

66
T26

PAVEL TATAROV

CHIMIA PRODUSELOR ALIMENTARE



CHIȘINAU 2017

66
726

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Tehnologie și Management în Industria Alimentară

PAVEL TATAROV

CHIMIA PRODUSELOR ALIMENTARE

757155

Universitatea de Științe
Medicină și Farmacie
"Nicolae Testețu" Iași
Biblioteca Științelor Medicale

SL2

**CHIȘINĂU
2017**

Cuprins

| | |
|--|-----------|
| Introducere | 3 |
| 1. Valoarea nutritivă și proprietățile senzoriale ale produselor alimentare | 5 |
| 1.1. Compoziția chimică a produselor alimentare..... | 5 |
| 1.2. Valoarea nutritivă a produselor alimentare | 8 |
| 1.3. Substanțele străine și contaminanții | 13 |
| 1.4. Siguranța alimentelor | 17 |
| 1.5. Noțiuni generale privind proprietățile senzoriale ale alimentelor..... | 18 |
| 1.6. Senzațiile gustative..... | 18 |
| 1.6.1. Compușii chimici ai alimentelor cu gustul dulce..... | 19 |
| 1.6.2. Compușii chimici ai alimentelor cu gustul acru..... | 21 |
| 1.6.3. Compușii chimici ai alimentelor cu gustul sărat | 21 |
| 1.6.4. Compușii chimici ai alimentelor cu gustul amar..... | 21 |
| 1.7. Senzațiile olfactive | 23 |
| 1.8. Senzațiile optic | 25 |
| 1.9. Senzațiile tactile | 28 |
| 1.10. Senzațiile acustice | 30 |
| 1.11. Proprietățile funcționale ale compușilor chimici ai alimentelor | 30 |
| Bibliografie | 32 |
| | |
| 2. Apa în produsele alimentare..... | 34 |
| 2.1. Structura și proprietățile generale ale apei | 34 |
| 2.2. Structura și proprietățile fizico-chimice ale apei congelate | 38 |
| 2.3. Hidratarea compușilor chimici..... | 40 |
| 2.4. Interacțiuni hidrofobe..... | 42 |
| 2.5. Formele de legături ale apei în alimente | 45 |
| 2.6. Activitatea apei..... | 48 |
| 2.7. Izoterma de sorbție a vaporilor | 50 |
| 2.8. Influența activității apei asupra reacțiilor chimice și biochimice..... | 53 |
| 2.9. Influența apei asupra activității enzimelor | 58 |
| 2.10. Influența activității apei asupra microorganismelor..... | 60 |
| 2.11. Transformări de fază ale compușilor produselor alimentare..... | 62 |
| 2.12. Activitatea apei și stabilitatea produselor alimentare..... | 64 |
| Bibliografie | 66 |
| | |
| 3. Proprietățile fizico-chimice și funcționale ale glucidelor | 68 |
| 3.1. Clasificarea și caracteristica glucidelor..... | 68 |
| 3.2. Monozaharidele..... | 71 |
| 3.3. Dizaharidele | 76 |
| 3.4. Funcția mono- și dizaharidelor în produsele alimentare | 77 |
| 3.5. Senzațiile senzoriale ale mono- și dizaharidelor..... | 80 |
| 3.6. Glucoza și fructoza în produsele alimentare | 82 |

| | |
|---|------------|
| 3.7. Zaharoza, lactoza și maltoza în produsele alimentare | 87 |
| 3.8. Modificarea mono- și dizaharidelor prin tratamentul termic | 92 |
| 3.9. Glicozidele..... | 96 |
| 3.10. Polizaharidele | 98 |
| 3.10.1. Structura primară și secundară a macromoleculelor de polizaharide | 98 |
| 3.10.2. Amidonul. Structura și proprietățile funcționale | 101 |
| 3.10.3. Gelatinizarea amidonului..... | 103 |
| 3.10.4. Hidroliza amidonului | 106 |
| 3.10.5. Combinații complexe ale amidonului cu iodul..... | 110 |
| 3.11. Inulina..... | 111 |
| 3.12. Glicogenul | 112 |
| 3.13. Compușii pectinelor | 113 |
| 3.13.1. Structura chimică a compușilor pectine..... | 115 |
| 3.13.2. Clasificarea compușilor pectine..... | 117 |
| 3.13.3. Proprietățile fizico-chimice ale substanțelor pectine..... | 118 |
| 3.13.4. Proprietățile funcționale ale pectinelor | 119 |
| 3.13.5. Enzimele pectolitice..... | 123 |
| 3.14. Fibrele alimentare..... | 126 |
| 3.14.1. Polizaharidele fibrelor alimentare | 126 |
| 3.14.2. Proprietățile funcționale ale fibrelor alimentare | 129 |
| Bibliografie..... | 133 |
| | |
| 4. Proprietățile fizico-chimice și funcționale ale proteinelor | 135 |
| 4.1. Aminoacizii proteinogeni | 135 |
| 4.2. Aminoacizii esențiali | 139 |
| 4.3. Calitatea nutrițională a proteinelor | 140 |
| 4.4. Structura chimică a compușilor proteici..... | 143 |
| 4.4.1. Structura primară a proteinelor..... | 145 |
| 4.4.2. Structura secundară a proteinelor | 146 |
| 4.4.3. Structura terțiară a proteinelor | 147 |
| 4.4.4. Structura cuaternară a proteinelor | 148 |
| 4.5. Proprietățile fizico-chimice ale proteinelor | 149 |
| 4.5.1. Interacțiunea proteinelor cu apa | 150 |
| 4.5.2. Valoarea pH a proteinelor | 152 |
| 4.5.3. Denaturarea proteinelor | 153 |
| 4.6. Proteinele produselor alimentare..... | 157 |
| 4.6.1. Proteinele de origine animală..... | 158 |
| 4.6.1.1. Proteinele cărnii..... | 158 |
| 4.6.1.2. Proteinele sarcoplasmatică | 159 |
| 4.6.1.3. Proteinele conjunctive | 163 |
| 4.6.2. Proteinele laptelui | 167 |
| 4.6.2.1. Cazeinele | 168 |
| 4.6.2.2. Proteinele serice..... | 171 |

| | |
|--|------------|
| 4.7. Proteinele de origine vegetală | 172 |
| 4.7.1. Proteinele cerealelor | 173 |
| 4.7.2. Proteinele plantelor leguminoase și oleaginoase | 175 |
| 4.7.3. Proteinele din legume și fructe | 176 |
| 4.7.4. Enzimele | 179 |
| 4.8. Proprietățile funcționale ale proteinelor | 181 |
| 4.8.1. Capacitatea proteinelor de hidratare și reținere a apei | 183 |
| 4.8.2. Hidratarea proteinelor țesutului muscular al cărnii | 185 |
| 4.8.3. Capacitatea proteinelor de emulsionare și reținere a lipidelor | 188 |
| 4.8.4. Capacitatea de gelificare a proteinelor | 190 |
| 4.8.5. Capacitatea de spumare a proteinelor | 192 |
| 4.8.6. Capacitatea proteinelor de formare a combinațiilor complecși cu polizaharidele | 193 |
| 4.9. Concentrate și izolate proteice | 194 |
| 4.9.1. Hidrolizatele proteice | 197 |
| 4.9.2. Plasteinele | 198 |
| 4.10. Reacția Maillard | 200 |
| 4.10.1. Reacția Strecker | 206 |
| 4.10.2. Influența reacției Maillard asupra îmbrunării produselor alimentare | 209 |
| 4.10.3. Prevenirea reacției Maillard | 211 |
| 4.11. Disimilarea compușilor proteici | 212 |
| Bibliografie | 215 |
| | |
| 5. Proprietățile fizico-chimice și funcționale ale lipidelor..... | 217 |
| 5.1. Clasificarea lipidelor | 217 |
| 5.2. Lipidele simple..... | 218 |
| 5.2.1. Acizii grași saturați..... | 218 |
| 5.2.2. Acizii grași nesaturați | 220 |
| 5.2.3. Acizii grași substituiți..... | 224 |
| 5.2.4. Cerurile | 226 |
| 5.2.5. Steridele | 226 |
| 5.2.6. Acilglicerolii..... | 228 |
| 5.3. Lipidele complexe | 230 |
| 5.3.1. Fosfogliceridele | 230 |
| 5.4. Lipidele în produsele alimentare | 232 |
| 5.4.1. Lipidele de origine vegetală..... | 233 |
| 5.4.2. Grăsimile de origine animală | 236 |
| 5.4.3. Lipidele din pește | 237 |
| 5.4.4. Lipidele din lapte | 239 |
| 5.5. Proprietățile fizico-chimice ale lipidelor..... | 241 |
| 5.6. Hidrogenarea acilglicerolilor | 244 |
| 5.7. Interesterificarea acilglicerolilor | 247 |
| 5.7.1. Mecanismul reacției de interesterificare | 249 |

| | |
|---|------------|
| 5.8. Hidroliza acilglicerolilor | 251 |
| 5.9. Modificarea lipidelor în urma tratamentului termic | 254 |
| 5.10. Oxidarea lipidelor..... | 256 |
| 5.10.1. Autooxidarea lipidelor pe cale chimică | 256 |
| 5.10.2. Producții primari ai oxidării lipidelor | 268 |
| 5.10.3. Autooxidarea enzimatică a lipidelor | 262 |
| 5.10.4. Râncezirea lipidelor | 265 |
| 5.10.5. Factorii care influențează viteza proceselor de oxidare și râncezire a lipidelor | 268 |
| 5.11. Prevenirea degradării lipidelor | 270 |
| 5.12. Proprietățile funcționale ale lipidelor | 272 |
| 5.12.1. Funcția lipidelor în nutriție | 273 |
| 5.12.2. Capacitatea de emulsionare a lipidelor | 274 |
| 5.12.3. Compoziția chimică și calitatea senzorială a untului din lapte de vacă..... | 275 |
| 5.12.4. Grăsimi cu un conținut majorat de acizi grași lauric și miristic | 277 |
| 5.12.5. Uleiuri cu un conținut majorat de acizi grași palmitic și stearic..... | 277 |
| 5.12.6. Margarina | 278 |
| Bibliografie..... | 280 |
| | |
| 6. Acizii carboxilici..... | 283 |
| 6.1. Acizii carboxilici în produsele alimentare..... | 283 |
| 6.2. Proprietățile fizico-chimice și senzoriale ale acizilor carboxilici..... | 285 |
| 6.3. Proprietățile funcționale ale acizilor carboxilici..... | 288 |
| 6.3.1. Acidul citric | 289 |
| 6.3.2. Acidul malic | 290 |
| 6.3.3. Acidul lactic..... | 291 |
| 6.3.4. Acidul acetic | 292 |
| Bibliografie..... | 294 |
| | |
| 7. Compușii fenolici din produsele alimentare..... | 295 |
| 7.1. Caracteristica generală a compușilor fenolici..... | 295 |
| 7.2. Clasificarea compușilor fenolici..... | 296 |
| 7.2.1. Compuși fenolici monomeri cu scheletul carbonic al moleculelor C_6-C_1 | 297 |
| 7.2.2. Compuși fenolici monomeri cu scheletul carbonic a moleculelor C_6-C_3 | 297 |
| 7.2.3. Compuși fenolici cu scheletul moleculelor C_6-C_4 | 298 |
| 7.2.4. Compuși fenolici cu scheletul moleculelor $C_6-C_2-C_6$ | 298 |
| 7.2.5. Compuși fenolici cu scheletul moleculelor $C_6-C_3-C_6$ | 299 |
| 7.3. Compușii flavanolici | 300 |
| 7.3.1. Catehinele..... | 301 |
| 7.3.2. Taninurile | 302 |
| 7.3.3. Leucoantocianii | 304 |
| 7.3.4. Compușii antociani | 305 |
| 7.4. Compușii flavonolici | 309 |

| | |
|--|-----|
| 7.5. Modificarea polifenolilor în procesul tratamentului tehnologic | 313 |
| 7.5.1. Oxidarea enzimatică a polifenolilor | 313 |
| 7.5.2. Oxidarea pe cale chimică a polifenolilor | 316 |
| 7.6. Interacțiunea compușilor fenolici cu proteinele | 317 |
| 7.6.1. Interacțiuni necovalente între compușii fenolici și proteine | 318 |
| 7.6.2. Interacțiuni covalente între compușii fenolici și proteine | 321 |
| 7.7. Metodele de prevenire a modificărilor polifenolilor | 322 |
| Bibliografie | 325 |
| | |
| 8. Antioxidanții | 327 |
| 8.1. Particularitățile procesului de oxidare alimentelor | 327 |
| 8.2. Noțiuni generale privind acțiunea antioxidantilor | 329 |
| 8.3. Caracteristica generală a antioxidantilor | 330 |
| 8.3.1. Polifenolii | 331 |
| 8.3.2. Acidul L-hidroascorbic | 332 |
| 8.3.3. Antioxidanți de origine proteică | 333 |
| 8.3.4. Carotenoidele | 333 |
| 8.3.5. Lipidele complexe | 333 |
| 8.4. Radicalii liberi | 334 |
| 8.4.1. Radicalii liberi în sistemele biologice | 335 |
| 8.5. Acțiunea antioxidantilor în mediile alimentare nepolare | 338 |
| 8.6. Antioxidanții liposolubili | 340 |
| 8.7. Antioxidanții hidrosolubili | 347 |
| 8.8. Activitatea reducătoare a acidului ascorbic | 347 |
| 8.9. Activitatea antioxidantilor | 351 |
| 8.9.1. Capacitatea antioxidantilor de absorbție a radicalilor de oxigen | 352 |
| 8.9.2. Activitatea antioxidantilor echivalentă troloxului TEAC | 354 |
| 8.9.3. Puterea antioxidantă de reducere a fierului Fe(III) → Fe(II) | 355 |
| 8.9.4. Determinarea activității antioxidantilor folosind radicalii 2,2-diphenil-1-picrilhidrazin (DPPH) | 356 |
| 8.10. Potențialul redox al apei și compozițiilor alimentare | 360 |
| 8.11. Starea oxido-reducătoare a produselor alimentare | 363 |
| 8.12. Efectele sinergice | 368 |
| Bibliografie | 370 |
| | |
| 9. Aditivii alimentari | 374 |
| 9.1. Caracteristica generală a aditivilor alimentari | 374 |
| 9.2. Codificarea aditivilor alimentari | 376 |
| 9.3. Clasele funcționale ale aditivilor alimentari | 377 |
| 9.4. Reguli speciale de utilizare a aditivilor alimentari | 378 |
| 9.5. Efectul tehnologic | 380 |
| 9.6. Coloranții alimentari | 380 |
| 9.6.1. Coloranții naturali | 381 |
| 9.6.2. Coloranții sintetici | 386 |

| | |
|---|-----|
| 9.7. Conservanții..... | 389 |
| 9.7.1. Activitatea conservanților | 389 |
| 9.7.2. Acidul sorbic și sărurile lui..... | 391 |
| 9.7.3. Acidul benzoic și sărurile lui..... | 392 |
| 9.7.4. Derivați ai acidului para-hidroxibenzoic..... | 394 |
| 9.7.5. Dioxidul de sulf și derivații lui | 395 |
| 9.7.6. Sărurile acidului sulfuros | 395 |
| 9.7.7. Acidul propionic | 396 |
| 9.7.8. Antibiotice utilizate în calitate de conservanți..... | 397 |
| 9.7.8.1. Conservanți neautorizați pentru tratarea alimentelor | 398 |
| 9.8. Aditivii cu activitate antioxidantă | 399 |
| 9.8.1. Cerințe privind folosirea antioxidantilor | 403 |
| 9.9. Emulgatorii..... | 403 |
| 9.9.1. Proprietățile funcționale ale emulgatorilor | 410 |
| 9.9.2. Fosfații și polifosfații | 414 |
| 9.10. Aditivii celulozei modificate | 417 |
| 9.11. Edulcoranții | 419 |
| 9.11.1. Edulcoranții naturali..... | 420 |
| 9.11.2. Edulcoranții sintetici | 424 |
| 9.11.3. Aditivii pentru corectarea gustului și aromei alimentelor | 427 |
| 9.12. Aditivii pentru formarea și stabilizarea texturii alimentelor | 428 |
| 9.12.1. Aditivii amidonului | 428 |
| 9.12.2. Aditivii de gume vegetale | 431 |
| 9.12.3. Gume extrudate din arbori..... | 437 |
| 9.13. Gazele în calitate de aditivi alimentari | 441 |
| 9.14. Clasificarea produselor alimentare..... | 441 |
| Bibliografie..... | 443 |