul lipidic, în reacțiile de fosforilare oxidativă, în sinteza colesterolului.

Necesarul este de 0,74 mg/zi. Deficitul nutrițional de Mn e corelat cu scăderea greutatei corporale, grețuri, vărsături, dermatite, afectarea sistemului osos și a funcției de reproducere.

Absorbția digestivă are loc prin mecanism neelucidat dar utilizarea digestivă e diminuată de excesul de Ca și/sau P.

Sursele nutriționale sunt formate din cereale, făina cu grad mare de extracție, nuci, alune, ceai, cafea.

Iodul

În organism există 20-40 mg din care un sfert în glanda tiroidă și în hormonii tiroidieni iar restul în glanda mamară, mucoasa gastrică, sânge, mușchi, creier.

Rolul biologic:

- intră în structura hormonilor tiroidieni: la nivelul glandei tiroide iodul se fixează pe molecula tirozinei și formează mono- și diiod- tirozina; 2 molecule de tirozină iodată formează hormonii tiroidieni T3-tri-iod tironina și T4-tiroxina;
- hormonii tiroidieni sunt eliberați în sânge și ajung la țesuturi unde stimulează procesele metabolice eliberatoare de energie.

Necesarul de iod este acoperit de alimente și apă potabilă. Necesarul zilnic ce previne apariția gușei este de 150-200 μg la adult, 40-50 μg la copii în primul an de viață, 70-90 μg la preșcolari și 120-150 μg la copiii școlari. La femei în perioada de maternitate necesarul este de 175 $\mu\text{g}/\text{zi}$ iar în perioada de alăptare de 200 $\mu\text{g}/\text{zi}$.

În carența de iod, glanda tiroidă se atrofiază și apare gușa endemică sau distrofia endemică tireopată (apare mai ales la populația unde hrana și apa sunt sărace în iod). Carența se manifestă prin scăderea metabolismului bazal, a capacității fizice și intelectuale, alterarea procesului de mineralizare a oaselor, întârzierea apariției dinților, scăderea rezistenței la frig, hipogonadism, pilozitate redusă, retenție de apă – mixedem.

Deficitul de iod – carența secundară de iod – apare prin consum de alimente care conțin componente ce reduc drastic încorporarea iodului în hormonii tiroidieni, numite substanțe gușogene și considerate toxice.

Absorbția digestivă a iodului este asigurată ușor sub formă de iodură, ajungând astfel să circule în organism liber sau legat de proteinele plasmatic.

Surse alimentare asigură aportul de iod 80-90% prin alimente de tipul:

- pește, scoici, creveți, alge marine, ce conțin cantități mari de iod;
- lapte, carne, ouă, ce sunt surse importante dacă animalele de la care provin au fost hrănite cu furaje bogate în iod;
- apa potabilă poate fi sursă importantă (în România nu este bogată în iod) sau se apelează la fortificarea cu iod pentru sarea de bucătărie, utilizând iodura și iodatul de K sau Ca.

În România este hotărâtă legislativ îmbogățirea sării destinate consumului uman și animal – H.G.568/05.06.2002.

Florul

Este localizat în organismul uman aproape în întregime la nivelul oaselor și dinților; saliva conține în mod normal florură 0,02 mg/ml.

Rolul biologic:

- indispensabil în osificare intervenind în transformarea fosfatului de Ca în apatită – principalul compus mineral din structura scheletului;
- intervine în formarea și structurarea collagenului și glicozaminglicanilor din sistemul vascular din piele și țesuturi;
- intră în constituția smalțului dentar transformând hidroxiapatita în fluoroapatită asigurând dezvoltarea dinților și menținerea rezistenței lor; efectele cariopreventive sunt maxime prin asigurarea unui aport optim începând din viața intrauterină până la 10-14 ani;
- prezintă efecte antienzimatică inhibând glicoliza bacteriană și procesele cariogene la nivelul smalțului dentar;
- influențează dinamica I, Ca, P în organism;
- este inhibitor al metabolismului glucidic, al β -oxidării acizilor grași, a carboxilării acidului piruvic și a formării acetilcolinei.

Necesarul de fluor este asigurat prin aportul din alimente: 1,4-1,8 mg/zi la adult; 0,1-0,5 mg/zi la copil până la 1 an, 0,1-0,5 mg/zi la copiii de 3-5ani, 0,5-1,5 mg/zi la 4-10 ani și 1,5-2,5 mg/zi peste 11 ani.

Deficitul de aport este corelat cu creșterea incidenței cariei dentare. Excesul în alimentație favorizează instalarea unor stări patologice specifice țesutului osos – osteofluoroza, fluoroza dentară – pătarea smalțului dentar.

Fluorul se absoarbe ușor în stomac și prima parte a intestinului subțire; este reținut în organism din compușii solubili prezenți în apă și alimente – fluorura și silicofluorura de Na, sau prin solubilizarea unor compuși insolubili de către suc gastric. Ca și P micșorează utilizarea digestivă a F.

Sursele alimentare sunt peștele, mai ales de apă sărată, frunzele și mugurii de ceai ce conțin cantități semnificative de F; viscerele, carnea, brânzeturile, cafeaua, fructele ce conțin cantități acceptabile; sursa cea mai importantă este apa potabilă care la noi în țară conține cca. 0,15-0,70 mg F/l.

Seleniul

Este un microelement prezent în toate celulele organismului, în concentrații diferite de la un țesut la altul.

Rolul biologic:

- constituent al glutathion-SH-peroxidazei, seleno-enzima care catalizează reducerea peroxizilor lipidici și peroxidului de hidrogen prevenind efectele nocive ale peroxidării lipidelor cu conținut ridicat de acizi grași nesaturați, protejând eritrocitele de hemoliză;
- protejează celulele și membranele celulare de procesele oxidative, în concentrații mici având acțiune antinecrotică;
- factor hepatoprotector cunoscut sub numele factorul 3-hepatoprotector;
- acțiune detoxifiantă reducând acțiunea nocivă a unor ioni metalici toxici (Hg, Cd, Cu, Pb, As).

Necesarul zilnic este între 10-50 $\mu\text{g}/\text{zi}$ în funcție și crescător cu vârsta; la femei în perioada de sarcină 65 $\mu\text{g}/\text{zi}$ și în perioada alăptării 75 $\mu\text{g}/\text{zi}$.

Deficitul duce la apariția unor manifestări specifice:

- anemie hemolitică;
- cardiopatii;
- maladia Kashin-Beck (rigiditate musculară, dureri articulare, osteoartrita generalizată).

În concentrații mari are acțiune carcinogenă.

Absorbția are loc la nivelul intestinului subțire în proporție de 30-70% din cantitatea ingerată, sub formă de compuși organici: seleno-metionina, seleno-cisteina.

Sursele alimentare cuprind alimente mai bogate: carnea, visceralele, peștele mai ales de apă sărată, laptele și derivatele, ouăle, cerealele (concentrația în alimente este dependentă de cea din sol!!).

Tabelul 2.11.
Elementele minerale și implicațiile lor în organismul uman

Elementul	Rolul și funcția în organism	Semne de insuficiență	Surse
Calciu	Are un rol important în formarea și dezvoltarea dinților. Asigură contracții normale ale inimii, vaselor, mușchilor, participă în transmiterea impulsurilor nervoase. Asigură stabilitatea membranelor celulare. Este un important component al sistemului de coagulare a sângelui.	Crampe musculare, excitabilitate neuro-musculară exagerată, insomnie, predispoziție către convulsii, scăderea sau pierderea tonusului muscular.	Lapte, produse lactate, brânza de vaci, brânza de soia, brocoli, ridichi, varza, usturoi, spanac, pătrunjel. Produsele făinoase, măcrișul, spanacul împiedică absorbția calciului.
Magneziu	Participă în metabolismul glucidelor și în schimbul de energie. Are un rol important în formarea țesutului osos, în metabolismul calciului și al vitaminei C. Participă în structurarea materialului genetic de bază (ADN și ARN). Reglează excitabilitatea neuro-musculară.	Depresii, apatii, tensiune musculară, convulsii, excitabilitate crescută, hiperactivitate, constipații, sindrom premenstrual, oboseli, crampe musculare.	Produse din soia, grâne integrale, stridii, ficat, nuci, arahide, banane, cartofi, lapte, legume verzi, miere.
Fosfor	Participă în formarea și dezvoltarea țesutului osos și dentar, în regenerarea celulelor, în schimbul de energie, în contracțiile	Crampe musculare, slăbiciuni, adinamie, modificări osoase.	Pește, carne de pasăre, ouă, grâne integrale, lapte, produse lactate, fasole, mazăre,

Noțiuni de Chimia și Igiena Apei și Alimentului

	cardiace. Susține funcția normală a rinichilor, nervilor și mușchilor. Participă la formarea și asimilarea vitaminelor de către organism. Menține echilibrul acido-bazic.		crupe de ovăz.
Potasiu	Participă la funcționarea normală a sistemului nervos, inimii, mușchilor, rinichilor, sângelui. Participă la reglarea echilibrului acido-bazic.	Forță musculară scăzută, adinamie, apatie, edeme la nivelul extremităților, aritmii, grețuri, vărsături, piele uscată, scăderea sensibilității cutanate.	Caise uscate, banane, citrice, mazăre, cartofi copti, brocoli, ficat, lapte, unt, struguri, stafide, nuci.
Sodiu	Menține nivelul normal al lichidelor în organism, funcția musculară normală, de asemenea funcția sângelui și a limfei.	Pierderi de cunoștință, oboseală sporită, intoleranța căldurii, crampe musculare, edeme ale extremităților.	Majoritatea produselor alimentare, apa, sarea, produse sărate, brânza de oaie, lapte, alge, fructe de mare.
Crom	Participă în menținerea nivelului normal al glucozei în sânge și la funcționarea normală a sistemului cardio-vascular. Participă în reglarea metabolismului colesterolului.	Oscilații ale nivelului glucozei în sânge. Nivel crescut al colesterolului.	Ficat, brânza de vaci, carne de vită, carne de pasăre, fasole, mazăre, drojdii, grâne integrale.
Cobalt	Participă în formarea și activitatea eritrocitelor.	Anemie pernicioasă, slăbiciuni, grețuri, pierderea poftei de mâncare, sângerarea gingiilor.	Ficat, rinichi, inimă, lapte, sfeclă, spanac, varză.

Noțiuni de Chimia și Igiena Apei și Alimentului

Cupru	Are rol în formarea oaselor, în sinteza pigmentului pielii, ochilor, părului, în procesul de vindecare a rănilor, participă în sinteza eritrocitelor. Este important pentru echilibrul psiho-emoțional. Influențează funcția glandelor cu secreție internă.	Anemie, procese inflamatorii, artrite.	Stridii, crevete, ficat, carne de pasăre, cireșe, nuci, cacao, grâne integrale, legume, mazăre, avocado.
Fier	Susține o dezvoltare și o creștere normală organismului copiilor, participă în formarea hemoglobinei, asigură protecția organismului împotriva bolilor.	Oboseală, anemie, intoleranță la frig, întârziere în dezvoltarea intelectuală.	Ficat, rinichi, mazăre, fasole, ouă, pește, spanac, prune, stafide, produse de mare. Ceaiul împiedică absorbția fierului.
Seleniu	Participă la funcționarea normală a membranei celulare. Asigură protecție împotriva dezvoltării bolilor canceroase, susține funcția pancreasului, contribuie la asimilarea vitaminei E.	Întârziere în creștere, piele uscată și scuamoasă la nivelul scalpului. Probleme cutanate. Boli canceroase.	Grâne integrale, soia, produse de mare, nuci, orez, cafeiniu, ananas, ciuperci, usturoi.
Siliciu	Participă la formarea oaselor, susține starea normală a pielii, a vaselor sanguine mari, a țesutului conjunctiv și timusului.	Deformări osoase, modificări din partea țesutului conjunctiv, crampe musculare, irascibilitate, insomnie.	Produse bogate în fibre (mere, legume, tărațe, etc.)
Zinc	Asigură o bună vindecare a rănilor și arsurilor. Menține activitatea sistemului imunitar. Participă la metabolismul glucidelor și proteinelor. Are un rol important în formarea și dezvoltarea glandelor sexuale.	Pete albe la nivelul unghiilor, striții pe piele, modificări ale mirosului, dureri articulare, întârziere în dezvoltarea sexuală, ciclu menstrual neregulat, vindecarea dificilă a rănilor, infecții frecvente, acnee.	Ficat, produse de mare, tărațe, morcovi, nuci, spanac, mazăre, semințe de floarea-soarelui, cașcaval, ouă.

Noțiuni de Chimia și Igiena Apei și Alimentului

Iod	Participă la formarea hormonilor glandei tiroide, în schimbul de energie. Asigură o dezvoltare psihică și fizică normală. Intensifică procesele metabolice. Sporește rezistența organismului împotriva radiației.	Slăbiciuni, oboseli, scăderea memoriei și a atenției, scăderea indicilor dezvoltării intelectuale. Creșterea în dimensiuni a glandei tiroide.	Alge marine, pește de mare, sare iodată, nuci.
Fluor	Participă la formarea oaselor și a smalțului dentar.	Distrugerea dinților și a smalțului dentar.	Pește, nuci, ficat, crupe de ovăz, carne de vită, carne de oaie.

2.2.8.Micronutrienți – vitaminele

2.2.8.1. Vitaminele – definiții, clasificare, rol în organism

Vitaminele sunt considerate nutrienți, dar totuși ele nu hrănesc organismul, ci sunt catalizatori necesari pentru buna desfășurare a proceselor vitale.

Prin realizarea rolului lor fundamental, vitaminele sunt componente esențiale ale unor coenzime necesare desfășurării reacțiilor metabolice catalizate de enzime specifice.

Din punct de vedere al structurii chimice, vitaminele sunt diferite, ele pot fi amine, acizi sau alcooli, în consecință, faptul că o substanță îndeplinește rol vitaminic în organism, este demonstrat de efectul ei fiziologic și nu de compoziția ei chimică.

Vitaminele se clasifică în două grupe mari:

- liposolubile (solubile în grăsimi);
- hidrosolubile (solubile în apă).

În afară de aceste vitamine, sunt cunoscuți unii complecși integrați circumstanțial în complexul de vitamine, precum și unele substanțe cu specific vitaminic. Denumirile după structura chimică și acțiunea fiziologică a vitaminelor hidrosolubile și liposolubile sunt prezentate în tabelul 2.12.

Pe lângă vitamine, în organismul viu se găsesc și compuși analogi structurali (cu constituție chimică asemănătoare acestora) ai vitaminelor, numiți antivitamine, care inhibă total sau parțial acțiunea vitaminelor.

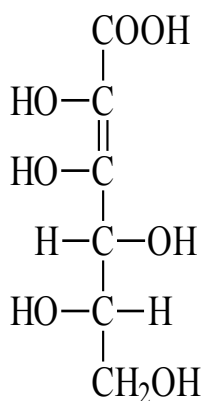
Doar organismul vegetal este capabil să-și sintetizeze toată gama de vitamine. Organismul animal și implicit cel uman își procură necesarul complet de vitamine din hrana zilnică.

Tabelul 2.12
Vitaminele și acțiunea lor fiziologică

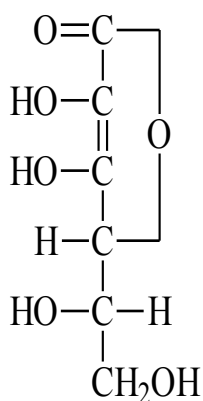
Nr. crt.	Simbol vitamină	Denumire structură chimică	Acțiune fiziologică principală
Vitamine hidrosolubile:			
1	B ₁	tiamina	antinevrotică
2	B ₂	riboflavina	vitamina creșterii
3	B ₃	niacina	antipelagra
4	B ₅ (PP)	acid pantotenic	antidermatitică
5	B ₆	piridoxina, piridoxal, piridoxamina	antidermatitică
6	B ₁₂	ciancobalamina	antianemică
7	Bc	acid folic, folaina, acid pteroil glutamic	antianemică
8	H	biotina	antiseboreică
9	C	acid ascorbic	antiscorbutică
10	P	bioflavone	trofic al capilarelor
Vitamine liposolubile:			
1	A	retinol, axeroftol	antixeroftalmică
2	D	calciferoli	antirahitică
3	E	tocoferoli	antisterilitate
4	K	filochinone	antihemoragică
Substanțe cu acțiune asemănătoare vitaminelor:			
1		Colina	precursor în sinteza ADN și ARN
2		Acidul lipoic	factor de creștere
3		Acidul orotic	precursor în sinteza ADN și ARN
4	B ₁₅	Acidul pangamic	factor de creștere a gama - globulinei
5		Mioinozitol	factor de creștere
6		Acidul para-aminobenzoic	antianemică
7		Carnitina	factor de creștere
8	U	S-metilmetionina	antiulceroasă
9		Ubichinona, Coenzima Q	activitate de tip tocoferol

2.2.8.2. Vitamina C

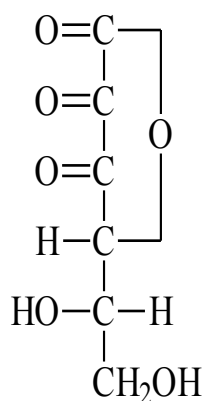
Din punct de vedere chimic, Vitamina C – acidul ascorbic este un acid organic cu proprietăți antioxidante.



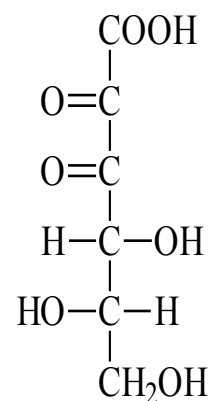
acid glucidic



acid L –
ascorbic



acid L –
dehidroascorbic



acid L –
dicetogulonic

Enantiomerul L al acidului ascorbic este cunoscut sub numele de vitamina C. Acidul ascorbic se convertește foarte repede în doi tautomeri instabili ai dicetonei prin transfer de protoni, și este mai stabil sub formă de enol. Protonul enolului este pierdut și recâștigat de electronii dublei legături, producând o dicetonă.

Vitamina C este considerată a fi una dintre cele mai puternice și mai puțin toxice antioxidante naturale.

Capacitatea sa antioxidantă are la bază următoarele mecanisme:

- în prezența oxigenului, aceasta are un puternic caracter reducător. Prin oxidare pierde doi atomi de hidrogen trecând în acidul dehidroascorbic;
- în absența oxigenului s-au identificat compuși diferiți în funcție de pH – ul soluției de acid ascorbic.

Este hidrosolubilă și se găsește în diferite concentrații în toate țesuturile; plasma umană conține aproximativ 60 μmol ascorbat/1.

Sursele majore de ascorbat din alimente sunt:

- fructele (citricele, kiwi, cireșele și pepenii), și
- vegetalele (roșiile, varza, varza de Bruxelles, frunzele verzi, broccoli, conopida);

Conținutul acestora poate depăși 100 mg ascorbat/100 g aliment proaspăt.

În doze mici (100 mg), biodisponibilitatea vitaminei C sintetice și provenită din surse alimentare este similară; eficacitatea absorbției scade odată cu creșterea dozelor.

Rolul în organism

- Evidența studiilor *in vitro* demonstrează că vitamina C are rol în refacerea tocoferolului din radicalul tocoferoxil care se formează prin inhibarea peroxidării lipidice de către vitamina E.
- Vitamina C prezintă funcții biologice adiționale bine stabilite cum ar fi activitatea de co-factor pentru unele enzime.
- Acidul ascorbic, stimulează sinteza de collagen, crește încorporarea de prolină în proteine sensibile la collagenază și induce peroxidarea lipidelor și aldehydelor, o etapă necesară în procesul de sinteză a collagenului.
- Rolul antiinfecțios se bazează pe efectele sale modulatorie în imunitatea celulară. Aceste efecte se manifestă prin stimularea fagocitozei, desfășurată în prezența limfocitelor, PNM. Efectul asupra imunității de tip celular depinde de concentrațiile plasmatice ale vitaminei.
- Rolul detoxifiant se bazează pe faptul că accelerează metabolizarea substanțelor xenobiotice, substanțe metabolizate la nivelul sistemului microzomal din ficat.

Toleranța și siguranța vitaminei C ingerate la om au fost studiate extensiv și nu au demonstrat efecte nocive, la doze zilnice mai mari de 6 g vitamină C. Ca atare, vitamina C este recunoscută ca fiind una dintre cele mai puțin toxice substanțe din medicină.

Absorbția, concentrația tisulară, căile metabolice ale ascorbatului și eliminarea renală, sunt toate controlate prin mecanisme homeostatice. Cantitatea de vitamină C absorbită este invers proporțională cu mărimea dozei. În urma diferitelor studii, s-a raportat o concentrație a acidului ascorbic în organismul uman de aproximativ 20 mg/kg corp, indiferent de mărimea aportului din exterior.

Un caz aparte este reprezentat de persoanele cu tulburări de metabolism al fierului deoarece vitamina C crește absorbția de fier. Dacă bolnavii de hiperabsorbție de fier ingeră doze de vitamina C, aceasta poate înrăutăți tulburarea lor.

Dependent de fiecare individ, vitamina C poate cauza diaree. Acest fapt apare doar la ingerarea de cantități ce depășesc limita. Limita poate varia între 5 g/zi la persoanele sănătoase și 300 g/zi la

persoanele care suferă de boli grave. De observat este faptul că limita este mai mare la persoanele suferinde decât la cele sănătoase.

În organismul uman se metabolizează o parte din ascorbat la CO_2 , și se excretă doze considerabile de ascorbat nemodificat alături de o gamă de metaboliți printre care o cantitate mică de oxalat. Aproximativ 35-40% din excreția zilnică de oxalat este derivat de la ascorbat. Ingestia de doze mari de vitamina C conduce la o creștere mică a excreției de oxalat.

Carența în vitamin C este responsabilă de apariția scorbutului, formă de avitaminoză, datorată:

- aportului alimentar insuficient;
- creșterii necesităților organismului;
- eliminării excesive din diferite motive;
- malabsorbției digestive.

Scorbutul se manifestă cu precădere la alcoolici și vârstnici. Semnele clinice sunt exprimate prin oboseală, anemie, dureri osteoarticulare, edeme, gingivită, pierderea dinților, hemoragii, imunitate scăzută.

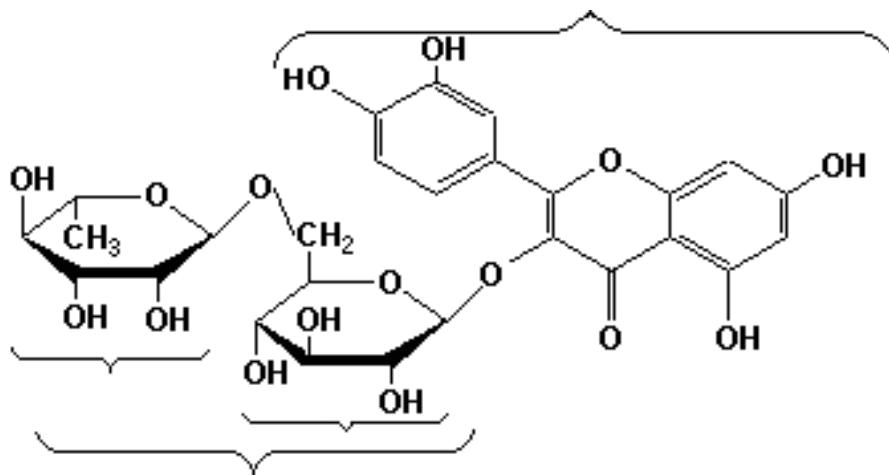
Aportul de vitamina C se realizează atât prin intermediul suplimentelor nutritive, cât și prin intermediu alimentelor. Acidul ascorbic este solubil în apă, și se degradează sub influența temperaturii. Se poate produce din glucoză prin două metode principale: inițial are loc un proces cu o etapă de pre-fermentare, urmată de o cale pur chimică. Procesul de fermentație modern în doi pași, folosește fermentația adițională pentru a înlocui pașii chimici.

Efectul temperaturii și gătitului asupra vitaminei C ar putea fi supraestimat: deoarece vitamina C este solubilă, se va dilua în apa de gătit în timpul preparării legumelor; acest lucru nu înseamnă că s-a degradat, ci doar că a trecut în apa de gătit; nu doar temperatura, ci și timpul de expunere este semnificativ în acest proces, astfel sunt necesare mai mult de 2-3 minute pentru a distruge vitamina C.

Gătitul nu extrage vitamina C din toate legumele cu aceeași rapiditate; s-a sugerat ca vitamina C nu este distrusă când se fierbe broccoli, ci se pierde în apa de gătit mai lent decât la alte legume.

2.2.8.3. Vitamina P și flavonoidele

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



$C_{27}H_{30}O_{16}$ – vitamina P

Rolul în organism

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

Bioflavonoidele

În legume, se găsesc o gamă de substanțe biologice active, specifice vegetalelor și anume *flavonoidele sau flavonoizii*. Ele au fost evidențiate prima dată în stratul alb al cojii fructelor citrice (strat care conține de 10 ori mai multă vitamină P decât în sucul respectivelor fructe).

Împreună cu vitamina C, sunt substanțe antioxidante și au următorul **rol în organismul uman**:

- împiedică formarea tumorilor canceroase;
- consolidează pereții arterelor (rutina);
- acționează antiviral (quercetina);
- temperează reacțiile alergice.

Flavonoidele, clasă de antioxidanți polifenolici se găsesc în fructe, vegetale și băuturi precum ceaiul, vinul și berea mai ales sub formă de O-glicozide.

Termenul flavonoide reprezintă subgrupe cu structuri diferite:

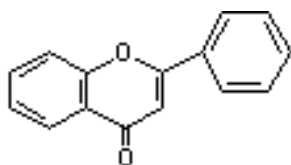
- flavanoli (catechine, epicatechine);
- flavonoli (quercetina, miricetina, kaempferol);
- flavanone (naringenina, taxifolina);
- flavone (apigenina, hesperetina);
- izoflavone (genisteina), sau antocianidine (cianidina, malvidina).

Sunt antioxidanți eficienți cu rolul de a îndepărta specii radicale (radicali peroxil, radicali hidroxil, O_2) formând radicalul fenoxil.

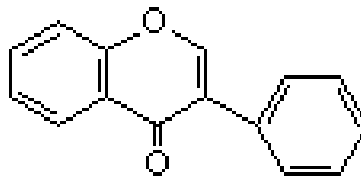
Chimic, flavonoizii și izoflavonoizii sunt pigmenți galbeni derivați de la 2-fenil-benzopironă (2-fenil-cromonă) și respectiv de la 3-fenil-benzopironă (3-fenil-cromonă). Conțin pe inelele A și C grupări hidroxilice și metoxilice.

Dacă pe inelul heterociclic se află grupări hidroxilice, pigmenții se numesc flavanoli și izoflavanoli.

În natură există compuși flavonici care derivă de la 3-fenil-cromonă, denumiți izoflavone.

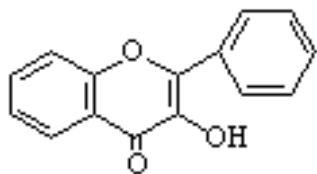


Flavonă
(2-fenil-cromonă)

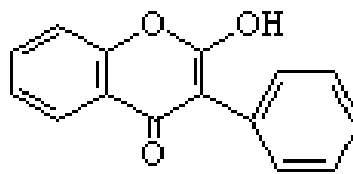


Izoflavonă
(3-fenil-cromonă)

Unele flavone și izoflavone care conțin o grupare hidroxilică sau metoxilică fixată pe heterociclu în poziția 3, respectiv 2. Compușii se numesc flavonoli și izoflavonoli.



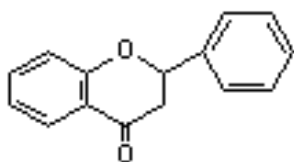
Flavonol
(3-hidroxi-flavonă)



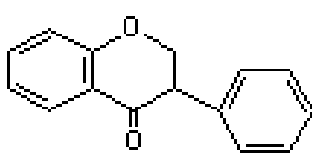
Izoflavonol
(2-hidroxi-flavonă)

Numărul și poziția diferită a grupărilor hidroxilice și metoxilice sau a altor grupări sau catene, precum și combinarea cu diferite glucide, explică apariția în natură a unui mare număr de flavone și glicozizi flavonici.

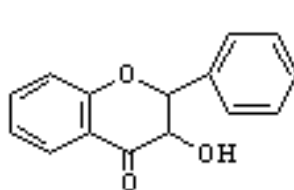
Un număr mai mic de compuși flavonici conțin grupele metil, dioximetilen sau catene mai lungi de tipul $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{OH}$ sau sunt condensate cu unele cicluri. Glucidele din compoziția glicozizilor flavonici sunt: D-glucoza, L-ramnoza, L-arabinoza, D-xiloza și acidul D-glucuronic, sau ca diglucide/triglucide: rutinoza, apioza, rabinoza, soforoza *etc.*



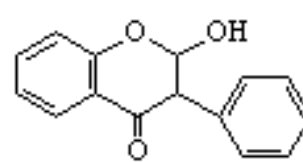
Flavanonă



Izoflavanonă

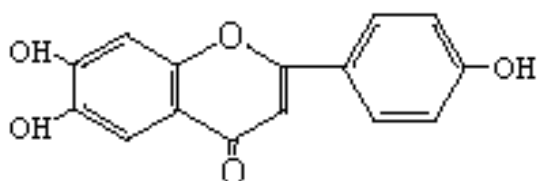


Flavanonol



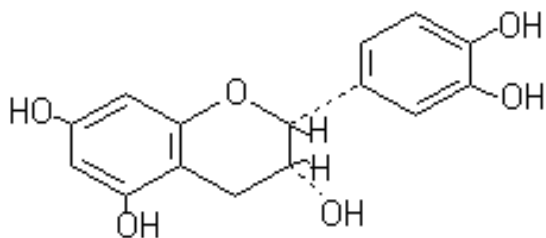
Izoflavanonol

Compușii sunt incolori, se găsesc, ca și flavonele, în frunze, flori și semințe sub formă de glicozizi, iar în lemn și scoarță se găsesc liberi.

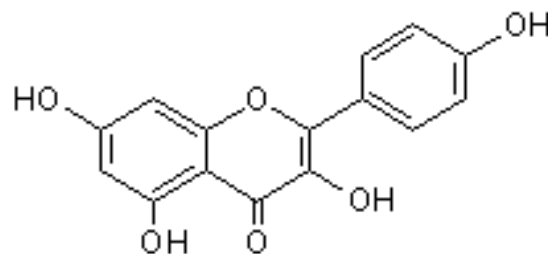


3,5,7-trihidroxi-2-(4-hidroxfenol)
-4H-1-benzopiran-4-onă –
(kempferolul)

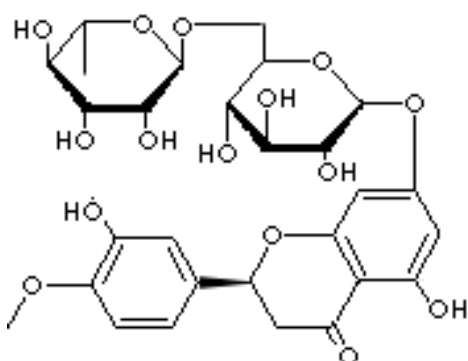
Compuși au efecte fiziologice foarte diferite care se bazează pe proprietățile lor antioxidante:



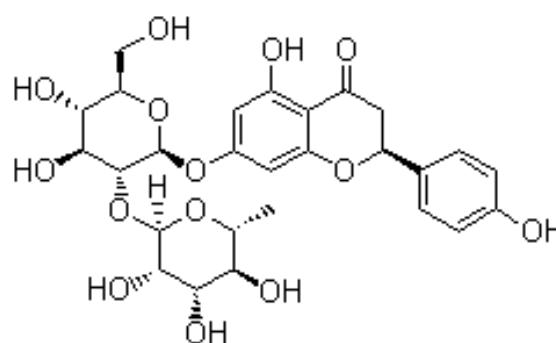
Epicatechina $C_{15}H_{14}O_6$



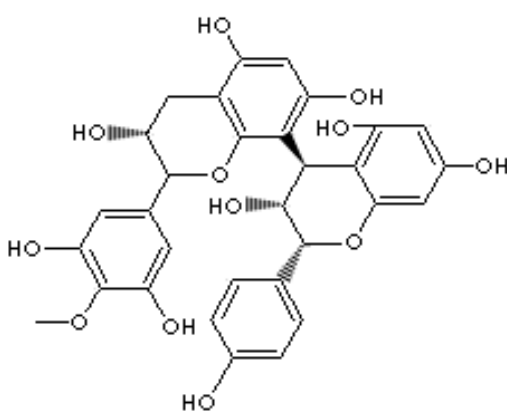
Kaempferol $C_{15}H_{10}O_6$



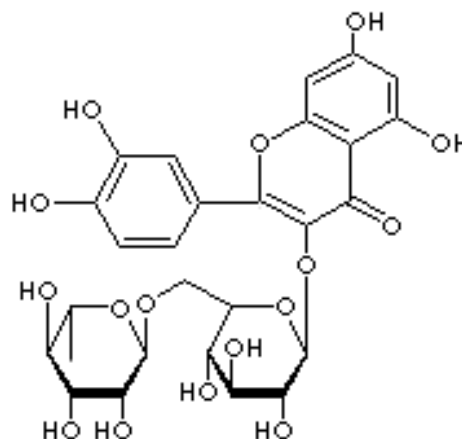
Hesperidina $C_{28}H_{38}O_{15}$



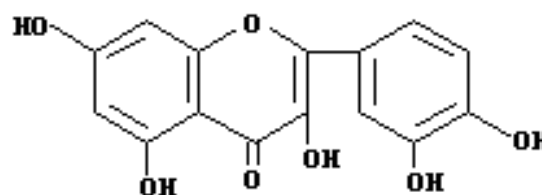
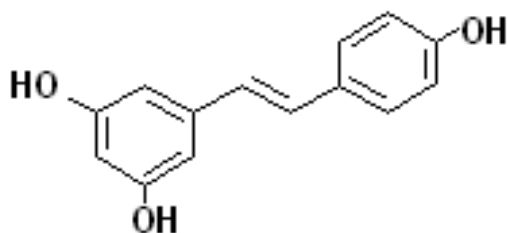
Naringina $C_{27}H_{32}O_{14}$

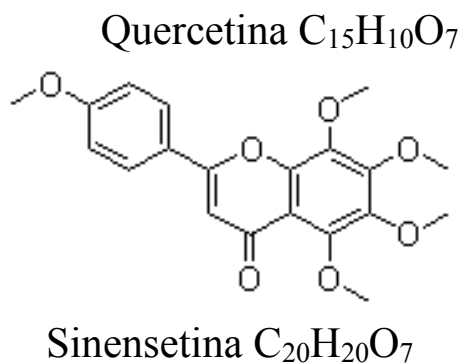
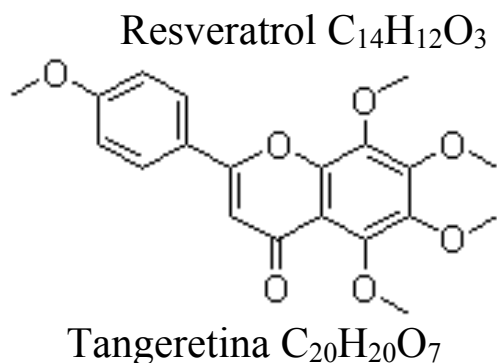


Proanthocianidina
 $C_{31}H_{28}O_{12}$



Rutina $C_{27}H_{30}O_{16}$





În frunze, flavonele au rolul de a absorbi razele ultraviolete și deci de a apăra plasma și clorofila. Prezența flavonelor în lemn mărește rezistența plantelor la atacul insectelor și microorganismelor.

Flavonele se folosesc în industria alimentară ca substanțe antioxidante la conservarea grăsimilor, măbind valoarea nutritivă.

Flavonolii sunt superiori altor compuși flavonici, iar grupele hidroxilice în pozițiile *o*- și *p*- măresc activitatea antioxidantă.

Flavanonele sunt derivați 2,3-dihidrogenați ai flavonelor; și în această serie se cunosc compuși izoflavanoidici, flavanonoli și izoflavanonoli.

Flavonele sunt compuși fenolici colorați în galben sau galben-brun, aflându-se în legume mai cu seamă ca heterozide. Într-o proporție neînsemnată se întâlnesc și ca formațiuni libere: kaempferolul, quercetina și miricetina. De la quercetina cu ramnoza derivă quercetrina, considerat a fi substanța care conferă, în măsură esențială, nuanța gălbuie.

Izoflavonele care intervin în metabolismul estrogenilor, diminuează considerabil riscul pentru bolile estrogen-dependente (cancerul de sân, simptomele menopauzei). Proprietățile antioxidante ale flavonoidelor au fost investigate în numeroase studii *in vivo* și *in vitro*.

Biodisponibilitatea acestor compuși este mică, sunt conjugați în faza II a reacțiilor de detoxifiere, iar nivelele plasmatice de flavonoide libere sunt scăzute.

Nu există în prezent multe informații legate de absorbția și distribuția la nivel tisular a flavonoidelor. Există câteva date despre absorbția, metabolismul și posibile efecte adverse ale flavonoidelor și

compușilor înrudiți cu acestea, precum genisteina, daidzeina sau acizii fenolici. În procesul de digestie, microorganismele intestinale hidrolizează glicozizii flavonoizi rezultând agliconă și zahăr. Majoritatea agliconelor sunt în continuare metabolizate de către microorganisme; o mică parte e absorbită.

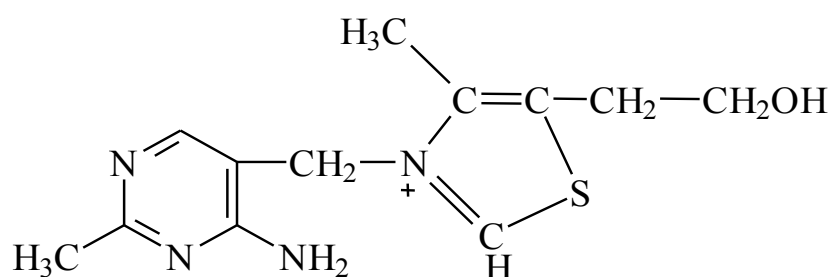
Concentrația fenolică din plantele comestibile, fructe și vegetale variază considerabil, se estimează un aport zilnic necesar de 100-1000 mg. Uleiul de măsline conține compuși fenolici *o*-difenol tirosool cu efect antioxidant. Alți compuși fenolici cu funcție antioxidantă sunt derivații din acidul cinamic: cafeic, clorogenic și ferulic.

Plantele din familia *Lamiaceae* (rozmarinul, oregano, salvia, menta, cimbrul) conțin o serie de compuși antioxidanți (carnosol, rosemanol, carvacrol), care contribuie la potențialul antioxidant al dietei.

2.2.8.4. VITAMINA B₁ (tiamina)

Vitamina B₁ (tiamina sau antineurina) se găsește în cortexul și germenii boabelor de cereale, în legume, fructe și în creier. Tiamina este necesară în alimentația majorității vertebratelor, ca și pentru unele microorganisme.

Tiamina este formată dintr-o pirimidină substituită, legată printr-o punte metilenică de un tiazol substituit. Cea mai mare parte a tiaminei se află în celule în forma sa activă, tiaminpiro-fosfat.



Tiamina

Rolul în organism

Participă sub formă de tiaminpirofosfat în cadrul piruvicdecarboxilazei și piruvat-oxidazei, enzime care decarboxilează acidul piruvic, deci este esențială pentru funcționarea normală a metabolismului muscular.

Necesarul de vitamină B₁ la om este de cca. 2 mg pe zi, crescând la persoanele care depun activitate musculară intensă (până la 5 mg).

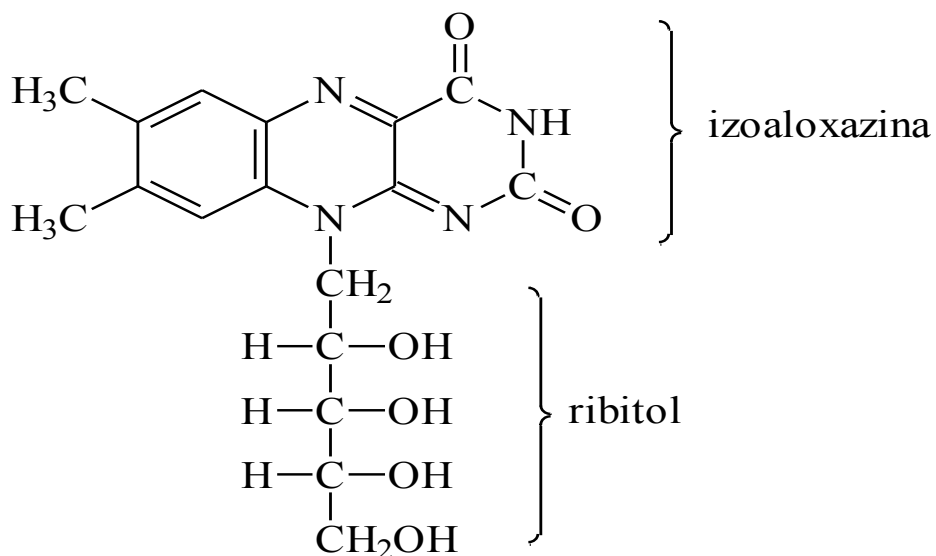
Carența și avitaminoza manifestă efecte mai mult sau mai puțin pregnante pe sistem nervos, boala fiind numită beri-beri.

2.2.8.5. VITAMINA B₂ (riboflavina)

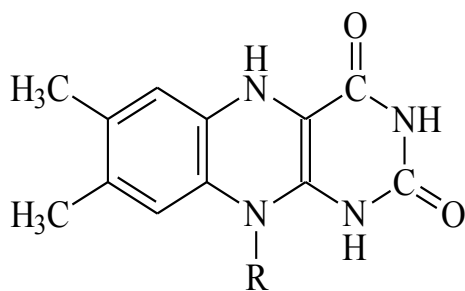
Vitamina B₂ (riboflavina sau lactoflavina) este răspândită în special în alimentele de origine animală (lapte, carne, ouă), dar și în cele de origine vegetală (roșii).

Riboflavina este un factor de creștere necesar pentru mamifere. Ea a fost izolată inițial din țesuturile animale, ouă și lapte. Formele oxidate ale diferitelor flavoenzime sunt intens colorate. Ele sunt galbene, roșii sau verzi și absorb puternic în domeniul vizibil.

Riboflavina este un derivat al izoaloxazinei:



Prin reducere, flavoenzimele se decolorează cu modificarea caracteristică a spectrului de absorbție, proprietate utilă pentru măsurarea activității lor.



Forma redusă a ciclului izoaloxazinic
din flavinnucleotid

Necesarul zilnic este de circa 1,2-1,7 mg la adult.

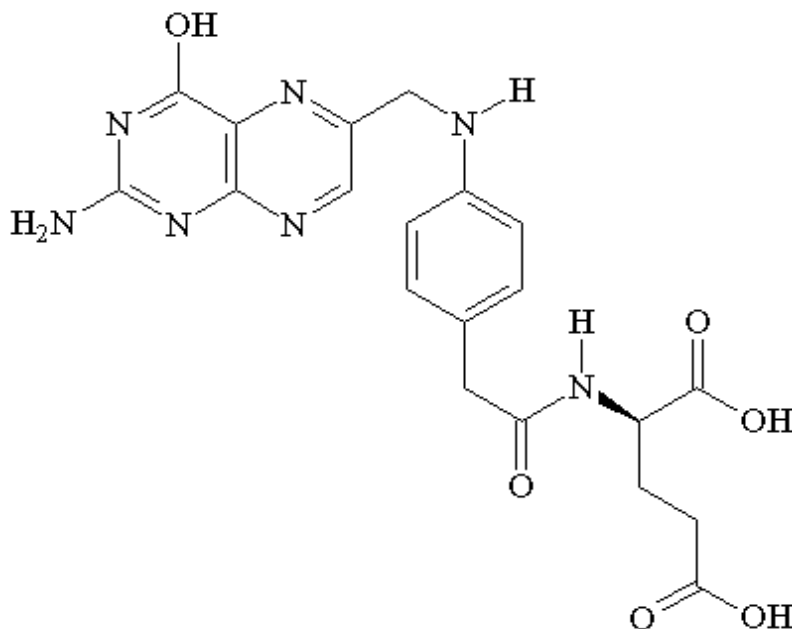
Rolul în organism

În organism, vitamina B₂ intră în constituția a două flavin-nucleotide: Flavin-mononucleotid (FMN) și Flavin-adenin-dinucleotid (FAD), coenzime implicate în diverse reacții metabolice.

Carențele se manifestă prin leziuni ale pielii, mucoaselor și corneei.

2.2.8.6. ACIDUL FOLIC – VITAMINA B₄

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



Rolul biologic

- Factor antianemic megaloblastic ce intervine în procesul de hematopoeză, cu rol în biosinteza hemoglobinei;
- Intervine în metabolismul tirozinei și acidului ascorbic îmbunătățind absorbția fierului.

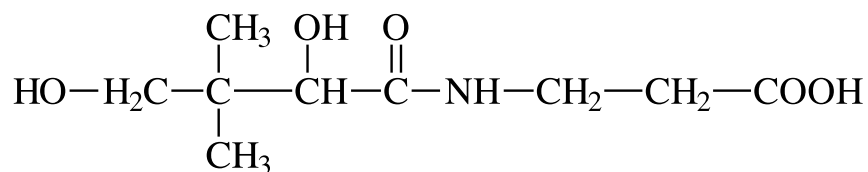
Necesarul zilnic la adult este de 3 μg/kg corp.

Carența în acidul folic duce la modificări ale mucoasei tubului digestiv și la diferite forme de anemie, însoțite de trombocitopenie și leucopenie.

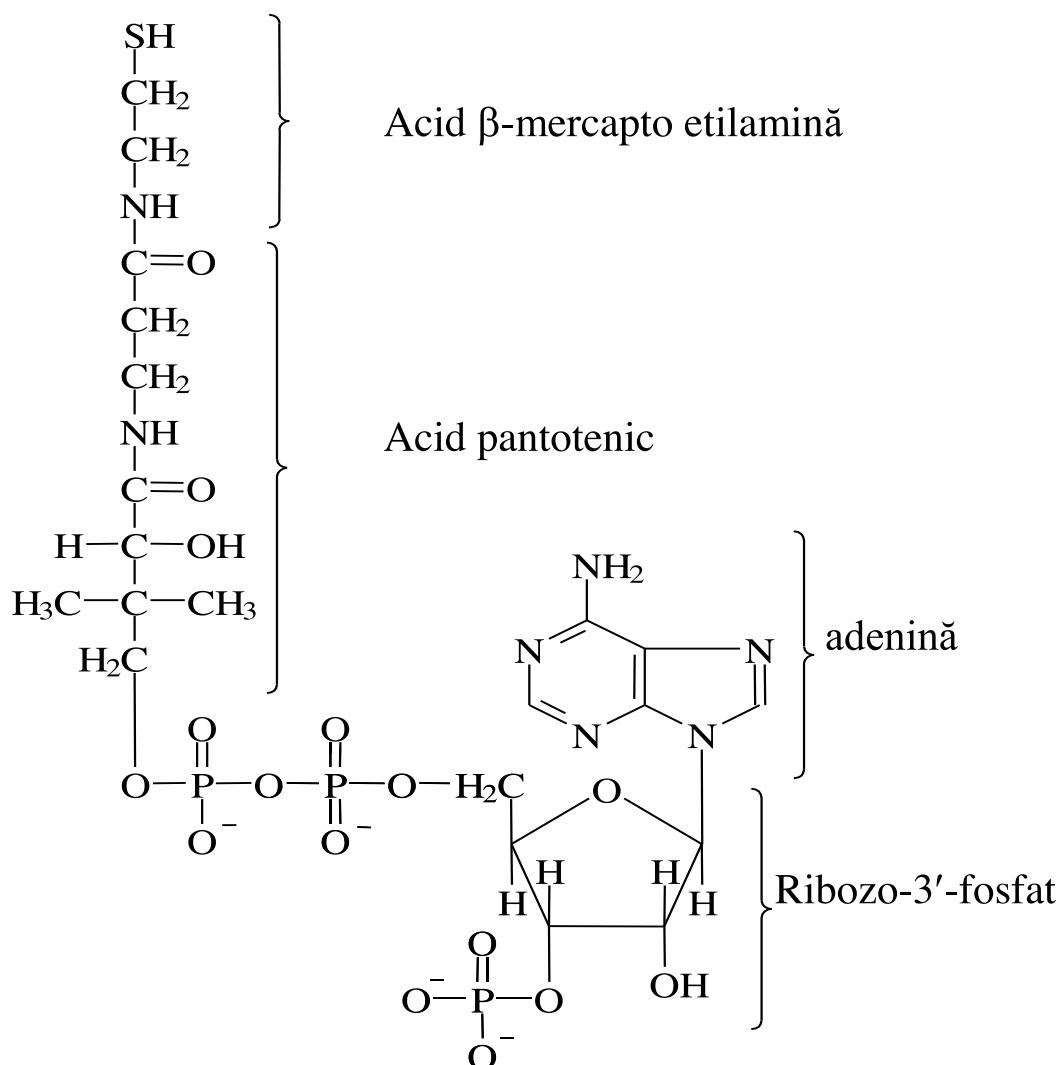
2.2.8.7. ACID PANTOTENIC – VITAMINA B₅

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

Structura acidului pantotenic este:



Acidul pantotenic a fost identificat în țesuturi ca făcând parte dintr-o combinație cu masă moleculară mică, denumită coenzima A. Aceasta are structura:



Rolul primordial al acidului pantotenic este legat de transformarea sa în coenzima A, implicată în reacții metabolice importante.

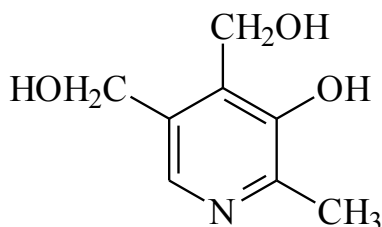
Necesarul zilnic variază în funcție de vârstă, la copii, în perioada de creștere, fiind de 30-50 mg zilnic, iar la adult de 20-30 mg.

Hipovitaminoza, deși foarte rară, se manifestă prin: tulburări digestive, scăderea sistemului imunitar, scăderea activității corticosuprarenalelor, dermatite, hipoglicemie, depresii *etc.*

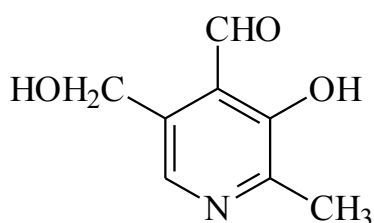
Deși sunt multiple sursele de acid pantotenic (boabele cerealelor, gălbenușul de ou, carne *etc.*), el poate fi sintetizat și de către flora intestinală.

2.2.8.8. VITAMINA B₆ (piridoxina)

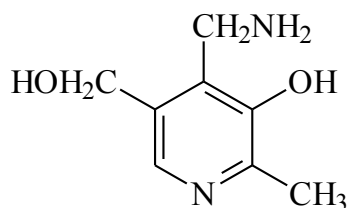
Vitamina B₆ numită și piridoxină este esențială în alimentație și are structura:



Piridoxina este transformată biologic în alți doi compuși: piridoxalul și piridoxamina, care sunt factori de creștere pentru bacterii și precursori ai formelor active ale acestei vitamine.



piridoxal



piridoxamina

Vitamina B₆ (piridoxina) participă, sub formă de piridoxalfosfat la absorbția aminoacizilor prin mucoasa intestinală iar, în asociere cu glicogenfosforilază, la degradarea glicogenului. Piridoxin coenzimele sunt capabile să funcționeze într-un mare număr de reacții enzimatice diferite, în care grupările amino sunt transferate.

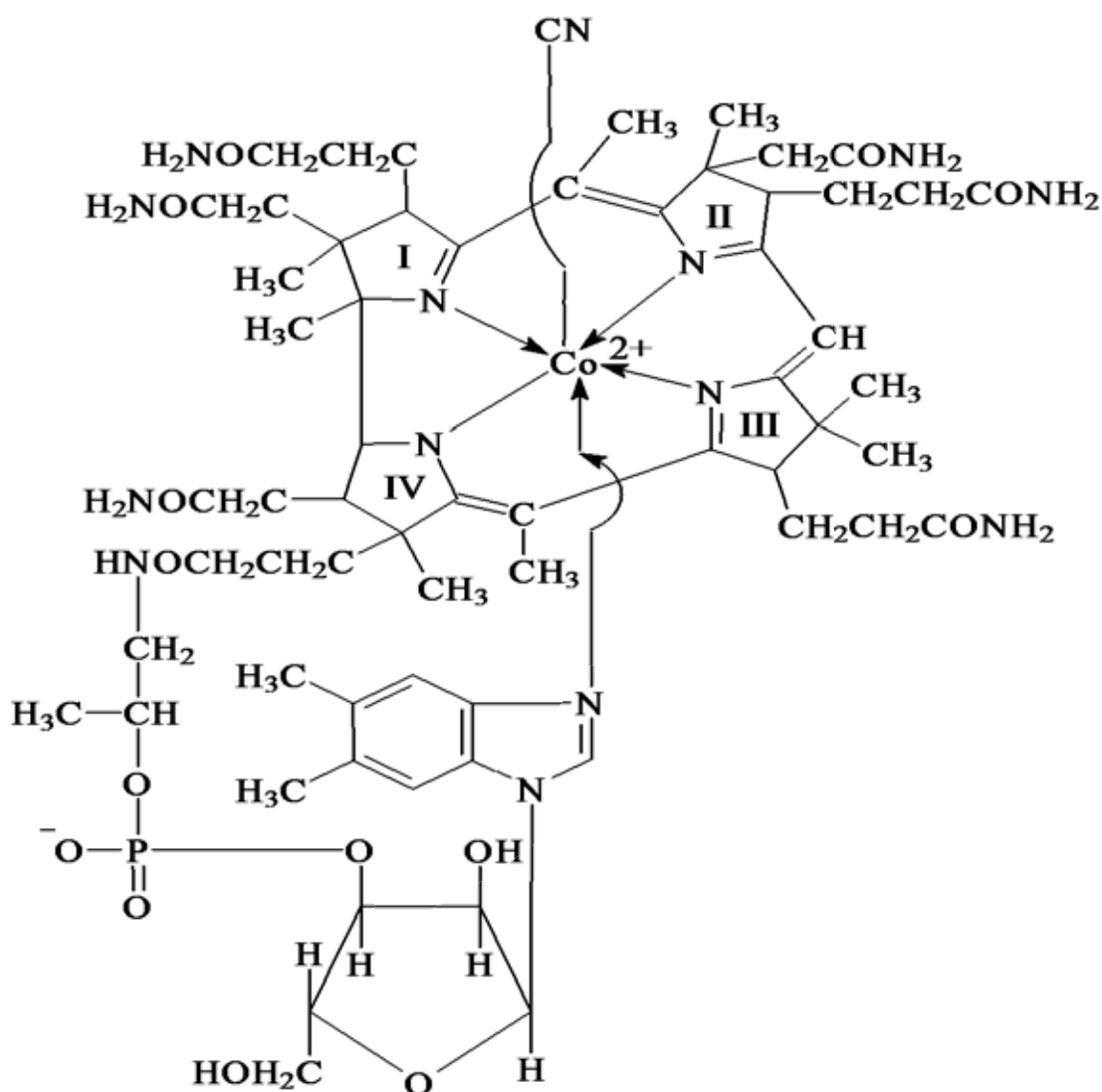
Se găsește în special în cojile boabelor de cereale, legume, carne și ficat.

Nevoile zilnice sunt de circa 2-3 mg pe zi; pentru practicanții culturismului, necesarul poate crește la 15-25 mg pe zi.

Carența ei duce la: retenții hidrice, hipoglicemie, nervozitate, dureri musculare ale mușchilor striati, dermatite, căderea părului, tulburări de vedere (pe fond nervos – hipoglicemic), tulburări cardiace, artrite, anemii, *etc.*

2.2.8.9. VITAMINA B₁₂ (ciancobalamina)

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



Din punct de vedere chimic așa cum se poate observa din structură, această vitamină are două componente caracteristice:

- componenta mai mare este sistemul ciclic al corinei, care are patru cicluri pirolice, dar două din acest cicluri sunt unite direct și nu printr-o punte metilenică; cei patru atomi de azot interiori ai

ciclurilor pirolice din sistemul corinic sunt legați coordinativ cu un atom de cobalt;

- al doilea component major al vitaminei B₁₂ este o ribonucleotidă care are ca bază 5,6-dimetilbenzimidazolul legat de riboză nu printr-o legătură β ca în celelalte subnucleotide, ci printr-o legătură α -N-glicozil.

Rol biologic

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

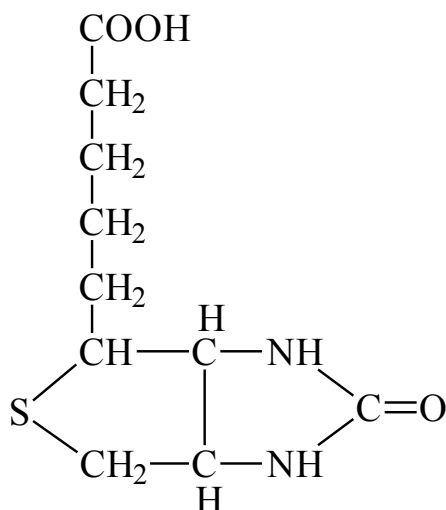
Necesarul nu depășește 2 μ g zilnic la persoanele cu activitate fizică redusă sau medie, dar crește la cele cu activitate fizică mare. Deasemenea crește la femei în perioada de sarcină și alăptare.

Hipovitaminoza determină anemia pernicioasă cu megaloblastoza măduvei hematoformatoare, (caracterizată prin incapacitatea de maturizare a eritrocitelor și prezența lor în sânge în stadiu imatur), cu diferite tulburări de creștere, musculare, locomotorii și demielinizări la nivelul SNC.

Vitamina B₁₂ a fost izolată din ficat, dar se găsește și în carne, gălbenuș de ou și produse lactate, în schimb nu se regăsește în produsele vegetale, persoanele vegetariene fiind obligate să aducă aport din suplimente nutritive.

2.2.8.10. BIOTINA

Biotina este un complex de trei substanțe: α -biotina, β -biotina și γ -biotina. Biotina este un factor de creștere izolat dintr-un concentrat de ficat. Ea conține un ciclu imidazolic condensat cu unul tiofenic:



biotina

Biotina este gruparea prostetică a enzimei propionil-coenzima A carboxilază. Ea se leagă covalent de gruparea ϵ -amino a unui rest de lizină din proteina enzimatică, dând o amină substituită. Compusul rezultat se numește biocitină și servește drept transportor al CO_2 .

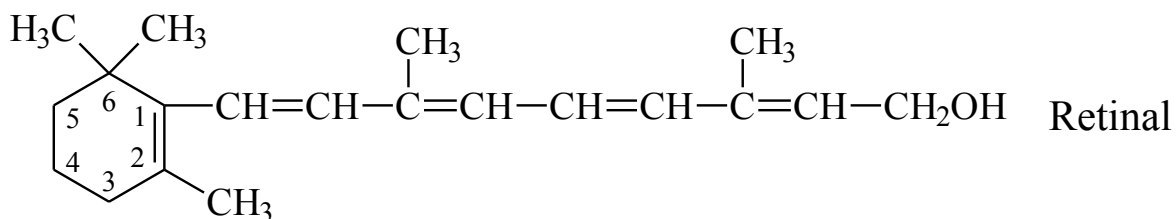
În organism, biotina funcționează drept coenzimă în diverse procese metabolice.

Necesarul zilnic este de 150-300 μg , iar carența se manifestă prin: dermatite, oboseală musculară, scăderea poftelor de mâncare, insomnii, depresii *etc.*

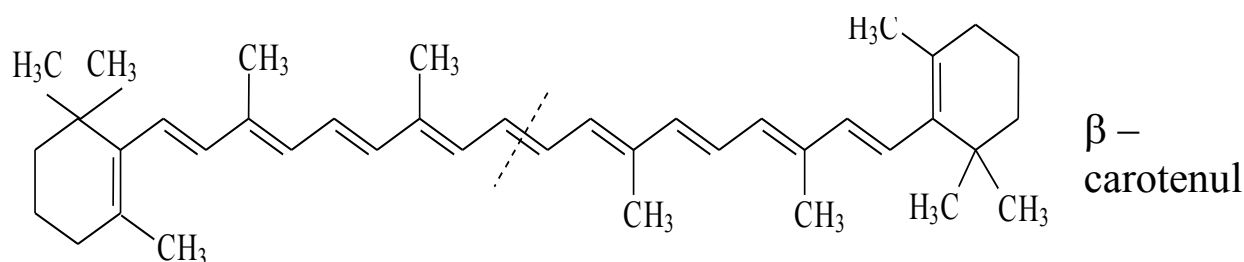
Starea carențială poate apărea pe fondul unui aport insuficient, fie pe includerea în alimentație a albușului de ou crud, care conține o proteină, avidina, ce se combină ireversibil cu biotina. Prin preparare termică, avidina coagulează, devenind inactivă în fața biotinei.

2.2.8.11. Vitamina A și carotenoizii

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



Retinolul poate fi convertit în organism la acid retinoic, substanță cu rol în controlul expresiei unor gene. Retinolul, retinalul și acidul retinoic fac parte din grupa retinoizilor.



β-carotenul, dar și alți carotenoizi (α-carotenul, γ-carotenul și β-criptoxantina) pot fi convertiți în organism la retinol, fiind cunoscuți drept precursori ai vitaminei A (provitamina A).

Carotenoizii sunt coloranți naturali cu activitate antioxidantă. Proprietățile lor chimice sunt datorate prezenței unui sistem extins de legături duble conjugate care sunt substituie cu diferite grupe terminale.

O varietate de carotenoizi cu structuri diferite este prezentă în fructe și vegetale. Surse bogate sunt: morcovii (α-caroten, β-caroten), roșiile (licopen), citricele (β-criptoxantina), spanacul (luteina), și porumbul (zeaxantina).

Rol biologic

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

Procese de absorbție și transport ale carotenoizilor sunt complexe. Factori care influențează biodisponibilitatea carotenoizilor: co-ingestia de grăsimi sau fibre, gătitul sau preparatul mâncării.

Carența de vitamină A produce tulburări de vedere până la orbire, tulburări de creștere și disfuncții sexuale, precum și hipercheratinizări ale mucoaselor și pielii.

Pentru utilizarea β -carotenului ca aliment, colorant cosmetic, medicament sau supliment nutritiv, a fost nevoie de studii de toxicitate extinse.

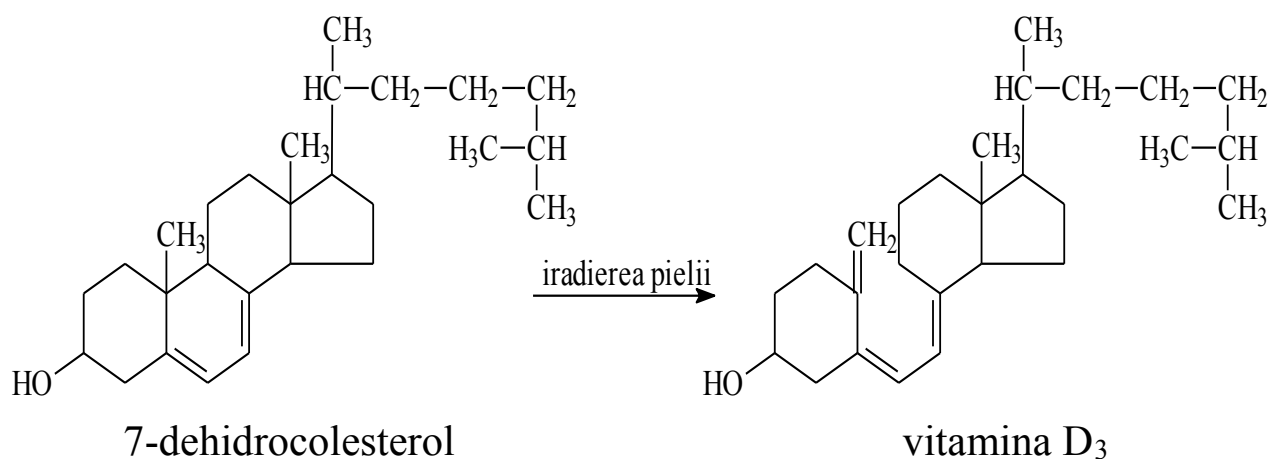
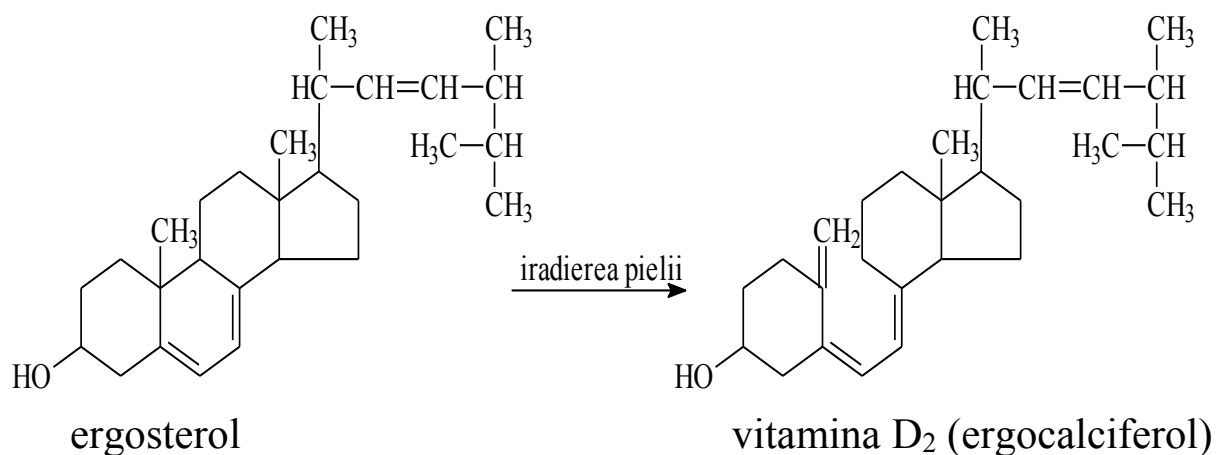
Licopenul, cel mai puternic antioxidant dintre carotenoizi este un izomer aciclic al β -carotenului, sintetizat de plante și microorganisme, dar nu și de către animale. Nu prezintă activitate vitaminică A (nu este provitamina A). Este conținut în roșii și produse derivate (bulion, suc de roșii *etc.*),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

2.2.8.12. VITAMINA D

Vitaminele D (colecalfiferoli) provin din steroli; există 6 vitamine pentru colecalfiferoli, dar cele mai implicate în metabolism sunt: ergocalciferolul (D_2) și colecalfiferolul (D_3).

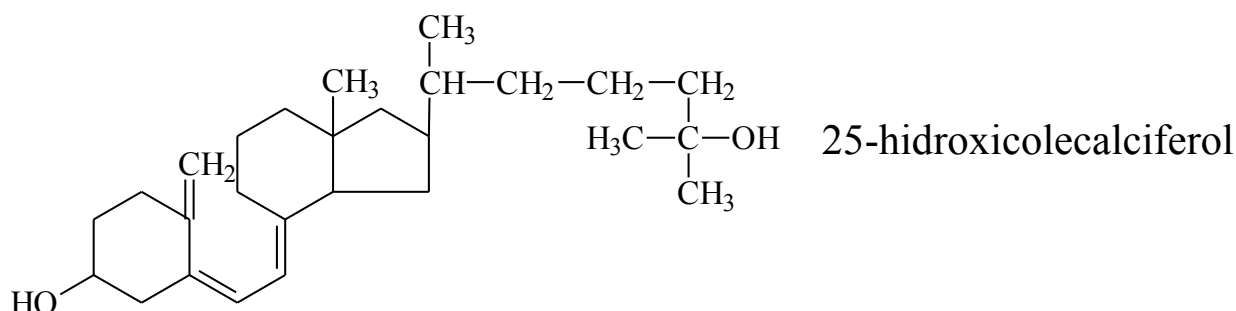
Vitaminele D_2 și D_3 se obțin din niște precursori naturali numiți provitamine D care sunt de fapt steroli ce au în ciclul B un sistem de duble legături conjugate în pozițiile 5-6 și 7-8. Precursorul vitaminei D_2 este ergosterolul, iar al vitaminei D_3 este 7-dehidrocolesterolul.

Transformarea provitaminelor D în vitaminele D corespunzătoare se face printr-un proces chimic care necesită aport de energie exterioară: radiații ultraviolete, raze catodice, emanație de rădăcină, *etc.*



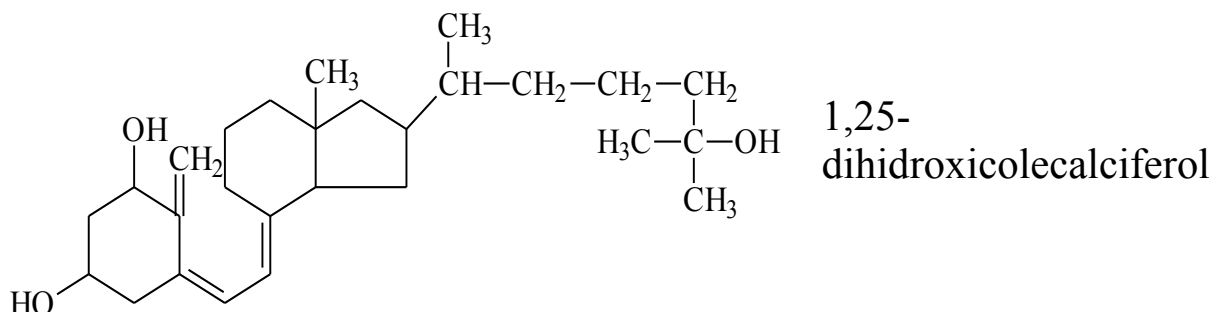
Sub acțiunea razelor ultraviolete, inelul B al acestor steroli se deschide și se obține un compus cu trei duble legături conjugate, precalciferolul, care mai are încă gruparea metilenică în poziția 10. Se produce apoi migrarea intramoleculară a unui atom de H, însoțită de deplasarea dublelor legături conjugate. Această reacție are loc la simpla încălzire la 60°C și decurge până la stabilirea unui echilibru formându-se vitamina D.

După injectarea vitaminei D, în sânge a fost identificat un derivat al acesteia și anume, 25-hidroxicolecalciferolul.



Acest compus are o activitate biologică mai mare decât a colecalciferolului și este forma cea mai frecventă de vitamină D în organism.

25-Hidroxicolecalciferolul este metabolizat mai departe în 1,25-dihidroxi-colecalciferol care este mult mai activ biologic. El produce stimularea rapidă a absorbției calciului la nivel intestinal fiind hormonul produs în rinichi și transportat de sânge la acest nivel și la cel osos unde își exercită funcția de reglare. Se deosebește de ceilalți hormoni numai prin aceea că precursorii săi trebuie administrați pe cale alimentară, deoarece organismul este incapabil să convertească 7-dehidrocolesterolul în colecalciferol.



Necesarul zilnic de vitamine D este de 120-200 UI, crescând până la 500-800 UI la gravide și la femeile care alăptează, în timp ce copiilor le este indicat să consume cam 200-500 UI.

Vitaminele D, introduse în organism au efect numai dacă se asociază cu produse bogate în calciu (cresc permeabilitatea mucoasei pentru ioni de Ca), fosfor și vitaminele A, C și F, asigurând astfel mineralizarea corespunzătoare a țesutului osos.

Alte acțiuni biologice specifice vitaminei D sunt:

- Implicația în funcționarea inimii, sistemului nervos și a coagulării sângelui;
- Participă la biosinteza unor enzime și în metabolismul lipidic.

Abuzul de vitamină D produce o fragilitate a oaselor și fracturi multiple, ceea ce sugerează rolul în transportul și depunerea biologică a calciului.

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

Majoritatea alimentelor naturale conțin puțină vitamină D, iar cele vegetale conțin doar ergosterol. Preparatele comerciale de vitamină D se obțin prin iradierea cu lumină ultravioletă a ergosterolului din drojdie.

Sursele principale de vitamine D sunt: untura de pește (uleiuri obținute din ficatul anumitor specii de pește), ficatul, laptele, produsele lactate și gălbenușul de ou.

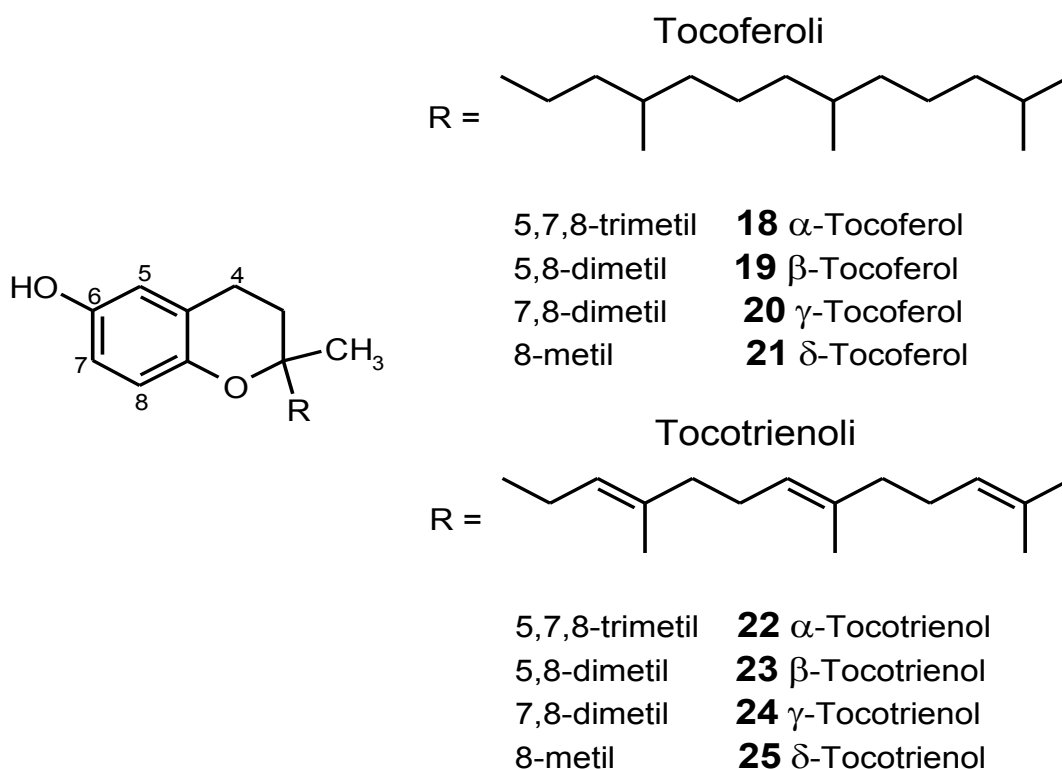
Uleiurile de pește pot preveni simptomele de rahitism datorită conținutului lor mare în vitamina D.

2.2.8.13. Vitamina E

Este una dintre cele mai importante componente din hrană, cuprinzând compuși care se află în concentrații diferite în plante. Aceștia sunt tocoferoli cu un lanț saturat și tocotrienoli cu lanț nesaturat, câte 4 pentru fiecare clasă, structuri omoloage, desemnați α , β și γ -tocoferolul și α -tocotrienol (18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 și 25), dar două au acțiune antioxidantă: α (18) și γ (20)-tocoferolul.

Structura α -tocoferolului este de fapt, aceea a unui fenol împiedicat steric.

Datorită activității antioxidante mari a acestuia, termenul de α -tocoferol este des întrebuințat ca sinonim pentru vitamina E.



Proprietățile antioxidante ale vitaminei E sunt în general atribuite următoarelor trei caracteristici particulare ale radicalului α-tocoferoxil:

- nu reacționează cu oxigenul molecular;
- reacționează lent în reacțiile de transfer de lanț;
- dispare foarte lent în reacția bimoleculară cu el însuși.

Vitamina E prezintă practic o descriere generică a tuturor tocoferolilor și derivaților acestora, cu activitatea biologică a unui α-tocoferol.

Rolul biologic

- Grupul este puternic lipofilic și eficient în membrane sau lipoproteine, cu rol în inhibiția peroxidării lipidice, împiedicând radicalii peroxil lipidici de a produce hidroperoxizi lipidici și un radical tocoferoxil.
- Unele studii au sugerat că tocotrienolii scad concentrația LDL-colesterol, altele nu au demonstrat îmbunătățirea profilului lipoproteic seric după suplimentarea tocotrienolului.

- Intervin în procesul de respirație celulară la nivelul țesutului muscular, protejează hematiile de oxidare și manifestă aceeași acțiune antioxidantă și față de hormonii hipofizari și suprarenali.

Nivelul plasmatic de vitamina E la om este de 22 $\mu\text{mol/l}$; compusul se găsește în țesuturi precum ficat, rinichi, grăsime și glandele suprarenale.

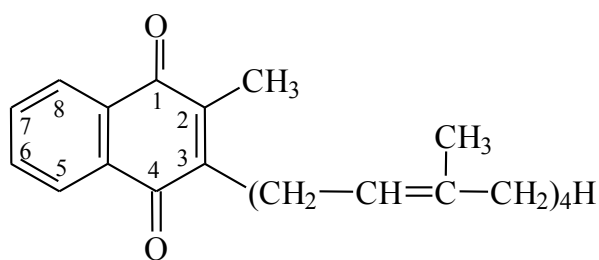
În cazul unui aport crescut, vitamina E poate afecta coagularea, în condițiile unui nivel scăzut de vitamina K.

Tocoferolii și tocotrienolii sunt compuși cu activitate de vitamina E. Tocoferolii sunt prezenți în uleiuri vegetale și sunt întâlniți în alimentație; tocotrienolii, se găsesc în uleiul de palmier, de orez și tărâțe.

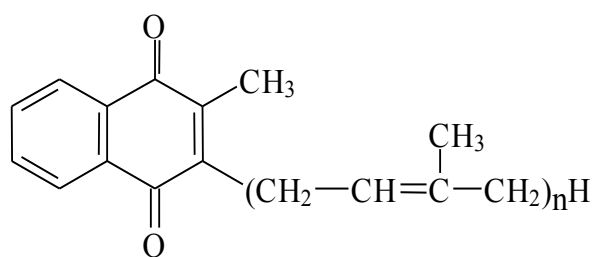
Surse de vitamina E sunt uleiurile vegetale (soia, porumb, semințele de bumbac și semințele de șofran) și produsele rezultate din aceste uleiuri precum margarina și maioneza. Alte surse (germenii de grâu, nucile, unele vegetale cu frunze verzi) contribuie la asigurarea unui aport de vitamina E.

2.2.8.14. VITAMINA K

Vitamina K (menadionele) este un complex de șapte vitamine: vitamina K_1 (filokinona), vitamina K_2 (menakinona), vitamina K_3 (menadiona), vitaminele K_4 , K_5 , K_6 , K_7 , primele două fiind sintetizate natural, iar restul de cinci artificial.



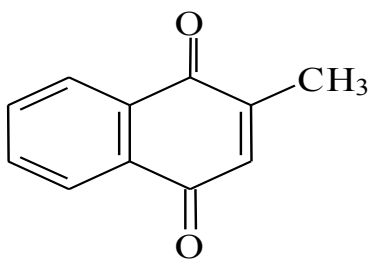
vitamina K_1



vitamina K_2

În vitamina K_2 n poate fi 6, 7, 8, 9 sau 10 în funcție de specie. În general, substituirea se face printr-un rest difarnesol.

Vitamina K_2 poartă și numele de farnochinonă. Cea mai importantă este vitamina K_3 , menadionă.



vitamina K₃ (menadiona)

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

Importanță practică au doar vitaminele K₁, K₂ și K₃. Rolul lor în organism este în coagularea sângelui, de aceea, hipovitaminozele K se recunosc după timpul lung de sângerare a plăgilor.

Necesarul zilnic este de 0,4 μgrame de vitamina K, din care circa jumătate este produsă în organism, iar restul trebuie adusă cu aport extern.

Vitaminele K sunt sintetizate în intestinul gros de către flora bacteriană, dar pot fi procurate exogen din: uleiuri, lapte, gălbenuș de ou, untură de pește *etc.*

2.3. IMPACTUL TEHNOLOGIEI ALIMENTARE ÎN SIGURANȚA ALIMENTELOR ȘI ASUPRA PROPRIETĂȚILOR NUTRIȚIONALE

În prezent, rezervele de alimente sunt mai sigure și sunt mai variate decât în trecut, iar acest fapt este atribuit utilizării tehnologiei alimentare asupra materialelor de conservare a alimentelor crude. Procesarea alimentelor menține în siguranță alimentele, astfel încât acestea își păstrează valorile nutritive și organoleptice în timpul depozitării și distribuției. După alterarea microbiană, oxidarea este cea de-a doua cauză importantă a alterării, chiar și în cazul produselor care au un nivel scăzut de substrat oxidabil, precum fulgii de cartofi. Prin oxidare, se pot pierde importanți nutrienți, precum lipide nesaturate, vitamine și proteine.

Atenția asupra controlului în procesele antioxidative la alimente este una dintre cele mai importante priorități în industria alimentară. Antioxidanții erau considerați ca unelte în lupta împotriva oxidării, iar datorită recunoașterii importanței lor în menținerea și optimizarea sănătății, se fac eforturi speciale pentru a proteja valoarea nutrițională antioxidantă a alimentelor. Molecula de oxigen este inamicul antioxidantilor. Acest fapt este evident, deoarece protejarea alimentelor împotriva interacțiunii cu O_2 este principiul de bază pe care se bazează tehnologiile antioxidante protective. Multe dintre acestea au fost extrase din rezultatele obținute în experimentele cu oxidarea lipidelor. Aceste tehnologii se pot defalca în mod convenabil în două secțiuni: cea fizică și cea chimică.

2.3.1. Impactul proceselor fizice

Integritatea structurală a alimentelor joacă un rol important în protejarea antioxidantilor de contactul cu O_2 și astfel are loc distrugerea potențialului oxidativ. În forma de ansamblu a alimentelor, antioxidantul este încapsulat în lipozomii protectivi proprii sau în structurile membranei celulare și astfel, nu poate avea contact cu O_2 .

Semințele de ulei intacte sunt stabile, dar odată zdrobite, extrase și încălzite în procesul de rafinare, rezistența uleiului la oxidare scade.

Există o consecință negativă nutrițională – pierderea integrității structurale, dar există și o consecință nutrițională pozitivă, aceea că antioxidanții devin mai bioactivi. Absorbția gastrointestinală a carotenoidelor din legume este invers proporțională cu mărimea paniculei. Tratamentul la căldură îmbunătățește absorbția astfel a apărut în plasmă o cantitate mai mare de licopen când subiecții umani au băut suc de roșii încălzit comparat cu aceeași doză de suc de roșii crud. Un alt studiu arată că acidul ascorbic devine mai bioactiv din broccoli fiert decât din broccoli crud.

Conținutul de umiditate al alimentelor trebuie ales cu chibzuință și controlat cu atenție. Conținutul de antioxidanți în alimente trebuie optimizat, graficul oxidării este în formă de U, reprezentând ratele rapide ale oxidării când conținutul de umiditate este scăzut ca și în cazul în care acesta devine prea ridicat. Procesele de deshidratare vor distruge lipo-oxidazele, dar la conținut de apă scăzut sub nivelul care permite formarea unui strat protectiv de apă peste suprafața alimentelor, apare un nivel ridicat de auto-oxidare. Un nivel ridicat de apă poate acționa ca un solvent care mobilizează catalizatorii și reactanții către starea de oxidare. Apa poate interacționa chimic sau prin legături de hidrogen cu alte specii moleculare.

Tratamentul termic joacă un rol important în proprietățile alimentelor datorită beneficiilor numeroase pe care acesta le are în conservarea lor; acesta are atât efecte pozitive cât și negative asupra antioxidanților. Efectele pozitive cu inactivarea oxidazei și ruperea structurilor alimentare, duc la o bioactivitate îmbunătățită.

Degradarea este impactul negativ important ca urmare a tratamentului termic asupra antioxidanților în alimente. Carotenoizii și antocianii sunt sensibili la încălzire: mai multe studii asupra alimentelor arată că aceste componente se degradează progresiv pe măsură ce timpul și temperatura cresc.

Folosind tratamente radicale, acest efect poate fi de asemenea radical. La 100°C pentru 5 minute, s-a pierdut doar 0,93% β -caroten în glicerol, dar când tratamentul termic a durat 4 ore la 210°C s-a pierdut 97,8%. Distrugerea termică a β -carotenului se dublează la fiecare 20 grade. Există tehnologii care protejează β -carotenul, tocoferolii, și

tocotrienolii. Folosind o modificare a metodei de rafinare, se garantează specificații de 400 mg β -caroten/kg și minim 800 mg/kg din totalul tocoferolilor și tocotrienolilor. Acesta este un nivel bun pe care îl conțin majoritatea uleiurilor de palmieri, (500-750 mg/kg). Antioxidanții solubili în apă, precum acidul ascorbic, sunt sensibili la temperatură. Fierberea fasolei verzi, a spanacului, a mazării și broccoli înainte de înghețare a dus la pierderi de 0%, 20% și respectiv 33% din această vitamină.

Izomerizarea reprezintă un alt efect al tratamentului termic asupra carotenoizilor din alimente. Un studiu arată că izomerizarea sucului de guava a dus la creșterea nivelelor de cis-licopen și a redus trans-licopenul, deși în acest aliment, cis-carotenul a rămas neschimbat. La adăugarea suplimentară de β -caroten în pâine și biscuiți înainte de coacere, aceștia au izomerizat de la trans la cis (4-15% pentru pâine, 18-23% pentru biscuiți). S-a observat o izomerizare în plus la biscuiți datorită tratamentului termic mai sever și conținutului mai scăzut în apă în produsul final comparativ cu pâinea.

Procese asociate conservării sunt suficiente pentru a cauza izomerizarea carotenului: 18-30% din β -caroten este transformat în izomeri cis prin tratamentul obișnuit de conservare al fructelor și legumelor. Importanța nutrițională, este aceea ca izomerii cis din β -caroten sunt mai puțin absorbiți de tractul gastrointestinal și mai puțin transportați în organism, nefiind echivalenți biologici.

Temperatura de depozitare. Pierderile de vitamine din fructe proaspete și legume în timpul depozitării sunt semnificative. La temperatura camerei se pierde 90% vitamina C din frunzele de spanac în 3 zile. La temperaturi de frigidier această pierdere a fost de aproximativ 50%.

Un studiu recent a arătat că înghețarea a oprit și a micșorat pierderile de vitamina C la mazăre, broccoli, fasole verde și spanac pe o perioadă de peste 3 luni.

Reducerea nivelului de oxigen. Există procese prin care este posibilă eliminarea sau reducerea prezenței O_2 în alimente. Acest fapt este foarte important deoarece rata degradării acidului L-ascorbic în suc de portocale și la fasolea verde conservată depinde de cantitatea de O_2 prezentă în mostră. Sucurile de fructe care conțin aer oclus sunt

puse sub procesul de eliminare a acestuia cu ajutorul unui vacuum care minimizează potențialul schimbărilor distructive asupra acidului ascorbic și altor componente oxidabile datorită O_2 . Alte produse, ardeii roșii uscați, pot fi preparați sau ambalați sub o atmosferă de N_2 cu o retenție reușită a antioxidanților. Una dintre cele mai noi abordări în sistemele alimentare este aceea de a folosi enzimele ca și agenți antioxidanți. Enzimele acționează prin îndepărtarea O_2 , ROS precum apa oxigenată și radicalilor peroxid sau reducerea lipidelor hidroperoxidice.

Protejarea împotriva luminii. La lungimi de undă mai mici de 500 nm, lumina generează oxidarea lipidelor și distrugerea vitaminelor; acest lucru se poate evita adăugând culori (roșu, brun, negru) sau întunecarea materialelor din care sunt confecționate ambalajele. Unele componente ale alimentelor se comportă precum fotosensibilizatorii: riboflavina, clorofila, mioglobina, pigmentul din hemoglobină, și unele sisteme cu duble legături. Componentele prezente în amestecurile de curry, au proprietăți fotosensibilizatoare.

Iradieră. Efectele iradierii sunt variabile, dependente de tipul nutrientului supus studiului, puterea și lungimea timpului de iradiere. Iradierea ardeilor a demonstrat că nu se produce nici o modificare în conținutul de vitamina C în doze de până la 300 Gy. Depozitarea post-iradiere a dus chiar la creșterea cantității de vitamina C la fructele intacte și la legume.

Într-un studiu asupra cărnii de pui, δ -și α -tocoferolii s-au micșorat liniar cu iradierea, fiind într-o relație directă cu doza de carne. La 3 kGy, care este cantitatea maximă recomandată de FDA pentru carnea de pui, s-a pierdut o cantitate de 15% β -tocoferoli și 30% α -tocoferoli. Alte studii au demonstrat că o reducere cu doar 6% la α -tocoferoli și nici o schimbare importantă pentru β -tocoferoli la carnea de pui la 3gGy și 2 grade. Iradierea cu o doză mică (0-0,10 kGy) nu a avut nici un efect asupra conținutului de polifenol la ceaiurile de plante.

2.3.2. Impactul proceselor chimice

Enzimele. Controlul asupra oxidării polifenolilor constituie de mult timp o prioritate în știința alimentelor deoarece polifenolii oxidați

sunt responsabili pentru nuanțele brune nedorite ale fructelor și legumelor tăiate și pentru dezvoltarea culorilor și aromelor necorespunzătoare la alimentele înghețate. Inactivarea acestor enzime se poate realiza printr-un tratament rapid de încălzire (fierbere), în timp ce poate fi păstrată însușirea de prospețime a alimentelor.

Inactivarea rapidă a oxidazei după presarea merelor este o condiție obligatorie pentru stabilitatea sucului de mere. Procesul de extruziune, datorită condițiilor de temperatură înaltă și presiune, distruge oxidaza și favorizează legarea lipidelor de proteine și carbohidrați în alimente, fenomen ce protejează oxidarea lipidelor. Sucurile de fructe ce conțin o cantitate mai mare de pulpă sunt mai stabile decât cele cu mai puțină pulpă, datorită conținutului de polifenoli și glicozidă (nu stau la baza oxidării polifenolilor). Pentru prepararea sucurilor de mere sau căpșuni cu mai puțină pulpă se folosesc deseori pectinaze. Enzimele hidrolizează catenele laterale glicozidice ale flavonoizilor care devin mai puțin oxidative. Lanțurile glicozidice ale flavonoizilor și isoflavonoizilor nu sunt absorbite pe deplin de către intestinul subțire în comparație cu agliconii. Impactul nutrițional al folosirii pectinazelor este dificil de măsurat: polifenolii devin mai bioactivi și astfel pot influența sănătatea; sau pot exista mai puțini polifenoli în alimente, fiind mai puțin stabili, sunt oxidați.

Suplimentarea în antioxidanți. Din motive tehnologice, nutrienții antioxidanți pot fi adăugați suplimentar alimentelor. Acidul ascorbic este folosit într-o mare măsură pentru a spori rezistența alimentelor împotriva oxidării. Fructele tăiate și legumele se tratează cu acid ascorbic deoarece este preferabil a fi oxidat acesta în defavoarea componentelor catechinei – taninelor și se inhibă astfel reacțiile enzimatice de brunificare. Pentru alimente hidrofobe, se folosește frecvent vitamina E, cu scopul protejării antioxidanților. Deoarece vitamina C „reciclează” vitamina E, este de dorit folosirea simultană a acestor doi antioxidanți. Dar vitamina C este hidrofilă iar vitamina E lipofilă și este dificilă folosirea lor simultană în sistemele alimentare. O soluție ar fi folosirea ascorbil palmitatului, o formă hidrofobă a vitaminei C, ce s-a dovedit a fi folositoare în sistemele alimentare lipidice.

Un antioxidant eficient este mixtura dintre vitamina E, vitamina C și fosfolipide, deoarece fosfolipidele acționează ca emulsificatori, permițând ca cele două vitamine să fie în contact una cu cealaltă; însuși fosfolipidele participă activ în procesul antioxidant. Ambele vitamine pot fi încorporate în lipozomi și astfel pot fi folosite ca un sistem de alimentare în cazul emulsiilor „ulei-în-apă”. În urma hrănirii puilor cu suplimente de vitamina E s-a constatat o creștere a nivelului α -tocoferolilor în carne, asociat cu o mare stabilitate a cărnii când aceasta a fost ulterior iradiată.

Suplimentarea cu nutrienți antioxidanți este, astfel, o strategie rezonabilă în multe situații pentru îmbunătățirea stabilității și valorii nutriționale a unui aliment. Antioxidanții non-nutrienți, cum ar fi SO_2 , pot fi folosiți în avantajul protejării acelor antioxidanți care au beneficii nutriționale. Compoziția fenolică a procianidinei din suc de struguri prelucrat cu SO_2 este în mod consecvent mai mare decât în cazul sucului de struguri prelucrat fără adaosul de SO_2 , deși nu există niciun efect asupra quercetinei. SO_2 previne oxidarea carotenoizilor dar cauzează înălbirea antocianilor.

Antioxidanții suplimentari, din surse naturale (plantele și condimentele) sunt eficienți în conservarea alimentelor împotriva oxidării. Extractele de plante, exercită activități antioxidante (rozmarinul, salvia, cimbrul, oregano, ghimbirul, cuișoarele, frunzele de laur sunt active în micșorarea efectului oxidanților). Componente distincte ale acestor plante au activități distincte.

Trei componente din extractul de cimbru: timolul, carvacrolul și cimen-2,3-diolul, au rezistat în mod descendent efectului termic. Amestecurile de antioxidanți pot fi obținute din surse naturale, prin amestecare cu ulei și apoi presare, sau prin utilizarea extractelor în CO_2 din antioxidanți.

2.4. REZIDUURI CHIMICE ÎN ALIMENTE

În timpul proceselor de producție, prelucrare și depozitare a alimentelor se adaugă unele substanțe chimice cu scopuri diferite. Alte substanțe apar în produsele alimentare în mod natural sau ca urmare a poluării industriale a mediului. În cele ce urmează, aceste substanțe se vor numi reziduuri. Reziduurile pot afecta, uneori chiar în urme, sănătatea consumatorilor. Efectul reziduurilor asupra sănătății este accentuat de faptul că organismul uman este expus continuu și acumularea cantităților zilnice mici, poate genera în timp afecțiuni grave.

Unele din substanțele amintite (insecticide, acaricide) sunt utilizate cu scopul combaterii insectelor și altor dăunători în agricultură, în zootehnie și în industria alimentară. Alte substanțe chimice au menirea de a inhiba dezvoltarea unor ciuperci (fungicide) sau a unor plante parazite (ierbicide). În unele crescătorii se adaugă în hrana animalelor preparate hormonale cu scopul accelerării dezvoltării acestora sau antibiotice pentru prevenirea izbucnirii epidemiilor. În cursul prelucrării industriale a materiilor prime, produsele alimentare pot conține urme de săruri ale metalelor grele, în general toxice.

În etapele finale ale prelucrării alimentelor, deseori se adaugă adjuvanți alimentari (coloranți, aromatizanți), iar cantitatea acestora se impune a fi controlată cu strictețe. Unele reziduuri pot apărea în mod natural, ca urmare a depozitării necorespunzătoare (de exemplu diferite micotoxine, cu toxicitate deosebit de avansată). În sfârșit, unele substanțe chimice dăunătoare pot fi prezente în alimente ca urmare a poluării industriale (de exemplu, derivații policlorurați ai bifenilului – "Polychlorinated Biphenils" – PCB-uri).

Controlul sistematic al reziduurilor chimice în alimente se execută în laboratoare specializate. Problema reziduurilor are dimensiuni internaționale: în comerțul cu alimente între diferite țări sunt formulate reguli foarte stricte referitoare la concentrația maximă admisă a substanțelor chimice implicate. Există divergențe între prevederile diferitelor țări referitoare la limitele maxime admise, dar tendința este ca aceste limite să fie uniformizate pe plan internațional.

Organizația Mondială a Sănătății (OMS) și Organizația Americană a Chimistilor de Agricultură (American Organization of Agricultural Chemists – AOAC) recomandă metode analitice nominalizate pentru fiecare clasă de reziduuri.

În capitolul prezent se trec în revistă unii din compușii chimici cu actualitate marcată și se descriu, pe scurt, metodele de control analitic, în conformitate cu AOAC.

2.4.1. Pesticide - insecticidele

Insecticidele reprezintă clasa pesticidelor cea mai vastă și variată ca structură chimică. Majoritatea lor sunt substanțe neurotoxice. Acțiunea lor se bazează pe faptul că sistemul nervos central al insectelor este mai vulnerabil față de substanțele neurotoxice decât sistemul nervos al omului. La om sistemul nervos central este mai bine protejat cu diferite bariere biochimice în comparație cu insecte, dar în principiu majoritatea insecticidelor sunt toxice și față de om, motiv pentru care se impune controlul urmelor de insecticide în alimente.

Din punct de vedere chimic, insecticidele se împart în câteva clase. Clasele cele mai cunoscute sunt: insecticidele organoclorurate, organofosforice, carbamice, triazinice și insecticidele apărute mai recent, care sunt derivați ai unor compuși izolați din diferite plante. Atribuirea unui insecticid la o anumită clasă este uneori dificilă, de exemplu un compus poate fi considerat în același timp organoclorurat și organofosforic.

2.4.1.1. Insecticide organoclorurate

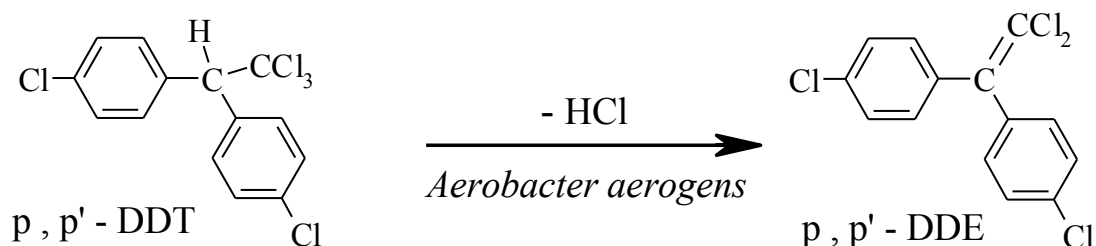
Structura acestor insecticide conține una sau mai multe legături carbon-clor. Întrucât atomul de clor se leagă frecvent de un atom de carbon aromatic, aceste substanțe sunt stabile față de agenții nucleofili (de exemplu rezistă la hidroliză). Reprezentanții clasei sunt liposolubili și practic insolubili în apă sau în alți solvenți protici. Prezintă solubilitate limitată în solvenți polari aprotici (de exemplu acetonitril).

După pătrunderea lor în organism se depozitează în țesutul adipos sau în țesuturi bogate în lipide. La catabolizarea rezervelor lipidice, insecticidele organoclorurate se pot mobiliza din țesutul adipos chiar

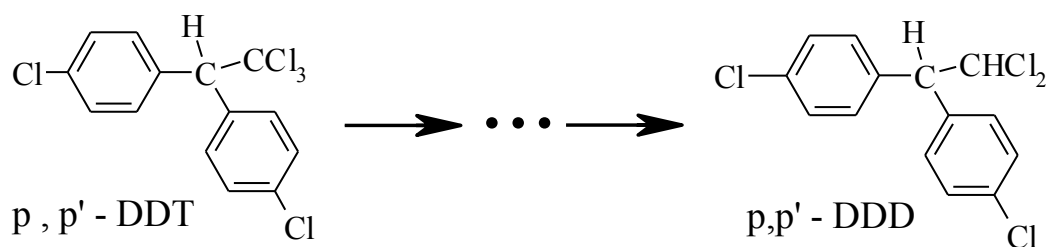
după perioade importante de timp de la expunerea propriu-zisă. Insecticidele organoclorurate afectează sistemul nervos central și sistemul endocrin. Unii reprezentanți par să fie cancerigeni.

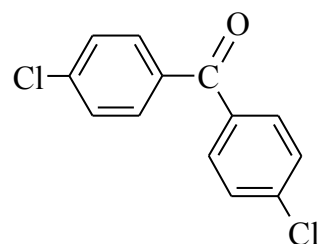
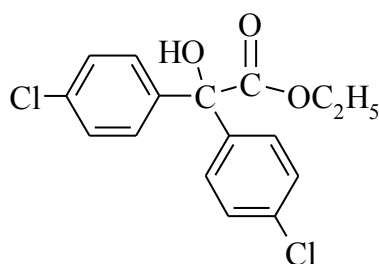
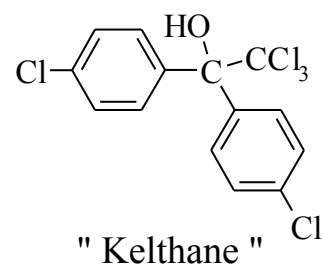
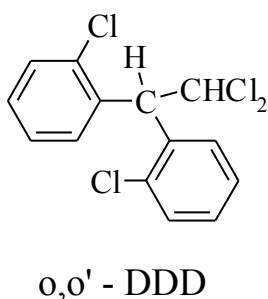
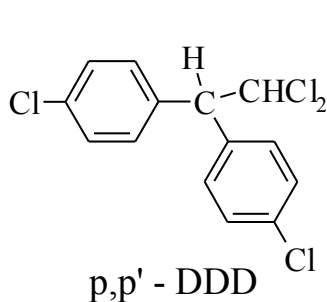
Datorită insolubilității în apă, apa râurilor și lacurilor conține cantități infime de insecticide organoclorurate, dar acestea se pot acumula în sediment și se pot concentra în organismul viețuitoarelor acvatice. Utilizarea lor în agricultură este cauza apariției urmelor de insecticide organoclorurate în alimente de origine vegetală, iar utilizarea în zootehnie, pentru combaterea paraziților, este cauza prezenței lor în alimente de origine animală (în special în preparate bogate în grăsimi).

Calea principală de degradare (foarte lentă) a insecticidelor organoclorurate include dehalogenarea sau dehidrohalogenarea microbiană. De exemplu, prima etapă de degradare microbiologică, în condiții anaerobe, a insecticidului DDT (diclor-difenil-triclorețan) este transformarea în DDE (diclor-difenil-etenă) prin dehidrohalogenare. Procesul, studiat în anul 1967, este realizat de *Aerobacter aerogens*.



În anul 1969 a fost demonstrat faptul că insecticidul DDT se poate degrada și în condiții aerobe. În aceste condiții DDT se transformă în DDD (diclor-difenil-diclorețan) iar acesta se transformă, într-o altă etapă, în 4,4'-diclor-benzofenonă (DCBP).



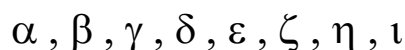


Izomerul γ al hexaclorciclohexanului (Lindan) printr-un proces de dehidroclorurare, realizat de *Clostridium sporogenes* și de *Bacillus coli*, se transformă în pentaclor-ciclohexenă (transformare biochimică studiată în 1967). Alte microorganisme transformă insecticidele organoclorurate, care posedă legătură dublă $C=C$, în epoxizi, compuși reactivi care se transformă în continuare cu ușurință.

În continuare sunt redată structurile chimice și denumirile uzuale ale celor mai importante insecticide organoclorurate.

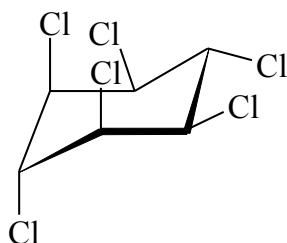
a) izomeri ai hexaclorciclohexanului (HCH - $C_6H_6Cl_6$)

Cu toate că teoretic hexaclorciclohexanul poate prezenta mai mulți stereoizomeri, în procesul de obținere (prin clorurare fotochimică a benzenului) se formează 8 stereoizomeri, unii având două conformații distincte, una mai stabilă, cealaltă mai puțin stabilă. Acești stereoizomeri se notează cu litere grecești:



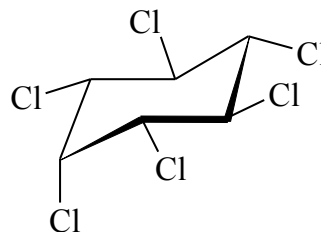
Numai primii patru izomeri se formează în cantitate apreciabilă, deci numai acești izomeri constituie obiectul controlului analitic. Activ ca insecticid este numai izomerul γ , dar în practică deseori se utilizează

amestecul primilor patru izomeri (nu întotdeauna este rentabilă separarea izomerilor). În continuare sunt prezentate structurile stereoizomerilor care se formează la clorurarea directă a benzenului.



γ -HCH (aaae)ee)

"Lindan"



δ -HCH (ae)eeeee)

Caracterele "a" și "e" din paranteze se referă la așezarea "axială" respectiv "ecuatorială" a atomilor de clor pe scheletul ciclohexanului (redat ca formă "scaun"). Tabelul de mai jos redă notațiile convenționale și dispunerea atomilor de clor în cazul celor 8 izomeri care se pot forma în reacția de clorurare directă a benzenului.

Tabelul 2.13.

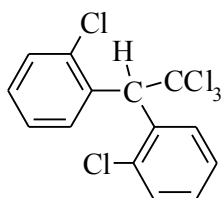
Notațiile convenționale și dispunerea atomilor de clor pe scheletul ciclohexanului

	Conformer stabil						Conformer instabil					
Nr. atom de carbon	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Notația convențională												
α	a	a	e	e	e	e	e	e	a	a	a	a
β	e	e	e	e	e	e	a	a	a	a	a	a
γ	a	a	a	e	e	e	-					
δ	a	e	e	e	e	e	e	a	a	a	a	a
ϵ	a	e	e	a	e	e	e	a	a	e	a	a
ζ	a	a	e	a	e	e	-					
η	a	e	a	e	e	e	e	a	e	a	a	a
ι	a	e	a	e	a	e	-					

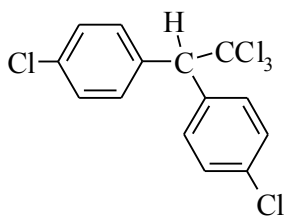
b) insecticide din clasa DDT-lui (diclor-difenil-triclorețan)

Această clasă de insecticide cuprinde următorii reprezentanți: o,o'-diclor-difenil-triclorețan (o,o'-DDT), p,p'-diclor-difenil-triclorețan (p,p'-DDT), o,o'-diclor-difenil-diclorețenă (o,o'-DDE), p,p'-diclor-difenil-

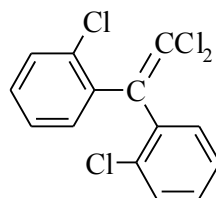
dicloretenă (p,p'-DDE), o,o'-diclor-difenil-dicloreten (o,o'-DDD), p,p'-diclor-difenil-dicloreten (p,p'-DDD), 1,1-bis(p-clorfenil)-2,2,2-tricloretenol ("Kelthane"), p,p'-diclor-hidroxi-acetat de etil ("Chlorobenzilate") și p,p'-diclor-benzofenonă ("DCBP").



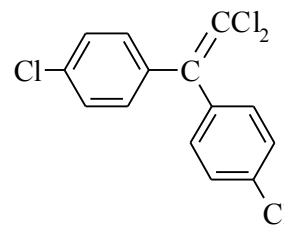
o,o' - DDT



p,p' - DDT



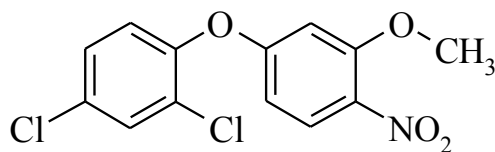
o,o' - DDE



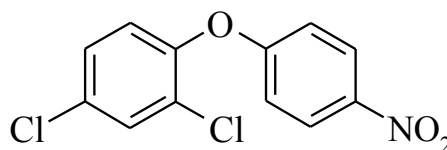
p,p' - DDE

c) derivați de difenil-eter

Această clasă de insecticide cuprinde doi reprezentanți cu denumirile comerciale: "Chlormethoxynil" și "NIP".



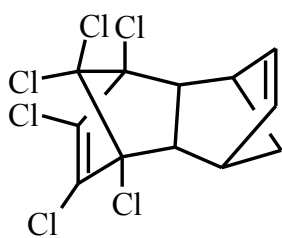
" Chlormethoxynil "



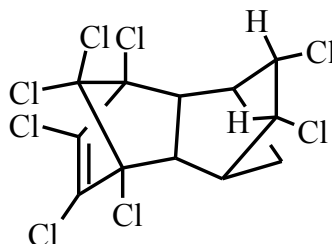
" NIP "

d) insecticide policlorurate policiclice

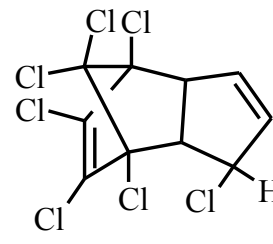
Această clasă de insecticide cuprinde compuși cu cicluri condensate, saturate sau nesaturate, cu 6-12 atomi de clor în moleculă. Unii reprezentanți conțin și oxigen. Substanțele vizate se disting prin liposolubilitate avansată și prin stabilitate chimică și biochimică deosebită; această caracteristică din urmă impune controlul alimentelor în privința eventualei prezențe a urmelor acestora.



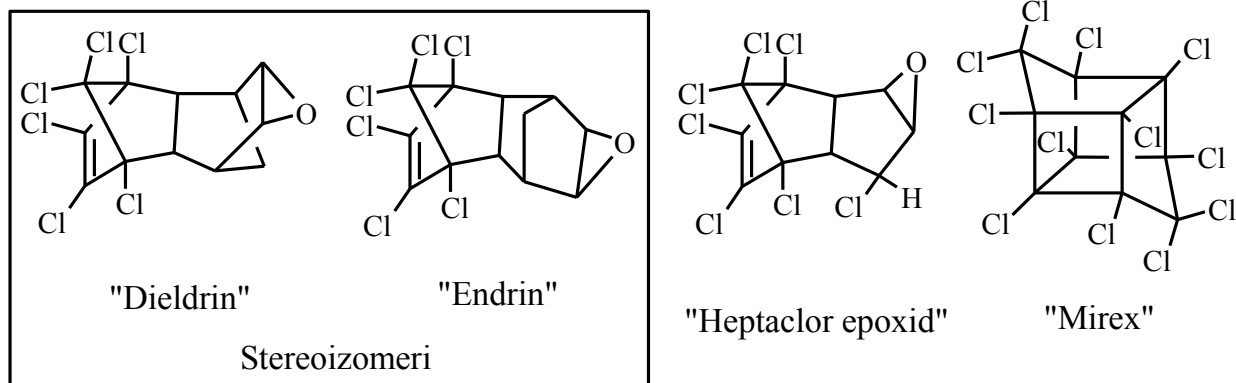
"Aldrin"



"Clordan"



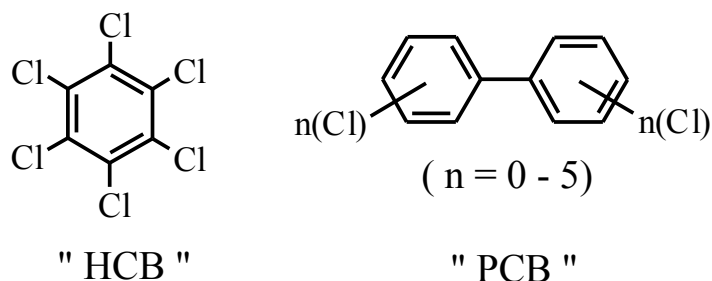
"Heptaclor"



Mai sus sunt prezentate structurile și denumirile uzuale (comerciale) ale reprezentanților mai de seamă ai clasei. Endrin și Dieldrin sunt stereoizomeri: cele două structuri moleculare diferă numai în orientarea spațială a ciclului epoxidic.

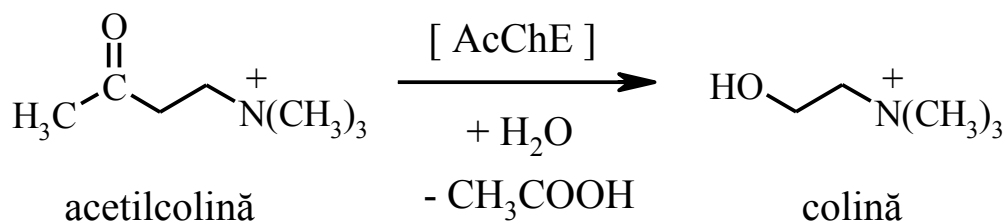
e) compuși aromatici policlorurați

Denumirea de mai sus se referă la hexaclorbenzen (HCB) – utilizat ca insecticid – și la derivații policlorurați ai bifenilului (**P**oly**cl**hlorinated **B**iphenyls – **PCB**) – compuși rezultați din diferite ramuri industriale. Denumirea globală de "PCB" se referă la diferite amestecuri de izomeri de poziție.



2.4.1.2. Insecticidele carbamice

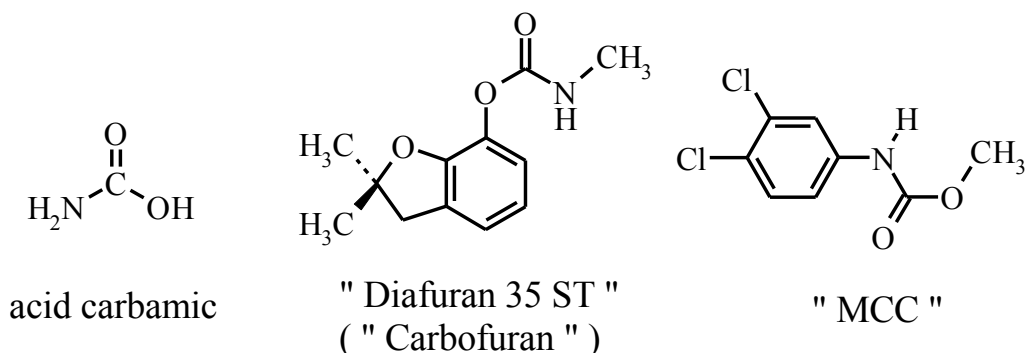
Insecticidele carbamice (derivați ai acidului carbamic), ca și insecticidele organofosforice de tip Schrader, acționează prin inhibarea enzimei acetilcolinesterază (AcChE – enzima care catalizează hidroliza acetilcolinei în colină și acid acetic). Inhibarea acestei enzime blochează sinapsele neuronilor în starea de conducere permanentă a impulsului nervos.

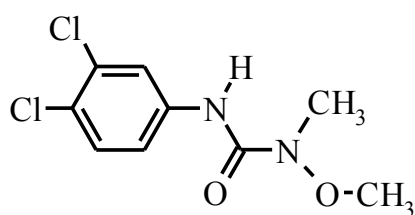


Situsul activ al acetilcolinesterazei cuprinde două zone distincte: zona de legare ionică și zona de esterificare (zona "esteratică"). Insecticidele carbamice și organofosforice se leagă (cvasi-ireversibil) de zona de esterificare prin carbamilarea, respectiv fosforilarea (acilarea) acestei părți de enzimă. Studii mai aprofundate susțin că în zona "esteratică" acilarea se produce de fapt pe un atom de azot din ciclul imidazolic al unei molecule de histidină. Insecticidele carbamice și organofosforice blochează acetilcolinesteraza prin inhibiție competitivă. Aceste insecticide acționează prin același mecanism atât asupra viețuitoarelor superioare (inclusiv omul) cât și asupra insectelor. În organismul speciilor superioare însă sistemul nervos este mult mai bine protejat prin bariere biochimice decât în cazul insectelor, astfel încât dozele inofensive pentru animalele cu sânge cald sunt fatale pentru insecte. Accidental se pot produce intoxicații acute grave cu aceste insecticide și la om, însă spre deosebire de insecticidele organoclorurate, cele din clasa carbamicelor sau organofosforicelor nu se acumulează în organism.

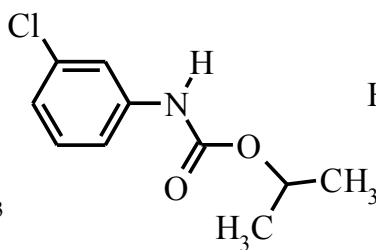
Insecticidele carbamice și organofosforice au stabilitatea chimică și biologică mult diminuată în comparație cu insecticidele organoclorurate, deci din punct de vedere al remanenței lor sunt mai puțin agresivi asupra mediului decât cele organoclorurate.

Insecticidele carbamice sunt derivați ai acidului carbamic (instabil ca atare). Câțiva reprezentanți sunt nominalizați mai jos.

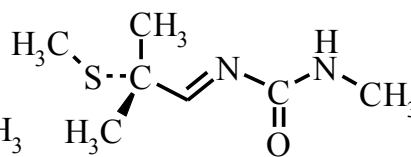




" Linuron "



" Chloro IPC "



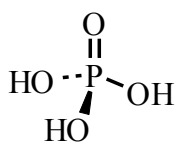
" Aldicarb "

2.4.1.3. Insecticide organofosforice

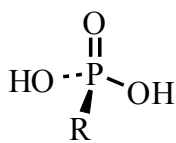
Insecticidele organofosforice, ca și cele carbamice, au acțiune neurotoxică, fie de contact, fie sistemică. Cele cu acțiune de contact își exercită acțiunea toxică asupra insectelor ca urmare a contactului direct, la locul de aplicare. Cele sistемice pătrund în țesuturile plantei, astfel întreaga plantă devine otrăvitoare pentru insecte.

Primele cercetări sistematice asupra substanțelor neurotoxice, din clasa compușilor organofosforice, au fost efectuate în jurul anului 1935 (*G. Schrader* și colaboratorii), cu scop militar. Primele substanțe neurotoxice din această categorie au fost folosite ca substanțe toxice de luptă. O dată cu diminuarea rolului lor militar au devenit substanțe model pentru cercetările îndreptate împotriva insectelor dăunătoare și utilizate în agricultură și zootehnie.

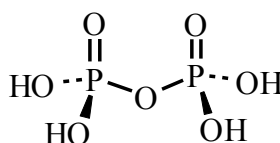
Majoritatea insecticidelor organofosforice sunt esteri ai acizilor fosforic, fosfonic, pirofosforic, tiofosforic, tiofosfonic și ditiofosfonic.



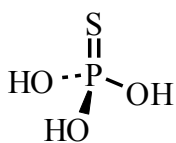
acid fosforic



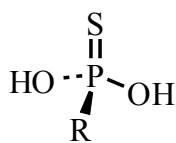
acid fosfonic



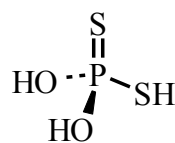
acid pirofosforic



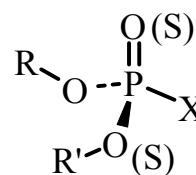
acid tiofosforic



acid tiofosfonic



acid ditiofosfonic



Structură tip *Schrader*

R - grupare (izo)alchil;

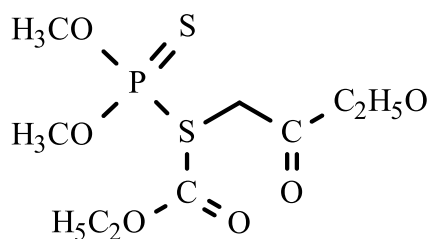
X - grupare mai complexă

Insecticidele organofosforice, studiate de *Schrader*, se încadrează într-o structură generală (structură *Schrader*) în care resturile R sunt grupe alchil sau izoalchil, iar gruparea X este un fragment molecular mai complex care deseori conține părți aromatice, heteroatomi, sau fragmente nesaturate. La inhibarea acetilcolinesterazei, gruparea X se scindează iar restul moleculei se leagă (chimic) de partea "esteratică" a enzimei, semnificativ mai puternic decât gruparea acetyl (care se leagă în mod natural de această parte a enzimei). Cu cât se îndepărtează mai ușor gruparea X din structura *Schrader* prin atac nucleofil, cu atât este mai accentuată acțiunea anticolinesterazică a substanței respective, dar cu atât este și mai puțin stabil insecticidul în timpul stocării. Îndepărtarea fie și a unei singure grupări prin hidroliză determină pierderea capacității de inhibare a acetilcolinesterazei. Inhibarea acetilcolinesterazei la om cauzează paralizia unor mușchi vitali (de exemplu mușchii respiratori) cauzând moartea celui intoxicat. La intoxicarea cu compuși organofosforici de tip *Schrader*, nu se administrează lapte, în schimb se administrează atropină, sau antidot sintetizat special (derivați piridinici).

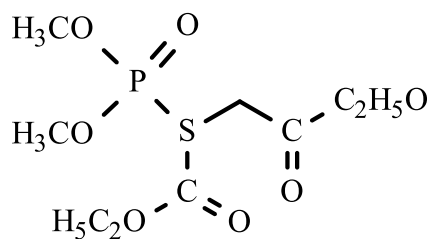
La compușii care au centru de asimetrie moleculară (compuși "chirali") pe atomul de fosfor, enantiomerii manifestă toxicitate diferită. Această proprietate este interesantă, având în vedere faptul că substratul natural al acetilcolinesterazei (acetylcolina) are structura moleculară nechirală. Dacă centrul de chiralitate se află în substituentul "X" al structurii de tip *Schrader*, atunci enantiomerii nu manifestă toxicitate diferită. Aceste două observații demonstrează faptul că centrul activ al acetilcolinesterazei este chiral și că la etapa determinantă de viteză al procesului de inhibare participă o specie moleculară care nu mai conține gruparea "X".

Pericolul de intoxicare cu compuși organofosforici constă în administrarea accidentală a dozelor mari (toxicitate acută) dar și expunerea repetată la doze mici poate provoca intoxicație hepatică. Din acest motiv se impune depistarea urmelor de insecticide organofosforice care ar putea fi prezente în alimente. Asemenea controale se efectuează în laboratoare specializate de chimie alimentară sau de toxicologie.

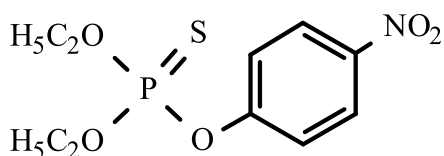
În continuare sunt redată formulele de structură și denumirile uzuale (comerciale) ale insecticidelor organofosforice mai cunoscute.



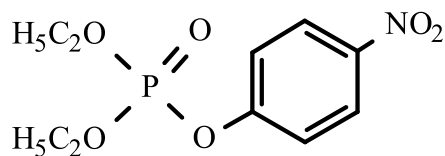
"Malation"



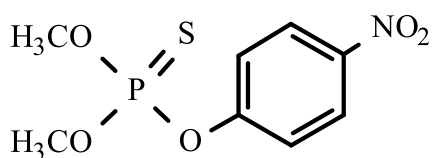
"Malaoxon"



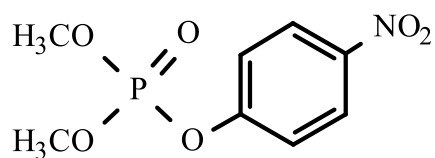
"Paration"



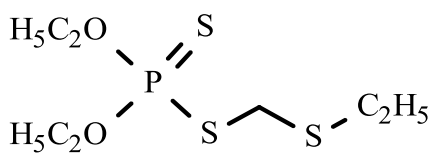
"Paraoxon"



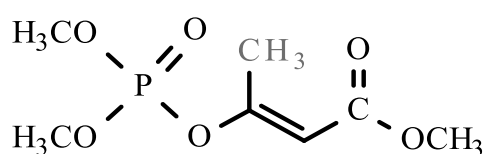
"Metil-paration"



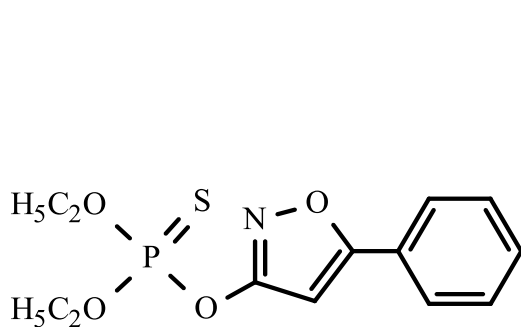
"Metil-paraoxon"



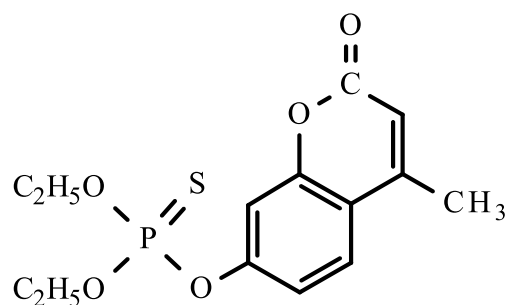
"Phorate"



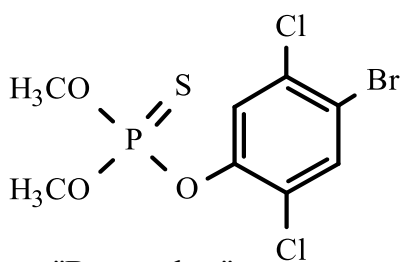
"Phosdrin"



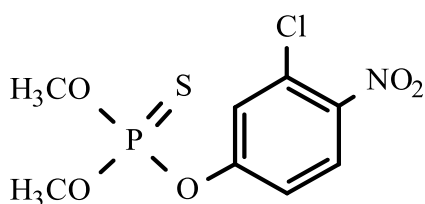
"Iloxantion"



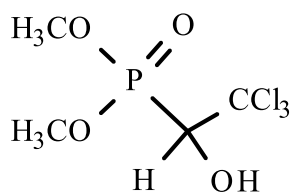
"Coumaphos"



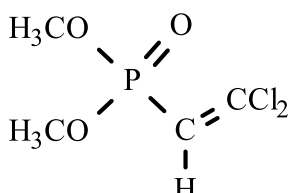
"Bromophos"



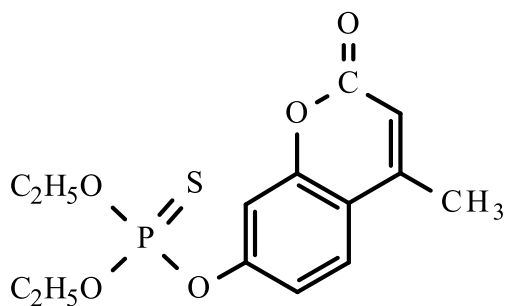
"Chlortion"



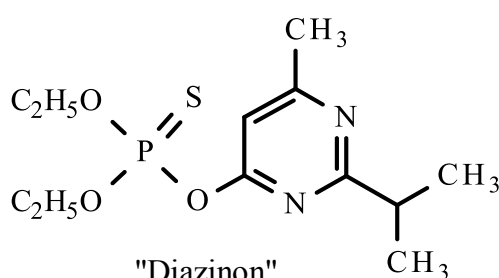
"Trichlorphon"
("Dipterex")



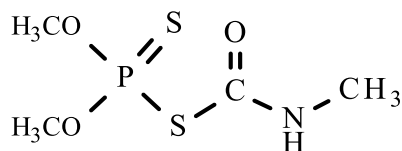
"Dichlorphos"
("DDVP")



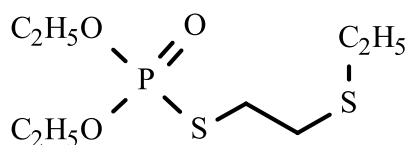
"Coumaphos"
("Co-Ral")



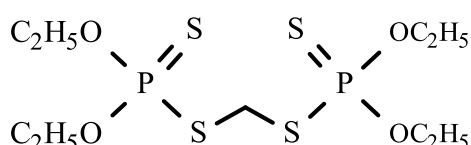
"Diazinon"



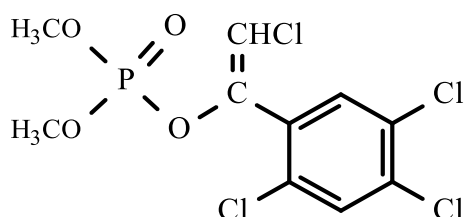
"Dimethoat"



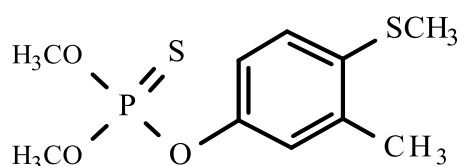
"Disyston"



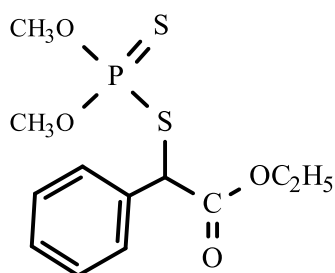
"Etion"



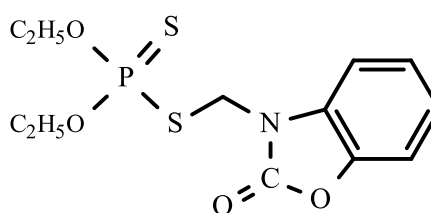
"Gardona"



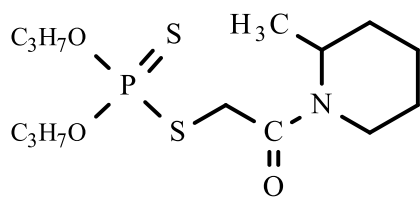
"Fention"



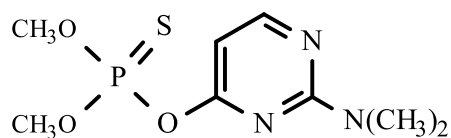
"PAP"



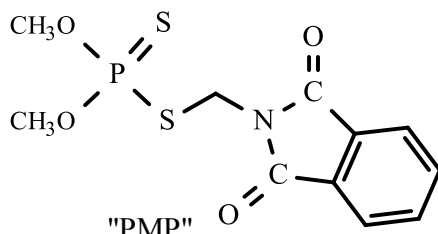
"Phosalone"



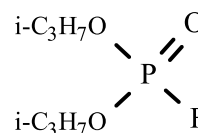
"Piperophos"



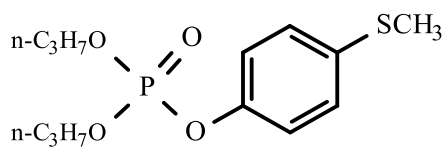
"metil-Pirimiphos"



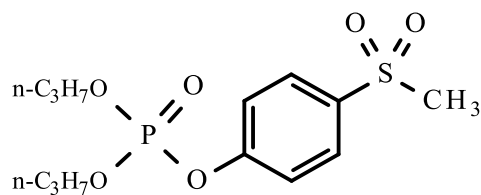
"PMP"



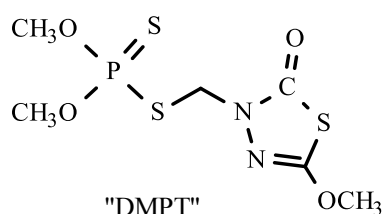
"Mipafos"



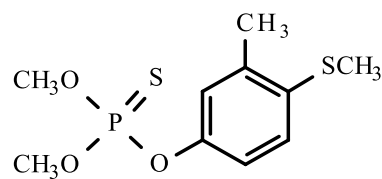
"Propaphos"



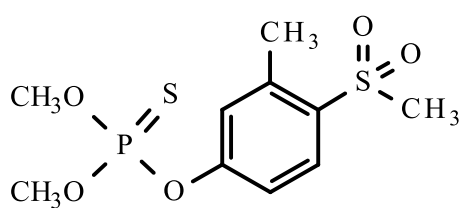
"Propaphos-sulfon"



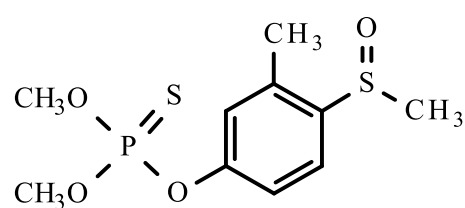
"DMPT"



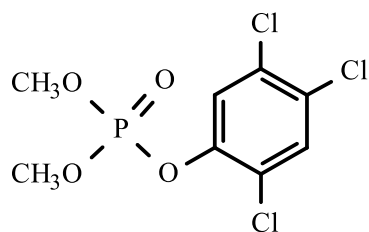
"MPP"



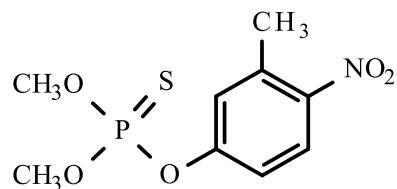
"MPP-sulfon"



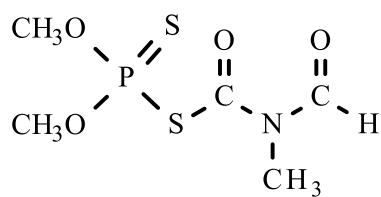
"MPP-sulfoxid"



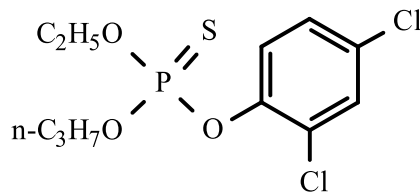
"Ronnel"



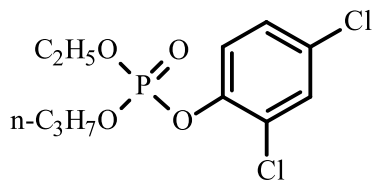
"MEP"



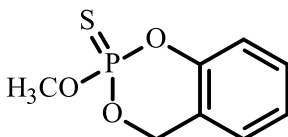
"Formotion"



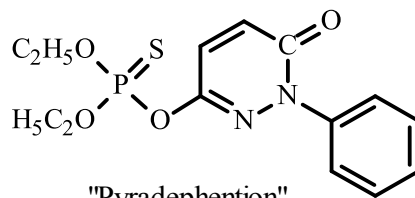
"Protiophos"



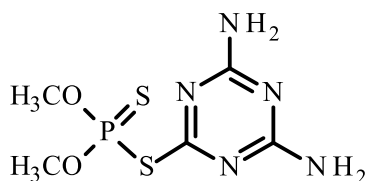
"Protiofon-oxon"



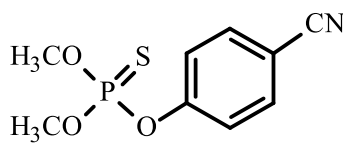
"Salition"



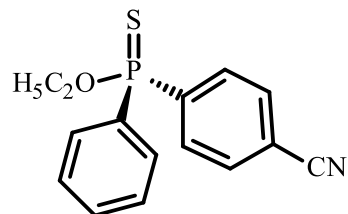
"Pyradephention"



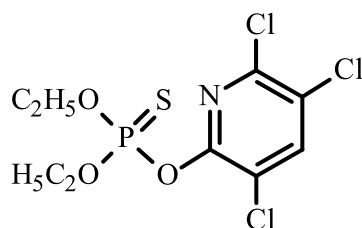
"Menazon"



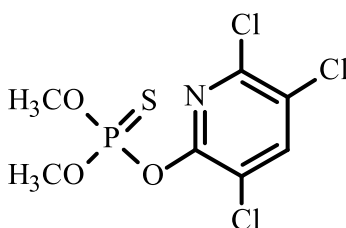
"CYAP"



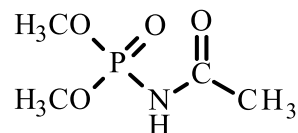
"CYP"



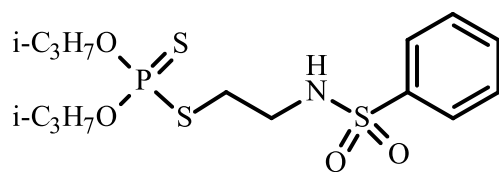
"Chlorpyriphos"



"metil-Chlorpyriphos"

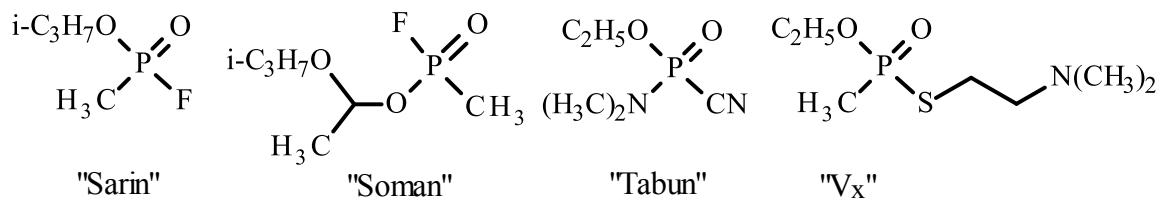


"Acephate"



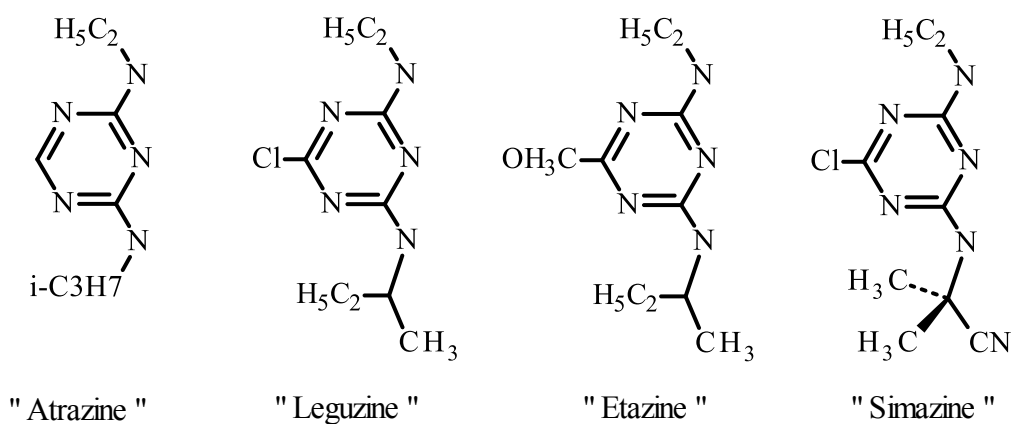
"Bensulide"

Substanțele reprezentate în continuare prin formulele de structură și denumirile codificate au fost utilizate ca substanțe toxice de luptă. Unele din ele au fost folosite chiar în și zilele noastre în timpul unor atacuri teroriste (de exemplu, sarinul a fost folosit în metroul din Tokio în 1995, atac care s-a soldat cu 12 morți și cu intoxicarea gravă a unui număr însemnat de persoane).



2.4.1.4. Insecticidele triazinice

Insecticidele din această clasă au drept element structural comun nucleul triazinic din molecula lor. Reprezentanții diferă prin substituenți grefați de atomii de carbon ai nucleului triazinic.



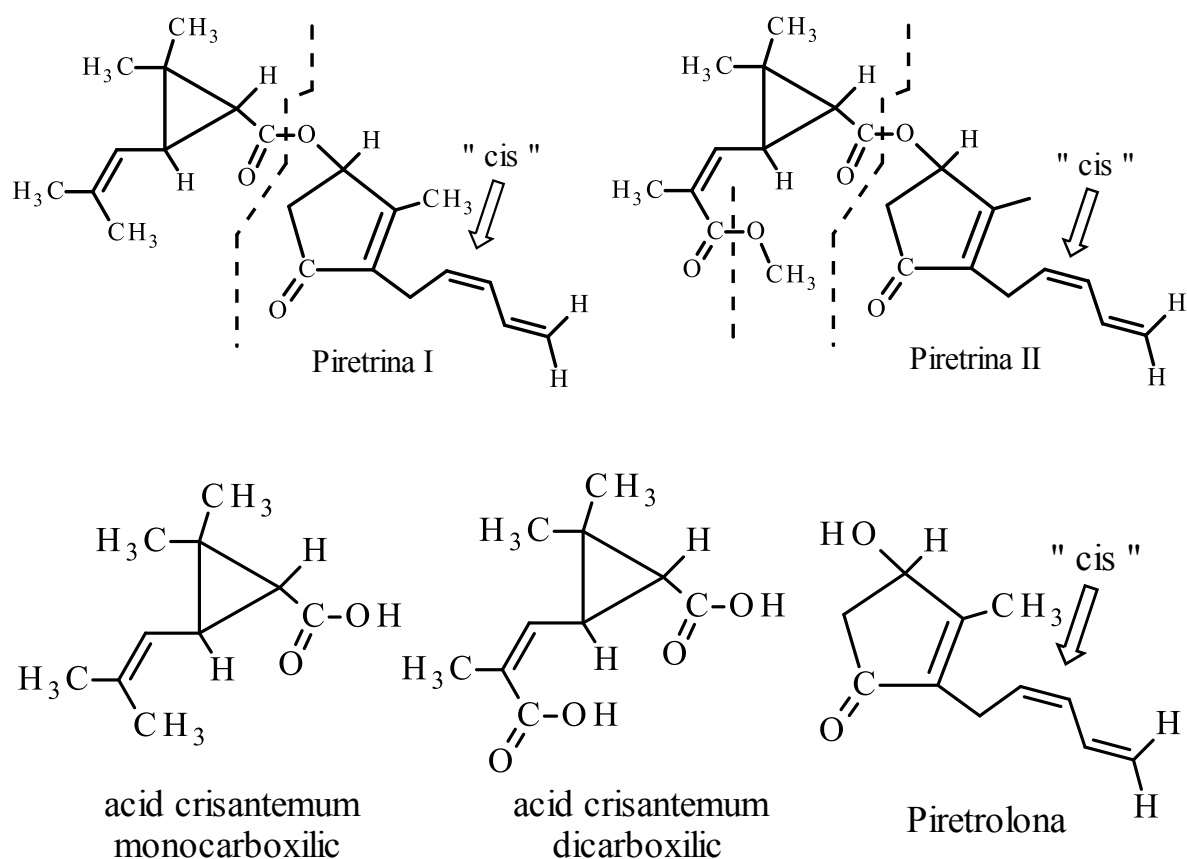
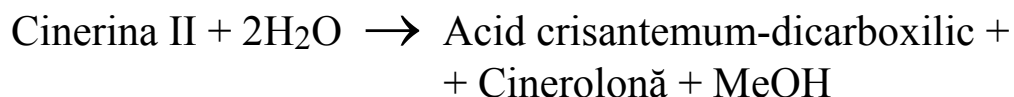
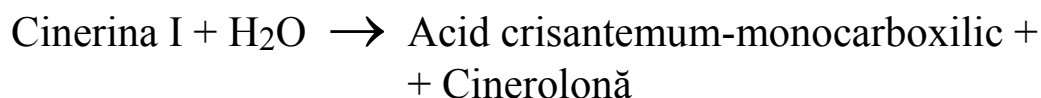
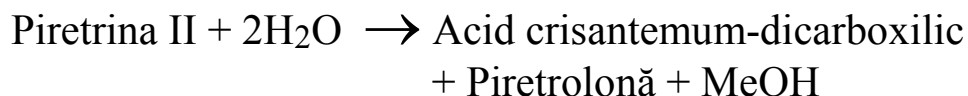
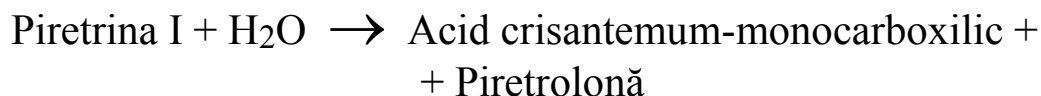
2.4.1.5. Insecticide de origine vegetală

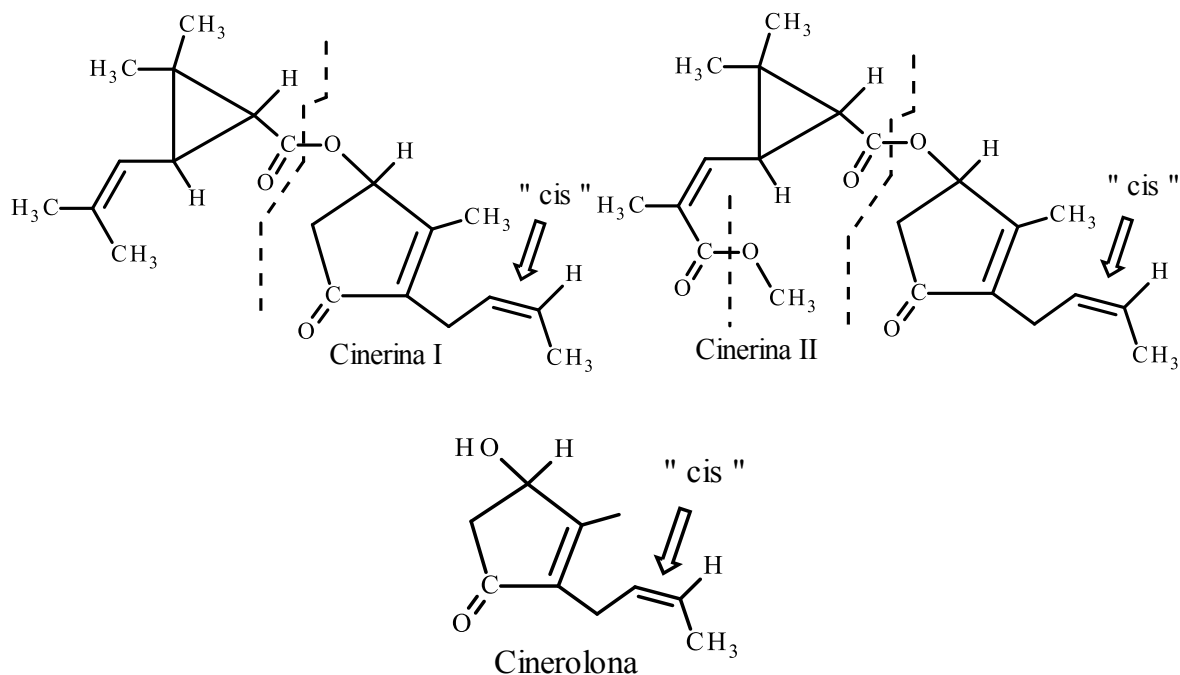
În această categorie sunt incluse substanțele cu acțiune insecticidă care au fost izolate din diferite plante sau care au fost obținute pe cale semisintetică pornind de la substanțe de origine vegetală.

a) *Retrine*

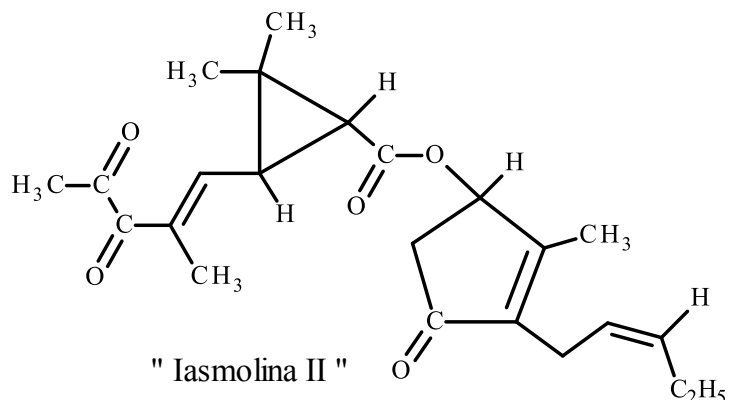
Insecticidele din această clasă au fost izolate din următoarele plante: *Chrysanthemum cinerariaefolium*, *Pyrethrum cinerariaefolium* și *Peonia albiflora*. Clasa conține 4 compuși cu structură înrudită: Piretrina I, Piretrina II, Cinerina I și Cinerina II. Prin hidroliză moleculele compușilor se scindează la o grupare esterică (în cazul Piretrinei I și Cinerinei I) sau la o grupare esterică și o grupare metoxi (în cazul Piretrinei II și Cinerinei II). Ca urmare a hidrolizei, se formează acid crisantemum-monocarboxilic (din Piretrina I și Cinerina I) și acid crisantemum-dicarboxilic (din Piretrina II și Cinerina II). Se mai

formează în urma hidrolizei cetone ciclice nesaturate, anume: Piretrolonă (din Piretrina I și II) și Cinerolonă (din Cinerina I și II). Structurile menționate și schemele reacțiilor de hidroliză sunt redată în continuare (liniile întrerupte indică locurile de scindare hidrolitică).

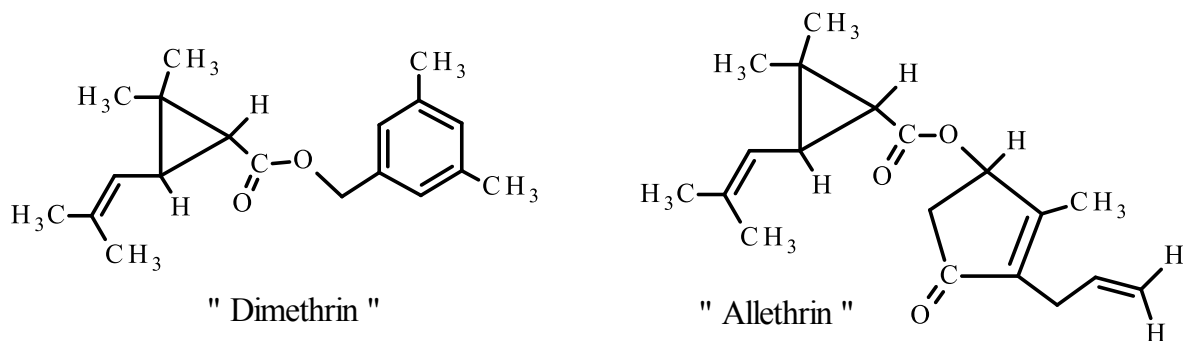


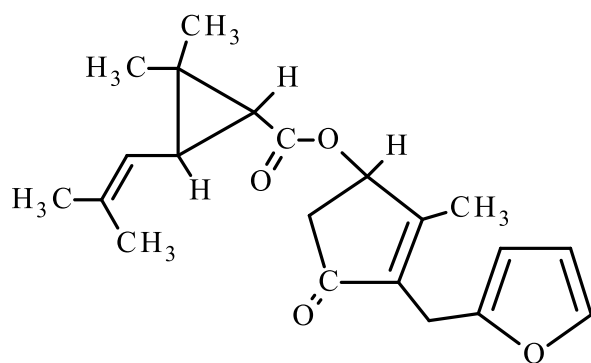


S-a mai izolat din specii de *Chrysanthemum* o altă clasă de substanțe insecticide, Iasmolinele. Cel mai cunoscut reprezentat este Iasmolina II.

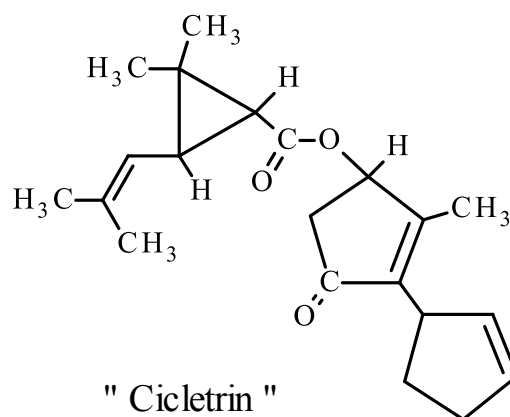


S-au obținut și analogi de sinteză ai retrinilor, cu acțiune insecticidă: "Allethrin", "Furethrin", "Ciclethrin", "Barthrin", "Dimethrin", "Resmethrin", "Ftalthrin", "Cypermethrin".

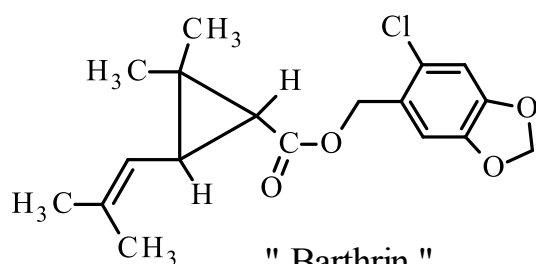




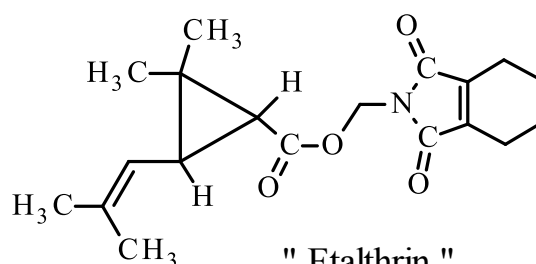
" Furethrin "



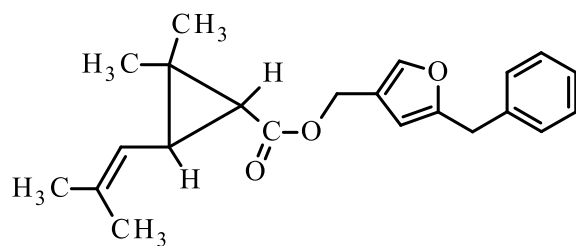
" Cicletrin "



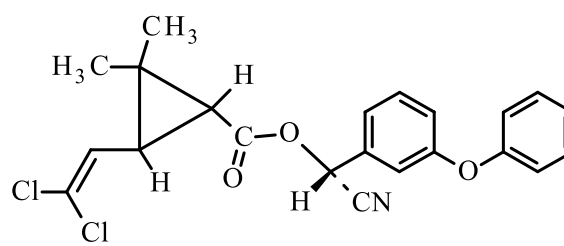
" Barthrin "



" Ftalthrin "

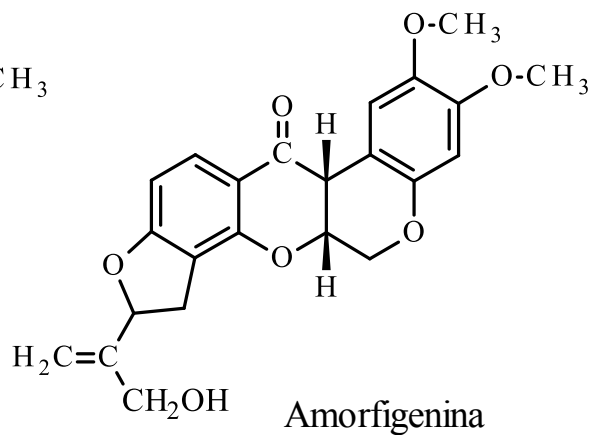
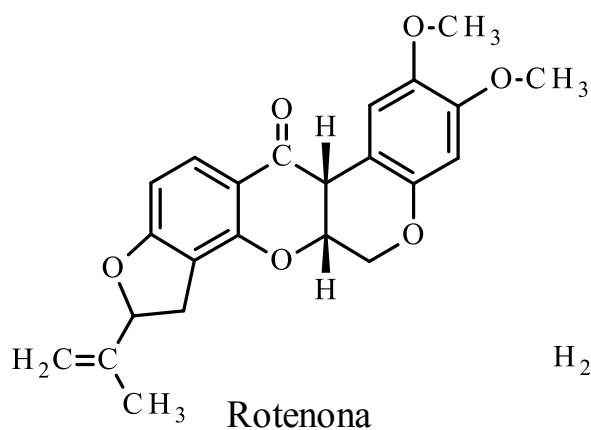


" Resmethrin "



" Cypermethrin "

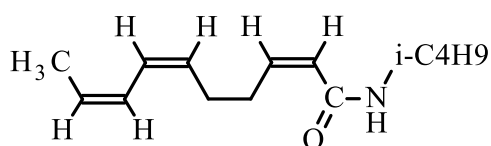
b) Rotenoide



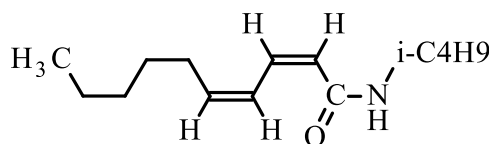
Denumirea se referă la o clasă de compuși cu acțiune insecticidă, izolată din plante tropicale aparținând familiei *Leguminosae*. Structura lor derivă din benzopironă. Reprezentantul cel mai cunoscut al clasei este Rotenona (sinonime: Derina, Tubotoxina), izolată din *Derris chinensis* și din *Derris elliptica*. Din *Amorpha fruticosa* a fost izolată Amorfigenina, un compus insecticid cu structură foarte asemănătoare rotenonei. Structurile Rotenonei și Amorfigeninei sunt redată mai sus.

c) Alte exemple

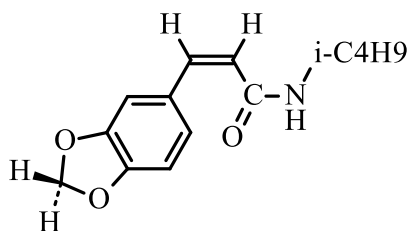
Din diverse familii de *Compositae* și *Rutaceae* au fost izolate substanțe cu acțiune insecticidă aparținând derivaților izobutilamidei nesaturate, alifatice sau aromatice. Câteva structuri, elucidate până în prezent, sunt redată și nominalizate mai jos.



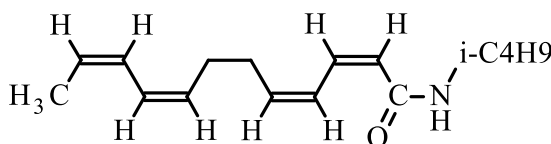
Afinina



Pelitorina

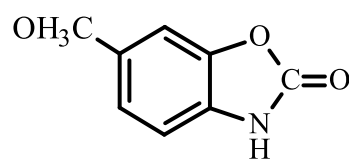
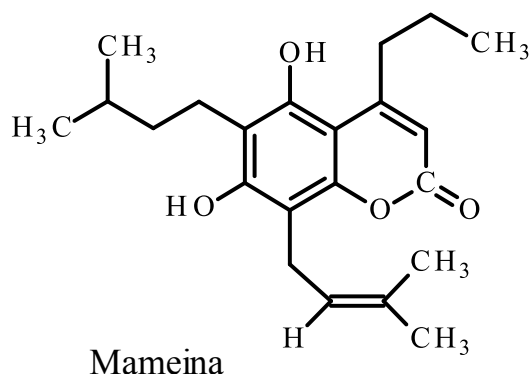


Fagaramida

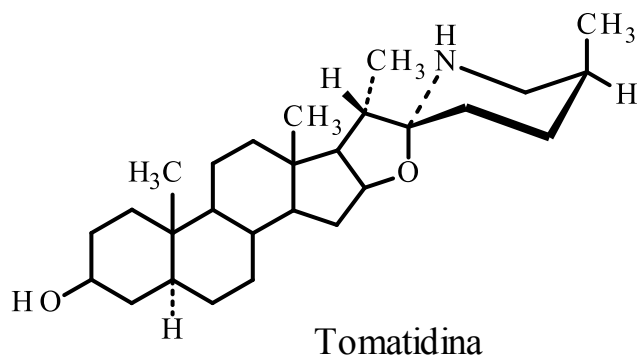


Sanshoamida

Din *Mammea americana* a fost izolată Mameina, iar din porumb s-a pus în evidență 6-metoxi-benzoxazonă, activă împotriva insectei *Pyrausta nubilalis*. Structurile Mameinei și 6-metoxi-benzoxazolonei sunt prezentate mai jos.



Din *Solanum lycopersicum* a fost izolat un glicoalcaloid: Tomatina. Agliconul acestuia (Tomatidina) este un compus toxic față de larva gândacului de cartofi.



2.4.2. Fungicide

Fungicidele sunt substanțe chimice realizate cu scopul protejării plantelor și produselor agricole sau alimentare de acțiunea ciupercilor sau mucegaiurilor dăunătoare sănătății omului, protejării obiectelor de lemn și a produselor textile realizate pe bază de piele sau celuloză. Unele plante sintetizează prin procese biochimice substanțe naturale (fitoalexine) cu care se apără împotriva ciupercilor.

Clasificarea fungicidelor are loc după diferite criterii.

a) După stadiul de dezvoltare al ciupercii fungicidele pot fi:

- preventive (acționează asupra sporilor ciupercilor inhibând dezvoltarea lor);
- curative (distrug miceliul în curs de dezvoltare).

b) După locul de acțiune în planta la care s-au aplicat, fungicidele pot fi:

- locosistemice (sunt eficace la locul de contact cu miceliul atunci când acesta se dezvoltă pe planta-gazdă) ;
- sistemice (pătrund în circuitul de sevă al plantei, în consecință sunt active în orice parte a plantei).

c) După modul de aplicare, fungicidele pot fi:

- foliare (sunt aplicate pe suprafețele aeriene ale plantelor);
- aplicate pe semințe (utilizate contra sporilor rezistenți care pot infecta ulterior planta în timpul creșterii);
- aplicate în sol (acționează împotriva ciupercilor care se dezvoltă în pământ).

d) După structura chimică, fungicidele pot fi:

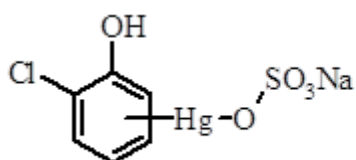
- substanțe anorganice (folosite încă din secolul XIX; majoritatea sunt compuși ai sulfului și ai cuprului);
- substanțe organice sau elementorganice (au toxicitate mai redusă față de mamifere decât cele anorganice, cu acțiune fungicidă bună, dar unii reprezentanți manifestă fitotoxicitate pronunțată).

Fungicidele anorganice fiind depășite în performanțe de cele organice (sau element-organice), prezentul curs tratează în continuare numai clasa cea din urmă a fungicidelor.

Fungicide element-organice

2.4.2.1. Fungicide pe bază de mercur

Primul compus utilizat din această clasă (începând din 1913), obținut din clorfenol și sulfat dublu de sodiu și mercur, are următoarea structură chimică:



Ulterior au fost sintetizate și alte structuri cu formula generală

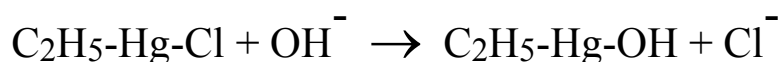
$R-Hg-X$ în care **R** este un rest alchilic sau arilic
X este un rest arilic sau un halogen

Fungicidele organomercurice sunt folosite cu succes pentru protecția cerealelor, plantelor cu utilizare industrială și a pomilor fructiferi. Inconvenientul principal este toxicitatea relativ ridicată pe care o manifestă față de mamifere. În utilizare fungicidele organomercurice se asociază frecvent cu unele insecticide (Lindan, Aldrin, Dieldrin, Heptaclor, insecticide carbamice).

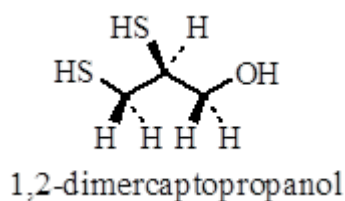
În continuare sunt prezentate structurile și denumirile uzuale ale câtorva reprezentanți mai importanți.

Clorură de etilmercur ("Criptodin", "Granodin", "Granosan", "Cerasan")

Clorura de etilmercur este o pulbere albă (temperatura de topire 192°C), practic insolubilă în apă, greu solubilă în etanol cald. În mediu alcalin hidrolizează:

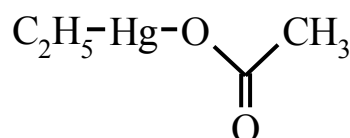


Clorura de etilmercur se utilizează mai ales la tratarea semințelor de cereale, pentru combaterea măluriei și tăciunelului. Din cauza toxicității pronunțate pe care o manifestă față de mamifere, se utilizează sub control strict. În cazurile de intoxicare cu clorură de etilmercur se utilizează, drept antidot, 1,2-dimercaptopropanol:



Acetat de etilmercur ("Abavit")

Substanța este cristalină (p.t. 95°C), solubilă în apă.



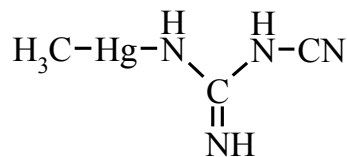
Fosfat de etilmercur

$[\text{C}_2\text{H}_5\text{-Hg}]_3\text{PO}_4$, este o substanță solidă, insolubilă în apă.

Cianură de metilmercur $\text{CH}_3\text{-Hg-CN}$, este o substanță solidă (temperatura de topire 95°C), solubilă în apă. Se utilizează pentru protecția pe calea umedă a semințelor de cereale.

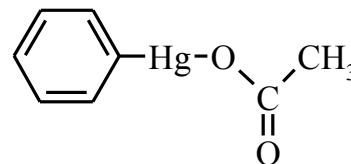
Metilmercur-cianguanidină

Substanța este cristalină albă (p.t. 156°C) solubilă în apă. Se utilizează la protecția culturilor de bumbac și a sfeclei de zahăr.



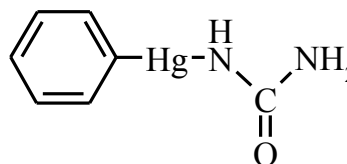
Acetat de fenilmercur (Germisan, PMA, Mersolit)

Substanța se prezintă ca o pulbere albă cu temperatura de topire cuprinsă între 149 și 153°C ; este greu solubilă în apă. Se dizolvă ușor în solvenți organici.



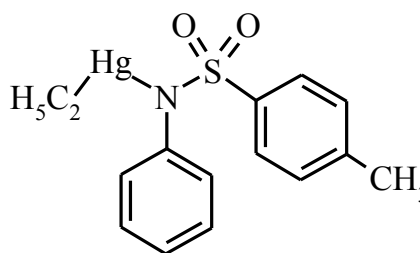
Fenilmercur-ureea (Agrox, PMU)

Substanța se utilizează mai ales ca pulbere umectabilă.



Etilmercur-p-toluen-sulfonanilidă (Cerasan M)

Substanța este folosită din 1948 pentru tratarea semințelor. Formează cristale incolore cu punct de topire cuprins între 154 și 157°C . Este practic insolubilă în apă, slab solubilă în alcool etilic și în benzen, solubilă în acetonă și în cloroform. În timp se descompune lent.



2.4.2.2. Fungicide pe bază de staniu

În anul 1954 *Van der Kerk* a observat faptul că unii derivați de staniu au acțiune fungică și în același timp prezintă toxicitate redusă față de mamifere. Structura generală a fungicidelor dezvoltate pe bază de staniu corespunde uneia din formulele de mai jos.



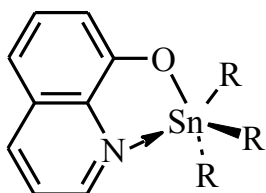
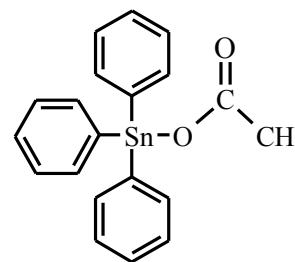
în care “R” reprezintă un rest alchilic sau arilic;

“X” reprezintă un rest de acid, un halogen sau o grupare hidroxilică.

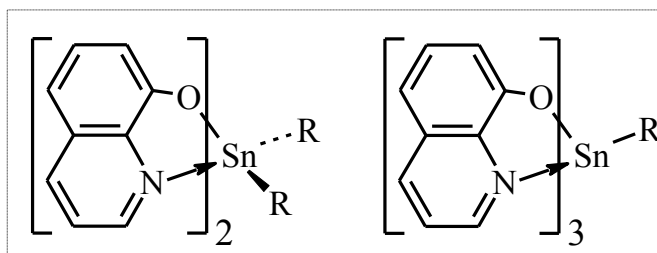
Câțiva reprezentanți ai clasei sunt prezentați mai jos.

Acetat de trifenilstaniu (Brestan)

Substanța se prezintă ca o pulbere gălbuie cu punct de topire cuprins între 118 și 125°C. Este insolubilă în apă, solubilă în solvenți organici uzuali.



Substanțe uleioase,
greu cristalizabile,
cele mai active



Substanțe cristalizabile cu activitatea
fungică mai redusă

8-hidroxichinolinați de staniu

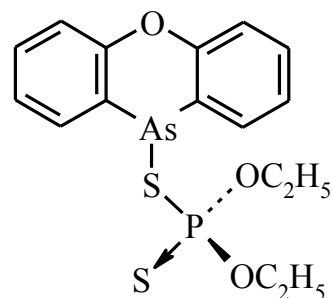
Această clasă cuprinde substanțe cu structuri care corespund uneia din cele trei tipuri redată mai jos. Substanțele care corespund primei structuri generale sunt uleioase, greu cristalizabile și prezintă activitatea fungică cea mai accentuată. Substanțele care corespund celorlalte

două structuri generale, cristalizează ușor și au activitate fungică mai redusă.

2.4.2.3. Fungicide pe bază de arsen

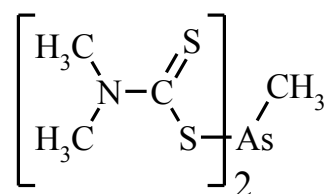
Tiarsin

(O,O'-dietil-S-fenoksiarsin-ditiofosfat) este utilizat pentru tratarea semințelor diferitelor culturi. Prezintă toxicitate redusă față de mamifere: DL50 = 300 mg/kg



Tuzet (Metilarsin-dimetil-ditiocarbamat)

este un fungicid utilizat pentru tratarea pomilor fructiferi.

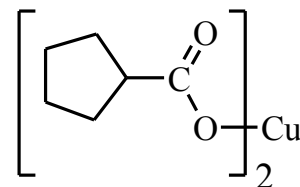


2.4.2.4. Fungicide organice cu cupru

Naftenați de cupru

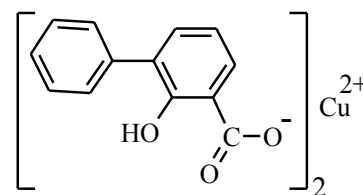
Substanțele aparținând acestei clase se prezintă ca lichide vâscoase de culoare verde închisă. Au miros neplăcut, sunt foarte puțin volatile. Reprezentanții sunt practic insolubili în apă, moderat solubili în uleiuri minerale, solubili în majoritatea solvenților organici. De regulă se utilizează un amestec de compuși, amestec în care domină derivații structurii prezentată mai jos.

Naftenații de cupru se condiționează în forma de soluții preparate în petrol. Fungicidele pe bază de naftenați de cupru sunt utilizate pentru protecția materialelor lemnoase. Au toxicitate redusă față de mamifere dar prezintă fitotoxicitate considerabilă.



3-fenil-salicilat de cupru

3-fenil-salicilatul de cupru este o substanță cristalină cu punctul de topire cuprins între 148 și 152°C. Este un compus practic insolubil în apă,

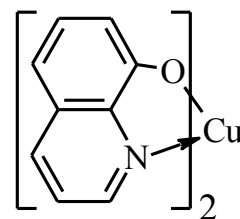


solubil în solvenți organici aromatici (la concentrația maximă de aproximativ 5%).

Fungicidul 3-fenil-salicilat de cupru este utilizat pentru protecția țesăturilor, hârtiei și a stofelor. Previne eficient procesele de putrezire provocate de mucegaiuri.

8-hidroxichinolinat de cupru

Acest fungicid este o substanță cristalină, galben-verzuie, insolubilă în apă, în alcool etilic și în solvenți organici uzuali. Asociat cu 2-etilhexanoat de nichel și cu nonilfenol, 8-hidroxichinolinatul de cupru este eficient împotriva *Aspergillus niger* și *Penicillium citrium*.



Fungicide organice

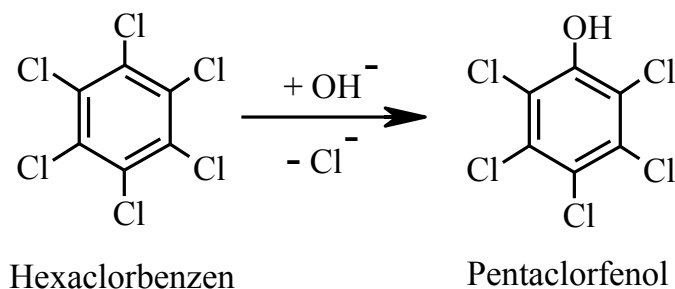
2.4.2.5. Fungicide organice halogenate

Unele insecticide clorurate (Aldrin, Clordan, heptaclor) sunt active și față de unele ciuperci parazite care se dezvoltă în sol sau pe semințe. Derivații halogenați aromatici (*o*- și *p*-diclorbenzen, hexaclorbenzen) servesc numai ca fungicide de sol.

În continuare sunt enumerați câțiva reprezentanți ai clasei de fungicide organice.

***Hexaclorbenzen* (HCB)**

HCB este o substanță cristalină cu punct de topire 231°C, insolubilă în apă, solubilă în benzen, în etanol și în alți solvenți organici. La încălzire efectuată în mediu alcalin se transformă în pentaclorfenol.

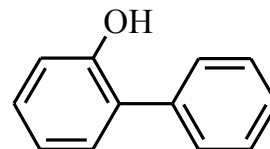


2.4.2.6. Derivați fenolici

Acțiunea fungică a fenolului se accentuează prin substituție cu halogen, cu gruparea nitro ($-\text{NO}_2$), grupare alchilică sau arilică.

o-fenil-fenol (uneori se utilizează sarea de sodiu).

Acest fungicid este utilizat în special pentru impregnarea ambalajelor în scopul prevenirii putrezirii fructelor ambalate.

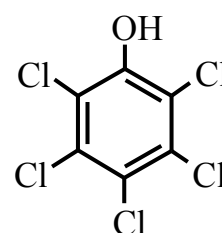


2.4.2.7. Fungicide din clasa halogenofenolilor

Substituentul de $-\text{Cl}$ în poziția *m*- și *p*- sporește acțiunea fungică a fenolului. Activitatea fungică crește cu creșterea gradului de substituție.

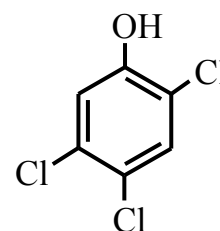
Pentaclorfenol (uneori se utilizează sarea de sodiu) (Dowcite 7, Prevental, Santofen)

Pentaclorfenolul (sau sarea de sodiu) se utilizează ca adaos ($\sim 1\%$) în pudre. Se mai utilizează pentru protecția articolelor de piele, a materialelor textile și a fibrelor sintetice. Manifestă fitotoxicitate față de anumite plante, motiv pentru care se utilizează și ca erbicid.



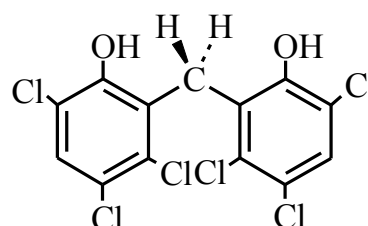
2,4,5-triclorfenol

2,4,5-triclorfenolul este o substanță cristalină (temperatura de topire 66°C) insolubilă în apă, solubilă în solvenți organici uzuali. Sarea de sodiu este solubilă în apă, este higroscopică și este insolubilă în solvenți organici nepolari sau cu polaritate redusă. Se utilizează pentru protejarea articolelor din cauciuc natural și pentru tratarea semințelor de bumbac.



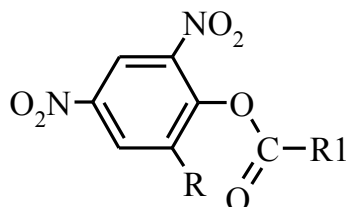
Hexaclorfen (Nabac)

Fungicidul Hexaclorfen este utilizat mai ales pentru tratarea solului.



2.4.2.8. Fungicide din clasa esterilor nitrofenolilor

Fungicidele din această clasă se pot reprezenta prin formula generală prezentată mai jos. Tabelul de mai jos redă denumirea și structura câtorva reprezentanți.



Tabelul 2.14.
Fungicidele din clasa esterilor nitrofenolilor

Denumirea	R	R1
<i>Binapacril</i> (Acricid, Morocid)	<i>sec</i> -butil	2,2-dimetil-vinil
<i>Dinobuton</i>	<i>sec</i> -butil	<i>n</i> -propil
<i>Dinocton</i>	metil	3-octil
<i>Dinopenton</i>	<i>i</i> -amil	<i>n</i> -propil
<i>Dinoterbon</i>	<i>i</i> -propil	etil
<i>Karathan</i> (amestec de doi compuși)	<i>i</i> -heptil (activ)	2-metil-vinil
	nitro (mai puțin activ)	

Reprezentanții cei mai utilizați sunt Binapacril și Karathan. Karathan este un amestec de doi compuși, unul mai activ iar celălalt cu activitate mai redusă. Fungicidul Karathan și Binapacrilul sunt utilizați cu succes împotriva făinării. Binapacrilul prezintă toxicitate redusă față de mamifere ($DL_{50} = 165 \text{ mg/kg}$).

2.4.2.9. Fungicide din clasa derivaților de chinone

Substanțele cu acțiune fungicidă, care sunt derivați ai chinonelor, sunt folosite încă din anul 1940. Fungotoxicitatea derivaților chinonici scade în ordinea următoare:

naftochinonă > fenantrenchinonă > benzochinonă > antrachinonă

Chinonele cu acțiune fungică sunt de regulă derivați (poli)halogenați. În funcție de natura halogenului grefat de nucleul chinonic, activitatea fungică scade în ordinea următoare:



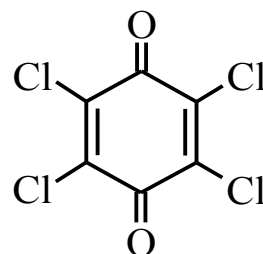
Substituenții -OH, -OCH₃ și alchil, poziționați vicinal cu gruparea carbonil, scad activitatea fungică.

Unele chinone prezintă acțiune sistemică: aplicate pe plante măresc rezistența acestora față de infecții determinate de ciuperci.

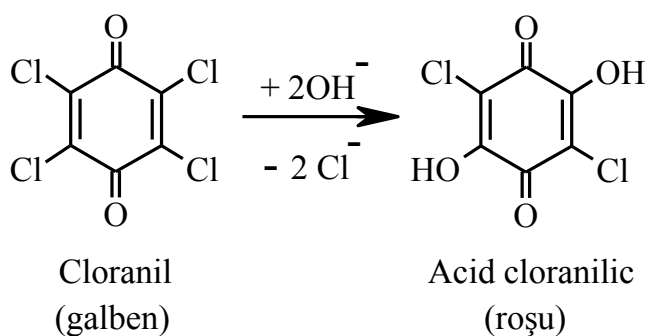
În continuare sunt listați câțiva reprezentanți ai clasei.

Cloranil (Spergon)

Cloranilul (2,3,5,6-tetraclor-1,4-benzochinonă) este o substanță cristalină (p.t. 285°C) galbenă-aurie, insolubilă în apă, solubilă în hidrocarburi, etanol, eter etilic, acetonă, dimetilsulfoxid. Este stabilă în mediu neutru și în mediu acid dar hidrolizează ușor în mediu alcalin și se formează acid cloranilic, un compus inactiv (vezi mai jos).

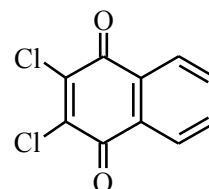


Cloranilul este utilizat pentru tratarea semințelor de porumb, bumbac, orez, trifoi, mazăre, fasole. Nu este eficient ca fungicid foliar deoarece este instabil la acțiunea luminii și umezelii. Toxicitatea față de mamifere este foarte redusă (DL₅₀ = 4000 mg/kg).



Diclornaftochinonă (Dichlone)

Substanța este o pulbere cristalină galbenă (p.t. 193°C) insolubilă în apă, solubilă în solvenți organici. Este chimic mai stabilă decât cloranilul.



Acțiunea fungică a dicloro-naftochinonei este de câteva ori mai mare decât acțiunea cloranilului. Acest fungicid este utilizat cu succes pentru tratarea semințelor, ca fungicid foliar (în pomicultură) și pentru protejarea culturilor de cafea și de citrice. Toxicitatea față de mamifere este relativ scăzută: $DL_{50} = 1300 \text{ mg/kg}$.

2.4.2.10. Fungicide din clasa ditiocarbamaților

Această clasă cuprinde derivați ai acidului ditiocarbamic. Reprezentanții clasei sunt utilizați la combaterea bolilor criptogamice. Compușii implicați prezintă în general fitotoxicitate redusă, motiv pentru care sunt utilizați frecvent în pomicultură și legumicultură, mai ales în tratamente foliare preventive.

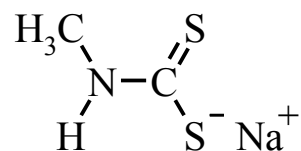
Din punct de vedere chimic se pot deosebi 4 grupe ale clasei:

- derivați ai acidului N-metil-ditiocarbamic;
- derivați ai acidului N,N-dimetil-ditiocarbamic;
- derivați ai acidului N,N-etilen-bis-ditiocarbamic;
- derivați ai tiuramului.

Câteva reprezentanți sunt enumerați în continuare.

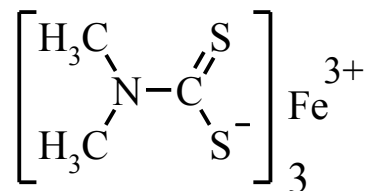
Vapam (Metam)

Vapam (N-metil-ditiocarbamat de sodiu) este un fungicid cu spectru larg de acțiune.



Ferbam (Fermat)

Ferbam (N,N-dimetil ditiocarbamat de fier) se prezintă ca o pulbere de culoare închisă insolubilă în apă, solubilă în acetonă, cloroform, piridină. Compusul este stabil în mediu alcalin. Ferbam este condiționat în formă de pulbere umectabilă. Se utilizează în pomicultură și în viticultură.



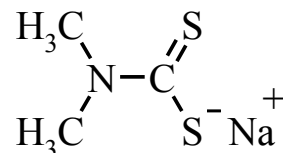
Ziram (Zerlate, Carbazin, Pomarsol)

Ziram (N,N-dimetil-ditiocarbamat de zinc) este o substanță cristalină (p.t. 246°C) albă, insolubilă în apă și în etanol; este solubilă

în soluții diluate de hidroxizi alcalini, în cloroform, sulfură de carbon, dimetilformamidă, acid clorhidric concentrat. Se condiționează în formă de pulbere umectabilă și se utilizează în pomicultură și în viticultură. Ziram este deosebit de activ față de răpanul merilor, mana viței de vie și față de unele boli răspândite mai ales în legumicultură.

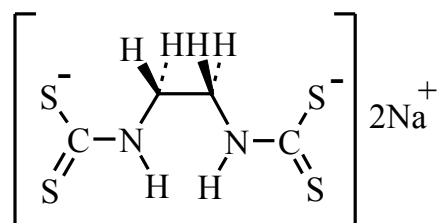
Diram

Diram N,N-dimetil-ditiocarbamat de sodiu este o substanță cristalină albă, solubilă în apă. Se utilizează mai ales pentru tratarea solului și a semințelor.



Nabam (Dithane)

Nabam (etilen-bis-ditiocarbamat de sodiu) este o substanță cristalină albă, solubilă în apă. Soluția se colorează, stând la aer, în brun-roșcat cu depunere de sulf.



Zineb (Amabam) - etilen-bis-ditiocarbamat de zinc

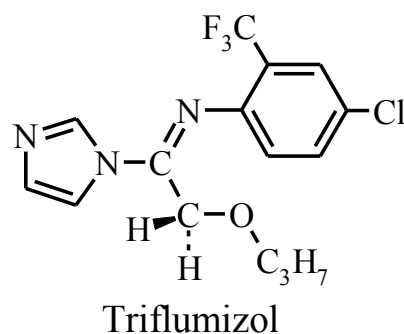
Anionul este identic cu cel al Nabamului. Substanța se prezintă ca o pulbere alb-gălbuie, insolubilă în apă, solubilă în solvenți organici uzuali. Este instabilă la lumină, căldură, umiditate. În mediu alcalin se descompune. Ioni Cu^{2+} catalizează descompunerea. Zineb este un fungicid foliar utilizat pentru combaterea numeroaselor boli criptogamice ca mana viței de vie, răpanul merilor și perilor, pătarea neagră a frunzelor de trandafir etc.

Maneb (Tersan) - etilen-bis-ditiocarbamat de mangan

Anionul substanței este identic cu cel al Nabam-ului. Substanța formează cristale gălbuie insolubile în apă, solubile în solvenți organici uzuali. Este instabilă la acțiunea umidității, acizilor și bazelor.

2.4.2.11. Fungicide cu heterocicluri

Triflumizol (Trifmin - Nippon Soda Co., Ltd.)

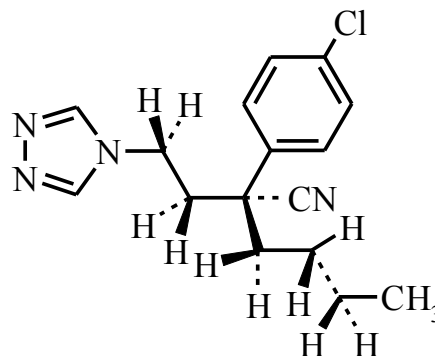


Din punct de vedere chimic este E-4-cloro- α,α,α -trifluoro-N-[1-(1-H-imidazol -1-il)-2-propoxi-etiliden]-o-toluidină. Acțiunea substanței active constă în inhibarea biosintezei ergosterolului.

Myclobutanil

(Systhane - produs de firma Rohm - Haas)

Din punct de vedere chimic este α -butil- α -(4-clorfenil)-1H-1,2,3-triazol-1-propan-nitril. Acțiunea substanței constă în inhibarea biosintezei colesterolului.



Myclobutanil

2.4.3. Micotoxine

Această denumire se referă la o clasă de substanțe toxice sintetizate de diferite mucegaiuri. Din punct de vedere chimic sunt eteri ciclici sau lactone. Moleculele lor conțin carbon, hidrogen și oxigen, mai rar clor (însă nu conțin azot). Micotoxinele sunt substanțe cu toxicitate deosebit de avansată. Se disting prin stabilitate termică deosebită. Importanța lor în cadrul prezentului curs constă în faptul că micotoxinele pot apărea pe diverse produse mucegaite (cereale, furaje, fructe, făină, alune, tutun *etc.*), depozitate în condiții necorespunzătoare. În literatura de specialitate au fost semnalate numeroase îmbolnăviri grave care au fost cauzate de intoxicare cu micotoxine. Unele micotoxinele induc cancer, altele produc afecțiuni pulmonare sau hematologice foarte grave. Unul din reprezentanții acestei categorii este cunoscut a fi cel mai cancerigen dintre toate substanțele chimice cunoscute.

Categoria micotoxinelor cuprinde câteva clase distincte atât din punctul de vedere al structurii moleculare cât și din punctul de vedere al provenienței. Clasele cele mai cunoscute ale micotoxinelor sunt următoarele:

- aflatoxine;
- ochratoxine;
- nidulina și derivații ei;
- tricotecene;
- sterigmatocistina și derivații ei;

- patulina (clavacina).

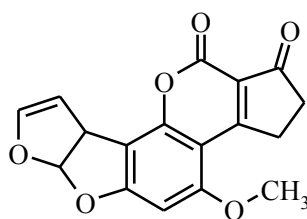
Având în vedere toxicitatea și stabilitatea lor deosebită, se impune depistarea lor mai ales în produse cu destinație alimentară. Controlul analitic al produselor implică următoarele operații de laborator:

- extracție (de regulă cu apă);
- spălări (cu solvenți organici);
- purificare și separare (prin cromatografie în strat subțire sau prin tehnica HPLC);
- determinare cantitativă (prin spectrometrie de absorbție optică sau fluorimetrie).

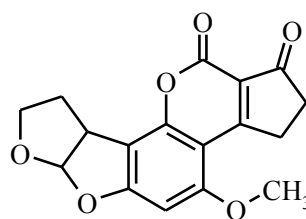
2.4.3.1. Aflatoxine

Aflatoxinele sunt substanțe sintetizate de diferite specii de *Aspergillus* (de exemplu de *Aspergillus flavus*). Structura lor moleculară conține grupări eterice și lactonice. Sunt substanțe cancerigene. Specii-le de *Aspergillus* sintetizează patru varietăți de aflatoxine (B_1 , B_2 , G_1 și G_2). La iluminare cu radiație ultravioletă aflatoxinele prezintă fluorescență. Numele aflatoxinelor este generat după culoarea fluorescenței pe care o produc. Aflatoxinele B_1 și B_2 produc fluorescență albastră ("Bleu") iar aflatoxinele G_1 și G_2 produc fluorescență verde ("Green").

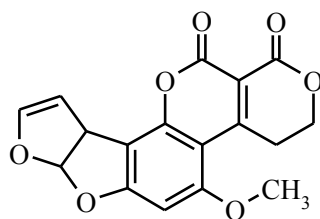
Aflatoxinele sunt solubile în apă și sunt deosebit de termorezistente (se descompun numai în jur de 300°C). Structurile lor moleculare sunt redate mai jos.



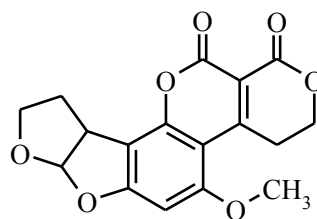
Aflatoxina B_1



Aflatoxina B_2

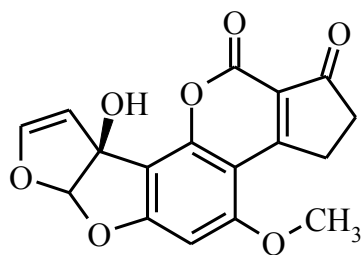


Aflatoxina G_1

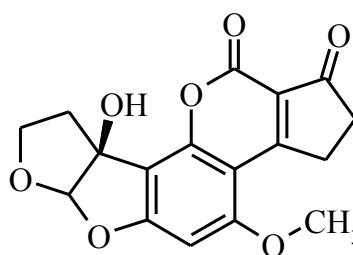


Aflatoxina G_2

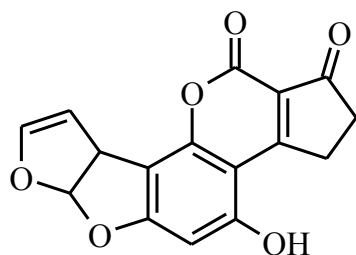
Au fost izolați și metaboliți ai aflatoxinelor; structurile lor sunt prezentate în continuare.



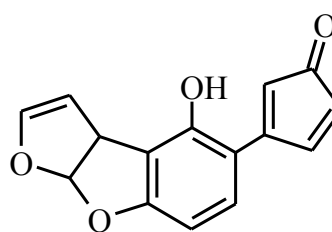
Aflatoxina M₁



Aflatoxina M₂

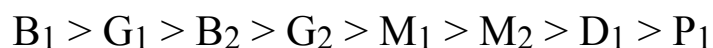


Aflatoxina P₁

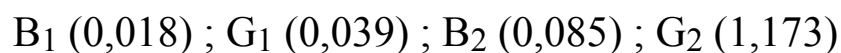


Aflatoxina D₁

Toxicitatea aflatoxinelor scade în ordinea următoare:



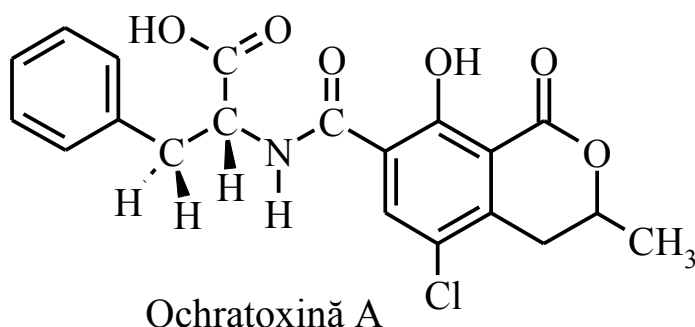
Aflatoxina B₁ este substanța chimică cea mai cancerigenă cunoscută. Comparativ sunt exprimate, prin valorile DL₅₀ (mg/kg), toxicitățile câtorva aflatoxine:



Aflatoxina P₁ este practic lipsită de toxicitate iar toxicitatea aflatoxinei D₁ este de aproximativ 450 de ori mai redusă decât toxicitatea aflatoxinei B₁. Aflatoxina D₁ se poate obține din aflatoxină B₁ prin amonoliză.

2.4.3.2. Ochratoxine

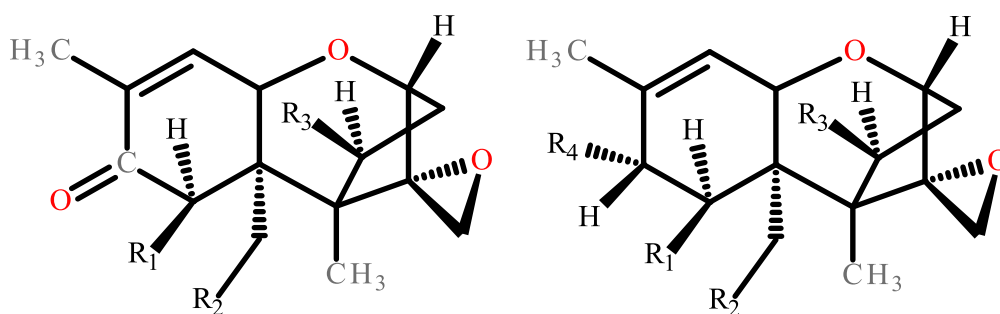
Reprezentantul cel mai cunoscut este ochratoxina A sintetizat de specia *Aspergillus ochraceus*. Structura moleculară a acestui compus a fost elucidată în anul 1963.



2.4.3.3. Tricotecene

Se cunosc în prezent aproximativ 40 de reprezentanți ai clasei tricotecenelor. Aceste substanțe sunt metaboliți ai mai multor specii de fungi: *Fusarium*, *Tricothecium*, *Mycothecium*, *Cephalosporium*, *Stahybotrys*. În țara noastră prezintă pericol mai mare decât aflatoxinele (din cauza climei). Produsele pe care se pot dezvolta speciile producătoare de ochratoxine sunt cereale, alimentele pe bază de cereale, legume, fructe. Din cele aproximativ 40 de reprezentanți izolați până în prezent, în special 5 prezintă pericol real: Toxina T-2, Nivalenol, Deoxinivalenol, Fusarenon-X și Neosolaniol.

Tricotecenele provoacă intoxicații acute, vomismente, slăbire, diaree, tahicardie, hipotensiune, colaps. La nivelul intestinal produc hemoragii, eroziuni și ulcere. Se cunosc și forme subacute de intoxicații: leucopenie, anemie.



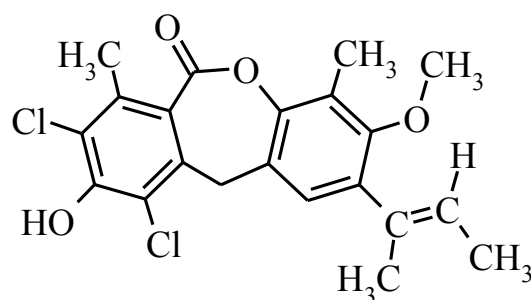
Structurile moleculare generale ale tricotecenelor sunt redată mai sus, iar tabelul următor conține structurile individuale și denumirile a cinci reprezentanți mai importanți (cu referire la structurile generale de mai sus).

Tabelul 2.15.
Structurile tricotecenelor

Denumire	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	DL ₅₀ (mg/kg)
Toxina T-2	-H	-O-C(O)-CH ₃	-O-C(O)-CH ₃	-O-C(O)-iBu	3,8
Nivalenol	-OH	-OH	-OH	-	4
Deoxinivalenol	-OH	-OH	-H	-	70
Fuserenon-X	-OH	-OH	-O-C(O)-CH ₃	-	4
Neosolaniol	H	-O-C(O)-CH ₃	-O-C(O)-CH ₃	-OH	14,5

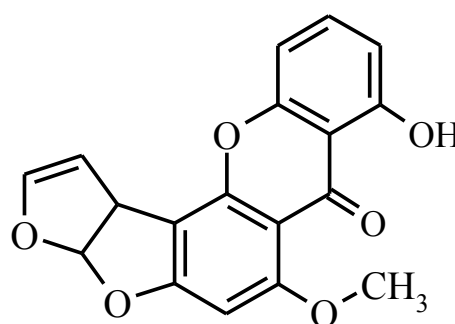
2.4.3.4. Nidulina

Nidulina este o toxină izolată în anul 1963 din *Aspergillus nidulans*. Structura moleculară este redată alăturat.



2.4.3.5. Sterigmatocistine

Aceste toxine sunt biosintetizate de *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus flavus* și *Aspergillus nidulans*. Structura moleculară a strigmatocistinelor seamănă cu structura aflatoxinei G₁. Formula alăturată reprezintă unul din reprezentanți.



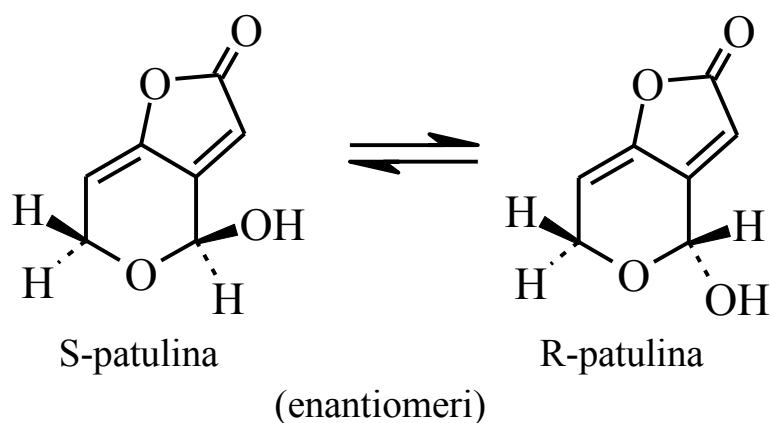
Reprezentanții mai importanți ai clasei sunt:

- 5-metoxi-sterigmatocistină;
- 6-metoxi-sterigmatocistină;
- dihidro-sterigmatocistină;
- dihidro-demetil-sterigmatocistină.

Sterigmatocistinele produc intoxicații asemănătoare cu cea a aflatoxinei B₁ (sunt compuși hepatotoxici, carcinogeni, mutageni, teratogeni) însă toxicitatea acută a lor este mai redusă decât cea a aflatoxinei B₁.

2.4.3.6. Patulina (Clavacina)

Patulina este produsul biosintetic al speciilor *Aspergillus clavatus*, *Aspergillus giganteus*, *Penicillium urticae* și *Penicillium expansum*. Compusul apare în două forme izomere: S-patulina și R-patulina. Cele două forme pot trece una în cealaltă. Structura moleculară este redată în continuare.



Patulina este instabilă în mediu acid și în mediu alcalin. La încălzire rezistă până la 80°C. Inhibă diviziunea celulară (blochează mitoză și metafază) și respirația celulară și tisulară.

2.5. ADITIVI ALIMENTARI

2.5.1. Aditivii alimentari definiții, caracteristici generale

Practic nu există nici o rețetă de produs alimentar care să nu conțină conservanți, antioxidanți, coloranți, amelioratori, sau edulcoranți. Chiar dacă pentru fiecare aditiv alimentar este stabilită, prin legislația în vigoare, doza admisă pe unitatea de produs și alimentele la care poate fi folosit, complexitatea ingredientelor esențiale și facultative mărește posibilitatea utilizării unei game mari a aditivilor, cu pericolul necunoașterii efectului sinergetic al utilizării aditivilor alimentari în asocieri multiple.

Conform normelor oficiale, prin aditivi alimentari se înțelege orice substanță care, în mod normal, nu este consumată ca aliment în sine și care nu este ingredient alimentar caracteristic având sau nu o valoare nutritivă și prin a cărei adăugare intenționată la produsele alimentare în scopuri tehnologice, în decursul procesului de fabricare, prelucrare, preparare, tratament și ambalare a unor asemenea produse alimentare devine o componentă a acestor produse alimentare. Aditivii alimentari sunt substanțe adăugate în produsele alimentare cu scopul de a le modifica sau crea anumite proprietăți, a facilita anumite operații de prelucrare și a asigura o anumită stabilitate în timp.

Numărul acestor substanțe este relativ mare și sunt admise legal în diferite țări, pe baza unui nomenclator acceptat pe plan internațional. Industria alimentară are ca obiectiv principal obținerea produselor alimentare care să satisfacă cerințele consumatorilor, aspectul, calitatea organoleptică și respectarea prevederilor legislației în vigoare în ceea ce privește securitatea alimentară a consumatorilor. Aspectul alimentelor are o mare influență ori de câte ori suntem ispitiți să mâncăm. Culoarea este un factor în acest sens și este prima ca importanță în analiza senzorială pe care o efectuăm unui aliment. În cazul alimentelor necolorate sau a celor care și-au pierdut culoarea în timpul procesării, adăugarea culorii este inevitabilă.

În conformitate cu definiția manualului procedural al Comisiei Codex Alimentarius FAO/OMS, ... *"aditivul semnifică orice substanță, chiar de natură microbiologică, care nu este consumată în mod normal*

ca aliment și care nu este folosită în mod normal ca ingredient tipic al alimentului, chiar dacă are sau nu valoare nutritivă, a cărei adăugare în produsul alimentar este legată de un scop tehnologic (și organoleptic) în fabricarea, ambalarea sau păstrarea produselor alimentare, cu efect cert sau de la care se așteaptă efecte convenabile (directe sau indirecte) asupra proprietăților acestora. Termenul nu include contaminanții sau substanțele adăugate în alimente pentru menținerea sau îmbunătățirea calităților nutritive".

Definiția de mai sus exclude acele substanțe care ajung în produsele alimentare în mod accidental, cum ar fi substanțele chimice pentru stimularea creșterii plantelor și animalelor și care uneori sunt denumite, în mod eronat, aditivi accidentali și care în fond nu sunt altceva decât contaminanți chimici (clase reprezentative ale contaminanților chimici sunt pesticidele, hormonii de creștere, antibioticele *etc.*, substanțe utilizate în zootehnie).

Definiția juridică a UE pentru aditivii alimentari este stabilită în Regulamentul (CE) 1333/2008 privind aditivii alimentari, care s-a aplicat de la 20 ianuarie 2010. Această definiție este foarte apropiată de cea aprobată de *Codex Alimentarius*: „*orice substanță care nu este consumată în mod normal ca aliment, și care nu este folosită în mod normal ca un ingredient tipic alimentului, chiar dacă are sau nu valoare nutritivă, a cărei adăugare în produsul alimentar este legată de un scop tehnologic (și organoleptic) pentru fabricarea, ambalarea sau păstrarea produselor alimentare, cu efect cert sau de la care se așteaptă efecte convenabile (directe sau indirecte) asupra proprietăților acestora*”.

Cercetările recente efectuate în diferite țări ale lumii, inclusiv în țara noastră, precum și studiile întreprinse în cadrul unor organisme internaționale (FAO/OMS) au demonstrat faptul că trebuie perfecționat conceptul de calitate a alimentelor; acesta trebuie să întrunească cele patru caracteristici inseparabile: valoarea psiho-senzorială, valoarea energetică, valoarea biologică și valoarea igienică.

Aditivii alimentari sunt folosiți cu următoarele scopuri:

- conservarea valorii nutritive a unui produs alimentar;

- ameliorarea duratei de conservare și a stabilității unui produs alimentar;
- avantajarea fabricării, ambalării, depozitării și transportului produselor alimentare;
- îmbunătățirea caracteristicilor senzoriale ale produselor alimentare.

Folosirea aditivilor nu este justificată în următoarele cazuri:

- doza de folosire pune în pericol sănătatea consumatorilor;
- aditivul diminuează sensibil valoarea nutritivă a produsului alimentar vizat;
- prin utilizarea aditivilor se intenționează mascarea defectelor produsului alimentar sau ascunderea unor defecte de fabricație sau manipulare;
- prin utilizarea aditivilor s-ar induce în eroare consumatorul.

2.5.2. Aspecte toxicologice ale folosirii aditivilor alimentari

Aditivul alimentar, autorizat pentru folosire în industria alimentară, are nevoie de studii toxicologice: studii de toxicitate acută, studii biochimice, toxicitatea pe termen scurt, lung, studii asupra reproducerii, cancerogenitatea, mutagenitatea și observațiile la om. Pentru protejarea sănătății consumatorilor, „*UN's Food & Agriculture Organization*“ (FAO)/Organizația Mondială a Sănătății (OMS) a introdus noțiunea de doză zilnică acceptabilă (DZA), care reprezintă cantitatea de aditiv ce poate fi ingerată zilnic, prin alimente, de-a lungul întregii vieți, fără riscuri.

Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească un aditiv alimentar sunt următoarele: să nu fie toxic și să nu fie cancerigen la diferite niveluri de utilizare, să nu conțină impurități toxice; pentru a putea fi folosit, aditivul trebuie să aibă dispersabilitate și/sau solubilitate adaptate la încorporarea sa în faza apoasă și/sau în faza lipidică din produsul alimentar; să nu imprime gust și miros particular produsului alimentar în care se încorporează; să fie stabil la lumină atunci când este introdus în produs și să se prezinte sub formă dispersată sau solubilizată, la pH între 2-8; să nu fie afectat de temperaturile la care se face tratamentul termic (pasteurizare, fierbere, sterilizare); să fie stabil în timpul depozitării produsului alimentar în care s-a introdus; să nu

reacționeze cu urmele de metale și nici cu agenții oxidanți sau reducători; caracteristicile să fie identice de la un lot la altul; să fie disponibil și relativ ieftin, să fie aprobat prin legislația sanitară în vigoare.

Aditivii produselor biotehnologice alimentare sau farmaceutice, care îmbunătățesc calitățile produselor finite (miros, gust, aspect), le colorează sau au rol de excipienți, pot provoca efecte toxice. În aceste categorii se înscriu unii aromatizanți, potențatori de aromă, coloranți, emulsionanți, conservanți, antioxidanți, îndulcitori.

Conservanții utilizați la fabricarea conservelor pot avea acțiuni nefaste în cantități mari, asupra organismelor, cu toate că au rolul de a împiedica multiplicarea unei flore nedorite (sunt substanțe antiseptice) și previn modificările de calitate.

Antiseptice precum: dioxidul de sulf și generatorii de dioxid de sulf (sulfat, bisulfat, metabisulfat, piro-sulfat), acidul benzoic, benzoații, esterii acidului *p*-hidroxibenzoic, acidul salicilic, acidul sorbic, sorbații alcalini, acidul propionic, propionații, acidul acetic, acetații, acidul formic, formiații, acidul boric, difenilul, boraxul, urotropina, apa oxigenată, clorura de sodiu pot cauza stări toxice organismelor.

Deasemenea, în materia primă utilizată pentru obținerea alimentelor pot fi întâlnite în mod accidental, neintenționat, o serie de substanțe toxice (îngrășăminte chimice, pesticide folosite ca ierbicide, insecticide, deparazitante, acaricide, fungicide, rodenticide, moluscide, nematocide, metale grele, deșeuri radioactive *etc.*).

La folosirea aditivilor alimentari se impun următoarele condiții:

- absența pericolului, ca urmare a unei eventuale acumulări de doze sau efecte în timp, condiții care se verifică experimental pe cel puțin două specii de animale;
- utilizarea lor să fie acceptată ca necesară și motivată pe considerente științifice și/sau tehnice. FAO/OMS recomandă utilizarea cu preponderență a substanțelor naturale în locul celor sintetice;
- cantitatea adăugată în produsul alimentar să fie cât mai redusă, dar suficientă pentru a obține efectul pentru care este indicat aditivul alimentar;

- introducerea unei substanțe din grupa aditivilor alimentari să nu aibă drept consecință înlocuirea uneia din componentele normale ale produsului alimentar;
- puritatea aditivului alimentar prin testarea calităților sale fizico-chimice, să fie reglementată prin lege;
- introducerea de aditivi alimentari să fie precedată de stabilirea de metode simple și sensibile de identificare calitativă și de dozare cantitativă;
- adaosul de aditivi în produsele alimentare să fie semnalat, în mod obligatoriu, vizibil pe ambalaj, în concordanță cu prevederile legale;
- adaosul să nu prezinte toxicitate să nu fie carcinogen și utilizarea de consumator să nu aibe consecințe tardive mutagene, teratogene, embriotoxice.

Trebuie acordată o atenție deosebită purității adaosurilor, mai ales a celor sintetice.

Evaluarea toxicologică a unei substanțe propuse a fi întrebuințată ca aditiv comportă două etape:

- etapa de colectare a datelor cu privire la siguranța sanitară a substanței, a încercărilor de laborator pe animale de experiență și în limita posibilității observații efectuate pe om;
- etapa de interpretare și evaluare a datelor care vor conduce la aprobarea sau interzicerea utilizării substanței ca aditiv.

Cercetarea aditivilor alimentari cuprinde următoarele studii:

- studii de toxicitate acută care se fac pe cel puțin trei specii de animale timp de 2-4 săptămâni, urmărind apariția efectelor convulsive pe sistemul nervos, anticolinesterazice și stimulante metabolic hepato- și nefrotoxic;
- studii de toxicitate pe termen scurt efectuate pe cel puțin două specii de animale, dintre care una rozătoare, în timpul cărora se observă aspectul general al animalelor, comportamentul lor, modificarea ponderală, mortalitatea, macro- și micromodificări patologice ale organelor;
- studii de toxicitate pe termen lung, pe o durată de 18 luni la șoareci și 2 ani la șobolani, cu referire specială asupra riscului de carcinogenitate;

- studii privind reproducerea, cu referire la fecunditate, dezvoltarea gestației, stadiul de sănătate al animalelor de experiență, evoluția mamei și a descendenților, incluzând cercetări asupra embriotoxicității și teratogenității compusului investigat;
- studii privind carcinogenitatea și mutagenitatea care se urmărește pe două generații ale aceleiași specii, evaluându-se totodată și transportul placentar al substanțelor cercetate, inclusiv trecerea acestora în lapte;
- studii biochimice care se referă la modul, viteza și gradul de absorbție, cantitatea stocată în organe și țesuturi, transformarea metabolică modul și viteza de eliminare a aditivului ingerat.

În funcție de rezultatele evaluărilor toxicologice se stabilește doza de aditiv, admisă pentru om, care poate fi ingerată zilnic, pe toată durata vieții, fără riscuri. Se stabilește o *doză zilnică admisibilă necondiționat* numai pentru aditivi pentru care datele disponibile ale studiilor toxicologice sunt satisfăcătoare, atât din punct de vedere biochimic cât și al transformărilor metabolice ale aditivului. Se stabilește o *doză zilnică admisă temporară* în cazurile în care datele toxicologice obținute sunt suficiente pentru a asigura securitatea întrebuințării aditivului pe o perioadă limitată de timp, lipsind însă datele complementare pentru a fixa doza zilnică admisibilă necondiționat. Dozele se exprimă în mg/kg corp individ (mascul sau femelă) standard.

2.5.3. Clasificarea aditivilor

Conform directivelor Parlamentului European și Consiliului Director 94/35/EC și 96/83/EC privind îndulcitorii, 94/36/EC privind coloranții, 95/2/EC și 96/85/EC privind alți aditivi, aditivii se clasifică în următoarele grupe.

Coloranți

Coloranții sunt substanțe folosite pentru a restabili culoarea unui aliment. Nu sunt considerați coloranți aditivi substanțele folosite pentru colorarea părții exterioare necomestibile a produselor alimentare.

Îndulcitori (edulcoranți)

Acest grup conține substanțe care se folosesc pentru a conferi gustul de dulce produselor alimentare în care se încorporează. Nu intră

în categoria aditivilor de îndulcire mono- și dizaharidele sau produsele alimentare dulci prin natura lor (diferite siropuri naturale, miere de albine *etc.*).

Conservanți

Această categorie de substanțe prelungește durata de păstrare a produselor alimentare prin protejare față de acțiunea microorganismelor.

Antioxidanți

Substanțele antioxidante prelungesc durata de păstrare a produselor alimentare prin protejarea lor față de procese de oxidare (râncezirea grăsimilor și modificările de culoare).

Suporturi (purtători)

Suporturile pot fi solide (pulberi) sau lichide (solvenți). Suporturile ajută la dispersarea aditivului fără a modifica funcțiile tehnologice. Sunt folosite pentru a facilita manipularea sau utilizarea aditivilor.

Acidulanți

Substanțele din această categorie măresc aciditatea probelor alimentare și/sau modifică gustul produsului.

Regulatori de pH

Aceste substanțe modifică sau controlează (stabilizează) aciditatea sau alcalinitatea unui produs alimentar.

Agenți antiaglomeranți

Acești agenți chimici reduc tendința de aderare a particulelor individuale ale unui produs alimentar.

Agenți antispumă

Termenul se referă la substanțele care previn sau reduc spumarea.

Agenți de spumare

Acești agenți chimici asigură formarea unei dispersii omogene de gaz în faza lichidă sau în faza solidă.

Agenți de masă (bulking)

Această clasă conține substanțe capabile să contribuie la volumul unui produs alimentar fără să aibă efect semnificativ asupra valorii energetice (de exemplu, polidextroza).

Emulgatori

Cu ajutorul acestor substanțe se asigură formarea și menținerea emulsiilor de tip A/U și U/A (apă în ulei, respectiv ulei în apă).

Săruri de emulsionare

Sărurile de emulsionare transformă proteinele din brânză într-o formă dispersată, formă care asigură distribuția uniformă a grăsimii și a altor componente.

Agenți de întărire

Termenul se referă la substanțele care conferă și mențin o consistență tare, crocantă, țesuturilor de fructe și legume. Deseori se utilizează pentru a produce un gel tare, consistent, cu stabilitate mecanică datorită interacțiunii cu agenți de gelificare.

Potențatori de aromă

Aceste substanțe intensifică gustul și/sau mirosul existent al unui produs alimentar.

Agenți de gelificare

Clasa cuprinde substanțele care conferă textură unui produs alimentar prin formarea unei structuri de gel.

Agenți de glazurare

Aceste substanțe, aplicate pe suprafața unui produs alimentar, conferă acestuia un aspect plăcut și/sau o peliculă protectoare.

Umectanți

Aceste substanțe previn deshidratarea produselor alimentare și promovează dizolvarea sau dispersarea unei pulberi în mediu apos.

Amidonuri modificate

Clasa de amidonuri modificate include substanțe obținute din amidon prin tratamente chimice, fizice sau enzimatic.

Gaze de ambalare

Gazele de ambalare (altele decât aerul) se introduc în recipiente înainte, în timpul sau după introducerea produsului alimentar.

Agenți de afânare

Acești agenți eliberează gaze și prin urmare măresc volumul unui aluat sau al unei compoziții.

Secheștrânți

Această clasă cuprinde substanțe care formează combinații complexe cu ionii metalici din produsele alimentare.

Stabilizatori

Stabilizatorii mențin starea fizico-chimică a unui produs alimentar. Termenul se referă și la substanțele care pot menține starea de dispersie uniformă într-un sistem eterogen format din două sau mai multe lichide nemiscibile într-un produs alimentar. Termenul se referă de asemenea la substanțe care stabilizează sau intensifică culoarea originală a unui produs alimentar.

Substanțe de îngoșare

Cu ajutorul acestor substanțe se mărește vâscozitatea unui produs alimentar.

Agenți de tratare a făinii (alții decât emulgatorii)

Aceste substanțe se adaugă în făină sau în aluat pentru îmbunătățirea însușirilor de panificație sau reologice.

Nu se consideră aditivi următoarele categorii de substanțe:

- substanțele folosite pentru tratarea apei potabile;
- produsele care conțin pectină și derivați din pulpă uscată de mere sau coaja fructelor citrice (pectină lichidă);
- baza pentru guma de mestecat;
- dextrina albă sau galbenă, amidonul toastat sau dextrinizat, amidonul modificat prin tratament cu acizi sau cu substanțe alcaline și amidonul tratat cu enzime amilolitice;
- clorura de amoniu;

- plasma sanguină, gelatina, hidrolizatele proteice și sărurile acestora, proteinele din lapte, glutenul;
- aminoacizii și sărurile lor (cu excepția acidului glutamic, glicinei, cisteinei, cistinei și a sărurilor acestora);
- cazeina și cazeinații;
- inulina.

Anumiți aditivi nu se regăsesc în produsele finite; aceștia se folosesc într-o anumită etapă a procesului tehnologic și sunt eliminați sau descompuși înainte de finalizarea produsului alimentar.

Uniunea Europeană a formulat directive prin care a fost aprobat un număr important de substanțe utilizabile drept aditivi. Acești aditivi sunt recomandați selectiv în funcție de vârsta consumatorului și sunt codificați prin convenție internațională, peste 1500 de aditivi codificați (forma codului: " E- " urmat de un număr natural).

2.5.4. Aditivi alimentari coloranți

Culoarea este o însușire a calității senzoriale a unui produs alimentar care, alături de formă, mărime, structură și aspectul general al produsului, sunt determinante prin recepția vizuală. Culoarea produselor alimentare se controlează cu ajutorul coloranților alimentari care sunt combinații organice naturale sau sintetice, ele însele colorate dar care au și proprietatea de a colora.

Necesitatea folosirii coloranților rezultă din directiva 94/36 EC din 30 iunie 1994 a "European Parliament and Council Directive", care specifică faptul că în categoria coloranților se includ acele substanțe, care se introduc în produsele alimentare pentru a restabili culoarea produsului, afectată prin prelucrare, depozitare și ambalare, sau care se introduc în produsele alimentare pentru a identifica mai bine aroma produsului (pe baza unei corelări convenționale între culoare și aromă).

Condiții impuse pentru un colorant alimentar

Un colorant alimentar ideal trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să nu fie toxic sau carcinogen și să nu conțină impurități toxice;

- trebuie să aibă dispersabilitate sau solubilitate în faza apoasă sau în faza lipidică din produsul alimentar;
- să nu imprime gust sau miros particular produsului alimentar în care se introduce;
- să fie stabil față de acțiunea luminii la pH cuprins între 2 și 8, în starea în care este încorporat în produs;
- să nu fie afectat de tratamentul termic (pasteurizare, fierbere, sterilizare) la care este supus produsul alimentar;
- să fie stabil în condițiile depozitării produsului alimentar în care este încorporat;
- să nu reacționeze cu urmele de metale și nici cu agenții oxidanți sau reducători;
- să permită asigurarea identității caracteristicilor de la un lot la altul;
- să fie evidențiable în produsul alimentar prin tehnici analitice adecvate;
- să fie disponibil și adecvat din punct de vedere economic;
- să fie aprobat prin legislația sanitară în vigoare.

După rezultatele evaluării toxicologice, coloranții au fost clasificați în mai multe categorii (FAO/OMS), în funcție de specificațiile chimice.

Categoria A – coloranții acceptați ca aditivi alimentari pentru care s-au fixat doze zilnice admisibile.

Categoria B – coloranții pentru care datele toxicologice nu sunt suficiente pentru a putea clasifica acești coloranți în categoria A.

Categoria C₁ – coloranții pentru care datele toxicologice sunt insuficiente pentru evaluarea lor, deși se dispune de un număr important de date privind toxicitatea pe termen lung.

Categoria C₂ – coloranții pentru care datele toxicologice sunt insuficiente pentru evaluarea lor, iar toxicitatea pe termen lung este necunoscută.

Categoria C₃ – coloranții pentru care datele toxicologice sunt insuficiente pentru evaluarea lor și care prezintă riscul unor efecte nocive.

Categoria D – coloranții pentru care nu există practic date toxicologice.

Categoria E – coloranții care sunt considerați nocivi și care nu trebuie să fie introduși în produsele alimentare.

Coloranții folosiți în majoritatea țărilor europene aparțin categoriilor de toxicitate *A*, *B*, *C₁* sau *C₂*. Doza zilnică admisă pentru om se obține prin extrapolarea datelor de la animale la om, folosind un coeficient de siguranță. Acest coeficient se apreciază a fi de ordinul zecilor.

Clasificarea coloranților se poate face după încă două criterii:

- după natura lor, când pot fi naturali sau sintetici;
- după proprietățile lor tinctoriale, pot fi: galbeni, orange, roșii, albaștrii, verzi, bruni, negrii și cu alte nuanțe diverse (clasificare făcută și pentru coloranți alimentari admiși de UE și SUA).

Coloranții naturali sunt cei pentru care normele FAO/OMS limitează impurificarea cu arsen (max. 3mg/Kg), plumb (max. 10 mg/Kg), mercur (max. 1 mg/Kg), metale grele (max. 40 mg/Kg). Coloranții naturali utilizați în industria alimentară aparțin claselor: antociane și betaciane, carotenoide, clorofile, flavine, chalcone, antrachinone, flavone.

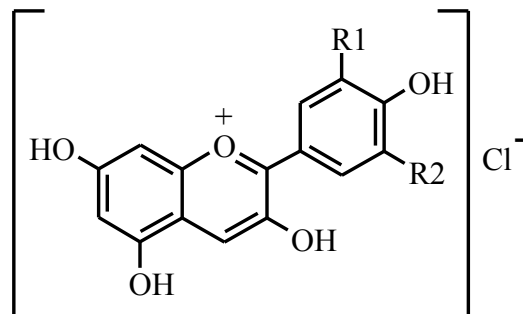
În articolul 1 al directivei 94/36 EC din 30 iunie 1994 a "European Parliament and Directive Council" se precizează că în categoria coloranților naturali se includ constituenții naturali ai produselor alimentare și sursele naturale care, în mod normal, nu sunt consumate ca atare și care nu sunt folosite ca ingrediente pentru a produce un aliment.

Coloranții de caramel sunt considerați coloranți alimentari naturali cu toate că nu sunt prezenți în mod natural în produsele comestibile, în schimb rezultă prin încălzire controlată asupra glucidelor nutritive: zaharoză, dextroză, zahăr invertit, sirop de glucoză. Roșu de coșenilă, rezultat la mărunțirea fină a insectei *Coccus cacti* în stare uscată, este de asemenea clasat drept colorant natural.

Clasele de coloranți naturali sau coloranții individuali, utilizați în industria alimentară, sunt prezentați în continuare.

Antociani

Această denumire întrunește coloranții care se găsesc în flori, frunze sau fructe și care au culoarea roșie, violetă, albastră, în funcție de proveniență și pH-ul mediului. Din punct de vedere chimic sunt flavonoide substituie (partea agliconică) legate de diferite resturi glucidice. Structura de bază este reprezentată de cationul tetrahidroxiflaviliu substituit cu grupări hidroxi, metil sau metoxi.



clorură de tetrahidroxiflaviniu

Aceste forme agliconice sunt denumite antocianidine și se obțin prin hidroliza antocianilor (glucidele din structura antocianilor sunt glucoza, galactoză, ramnoza). Se cunosc șase antocianidine: pelargonidina, cianidina, peonidina, delfinidina, petunidina și malvidina.

Tabel 2.16.

Radicalii R1 și R2 în structura coloranților antociani

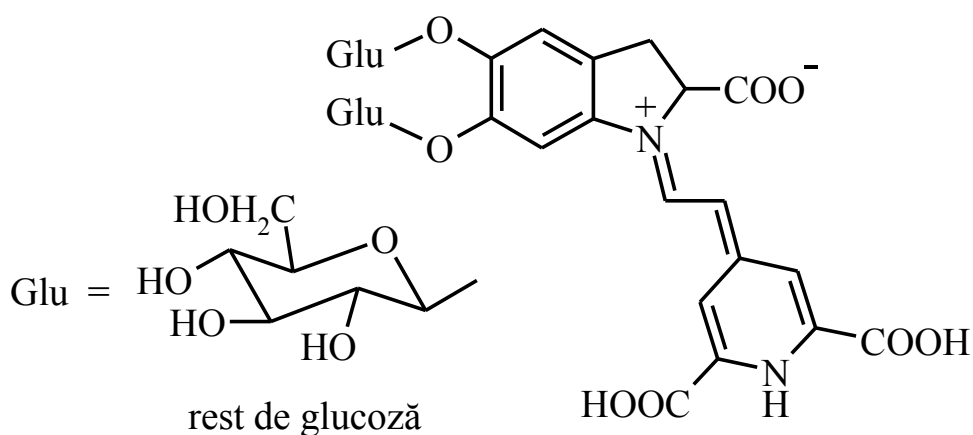
Radical	Pelargonidină	Cianidină	Peonidină	Delfinidină	Petunidină	Malvidină
R1	-H	-OH	-O-CH ₃	-OH	-O-CH ₃	-O-CH ₃
R2	-H	-H	-H	-OH	-OH	-O-CH ₃

Sursele industriale de antociani sunt: pielea strugurilor, varza roșie, sfecla roșie, afinele, coacăzele negre, cireșele, vișinele, zmeura. Culoarea atocianilor este funcție de pH-ul mediului în care sunt incorporate. La pH cuprins în domeniul 2,5-3 antocianii au culoare purpurie iar la pH cuprins în domeniul 4-4,5 au culoare violetă. Au utilizare largă pentru colorarea băuturilor nealcoolice și alcoolice și a

sucurilor de fructe. Utilizarea lor pentru colorarea înghețatei este limitată din cauza pH-lui amestecului.

Betaciane

Din această categorie face parte colorantul roșu de sfeclă care conține atât coloranți roșii cât și coloranți galbeni. Coloranții roșii sau betacianele constau, în proporție de 75-95 %, din betanină. Coloranții galbeni sau betaxantinele sunt reprezentate de vulgaxantina. Structura moleculară a betaninei este redată mai jos.



Colorantul roșu de sfeclă este extras din sfeclă roșie cu apă acidulată (pH 4,5), extractul fiind concentrat sau uscat transformând în pulbere. Se utilizează pentru colorarea băuturilor nealcoolice, produselor de patiserie și panificație, deserturilor pe bază de gelatină, budincilor, supelor. Fiind sensibil la încălzire și la pH-ul preparatelor de carne, nu se folosește pentru colorarea acestora.

Carotenoide

Carotinoidele reprezintă un grup de materii colorate naturale, galbene-portocalii sau roșii, răspândite atât în regnul vegetal cât și în cel animal. Structura lor polienică poate fi derivată de la izopren. Majoritatea carotenoidelor conțin 40 atomi de carbon în moleculă dar se cunosc și reprezentanți cu un număr mai mic de atomi de carbon. Categoria coloranților carotinoide cuprind următoarele clase chimice:

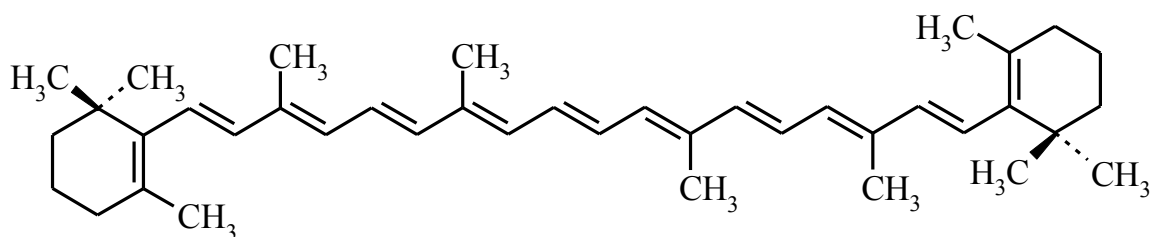
- hidrocarburi cu formula moleculară C₄₀H₅₆ (de exemplu carotina, lycopina);

- alcooli numiți xantofili având formula moleculară $C_{40}H_{56}O_2$ (de exemplu xantofila, zeaxantina, criptoxantina);
- oxizi (de exemplu flavoxantina, violaxantina);
- cetone (de exemplu astacina, axtaxantina, cantaxantina, capsantina);
- acizi (de exemplu bixina).

Carotina

β -carotina este o hidrocarbură (formula moleculară $C_{40}H_{56}$), sinonimă cu β -carotenul, solatenul sau L-orange 3. Este practic insolubilă în apă, etanol, glicerină, propilenglicol, ușor solubilă în uleiuri vegetale. Formează cristale roșii (p.t. $176-182^\circ\text{C}$, se descompune în timpul topirii). Este sensibilă față de mediu acid sau alcalin, mai ales în prezența oxigenului. De asemenea trebuie ferită de acțiunea luminii.

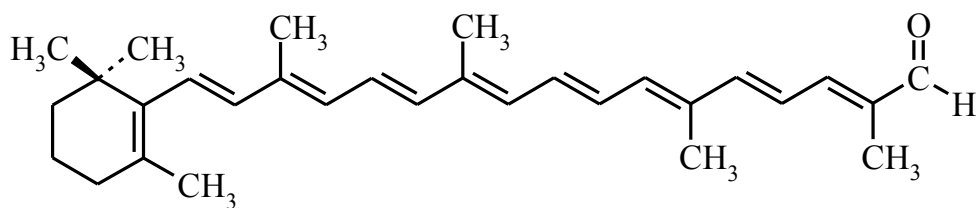
Formula ei de structură este redată mai jos.



β -carotina se utilizează pentru colorarea margarinei, untului, brânzeturilor, înghețatei, macaroanelor, uleiurilor vegetale, bomboanelor, cremelor, deserturilor pe bază de gelatină, sucurilor de fructe, puding-urilor.

β -apo-8' carotenal

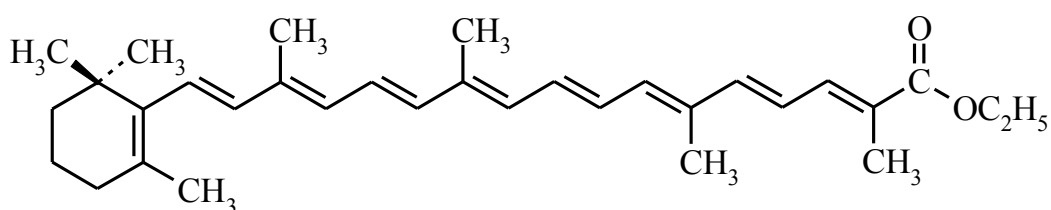
Sinonim cu L-orange, face parte din grupa carotenoidelor ($C_{30}H_{40}O$). Formula structurală a β -apo-8' carotenalului este redată mai jos.



Substanța formează cristale violete cu luciu metalic. Produsul comercial se poate prezenta și sub formă de soluții în ulei vegetal, grăsimi sau solvenți organici sau sub forme dispersabile în apă (pudră, granule). Substanța este insolubilă în apă, ușor solubil în alcool etilic și în uleiuri vegetale. Cristalele se topesc în intervalul 136-140°C.

Esterul etilic al acidului β -apo-8' carotenoic

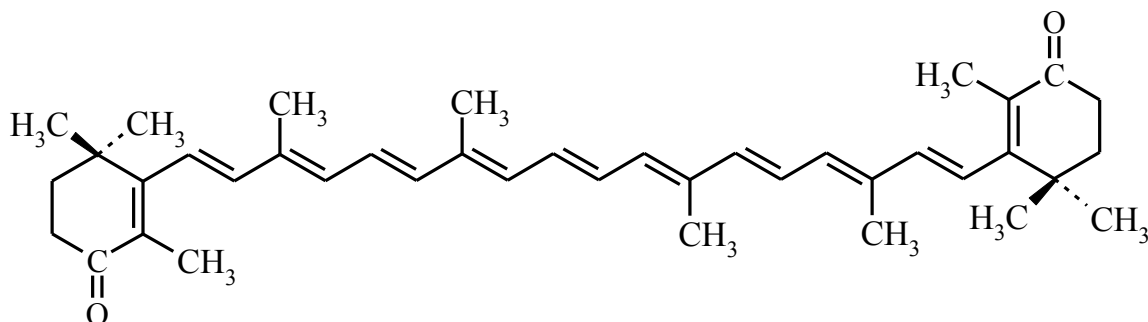
Este sinonim cu L-orange 9. Formula de structură este prezentată mai jos.



Substanța se utilizează în formă de soluții în ulei, grăsimi, solvenți organici sau ca dispersii în apă a preparatelor uscate (pudră, granule). Esterul este sensibil la acțiunea luminii și a oxigenului, motiv pentru care se păstrează în recipiente opace și în gaz inert. Este insolubil în apă, solubil în alcool etilic și în uleiurile vegetale. Substanța cristalină se topește în intervalul 134-138°C.

Cantaxantină

Sinonimă cu Orange 8, are structura înrudită cu cea a β -carotenului.



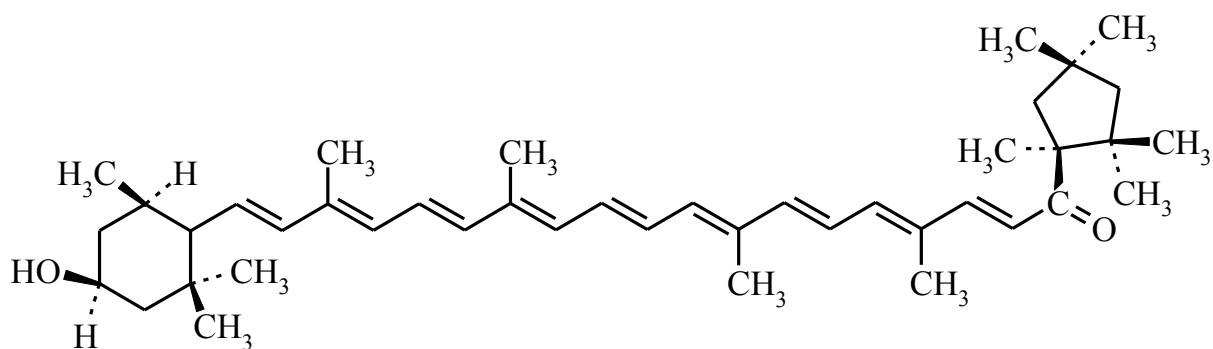
Formează cristale de culoare violetă pronunțată. Se utilizează în formă de soluții uleoase sau preparate dispersabile în apă. Colorantul este insolubil în alcool etilic dar foarte solubil în uleiuri vegetale. Se topește la 210°C cu descompunere.

Xantofila (luteina)

Este un alcool carotenoidic, foarte răspândit în natură, prezent în alge, în gălbenușul de ou, în petalele diferitelor flori galbene. Formează cristale galbene cu luciu superficial violet, metalic, insolubile în apă, solubilă în etanol și în grăsimi, cristalele se topesc la 190°C.

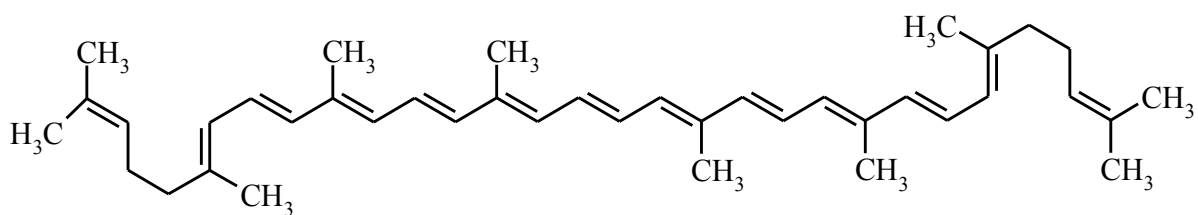
Capsantină

În stare pură capsantina formează cristale roșu-carmin cu temperatura de topire cuprinsă în intervalul 175-176°C. Structura capsantinei este redată mai jos.



Substanța este optic activă, rotația specifică este $[\alpha]_D = +36^\circ$. Capsantina se extrage din ardeiul roșu (de unde se trage și numele colorantului). Se utilizează pentru colorarea preparatelor din carne, brânzeturilor, pastelor făinoase, cartofilor prăjiți *etc.*

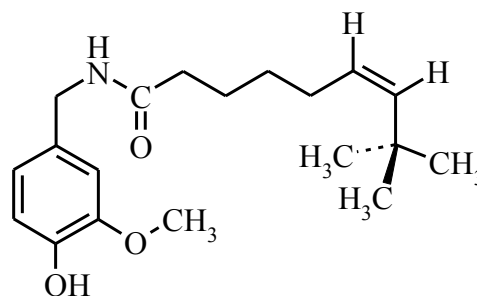
Licopina



Este un colorant prezent în fructe, unt, ficat, tomate (*Solanum lycopersicum*), conferându-i culoare galbenă. Un kilogram de tomate conține în jur de 0,02 g lycopină. Cristalele de lycopină se topesc în intervalul de temperatură 173-175°C, se dizolvă ușor în grăsimi și în uleiuri. Este greu solubilă în alcool etilic. Structura moleculară este redată în continuare.

Capsaicina

Din fructele de *Capsicum annuum* se extrage cu solvenți organici (diclormetan, tricloretenă, acetonă, propanol, metanol, etanol, hexan) un amestec de principii active picante. La evaporarea solventului de extracție se obține un reziduu solid cunoscut cu numele de oleorezine.



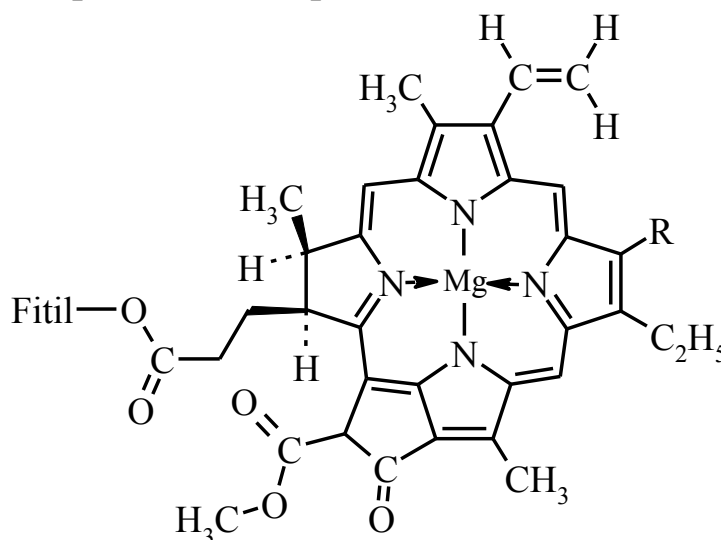
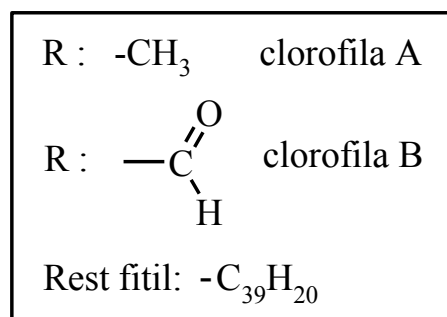
Produsul se prezintă ca un lichid roșu aprins, puțin vâscos, cu miros caracteristic și cu gust picant, arzător. Componenta dominantă este capsaicina, reprezentată prin formula de structură alăturată. Oleorezina din *Capsicum* nu este inclusă în lista UE ca aditiv.

Coloranți porfirinici

În această categorie se încadrează clorofila și pigmentii sângelui.

Clorofila

Reprezintă pigmentul verde al plantelor. Apare în două forme chimice: clorofila A și clorofila B. Aceste forme se găsesc în plante în raportul molar 3:1. În structura moleculei se găsește, în forma complexată, ionul de magneziu. Acesta este îndepărtabil ușor cu ajutorul acizilor diluați și se poate înlocui cu alți ioni: cupru, zinc, fier, nichel. Acești complecși sunt mai stabili decât clorofila. În industria alimentară se utilizează complexul de cupru obținut din clorofilă,



complex solubil în uleiuri vegetale. Se mai utilizează sărurile de sodiu

sau de potasiu a acidului obținut din clorofilă prin hidroliza alcalină a grupării esterice, săruri solubile în apă.

Formula de mai sus redă structura moleculară a clorofilei A și B. La saponificarea alcalină se îndepărtează gruparea metil și gruparea fitil din cele două porțiuni esterice.

În industria alimentară clorofila și derivații ei se utilizează pentru renverzirea legumelor decolorate din diverse motive și pentru colorarea în verde a diferitelor preparate alimentare.

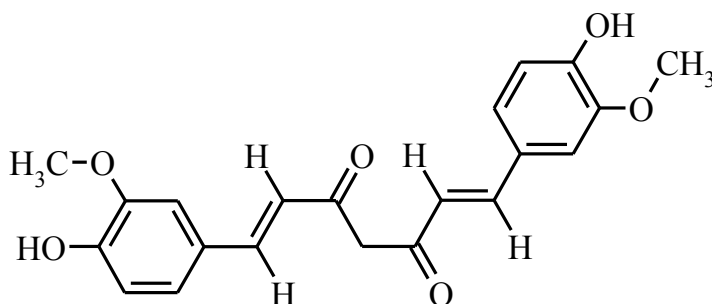
Dinitrozil hemocrom (DNHF)

Este un colorant roșu care se obține prin reacția dintre hemină (partea porfirinică a hemoglobinei) și anionul azotit (NO_2^-) în prezența unui agent reducător. DNHF este utilizat în compozițiile cu adaosuri necarnate și în cele formate din carne de porc (fără carne de vită).

Coloranți chalconici

Reprezentantul cel mai important din această clasă este ***Curcuma***.

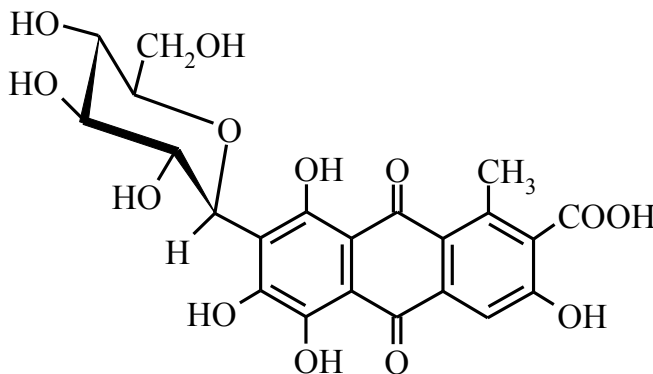
Curcuma este o pulbere obținută prin măcinarea rizomilor plantei *Curcuma longa*. Colorantul are culoarea galbenă și gust particular aromat. Pulberea cristalină a colorantului curcuma este insolubilă în apă dar se dizolvă în etanol la cald și în acid acetic. Are temperatura de topire 183°C . Structura curcumei este reprezentată alăturat.



Coloranți antrachinonici

Din clasa deosebit de vastă a coloranților antrachinonici industria alimentară utilizează ***Carminul de cochenilla***.

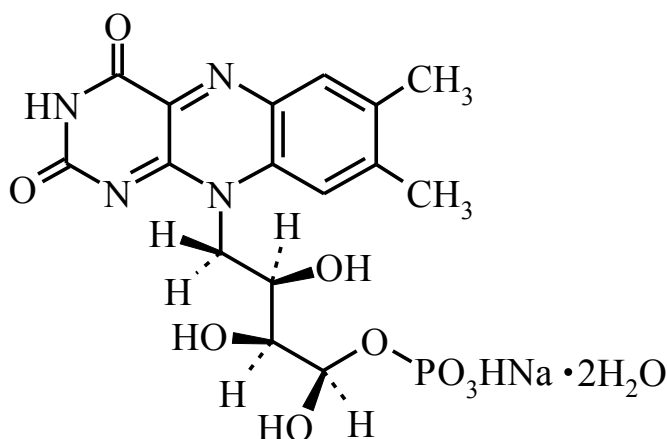
Carminul de cochenilla se obține prin extracția apoasă a corpului uscat al insectei femele *Dactylopius coccus Costa*, care trăiește pe specia de cactus *Nepalea*



coccinellifera. Principalul colorant al extractului este acidul carminic redat prin formula de structură alăturată. Deseori acidul carminic este folosit în forma de chelat hidratat de aluminiu. În preparatele alimentare principiul colorant este prezent în asociație cu cationi de amoniu, calciu, potasiu și sodiu. Acidul carminic este sinonim cu Roșu natural 4, este solubil în apă și în alcool etilic. Se descompune la temperatura de 135°C. Culoarea este dependentă de pH-ul mediului: la pH 4,8 acidul carminic este galben iar la 6,2 este violet. În combinație cu cationul amoniu complexul acid carminic-aluminiu este solubil în apă la pH 3 și la pH 8,5. În combinație cu cationul calciu, complexul acid carminic-aluminiu este foarte puțin solubil în apă la pH 3, dar este solubil la pH 8,5.

Coloranți flavinici

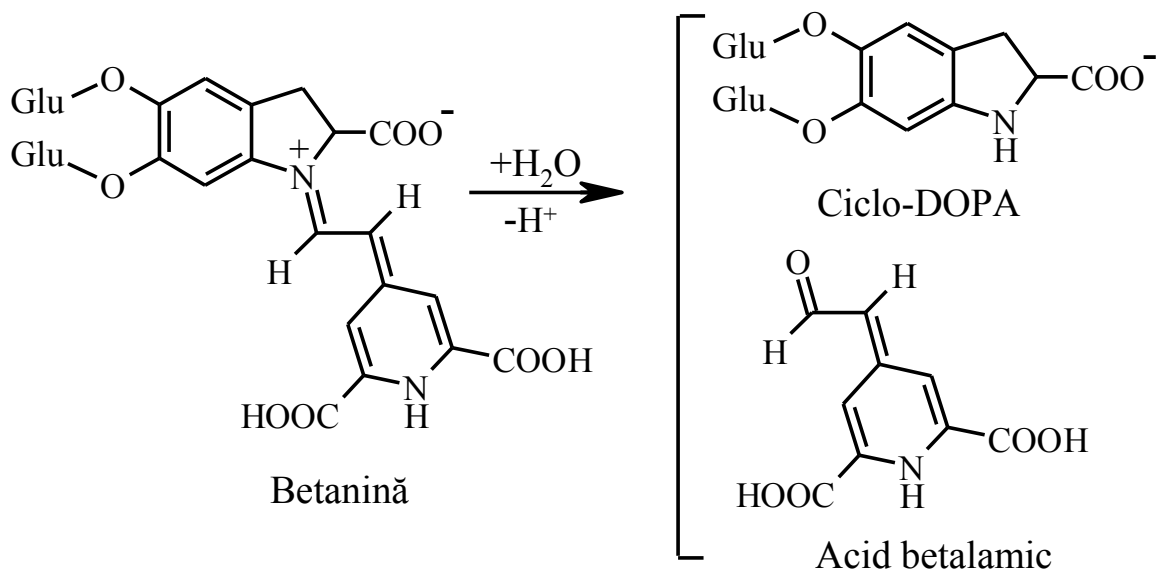
Reprezentantul cel mai cunoscut al clasei este **Riboflavin-5'-fosfatul de sodiu**. Substanța pură cristalizează cu două molecule de apă de cristalizare. Se prezintă ca o pulbere cristalină higroscopică de culoare galben-oranj. Are gust ușor amar. Este solubil în apă, insolubil în etanol. Prezintă activitate optică, rotația specifică la lungimea de undă a liniei spectrale D a sodiului fiind $[\alpha]_D^{25} = +37 \dots +43^\circ$. Formula de structură a riboflavin-5'-fosfatului este redată mai jos.



Proprietățile coloranților alimentari naturali

Puterea de colorare a coloranților naturali este dependentă de intensitatea intrinsecă a culorii și de capacitatea de fixare a colorantului pe suportul pe care este aplicat. Suportul poate fi amidon, celuloză, proteine sau un produs complex (de exemplu făină). În general culoarea

este dependentă de pH-ul mediului. Antocianele, betacianele și curcumina necesită pH ușor acid pentru a-și păstra culoarea vie. Alți coloranți însă la pH acid își pierd stabilitatea și pot deveni chiar insolubili (de exemplu norbixina sau extractul de cochenilă). Majoritatea coloranților naturali sunt termosensibili, mai ales în starea dizolvată. De exemplu, betanina se scindează formând ciclo-DOPA și acid betalamic (Glu reprezintă rest de glucoză).



Antocianele sunt de asemenea sensibile la căldură. La încălzirea lor se formează produși de culoare brună, cu masă moleculară mare. Această degradare este diminuată de prezența sulfitului de sodiu.

Coloranții naturali galbeni sau galben-oranj prezintă stabilitate termică rezonabilă până la temperatura de 100°C . Peste această temperatură coloranții se pot degrada. S-a observat faptul că odată cu creșterea polarității moleculelor de coloranți galbeni, scade termostabilitatea acestuia. Cea mai termostabilă dintre acești coloranți este norbixina, urmată de bixină, carmin de cochenilă, cantaxantină și β -caroten. La încălzire, coloranții cu nucleu β -iononic suferă oxidare. Acest proces este încetinit de antioxidanți (butilhidroxitoluen, acid ascorbic *etc.*).

Coloranți sintetici

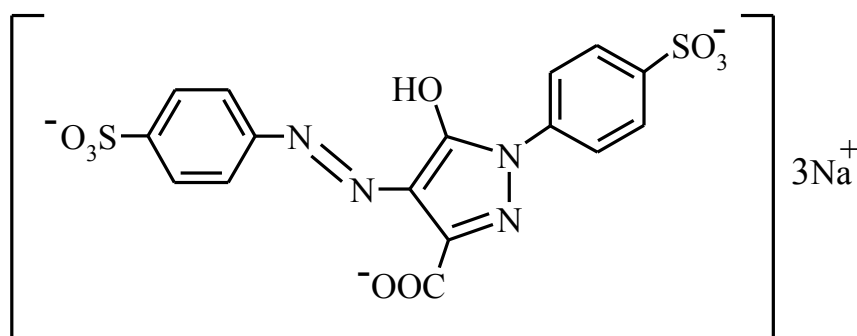
Coloranții sintetici nu sunt prezenți ca atare în surse naturale comestibile; ei se extrag din surse necomestibile sau se obțin prin sinteză chimică. Reprezentanții acestei clase de coloranți conțin

frecvent în structura lor moleculară nuclee aromatice (uneori heterociclice) și porțiuni cu conjugare π - π extinsă. Solubilitatea lor în apă este asigurată de prezența unor grupări funcționale polare (la coloranți anionici: grupare sulfonică $-\text{SO}_3\text{H}$, grupare carboxilică $-\text{COOH}$ *etc.*, iar la coloranți cationici: grupări aminice primare sau substituie $-\text{NH}_2$, $-\text{NH-CH}_3$, $-\text{N(CH}_3)_2$ *etc.*). Coloranții sintetici utilizați în industria alimentară se împart în cinci clase, după cum urmează.

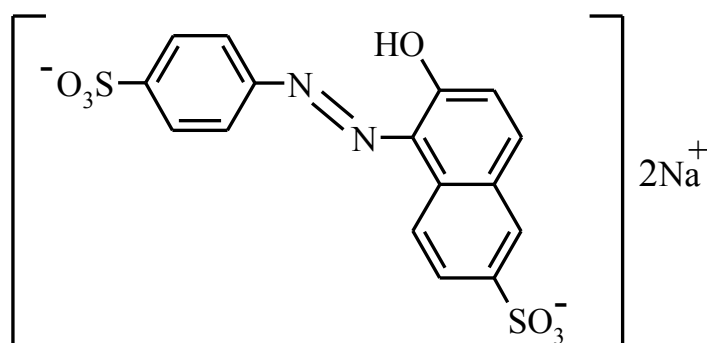
Coloranți azoici

Acești coloranți au drept grupare cromoforă una sau mai multe grupări azoice ($-\text{N}=\text{N}-$) implicate în conjugare π - π cu alți atomi ai moleculei. Culoarea lor este diferită de la roșu la violet trecând prin diferite nuanțe de oranj, galben și albastru. Cei mai folosiți în industria alimentară sunt: tatrăzina, galbenul oranj, azorubina și amarantul.

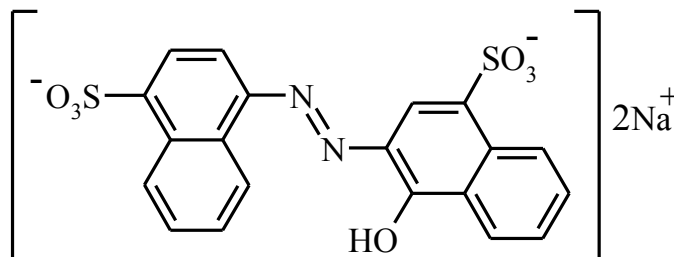
Tatrăzina este sarea trisodică a acidului hidroxi-5-p-sulfonil-1-(p-sulfonil-azo)-4-pirazol-carboxilic-3. Structura ei moleculară este redată mai jos. Se prezintă ca o pulbere oranj, solubilă în apă.



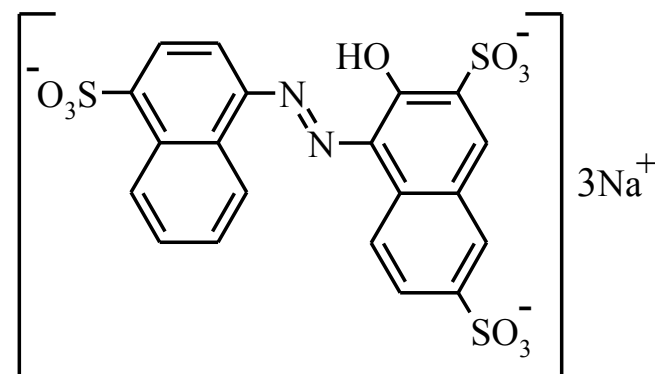
Galbenul oranj S (galben FCF) este sarea disodică a acidului (sulfo-4'-fenilazo)-1-naftol-2-sulfonic-6. Este o substanță solubilă în apă. Formula de structură este prezentată în continuare.



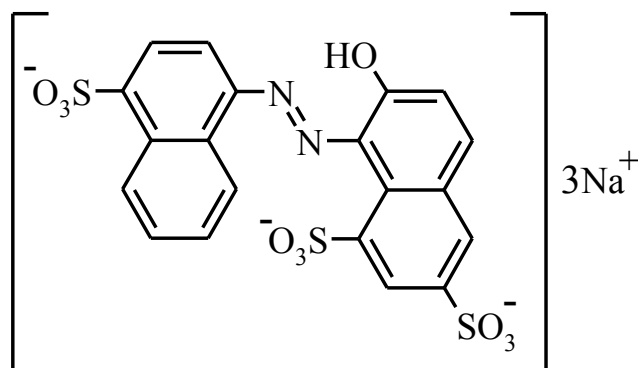
Azorubina este sarea disodică a acidului (sulfo-4-naftilazo-1)-2-naftol-1-sulfonic-4. Numele de azorubină este sinonim cu carmoizină. Se prezintă ca o pulbere roșie, solubilă în apă, puțin solubilă în etanol. Structura moleculară a azorubinei este prezentată alăturat.



Amarantul este sarea trisodică a acidului (sulfo-4-naftilazo-1)-1-naftol-2-disulfonic-3,6. Numele este sinonim cu următoarele: C.I. Food Red, F.D.Red 2, L-Rot, Bordeaux S. Este un colorant roșu, hidrosolubil. Structura moleculară a colorantului este redată alăturat.



Ponceau 4R sinonim cu L-Rot-4, Coccine Nouvelle, Cochineal Red A. Este un colorant roșu. este solubil în apă, glicerină, etanol. Se prezintă ca o pulbere roșie. Din punct de vedere chimic este sarea tri-sodică a acidului (sulfo-4-naftilazo-1)-1-naftol-2-disulfonic-6,8 și are formula de structurală alăturată.



Roșu azonafтол G este sinonim cu Azogeranina, Azogeranina B, Amidonafтол Red G, C.I. Food Red 10, Red 2G, Ext D et C. Red 11. Din punct de vedere chimic este sarea disodică a acidului acetamido-5-hidroxi-4-(fenilazo)-3-naftalen-disulfonic-2,7. Colorantul este solubil în apă.

2.5.5. Aditivii alimentari cu efect antioxidant

Antioxidanții alimentari asigură stabilitatea grăsimilor și a produselor alimentare ce conțin grăsimi, excepție untul (în care nu se admite folosirea lor). Există o gamă de antioxidanți care pot fi folosiți la stabilizarea produselor alimentare, dar utilizarea lor este limitată de reglementările sanitare. Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească un antioxidant alimentar pentru a beneficia de permisiunea legală de utilizare în produsele alimentare sunt:

- acțiunea antioxidantului nu trebuie să fie limitată numai la grăsimea ca atare, și trebuie să se răsfrângă asupra produselor alimentare în care grăsimea respectivă a fost încorporată ulterior ca ingredient;
- adăugarea antioxidantului trebuie să fie autorizată de legislația țării în care se vor consuma produsele alimentare;
- adăugarea antioxidantului trebuie să fie simplă, fără manipulări îndelungate sau complicate;
- antioxidantul trebuie să fie eficace în cantități foarte mici, încât adăugarea lui să exercite o influență neînsemnată asupra prețului de cost al produsului respectiv;
- aspectul sau gustul produsului respectiv nu trebuie să fie modificat în nici un fel prin prezența antioxidantului;
- nu se admite nici un efect negativ asupra organismului uman chiar după o încorporare continuă și prelungită în rația alimentară zilnică;
- prezența antioxidantului în grăsimi sau în alte produse alimentare trebuie să poată fi determinată printr-o analiză simplă, de preferință atât cantitativ cât și calitativ.

Antioxidanții alimentari pot fi: antioxidanți pentru sisteme lipidice și pentru sisteme hidrofile.

Antioxidanți pentru sisteme lipidice. Sunt cunoscuți și folosiți în industria alimentară. Sunt de mai multe tipuri:

- ascorbil-palmitatul este esterul acidului palmitic cu acidul ascorbic, fiind obținut prin sinteza a două componente care se

găsesc în mod natural în alimente.

- butilhidroxianisolul (BHA), amestec de izomeri 2 și 3 tributil-4-hidroxianisol ($C_{11}H_{16}O_2$). Este o substanță cristalină, de culoare alb-gălbui insolubilă în apă, dar solubilă în alcool etilic și alții solvenți organici. Se utilizează în concentrații de 0,01-0,02%, satisfăcând toate condițiile solicitate unui antioxidant eficace, are rezistență la temperaturi ridicate, poate fi folosit la prăjirea, fierberea și coacerea produselor;
- butilhidroxitoluolul ($C_{15}H_{24}O$), cunoscut și sub denumirea de BHT se prezintă sub formă de cristale sau paiete albe, cu un miros slab fenolic, insolubil în apă, dar solubil în alcool.
- esterii acidului galic au o largă utilizare ca antioxidanți, fiind derivați ai acidului galic. În prezent se preferă folosirea esterilor acidului galic cu catenă lungă, ca octal și dodecilgalații, care au un coeficient de repartiție mult mai bun, fiind mai eficace pentru protecția sistemelor grăsimi/apă;
- tocoferolii au o largă răspândire în natură, având rol de antioxidanți naturali și de vitamină E. Dintre izomerii tocoferolului, cea mai mare eficacitate ca antioxidant o are δ -tocopherolul. Se prezintă sub forma unui ulei vâscos, de culoare gălbuie.

Acțiunea antioxidantă se datorează faptului că aceste substanțe au capacitate mărită de a lega oxigenul, comparativ cu gliceridele, acizii grași nesaturați care leagă mai greu (se mărește perioada de inducție a rânțezirii), exemple: α -tocopherolul și substanțe de sinteză: galatul de propil, galatul de octil, galatul de duodecil. Anumite substanțe chimice măresc efectul antioxidant al acestor substanțe (substanțe sinergice): acidul citric și acidul ascorbic. Efectul sinergic se datorează blocării metalelor ce favorizează rânțezirea grăsimilor.

În legislația românească, sunt admise următoarele categorii de aditivi cu rol antioxidant, care prelungesc durata de conservare a produselor alimentare, protejându-le împotriva alterării cauzate de oxidare:

- E₃₀₀ – E₃₀₂ (acidul ascorbic și ascorbații de sodiu și potasiu);
- E₃₀₄ (esterii acidului ascorbic cu acizii grași);
- E₃₀₆ – E₃₁₂ (vitamina E, tocoferolii, galatul de propil, galatul de octil și galatul de dodecil);

- E₃₁₅ (acid izoascorbic);
- E₃₁₆ (izoascorbat de sodiu);
- E₃₂₀, (butilhidroxianisol – BHA);
- E₃₂₁ (butilhidroxitoluen – BHT);
- E₃₂₂ (lecitina).

Antioxidanții de origine naturală au o utilizare mai largă datorită toxicității antioxidantilor sintetici.

2.5.6. Ingrediente și auxiliari tehnologici pentru industria alimentară

În categoria ingredientelor sunt incluse substanțele sau produșii care se folosesc în cantitate mare în diferite scopuri. Reprezentanții tipici sunt: aromatizanți de tip condimente și plante condimentare, îndulcitori (diferiți de edulcoranți), derivați proteici din diverse surse, hidrolizate proteice, fibre alimentare, grăsimi alimentare speciale, cafea, cacao *etc.* Diferența principală față de aditivi alimentari este faptul că ingredientele contribuie (cu câteva excepții) la valoarea energetică și nutritivă a produselor alimentare în care sunt încorporate.

Auxiliarii tehnologici sunt substanțe care se adaugă intenționat în produsele alimentare pentru un scop tehnologic concret, într-o fază intermediară a procesului de fabricație și sunt eliminați sau descompuși înainte de realizarea produsului finit. Principalii auxiliari tehnologici sunt substanțele antispumante, unii agenți de limpezire și filtrare, agenți de spălare și depielare, rășini schimbătoare de ioni, solvenți, adjuvanți pentru mediile de cultură microbiană, preparate enzimactice, adjuvanți pentru cristalizare, *etc.*

Termenul “auxiliar tehnologic” este relativ recent; Comisia *Codex Alimentarius* l-a adoptat abia la a 13-a sesiune, în decembrie 1979.

Directivele CEE din 21.12.1988 asupra aditivilor alimentari au precizat în primul articol noțiunea de “auxiliar tehnologic”, care s-a impus în țările UE: “*orice substanță care nu este consumată ca ingredient alimentar ca atare, ci este utilizată în procesele de transformare ale materiilor prime pentru produsele alimentare, pentru a răspunde unor cerințe tehnologice și care poate fi prezentă ca atare sau prin derivații săi în produsul finit, dar care nu prezintă riscuri sanitare și nu are efecte tehnologice asupra produsului finit*”.

2.6. ÎMBOLNĂVIRILE DE ORIGINE ALIMENTARĂ

La nivelul organismului uman pot ajunge prin intermediul alimentelor două categorii de microorganisme: saprofite și patogene.

Microorganismele saprofite sunt cele care nu provoacă îmbolnăvirea consumatorului dar pot fi responsabile de modificarea compoziției chimice a alimentelor – alterare microbiană, consecință a nerespectării condițiilor de igienă; ca produși de alterare pot apărea amine biogene toxice, compuși de alterare a grăsimilor, responsabili de acțiunea toxică a alimentelor.

Microorganismele (bacteriile) patogene sau condiționat patogene, odată ajunse pe alimente și cu acestea în interiorul organismului uman, pot constitui factori de îmbolnăvire direcți sau indirecti prin metaboliții lor toxici. Îmbolnăvirile provocate astfel sunt relativ rare dar prin caracterul lor exploziv și prin impactul psihologic de care sunt însoțite, reprezintă o preocupare majoră a specialiștilor din domeniul igienei alimentului.

Deasemenea, odată cu alimentele, îndeosebi cu cele de origine animală, care nu au fost supuse unui tratament termic corespunzător în timpul procesului culinar pot ajunge în organism paraziți sau ouă de paraziți infestante. Acest proces este consecința directă a nerespectării condițiilor de igienă sau apariției unor confuzii între produse comestibile și alimente care nu sunt destinate consumului uman datorită toxicității crescute.

Termenul de *calitate igienică a unui aliment* este apreciat în funcție de numărul de agenți contaminanți. Pentru aceasta se realizează o evaluare prin analiza metaboliților elaborați în urma activității bacteriene sau prin identificarea naturii germenilor infectanți prezenți.

Substanțele rezultate din metabolismul germenilor infectanți pe baza cărora se apreciază salubritatea alimentelor sunt:

- pentru carne – cadaverina și putresceina;
- pentru pește – trimetil amina, amine volatile, azot volatil total, iar pentru peștele din conserve – histamina;

- pentru smântână – acizii grași volatili;
- pentru conservele de legume – acidul lactic;
- pentru sucurile și concentratele de fructe – etanolul.

Consumul alimentelor necorespunzătoare din acest punct de vedere, adică insalubre, poate cauza diferite categorii de îmbolnăviri de origine alimentară, astfel:

- intoxicații alimentare;
- infecții alimentare;
- toxiinfecții alimentare;
- parazitoze.

2.6.1. Intoxicațiile alimentare

Intoxicațiile alimentare sunt îmbolnăviri provocate de unele substanțe toxice existente în alimente și pot fi:

- intoxicații din erori datorate consumării din greșeală a unor produse alimentare necomestibile, toxice, ce seamănă foarte bine cu cele comestibile precum ciupercile sau plantele toxice – cucuta, omagul;
- intoxicații datorate unor compuși toxici existenți în mod natural în alimente care își evidențiază toxicitatea deoarece nu sunt recoltate la timpul potrivit sau sunt consumate în cantități necorespunzătoare;
- intoxicații produse prin consum de alimente cu compuși chimici toxici conținuți în mod accidental cum este cazul insecticidelor, pesticidelor, *etc.*;
- intoxicații prin consum de alimente marine contaminate cu specii de dinoflagelate.

2.6.1.1. Intoxicațiile cu ciuperci

Intoxicațiile grave produse prin consum de ciuperci toxice apar ca urmare a ingerării ciupercilor otrăvitoare, necomestibile.

Semnele clinice ce apar la consumul accidental de ciuperci toxice depind de structura chimică a toxinelor, de mecanismul de acțiune al acestora asupra structurilor biologice și funcțiilor organismului și de leziunile organice pe care le produc la nivelul diferitelor organe.

Clasificarea intoxicațiilor produse de ciuperci:

După perioada de incubație, intoxicațiile cu ciuperci pot fi:

- intoxicații cu perioadă de incubație scurtă (15 minute-6 ore):
 - sindromul muscarinic, provocat de alcaloidul muscarină care la 15-80 minute de la ingerarea ciupercilor determină apariția simptomelor precum greață, vărsături și durereri epigastrice, apoi semnele excitației receptorilor colinergici (manifestări de neurosensibilitate și tulburări cardiace); evoluția este, în general, benignă.
 - sindromul panterian provocat de *Amanita pantherina*;
 - sindromul rezinoidian holeriform, provocat de *Tricholoma pardium*;
 - sindromul coprinian provocat de *Coprinus atramentarius*; acesta se instalează numai dacă consumul de ciuperci toxice este însoțit de consumul de alcool când efectele toxice sunt asemănătoare cu cele produse de administrarea de disulfiram.
- intoxicații cu perioadă de incubație lungă (8-40 de ore):
 - sindrom faloidian sau holeriform tardiv, provocat de consumul accidental de *Amanita phalloides* care conține trei categorii de toxine: falina, falotoxina și amatoxina; amatoxinele sunt responsabile de semnele clinice ale intoxicației severe când la început apar greața, vărsăturile, diareea severă (simptome asemănătoare cu ale holerei), o stare avansată de deshidratare; după 3-5 zile apar simptomele de hepatită toxică, etapă în care poate surveni decesul.
 - sindrom parafaloidian, sindrom orelanian și sindrom helvelian (hemolitic, produs de ingestia de *Gyromitra esculenta* – zbârciogul gras).
 - nefrite toxice datorate unor specii de ciuperci din grupul *Cortinaria* (*Cortinarius orellanus*, *Cortinarius gentilis*) a căror simptome se manifestă după 3-17 zile după consumarea alimentului; frecvența intoxicațiilor cu orelanină este crescută în Europa de est iar timpul lung de incubație face ca originea alimentară a acestei imbolnăviri să fie, de multe ori, ignorată.

După acțiunea lor în organism și manifestările patologice:

- indigestii – unele ciuperci, dacă nu sunt supuse unui tratament termic corespunzător, provoacă gastroenterite care de fapt trebuie diferențiate de intoxicația cu ciuperci otrăvitoare; astfel de ciuperci “indigeste” sunt *Boletus*, *Psaliota*, *Lactarias*;
- stimularea sistemului parasimpatic cu manifestări patologice uneori dramatice produse de *Amanita muscaria*, *Omphallatus* ciuperci care conțin muscarină și compuși analogi;
- apariția acțiunii halucinogene dată de altă categorie de ciuperci – *Psilocybus mexicana*, care au ca principiu activ responsabil de această acțiune psilocibina.

2.6.2. Infecțiile alimentare

Infecțiile alimentare sunt îmbolnăviri produse de germeni patogeni, existenți în produsele alimentare provenite de la animalele bolnave (lapte, carne) sau care pot contamina alimentele pe parcursul lor de la producător la consumator.

2.6.2.1. Antraxul

Antraxul este o boală infecțioasă acută cauzată de sporii produși de bacteria numită *Bacillus anthracis*. Cel mai frecvent, antraxul apare la vertebrate sălbatice și domestice (bovine, ovine, caprine și alte ierbivore), dar poate să apară, de asemenea, la oameni.

Această ooantroponoză este transmisă la om prin manipularea produselor provenite de la animale infectate (antrax cutanat) prin inhalarea sporilor de antrax de la produse de origine animală contaminate (antrax respirator) sau prin consumul de alimente (lapte sau carne) contaminate cu *Bacillus anthracis* (antrax gastrointestinal). Bacilii străbat mucoasa orală, ajung la ganglionii cervicali sau submaxilari, unde se multiplică și produc toxina.

Sporii de *B. anthracis* pot trăi în sol mai mulți ani.

Manifestările clinice sunt grave: febră, dureri abdominale, diaree sanguinolentă, stare toxică, aspect de abdomen acut, evoluția putând fi dramatică. Simptomele pot include, de asemenea, leziuni și dureri în

gât, dificultate la înghițire, umflarea marcată a gâtului și a ganglionilor limfatici regionali. Între 25% și 60% din cazuri se soldează cu deces.

Tratamentul implică antibioterapie dar care pentru a fi eficientă, trebuie inițiată cât mai devreme. Boala poate fi fatală dacă este lăsată netratată.

2.6.2.2. Listerioza

Aceasta este o afecțiune infecțioasă rară, produsă de bacteria *Listeria monocytogenes*, singura din genul ei care afectează omul și se transmite de obicei la om prin produse alimentare contaminate. În unele cazuri germenul a fost transmis și prin contact direct cu alte persoane sau animale infectate.

Fiind un bacil nesporulat, acest germene este foarte rezistent (rezistă la o concentrație de clorură de sodiu de 10%, la deshidratarea alimentelor, la pH acid și la temperaturi cuprinse între 3 și 45°C). El poate supraviețui și chiar crește lent la temperaturi scăzute. Alimentele (mai ales, refrigerate pentru o perioadă mare de timp) prin intermediul cărora se contaminatează omul sunt: laptele și derivatele, carnea de mamifere, unele legume (salata, tomate, varza), dar și ouă, pește, crustacee.

Formele de listerioză sunt variate în ce privește severitatea, de la purtător temporar asimptomatic, până forma acută, bruscă cu pătrunderea bacteriilor în fluxul sangvin. Infecția poate antrena chiar o meningită.

Listerioza afectează cel mai adesea nou-născuții, femeile însărcinate, persoanele în vârstă și cele cu un sistem imunitar scăzut. Pentru a evita apariția unor complicații severe ale bolii, sunt necesare o diagnosticare promptă și inițierea rapidă a tratamentului.

În anii anteriori, listeriozele apăreau cu totul sporadic; în prezent au dobândit caracterul unor epidemii și se manifestă mult mai frecvent.

Clinic se manifestă prin afectare fetală (avorturi în al doilea trimestru de sarcină, nașteri premature, moartea intrauterină a fătului), infecții ale noului născut, cu afectare meningiană, mai ales în primele 4 săptămâni de viață; nivelul mortalității este foarte crescut.

La adult gravitatea îmbolnăvirii depinde de starea de sănătate a persoanei contaminate (bolnavii de neoplasm, alcoolicii, diabeticii, bolnavii cardiovasculari).

2.6.2.3. Tuberculoza și bruceloza

Laptele insuficient tratat termic constituie o cale importantă de transmitere a **tuberculozei** provocate de *Mycobacterium tuberculosis*, bacterie prezentă în laptele recoltat de la animalele bolnave.

De asemenea, produsele lactate reprezintă calea majoră de transmitere a **brucelozei** o zoonoză abortivă produsă de bacterii din genul *Brucella*, care este transmisă la om prin intermediul alimentelor de origine animală contaminate.

2.6.3. Toxiinfecțiile alimentare

Toxiinfecțiile alimentare sunt îmbolnăviri acute cu simptome predominant digestive care apar în urma ingestiei de produse alimentare în care sunt prezente bacterii, sau toxine și metaboliți bacterieni toxici în concentrații suficient de mari pentru a determina îmbolnăvirea.

Istoria toxiinfecțiilor alimentare demonstrează că, chiar dacă sunt rare și adesea nu sunt raportate, au existat și episoade endemice masive. În anul 1994, în Statele Unite, salmoneloza provocată de consumul de înghețată contaminată a afectat 224.000 de persoane. În China, în 1998, 300.000 de persoane s-au îmbolnăvit de hepatită A după consumul unor scoici contaminate.

În prezent, un loc important în numărul total de toxiinfecții alimentare sunt cele în care este implicată *Escherichia coli*, iar *Listeria monocytogenes* provoacă listerioze a căror nivel de mortalitate este de peste 30%.

Toxiinfecțiile alimentare pot fi cauzate și de microorganisme condiționat patogene cum sunt *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus mezentericus*, *Citrobacter* atunci când acestea sunt prezente în concentrații foarte mari în produse alimentare atât de origine vegetală cât și animală.

Bacteriile ce provoacă toxiinfecțiile alimentare se pot clasifica în funcție de mecanismul de acțiune, astfel:

- bacterii care ingerate cu alimentele se multiplică în interiorul organismului uman: *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli* (tulpinile patogene), *Vibrio parahaemolyticus*;
- bacterii care produc toxine în alimente înainte de ingerare și provoacă astfel intoxicații (*Staphylococcus*, *Streptococcus* (specii enterotoxice), *Clostridium botulinum*;
- bacterii cu mecanism de declanșare a toxinfecțiilor alimentare complexe, compușii toxici fiind rezultați din alterarea microbiană a alimentului puternic contaminat înainte de ingerare (*Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis mezentericus*, *Proteus*);

În funcție de natura agentului microbian toxinfecțiile sunt:

- provocate de bacili gram-negativi nesporulați: salmoneloze, shigelioze, yersinioze, vibrioze, campylobacterioze, sindroame gastroenterice și dizenterice provocate de *Escherichia coli*;
- provocate de bacili gram-pozitivi nesporulați: listerioze;
- provocate de bacili gram-pozitivi sporulați: gastroenterite provocate de *Bacillus cereus*, *Bacillus botulinum*;
- provocate de coci gram-pozitivi nesporulați: gastroenterite stafilococice;
- micotoxicoze;
- parazitoze.

2.6.3.1. Salmonelozele

Salmonelozele reprezintă un tip de toxiinfecții alimentare cauzate de bacterii din genul *Salmonella*. În prezent se cunosc în jur de 1700 serotipuri ai genului *Salmonella*, din care 150 sunt periculoase pentru om, iar *Salmonella typhimurium* și *Salmonella enteritidis*, sunt cele mai frecvent întâlnite.

Salmonellele sunt considerate bacterii entero-invazive, rezistente la antibiotice care se dezvoltă în produsele alimentare, mai ales animale, care apoi sunt ingerate de om. Alimentele de origine vegetală pot servi drept vectori pentru transmiterea contaminării. Carnea de vită, pasăre, laptele și ouăle sunt cel mai frecvent infectate cu *Salmonella*. Mâncarea infestată de obicei arată și miroase normal. Alimentele deshidratate, cu

reconstituire rapidă, pot fi surse de contaminare. Contaminarea poate avea loc și prin nerespectarea condițiilor de igienă în timpul manipulării alimentelor conținând germeni de *Salmonella*.

Dacă bacteria întâlnește condiții prielnice se multiplică rapid și apare procesul infecțios la consumatorul alimentului. Salmonelozele apar mai frecvent vara decât iarna.

Manifestările clinice specifice au permis diferențierea a trei tipuri de salmoneloze:

- febra enterică, cunoscută ca **febra tifoidă**, care produce febră și indispoziție cu durată de 1-3 săptămâni;
- **gastroenterite**, cu simptome specifice precum greață, vărsături, dureri abdominale, diaree fetidă explozivă;
- **septicemii**, care evoluează cu febră remitentă asociată cu prezența microorganismului în sânge.

Gravitatea simptomelor depinde de cantitatea de aliment ingerată, de tipul de salmonelă implicat și de imunitatea individuală a consumatorului infestat. Prezintă riscuri mai mari sugarii, bolnavii cu alte patologii și persoanele vârstnice. Persoanele contaminate cu salmonele pot rămâne purtătoare de germeni care elimină în permanență celule de salmonele, fără să prezinte simptomele bolii. Acești germeni pot fi angrenați datorită mâinilor nespălate după folosirea toaletei, pe alte alimente ce devin infectante pentru noi consumatori.

2.6.3.2. Shigeliozele

Shigeliozele sunt sindroame gastroenterice corespunzătoare unei infecții bacilare la nivelul intestinului produsă de bacterii din genul *Shigellus*, familia *Enterobacteriaceae*; se deosebesc de salmoneloze prin caracterul fundamental biochimic și manifestarea exclusiv la om.

Contaminarea se face prin intermediul alimentelor (carne de pui, moluște, produse lactate, verdețuri, în general alimente caracterizate de o disponibilitate a apei ridicată) manipulate de purtătorii de germeni. Simptomele îmbolnăvirii debutează cu dureri abdominale, febră, diaree sanguinolentă.

2.6.3.3. Yersiniozele

Yersiniozele sunt sindroame gastroenterice provocate de *Enterobacteriaceae* din genul *Yersinia*.

Yersinia, care contaminează omul prin intermediul cărnii de porcine și bovine (au fost semnalate contaminări și prin consum de lapte crud sau produse vegetale irigate cu ape reziduale) se localizează în intestin și în ganglionii mezenterici.

Simptomele bolii apar, mai ales la nivel gastrointestinal: dureri abdominale, febră, frisoane, dureri de cap, vomă, grețuri, diaree.

Manifestările bolii sunt diferite:

- forme enterocolitice, cu diaree severă, uneori sanguinolentă, sporadic febră, vomă, dureri abdominale care apar la câteva zile de la consumul alimentului contaminat;
- sindrom acut pseudo-apendicular cu dureri acute localizate în fosa iliacă dreaptă, adenite mezenterice și, frecvent, diaree; pot apărea hipertermie, grețuri, vărsături;
- simptome generale, de tipul: artrite reactive, abcese colonice, eritem nodos și colecistită.

2.6.3.4. Infecțiile digestive cu *Escherichia coli*

Bacteriile coliforme sunt reprezentate de 4 genuri ale familiei *Enterobacteriaceae*; dintre acestea, patogenă este *Escherichia coli*.

E. coli 0157:H7 produce o toxină – verotoxina – care cauzează hemoragie intestinală având ca rezultat diareea sanguinolentă. Epidemiile provocate de *E. coli* 0157:H7 sunt adesea, legate de consumul de carne de vită insuficient tratată termic, salată verde sau sucuri de fructe nepasteurizate.

Există și situații în care îmbolnăvirea poate fi asociată cu afectarea renală.

De cele mai multe ori, apariția îmbolnăvirii presupune contaminarea alimentelor cu fecale chiar dacă frecvența acestor bacterii în alimente este redusă.

În principiu, orice specie de *Escherichia coli* poate produce un sindrom diareic, deci poate fi considerată enteropatogenă, dar în general sunt două tipuri de bacterii care produc simptome diferite, unele asemănătoare cu cele din holeră, iar altele asemănătoare celor produse de *Shigella*.

Simptome gastroenterice sunt foarte asemănătoare cu cele holerice: diaree lichidă, deshidratare masivă și șoc; acestea apar după ingestia de alimente cu o contaminare intensă (10^6 – 10^{10} germeni viabili/g) și afectează mai ales copiii sugari, boala fiind cunoscută sub numele de “diaree infantilă”, sau “diareea călătorului”. Sunt considerate responsabile de contaminare alimente precum carnea mamiferelor, crustacee, produse lactate, legumele, piureurile, cremele *etc.* Prezența bacteriilor acidolactice însemănțate inhibă multiplicarea germenilor coliformi.

Apar și simptome asemănătoare celor produse de *Shigella*: diaree cu scaune sanguinolente și cu mucozități; bacteriile responsabile sunt considerate invazive pentru capacitatea lor de a invada celulele epiteliale din mucoasa colonului. Nu produc enterotoxine și le este asociat sindromul dizenteric; pot fi afectate persoane de toate vârstele.

2.6.3.5. Vibriozele

Principala vibrioză de interes pentru igiena alimentară este cea produsă de *Vibrio parahaemoliticus*, familia *Vibrionaceae*. Este un germen care poate rezista la temperaturi scăzute (refrigerare), la concentrații de clorură de sodiu de până la 8%; pH optim 7,6-8,6. Se dezvoltă preferențial pe alimente de origine marină.

După o perioadă de incubație de 2-24 de ore, boala debutează brusc ca o gastroenterită: greață, vomă, dureri abdominale puternice, diaree, febră, cefalee. Manifestările încetează după câteva zile dar la persoanele vârstnice sau cu rezistența scăzută, poate surveni moartea. Ca măsură de prevenire se recomandă consumul de alimente marine tratate termic corespunzător.

Holera, maladie cauzată de *Vibrio cholerae* poate apărea în urma consumului de apă sau alimente contaminate (vezi capitolul 1.).

2.6.3.6. Gastroenteritele produse de *Bacillus cereus*

Bacillus cereus este un bacil cu spori termorezistenți, capabili să se dezvolte la un interval extins de pH = 4,9-9,8 și la temperaturi de 4-50°C. Este responsabil de contaminarea de origine telurică a alimentelor.

Alimentele contaminante sunt, mai ales, cele bogate în proteine: carne, lapte, creme, fulgi de cartofi, verdețuri *etc.* Bacilii ajunși în aliment se multiplică spectaculos și produc ca metaboliți extracelulari mai multe tipuri de toxine din care unele sunt responsabile de sindromul diareic, altele au proprietăți emetice.

Simptomele de tipul dureri abdominale, grețuri, vomă (rar), febră, diaree, apar la 8-16 ore de la ingestia alimentului.

Sindromul emetic, acut (poate apărea la 15-30 de minute de la ingestia alimentului) și debutează cu greață, vomă severă, dureri abdominale, manifestările fiind foarte asemănătoare cu cele ale toxiinfecției stafilococice.

2.6.3.7. Botulismul

Botulismul este o intoxicație de origine alimentară foarte gravă, uneori mortală, provocată de o neurotoxină sintetizată de *Clostridium botulinum*, bacil strict anaerob.

Se cunosc 7 tipuri de bacil botulinic; îmbolnăvirile la om sunt provocate de tipurile A și B, și mult mai rar E, care este prezent mai ales în conservele de pește.

Bacilul botulinic este foarte răspândit în sol, legume, fructe, intestinul animalelor. În condiții anaerobe sporii germinează și se dezvoltă bacilii, care secretă toxina. Trebuie menționat faptul că nu se modifică proprietățile organoleptice ale alimentului.

Toxina botulinică, ingerată odată cu alimentul sau produsă în intestin (la sugar) și chiar la nivelul plăgilor, se absoarbe (are loc inflamarea mucoasei intestinale) și difuzează în tot organismul, producând leziuni degenerative în toate organele, mai ales la nivel SNC, în trunchiul cerebral, bulb și măduvă.

Toxina botulinică interferează eliberarea de acetilcolină la nivelul terminațiilor nervoase după o perioadă de incubație între 4 ore și 8 zile, care cu cât este mai scurtă, cu atât boala este mai severă.

Toxiinfecția debutează cu greață, dureri abdominale, constipație, meteorism, diaree (rar), fenomene neurologice (cefalee, amețeli, strabism, diplopie, midriază, pierderea reflexului de acomodare), paralizii. Evoluția bolii poate fi dramatică.

Prevenția în general se realizează prin conservarea, prepararea și păstrarea corectă a alimentelor, iar la sugar prin neutilizarea mierii și siropului de porumb până la vârsta de 1 an.

2.6.4. Parazitozele

2.6.4.1. Parazitismul

Reprezintă o asociație biologică în care sunt implicați 2 factori:

Gazda – cea care oferă hrana și adăpostul;

Parazitul – cel care folosește condițiile oferite de gazdă.

Paraziții, spre deosebire de bacterii și virusuri, fac parte din mai multe categorii având dimensiuni și structuri ce pot varia în limite foarte largi. Ei sunt agenți patogeni ce pot afecta starea de sănătate atât a omului cât și a animalelor domestice și/sau sălbatice.

Gazda

Este cea pe seama căreia trăiește parazitul și se clasifică în 2 categorii:

- definitivă – de obicei găzduiește forma adultă sau sexuată a parazitului;
- intermediară – găzduiește o formă intermediară, larvară, sau nesexuată ce apare în cadrul ciclului biologic al parazitului.

Ciclul biologic al parazitului

Este reprezentat de etapele pe care le parcurge parazitul în evoluția sa. În cadrul acestui ciclu paraziții pot avea:

- o singură gazdă definitivă;
- mai multe gazde definitive;
- una sau mai multe gazde intermediare;
- gazda definitivă ce poate fi și intermediară.

Parazitul

Poate fi definit ca un organism ce poate trăi la suprafața sau în interiorul altui organism diferit de el, pe care îl privează de unele resurse necesare, provocând diferite daune. Spre deosebire de prădători care se hrănesc după ce își omoară prada, parazitul se hrănește cât timp gazda sa este în viață, moartea acesteia putând duce frecvent la propria lui moarte.

Parazitul își adaptează procesele de metabolism, structură genetică și unele caractere morfologice și fiziologice la condițiile oferite de către gazdă, relația cu aceasta fiind una conflictuală, cu efect benefic pentru parazit dar dăunător gazdei, uneori chiar letal.

2.6.4.2. Implicațiile parazitozelor pe plan medico – social și economic

Implicații sanitare

Acțiunea patogenă a diferitelor specii de paraziți asupra omului este complexă.

- Morbiditatea (procentul de îmbolnăviri dintr-o populație):

Unele parazitoze prezintă semne clinice grave cu modificări morfofuncționale importante, uneori ireversibile (ex. toxoplasmoza în cazul noilor născuți).

- Mortalitatea (procentul de decese dintr-o populație):

Variază între diferite limite în funcție de tipul parazitului implicat și starea de sănătate a gazdei (ex. mortalitate semnificativă întâlnim la cazurile de toxoplasmoză ale bolnavilor de SIDA, sau postoperator la bolnavii de hidatidoză).

- Apariția diferitelor complicații în timp, sau la cronicizarea parazitoei:

Sechele neurologice grave la bolnavii cu hidatidoză cerebrală, apariția diferitelor mialgii și cardiopatii ischemice dureroase la bolnavii cu trichineloză.

- Întârzierea dezvoltării fizice și psihice întâlnită la multe parazitoze comune;

- Implicații în apariția diferitelor forme de tumori maligne prin imunodepresie, dar există și efect invers observat în cazul unor infecții ușoare cu larve de *Trichinella spiralis* ce au inhibat ritmul de dezvoltare a unor tumori.

Implicații economice

Sunt importante mai ales în cazul parazitozoonozelor ce afectează animalele domestice existând posibilitatea ca din motivații economice carnea infestată să fie consumată sau vândută cu bună știință.

Implicațiile sociale

Datorită afectării capacității de efort fizic și intelectual apar și implicații sociale, unii bolnavi necesitând perioade lungi de spitalizare, incapacitate de muncă temporară sau permanentă și/sau concedii medicale lungi și repetate.

Deasemenea, în urma unor îmbolnăviri de origine parazitară pot apărea malformații congenitale, sterilitate, avorturi.

2.6.4.3. Căile de transmitere

Cele mai importante căi de transmitere ale parazitozelor privesc mediul și alimentele dar diferă mult funcție de tipul de parazit. Pot fi luate în considerare îndeosebi următoarele căi de transmitere:

- **Aerul:** praful, curenții de aer, picaturile lui Pflugge;
- **Apa:** de fântână sau de suprafață ce poate fi infestată prin dejecte sau reziduuri din diferite surse (deversare de ape fecal-menajere, întreprinderi, spitale, antrenare de elemente parazitare prin averse de apă, sau topirea zăpezii, etc.).
- **Alimentele:**
 - Carne provenită de la animale infestate (*Trichinella*, *Taenia*, *Toxoplasma*);
 - Alimente contaminate prin contacte cu dejecții, sol contaminat, vectori – muștele (*Giardia*, *Ascaris*, *Enterobius*);
 - Alimente vegetale depozitate necorespunzător sau expirate ce pot fi astfel infestate.

- **Solul:**
 - Poluat prin utilizarea ca îngrășământ biologic a rezidiilor fecal-menajere infestate;
 - Afectat datorită evacuării necorespunzătoare a reziduurilor fecal-menajere ce atrag în zonă și alte insecte și rozătoare crescând și mai mult probabilitatea infestării.
- **Vectori:**
 - Mecanici – Musca domestică poate transporta pe lângă bacterii și viruși și chiști de *Lambliia* sau ouă de helminți.
 - Biologici – atunci când o parte din ciclul biologic al parazitului se desfășoară în corpul vectorului, ex. țânțarul anofel pentru malaria.
- **Alte căi:**
 - Obiecte contaminate utilizate în comun în diferite colectivități sau locuri publice;
 - Mâini murdare ce sunt cauza răspândirii îndeosebi a parazitozelor cu posibilitate de transmitere fecal-orală.
 - Calea sexuală – modalitatea principală pentru pătrunderea în organism a *Trichomonas vaginalis*;
 - Autoinfecția – importantă în infectarea cu *Enterobius*;
 - Transfuzii de sânge – malaria;
 - Infecția congenitală – toxoplasmoza.

2.6.5. Protozoare din clasa Flagelata

Caracteristici generale:

- Protozoare care au membrană celulară și se deplasează prin mișcările unui sau mai multor flageli reprezentați de prelungiri citoplasmatiche permanente;
- Membrana celulară se numește periplast.
- Nucleul este voluminos, cu structură compactă.
- Flagelul se inseră în citoplasmă pe un mic corp bazal numit blefaroplast.

- Înmulțirea se face prin diviziune binară, longitudinal, începând de la extremitatea superioară și după ce s-a produs diviziunea blefaroplastului și nucleului.

Cuprinde 2 ordine:

- Protomonadidae – corp asimetric, număr redus de flageli.
 - Familia *Tripanosomidae*
 - Familia *Trichomonadidae* – genul *Trichomonas* cu speciile:
 - *T. vaginalis*;
 - *T. intestinalis*;
 - *T. buccalis*.
- Diplomonadidae – corp simetric, 2 nuclei, 8 sau mai mulți flageli.
 - Familia *Octomitidae* – genul *Giardia* cu specia *Giardia lamblia*.

2.6.5.1. *Giardia lamblia*

Sinonime:

Lamblia intestinalis, *Giardia intestinalis*, *Giardia duodenalis*.

Morfologie:

- microorganism anaerob, aerotolerant – (respiră în prezența oxigenului printr-o flavină);
- există sub 2 forme: trofozoid și chist:
 - Trofozoidul – la microscopul optic are formă de pară tăiată longitudinal ce prezintă simetrie bilaterală, cu 2 nuclei simetrici cu aspect de ochelari și 4 perechi de flageli;
 - Chistul – cu dimensiuni de 10-12 μm , este ovoid sau elipsoid și ascunde în spatele unei membrane cu dublu contur, aceleași organite: nuclei și flageli.

Habitat: în intestinul subțire (duoden, jejun) și în căile biliare intra- și extrahepatice la om.

Ciclu biologic:

- Chisturile se ingeră și ajung în stomac unde la pH 1,3-2,7 sunt eliberați trofozoizii;
- Are loc migrarea din stomac la nivelul duodenului și jejunului (deplasarea are loc cu ajutorul flagelilor prin mișcări de rotire și balans);
- Trofozoizii trăiesc la nivelul duodenului și jejunului unde se pot înmulți prin diviziune binară;
- Închistarea în intestinul subțire sau în colon și eliminarea chiștilor prin materiile fecale. În fecale, chiștii rezistă un timp, mai ales în condiții de umezeală și pot ajunge pe alimente, legume și fructe nespălate, în apă, sau pot fi vehiculați și de către muște, putând ajunge astfel în tubul digestiv al unei noi gazd; astfel, ciclul se reia.

Patogenie

Există mai multe ipoteze, dar toate conduc la faptul că apare inflamația la nivel intestinal și astfel se lezează structura enterocitului, apărând disfuncționalități în activitatea acestuia.

Mecanismele incriminate sunt:

- Aderarea paraziților prin intermediul discului adeziv de epitelul intestinal. Dacă paraziții sunt în număr foarte mare pot forma o peliculă realizând o barieră mecanică cu deranjarea proceselor de digestie și mai ales de absorbție a grăsimilor și vitaminelor liposolubile;
- Aderarea paraziților de bordura în perie a celulelor mucoasei intestinale produce leziuni ce duc la turtirea sau chiar aplatizarea vilozităților cu apariția unor deficiențe enzimatice (ex. lactaza rezultând intoleranța la lactoză).
- Captarea de către paraziți a sărurilor biliare poate duce la inhibarea activității normale a lipazei pancreatice.
- A fost evidențiată în diferite studii, prezența în citoplasma trofozoizilor și chiar a chiștilor a unor structuri considerate a fi endosimbioți ce pot influența gradul de infectivitate și virulență a paraziților.

Toate tulburările mai sus descrise, împreună cu cele de absorbție, pot duce la sindromul de malabsorbție.

Boala la om: - GIARDIOZA, LAMBLIAZA

Bolnavul prezintă o simptomatologie necaracteristică polimorfă, putând simula frecvent o duodenită sau o diskinezie biliară.

Printre simptome se evidențiază:

- Diaree cu steatoree (scaun diareic amestecat cu o cantitate mare de mucus);
- Reducerea absorbției de caroten, folat și vitamina B₁₂;
- Reducerea activității enzimatică la nivel intestinal;
- Apare astfel SINDROMUL DE MALABSORBȚIE;
- Modificările morfologice și funcționale sunt REVERSIBILE după tratament.

Există forme acute, cronice și asimptomatice (20-30%). Manifestările digestive durează de obicei 3 săptămâni după care dispar spontan.

Simptomele în funcție de forma de boală sunt descrise în tabelul 2.13.

Tabelul 2.17.
Simptomele giardiozei în funcție de forma de boală

Simptome în forma acută de boală	Simptome în forma cronică de boală
Scaune diareice urât mirositoare	Scaune diareice intermitente, steatoree
Pierderi în greutate	Constipație periodică
Scaune cu aspect gras sau cu mucus	Anorexie, greață
Flatulență	Oboseală
Eructații	Distensie abdominală
Anorexie, greață, vomă	Dureri și arsuri epigastrice
Dureri de cap	Eructații deseori sulfurice
Frison	Intoleranță la carne
	Urticarie
	Malabsorbție (lactoză, vit. A, vit. B12, lipide)

La toate aceste semne se mai pot adăuga manifestări:

- Neuropsihice – astenie, cefalee, insomnie;
- Alergice – cutanate, oculare sau respiratorii – urticarie, iridociclite, astm, rinofaringite, bronșite.

La dispariția parazitului dispar și simptomele, cu excepția intoleranței la lactoză care persistă mai mult timp.

Răspunsul imun:

- Apar anticorpi detectabili cu rol protector și de marker al infecției (chiar în cazuri asimptomatice întâlnite în zonele endemice). Anticorpii pot fi identificați în ser, salivă, lapte și secreții intestinale dar metoda are utilitate clinică redusă.
- Antigenele parazitului se pot identifica în materiile fecale prin diverse metode.
- În cazul persoanelor cu probleme ale sistemului imunitar (SIDA, hipogamaglobulinemie) pot apărea infecții simptomatice fără prezența anticorpilor specifici.
- Există 3 factori implicați în răspunsul clinic variabil:
 - Mediul intestinal local ce afectează creșterea parazitului;
 - Tulpina de *Giardia* cu diferențe de patogenitate;
 - Mecanismele de apărare imună a gazdei.

Diagnostic – constă în :

- Examen coproparazitologic – identificarea chisturilor în scaunele formate prin examen repetat de minim 3 ori la interval de câte o săptămână;
- identificarea trofozoizilor:
 - în scaunele diareice;
 - în lichidul duodenal;
 - în biopsia jejunală.
- enterotestul – utilizează o capsulă gelatinoasă enterosolubilă ce conține un fir de nylon ce se extrage după 2 ore, timp în care gelatina s-a dizolvat iar trofozoizii se fixează pe fir.

Biopsia reprezintă metoda cea mai fidelă permițând și evaluarea histologică.

Tratament

1. Tratamentul simplu:

- De elecție – METRONIDAZOL – 5mg/kg corp/zi fracționat în 3 prize timp de 7-10 zile. La copii există FLAGYL sub formă de suspensie, bine tolerată și cu eficiență ridicată.
- La sugar și copil mic, de elecție – FURAZOLIDON – administrat ca suspensie lichidă 2 mg/kg corp/zi în 4 prize timp de 7-10 zile, cu eficacitate comparabilă cu metronidazolul.
- ATEBRINA – (Mepacrin) 2mg/kg corp/zi în 2-3 prize cu cea mai mare rată de vindecare – 92%, dar se administrează rar datorită toxicității ridicate.
- DERIVATI DE NITROIMIDAZOL – comod de administrat, dar cu eficiență mai scăzută:
 - ALBENDAZOL (Zentel) 400 mg/zi în priză unică timp de 5 zile, se poate administra și la copii între 2-12 ani;
 - TINIDAZOL (Fasigyn) 4 tb, doză unică;
 - ORNIDAZOL (Tiberal) 5 mg/kg corp, doză unică.

Efectele tratamentului se evaluează după o lună de la tratament, prin examene coproparazitologice repetate după 7 zile și în caz de eșec se schimbă clasa de medicamente sau se administrează combinații.

2. Tratamentul combinat:

Sunt cele mai eficiente tratamente, măbind rata de vindecare până la 97-98%; durează 10 zile după următoarea schemă:

Zilele 1,3,5,7,9: METRONIDAZOL 3 x 0,250 g/zi la adulți și 0,0250 g/kg corp/zi la copii, divizat în 3 prize;

Zilele 2,4,6,8,10: MEPACRIN 3 x 0,1 g/zi la adulți sau 0,02 g/an de vârstă/zi la copii, sau FURAZOLIDON 4 x 100 mg/zi la adulți și 4 x 1,25mg/kg corp/zi la copii;

Zilnic STAMICIN 1 tb/an de vârstă/zi (max. 3 tb/zi) pe parcursul celor 10 zile de tratament cu rol antimicotic, deoarece levurile favorizează înmulțirea lamblilor.

Epidemiologie:

Rezervorul de paraziți – omul (s-a dovedit existența și la animale, dar nu preferențial).

Căi de transmitere – sub formă de chiști prin:

- apă și alimente contaminate;
- de la o persoană la alta.

Cei mai expuși:

- colectivitățile de copii;
- spitalele de psihiatrie;
- homosexualii;
- turiști care se deplasează în zone endemice.

Epidemiile hidrice – se întâlnesc la comunități care folosesc drept surse de apă potabilă, apele de suprafață.

Condițiile optime de supraviețuire pentru chiști sunt 4-8°C, dar rezistă și sub 0°C; se distrug la peste 20°C iar 45-55°C este considerat intervalul critic de viabilitate.

Dezinfectarea apei se poate face prin filtrarea prin materiale poroase, prin tratarea cu radiații UV sau cu substanțe chimice – cloramina, *etc.*

Prevenirea:

- prin asigurarea filtrării apei;
- controale periodice în colectivitățile de copii și tratarea întregii colectivități în caz de indentificare a bolnavilor;
- Profilaxia individuală;
- Respectarea regulilor de igienă;
- Evitarea apei și alimentelor contaminate;
- În călătorii unde apa ar putea fi contaminată, este indicată fierberea ei înainte de utilizare timp de 3 minute !!!

2.6.5.2. Genul *Trichomonas*

Cuprinde flagelate cu 3-5 flageli anteriori, o membrană ondulată și un axostil.

Omul poate fi infectat cu 3 specii: *T. vaginalis*, *T. hominis*, *T. tenax (bucalis)*.

Boala: TRICOMONOZA vaginală, boală în mare măsură cu transmitere sexuală ce afectează anual circa 170 milioane de persoane pe glob.

Morfologie

Forma este doar vegetativă, nu prezintă formă chistică, iar dimensiunile sunt variabile între 15-20 μm , în funcție de habitatul vaginal sau condițiile de cultivare pe medii nutritive.

T. vaginalis are capacitatea de a fagocita, astfel că în citoplasmă se găsesc vacuole digestive cu bacterii, particule alimentare, leucocite și hematii.

Habitat

Forma vegetativă trăiește în căile genito-urinare mai ales uretră și vagin.

Deoarece nu are capacitatea de a se închista, sunt puțin rezistenți în mediul extern.

Biologie

Crește și se multiplică în mediu umed cu temperaturi între 35-37°C, pH 4,9-6,5. În vaginita tricomoniatică pH-ul vaginal crește spre alcalin (5,5-6).

În perioada în care predomină progesteronul (sarcina, perioada premenstruală) precum și în infecțiile vaginale sau cervicale pH-ul vaginal este alcalin.

Patogenie

T. vaginalis – este un parazit al căilor genito-urinare ale ambelor sexe.

Mod de transmitere – îndeosebi venerian – parazitul aderă la celulele epiteliale prin intermediul adezinelor (proteine).

Apariția vaginitelor în urma prezenței în vagin a *T. vaginalis* nu este obligatorie (are loc în funcție de virulența paraziților sau de teren – sarcina, menstruația, infecțiile cu anaerobi care înlocuiesc lactobaciliile favorizează dezvoltarea paraziților).

Histopatologie

Proliferarea coloniilor în vagin duce la degenerarea și descuamarea epiteliului vaginal urmat de apariția unui infiltrat inflamator al mucoasei.

Macroscopic – peretele vaginal apare congestionat, sensibil, cu mici exulcerații.

Microscopic – erodarea epiteliului vaginal, apar colonii de paraziți în masele fibrinoleucocitare.

Răspunsul imun

S-a constatat existența anticorpilor serici doar la femei și fără a putea face corelație între nivelul lor și rezistența la infecție. La bărbați nu s-a constatat prezența anticorpilor locali în infecțiile uretrale tricomonazice.

Manifestări clinice:

La femei, în general:

- Infectează epiteliul vaginal, uretra și glandele Bartolin;
- Manifestările clinice variază de la asimptomatice la vaginite severe;
- Vaginitele debutează cu prurit vulvar urmat de apariția unei secreții vaginale spumoase, fluide, de culoare galben-verzui cu miros fad;
- Fenomenul acut se atenuează treptat rămânând numai secreția care se exacerbează post menstrual și în sarcină;
- În infecția cronică secreția pierde aspectul purulent (scade numărul de paraziți și de leucocite), apare inflamația vulvei eritematoasă și edematoasă, cu mici puncte hemoragice și ulcerații; pot apărea dureri abdominale ce reflectă vaginita severă cu limfadenopatie;
- Netratată, se transformă într-o infecție cronică caracterizată prin simptome intermitente sau de vulvovaginită mai puțin severă.

La femeile în climax densitatea populației parazitare variază neregulat.

Simptomatologie:

- Secreție mucopurulentă cu striuri sanguinolente;

- Prurit vulvovaginal;
- Sângerare după contact sexual;
- Fenomene urinare – disurie sau polakiurie;
- La femeile gravide apar fenomene inflamatorii cu complicații post abortum sau post partum (febră, inflamația mucoasei uterine, prezența secreției fetide).
- În general mai pot apărea:
 - Tulburări psihosomatice;
 - Tulburări sexuale;
 - Frigiditate;
 - Instabilitate emoțională;
 - Raport sexual dureros.

Infecțiile cronice duc la sterilitate temporară datorită fagocitării spermatozoizilor de către paraziți sau datorită reducerii motilității lor sub influența metaboliților eliberați de paraziți.

- La fete:
 - Infecția poate apărea prin contaminare de la mamă în timpul nașterii sau ulterior nașterii dacă traiesc în condiții neigienice;
 - Apare rar deoarece parazitul se instalează doar pe teren estrogenizat.
- La bărbați:
 - Parazitul se localizează în uretră și prostată dar terenul nu este prea favorabil dezvoltării;
 - În majoritatea cazurilor este asimptomatică;
 - Poate apărea uretrita caracterizată în forma acută de:
 - Secreție uretrală purulentă, fluidă;
 - Senzație de arsură pe uretră, exacerbată în timpul micțiunii;
 - În infecția cronică secreția se reduce la picătura matinală care la început este purulentă apoi devine seroasă persistând o perioadă lungă de timp.

Diagnostic:

- La femei – examen microscopic al secreției vaginale sau uretrale – se evidențiază parazitul mobil sau se

însămânțează secreția pe cultură (combinarea celor două duce la detectare în 98% din cazuri).

- La bărbați – examen și cultură pentru secreția uretrei anterioare – dimineța înainte de a urina.
- Evidențierea eventualelor infecții asociate – candidoza sau infecția gonococică.

Tratament: DERIVAȚII DE 5-NITROIMIDAZOL

- METRONIDAZOL, doză unică 2 g;
 - Dacă partenerii se tratează simultan se obține vindecarea în 94% din cazuri;
 - Efecte secundare la aceasta unidoză – nesemnificative: gust metalic, greață, cefalee, amețeli;
 - Contraindicația majoră – SARCINA – anomalii de dezvoltare la 3,8% din nou-născuți.
- CLOTRIMAZOL – ÎN SARCINĂ – timp de 6 zile local 100 mg/zi.
- TINIDAZOL – Fasigyn
 - Administrat oral tot în doză unică 2 g cu tratament concomitent la ambii parteneri.
- FENTICONAZOL
 - Derivat de tinidazol administrat intravaginal în doză unică de 1000 mg; dă rezultate de succes în cazuri rezistente la metronidazol.
- ORNIDAZOL
- NIMORAZOL
- Spălături cu soluție de Cloramina B.

Epidemiologie:

- Rata prevalenței:
 - 5-10% la femeile sănătoase;
 - 50-70% la femeile cu condiții igienice precare și promiscuitate sexuală.
- Transmitere:
 - Pe cale veneriană;
 - Nevenerian – foarte rar (închisori, instituții psihiatrice) dar și din toalete publice sau ape de bazin și termale.
- *T.vaginalis*:

- nu rezistă la îngheț sau peste 44°C;
- În urină la 20°C rămâne viabilă 9-20 ore;
- În secreții vaginale depuse pe lemn, prosoape, bureți de baie trăiește 1-6 ore;
- În apa potabilă trăiește 10 minute;
- În bazine de înot – 10-30 minute;
- În soluții de săpun moare imediat;
- În apele minerale termale supraviețuiește 22-27 ore, păstrându-și motilitatea și capacitatea de înmulțire!

2.6.6. Protozoare din clasa Sporozoa

2.6.6.1. Toxoplasma gondii

Clasa SPOROZOA

Boala TOXOPLASMOZA

Morfologie

- Toxoplasma se prezintă sub 3 forme din care în organismul omului se întâlnesc numai primele două:
 - **trofozoit** (endozoit, tahizoit) – forma vegetativă cu dimensiunea de câțiva μm , prezintă un nucleu central; se înmulțesc obligatoriu într-o celulă gazdă, niciodată extracelular și nici nu supraviețuiește în medii de cultură lipsite de celule vii.
 - **chistul tisular** – rezultat al ciclului asexuat, poate conține aglomerări de sute sau chiar mii de trofozoizi; prezintă o membrană și poate fi întâlnit în diferitele organe mai ales în formele cronice și latente de boală.
 - **oochistul** – rezultat al ciclului sexuat care se petrece în organismul felinelor, poate fi prezent numai în fecalele pisicii care este singura gazdă definitivă a parazitului.

Localizare

- Poate invada practic orice țesut, în special cel nervos.

- Chistul tisular se localizează preferențial în țesutul nervos și muscular, putând trăi timp îndelungat fără să provoace reacții inflamatorii sau tulburări funcționale.

Ciclul de viață

- Cuprinde două etape distincte:
- ***Ciclul sexual*** care se desfășoară în celulele epiteliului intestinal de pisică; pisica se poate infecta prin ingerarea cărnii infestate (care conține pseudochiști) a animalelor vâdate. În celulele epiteliului intestinal al pisicii, din schizonți rezultă micro- și macrogameți care fuzionează pentru a forma un zigot, care la rândul lui se transformă în oochist și este eliminat din intestin prin scaun. Oochistul sporulează în 3-4 zile și formează sporochisturi ce conțin sporozoiți gata să infecteze o nouă gazdă. Sporozoiții reprezintă forma infectantă pentru toate animalele vertebrate receptiv.
- ***Ciclul asexual*** are loc în țesuturile și organele omului și ale unor animale vertebrate, ce sunt gazde intermediare și care se pot infesta prin una din căile următoare:
 - ingeră oochiști eliminați de pisică
 - sunt infectați pe cale transplacentară direct cu forme vegetative;
 - ingeră pseudochiști prin intermediul cărnii nepreparate corespunzător.
- În gazda intermediară are loc faza toxoplasmatică sau ciclul extraintestinal cu formare de pseudochisturi ce conțin trofozoți. Aceștia sunt eliberați prin ruperea peretelui pseudochistului și se răspândesc pe cale hematogenă.
- Faza de multiplicare endocelulară și de răspândire hematogenă induce în câteva zile o reacție imunologică serioasă ce distruge toxoplasmele circulante și determină închistarea celor rămase în celule, dar care rămân viabile pe toată durata vieții gazdei și sunt infecțioase atunci când ajung în tubul digestiv al animalelor homeoterme.

Patogenie

- La om infecția poate fi:
 - transmisă transplacentar;
 - dobândită prin consumul cărnii infectate cu chisturi;
 - transmisă prin oochisturile excretate de pisică.
- *Toxoplasma* pătrunde activ în orice celulă nucleată în care se înmulțește, fiind afectați în speță: mușchii scheletici, ganglionii limfatici, miocardul, encefalul, retina, placenta.

Morfopatologie

- Proliferarea trofozoizilor provoacă moartea celulei invadate rezultând focare de necroză, înconjurate de reacții celulare inflamatorii care pot fi întâlnite în orice țesut.
- TOXOPLASMOZA ACUTĂ – Tahizoizii distrug celulele parazitate provocând: pneumonie, hepatită, encefalită, miocardită. La nivelul pielii se formează un rash maculo-papular din focare mici de *Toxoplasma* care se multiplică.
- TOXOPLASMOZA CONGENITALĂ – are loc infectarea placentei în 35% din cazurile de infecții primare dobândite în timpul sarcinii respective, rezultând infectarea fătului care adesea rămâne asimptomatică; doar în 10-20% din cazuri apar leziuni severe de tipul:
 - inițial generalizate: hepatită, splenomegalie, pneumonie, anemie, stagnarea greutății;
 - infecții persistente ale SNC: hidrocefalia, calcificările intracraniene, corioretinita, retardul psihomotor.

Leziunea patognomonică o constituie *necroza și calcificările periventriculare*.

- TOXOPLASMOZA OCULARĂ – CORIORETINITĂ:
 - Poate fi singura manifestare a bolii și apare tardiv.
 - Forma congenitală este de obicei bilaterală fără implicarea altor organe.
 - Forma dobândită este unilaterală cu leziune unică dar însoțită des și de alte manifestări ale bolii.

- Leziunea caracteristică este *retinita necrozantă focală recurentă* care degenerază într-o cicatrice atrofică cu hiperpigmentare pe margini.
- Leziunile se vindecă de obicei în câteva săptămâni sau luni, zonele vindecate sunt conturate net și au aspect alb-gri.
- TOXOPLASMOZA CEREBRALĂ: se întâlnește la persoanele imunodeprimare:
 - Pacienți cu limfoame;
 - Maladia Hodgkin;
 - Carcinoame;
 - SIDA.

Răspunsul imun - În funcție de cele 3 stadii:

1. Faza acută sau toxoplasmoza primară
 - Începe din momentul infectării și durează până când se atinge un nivel semnificativ de imunitate; anticorpilor serici neutralizanți sunt prezenți 10-14 zile.
2. Faza subacută sau toxoplasmoza secundară
 - Răspuns imun eficient; anticorpilor serici se mențin în titru ridicat => dispar trofozoizii din circulație și din majoritatea organelor, rămân doar la nivelul sistemului nervos și al ochiului, unde reacția imuna e mai puțin eficientă.
3. Faza cronică
 - Chisturile tisulare rămân în diferite organe pentru toată durata vieții gazdei, dar imunitatea conferă protecție totală și durabilă la reinfecție; nivelul anticorpilor circulanți scade progresiv până la valori destul de joase dar care persistă toată viața ca și imunitate celulară.
 - Chisturile tisulare sunt bine tolerate, nu provoacă nici leziuni, nici reacții inflamatorii; ruperea accidentală a chisturilor poate provoca reactivarea bolii cu manifestări neurologice și oculare periculoase în cazul organismelor afectate de o boală generalizată, imunodeprimare

– TOXOPLASMOZA DOBÂNDITĂ

- INFECȚIA ASIMPTOMATICĂ-

- se întâlnește la organisme competente imunologic și este descoperită cu ocazia unor examene serologice ocazionale, efectuate la femei gravide.
- Compromiterea majoră a imunității duce la reactivarea bolii.

- BOALA SIMPTOMATICĂ

- La organismele competente imunologic boala se manifestă prin:
 - SIMPTOME NESPECIFICE – febră singură sau în asocieră cu cefalee, artralgi, mialgi.
 - LIMFADENOPATIA – ganglioni fermi sau moi, mobili, nedureroși, nu supurează; se vindecă în câteva luni spontan sau poate persista sau reveni.
 - MANIFESTĂRI CUTANATE – rare dar diverse, de la urticarie până la dermohipodermite.
 - AFECTAREA OCULARĂ – durere oculară sau perioculară, fotofobie, lăcrimare, scăderea acuității vizuale.
- La organismele imunodeprimăte imunologic, congenital sau prin terapie imunosupresoare, bolnavi de SIDA:
 - Infecția primară conduce la o formă diseminată fulminantă cu febră, rash cutanat, frison, hepatită, miocardită și meningoencefalită;
netratată este fatală!

– TOXOPLASMOZA CONGENITALĂ – presupune: (2 ipoteze)

- Existența obligatorie a unei primoinfecții toxoplasrice la mamă => naștere de copii cu toxoplasmoză congenitală;
- Reactivarea unei infecții cronice sau latente a mamei în orice perioadă a sarcinii => sarcini patologice repetate cu nașterea mai multor copii bolnavi.
- Uneori anticorpii mamei reușesc să limiteze infecția fetală, fătul afectat la naștere este aparent sănătos, infecția rămâne

latentă și este exprimată prin prezența anticorpilor anti-T și după eliminarea anticorpilor materni.

Diagnostic – bazat pe:

- Anamneza;
- Examen clinic;
- Examen de laborator – evidențierea parazitului sau anticorpilor specifici.

Tratament

- depinde de stadiul bolii și forma clinică; urmărește oprirea multiplicării și/sau distrugerea tahizoizilor în stadiul acut al bolii; formele chistice existente în faza cronică sunt rezistente la terapia actuală.

A. LIMFADENITĂ TOXOPLASMICĂ

- Limfadenopatiile moderate nu necesită terapie specifică.
- TERAPIA ANTIPARAZITARĂ:
 - Se adresează bolnavilor deprimați imunologic și celor care prezintă simptome severe și prelungite.
 - PIRIMETAMINA 50 mg/zi 2 zile ca doză de atac apoi 25 mg/zi + SULFADIAZINA 1-2 g/zi administrate în 1-3 cicluri de 21 zile.
 - medicație alternativă:
 - SPIRAMICINA 3 g/zi;
 - DAPSONA 50 mg/zi;
 - CLARITROMICINA 500 mg/zi;
 - TRIMETOPRIM 4-6 mg/kg corp + SULFAMETOXAZOL 30 mg/kg corp.
- TERAPIA ADJUVANTĂ:
 - MEDICAȚIE ANTIINFLAMATOARE nesteroidiană sau steroidiană pentru forme severe;
 - ACID FOLIC/FOLINAT DE CALCIU, FIER, vitaminele B₁₂, A, C;

B. OXOPLASMA OCULARĂ

- TERAPIA ANTIPARAZITARĂ
 - PIRIMETAMINA + SULFADIAZINA 1-3 cicluri de 28 de zile;
 - Medicație alternativă:

- PIRIMETAMINA 20-50 mg/zi + CLINDAMICINA 450 mg/zi;
- CLARITROMICINA 500 mg/zi;
- AZITROMICINA 500 mg/prima zi, apoi 250mg/zi 5 săptămâni;
- DAPSONA 50 mg/zi.
- TERAPIA ADJUVANTĂ:
 - ANTIINFLAMATOARE nesteroidiene sau steroidiene;
 - ACID FOLIC/ FOLINAT DE CALCIU, VIT.B12, A, C, FIER;
 - TROFICE RETINIENE.

C. MALADIA ABORTIVĂ TOXOPLASMATICĂ

- PIRIMETAMINA + SULFADIAZINA 4-6 cicluri de 14-21 de zile (străbate placenta și tratează, fătul dar nu pot fi administrate înainte de 16 săptămâni de sarcină);
- ALTERNATIVE:
 - CLARITROMICINĂ;
 - CLINDAMICINĂ;
 - DAPSONĂ.
- În timpul sarcinii până la 16 săptămâni – SPIRAMICINĂ 3 g/zi.

D. TOXOPLASMOZA CEREBRALĂ – la imunodeficitari în special bolnavi de SIDA:

- TERAPIA ANTIPARAZITARĂ – se face cu combinația specifică ce trece bariera hemato-encefalică după următoarea schemă:
 - PIRIMETAMINA 200 mg doză de încărcare, apoi 50 mg + SULFADIAZINA 4-6 g/zi divizată în 4 doze;
 - După 4-6 săptămâni se instituie chimioprofilaxia săptămânală care va continua toată viața bolnavului: PIRIMETAMINA 25-50 mg + SULFADIAZINA 2-4 g/zi
- TERAPIA ADJUVANTĂ:
 - antiedematoase cerebrale;
 - antiinflamatoare;
 - anticonvulsivante;
 - trofice și vasodilatatoare cerebrale;
 - acid folic, vitamina B₁₂, preparate de fier, polivitamine.

- CHIMIOPROFILAXIA ANTITOXOPLASMICĂ – indicată pentru imunodeficitari atât simptomatici cât și asimptomatici, 1 zi/săptămână cu:
 - PIRIMETAMINA 25 mg + SULFADIAZINA 1 g/zi sau SULFADOXINA 500 mg/zi sau DAPSONA 100-200 mg/zi;
 - Alternative: CLARITROMICINA, CLINDAMICINA, ATOVAQUONA.

Epidemiologie

- Răspândire – în întreaga lume;
- Rezervor de infecții – felinele care sunt gazde definitive.
- Căi de transmitere:
 - Calea digestivă – prin consum de:
 - carne de porc, oaie, bovine, păsări, infestate cu chisturi;
 - alimente contaminate cu oochisturi de pisică;
 - Lapte nefiert – în mod excepțional.
 - Transplacentar – dacă femeia gravidă se infectează în cursul sarcinii pot apărea sau nu consecințe:
 - nașterea unui copil normal, neinfectat;
 - se produce avort spontan;
 - naștere prematură;
 - naștere la termen de făt mort sau infectat.
 - Prin sânge și transplant de organe – posibilă deoarece parazitul s-a identificat în leucocitele unor persoane asimptomatice.
- Receptivitatea și imunitatea:
 - Receptivitatea este generală și universală.
 - Imunitatea se păstrează, chiștii rămânând pentru toată viața în organism conferă o anumită protecție față de reinfecție, dar care se poate pierde prin deprimarea sistemului imun.

Profilaxie

- Elemente cheie în prevenirea infecției:
 - Prelucrarea termică a cărnii prin gătire la temperaturi mai mari de 60°C sau congelare la -20°C;
 - Spălarea fructelor și zarzavaturilor;

- Evitarea contactului cu pisicile;
- Oochisturile sunt distruse la temperaturi uscate de peste 66°C sau umede la fierbere.

2.6.7. Clasa Nematode

2.6.7.1. Ascaris lumbricoides

Sinonime – *ASCARIS SUUM*, *LIMBRIC*

Boala se numește ASCARIOZĂ

Morfologie

- Parazitul adult:
 - Cel mai mare nematod care parazitează intestinul uman;
 - Forma alungită, cilindrică;
 - Femela are extremitatea posterioară a acesteia curbată ventral, lungimea între 20-30 cm și 5-7 cm grosime, este mai mare decât masculul care are lungimea între 10-25 cm și grosimea 2-4 mm;
 - Are aparat digestiv complet, iar în cavitatea generală se găsesc organele interne scăldate într-un lichid cu proprietăți toxice;
- Oul fecundat în momentul depunerii este sferic sau ușor ovalar, măsoară 45–70 μm, cu următoarea structură:
 - În exterior un înveliș mamelonat (membrana protectoare auxiliară);
 - Urmează un strat incolor relativ gros;
 - Membrana internă, impermeabilă;
 - Celula ou care nu umple complet interiorul membranei interne, ci lasă un spațiu liber la extremități;
 - În lipsa masculului, femela depune ouă nefertile, mai alungite, care au aceeași culoare galben-brună la evacuarea din organismul gazdei cu fecalele.
 - Ouăle sunt rezistente la temperaturi scăzute, desicație și putrefacție, rămânând viabile pe sol mai mult de un an;

- La 22–23°C în 3-4 săptămâni, în condiții de umiditate și umbră, se dezvoltă din ou o larvă infectantă.

Ciclul evolutiv

- Femela depune cca. 200.000 ouă în 24 ore, care depuse în intestinul subțire, ajung în natură de unde pot fi ingerate prin diferite moduri.
- Ouăle ingerate ajung în duoden unde eliberează larva care trece prin mucoasa intestinală și apoi, prin intermediul vaselor limfatice și sangvine, ajung în circulația portă și în ficat unde rămân 4 zile. De acolo pleacă mai departe, trec prin cordul drept și ajung în plămân unde, deoarece nu pot trece prin capilarele pulmonare, trec prin peretele alveolar în căile respiratorii, tranzitează bronhiile, trahea, laringele, ajung în faringe de unde pot fi eliminate prin tuse odată cu sputa sau pot fi înghițite ajungând în esofag; Ajunse din nou în intestin, suferă câteva năpârliri și se transformă în adulți după 60-65 zile de la infecție.

Patologie

- Răspunsul gazdei diferă funcție de cele 2 faze – tisulară și intestinală.
- ***În infecția inițială*** nu apar reacții intense decât dacă migrează simultan sute de larve, dar la ***infecțiile ulterioare*** apar reacții tisulare intense chiar dacă sunt implicate un număr mic de larve, datorită sensibilizării gazdei față de produsele metabolismului larvar.
- Apar astfel:
 - Afectarea mucoasei intestinale – granuloame;
 - Reacții puternice de hipersensibilizare la nivelul plămânului care apare infiltrat cu polimorfonucleare și eozinofile – sindrom Loefller;
- Pot apărea și reacții generale de hipersensibilitate ca:
 - Astmul bronșic;
 - Infiltratul pulmonar eozinofilic fugace;
 - Edemul angioneurotic (reacție alergică ce este caracterizată printr-o erupție edematoasă subcutanată);
 - Urticaria.

- Față de parazitul adult, toleranța gazdei e mai mare, acesta putându-se strecura prin ampula Vater sau apendice, ceea ce poate conduce la obstrucție intestinală.

Manifestări clinice

- în perioada de migrare sunt neînsemnate, iar apoi se disting două forme:
 1. ASCARIOZA PULMONARĂ – prezintă semne clinice variate care durează 1-2 săptămâni și dispar spontan, cum sunt:
 - tuse ușoară;
 - pneumonia cu dispnee;
 - durere retrosternală;
 - febră;
 - excepțional hemoptizie și erupții cutanate.
 2. ASCARIOZA INTESTINALĂ – manifestările clinice sunt condiționate de încărcarea parazitară:
 - Anorexie, dureri abdominale, vomismente;
 - diaree/constipație.

COMPLICAȚIILE ASCARIOZEI se datorează dimensiunilor mari ale paraziților și tendinței migratorii a acestora, migrarea putând fi provocată de antihelmintice, anestezice, condimente și febră. Pot fi:

- ERATISMUL – migrarea paraziților adulți din intestin, produce spasme prin iritarea terminațiilor nervoase ale peretelui intestinal și datorită efectului toxico-alergic al metaboliților poate duce la ILEUS ACUT;
- Obstrucția intestinală în zona ileo-cecală, cei mai expuși fiind copiii datorită lumenului intestinal de dimensiune mai mică; dacă nu se intervine cu tratament poate urma gangrena intestinului cu perforație și peritonită;
- Peritonita datorată ieșirii parazitului în cavitatea peritoneală;
- Icter mecanic – prin pătrunderea în căile biliare;
- Abces hepatic – prin pătrunderea în țesutul hepatic;
- Pancreatită, apendicită;
- Asfixie – prin pătrunderea în faringe și cavitatea nazală și bucală.
- Reacții de tip alergic – alergenul ascaridian este unul din cele mai puternici alergeni ducând la reacții de hipersensibilizare la mai multe nivele (plămân, conjunctive, mucoasă intestinală, piele);

astfel apar: urticarie, diaree, dureri abdominale, conjunctivită, edem facial.

Diagnostic

- De laborator prin decelarea parazitului adult, a ouălor sau larvelor;
- Eozinofilia este mult crescută în fază migratorie până la 30-50% dar scade în faza intestinală.

Tratament

Cu prognostic în general bun, dar rezervat pentru cazurile de infestări larvare masive ale plămânului.

1. ASCARIOZA PULMONARĂ – nu are tratament specific, manifestările de hipersensibilitate răspunzând la corticoterapie;
2. ASCARIOZA INTESTINALĂ
 - NECOMPLICATĂ – antihelmintice:
 - MEBENDAZOL (Vermox, Thelmox) 2 x 100 mg/zi;
 - ALBENDAZOL (Zentel) între 2-5 ani – 200 mg unidoză; peste 5 ani și adulți 400 mg doză unică.
 - COMPLICATĂ:
 - OCLUZIA INTESTINALĂ SAU BILIARĂ
 - derivații de PIPERAZINĂ care paralizează viermii, zilnic 75 mg/kg corp, cu doza max. individuală de 2 g la copiii sub 20 kg și 4 g la adult; eficacitatea tratamentului cu doză unică este crescută prin administrarea în 2 zile consecutiv (pană la 90%).
 - LEVAMISOLUL (Decaris) – inhibă fumarat-reductaza, enzima esențială în metabolismul parazitului, administrat în doză unică 150 mg la adulți, 50 mg la copii, eficacitate 70-90%.
 - PIRANTELUL (Combantrin) – este o amidă ciclică ce acționează asupra transmisiei musculare producând paralizia viermelui – doză unică 10 mg/kg corp, eficacitate 90%.

Epidemiologie

- Ascarioza este una din cele mai răspândite infecții parazitare – 25% din populația umană;

- Mortalitatea anuală globală – 20.000 cazuri în special datorită complicațiilor;
- Morbiditatea anuală globală – 1.000.000 cazuri datorită manifestărilor pulmonare și malnutriției;
- Rezervorul de infecție – omul purtător al paraziților adulți care elimină ouă fecundate;
- Răspândirea – este favorizată de lipsa instalațiilor sanitare;
- Contaminarea – prin alimente nespălate și apă contaminată.

Profilaxie

- Igiena alimentației și individuală;
- Chimioterapie în masă în cazul identificării de cazuri în colectivități, cu tratamente repetate la fiecare 2-3 luni.

2.6.7.2. Enterobius vermicularis

Sinonime – *Oxyuris vermicularis*, oxiurul

Boala – OXIUROZA, ENTEROBIOZA

Răspândire – pe tot globul există peste 200 milioane de persoane infectate;

Morfologie

– Parazitul adult:

- Nematod mic, alb-gălbui;
- Se leagă de mucoasa intestinală cu ajutorul butonului cefalic aflat la extremitatea anterioară;
- Are aparat digestiv compus din orificiu bucal, esofag, intestin și rect;
- Masculul cu dimensiuni între 2-5 mm, este mai mic decât femela care are dimensiuni între 8-13 mm, și care prezintă ovar și uter;
- Femela gravidă depune 10-15.000 de ouă în doar câteva minute după care moare.

– Ouăle – de formă ovalară cu o latură plană și una convexă, sunt transparente, prezintă un înveliș dublu și au dimensiuni de 20-50 μm.

Habitat – oxiurii trăiesc în colonul ascendent, mai ales cecum și apendice dar sunt întâlniți și în ileonul inferior unde pot produce ulceratii minore; foarte rar pot fi întâlniți în organele genitale ale femeii și în mod excepțional în nas și urechi.

Ciclul de viață

- Paraziții se hrănesc cu conținut intestinal iar durata lor de viață este între 1 și 3 luni;
- După ce ovarul devine plin cu ouă, femela își pierde vigoarea, devine pasivă și este antrenată de bolul fecal, migrând în afara anusului unde depune toate ouăle odată, în pliurile mucoasei anale sau în regiunea perianală;
- Migrarea se face de obicei seara sau spre dimineață și este însoțită de prurit anal și perianal;
- Procesul de transformare a embrionului din ou în larvă se realizează în contact cu oxigenul atmosferic;
- În condiții optime de temperatură și umiditate (36-37°C și 40% umiditate) larva devine invazivă în decurs de 4 ore și poate începe unul din următoarele procese:
 - AUTOINFECȚIA – Ouăle sunt vehiculate în cavitatea bucală fie direct pe degete prin contaminare unghială, subunghială, fie prin intermediul alimentelor sau altor obiecte contaminate;
 - RETROINFECȚIA – ouăle depuse în regiunea perianală eclozează spontan și larvele pătrund în mod activ prin orificiul anal ajungând înapoi în intestine;
 - EXPUNEREA unui nou individ la rufărie sau lenjerie de pat infectată, sau la alte obiecte din mediu infestate de vectori mecanici – muște, gândaci;
 - TRANSMITEREA – prin inhalare de praf infestat prin gură sau nas.

Patogenie și manifestări clinice

- Enterobioza este considerată boală cronică datorită autoinfecțării sau reinfectării.

- Prin atașarea parazitului de mucoasa intestinală se produce o inflamație locală și apar următoarele modificări patologice și complicații:
 - Dureri abdominale, greață, diaree;
 - Apendicita acută și cronică;
 - Pruritul anal intens care duce la leziuni de grataj (prin scărpinare) fiind favorizată apariția dermatitelor exematiforme ce se pot infecta la rândul lor bacterian;
 - Vulvo-vaginite pruriginoase prin migrarea parazitului în zona vulvară;
 - Granuloame și peritonită (când paraziții ajung în cavitatea peritoneală).
- Deși majoritatea infecțiilor sunt ușoare mai pot apărea:
 - Tulburări neuropsihice;
 - Insomnie provocată de pruritul nocturn intens;
 - Iritabilitate, nervozitate;
 - Anorexie, scădere în greutate;
 - Scăderea capacității de concentrare și a memoriei;
 - Convulsii, teamă nocturnă, incontinență urinară;
 - Anemie ușoară, leucocitoză;
 - Eozinofilie ce apare la o săptămână de la infectare, atinge maximul în ziua 28 iar ulterior revine la normal.

Diagnostic

- Se pune prin evidențierea parazitului adult și/sau ouălor; femela poate fi văzută în regiunea perianală, în vagin și în scaunele diareice sau după administrarea terapiei antihelmintice;
- Oul poate fi evidențiat într-un număr redus de cazuri deoarece nu se regăsește în materiile fecale în mod obișnuit, ci doar prin contaminarea bolului fecal în timpul eliminării;
- O metodă eficientă – amprenta anală luată pe bandă adezivă (detectează la primul examen mai mult de jumătate din cazuri);
- Pentru excluderea acestui diagnostic sunt necesare 7 examinări efectuate la interval de 2 zile sau 3 examinări la interval de o săptămână.

Tratament – DE FOND:

- MEBENDAZOL (Vermox, Thelmox, Permax) – doză unică adulți 100 mg cu repetare după 2 săptămâni;
- ALBENDAZOL (Zentel) – doză unică: la adulți 400 mg, la copii 10-14 mg/kg corp;
- PAMOAT DE PIRANTEL (Combantrin) – doză unică 10 mg/kg corp, cura se repetă la fiecare 6 săptămâni până la eradicare;
- PAMOAT DE PIRVINIU (Vermigal) – doză unică 5 mg/kg corp (nu mai este acceptat de ANM); cura se repetă de 2 ori la interval de 10 zile;
- ADIPATUL DE PIPERAZINĂ (Nematocton) – adulți: 2 g/zi 7 zile, copii, funcție de vârstă: 0-2 ani – 50-75 mg/zi, 2-5 ani – 750 mg/zi, 6-14 ani – 1,5 g/zi, timp de 7 zile.
 - În infecțiile sporadice este suficientă o singură cură de tratament dar în familiile infectate se vor trata toți membrii simultan de cel puțin 2 ori.
 - SIMPTOMATIC: administrarea locală a unui unguent calmant pentru prurit și care va reține paraziții și ouăle; intermitent spălări zilnice cu apă caldă și săpun.

Epidemiologie

- REZERVORUL DE INFECȚIE – numai omul parazitat;
- RĂSPÂNDIRE – în special în colectivități de copii și în familiile numeroase;
- TRANSMITERE – direct de pe mâinile contaminate sau indirect prin contaminarea alimentelor sau obiectelor și prin manipularea lenjeriei de corp și așternuturilor persoanei infectate;
- PREVALENȚA – în funcție de densitatea populației este mai des întâlnită la bătrâni și copii.

Profilaxia

- Individuală, prin respectarea strictă a regulilor de igienă personală și prin tratarea întregii colectivități la descoperirea unor membrii bolnavi;
- Combaterea muștelor, gândacilor și altor vectori ce răspândesc ouăle de oxiuri.

2.6.7.3. Trichinella spiralis

Boala – TRICHINELOZA, TRICHINOZA

Morfologie și ciclu de viață

- Trichinella – nematod localizat intracelular atât în stadiu larvar cât și ca adult;
- Femela (3-4 mm) este mai mare decât masculul (1,5 mm), prezintă ovar, oviduct și uter care se continuă cu vaginul.
- Animalul gazdă definitivă este și gazdă intermediară.
- Ciclul se întrerupe prin închistarea larvelor și pentru reluarea lui trebuie ca o nouă gazdă să consume larve vii.
- La om, parazitul ajunge prin intermediul cărnii (mușchi) infestate cu larve închistate.
- Sub acțiunea enzimelor digestive are loc eliberarea larvelor din chiști care ajung în intestinul subțire năpârlesc de 3-4 ori și pătrund în enterocite. Acolo se dezvoltă adulții care sunt apoi expulzați lăsând în urmă larve juvenile. Larvele sunt eliberate direct din uterul femelei unde s-a produs evoluția lor din ouă (vierme vivipar).
- Larvele juvenile pătrund în vasele limfatice sau sanguine, ajung în circulația generală și astfel în tot organismul.
- După câteva ore, larvele părăsesc circulația și se fixează în miocitele mature, se dezvoltă ca agent infecțios numai în celulele mușchilor scheletici; crește de-a lungul axului celulei ajungând la lungime maximă în ziua 20, apoi începe calcifierea.
- Cei mai infectați mușchi: diafragmul, laringele, limba, intercostalii, maseterii (muschi cu inserție pe mandibulă și cu rol în masticatie), bicepșii, deltoizii și gastrocnemienii (cei care asigură flexia plantară, a gleznei și genunchiului).

Patologie

- Legată de prezența larvelor în mușchii striati și organe; apare o reacție a gazdei, caracterizată de:
 - Edem, infiltrat inflamator, apariția focarelor de necroză;
 - Calcifieri ale pereților chiștilor;

- Paraziții eliberează metaboliți toxici și alergizanți, în urma cărora, în infecțiile masive se poate produce exitus;
- La pacienții cu forme severe de boală la care în miocard larvele produc fragmentarea fibrei miocardice urmată de fibroză reparatorie apare miocardita, și poate să mai apară meningită, encefalită, leziuni renale, insuficiență cardio-respiratorie.
- Răspunsul imun al gazdei joacă rol important în limitarea infecției, mecanismele imune efectoare sunt eozinofilele, limfocitele B și T.

Manifestări clinice

- Gravitatea bolii depinde de numărul de larve ingerate și de eventuala stare de imunitate câștigată după o expunere prealabilă.
- În infecția cu *Trichinella*, în care persoanele sunt de obicei asimptomatice, au < 10 larve/gram mușchi;
- În trichineloză ca boală manifestă, bolnavii au 50-100 larve/gram mușchi iar boala **debutează** după o perioadă de incubație de 2-7 zile cu:
 - senzație de greață;
 - dureri abdominale difuze;
 - vomă;
 - diaree abundentă choleriformă.
- **Faza de stare:** – starea generală a bolnavului se alterează, apar:
 - eozinofilii crescute, aproape dublate;
 - edeme importante în special periorbitale;
 - conjunctivite și hemoragii subconjunctivale;
 - dureri musculare generalizate, cefalee;
 - delir, febră 38-40°C;
 - dureri la deglutiție, masticăție;
 - disfonie;
 - erupții urticariene;
 - hemoragii subunghiale.
- **Formele grave de boală** – larvele invadează plămânul, cordul sau SNC; în ultimul caz apar: polinevrite, meningită, encefalită, pareze locale sau difuze, delirium.
 - Pot apărea leziuni de tromboză datorită numărului mare de eozinofile circulante care lezează endoteliul

ventricular, iar complexe imune circulante pot determina producerea poliartritei nodoase.

Boala poate fi caracterizată de 3 faze:

1. Perioada de invazie intestinală manifestată în principal prin simptome digestive – diareea;
2. Perioada de migrare a larvelor caracterizată prin dureri musculare generalizate și stare generală puternic alterată;
3. Perioada reparatorie sau de închistare, însoțită de dureri musculare, discomfort, slăbire, cașexie.

În cazul în care pacientul reușește să supraviețuiască bolii în formă acută gravă, revenirea se va produce treptat, lent, cu dureri musculare ce pot rămâne luni de zile. În cazurile foarte grave, decesul apare după 2-4 săptămâni.

Diagnostic

- Prin informații legate de consumul recent de carne de porc insuficient tratată termic urmată de apariția simptomelor caracteristice;
- Investigația de laborator sugestivă – leucograma- evidențiază o eozinofilie > 500 eozinofile/ μ litru, apărută în cursul săptămânii a doua;
- Imunologic: decelarea anticorpilor circulanți și a stării de hipersensibilitate la parazit;
- Certitudinea apare la descoperirea paraziților; în scaun și sânge ei apar doar în mod excepțional, ca atare se evidențiază în mușchi prin biopsie, în mușchiul solear sau deltoid.

Tratament

- În primele 2 săptămâni postinfecție:
 - Mebendazol 20 mg/kg corp /zi timp de 2 săptămâni;
 - medicație alternativă – Thiabendazol 25 mg/kg corp de 2 x/zi 5-7 zile;
 - Se asociază corticoterapie.
- După ce larvele au ajuns în țesutul muscular se administrează:
 - Albendazol 10 mg/kg corp/zi 2 săptămâni (activ pe ambele forme și larve și adulți, poate fi folosit de la început);

- Tratament patogenic supresiv pentru a inhiba mecanismul toxico-alergic, Prednison 20-60 mg/zi.

Epidemiologie

- Trichineloză este o zoonoză comună omului și animalelor carnivore, menținută în natură prin două tipuri de cicluri:
- Ciclul silvatic – rezervorul principal al speciilor *T. nativa*, *T. nelsoni*, *T. pseudospiralis*, întâlnite la animalele de câmp și de pădure: mistrețul, lupul, ursul, vulpea;
- Ciclul sinantrop, zoonotic – rezervor secundar constituit din animalele de pe lângă gospodăriile: porci, rozătoare, câini și pisici.
- Boala e răspândită în întreaga lume cu excepția Australiei, mai frecvent în emisfera nordică, în zonele temperate și reci.

Prevenire și combatere

- Evitarea consumului cărnii de porc, mai ales a preparatelor proaspete de carne, nesupuse controlului sanitar-veterinar;
- Prepararea termică ce conferă siguranță – prăjire la min. 77°C, congelare la -15°C timp de 20 zile sau -32°C, 24 ore.

2.6.8. Clasa Cestoda

Caracteristici generale:

- Viermi plați cu corpul segmentat, segmentele numite proglote prezintă organizare hermafrodită completă ca atare dă naștere la ouă, parazitul fiind astfel o colonie lineară de indivizi;
- Dimensiunile viermilor variază de la câțiva mm (*Echinococcus sp.*) la 8-10 m (*Taenia sp.*);
- Prezintă ventuze și/sau cârlige cu care scolexul (capul viermelui) se fixează de mucoasa intestinală a gazdei;
- Au ciclu biologic complex în care pe lângă gazda definitivă (de obicei omul dar și alte animale) este implicată și o gazdă intermediară și există întotdeauna un stadiu larvar;
- Sunt formați din 3 părți distincte:
 - scolexul;
 - gâtul – urmează scolexului, este subțire, cu rolul de a da naștere proglotelor;

- strobila – formată din mai multe segmente cu structură asemănătoare, numite proglote ce pot fi în diferite stadii de dezvoltare:
 - tinere, situate în prima treime a strobilei, au dimensiuni mai mici și organe interne ce abia încep să se diferențieze;
 - adulte, situate la mijloc, au structura bine diferențiată;
 - bătrâne, situate la capătul terminal, au majoritatea organelor interne atrofiate, cu excepția uterului care este plin cu ouă.
- Ultimele proglote bătrâne care se desprind cu regularitate de restul strobilei nu duc la scurtarea viermelui deoarece pe măsura desprinderii lor sunt generate la gât alte proglote tinere.
- Forma proglotelor diferă de la o specie la alta dar ouăle pot fi complet nediferențiabile.

Clasa Cestoda se împarte în 2 ordine:

1. Ord. *Ciclophyllidea* care cuprinde la rândul ei 3 familii cu importanță medicală:
 - a. Fam. *Teniidae*;
 - b. Fam. *Hymenolepidae*;
 - c. Fam. *Dilepinidae*.
2. Ord. *Pseudophyllidae*
Fam. *Diphyllobothriidae*.

Clasa CESTODE

Specii – *Taenia sollium*, *Taenia saginata*, *Taenia Africana*, *Taenia confuza*, etc.

Boala – TENIOZA

2.6.8.1. Taenia sollium (panglica)

Morfologie

- Scolexul este globulos cu 4 ventuze rotunde, musculoase.
- Proglotele se dezvoltă progresiv iar în cursul vieții se adaugă proglote noi în timp ce, cele gravide se desprind; au forme diferite în funcție de vârstă și alcătuiesc strobila.

- Aparatul reproducător este foarte bine dezvoltat și se găsește în diferite stadii în funcție de vârsta nematodului; pe măsură ce proglotele îmbătrânesc organele reproducătoare dispar, proglotele bătrâne devenind veritabile magazii de ouă care se desprind spontan din strobilă în grupuri de câte 3-5 și sunt eliminate împreună cu materiile fecale.
- Oul este rotund, are aproximativ 30-50 μm , prezintă un înveliș gros și un embrion hexacant (prevăzut cu 6 cârlige).

Evoluție

- Oul se dezvoltă în uter și conține un embrion;
- Din embrion prin veziculare ia naștere o larvă – cisticercul – *cisticercus cellulosae*;
- În organismul porcului cisticercii pot invada toate țesuturile cu predilecție pentru mușchii limbii, diafragmului, cordului, dar și pentru ficat și creier unde supraviețuiesc până la 5 ani.
- În momentul consumului cărnii de porc parazitată cu cisticerci, sub acțiunea sucului gastric și a bilei, scolexul evaginează și se fixează de mucoasa intestinală după care începe generarea proglotelor.
- Parazitul crește în ritm de 7 cm/zi și ajunge la maturitate în 2 luni!

Ciclu biologic

Oul este înghițit de gazda intermediară – porcul în care este pus în libertate embrionul hexacant care pătrunde prin peretele intestinal în circulația sanguină și ajunge la nivel muscular unde se transformă în larva numită cisticerc. Aici formează o cavitate mică plină cu lichid și o mică invaginare prevăzută cu un scolex și cârlige. Localizarea lor este mai ales în țesuturile musculare (limbă, diafragm), inimă, ficat, țesut cerebral. Larva crește timp de 10 săptămâni, apoi cisticercul devine infecțios pentru om. Din acest moment, dacă omul consumă carne astfel infectată și insuficient prelucrată termic, se infectează dezvoltând la nivelul intestinului subțire parazitul adult.

Omul se poate infecta și direct cu ouă, caz în care boala se numește cisticercoză.

Manifestări clinice

- De obicei sunt *asimptomatice*.
- Pot apărea:

- Discomfort abdominal cu apetit capricios, diaree;
- Insomnie, senzație de astenie;
- Tulburări dispeptice;
- La copii apar fenomene neurologice:
 - tulburări de memorie și de comportament;
 - stări de neliniște și agitație, insomnie.

Diagnostic

- Examen parazitologic cu evidențierea ouălor sau proglotelor.
- Diagnosticul de specie se bazează doar pe examinarea proglotelor sau scolexului eliminat în urma tratamentului, deoarece ouăle nu pot fi diferențiate între cele două specii - saginata și solium.
- Proglotele pot fi observate în scaun chiar de către pacienți.

Tratament

- NICLOSAMIDUL, cel mai larg utilizat, în doză unică:
 - 2 g (4 comprimate de 0,5 g) – pentru adulți și copii peste 5 ani;
 - 3 comprimate (1,5 g) la copii între 2 și 5 ani;
 - 2 comprimate (1 g) la copii sub 2 ani.
- Se administrează dimineța pe stomacul gol, preferabil după o prealabilă clismă evacuatoare; înainte de înghițire fiecare comprimat se mestecă în gură.
- Eficacitatea tratamentului – 95%
- PRAZIQUANTEL – doză unică 10-20 mg/kg corp;
- ALBENDAZOL – 400 mg/zi, 3 zile;
- MEPACRINA – 8 tablete dizolvate și administrate prin sondă duodenală, urmate de un purgativ salin;
- OBS: A se evita în timpul tratamentului vărsăturile care ar putea favoriza transportul proglotelor sau ouălor în stomac, favorizând producerea cisticercozei.

Epidemiologie

Parazitul adult se dezvoltă îndeosebi la oameni, dar forma larvară se dezvoltă la porci, oameni, câteva specii de maimuțe, cămile, urși, câini, pisici.

- Ciclul cel mai obișnuit și important este om-porc-om.

- Bola este frecvent întâlnită în Africa, Asia de S-V, Europa de Est, America Latină, dar inexistentă în țările arabe unde nu se consumă carne de porc.
- În România incidența este legată de regiunile geografice.
- Receptivitatea este generală, fiind întâlnită la orice vârstă și prezintă o răspândire considerată universală.

Profilaxie

- EVITAREA RĂSPÂNDIRII OUĂLOR ȘI A INGERĂRII DE CARNE DE PORC INFESTATĂ;
- Folosirea corectă a latrinelor în mediul rural pentru a nu se polua mediul cu dejecte umane;
- Cisticercii sunt distruși:
 - în 15 min. la temperaturi de 75-80°C
 - 24 ore la – 40°C
 - 10 zile la – 10°C.

2.6.8.2. Cisticercoza

Definiție

- Boală provocată de prezența în organism a formei larvare a unei tenii, cel mai frecvent *T. sollium*.

Modalități de contactare

- Înghițirea ouălor de tenii de pe legume și fructe;
- Autoinfecția exogenă prin nerespectarea normelor de igienă (cel mai frecvent e implicat ciclul anus-degete-gură);
- În mod excepțional omul se poate infecta cu embrionii unor tenii care au drept gazde definitive animale: câini și vulpi (boala este cunoscută sub numele de cenuroză).

Patogenie

- Localizarea cea mai frecventă – nivelul SNC, musculatură, țesut subcutanat, ochi, plămân, cord, ficat;
- Sediul preferat – globul ocular, baza creierului (măduva și învelișurile sale fiind mai rar afectate);
- Cisticercii vii provoacă o reacție tisulară moderată dar cei morți declanșează un răspuns inflamator puternic exprimat prin dureri musculare, febră, eozinofilie.

Manifestări clinice

CISTICERCOZA CEREBRALĂ

- Provocată de compresiunea mecanică și deplasarea țesuturilor provocate de cisticerci.
- Se descriu:
 - Epilepsie – manifestare unică sau predominantă;
 - Hipertensiunea intracraniană datorată blocării circulației LCR de către cisticerci; se exprimă prin cefalee, grețuri, vărsături însoțite de modificări oftalmologice, tulburări de echilibru și semne de iritație meningeală;
 - Tulburări psihice: degradare intelectuală, stări confuze, sindrom depresiv, tulburări funcționale.

CISTICERCOZA OCULARĂ

- Principalele modificări:
 - afectarea nervilor oculomotori;
 - modificări ale reflexelor pupilare, midriază;
 - diminuarea acuității vizuale;
 - modificări ale câmpului vizual;
 - complicațiile pot duce la desprindere de retină, orbire.

CISTICERCOZA MEDULARĂ

- Se manifestă prin tulburări motorii și senzoriale datorită comprimării țesutului nervos.
- Diagnosticul se face prin coroborarea datelor clinice cu investigații paraclinice – examen radiologic, CT, RMN și teste imunologice.
- Elemente caracteristice:
 - hipertensiune intracraniană;
 - convulsii, pierderea progresivă a vederii.
- Diagnosticul imunologic are valoare deosebită deoarece anticorpii eliberați împotriva antigenelor parazitare pot fi decelați în serul sangvin și chiar în LCR.

Tratament

- Pentru tratarea larvelor din țesuturi sunt folosite:
 - PRAZQUANTEL 30mg/kg/zi divizat în 3 prize timp de 14 zile;
 - Este absorbit rapid după administrarea orală, atinge concentrația maximă după 1-2 ore;

- În LCR atinge 14–20% din concentrația sangvină, penetrează peretele chistului omorând larva;
- Este bine tolerat, nu pare a avea toxicitate pe termen lung.
- ALBENDAZOL 15 mg/kg corp doză unică timp de 30 zile;
 - Este mai indicat decât Praziquantelul în cisticercoza medulară și oculară.
- Alături de antihelmintice se asociază:
 - terapie corticosteroidă pentru reducerea inflamației;
 - terapie anticonvulsivantă cu barbiturice;
 - terapie de combatere a edemului cerebral cu diuretice și soluții hipertone de glucoză.
- Chirurgical – în cazuri speciale cum sunt chisturile intraventriculare sau hidrocefalia.

2.6.8.3. Taenia saginata

Morfologie

- Parazitul adult este mai mare decât *T. sollium*.
- Ouăle au culoare galben-brună, se găsesc în număr mare – 100.000 în fiecare proglot și nu se pot deosebi de cele de *T. sollium*.

Fiziologie

- Se localizează în jejunul superior al omului care de obicei este parazitat de un singur exemplar.
- Ouăle sunt distruse de desicație, îngheț și căldură, astfel că nu trăiesc mai mult de 14 zile fără umiditate, rezistă 2 luni la 0°C și 2 săptămâni la -5°C.
- Pe pășuni ouăle rămân viabile 2-3 luni.

Ciclu de viață

- Deosebirea de *T. solium* este că cisticercii se dezvoltă la bovine, rareori la girafe, lame, sau antilope.
- Forma larvară se numește *Cisticercus bovis* și se localizează cu predilecție în musculatura membrilor posterioare, diafragm, limbă, cord.

- De obicei infecția este mai slabă în comparație cu *T. sollium*.

Patogenie

- Parazitul produce iritația mucoasei intestinale.
- Rareori proglotele pătrund în apendice, duct pancreatic sau colecist, producând inflamație și obstrucție, dar pot produce obstrucție intestinală prin formarea unui ghem de proglote.

Manifestări clinice

- Prezența este de obicei sesizată datorită trecerii proglotelor eliminate spontan prin regiunea anală, între scaune.
- O treime din pacienți acuză: dureri abdominale, senzație de greață, apetit capricios, disconfort abdominal, senzație de slăbiciune, iritabilitate psihică.

Diagnostic

- Parazitologic, prin examinarea proglotului matur și a scolexului.
- Diagnosticul diferențial între cele 2 specii se face pe baza proglotului bătrân; găsirea ouălor sau amprenta anală nu sunt de ajutor.

Tratament

- Același ca pentru *T. sollium*:
 - NICLOSAMIDA
 - PRAZIQUANTEL
 - MEPACRINA

Epidemiologie

- Răspândirea la om este legată de răspândirea la bovine – gazdele intermediare.
- Infecția este prezentă în toate țările în care se cresc bovine.
- Prevenirea infectării presupune evitarea răspândirii ouălor și a ingerării cărnii netratate termic corespunzător.
- Cisticercii se distrug:
 - În 15 minute la temperatura $>80^{\circ}\text{C}$
 - În 10 zile la temperaturi de -10°C ,
 - 5 zile la -18°C și
 - 24 ore la -40°C .

2.6.8.4. *Taenia echinococcus*, *Echinococcus granulosus*

Morfologie

- Viermele adult are un corp plat, cu lungimea de 3,6 mm, cu strobila formată de obicei din doar 3 proglote inegale, fiecare în câte un stadiu: tânăr, adult și bătrân, proglotul bătrân fiind cel mai voluminos deoarece conține 400 – 800 ouă.
- Oul are formă ușor ovalară.
- Forma larvară – chistul hidatic – este o formațiune de obicei sferică, ce se dezvoltă lent (cca. 1 cm/an), de obicei într-un organ sau țesut, la 6 luni având mărimea unei cireșe; în timp poate atinge dimensiuni mai mari decât o portocală.
- Chistul conține:
 - 3 rânduri de membrane;
 - Vezicule proligere inițial fixate de membrană și care în interior formează protoscolecși de formă ovalară prevăzuți cu ventuze și cârlige. Aceste vezicule se desprind la un moment dat de membrană, se eliberează în lichidul hidatic și sedimentează formând “nisipul hidatic” (1 cmc de nisip conține cca. 400.000 protoscolecși).
 - Lichidul hidatic ce ocupă tot interiorul chistului, cu aspect limpede, transparent ca apa de izvor, cu pH 7,2-7,4; conține albuminoide, glucide, săruri minerale, fermenți glicolitici.
 - Veziculele fiică, ce pot apărea în timpul evoluției chistului mamă, în interiorul sau exteriorul chistului cu structură asemănătoare dar dimensiuni de 1-2 cm, și care la rândul lor pot dezvolta alte vezicule fiică – “vezicule nepoate”.

Fiziologie

- Viermele adult se localizează în intestinul subțire la câine, lup, coiot, dingo, șacal, vulpe, hienă.
- Forma larvară parazitează diferite organe și țesuturi: ficat, plămâni, pancreas, splină, rinichi, creier, oase, mușchi, la om

și alte animale – ovine, bovine, porcine, cabaline, cămile, cerbi, girafe, iepuri, măgari, canguri, maimuțe, *etc.*

Ciclu de viață

- Ouăle ajung în mediul extern odată cu fecalele gazdei definitive, care cel mai frecvent este câinele, sunt rezistente la soare, frig, uscăciune sau umiditate, și evoluează numai după ce ajung mai departe în organismul gazdei intermediare. În intestinul acesteia, embrionul eliberat traversează peretele intestinal, intră în sânge și se opresc majoritar în capilarele hepatice; alți embrioni ajung prin mica circulație, în țesutul pulmonar ori prin marea circulație la alte organe. În parenchimul organului, embrionul evoluează la formațiunea inițială ce se transformă în timp în chistul hidatic. Acesta devine fertil doar după formarea nisipului hidatic.
- Din acest moment dacă organul parazitat este consumat de gazda definitivă, din fiecare scolex din interiorul chistului se va forma un adult, închizându-se marele ciclu echinococic.
- O a doua variantă este micul ciclu echinococic care presupune ruperea unui chist în interiorul organismului parazitat, protoscolecșii vor disemina, rezultând alte chisturi în aceeași gazdă – hidatidoza secundară – ce afectează frecvent peritoneul, pleura, pericardul, *etc.* Acest ciclu poate apărea în urma ruperii spontane a chistului, sau în urma unui traumatism, intervenție chirurgicală, puncție exploratorie.
- În corpul uman, ciclul normal de viață al parazitului este întrerupt.

Patogenie

- Formațiunea chistică poate atinge uneori mărimi mari, exercitând acțiune de compresiune a organului sau țesutului unde este localizat (cel mai frecvent în ficat – 60-70%, apoi pulmonar, peste 20% din cazuri).
- Odată constituit chistul poate evolua cu:
 - Calcificare, cu formarea unei capsule fibroase;
 - Infectare, cu germeni microbieni conducând la abces;
 - Fisurare, în special cele cu localizarea hepatică.

Manifestări clinice

- Boala la om se numește hidatioză, cuprinde mai multe perioade:
 - *Perioada inițială*, poate fi asimptomatică sau apare indispoziția, astenia, manifestări cutanate de tip alergic, stări febrile, tulburări digestive.
 - *Perioada de instalare activă*, de dezvoltare efectivă a chistului, cu semne clinice ce depind de organul în care este localizat chistul:
 - *Hepatic*: sindrom dispeptic, hepatomegalie, oboseală accentuată progresiv, eozinofilie, *etc.*
 - *Pulmonar*: tuse seacă, dispnee, hemoptizii reduse dar repetate.
 - *Cerebral*: hipertensiune intracraniană, manifestări epileptice.
 - *Renal*: dureri la nivelul lojei lombare, hematurie, hidronefroză.
 - *Osos*: fracturi repetate.
 - *Complicațiile*: calcifierea, infectarea, fisurarea, ruperea, sau post operator, sechele ce necesită re intervenții chirurgicale.

Diagnostic

- Examen radiologic – chisturile calcificate apar cu aspect caracteristic de coajă de ou.
- Examen scintigrafic, arteriografic (invaziv), laparoscopic;
- Examen ecografic – permite diagnostic precoce;
- CT – eficiență de 96% pentru diferitele faze de dezvoltare dar pot apărea confuzii cu carcinoamele;
- Puncția diagnostică – cu pericol de șoc anafilactic și hidatioze secundare;
- Diagnostic parazitologic pentru produse patologice eliminate spontan la ruperea CH hepatic sau pulmonar, sau pentru produsele patologice recoltate în intervențiile chirurgicale;
- Diagnostic imunologic cu determinarea anticorpilor specifici în sânge sau a antigenelor circulante;
- Diagnostic genetic, cu ajutorul tehnicilor de ADN recombinant.

Tratament

- CHIRURGICAL:
 - Indicat în cazul chisturilor mari, calcificate, sau complicate, în cazuri urgente sau în care tratamentul medicamentos este contraindicat.
 - Se evită lezarea membranei chistice – pericol de șoc anafilactic și hidatioze secundare.
 - Este necesară extirparea tuturor chisturilor fiice.
- MEDICAMENTOS, indicat în chisturile mici și mijlocii, multiple, multiveziculare sau în recidive repetate. Scheme utilizate:
 - MEBENDAZOL 15-50 mg/kg corp/zi, în cure repetate de 30 zile cu pauză de 30 zile între ele;
 - ALBENDAZOL 10 mg/kg corp/zi, în 4-5 cure de 30 zile cu pauză de 15 zile între ele.
- TRATAMENT MIXT chirurgical și medicamentos;
- Tratament prin INOCULARE PARIETALĂ, constă în inocularea în interiorul chistului de substanțe antiparazitare. Prezintă pericolul fisurării chistului cu reacții anafilactice și hidatioze secundare.

Epidemiologie

- Parazitozoonoză răspândită pe tot globul, iar în România cu incidență destul de ridicată, 0,06%. Afectează aproape jumătate din teritoriul țării noastre; Timișul este printre județele cu endemie crescută, iar Caraș-Severin este considerat hiperendemic.
- Infecția cu acest parazit prezintă o problemă importantă de sănătate publică deoarece necesită timp de spitalizare îndelungat și cheltuieli ridicate de investigații și tratament, putând duce la incapacitate temporară sau definitivă de muncă.
- Rezervorul de paraziți: gazda definitivă cea mai importantă – câinele, gazdele intermediare – ovinele, porcinele, cabalinele, *etc.*
- Există 3 cicluri biologice: sălbatic sau silvatic, domestic și semidomestic.

- Căi de transmitere:
 - Digestivă directă – boală a mâinilor murdare, legată de obiceiul de a mângâia câinii pe blana pe care pot fi ouă, și de tunsul oilor pe a căror lână au ajuns ouă tot de la câini;
 - Digestivă indirectă – prin legume, fructe nespălate, apă și alimente poluate de către insecte sau rozătoare.
- Este răspândită mai ales în mediul rural, unde există turme de animale păzite de câini.
- Boala prezintă tentă profesională pentru ciobani, crescători de vite, tăbăcari, măcelari, veterinari, dresori, persoane care prelucrează lâna de oaie.

Profilaxie:

- Controlul sacrificării animalelor infestate;
- Controlul și tratarea periodică a câinilor;
- Rezolvarea problemei câinilor vagabonzi;
- Igienă alimentară și individuală;
- Educația sanitară a populației în special a categoriilor expuse.

BIBLIOGRAFIE

- 1) Asp N.G., Cummings J.H., Mensink R.P., Prentice A., Richardson D.P. Process for the Assessment of Scientific Support for Claims on Foods (PASSCLAIM)– Phase One: Preparing the Way. *Eur J Nutr* 2003; 42(Suppl 1): 1 – 11.
- 2) Banu C., Butu N., Lungu C., Alexe P., Rasmerita D., Vizireanu C.: Aditivi si ingrediente pentru industria alimentara, Editura Tehnica, Bucuresti, 2000
- 3) Bech – Larsen T., Grunert K.: The perceived healthiness of functional foods. A conjoint study of Danish, Finnish and American consumers' perception of functional foods. *Appetite* 2003; 40: 9–14
- 4) Butnariu M., (2005). Chimie analitică și instrumentală, Metode de laborator, Ed. Orizonturi Universitare, Timișoara
- 5) Butnariu M., (2006). Chimie generală, Ed. Mirton, Timișoara,
- 6) Butnariu M. (2007). Chimie analitică și analiză instrumentală – noțiuni teoretice si practice. Editura Mirton. Timișoara 35;
- 7) Butnariu M., Noțiuni teoretice și practice de biochimie vegetală, Editura Mirton, Timișoara, ISBN 978 – 973 – 52 – 0181 – 4, 2007
- 8) Butterfield D.A, Howard D.J, Yatin S. Allen K.L., Carney J.M. – Free radical oxidation of brain proteins in accelerated senescence and its modulation by N – tert – butyl – phenylnitrone. *Proc. Natl. Acad. Sci.USA*, Vol. 94, pp. 674 – 678, January 1997.
- 9) Caunii A.: Aplicarea mixului de marketing la crearea alimentelor funcționale, Ed. Eurobit, Timișoara 2011
- 10) Caunii A., Cuciureanu R., Zakar A.M., Tonea E., Giuchici C.: Relationship of chemical composition to quality in vegetables, *Studia Universitatis "Vasile Goldis" Seria Stiintele Vietii (Life Sciences Series)* 2010; 20 (1): 51 – 54.
- 11) Caunii A., Cuciureanu R., Zakar A.M., Tonea E., Giuchici C.: Chemical composition of common leafy vegetables, *Studia Universitatis "Vasile Goldis" Seria Stiintele Vietii (Life Sciences Series)* 2010; 20 (2): 13 – 16.
- 12) Chisolm, G. M. And Steinberg, D. *Free Radical Biology and Medicine*, 2000; 28: 1815 – 26.
- 13) Clarke R., Armitage J.: Antioxidant vitamins and risk of cardiovascular disease. Review of large – scale randomized trials. *Cardiovasc Drugs Ther* 2002; 16: 411 – 415.
- 14) Cole C. (2001) Sunscreen protection in the ultraviolet A region: how to measure the effectiveness. *Photodermatol.Photoimmunol.Photomed.* 17: 2 – 10.
- 15) Cuciureanu R., 2003, Evaluarea securității alimentare a alimentelor modificate genetic, *Rev. Med. Chirurg. a Societății de Medici și Naturaliști din Iași*, Supliment 2, ISSN 0048 – 7848 10.
- 16) Cuciureanu R., 2005, Ochratoxinele din alimente, factor de risc pentru sănătatea populației. Nota I. Aspecte generale, *Rev. Med. Chirurg. a Societății de Medici și Naturaliști din Iași*, 109, 4, Supliment 1, 29 – 38, ISSN 0048 – 7848
- 17) Cuciureanu R., Bulea D., Florică I., Prunel A., Pascu M., 2005, Estimarea aportului zilnic de macroelemente (calciu, magneziu și fosfor) prin consum de alimente *Rev. Med. Chirurg. a Societății de Medici și Naturaliști din Iași*, 109, 4, Supliment 1, 201 – 204, ISSN 0048 – 7848
- 18) Cuciureanu R., Elemente de igiena alimentației, Ed. “Gr.T.Popa” U.M.F. Iași, 2005
- 19) De Jong N, Ocke Mc, Branderhorst Ha, Friele R. Demographic and lifestyle characteristics of functional food consumers and dietary supplement users. *Br. J Nutr.* 2003; 89: 273 – 81
- 20) De Lorgeril M, Salen P, Defaye P, Mabo P, Paillard F. Dietary prevention of sudden cardiac death. *Eur Heart J* 2002; 23: 277 – 85
- 21) Dragan S., Gergen I., Socaciu C., Alimentatia functionala cu componente bioactive naturale in sindromul metabolic, Editura Eurostampa, Timisoara, 2008
- 22) Fridovich I.: Superoxide dismutases. *Advances in Enzymology* 2006; 58: 61 – 97
- 23) Giurea M., “Semnificatia E – urilor de pe etichete si ambalaje” in *Calita Buletin – Buletin Informativ pentru Industria Alimentara*, 2002, 16 : 8
- 24) Hertog M.G.L., Hollman P.C.H. et al.: Content of potentiall anticarcinogenic flavonoids in tea infusions, wines and fruit juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistrz* 1993; 41:1242-1246

- 25) Ianculov I.: Biochimie, vol. I, Biochimie descriptivă, Orizonturi Universitare, Timișoara, ISBN: 973 – 638 – 218 – 4 (general), ISBN: 973 – 638 – 219 – 2 (vol. 1), 2005
- 26) Iacobiciu I., Olariu R., Calma C., Parazitologie medical, Ed. Mirton, Timișoara 2003
- 27) Konings E.J., Roomans Hh., Dorant E., Goldbohm Ra., Saris Wh., Van Den Brandt Pa.: Folate intake of the Dutch population according to newly established liquid chromatography data for foods. *Am. J. Clin. Nutr.* 2001; 73: 765 – 76.
- 28) Kushi L.H., Meyer K.A., Jacobs D.R. Jr.: Cereals, legumes, and chronic disease risk reduction: evidence from epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr* 1999; 70: 451S – 8S.
- 29) Marcu A. și colab.: Metode utilizate în monitorizarea stării de sănătate publică. Institutul de Sănătate Publică. București. 2002
- 30) Matsuoka H.: Endothelial dysfunction associated with oxidative stress in human, *Diabetes Res Clin Pract*, 2001; 54, S65 – S72.
- 31) Meagher Ea., Barry Op., Lawson Ja., et al.: Effects of vitamin E on lipid peroxidation in healthy persons. *JAMA* 2001; 285: 1178 – 1182 e
- 32) Mensink RP., Aro A., Den Hond E., German JB., Griffin BA., Ter Meer H.U., Mutanen M., Pannemans D., Stahl W.: PASSCLAIM – Diet – related cardiovascular disease. *Eur J Nutr* 2003; 42 (Suppl 1): 6 – 27
- 33) Pratico D., Lawson J.A., Rokach J. And Fitzgerald G.A.: The isoprostanes in biology and medicine; *Trends Endocrinol Metab*, 2001; 12: 243 – 247
- 34) Prentice A., Bonjour J – P., Branca F., Cooper C., Flynn A., Garabedian M., Müller D , Pannemans D., Weber P.: PASSCLAIM – Bone health and osteoporosis. *Eur J Nutr.* 2003; 42(Suppl 1): 28 – 49
- 35) Prior R.L., Wu X., Schaich K.: Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Food and Dietary Supplements. *J.Agric. Food Chem.* 2005; 53(10): 4290 – 4302.
- 36) Procopie R., “Bazele merceologiei”, Editura ASE, Bucuresti, 2001, pag. 70
- 37) Raffo A., Flavio P., Marco A.; Changes in sugar, organic acid, flavonol and carotenoid composition during ripening of berries of three seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) cultivars, *European Food Research and Technology* 2004; Volume 219, Number 4: 360 – 368.
- 38) Reaven GM.: Insulin resistance: a chicken that has come to roost. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1999, 45 – 57. recommendations in Irish adults. *Public Health Nutr.* 2003; 6: 351–63.
- 39) Renwick AG., Barlow SM., Hertz – Picciotto I., Boobis AR., Dybing E., Edler L., Eisenbrand G., Greig JB., Kleiner J., Lambe J., Müller D., Smith M., Tritscher A., Tuijelaars S., van den Brandt PA., Walker R., Kroes R.: Risk Characterisation of Chemicals in Food and Diet – Final part of Food Safety in Europe (FOSIE): Risk Assessment of Chemicals in Food and Diet. 2003; 41: 1211 – 1271
- 40) Roberfroid M. B.: Concepts and strategy on functional food science: The European perspective. *Am. J. Clin. Nutr.* 2001, 71(suppl): s 1660 – 4.
- 41) Ryden L., Standl E., Bartnik M., et al.: Task Force on Diabetes and Cardiovascular Diseases of the European Society of Cardiology (ESC); European Association for the Study of Diabetes (EASD). Guidelines on diabetes, pre – diabetes, and cardiovascular diseases. *Eur Heart J* 2007; 28: 88 – 136.
- 42) Sacks F., Katan M.: Randomized clinical trials on the effects of dietary fat and carbohydrate on plasma lipoproteins and cardiovascular disease. *Am. J. Med.* 2002; 113 Suppl 9B: 13S – 24S.
- 43) Sagara M., Kanda T. et al.: Effects of dietary intake of soy protein and isoflavons on cardiovascular disease risk factors in high risk, middle – aged men in Scotland. *J Am Coll Nutr* 2004; 23: 85 – 91.
- 44) Saris WHM., Antoine J – M., Brouns F., Fogelholm M., Gleeson M., Hespel P., Jeukendrup AE., Maughan RJ., Pannemans D., Stich V PASSCLAIM – Physical performance and fitness. *Eur J Nutr.* 2003; 42 (Suppl 1): 50 – 95
- 45) Sercan E., : Efectele devastatoare ale unor E – uri periculoase, *Curierul National* din 7 februarie 2001
- 46) Thomas D, Frankenberg E. Health, nutrition and prosperity: a microeconomic perspective. *Bull. World Health Organ.* 2002; 80: 106 – 13

- 47) Timms P. M., Mannan N., Hitman G. A., Noonan K., Mills P. G., Syndercombe – Court, D., Aganna E., Price C. P. And Boucher B. J. Qjm: Monthly Journal of the Association of Physicians, 2002; 95, 787–96
- 48) Violi F., Micheletta F., Iuliano L.: How to select patient candidates for antioxidant treatment? Circulation 2002; 106(24): e195.
- 49) Visioli F., Riso P., Grande S. et al.: Protective activity of tomato products on in vivo markers of lipid oxidation. Eur J Nutr 2003; 42: 201 – 206.
- 50) Westenhoefer J., Bellisle F., Blundell JE., de Vries J., Edwards D., Kallus W., Milon H., Pannemans D., Tuijelaars S., Tuorila H. PASSCLAIM – Mental state and performance. Eur J Nutr. 2004, 43(Suppl 2): 85 – 117
- 51) *** FAO/WHO. Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. London, Ontario, Canada. 30 April and 1 May 2002.
- 52) *** FDA/CFSAN. Consumer Health Information for Better Nutrition Initiative: Task Force Final Report (10 July, 2003) (<http://www.cfsan.fda.gov/~dms/nuttfloc.html>).
- 53) *** Food and Drug Administration, US Department of Health and Human Services. FDA proposes health claims for oatmeal and oat bran. 1996 Jan 11. Available: www.cfsan.fda.gov/lrd/tpoatbrn.html (accessed 2002 May 2)
- 54) *** ILSI Europe 1998 Addition of Nutrients to Foods: nutritional and safety considerations. In ILSI Europe Report series Brussels
- 55) ***ANON. Health Focus Report (<http://www.healthfocus.net/99JOC.htm>) by Health Focus International
- 56) ***AOAC: Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry, 15th ed. Arlington VA: Association of Official Analytical Chemists. 1990:1058 – 1059
- 57) ***CODEX ALIMENTARIUS. Guideline for Use of Nutrition Claims. WHO, Geneva 1997.
- 58) ***CODEX ALIMENTARIUS. Proposed Draft Recommendations for the Use of Health Claims. WHO, Geneva 1999.
- 59) ***European Union Directives on Food Labelling and Novel Food: 90/496, 97/258.
- 60) ***Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). JAMA 2001; 285: 2486 – 2497.
- 61) ***FDA. 2003. Color additives: FDA's regulatory process and historical perspectives. Food and Drug Admin. www.cfsan.fda.gov/~dms/col-regu.html (accessed April 2008).
- 62) ***IDF. The IDF consensus definition of the metabolic syndrome in children and adolescents. IDF Communications 2007.
- 63) ***IFICF International Food Information Council Foundation. Background on functional foods. March 2000. Available: [http://ific.org/proactive/newsroom /release.vtml?id=18801](http://ific.org/proactive/newsroom/release.vtml?id=18801) (accessed 2008 May 3)
- 64) ***US Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition, Office of Nutritional Products, Labeling, and Dietary Supplements. Letter regarding dietary supplement health claim for omega – 3 fatty acids and coronary heart disease. 2000 Oct 31. Available: <http://vm.cfsan.fda.gov/dms/ds-ltr11.html> (accessed 2008 May 2)
- 65) ***WHO/FAO. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Report of the Joint WHO/FAO expert consultation on diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva, Switzerland, 2002.
- 66) *** Carte de la Végétation naturelle des Etats Membres des Communautés Européennes et Conseil de l'Europe – Office des Publications Officielles des Communautés Européennes L 2895 Luxembourg