

CUPRINS

Prefață	23
1. INTRODUCERE	25
2. CARACTERISTICILE SPECIFICE CRISTALELOR BIOLOGICE	31
2.1. Anizometricitatea cristalografică	31
2.1.1. Anizometricitatea fizică	31
2.1.2. Anizometricitatea de concentrație și energie de atașare	33
2.1.2.1. Cristale tabulare de pirită sedimentară.....	33
2.1.3. Anizometricitatea biologică de interfață organic/anorganic	38
2.1.3.1. Cristale tabulare de apoferitină	38
2.1.3.2. Cristale tabulare de magnetit, Fe ₃ O ₄	41
2.1.3.4. Monocristale tabulare de aragonit.....	43
2.1.3.5. Cristale tabulare de vaterit	44
2.1.3.6. Cristale tabulare de fosfat octacalcic	46
2.1.3.7. Cristale tabulare de fluorapatit biologic.....	46
2.1.3.8. Cristale tabulare de carbonatapatit biologic	47
2.1.3.9. Cristale tabulare rezultate din transformarea în stare solidă.....	49
2.2. Cristale tabulare de calcit biologic: bioromboedrul	49
2.2.1. Construcția bioromboedrului.....	50
2.2.2. Bioromboedrul ca germen de cristalizare	52
2.2.3. Bioromboedri izolați	53
2.2.4. Bioromboedri de calcit grupați simetric	53
2.2.4.1. Grupări stratificate și în evantai	54
2.2.4.2. Bioromboedri grupați sub formă de stea.....	54
2.2.5. Bioromboedri grupați sub formă de snop.....	58
2.2.6. Bioromboedri grupați sub formă de inele simple sau duble	58
2.3. Autoasamblarea 3D a bioromboedrilor și construcția mezoquasicristalului {520}	60
2.4. Coloane simple și helicoidale: spini biologici	61
2.5. Construcții biologice simple	63
2.6. Construcții biologice înalt ordonate	64
2.7. Bibliografie	65
3. MEZOCRISTALE: CRISTALIZAREA NONCLASICĂ	69
3.1. Introducere	69
3.2. Prenucleația clusterilor și formarea blocurilor de construcție	70

3.3. Cristalizarea cu blocuri de construcție	71
3.4. Cristalizarea nonclasică	72
3.5. Mezocristale de pirită sedimentară	73
3.5.1. <i>Cristalografia piritei</i>	73
3.5.2. <i>Mezocristale de pirită sedimentară 1D și 2D</i>	75
3.5.3. <i>Mezocristale 3D înalt ordonate</i>	76
3.6. Identificarea blocurilor de construcție prin atac electrolic	77
3.6.1. <i>Metoda de lucru</i>	77
3.6.2. <i>Mezocristalul {111}{100}</i>	78
3.6.2.1. Secțiuni paralele cu fața (001)	78
3.6.2.2. Secțiuni paralele cu fața (111)	80
3.6.2.3. Secțiuni paralele cu fața (110)	82
3.7. Concluzii	82
3.8. Bibliografie	82
4. QUASICRISTALE	85
4.1. Introducere	85
4.2. Frumoasa poveste a descoperirii quasicristalelor terminată cu un Premiu Nobel	86
4.3. Periodicitate, quasiperiodicitate și nonperiodicitate	89
4.4. Structura quasicristalelor	89
4.4.1. <i>Structuri quasiperiodice 1D</i>	89
4.4.2. <i>Structuri cu quasiperiodicitate 2D</i>	91
4.4.3. <i>Structuri quasiperiodice și morfologii 3D</i>	93
4.4.3.1. Structuri și morfologii icosaedrice	93
4.4.3.2. Sistemul icosaedric.....	93
4.4.3.2.1. Clasa icosaedrală de simetrie	93
4.4.3.2.1.1. Icosaedrul	94
4.4.3.2.1.2. Dodecaedrul pentagonal regulat.....	95
4.4.3.2.1.3. Triacontaedrul rombic	97
4.4.3.2.2. Clasa axială.....	97
4.4.3.2.2.1. Icosaedrul trapezoedric.....	98
4.4.3.2.2.2. Dodecaedrul pentagonal regulat trapezoedric	98
4.4.3.2.2.3. Triacontaedrul rombic-trapezoedric	99
4.5. Quasicristale biologice: virusuri	100
4.5.1. <i>Capside virale quasicristaline</i>	100
4.5.1.1. Virusuri elicoidale.....	101
4.5.1.2. Virusuri icosaedrice.....	101
4.5.1.3. Construcția capsidei quasicristaline	102
4.5.1.4. Canale ionice în capsida virală	103
4.5.2. <i>Quasicristale celulare</i>	105
4.5.2.1. Alge quasicristaline.....	105

4.5.2.2. Terminologie nanocristalografică și măsurători morfometrice	106
4.5.2.3. Morfologia exoscheletului de <i>Braarudosphaera bigelowii</i> : unități și subunități.....	108
4.5.2.4. Structura de nanocompozit a subunităților trapezoidale.....	109
4.6. Concluzii.....	110
4.7. Bibliografie.....	111
5. BIOCOMPOZITE.....	115
5.1 Definiții și clasificări	115
5.2 Chitosanul.....	118
5.2.1. Introducere	118
5.2.2. Chitosanul: structură și proprietăți	120
5.2.3. Chitosanul: forme de prezentare.....	121
5.2.3.1. Membrane	121
5.2.3.2. Filme subțiri și acoperiri cu chitosan	122
5.2.3.3. Particule și nanoparticule	122
5.2.3.4. Fibre de chitină	124
5.2.3.5. Complecși polielectrolitici.....	125
5.3. Compozite cu chitosan	125
5.3.1. Compozite chitosan-hidroxiapatit.....	125
5.3.2. Compozite chitosan-brushit.....	125
5.3.3. Compozite cu chitosan și montmorillonit	125
5.4. Compozite cu chitosan și collagen ca suport în ingineria tisulară..	127
5.4.1. Suport compozit hidroxiapatit-chitosan	128
5.4.2. Suport compozit collagen-wollastonit	129
5.5. Compozite produse de către organisme.....	131
5.5.1. Scoica de moluște.....	131
5.5.1.1. Compoziție și proprietăți.....	131
5.5.1.2. Microstructura cochiliei de moluște	133
5.5.2. Cuticula artropodelor	136
5.6. Evoluția geologică a compozitelor biologice	136
5.7. Bibliografie.....	139
6. BIOMINERALE CU OXIHIDROXIZI	143
6.1. Introducere	143
6.2. Biomineralizarea pe baza oxizilor de fier.....	143
6.3. Bacterii implicate în biomineralizarea pe bază de oxizi de fier ...	144
6.4. Feritinele	145
6.5. Învelișul proteic al feritinei	146
6.6. Canale de acces din învelișul proteic și nanocompartimentul central.....	148
6.7. Centre de feroxidază (FOC = <i>Ferroxidase Centers</i>)	149
6.8. Ferrihidritul.....	150

6.9. Proteinele Dps	151
6.10. Germinarea și creșterea cristalelor de ferrihidrit	151
6.11. Asocierea fosfatului anorganic cu ferrihidritul din feritină ..	153
6.12. Identificarea ferrihidritului prin difracție X	155
6.13. Bibliografie	156
7. BIOMAGNETITUL	161
7.1. Introducere	161
7.2. Magnetitul geologic.....	162
7.3. Biomagnetitul – morfologie și structură.....	163
7.4. Cristalizarea biomagnetitului.....	164
7.5. Bacterii producătoare de biomagnetit.....	165
7.6. Bacterii magnetotactice	167
7.7. Biomagnetizarea cu magnetit intracelular.....	168
7.8. Magnetismul și magnetotaxia	170
7.8.1. Concepte de bază	170
7.8.2. Magnetotaxia	172
7.9. Biomagnetitul în câmpul geomagnetic	174
7.10. Paleomagnetismul și magnetostratigrafia.....	175
7.11. Biomineralizare cu magnetit în creierul uman	179
7.12. Sinteze de biomagnetit în laborator	179
7.13. Aplicații ale biomagnetitului	180
7.14. Bibliografie	181
8. SULFURI DE FIER BIOLOGICE	185
8.1. Introducere	185
8.2. Structura și compoziția mediului acvatic de biomineralizare bacteriană.....	185
8.3. Biomineralizarea celulară în evoluția planetei Pământ	187
8.4. Organizarea celulei de bacterii și de Archaea.....	188
8.4.1. Componentele majore ale celulei	188
8.4.2. Capsula	189
8.4.3. Învelișul extern al celulei încregăturilor Archaea și Bacteria.....	189
8.4.3.1. Stratul S.....	190
8.4.3.2. Peretele celular	192
8.4.4. Membrana citoplasmatică.....	193
8.5. Precipitate biominerale pe suprafața peretelui celular	193
8.6. Biomineralizarea cu sulfuri de fier a suprafețelor organice	195
8.7. Magnetosomi de greigit și pirită.....	197
8.8. Sulfuri de fier în habitate sulfidice.....	198
8.9. Pirită bacteriană.....	199
8.10. Pirotina bacteriană, FeS _{1-x}	200
8.11. Greigitul, Fe ₃ S ₄	201
8.12. Mackinawitul, FeS	201
8.13. Sulfuri de fier biologice amorfe	204

8.14. Sulfuri de fier biologice în roci sedimentare	204
8.15. Formarea sulfurilor de fier biologice în culturi de bacterii în laborator	205
8.16. Sulfurile de fier și apariția primelor celule vii	206
8.17. Bibliografie	207
9. SILICEA ÎN DIATOMEE	211
9.1. Introducere	211
9.2. Silicea în apa oceanelor	212
9.3. Stările structurale ale silicei	213
9.4. Silicea în sistemele biologice	217
9.5. Silicea în diatomee	217
9.5.1. <i>Introducere</i>	217
9.5.2. <i>Clasificare</i>	217
9.5.3. <i>Celula de diatomee</i>	220
9.5.3.1. <i>Peretele celular</i>	220
9.5.3.2. <i>Vezicula de depozitare, SDV</i>	221
9.5.3.3. <i>Silicalema</i>	222
9.5.4. <i>Procese moleculare implicate în formarea biosilicei în diatomee</i>	222
9.5.4.1. <i>Acidul silicic: formare și transport</i>	223
9.5.4.2. <i>Biogeneza frustulelor de diatomee</i>	225
9.5.5. <i>Nanostructura peretelui celular silicios</i>	227
9.6. Bibliografie	228
10. SILICEA ÎN SPONGIERI	233
10.1. Introducere	233
10.2. Clasificarea generală a spongierilor	234
10.3. Organizarea celulară a spongierilor	234
10.4. Spiculii de silice ai spongierilor	236
10.5. Surse de siliciu biodisponibil în apa oceanelor	237
10.6. Spiculogeneza	239
10.7. Morfologia spicuilor silicioși	240
10.7.1. <i>Spiculii silicioși din clasa Hexactinelidelor</i>	242
10.7.2. <i>Spiculii silicioși din clasa Demospongi</i>	243
10.7.3. <i>Rețele 3D de spiculi sudați</i>	244
10.8. Structura internă a spicuilor silicioși	244
10.9. Biocompozitul proteină-silice	245
10.10. Bibliografie	248
11. SILICEA ÎN RADIOLARI	253
11.1. Introducere	253
11.2. Celula radiolarilor	253
11.2.1. <i>Endoplasma = citoplasma intracapsulară</i>	254
11.2.2. <i>Capsula centrală</i>	256

11.2.3. Membrana capsulară	257
11.2.4. <i>Callimma = citokallimma</i>	258
11.3. Scheletul silicios al radiolarilor	258
11.3.1. <i>Morfologia scheletului</i>	259
11.3.2. <i>Scheletul de tip Spumellaria</i>	261
11.3.3. <i>Scheletul de tip Nasselaria</i>	262
11.3.4. <i>Scheletul poliedric</i>	263
11.4. Distribuția scheletelor de radiolari pe verticala coloanei de apă oceanică	265
11.5. Distribuția geografică și sezonieră	265
11.6. Radiolarii în sedimentele de pe fundul oceanului	265
11.7. Radiolarii în coloana geologică	266
11.8. Dizolvarea scheletelor de radiolari în apa oceanului	267
11.9. Bibliografie	268
12. BIOMINERALIZĂRI CU CARBONAȚI	271
12.1. Sistemul carbonatic marin	271
12.2. Transportul transcelular al ionilor Ca^{2+}; H^+; HCO_3^- și al carbonului anorganic (Ci)	271
12.3. Calcificarea intracelulară	273
12.4. Mediul intravezicular de cristalizare a calcitului	275
12.5. Matricea organică asociată carbonaților biologici	277
12.5.1. <i>Matricea solubilă</i>	277
12.5.2. <i>Matricea insolubilă</i>	278
12.6. Nucleația și creșterea intraveziculară a calcitului	278
12.7. Relația epitaxială în sistemul calcit-rodocrozit	280
12.8. Ultrastructura coccolitului	283
12.9. Mineralogia și cristalografia carbonaților geologici și biologici	285
12.9.1. <i>Introducere</i>	285
12.9.2. <i>Calcitul geologic, $CaCO_3$</i>	286
12.9.3. <i>Calcitul biologic, bioromboedrul</i>	289
12.9.4. <i>Organizarea bioromboedrilor sub formă de coccolit la <i>Emiliana huxleyi</i></i>	292
12.9.5. <i>Aragonitul geologic, $CaCO_3$</i>	295
12.9.6. <i>Aragonitul biologic</i>	296
12.9.7. <i>Identificarea cu raze X a carbonaților</i>	299
12.9.8. <i>Recifele aragonitice pe scara timpului geologic</i>	301
12.9.9. <i>Vateritul, $\mu-CaCO_3$</i>	301
12.9.9.1. <i>Vateritul geologic</i>	302
12.9.9.2. <i>Vateritul biologic</i>	304
12.10 Bibliografie	305

13. BIOMINERALE PE BAZĂ DE FOSFAȚI.....	309
13.1. Introducere.....	309
13.2. Apatite geologice	311
13.2.1. <i>Compoziția chimică și faze solide</i>	<i>311</i>
13.2.2. <i>Cristalografia și mineralogia hidroxiapatitului,</i> <i>Ca₅(PO₄)₃OH.....</i>	<i>312</i>
13.2.3. <i>Structura atomică</i>	<i>313</i>
13.3. Apatitele biologice.....	316
13.3.1. <i>Stoichiometria.....</i>	<i>316</i>
13.3.2. <i>Cristalinitatea</i>	<i>317</i>
13.3.3. <i>Flexibilitatea structurală</i>	<i>318</i>
13.4. Fosfatul tricalcic, TCP	319
13.4.1. <i>Cristalografie</i>	<i>320</i>
13.4.2. <i>Stabilitatea termică a fazelor α și β-TCP</i>	<i>320</i>
13.4.3. <i>α-TCP, α-Ca₃(PO₄)₂</i>	<i>321</i>
13.4.4. <i>β-TCP, β-Ca₃(PO₄)₂.....</i>	<i>321</i>
13.5. Fosfatul tetracalcic, Ca₄(PO₄)₂O (TTCP).....	322
13.6. Fosfatul octacalcic, OCP, Ca₈(HPO₄)₄•4H₂O	322
13.6.1. <i>Cristalografie.....</i>	<i>322</i>
13.6.2. <i>Aplicații medicale</i>	<i>324</i>
13.7. Monetitul, CaHPO₄	325
13.7.1. <i>Cristalografie.....</i>	<i>325</i>
13.7.2. <i>Aplicații medicale</i>	<i>325</i>
13.8. Brushitul, CaHPO₄•2H₂O	326
13.9. Pirofosfatul de calciu dihidrat, CPPD.....	328
13.10. Fosfatul de calciu amorf, Ca₃(PO₄)•nH₂O	329
13.11. Bibliografie	329
14. BIOMINERALIZĂRI ÎN FLUIDUL SINOVIAL	333
14.1. Definiția și compoziția fluidului sinovial.....	333
14.2. Formarea cristalelor patologice în fluidul sinovial	333
14.3. Identificarea cristalelor patologice din fluidul sinovial cu metoda microscopului optic polarizant.....	334
14.4. Discuții și concluzii	336
14.5. Identificarea cristalelor patologice din fluidul sinovial cu metoda spectroscopiei Raman	337
14.5.1. <i>Caracteristicile metodei</i>	<i>337</i>
14.5.2. <i>Principiul metodei</i>	<i>337</i>
14.5.3. <i>Efectul Raman – Spectrul Raman</i>	<i>340</i>
14.5.4. <i>Determinarea cristalelor de MSU C₅H₃N₄O₃Na cu</i> <i>spectroscopia Raman</i>	<i>341</i>
14.5.5. <i>Determinarea cristalelor de CPPD din fluidul sinovial</i>	<i>342</i>

14.6. Identificarea cristalelor patologice cu metoda	
microscopului fără lentile	342
14.7. Bibliografie	344
15. BIOMINERALIZĂRI RENALE	347
15.1. Introducere	347
15.2. Clasificarea calculilor renali	349
15.3. Compoziția mineralogică	350
15.3.1. <i>Date generale</i>	350
15.3.2. <i>Whewellit, $CaC_2O_4 \cdot H_2O$</i>	352
15.3.3. <i>Weddelitul $CaC_2O_4 \cdot 2H_2O$</i>	354
15.3.4. <i>Brushitul, $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$</i>	356
15.3.5. <i>Monetit</i>	360
15.3.6. <i>Struvitul, $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$</i>	362
15.3.7. <i>Cistina, $C_6H_{12}N_2O_4S_2$</i>	364
15.3.8. <i>Uratul de amoniu</i>	365
15.3.9. <i>Whitlockitul, $\beta-Ca_3(PO_4)$ (β - tricalcium phosphate)</i>	365
15.4. Matricea organică a calculilor renali	367
15.4.1. <i>Compoziția fazică a matricei</i>	367
15.4.2. <i>Mecanisme moleculare de formare a calculilor renali cu</i> <i>participarea proteinelor</i>	368
15.5. Compoziția chimică a calculilor renali	369
15.6. Mecanisme de formare a calculilor renali	371
15.6.1 <i>Formare din fază lichidă</i>	371
15.6.2 <i>Formarea pe placa Randall</i>	375
15.7. Tehnici moderne de analize mineralogice și chimice	378
15.7.1. <i>Analize chimice</i>	380
15.7.2. <i>Microscopia optică</i>	380
15.7.3. <i>Microscopia electronică</i>	380
15.7.4. <i>Difracția razelor X</i>	381
15.7.5. <i>Spectroscopia în infraroșu</i>	381
15.7.6. <i>Spectroscopia de absorbție X, XAS</i>	381
15.7.7. <i>Spectroscopia LIBS</i>	381
15.7.8. <i>Spectroscopia LA-ICP-MS</i>	382
15.7.9. <i>Spectroscopia EDAX</i>	382
15.8. Bibliografie	382
16. BIOMINERALIZĂRI BILIARE	387
16.1. Introducere	387
16.2. Clasificări	389
16.2.1. <i>Clasificarea tradițională</i>	389
16.2.2. <i>După structura profilului și compoziția chimică</i>	389
16.2.3. <i>Clasificarea după compoziția în faze cristalizate</i>	391

16.3. Cristalografia colesterolului	391
16.3.1. Date generale	391
16.3.2. Cristale plate	392
16.3.3. Cristale cu habitus prismatic (bastonașe)	393
16.4. Colesterolul monohidrat, $C_{27}H_{46}O \cdot H_2O$	394
16.4.1. Colesterolul monohidrat triclinic	394
16.4.1.1. Structura atomică și habitusul tabular	394
16.4.1.2. Transformări termice	396
16.4.1.3. Nucleația și creșterea cristalelor de colesterol monohidrat	397
16.5. Colesterolul anhidru, triclinic, $C_{27}H_{46}O$	398
16.5.1. Cristalografie	398
16.5.2. Transformări termice de fază	399
16.5.3. Habitusul cristalelor	399
16.6. Interstratificări colesterol monoclinic/colesterol triclinic....	400
16.7. Transformarea fazelor de colesterol, de la monoclinic la triclinic	401
16.8. Bilirubina, $C_{33}H_{36}N_4O_6$	402
16.8.1. Caracteristici generale	402
16.8.2. Structura cristalografică și structura chimică	403
16.8.3. Mecanisme de formare	404
16.9. Identificarea fazelor cristalizate	404
16.9.1. Identificarea fazelor cristalizate cu XRD	405
16.9.2. Identificarea fazelor cristalizate cu metoda FTIR	407
16.10. Microstructura SEM a calculilor biliari	409
16.11. Mecanismele de formare ale calculilor biliari	412
16.12. Bibliografie	412
17. BIOMINERALIZĂRI PROSTATICE	417
17.1. Date generale	417
17.2. Locația calculilor prostatici	418
17.3. Compoziția mineralogică a calculilor prostatici	418
17.4. Identificare biomineralelor din calculii prostatici	420
17.5. Morfologie microstructură	420
17.6. Bibliografie	422
18. BIOMINERALIZĂRI ÎN TENDOANE	425
18.1. Introducere	425
18.2. Morfologia depozitelor calcificate	426
18.3. Compoziția mineralogică a depozitelor calcificate din tendoane	426
18.4. Evoluția calcifierilor tendinitice	428
18.5. Distribuția biomineralizărilor în diferite tendoane	429
18.5.1. Tendoanele coloanei vertebrale	429

18.5.2. Tendoanele umărului	429
18.5.3. Tendoanele cotului.....	429
18.5.4. Tendoanele mâinii.....	429
18.5.5. Tendoanele șoldului.....	429
18.5.6. Tendoanele genunchiului	429
18.5.7. Tendoanele gleznei și ale labei piciorului.....	429
18.6. Cristale de hidroxiapatit care induc artrite.....	430
18.6.1. Cristale de hidroxiapatit din jurul ligamentelor	430
18.6.2. Migrarea cristalelor de hidroxiapatit din articulații în țesuturile musculare și osoase.....	431
18.7. Veziculele de matrice și calcifierea tendoanelor.....	432
18.8. Bibliografie	433
19. BIOMINERALIZĂRI ÎN CARTILAJE ARTICULARE	437
19.1. Introducere.....	437
19.2. Definiții, structură, compoziție, funcții	437
19.2.1. Compoziția cartilajului articular.....	438
19.2.2. Condrocitele și condroblastele.....	439
19.2.3. Matricea extracelulară.....	439
19.3. Structura zonală a cartilajului articular	440
19.4. Mineralizarea matricei extracelulare.....	442
19.5. Faze minerale în zona de calcifiere a cartilajelor, ZCC.....	444
19.6. Stadiul inițial al formării de faze minerale în placa de creștere epifizeală.....	446
19.7. Nucleația hidroxiapatitului pe suprafețe organice	447
19.8. Cristale de hidroxiapatit în cartilaje articulare calcificate...	449
19.9. Zonalitatea chimică a nanocristalelor de hidroxiapatit	450
19.10. Cristalele de whitlockit magnezian în cartilaje articulare...	451
19.11. Zonalitatea calcifierii în cartilaje	452
19.12. Frontul de calcifiere din cartilaje.....	453
19.13. Metode de determinare a compoziției mineralogice	455
19.13.1. Microscopie optică în lumina polarizată.....	455
19.13.2. Difracția razelor X	456
19.13.3. Metode spectroscopice	456
19.13.4. Microscopie electronică TEM și SEM	457
19.13.5. Microscopia atomică de forță (AFM)	457
19.14. Bibliografie	457
20. BIOMINERALIZĂRI ÎN ȚESUTUL OSOS.....	461
20.1. Introducere.....	461
20.2. Compoziția și structura moleculară a proteinelor colagenice...	461
20.2.1. Catene polipeptidice	461
20.2.2. α -helix.....	465
20.2.3. Triplul helix: fibrila și fibra de colagen.....	466

20.3. Nucleația și creșterea cristalelor în țesuturi colagenice.....	468
20.4. Morfologia și orientarea cristalelor de hidroxiapatit.....	474
20.5. Biomineralizarea intrafibrilară și interfibrilară.....	475
20.5.1. Biomineralizarea intrafibrilară.....	475
20.5.2. Biomineralizarea interfibrilară.....	476
20.6. Biocompozite colagenice.....	478
20.6.1. Introducere.....	478
20.6.2. Mecanisme de formare.....	478
20.6.3. Autoasamblarea în sistemul compozit collagen- hidroxiapatit.....	478
20.7. Aplicații medicale.....	484
20.8. Bibliografie.....	485
21. BIOMINERALIZĂRI ÎN SISTEMUL CARDIOVASCULAR.....	491
21.1. Introducere.....	491
21.2. Structura celulară a peretelui arterial.....	492
21.3. Calcifierea peretelui arterial.....	494
21.3.1. Clasificarea calcifierilor arteriale.....	495
21.3.2. Calcifierea intimală.....	496
21.3.3. Calcifierea medială.....	496
21.3.4. Vezicule extracelulare.....	496
21.3.5. Diferențierea fenotipică a celulelor de mușchi neted vascular.....	497
21.3.6. Calcifieri vasculare și mineralogeneza osoasă.....	497
21.4. Cristale de colesterol în placa aterosclerotică și în depozitele de calcifieri vasculare.....	498
21.4.1. Cristale de colesterol în placa aterosclerotică.....	498
21.4.2. Formarea cristalelor de colesterol în celule.....	499
21.4.3. Cristale aciculare de colesterol care străbat membrane biologice și țesuturi cardiovasculare.....	499
21.4.4. Cristale aciculare de colesterol în interiorul celulelor macrofage.....	501
21.4.5. Cristale de colesterol formate spontan în bistrat lipidice.....	502
21.4.6. Cristalizarea epitaxială colesterol/hidroxiapatit.....	502
21.5. Mecanisme celulare ale aterosclerozei.....	503
21.6. Aterosclerozele și calcifierea vasculară.....	505
21.7. Placa aterosclerotică.....	505
21.7.1. Date generale, definiții.....	505
21.7.2. Structura și compoziția plăcii aterosclerotice.....	507
21.7.3. Aterogeneza: mecanismele de formare a plăcii aterosclerotice.....	508
21.7.4. Inflamația limfoproteinică.....	509
21.7.5. Mediatori inflamatori.....	509
21.7.6. Hemoragia intraplacă.....	509

21.7.7. Calcificările	510
21.7.8. Ruptura de placă	510
21.7.9. Eroziunea de placă.....	511
21.7.10. Tromboze asociate	511
21.7.11. Consecințele rupturii de placă.....	511
21.7.12. Celulele de mușchi neted vascular	512
21.8. Caracterizarea depozitelor calcifice vasculare.....	512
21.8.1. Date generale.....	512
21.8.2. Determinarea mineralogică și fizico-chimică a fazelor minerale din depozitele de calcifieri vasculare.....	513
21.8.2.1. Determinări optice în lumina polarizată.....	513
21.8.2.2. Determinări prin difracție X.....	513
21.8.2.3. Microscopie electronică	513
21.8.2.4. Determinări în infraroșu.....	514
21.8.2.5. Determinările termice diferențiale.....	514
21.9. Biomineralizări valvulare	515
21.9.1. Tabloul anatomo-histologic al valvelor cardiace	515
21.9.2. Cauzele și efectele biomineralizărilor valvulare	517
21.9.3. Structura anatomică a valvelor cardiace.....	518
21.9.4. Structura celulară și histologică a valvelor cardiace.....	518
21.9.5. Procese moleculare în calcifierea valvulară.....	519
21.9.6. Procese celulare în calcifierea valvulară	520
21.9.7. Caracterizarea fizico-chimică și mineralogică a depozitelor calcifice ale valvelor cardiace	522
21.9.7.1. Morfologia depozitelor calcifice valvulare	523
21.9.7.2. Structura și compoziția chimică a depozitelor calcifice valvulare.....	524
21.9.7.3. Microscopia optică.....	525
21.9.7.4. Microscopia electronică	525
21.9.7.5. Analiza XRD	525
21.10. Bibliografie	526
22. BIOMINERALIZĂRI DENTARE.....	531
22.1. Introducere.....	531
22.2. Morfologia și structura dintelui	532
22.3. Smalțul.....	533
22.3.1. Date generale.....	533
22.3.2. Componenta minerală	534
22.3.3. Structura de biocompozit a smalțului	534
22.3.4. Compozite 2D și 3D	536
22.3.5. Componenta organică a smalțului.....	537
22.3.5.1. Amelogeninele.....	538
22.3.5.2. Enamelinele.....	538
22.4. Enameloidul	538

22.5. Evoluția structurală în procesul de maturizare a smalțului.....	539
22.6. Proprietățile mecanice ale smalțului, corelate cu structura sa de biocompozit.....	540
22.7. Dentina.....	542
22.7.1. <i>Introducere</i>	542
22.7.2. <i>Structură și compoziție</i>	542
22.7.3. <i>Componenta organică a dentinei</i>	544
22.7.3.1. <i>Dentina primară</i>	545
22.7.3.2. <i>Dentina secundară</i>	545
22.7.3.3. <i>Dentina terțiară</i>	545
22.7.4. <i>Morfologie</i>	546
22.7.5. <i>Biomineralizarea predentinală-odontoblastică</i>	546
22.7.6. <i>Componenta minerală</i>	548
22.7.7. <i>Germinarea și creșterea cristalelor minerale</i>	549
22.7.8. <i>Nanoparticulele amorfe</i>	550
22.7.9. <i>Mineralizarea fibrelor de colagen</i>	551
22.8. Cementul	552
22.8.1. <i>Introducere</i>	552
22.8.2. <i>Compoziția</i>	552
22.8.3. <i>Origine și dezvoltare</i>	553
22.8.4. <i>Clasificare</i>	553
22.8.5. <i>Structură</i>	553
22.8.5.1. <i>Cementul acelar cu fibre extrinseci (AEFC)</i>	553
22.8.5.2. <i>Cementul celular stratificat</i>	555
22.8.6. <i>Matricea organică a cementului</i>	555
22.9. Bibliografie	556
23. BIOMINERALIZĂRI ÎN VEZICULE DE MATRICE	559
23.1. Introducere	559
23.2. Morfologia veziculelor de matrice	560
23.3. Structura veziculelor de matrice	563
23.3.1. <i>Miezul nucleațional</i>	563
23.3.2. <i>Complexul PS – CPLX</i>	564
23.3.3. <i>Anexinele AnxA5</i>	566
23.4. Compoziția veziculelor de matrice (MVs)	567
23.4.1. <i>Proteinele veziculelor de matrice</i>	567
23.4.1.1. <i>Anexinele: structura și funcții</i>	567
23.4.1.2. <i>Anexina A5</i>	568
23.4.1.3. <i>Anexina A2</i>	569
23.4.1.4. <i>Anexina A6</i>	569
23.4.2. <i>Enzimele veziculelor de matrice</i>	569
23.4.2.1. <i>Fosfatazele alcaline (ALP)</i>	569
23.4.2.2. <i>PHOSPHO-1</i>	570

23.4.3. Lipidele din veziculele de matrice (MVs)	571
23.4.3.1. Fosfolipide.....	572
23.4.3.2. Lipide nepolare	572
23.4.4. Electroliții din veziculele de matrice	572
23.5. Proprietățile veziculelor de matrice	573
23.6. Mecanisme biogenetice de formare a veziculelor de matrice..	573
23.7. Formarea materialului mineral în veziculele de matrice.....	575
23.8. Reglarea procesului de mineralizare din veziculele de matrice.....	576
23.9. Concluzii	576
23.10. Bibliografie	578

PREFAȚĂ

Biomaterialul este un corp solid produs direct sau indirect de către un organism viu. Biomaterialul a apărut odată cu viața. Toate organismele, începând de la Archaea și până la Vertebrate, au produs și produc și astăzi biomaterialele necesare pentru a se apăra împotriva prădătorilor sau pentru a-și susține organismul. De la început, organismele au combinat inteligent materia organică cu materia minerală, anorganică, pentru a produce un biomaterial necesar funcționării organismului. Biomaterialul obținut este un biocompozit hibrid, din sistemul organic – anorganic, care corespunde cel mai bine funcțiilor organismului: de apărare, de orientare în spațiu și de susținere fizică a întregului organism. Sunt bine-cunoscute biocristalele de magnetit produse de numeroase organisme, începând cu bacteriile și continuând în întreg regnul animal, până la vertebrate. Biomagnetitul, prin proprietățile sale magnetice, funcționează ca o busolă biologică. La vertebrate a apărut necesitatea unui material biologic capabil de a susține organisme foarte mari. Osul din scheletul vertebratelor este o construcție eminentă biologică de tip biocompozit; este un biocompozit cu fibre de colagen din sistemul hibrid colagen-hidroxiapatit.

Organismele nu produc doar biocompozite; ele produc și mezocristale și quasicristale. În toate cazurile, avem de a face cu combinații biologice în sistemul organic – anorganic. Cartea cuprinde capitole speciale, precum: Mezocristale; Quasicristale; Biocompozite.

Biomaterialologia este știința și tehnologia biomaterialelor. Hermann Erlich (2019) a definit biomaterialologia astfel:

„Biomaterialology is an interdisciplinary research field dealing with phenomena of biomaterialization, dematerialization, and remineralization, which have been naturally occurring since life begun”.

Întreaga structură a cărții se bazează pe prezentarea și interpretarea proceselor de mineralizare pe întreaga scară a lumii vii, de la bacterii la vertebrate. Fenomenele de biomineralizare au fost tratate în capitole individuale bazate pe tipuri diferite de țesuturi și sisteme. Cartea urmărește și evoluția biomineralizărilor care însoțește evoluția lumii vii, de la structuri moleculare la celule și apoi la țesuturi vii, pe scara timpului geologic.

Interfața organic – anorganic este locul unde se realizează legăturile chimice necesare pentru apariția și dezvoltarea biomineralului.

Prin conținutul și structura sa, biomineralogia cuprinde într-un tot unitar mineralogia geologică și mineralogia medicală. Biomineralul geologic și biomineralul medical au în comun structura lor atomică; ele trebuie tratate într-o singură carte, așa cum noi am încercat pentru prima dată în volumul de față. Pietrele munților și pietrele de rinichi au în comun structura lor mineralogică.

octombrie 2022

Ion PETREUȘ