

# Spis treści

## I. WYBRANE SKŁADNIKI ŻYWNOSCI 12

Joanna Pieczyńska

### 1. Białka 14

#### 1.1. Budowa, podział i właściwości fizykochemiczne białek 17

1.1.1. Właściwości amfoteryczne białek . . . . . 20

1.1.2. Hydratacja. . . . . 22

1.1.3. Koagulacja, wysalanie i denaturacja białek . . . . . 22

#### 1.2. Właściwości funkcjonalne białek 26

#### 1.3. Reakcje charakterystyczne białek 31

1.3.1. Reakcja biuretowa . . . . . 32

1.3.2. Reakcja ksantoproteinowa . . . . . 33

1.3.3. Reakcja z octanem ołowiu . . . . . 33

1.3.4. Reakcja Millona . . . . . 34

#### Piśmiennictwo 34

Mateusz Witkowski

### 2. Węglowodany (cukrowce, sacharydy) 36

#### 2.1. Budowa, podział i właściwości fizykochemiczne węglowodanów 39

2.1.1. Węglowodany proste . . . . . 41

2.1.2. Węglowodany złożone . . . . . 43

#### 2.2. Reakcje charakterystyczne węglowodanów 53

2.2.1. Reakcje utleniania i redukcji . . . . . 53

2.2.2. Reakcje produktów dehydratacji węglowodanów . . . . . 58

2.2.3. Reakcje węglowodanów złożonych . . . . . 61

#### Piśmiennictwo 64

**Mateusz Witkowski**

### **3. Tłuszcze (lipidy) 66**

#### **3.1. Budowa, podział i właściwości fizykochemiczne lipidów 69**

3.1.1. Lipidy proste . . . . . 70

3.1.2. Lipidy złożone . . . . . 79

3.1.3. Steroidy . . . . . 83

#### **3.2. Reakcje charakterystyczne lipidów 86**

3.2.1. Reakcje charakterystyczne dla lipidów prostych . . . . . 86

3.2.2. Reakcja charakterystyczna dla lipidów złożonych . . . . . 94

3.2.3. Reakcje charakterystyczne dla steroli . . . . . 95

**Piśmiennictwo 97**

**Joanna Pieczyńska**

### **4. Witaminy 98**

#### **4.1. Podział i właściwości fizykochemiczne witamin 101**

4.1.1. Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach . . . . . 104

4.1.2. Witaminy rozpuszczalne w wodzie . . . . . 110

#### **4.2. Metody wykrywania wybranych witamin w produktach spożywczych 120**

4.2.1. Witamina A . . . . . 120

4.2.2. Witamina D . . . . . 121

4.2.3. Witamina C . . . . . 121

4.2.4. Witamina B<sub>1</sub> . . . . . 122

**Piśmiennictwo 123**

**Anna Prescha, Mateusz Witkowski, Izabela Fecka**

### **5. Związki fenolowe 124**

#### **5.1. Budowa i podział związków fenolowych 127**

5.1.1. Kwasy fenolowe . . . . . 130

5.1.2. Flawonoidy . . . . . 135

5.1.3. Nie-flawonoidowe związki fenolowe . . . . . 147

#### **5.2. Właściwości chemiczne związków fenolowych 150**

#### **5.3. Związki fenolowe jako przeciwutleniacze 154**

#### **5.4. Czynniki wpływające na zawartość i stabilność związków fenolowych 160**

**Piśmiennictwo 162**

Joanna Pieczyńska

|                                                                           |            |
|---------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>6. Woda</b>                                                            | <b>164</b> |
| <b>6.1. Budowa i właściwości fizykochemiczne wody</b>                     | <b>167</b> |
| 6.1.1. Budowa cząsteczki wody . . . . .                                   | 168        |
| 6.1.2. Stany skupienia wody . . . . .                                     | 169        |
| 6.1.3. Woda jako rozpuszczalnik. . . . .                                  | 172        |
| <b>6.2. Aktywność wody</b>                                                | <b>175</b> |
| 6.2.1. Wpływ aktywności wody na trwałość żywności . . . . .               | 179        |
| 6.2.2. Wpływ wody na cechy sensoryczne produktów<br>spożywczych . . . . . | 180        |
| <b>6.3. Ocena stanu wody w żywności</b>                                   | <b>183</b> |
| <b>Piśmiennictwo</b>                                                      | <b>185</b> |

Katarzyna Zabłocka-Słowińska, Halina Grajeta

|                                                                                      |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>II. WYBRANE DODATKI DO ŻYWNOSCI</b>                                               | <b>188</b> |
| <b>Wybrane dodatki do żywności</b>                                                   | <b>191</b> |
| <b>1. Barwniki – podział, charakterystyka</b>                                        | <b>194</b> |
| <b>1.1. Rodzaje barwników</b>                                                        | <b>197</b> |
| 1.1.1. Barwniki naturalne . . . . .                                                  | 197        |
| 1.1.2. Barwniki nieorganiczne . . . . .                                              | 204        |
| 1.1.3. Barwniki syntetyczne . . . . .                                                | 205        |
| <b>1.2. Metody wykrywania i identyfikacji barwników<br/>w produktach spożywczych</b> | <b>212</b> |
| <b>Piśmiennictwo</b>                                                                 | <b>213</b> |
| <b>2. Przeciwutleniacze – charakterystyka</b>                                        | <b>216</b> |
| <b>Piśmiennictwo</b>                                                                 | <b>225</b> |
| <b>3. Substancje konserwujące – charakterystyka</b>                                  | <b>226</b> |
| <b>Piśmiennictwo</b>                                                                 | <b>234</b> |

|                                                                                                                              |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4. Kwaśne substancje smakowe, substancje słodzące, środki aromatyzujące, wzmacniacze smaku – podział, charakterystyka</b> | <b>236</b> |
| 4.1. Kwaśne substancje smakowe                                                                                               | 239        |
| 4.2. Substancje słodzące                                                                                                     | 240        |
| 4.3. Środki aromatyzujące                                                                                                    | 244        |
| 4.4. Wzmacniacze smaku                                                                                                       | 247        |
| Piśmiennictwo                                                                                                                | 248        |

### **III. ANALIZA JAKOŚCIOWA SKŁADNIKÓW ŻYWNOŚCI** **250**

**Joanna Pieczyńska**

|                                                                              |            |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1. Reakcje charakterystyczne białek i ich właściwości fizykochemiczne</b> | <b>252</b> |
| 1.1. Reakcje charakterystyczne białek                                        | 256        |
| 1.1.1. Reakcja biuretowa . . . . .                                           | 256        |
| 1.1.2. Reakcja ksantoproteinowa . . . . .                                    | 256        |
| 1.1.3. Reakcja z octanem ołowiu(II) . . . . .                                | 256        |
| 1.2. Właściwości fizykochemiczne białek                                      | 257        |
| 1.2.1. Denaturacja białek . . . . .                                          | 257        |
| 1.2.2. Wysalanie białek . . . . .                                            | 259        |
| 1.2.3. Wyznaczanie punktu izoelektrycznego białek mleka . . .                | 259        |

**Mateusz Witkowski**

|                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------|------------|
| <b>2. Reakcje charakterystyczne węglowodanów</b>              | <b>262</b> |
| 2.1. Odróżnianie węglowodanów od innych związków organicznych | 266        |
| 2.1.1. Próba Molischa . . . . .                               | 266        |
| 2.1.2. Próba antronowa . . . . .                              | 267        |
| 2.1.3. Próba tymolowa . . . . .                               | 267        |
| 2.2. Odróżnianie ketoz od aldoz – próba Seliwanowa            | 267        |
| 2.3. Odróżnianie pentoz od heksoz. Wykrywanie pentoz          | 268        |
| 2.3.1. Próba Biała . . . . .                                  | 268        |

|                                                                                          |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.3.2. Próba Tollensa . . . . .                                                          | 268        |
| 2.3.3. Próba Taubera . . . . .                                                           | 268        |
| <b>2.4. Odróżnianie sacharydów redukujących<br/>od nieredukujących – próba Benedicta</b> | <b>269</b> |
| <b>2.5. Odróżnianie monosacharydów od disacharydów<br/>redukujących</b>                  | <b>269</b> |
| 2.5.1. Reakcja Barfoeda . . . . .                                                        | 266        |
| 2.5.2. Próba Fehlinga . . . . .                                                          | 270        |
| 2.5.3. Próba Nylandera . . . . .                                                         | 270        |
| 2.5.4. Próba lustra srebrowego . . . . .                                                 | 271        |
| 2.5.5. Próba Trommera . . . . .                                                          | 271        |
| <b>2.6. Identyfikacja monosacharydów i disacharydów –<br/>reakcja z fenylhydrazyną</b>   | <b>271</b> |
| <b>2.7. Wykrywanie polisacharydów – próba z odczynnikiem<br/>Lugola</b>                  | <b>272</b> |
| <b>2.8. Hydroliza kwasowa polisacharydów</b>                                             | <b>272</b> |
| 2.8.1. Hydroliza skrobi . . . . .                                                        | 272        |
| 2.8.2. Hydroliza celulozy . . . . .                                                      | 273        |

**Mateusz Witkowski**

|                                                                                                        |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>3. Właściwości chemiczne kwasów tłuszczowych,<br/>tłuszczów właściwych i złożonych oraz steroli</b> | <b>274</b> |
| <b>3.1. Odróżnianie tłuszczów obojętnych od wolnych kwasów<br/>tłuszczowych</b>                        | <b>278</b> |
| 3.1.1. Zmydlanie tłuszczów. . . . .                                                                    | 278        |
| 3.1.2. Tworzenie trwałej emulsji tłuszczu w obecności mydła. . . . .                                   | 278        |
| <b>3.2. Wykrywanie nienasyconych kwasów tłuszczowych</b>                                               | <b>279</b> |
| 3.2.1. Reakcja Hübla. . . . .                                                                          | 279        |
| 3.2.2. Utlenianie nienasyconych kwasów tłuszczowych . . . . .                                          | 279        |
| <b>3.3. Analiza składu glicerofosfolipidów na przykładzie lecytyny</b>                                 | <b>279</b> |
| 3.3.1. Wykrywanie lecytyny . . . . .                                                                   | 279        |
| 3.3.2. Wykrywanie glicerolu (próba akroleinowa). . . . .                                               | 280        |
| 3.3.3. Wykrywanie kwasów tłuszczowych . . . . .                                                        | 280        |
| 3.3.4. Wykrywanie kwasu fosforowego . . . . .                                                          | 280        |
| 3.3.5. Wykrywanie choline . . . . .                                                                    | 281        |

|                                                      |            |
|------------------------------------------------------|------------|
| <b>3.4. Wykrywanie steroli</b>                       | <b>281</b> |
| 3.4.1. Reakcja Liebermanna–Burchardta . . . . .      | 281        |
| 3.4.2. Reakcja Salkowskiego . . . . .                | 281        |
| 3.4.3. Reakcja Windausa . . . . .                    | 282        |
| 3.4.4. Wykrywanie cholesterolu w makaronie . . . . . | 282        |

**Joanna Pieczyńska**

|                                                                                        |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4. Reakcje charakterystyczne witamin</b>                                            | <b>284</b> |
| <b>4.1. Wykrywanie witaminy A</b>                                                      | <b>288</b> |
| 4.1.1. Reakcja z trójtlenkiem antymonu(III) . . . . .                                  | 288        |
| 4.1.2. Reakcja z kwasem siarkowym(VI) . . . . .                                        | 288        |
| <b>4.2. Wykrywanie witaminy D</b>                                                      | <b>289</b> |
| 4.2.1. Reakcja z aniliną . . . . .                                                     | 289        |
| 4.2.2. Reakcja z kwasem siarkowym(VI) . . . . .                                        | 289        |
| <b>4.3. Wykrywanie witamin A i D w tranie</b>                                          | <b>289</b> |
| <b>4.4. Badanie rozpuszczalności karotenoidów<br/>w rozpuszczalnikach organicznych</b> | <b>290</b> |
| <b>4.5. Wykrywanie kwasu askorbinowego</b>                                             | <b>290</b> |
| 4.5.1. Reakcja z żelazicyjankiem(III) potasu . . . . .                                 | 290        |
| 4.5.2. Reakcja z jodem (rozkład termiczny<br>kwasu askorbinowego). . . . .             | 290        |
| <b>4.6. Wykrywanie tiaminy</b>                                                         | <b>291</b> |
| <b>4.7. Wykrywanie ryboflawiny</b>                                                     | <b>291</b> |

**Mateusz Witkowski**

|                                                                                               |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5. Związki fenolowe w produktach spożywczych</b>                                           | <b>292</b> |
| <b>5.1. Wykrywanie związków fenolowych</b>                                                    | <b>296</b> |
| 5.1.1. Reakcja z chlorkiem żelaza(III) . . . . .                                              | 296        |
| 5.1.2. Reakcja z waniliną i kwasem siarkowym(VI) . . . . .                                    | 297        |
| 5.1.3. Reakcja z chlorkiem glinu . . . . .                                                    | 297        |
| 5.1.4. Reakcja cyjanidynowa (próba Shinody) . . . . .                                         | 297        |
| 5.1.5. Reakcja estryfikacji kwasu salicylowego . . . . .                                      | 297        |
| <b>5.2. Badanie brunatnienia enzymatycznego<br/>w jabłkach w różnych warunkach środowiska</b> | <b>298</b> |

Katarzyna Zabłocka-Słowińska

|                                                                                       |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>6. Wykrywanie i identyfikacja barwników syntetycznych w produktach spożywczych</b> | <b>300</b> |
| 6.1. Wykrywanie barwników syntetycznych w produktach spożywczych                      | 304        |
| 6.2. Identyfikacja barwników syntetycznych stosowanych w produktach spożywczych       | 305        |
| 6.3. Ocena zastosowania barwników syntetycznych w wybranych produktach spożywczych    | 307        |

Katarzyna Zabłocka-Słowińska

|                                                                                                                                                    |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>7. Wykrywanie wybranych syntetycznych substancji konserwujących, przeciwutleniaczy i kwaśnych substancji smakowych w produktach spożywczych</b> | <b>308</b> |
| 7.1. Wykrywanie syntetycznych substancji konserwujących                                                                                            | 312        |
| 7.1.1. Wykrywanie kwasu benzoowego oraz salicylowego w produktach owocowo-warzywnych                                                               | 312        |
| 7.1.2. Wykrywanie związków siarkowych w produktach owocowo-warzywnych                                                                              | 313        |
| 7.2. Wykrywanie syntetycznych przeciwutleniaczy                                                                                                    | 313        |
| 7.2.1. Wstępne wykrywanie syntetycznych przeciwutleniaczy w tłuszczach . . . . .                                                                   | 313        |
| 7.2.2. Wykrywanie BHA w tłuszczach . . . . .                                                                                                       | 314        |
| 7.2.3. Wykrywanie galusanów w tłuszczach . . . . .                                                                                                 | 314        |
| 7.2.4. Wykrywanie hydrochinonu . . . . .                                                                                                           | 314        |
| 7.3. Ocena zastosowania substancji konserwujących i przeciwutleniaczy w wybranych produktach spożywczych                                           | 315        |
| 7.4. Wykrywanie syntetycznych kwaśnych substancji smakowych                                                                                        | 316        |
| 7.4.1. Wykrywanie kwasu cytrynowego . . . . .                                                                                                      | 316        |
| 7.4.2. Wykrywanie kwasu jabłkowego . . . . .                                                                                                       | 316        |
| 7.4.3. Wykrywanie kwasu winowego . . . . .                                                                                                         | 317        |
| 7.4.4. Wykrywanie kwasu mlekowego . . . . .                                                                                                        | 318        |
| <b>Piśmiennictwo</b>                                                                                                                               | <b>318</b> |