Dorota Czerwińska

NOWA PODSTAWA PROGRAMOWA

Podręcznik część 1

# Zasady żywienia

WSiP

rea

technik żywienia i usług gastronomicznych

kwalifikacja T.15.1

# Kształcimy zawodowo!

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne polecają publikacje do nauki zawodów: **technik żywienia i usług gastronomicznych**, **kucharz**, **technik technologii żywności**, **cukiernik**, **kelner** przygotowane zgodnie z **NOWĄ PODSTAWĄ PROGRAMOWĄ**.

## Podręczniki

**Kwalifikacja T.6.**
Technologia gastronomiczna z towaroznawstwem. Gastronomia. Tom II. Część 2 (REA)

**Kwalifikacja T.15**
Zasady żywienia. Część 1 (REA)

**Kwalifikacja T.15.**
Zasady żywienia. Część 2 (REA)

**Kwalifikacja T.15**
Organizacja produkcji gastronomicznej (REA)

**Kwalifikacja T.15**
Usługi gastronomiczne (REA)

**Kwalifikacja T.10**
Usługi kelnerskie (REA)

## Repetytoria i testy egzaminacyjne

**Kwalifikacja T.6**
Repetytorium i testy egzaminacyjne. Kucharz. Technik żywienia i usług gastronomicznych

**Kwalifikacja T.9**
Repetytorium i testy egzaminacyjne. Egzamin zawodowy. Kelner

**Kwalifikacja T.15**
Testy i zadania praktyczne. Egzamin zawodowy. Technik żywienia i usług gastronomicznych

**Kwalifikacja T.4**
Testy i zadania praktyczne. Egzamin zawodowy. Technik technologii żywności. Cukiernik

## Publikacje do praktycznej nauki zawodu

**Kwalifikacja T.6**
Pracownia gastronomiczna. Kucharz. Technik żywienia i usług gastronomicznych

**Kwalifikacja T.15**
Pracownia organizacji żywienia. Technik żywienia i usług gastronomicznych

**Kwalifikacja T.15**
Pracownia obsługi klientów. Technik żywienia i usług gastronomicznych

## Zeszyty ćwiczeń

**Kwalifikacja T.6.**
Procesy technologiczne w gastronomii. Zeszyt ćwiczeń. Część 2 (REA)

**Kwalifikacja T.15.**
Obsługa klientów w gastronomii. Zeszyt ćwiczeń (REA)

**Kwalifikacja T.10**
Organizowanie usług kelnerskich. Zeszyt ćwiczeń (REA)

**Te i inne publikacje do nauki zawodów:** technik żywienia i usług gastronomicznych, kucharz, technik technologii żywności, cukiernik, kelner (kwalifikacje T.6, T.15, T.4, T.9) można obejrzeć i kupić pod adresem **sklep.wsip.pl**

WSiP
WYDAWNICTWA SZKOLNE i PEDAGOGICZNE
wsip.pl | infolinia: 801 220 555

# Szanowni Państwo,

z przyjemnością przedstawiamy Państwu fragmenty **nowego podręcznika, spełniającego wszystkie wymagania nowej podstawy programowej** kształcenia zawodowego. Jest to publikacja gwarantująca skuteczne przygotowanie do egzaminów potwierdzających kwalifikacje w zawodzie, napisana językiem zrozumiałym dla ucznia i wzbogacona o atrakcyjny materiał ilustracyjny. Prawdziwa nowość, warta Państwa uwagi.

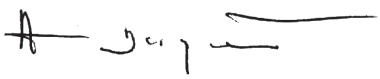
1 września 2012 roku Ministerstwo Edukacji Narodowej rozpoczęło reformę szkolnictwa zawodowego, która wprowadziła nową klasyfikację zawodów oraz ich podział na kwalifikacje. Dla wszystkich wyodrębnionych zawodów przygotowano nowe podstawy programowe. Zmieniła się także formuła egzaminu zawodowego – wprowadzono egzamin potwierdzający kwalifikacje w zawodzie. Uczniowie, kończący naukę w zasadniczej szkole zawodowej i technikum oraz słuchacze szkół policealnych, po zdaniu egzaminów pisemnego i praktycznego otrzymują dyplom potwierdzający kwalifikacje w zawodzie.

Aby umożliwić Państwu zapoznanie się z naszym podręcznikiem, prezentujemy wykaz zawartych w nim treści oraz fragmenty wybranych rozdziałów.

Wierzymy, że przygotowana przez nas oferta umożliwi Państwu efektywną pracę oraz pomoże w skutecznym przygotowaniu uczniów i słuchaczy do egzaminu – zarówno w części pisemnej, jak i praktycznej.

Zapraszamy do korzystania z naszego podręcznika.

## Z nami warto się uczyć!



*Artur Dzigański*
**Szef Zespołu Szkolnictwa Zawodowego**
Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne

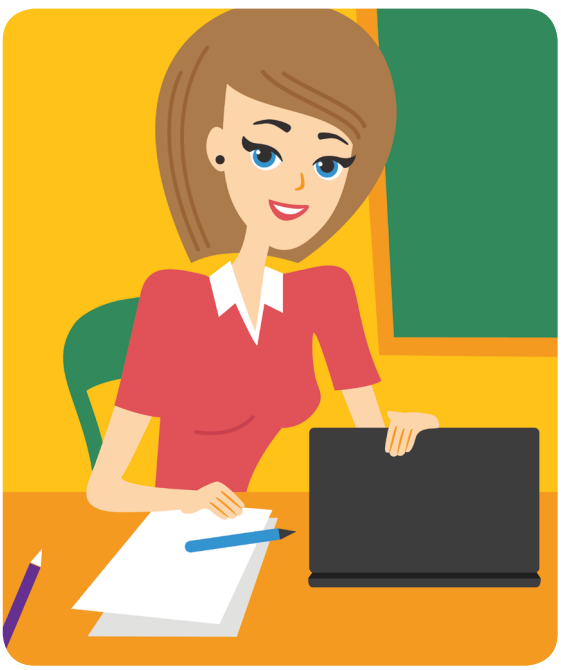
Branża gastronomiczna

WSiP

# WSiP – skuteczne przygotowanie do egzaminów potwierdzających kwalifikacje w zawodzie

Publikacje:

- zgodne z **nową podstawą programową**
- **z aprobatą MEN**
- opracowane w podziale na **kwalifikacje**
- napisane przez **specjalistów** i **nauczycieli praktyków**
- z dużą liczbą **ćwiczeń**, **przykładów praktycznych**, **tabel** i **schematów**
- z wyróżnieniem **najważniejszych treści**, rysunkami i ilustracjami ułatwiającymi zapamiętywanie



WSiP

Dorota Czerwińska

# Zasady żywienia

Podręcznik część 1

WSiP

rea

technik żywienia i usług gastronomicznych

kwalifikacja T.15.1

© Copyright by Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Sp. z o.o.

Warszawa 2014

Wydanie I (2014)

ISBN 978-83-02-15258-0

Opracowanie merytoryczne i redakcyjne: **Stanisław Grzybek** (redaktor koordynator)
Konsultacja: **Cezary Skalski**
Redakcja językowa: **Agnieszka Grzybek**
Projekt graficzny okładki: **Dominik Krajewski**
Redakcja techniczna: **Elżbieta Walczak**
Skład i łamanie: **OFI**

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne spółka z ograniczoną odpowiedzialnością
00-807 Warszawa, Aleje Jerozolimskie 96
Tel.: 22 57 25 00
Infolinia: 801 220 555
www.wsip.pl

Publikacja, którą nabyłeś, jest dziełem twórcy i wydawcy. Prosimy, abyś przestrzegał praw, jakie im przysługują. Jej zawartość możesz udostępnić nieodpłatnie osobom bliskim lub osobiście znanym. Ale nie publikuj jej w internecie. Jeśli cytujesz jej fragmenty, nie zmieniaj ich treści i koniecznie zaznacz, czyje to dzieło. A kopiując jej część, rób to jedynie na użytek osobisty.

Szanujmy cudzą własność i prawo.
Więcej na www.legalnakultura.pl
Polska Izba Książki

# Spis treści

Wstęp . . . . . 7

Składniki pokarmowe w racjonalnym żywieniu

Rozdział 1. Znaczenie racjonalnego żywienia a zdrowie człowieka . . . . 9
1.1. Wiadomości wstępne . . . . . 10
1.2. Rys historyczny nauki o żywieniu . . . . . 10
1.3. Zadania nauki o żywieniu czlowieka . . . . . 14
1.4. Znaczenie żywienia w zachowaniu zdrowia . . . . . 15
1.5. Głód jakościowy i ilościowy . . . . . 17

Rozdział 2. Rola składników pokarmowych w żywieniu człowieka . . . . 19
2.1. Podział składników pokarmowych . . . . . 20
2.2. Białka . . . . . 23
2.2.1. Budowa białek . . . . . 23
2.2.2. Podział aminokwasów . . . . . 24
2.2.3. Podział białek i ich właściwości . . . . . 25
2.2.4. Rola białek w żywieniu człowieka . . . . . 25
2.2.5. Zastosowanie białek w technologii produkcji potraw . . . . . 28
2.2.6. Wartość biologiczna białek. Białka komplementarne . . . . . 30
2.2.7. Uzupełnianie aminowasów. . . . . 32
2.2.8. Występowanie białka w produktach spożywczych . . . . . 33
2.2.9. Zalecane normy spożycia białek. . . . . 34
2.2.10. Spożycie biała a zdrowie . . . . . 34
2.3. Tłuszcze . . . . . 36
2.3.1. Budowa chemiczna, podział tłuszczów i ich właściwości . . . . . 36
2.3.2. Charakterystyka kwasów tłuszczowych . . . . . 37
2.3.2.1. Wprowadzenie. . . . . 37
2.3.2.2. Podział i źródła kwasów tłuszczowych. . . . . 38
2.3.2.3. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe . . . . . 42
2.3.3. Rola tłuszczów w żywieniu człowieka . . . . . 45
2.3.4. Cholesterol – funkcje, źródła, zawartość w organizmie . . . . . 47
2.3.5. Wartość odżywcza tłuszczów . . . . . 50
2.3.6. Zawartość tłuszczu w produktach spożywczych . . . . . 50
2.3.7. Normy spożycia tłuszczów. . . . . 51
2.3.8. Tłuszcze a choroby cywilizacyjne . . . . . 51
2.3.8.1. Hipercholesterolemia . . . . . 52

2.3.9. Wpływ procesów technologicznych na wartość odżywczą tłuszczów . . . 53
2.3.10. Charakterystyka różnych olejów . . . 54
**2.4.** Węglowodany . . . 59
2.4.1. Budowa, podział i właściwości węglowodanów . . . 59
2.4.2. Charakterystyka węglowodanów przyswajalnych . . . 60
2.4.2.1. Cukry proste (monosacharydy) . . . 60
2.4.2.2. Cukry złożone . . . 63
2.4.3. Charakterystyka węglowodanów nieprzyswajalnych . . . 69
2.4.4. Rola węglowodanów przyswajalnych w żywieniu człowieka . . . 71
2.4.4.1. Węglowodany w przemyśle spożywczym . . . 73
2.4.5. Rola błonnika pokarmowego i innych węglowodanów nieprzyswajalnych . . . 74
2.4.6. Występowanie węglowodanów w produktach spożywczych . . . 76
2.4.6.1. Węglowodany przyswajalne . . . 76
2.4.6.2. Błonnik pokarmowy . . . 78
2.4.7. Zapotrzebowanie organizmu na węglowodany . . . 79
2.4.8. Skutki zdrowotne nieprawidłowego spożycia węglowodanów . . . 80
**2.5.** Składniki mineralne . . . 82
2.5.1. Podział składników mineralnych . . . 82
2.5.2. Składniki mineralne jako materiał budulcowy . . . 83
2.5.3. Składniki mineralne krwiotwórcze . . . 92
2.5.4. Składniki mineralne o działaniu regulującym . . . 98
2.5.5. Składniki mineralne odpowiedzialne za gospodarkę wodno-elektrolitową . . . 102
2.5.6. Równowaga kwasowo-zasadowa w organizmie . . . 106
2.5.7. Metale ciężkie w żywności . . . 108
**2.6.** Witaminy . . . 109
2.6.1. Historia odkrycia witamin . . . 109
2.6.2. Podział witamin . . . 110
2.6.3. Charakterystyka witamin rozpuszczalnych w tłuszczach . . . 111
2.6.4. Charakterystyka witamin rozpuszczalnych w wodzie . . . 120
**2.7.** Czynniki wpływające na przyswajalność składników odżywczych . . . 131
2.7.1. Wstęp . . . 131
2.7.2. Przyswajalność białka . . . 132
2.7.3. Przyswajalność tłuszczu . . . 132
2.7.4. Przyswajalność węglowodanów . . . 133
2.7.5. Przyswajalność składników mineralnych . . . 133
2.7.6. Przyswajalność witamin . . . 134

**2.8.** Składniki nieodżywcze w żywności i ich wpływ na wartość odżywczą produktów spożywczych i zdrowie człowieka . . . . . 136
2.8.1. Substancje antyodżywcze w żywności . . . . . 136
2.8.2. Dopuszczalne dodatki stosowane w produktach spożywczych . 141
2.8.3. Zanieczyszczenia żywności. . . . . 143

**Rozdział 3. Przemiany składników odżywczych w organizmie człowieka** . . . . . **147**
**3.1.** Anatomia i fizjologia przewodu pokarmowego . . . . . 148
3.1.1. Jama ustna, gardło, przełyk . . . . . 149
3.1.2. Żołądek . . . . . 149
3.1.3. Jelito cienkie . . . . . 150
3.1.4. Jelito grube. . . . . 151
3.1.5. Wątroba . . . . . 152
3.1.6. Trzustka . . . . . 153
**3.2.** Charakterystyka enzymów trawiennych. . . . . 153
**3.3.** Trawienie składników odżywczych . . . . . 154
3.3.1. Trawienie węglowodanów . . . . . 154
3.3.2. Trawienie białek. . . . . 155
3.3.3. Trawienie tłuszczów. . . . . 157
**3.4.** Udział hormonów w procesie trawienia składników odżywczych. . . . . 158
**3.5.** Wydalanie niestrawionych resztek pokarmu . . . . . 159
**3.6.** Wchłanianie i przemiany metaboliczne składników odżywczych . . . . . 159
3.6.1. Wchłanianie i metabolizm węglowodanów w organizmie . . . . . 160
3.6.2. Wchłanianie i metabolizm białek w organizmie. . . . . 162
3.6.3. Wchłanianie i metabolizm tłuszczów w organizmie. . . . . 163

**Rozdział 4. Woda i jej znaczenie w żywieniu człowieka**. . . . . **167**
**4.1.** Zawartość wody w tkankach ciała . . . . . 168
**4.2.** Znaczenie wody w organizmie człowieka . . . . . 170
**4.3.** Zapotrzebowanie na wodę. . . . . 170
**4.4.** Bilans wody w organizmie . . . . . 172
4.4.1. Źródła wody . . . . . 172
4.4.2. Wydalanie wody . . . . . 175
**4.5.** Zaburzenia w gospodarce wodnej – przyczyny i skutki . . . . . 177
4.5.1. Mechanizmy regulujące gospodarkę wodną w organizmie. . . . 177
4.5.2. Niedobory wody w organizmie . . . . . 178
4.5.3. Nadmiar wody w organizmie . . . . . 178
**4.6.** Jakość wody przeznaczonej do spożycia . . . . . 179

**Rozdział 5. Gospodarka energetyczna organizmu** . . . . . **181**
**5.1.** Pojęcie przemiany materii, Potrzeby energetyczne organizmu . . . . . 182
**5.2.** Podstawowa prtzemiana materii . . . . . 183
5.2.1. Definicja . . . . . 183
5.2.2. Czynniki wpływające na wielkość PPM . . . . . 184
5.2.3. Metody określania PPM . . . . . 186
**5.3.** Ponadpodstawowa przemiana materii . . . . . 188
5.3.1. Definicja . . . . . 188
5.3.2. Czynniki wpływające na wielkość PPPM . . . . . 190
**5.4.** Całkowita przemiana materii . . . . . 193
**5.5.** Metody oznaczania całkowitych wydatków energetycznych człowieka . . . . . 193
**5.6.** Zapotrzebowanie energetyczne . . . . . 196
5.6.1. Udział węglowodanów, tłuszczów i białek w zaspokojeniu dziennego zapotrzebowania na energie . . . . . 197
**5.7.** Bilans energetyczny . . . . . 197
**5.8.** Kontrola masy ciała . . . . . 199

**Rozdział 6. Normy żywienia i wyżywienia oraz ich zastosowanie** . . . . **203**
**6.1.** Wprowadzenie . . . . . 204
**6.2.** Rodzaje norm żywieniowych i ich charakterystyka . . . . . 204
**6.3.** Podział ludności na grupy w zależności od potrzeb żywieniowych . . . 206
**6.4.** Zalecane normy dotyczące energii i spożycia składników odżywczych . . . . . 209
6.4.1. Energia . . . . . 209
6.4.2. Białko . . . . . 213
6.4.3. Tłuszcze . . . . . 214
6.4.4. Węglowodany . . . . . 218
6.4.5. Witaminy . . . . . 220
6.4.6. Składniki mineralne . . . . . 226
**6.5.** Wykorzystanie norm żywienia . . . . . 233
6.5.1. Zastosowanie norm żywienia w ocenie spożycia składników odżywczych . . . . . 233
6.5.2. Zastosowanie norm żywienia w planowaniu spożycia . . . . . 233
6.5.3. Inne zastosowania norm żywienia . . . . . 234
**6.6.** Normy wyżywienia . . . . . 234
6.6.1. Racje pokarmowe dla poszczególnych grup ludności . . . . . 235

Bibliografia . . . . . 239

# 2.5. Składniki mineralne

Składniki mineralne są niezbędne człowiekowi do życia, zapewniają prawidłowy rozwój, możliwość rozmnażania się oraz zdrowie przez cały okres trwania życia.

W ustroju składniki mineralne stanowią około 4% masy ciała, to znaczy, że np. w organizmie osoby ważącej 60 kg znajduje się około 2, 4 kg tych pierwiastków. Zawartość poszczególnych pierwiastków jest bardzo zróżnicowana, wynosi od 1 kg do 1 mg (najwięcej wapnia i fosforu, najmniej kobaltu i chromu) i zależy od wieku osoby oraz od rodzaju tkanek, w których się gromadzą, i ich funkcji.

**Składniki mineralne są to pierwiastki, które zostają w postaci popiołu po spopieleniu tkanek roślinnych lub zwierzęcych**

## 2.5.1. Podział składników mineralnych

Wśród składników mineralnych wyróżniamy makroelementy i mikroelementy. Przy podziale bierze się pod uwagę zawartość pierwiastków w organizmie i wysokość zapotrzebowania na poszczególne składniki.

**Makroelementy** to składniki mineralne, których zawartość w organizmie jest większa niż 0,01%, a zapotrzebowanie wyższe niż 100 mg/osobę/dobę.

**Mikroelementy** to składniki występujące w organizmie w ilościach nieprzekraczających 0,01%, a zapotrzebowanie na te pierwiastki jest mniejsze niż 100 mg/osobę/dobę.

Wszystkie pierwiastki zaliczane do makroelementów stanowią niezbędne składniki odżywcze, które muszą być dostarczane wraz z pożywieniem. Należą do nich wapń, fosfor, magnez, siarka, sód, potas i chlor.

W przypadku mikroelementów o ich niezbędności decydują następujące kryteria:

- niedobór pierwiastka powoduje w organizmie człowieka charakterystyczne objawy, cofające się po uzupełnieniu niedoboru,
- wyjaśniona zostaje funkcja danego pierwiastka w ustroju.

Do niezbędnych mikroelementów zaliczane są żelazo, cynk, miedź, kobalt, jod, selen, fluor, chrom, mangan, molibden, natomiast przypuszczalnie niezbędne pierwiastki to wanad, nikiel, krzem i bor.

Zarówno makro-, jak i mikroelementy mają istotne znaczenie dla właściwego funkcjonowania organizmu człowieka, niedobory poszczególnych pierwiastków mogą mieć bowiem poważne konsekwencje zdrowotne. W celu usystematyzo-

wania wiedzy na temat składników mineralnych dzieli się je na grupy, w zależności od pełnionych funkcji. Wyróżnia się pierwiastki stanowiące materiał budulcowy, składniki krwiotwórcze, o działaniu regulującym oraz odpowiedzialne za gospodarkę wodno-elektrolitową (rys. 2.67.).

Rys. 2.67. Podział składników mineralnych w zależności od funkcji

## Składniki mineralne jako materiał budulcowy

2.5.2.

**Składniki mineralne budulcowe budują tkankę kostną, zęby, skórę, włosy i paznokcie. Do tej grupy składników należą: wapń, fosfor, magnez, fluor i siarka.**

### Wapń (Ca)

Jest jednym z głównych składników mineralnych kości i zębów. Jego ilość w organizmie dorosłego człowieka wynosi ponad 1 kg, z czego 99% znajduje się w układzie kostnym, a 1% w innych tkankach i płynach ustrojowych.

Stały poziom wapnia w organizmie zależy od stopnia wchłaniania tego składnika z przewodu pokarmowego, jego wydalania z moczem oraz od możliwości odkładania lub pobierania wapnia z kości. Odpowiednia zawartość wapnia w diecie zależy od wieku, płci, stanu fizjologicznego; ma szczególne znaczenie dla dzieci, młodzieży, kobiet ciężarnych i karmiących piersią oraz ludzi starszych.

Z przeciętnej racji pokarmowej przyswaja się około 30–40% wapnia. Stopień jego wchłaniania zależy od:

- potrzeb organizmu – im więcej wapnia organizm potrzebuje, tym wchłanianie jest większe;
- działania hormonów – parathormon (PTH) zwiększa wchłanianie wapnia do organizmu, zaś kalcytonina obniża;
- składu pożywienia (rys. 2.68.).

Na przyswajanie wapnia szczególnie niekorzystnie wpływa kwas szczawiowy, łączy się on bowiem z wapniem występującym w produktach oraz zawar-

tym w organizmie w nierozpuszczalne i nieprzyswajalne kompleksy szczawianu wapnia, które odkładają się w tkankach miękkich (głównie nerkach). Produkty zawierające kwas szczawiowy (kakao, herbata, szpinak, szczaw) należy spożywać równocześnie z produktami zawierającymi wapń (dodawać mleko, śmietanę, jaja), żeby zmniejszyć szkodliwe działanie tego kwasu.

Rys. 2.68. Składniki diety wpływające na wchłanianie wapnia

Gdy poziom wapnia we krwi się obniża, zmniejsza się znacznie jego wydalanie z moczem, co zapobiega niedoborom tego pierwiastka. W tym samym celu organizm może pobierać wapń z kości.

**Wapń jest podstawowym budulcem tkanki kostnej**. Kości i zęby są zbudowane z różnych minerałów. Są to głównie fosforany, ale też węglany, chlorki i fluorki wapnia. Obecność tych minerałów nadaje kościom i zębom odpowiednią twardość i wytrzymałość.

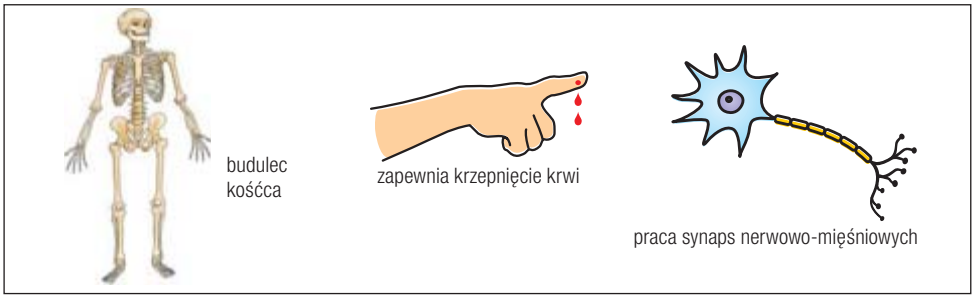
Wapń jako składnik budulcowy kości umożliwia prawidłowy wzrost i rozwój, ukształtowanie kręgosłupa i zachowanie odpowiedniej postawy (w przypadku dzieci i młodzieży). W miarę starzenia się organizmu następuje utrata wapnia z kości; znaczne przyspieszenie tego procesu obserwuje się u kobiet po menopauzie.

**Wapń zapewnia** właściwe **krzepnięcie krwi**, bierze udział w przekształcaniu protrombiny w aktywną trombinę. Trombina to białko, które umożliwia utworzenie skrzepu.

**Wapń** jest też niezbędny do funkcjonowania synaps **nerwowo-mięśniowych**. Umożliwia zachowanie prawidłowej kurczliwości mięśni szkieletowych i serca oraz właściwe funkcjonowanie układu nerwowego.

Inna funkcja wapnia polega na regulowaniu przepuszczalności błon komórkowych. Właściwość tę wykorzystuje się w leczeniu alergii.

W przypadku niedoborów wapnia w pożywieniu organizm czerpie go z kości i zębów, co po dłuższym czasie może doprowadzić do ich odwapnienia.




Rys. 2.69. Funkcje wapnia w organizmie

Skutkiem niedoborów wapnia są: **krzywica** u małych dzieci oraz **osteomalacja** (rozmiękczenie kości) i **osteoporoza** (kości porowate, kruche, podatne na złamania), na które narażone są osoby starsze.

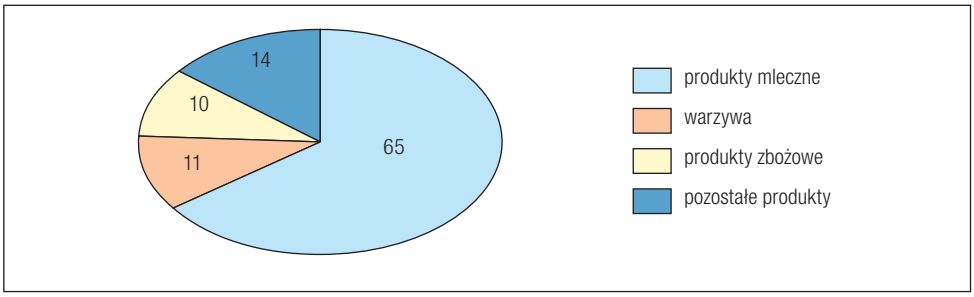
Do produktów o największej zawartości wapnia należą sery podpuszczkowe dojrzewające (tab. 2.16). Sery topione zawierają mniej wapnia niż podpuszczkowe, zaś sery twarogowe zawierają najmniej wapnia ze wszystkich serów, ponieważ w trakcie przetwarzania mleka na ser i tworzenia skrzepu twarogowego większość wapnia jest tracona z serwatką.

Napoje mleczne (jogurty, kefir, mleko ukwaszone) zawierają więcej wapnia niż mleko krowie, a różnica ta wynika z tego, że podczas procesu technologicznego dodawane jest mleko w proszku.

Tab. 2.16. Zawartość wapnia w produktach spożywczych

| Kategoria | Zawartość wapnia (mg w 100 g produktu) | Produkty |
|---|---|---|
| duża zawartość | 350–900 | sery podpuszczkowe, sery pleśniowe, sery topione, sardynki w oleju |
| średnia zawartość | 100–300 | mleko, napoje mleczne, lody, suche nasiona soi, fasoli i grochu, natka pietruszki, orzechy laskowe, konserwy rybne |
| mała zawartość | 50–100 | sery twarogowe, niektóre warzywa (brukselka, kapusta, fasolka, groszek, brokuły), ciemne pieczywo, orzechy włoskie |
| bardzo mała zawartość | poniżej 50 | jaja, jasne pieczywo, kasze, mąki, makarony, ryż, owoce, większość warzyw (np. marchew, pomidor), mięso, wędliny, surowe ryby |

Niektóre osoby, szczególnie starsze, nie trawią cukru mlecznego laktozy i nie mogą spożywać mleka. Można im polecić zamiast świeżego mleka mleczne napoje fermentowane, gdyż nie zawierają one w zasadzie laktozy.




Rys. 2.70. Główne źródła wapnia w diecie (%)

Dużą zawartość wapnia mają konserwy rybne, ponieważ do ich przygotowywania używane są całe tuszki ryb wraz ze szkieletem, a to właśnie w nim znajduje się wapń.

Do produktów bogatych w wapń należą suche nasiona roślin strączkowych (fasola, groch, soja) oraz natka pietruszki, orzechy, migdały, nasiona sezamu, maku i pestki słonecznika.

W całodziennym pożywieniu głównym źródłem wapnia są mleko i przetwory mleczne, które dostarczają aż 65% całkowitej ilości spożytego pierwiastka (rys. 2.70). W 11% wapń w racjach pokarmowych pochodzi z produktów zbożowych, a w 10% z warzyw. Wszystkie pozostałe produkty, czyli mięso, przetwory mięsne, ryby, jaja, ziemniaki, suche nasiona roślin strączkowych, owoce, tłuszcze oraz cukier i przetwory cukiernicze dostarczają łącznie 14% ogólnej jego zawartości w całodziennym pożywieniu. To znaczy, że mleko i produkty mleczne są niezastąpionym źródłem wapnia i powinny być elementem każdego posiłku.

### Fosfor (P)

**Fosfor jest budulcem kości i zębów**, aż 85% jego zawartości znajduje się w tkance kostnej i zębowej. Pozostała część znajduje się w tkankach miękkich (sercu, mięśniach, płucach), chrząstkach i płynach ustrojowych. Łączna zawartość fosforu w organizmie człowieka wynosi średnio około 800 g.

Fosfor jest składnikiem wielu **biologicznie aktywnych** związków, które odpowiadają za:

- podział komórek, reprodukcję i przenoszenie cech dziedzicznych,
- magazynowanie energii,
- przemiany białek, tłuszczów i węglowodanów,
- utrzymanie stałego pH tkanek i cieczy ustrojowych,
- stan błon komórkowych.

Niedobory fosforu w organizmie objawiają się ubytkiem wapnia z kości (porowatość i kruchość kości), choć nie obserwuje się tego zjawiska często, ponieważ jest to pierwiastek powszechnie występujący w żywności.

Częściej natomiast występują nadmiary fosforu. Są one spowodowane wzrastającym spożyciem żywności przetworzonej, zawierającej związki fosforu dodawane w celach technologicznych, oraz napojów gazowanych typu cola, w których znajduje się kwas fosforowy.

Nadmierne spożycie fosforu powoduje zaburzenie gospodarki wapniem i witaminą D. Zwiększa się wydalanie wapnia z moczem, wapń może się też odkładać w tkankach miękkich (np. w nerkach, mięśniach) – możliwa jest kamica nerkowa.

Fosfor jest pierwiastkiem często występującym w żywności (tab. 2.17). Jest naturalnym składnikiem produktów lub pochodzi z dodatków stosowanych w procesach technologicznych. Związki fosforu dodaje się m.in. do wyrobów mięsnych, serów topionych, wyrobów czekoladowych, coca coli. Najbogatszym źródłem tego pierwiastka są sery podpuszczkowe i topione, konserwy rybne i kasza gryczana.

Tab. 2.17. Zawartość fosforu w produktach spożywczych

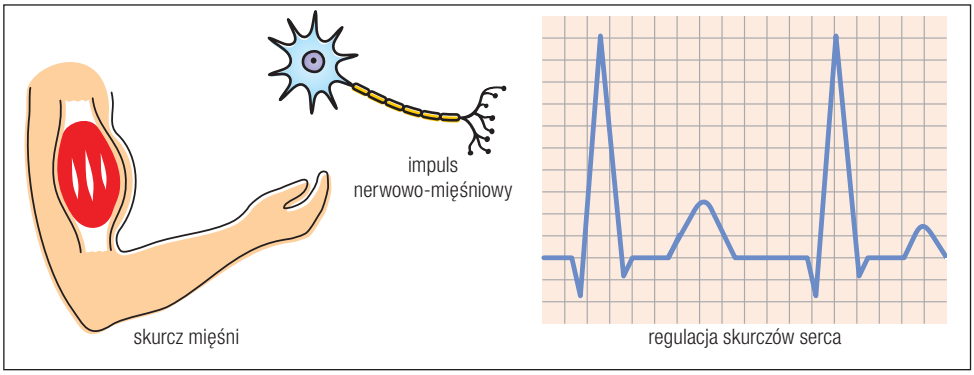
| Kategoria | Zawartość fosforu (mg w 100 g produktu) | Produkty |
|---|---|---|
| duża zawartość | 400-600 | sery podpuszczkowe, sery topione, konserwy rybne, kasza gryczana, suche nasiona roślin strączkowych |
| średnia zawartość | 150-250 | sery twarogowe, świeże ryby, makarony, inne kasze, jaja |
| mała zawartość | 100-150 | mleko, napoje mleczne, mięso i przetwory, pieczywo |
| bardzo mała zawartość | <50 | mąka, warzywa, owoce, ziemniaki |

## Magnez (Mg)

W organizmie dorosłego człowieka znajduje się 20–28 g magnezu, z czego 55% gromadzi się w kościach i zębach, około 40% w mięśniach i tkankach miękkich, a około 1% w płynach międzykomórkowych.

**Magnez** w postaci fosforanów magnezu jest **składnikiem budulcowym kości i zębów**. Uczestniczy także w **przemianach energetycznych** – w powstawaniu i rozpadzie związku ATP, który magazynuje energię. Bierze udział w metabolizmie węglowodanów i tłuszczów, reguluje przemiany cholesterolu, wpływa na proces biosyntezy białka.

Magnez umożliwia również właściwe **przewodzenie impulsów nerwowo-mięśniowych**. Reguluje w ten sposób skurcze mięśni prążkowanych i gładkich oraz zapewnia prawidłową pracę serca i układu nerwowego. Jest też czynnikiem antystresowym.




**Rys. 2.71. Funkcje magnezu w organizmie**

Ze względu na spełniane funkcje magnez może być pomocnym środkiem w profilaktyce i leczeniu chorób sercowo-naczyniowych, nerwic, niektórych nowotworów i cukrzycy.

W Polsce spożycie magnezu jest niższe od zalecanych ilości, co może sprzyjać powstawaniu niedoborów tego pierwiastka w organizmie i prowadzić do:

- zaburzeń pracy układu krążenia (arytmia, przyspieszone bicie serca, kołatanie serca),
- nadpobudliwości układu nerwowo-mięśniowego (migotanie i drżenie mięśni, kurcze mięśni, brak koordynacji ruchów),
- zaburzeń pracy centralnego układu nerwowego (depresja, zaburzenia koncentracji, śpiączka, stany lękowe).

Do niedoborów magnezu przyczynia się niewłaściwa dieta (bogata w tłuszcze zwierzęce, cukier, błonnik, fityniany) oraz dieta odchudzająca. Występują one również podczas chorób nerek i cukrzycy, ponieważ zwiększa się wtedy utrata magnezu z moczem.

Możliwe są też nadmiary magnezu w organizmie. Przyjmowanie dużych dawek suplementów zawierających ten pierwiastek może powodować wymioty, spadek ciśnienia tętniczego, nieraz nawet zaburzenia w oddychaniu i pracy serca. Spożywanie dużych ilości magnezu z naturalnych źródeł nie jest niebezpieczne dla zdrowia.

Do produktów spożywczych zawierających największe ilości magnezu należą: kakao, czekolada, kasza gryczana, soja, orzechy, migdały oraz owoce morza (np. krewetki) (tab. 2.18). Znacznych ilości magnezu dostarczają też pełnoziarniste produkty zbożowe oraz suche nasiona roślin strączkowych (fasola, groch). Ważnym źródłem magnezu są też warzywa liściaste (szpinak, natka, jarmuż), pierwiastek ten jest bowiem składnikiem chlorofilu – zielonego barwnika roślin.

Tab. 2.18. Zawartość magnezu w produktach spożywczych

| Kategoria | Zawartość magnezu (mg w 100 g produktu) | Produkty |
|---|---|---|
| duża zawartość | 200-400 | kakao, czekolada, kasza gryczana, soja, orzechy, owoce morza |
| średnia zawartość | 50-100 | pieczywo ciemne i mieszane, fasola, groch, warzywa zielonolistne (szpinak, natka), groszek zielony, banany |
| mała zawartość | <50 | mleko i przetwory mleczne, jaja, mięso i przetwory, mąka, pieczywo jasne, ryby, warzywa, owoce |

## Fluor (F)

W organizmie człowieka fluor występuje głównie w kościach (96%) oraz we włosach i paznokciach.

Fluor jest **składnikiem budulcowym** zębów – zarówno **szkliwa**, jak i **zębiny**. Fluoroapatyty, z których są zbudowane zęby, mają dużą wytrzymałość i twardość, są słabo rozpuszczalne.

Fluor odgrywa rolę w mineralizacji kości, ponieważ ułatwia absorpcję wapnia i jego zatrzymywanie w kościach. Może zwiększać gęstość kości oraz sprzyjać odnowie tkanki kostnej, zapobiega więc możliwości wystąpienia osteoporozy.

Rys. 2.72. Funkcje fluoru w organizmie

Pierwiastek ten **chroni zęby przed próchnicą**, ponieważ zwiększa odporność emalii zębowej na działanie kwasów organicznych. Kwasy tworzące się w jamie ustnej w wyniku bakteryjnego rozkładu cukrów przyczyniają się do demineralizacji zębów. Fluor powoduje, że zmniejsza się kwasowość, czyli wzrasta pH w okolicy płytki nazębnej, co zapobiega niszczeniu emalii zębów przez kwasy.

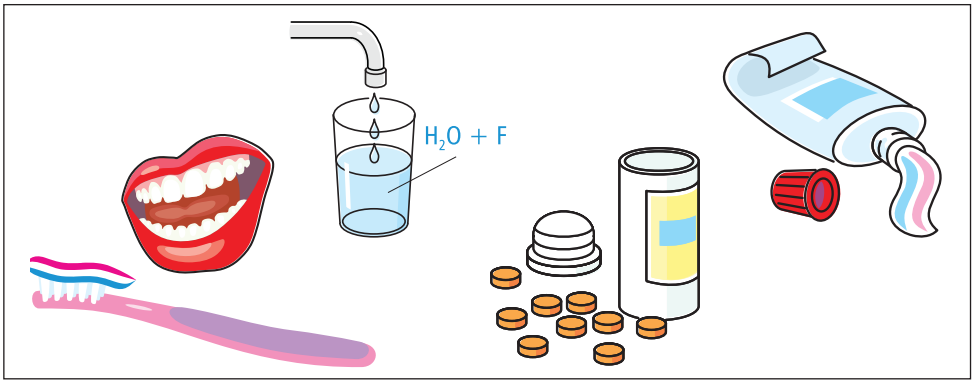
Szczególnie ważne jest dostarczenie odpowiednich ilości fluoru dzieciom, gdyż proces wbudowywania fluorków w tkankę zębową następuje tylko w czasie rozwoju zębów.

Niedostateczne spożycie fluoru przyczynia się do powstawania próchnicy, która jest procesem patologicznym, prowadzącym do odwapnienia i rozpadu tkanek zęba.

Ponieważ próchnica jest schorzeniem bardzo powszechnym, potrzebne są działania profilaktyczne, do których zalicza się:

- fluorkowanie wody pitnej (występuje odwrotna zależność pomiędzy zawartością fluoru w wodzie pitnej a częstotliwością występowania próchnicy),
- fluoryzacja,
- suplementacja preparatami farmaceutycznymi zawierającymi fluor,
- fluorkowanie past do zębów.

Często obserwuje się nadmiary fluoru, ponieważ różnica pomiędzy dawką niezbędną a szkodliwą jest bardzo mała. Ponadto wzrasta zanieczyszczenie środowiska fluorem, fluorki mogą bowiem wnikać do organizmu z powietrzem, dymem, kurzem.




**Rys. 2.73. Sposoby zapobiegania próchnicy**

W efekcie nadmiernego gromadzenia się fluoru w organizmie może dojść do fluorozy zębowej. Jej objawy to smugowate zgłębienia w szkliwie, matowość szkliwa oraz białe lub brunatne plamki na zębach. Może też powstawać fluoroza kostna, objawiająca się bólami stawów, powstawaniem narośli na kościach oraz usztywnieniem odcinka szyjnego kręgosłupa.

Zawartość fluoru w żywności jest na ogół niewielka (tab. 2.19.). Do produktów spożywczych bogatych we fluor należą jedynie ryby i inne organizmy morskie oraz ich przetwory. Ponieważ największe ilości fluoru znajdują się w strukturach szkiele-

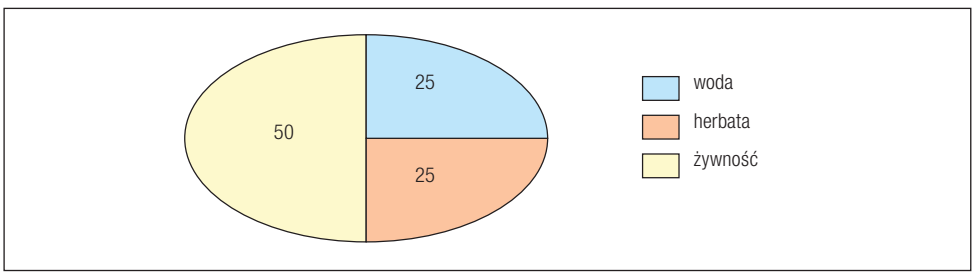
towych, dlatego w konserwach zawierających całe tusze ryb zawartość pierwiastka jest znacznie większa niż w rybach świeżych. Znaczne ilości fluoru znajdują się też w soi, kaszy gryczanej, płatkach owsianych i w ciemnym pieczywie.

Tab. 2.19. Zawartość fluoru w produktach spożywczych

| Kategoria | Zawartość flfluoru (mg w 1 kg produktu) | Produkty |
|---|---|---|
| duża zawartość | 5–7 | ryby (dorsz, łosoś), soja |
| średnia zawartość | 1–3 | sery, jaja, podroby, przetwory zbożowe (kasza gryczana, płatki owsiane, pieczywo pełnoziarniste), tuńczyk, owoce morza |
| mała zawartość | <1,0 | mleko, napoje mleczne, mięso, warzywa, owoce, ziemniaki, jasne pieczywo, makarony |

Najbogatszym źródłem fluoru jest herbata. Zawartość tego składnika w herbacie jest wielokrotnie większa niż w produktach spożywczych (suche liście zawierają 50–350 mg fluoru w 1 kg). Ważnym źródłem fluoru jest również woda wodociągowa, która zawiera średnio 0,2 mg fluoru w 1 $dm^3$, i wody mineralne, zawierające 0,1–0,5 mg/$dm^3$.

Jeśli uwzględni się ilość wypijanej codziennie wody i herbaty oraz zawartość fluoru w produktach spożywczych, to w całodziennej racji pokarmowej woda pokrywa zapotrzebowanie na fluor w 25%, herbata w 25%, a żywność w 50% (rys. 2.74).




Rys. 2.74. Główne źródła fluoru w diecie (%)

## Siarka (S)

Siarka stanowi około 0,25% masy ciała dorosłego człowieka. W organizmie gromadzi się głównie we włosach, paznokciach, skórze i chrząstkach.

Siarka jest składnikiem związków biologicznie czynnych: aminokwasów (metioniny, cysteiny, cystyny), witamin (tiaminy, biotyny), hormonów (insuliny, somatotropiny) oraz mukopolisacharydów wchodzących w skład chrząstek.

Niedobory siarki nie występują, jeżeli pożywienie zawiera dostateczną ilość białka zwierzęcego.

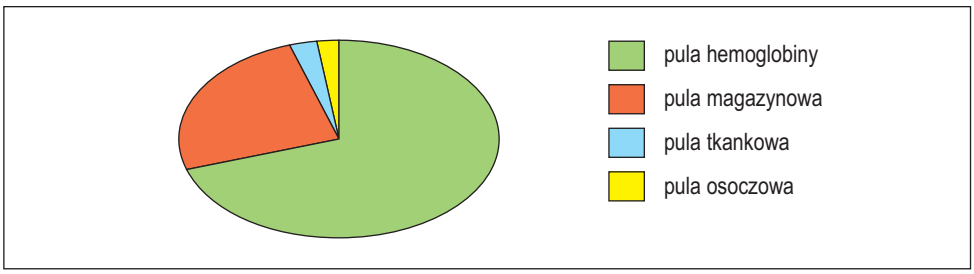
Produktami spożywczymi bogatymi w siarkę są m.in. jaja, mięso, ryby, produkty zbożowe, kapusta, kalafior, cebula i groch.

## 2.5.3. Składniki mineralne krwiotwórcze

**Składniki mineralne krwiotwórcze decydują o procesie tworzenia składników krwi, szczególnie hemoglobiny. Do tej grupy pierwiastków należą żelazo, miedź i kobalt.**

### Żelazo (Fe)

W organizmie dorosłego zdrowego człowieka znajduje się około 3–4 g żelaza. Największe ilości są zgromadzone we krwi w hemoglobinie (70%). Pulę magazynowaną w wątrobie i śledzionie (25%) stanowią hemosyderyna i ferrytyna, w tkankach (3%) – mioglobina, peroksydaza i katalaza, zaś w osoczu (2%) żelazo związane lub niezwiązane z transferyną (rys. 2.75.).




Rys. 2.75. Rozmieszczenie żelaza w organizmie człowieka

Stopień wchłaniania żelaza do organizmu zależy od jego postaci fizykochemicznej. Żelazo hemowe (obecne w mięsie) jest wchłaniane do organizmu w 20–30%, zaś niehemowe (obecne w produktach roślinnych) jest wchłaniane w 3–8%. Na ilość żelaza wchłanianego do organizmu wpływ mają również składniki pożywienia (rys. 2.76.).

Drób, mięso i ryby zwiększają wchłanianie żelaza, gdyż zawierają tzw. czynnik mięsny MFP (z ang. *meat*, *fish*, *poultry*). Mechanizm procesu nie został dotychczas wyjaśniony.

Kwas askorbinowy i inne kwasy organiczne zwiększają wchłanianie żelaza.

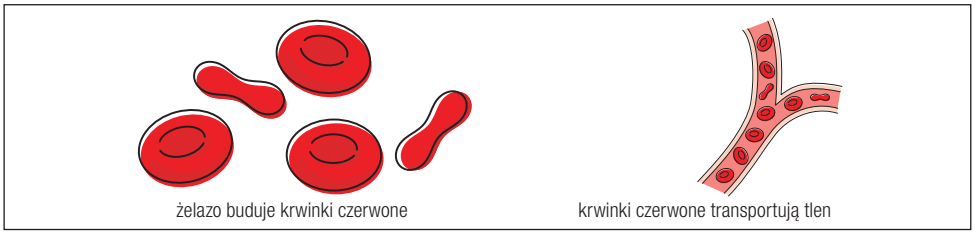
Błonnik, fityniany, szczawiany i taniny, łącząc się z żelazem w nieprzyswajalne kompleksy, zmniejszają wchłanianie.

**Rys. 2.76. Składniki diety wpływające na wchłanianie żelaza**

Żelazo jako składnik **hemoglobiny** uczestniczy w transporcie tlenu. Hemoglobina zawarta we krwi wewnątrz krwinek czerwonych łączy się w płucach z tlenem. Krew, krążąc po całym organizmie, przenosi tlen związany z hemoglobiną do wszystkich tkanek. Tam tlen odłącza się, a do hemoglobiny przyłącza się dwutlenek węgla. Wraz z krwią związek ten jest transportowany do płuc, gdzie zostaje odłączony od hemoglobiny. Hemoglobina może ponownie przyłączać kolejne cząsteczki tlenu.

Zadaniem mioglobiny występującej w mięśniach jest magazynowanie tlenu.

Żelazo uczestniczy w procesach utleniania i redukcji, m.in. w oddychaniu komórkowym. Jest także składnikiem katalazy, enzymu chroniącego organizm przed nadmiarem wolnych rodników (nadtlenku wodoru). Katalaza rozkłada nadtlenek wodoru do dwutlenku węgla i wody.




**Rys. 2.77. Żelazo jako składnik hemoglobiny buduje krwinki czerwone**

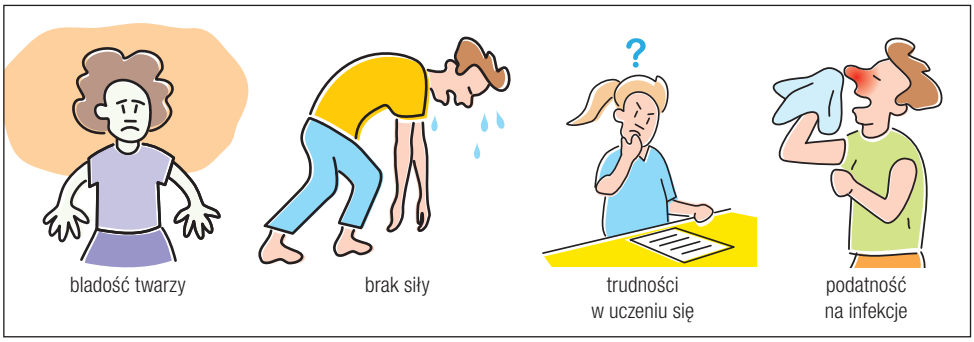
Żelazo zapewnia prawidłowe funkcjonowanie układu nerwowego, wpływa na metabolizm aminokwasów biorących udział w przesyłaniu impulsów nerwowych. Jest też niezbędne do budowy skóry, włosów i paznokci.

Niedobór żelaza powoduje, że proces tworzenia hemoglobiny jest zaburzony i powstaje niedokrwistość. Inne skutki niedoboru żelaza to niedotlenienie tkanek i spadek odporności immunologicznej (rys. 2.78.).

Rys. 2.78. Skutki niedoborów żelaza

Niedokrwistość polega na obniżeniu poniżej normy stężenia hemoglobiny w krwinkach czerwonych. Objawia się ona bladością błon śluzowych, skóry i spojówek, łamliwością włosów i paznokci. Niedobór żelaza powoduje też zwiększoną podatność na infekcje (rys. 2.79.).

Skutkiem niedotlenienia tkanek jest spadek sprawności fizycznej i umysłowej, szybkie męczenie się, brak koncentracji, trudności w uczeniu się oraz apatia.




Rys. 2.79. Objawy niedoborów żelaza

Niedotlenienie tkanek spowodowane niedoborem żelaza jest szczególnie niebezpieczne dla kobiet ciężarnych. Grozi poronieniami, przedwczesnymi porodami i niedorozwojem płodu.

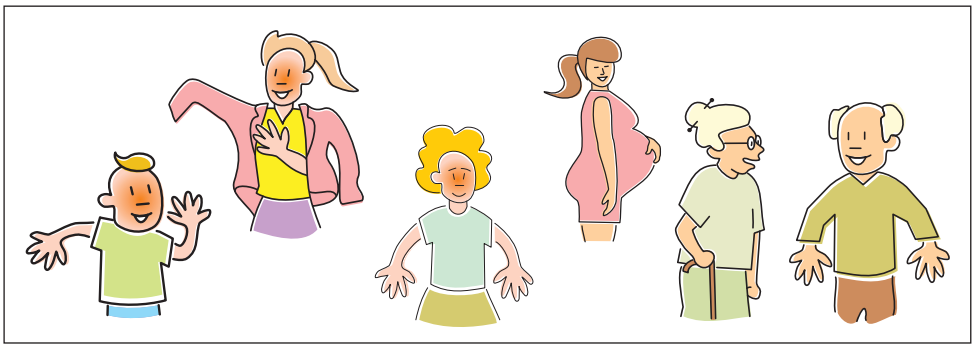
Niedobory żelaza są najczęściej spotykanymi u ludzi niedoborami mineralnymi, na które szczególnie narażone są dzieci, młodzież, kobiety w wieku rozrodczym oraz kobiety ciężarne, osoby starsze (rys. 2.80.).

Przyczynami nadmiernego gromadzenia się żelaza w tkankach są: dziedziczna skłonność do bardzo wysokiego wchłaniania żelaza, zaburzenia w jego wydalaniu z organizmu, spożycie żelaza wielokrotnie wyższe od zaleceń.

Skutkiem nadmiarów żelaza w organizmie jest zmniejszone wchłanianie innych składników mineralnych (miedzi, cynku) oraz wzrost produkcji wolnych rodników (występuje ryzyko choroby wieńcowej i nowotworów).

Do najbogatszych źródeł żelaza należą: mięso, podroby (szczególnie duże ilości żelaza zawiera wątróbka) i wyroby mięsne (tab. 2.20.). Większe ilości żelaza

znajdują się również w suchych nasionach roślin strączkowych, w produktach zbożowych z pełnego przemiału (np. kasza gryczana, pieczywo żytnie razowe) oraz w zielonych warzywach (natka pietruszki, szpinak). W pozostałych produktach spożywczych (mleko i przetwory mleczne, jasne przetwory zbożowe, owoce, ryby, warzywa, ziemniaki) zawartość żelaza jest niewielka.



Rys. 2.80. Osoby zagrożone niedoborem żelaza

Tab. 2.20. Zawartość żelaza w produktach spożywczych

| Kategoria | Zawartość żelaza (mg w 100 g produktu) | Produkty |
|---|---|---|
| bardzo duża zawartość | >10 | wątroba, kaszanka |
| duża zawartość | 5-10 | suche nasiona roślin strączkowych, natka pietruszki |
| średnia zawartość | 1-5 | wołowina, cielęcina, wieprzowina, wędliny, jaja, kasza gryczana, pieczywo żytnie razowe, musli, koper, szpinak, brokuły, groszek, fasola szparagowa, |
| mała zawartość | <1 | większość produktów zbożowych, produkty mleczne, większość warzyw, ziemniaki, owoce, ryby |

Należy dodać, że w produktach pochodzenia roślinnego żelazo występuje w postaci słabo przyswajalnego żelaza niehemowego. Jedynie w produktach mięsnych i rybnych znajduje się żelazo hemowe, które jest lepiej wchłaniane. Ponadto produkty roślinne zawierają znaczne ilości błonnika, kwasu szczawiowego, kwasu fitynowego oraz garbników, które łączą się z żelazem w nieprzyswajalne kompleksy.

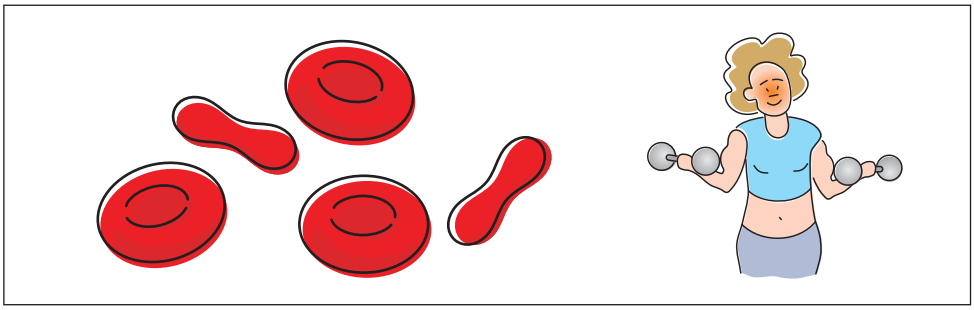
### Miedź (Cu)

W całym organizmie znajduje się około 50–150 mg miedzi, największe jej ilości gromadzą się w wątrobie (u dzieci jest dużo wyższe stężenie niż u innych osób), mózgu, sercu i mięśniach.

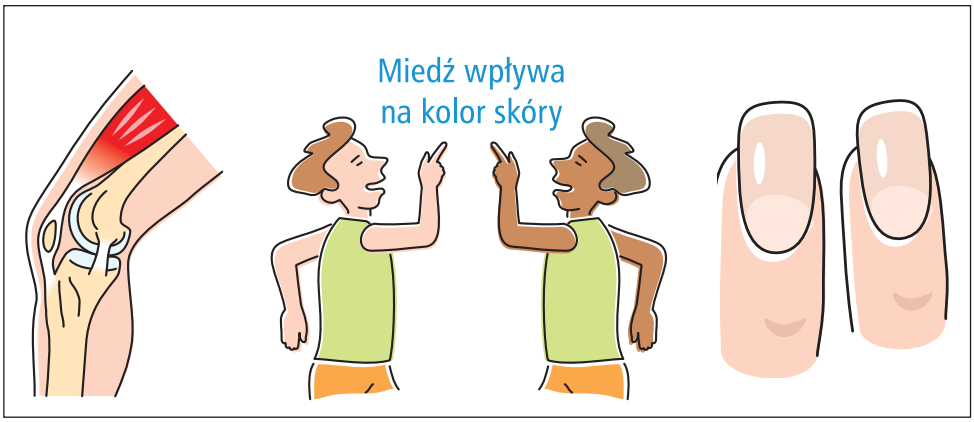
Do organizmu wchłania się 40–60% miedzi spożytej wraz z pożywieniem. Wchłanianie miedzi do organizmu obniżają fityniany, kwas askorbinowy, kadm, cynk i molibden.

**Miedź jest składnikiem wielu enzymów** niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Najważniejszym z nich jest **ceruloplazmina**, która uczestniczy w utlenianiu i transporcie żelaza, i warunkuje dzięki temu syntezę hemu i wytwarzanie hemoglobiny. Tak więc miedź może zapobiegać niedokrwistości (rys. 2.81.).

Innym enzymem zawierającym miedź jest **dysmutaza ponadtlenkowa.** Jej zadaniem jest niszczenie wolnych rodników nadtlenkowych i ochrona organizmu przed stresem oksydacyjnym.



Rys. 2.81. Miedź uczestniczy w transporcie żelaza i tworzeniu hemoglobiny, zapobiegając niedokrwistości




Rys. 2.82. Miedź uczestniczy w tworzeniu kolagenu, syntezie barwnika włosów i skóry, wpływa na stan skóry i paznokci

Miedź jest również **niezbędna do tworzenia kolagenu i elastyny** (syntezy tkanki łącznej i kostnej). Miedź odpowiada także za syntezę barwnika skóry i włosów – melaniny, jest potrzebna do utrzymania struktury keratyny, będącej budulcem skóry, włosów i paznokci (rys. 2.82.).

Niedobory miedzi objawiają się niedokrwistością, pękaniem naczyń krwionośnych i łamliwością kości oraz brakiem pigmentacji skóry.

Niedobory zdarzają się rzadko; mogą występować u wcześniaków oraz u osób stosujących suplementację cynkiem (cynk jako antagonista miedzi zwiększa jej wydalanie z kałem).

Nadmierne ilości miedzi w organizmie prowadzą do choroby Wilsona. Miedź odkłada się w wątrobie i rogówce. Jeśli choroba trwa dłuższy czas, może dojść do zaćmy, a także do złamań kości. Schorzenie to występuje bardzo rzadko.

Do produktów spożywczych zawierających większe ilości miedzi należą: kakao, nasiona roślin strączkowych, wątroba, kasza gryczana, mąki razowe, płatki owsiane, orzechy, rodzynki, czekolada (tab. 2.21.).

Tab. 2.21. Zawartość miedzi w produktach spożywczych

| Kategoria | Zawartość miedzi (mg w 100 g produktu) | Produkty |
|---|---|---|
| bardzo duża zawartość | >1 | suche ziarno soi, kakao |
| duża zawartość | 0,5-1 | wątroba, kasza gryczana, fasola, groch, płatki owsiane, orzechy |
| średnia zawartość | 0,1-0,5 | produkty zbożowe z pełnego przemiału, podroby, groszek zielony, maliny, morele, cytryny, |
| mała zawartość | <0,1 | mięso i przetwory mięsne, mleko i produkty mleczne, jasne mąki i pieczywo, jaja, ryby, większość warzyw i owoców, ziemniaki |

## Kobalt (Co)

Całkowita zawartość kobaltu w ustroju wynosi 1,1 mg. W organizmie kobalt gromadzi się głównie w mięśniach (43%) i w kościach (14%).

Kobalt jest niezbędnym składnikiem witaminy $B_{12}$ (cyjanokobalaminy) i w tej postaci uczestniczy w powstawaniu krwinek czerwonych.

Skutkiem niedoboru kobaltu w organizmie jest zmniejszona synteza witaminy $B_{12}$. W efekcie powstaje niedokrwistość.

Nadmiar kobaltu jest toksyczny, może powodować niedoczynność tarczycy i niewydolność serca.

Zapotrzebowanie na kobalt określa się ilością witaminy $B_{12}$.

Do produktów spożywczych zawierających większą ilość kobaltu należą: suche nasiona roślin strączkowych, podroby i warzywa kapustne.

## Składniki mineralne o działaniu regulującym

**Składniki mineralne regulujące wchodzą w skład biologicznie aktywnych związków, wpływających na przemiany metaboliczne w organizmie. Do tej grupy należą: cynk, jod, selen, chrom, mangan, molibden.**

### Cynk (Zn)

W organizmie dorosłego człowieka znajduje się około 2 g cynku, z czego 60% w mięśniach szkieletowych, 30% w kościach i około 4–6% w skórze i włosach.

Wchłanianie cynku z pożywienia wynosi 20–50%. Zależy ono od wielu czynników (tab. 2.22.).

Tab. 2.22. Czynniki wpływające na wchłanianie cynku

| Zwiększają wchłanianie | Zmniejszają wchłanianie |
|---|---|
| aminokwasy | wapń |
| laktoza | kwas fitynowy, błonnik, kwas szczawiowy (związki te wiążą cynk w trudno wchłaniane kompleksy) |

Cynk odgrywa istotną rolę w prawidłowym funkcjonowaniu organizmu (rys. 2.83.). Jest składnikiem wielu enzymów, które biorą udział w przyswajaniu pożywienia (enzymy trawienne), w przemianie białek, węglowodanów i tłuszczów (dehydrogenaza mleczanowa), w metabolizmie alkoholu (dehydrogenaza alkoholowa) i likwidacji wolnych rodników (dysmutaza ponadtlenkowa).

Cynk **uczestniczy** również **w gospodarce hormonalnej organizmu**. Jest niezbędny do syntezy insuliny, tyroksyny, testosteronu i hormonu wzrostu.

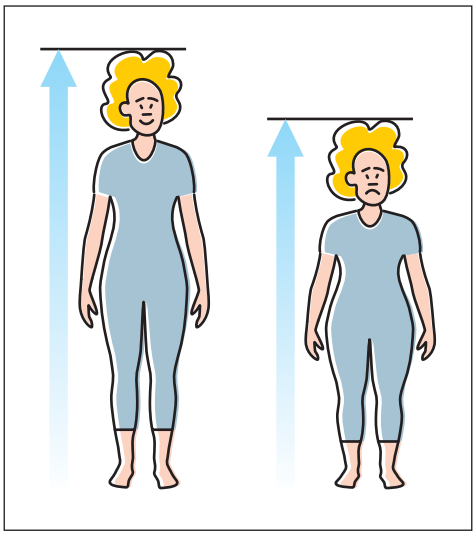
Rys. 2.83. Funkcje cynku w organizmie

Odgrywa rolę w metabolizmie witaminy A, pośrednio umożliwiając prawidłowe widzenie. Decyduje również o odczuwaniu smaku, zapewnia szybsze gojenie się ran, zwiększa odporność immunologiczną organizmu.

Umiarkowane niedobory cynku są dość powszechne, głównie u osób z niedożywieniem białkowo-energetycznym. Występują częściej u dzieci i młodzieży niż u osób dorosłych.

U niemowląt i dzieci niedobory cynku powodują zahamowanie wzrostu, karłowatość, niedorozwój gruczołów płciowych (hipogonadyzm) oraz zmiany skórne podobne do łuszczycy. Często stwierdza się też utratę apetytu.

W przypadku osób dorosłych niedostateczne spożycie cynku może prowadzić do rumienia skórnego, wypadania włosów, utraty smaku i węchu, zmniejszenia odporności immunologicznej organizmu, gorszego gojenia się ran i kurzej ślepoty (rys. 2.85.).

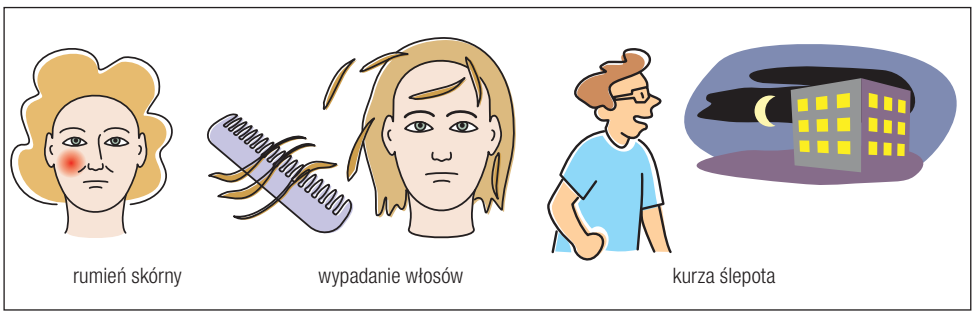


Rys. 2.84. Skutkiem niedoboru cynku jest zahamowanie wzrostu

Nadmiary cynku mogą zaburzać pracę przewodu pokarmowego i powodować wymioty. Przyjmowanie znacznych ilości cynku przyczynia się do zmniejszenia zawartości żelaza i miedzi we krwi.

Produktami o dużej zawartości cynku są sery podpuszczkowe, mięso, wędliny, podroby, produkty zbożowe pełnoziarniste (tab. 2.23.). Do bogatych w cynk, ale znacznie rzadziej spożywanych produktów spożywczych należą też suche nasiona roślin strączkowych, kakao, orzechy, migdały, pestki słonecznika.

Wyjątkowo duże ilości cynku zawierają kiełki pszenicy. Przyswajalność cynku z produktów roślinnych jest mała, ze względu na obecność błonnika, kwasu fitynowego i kwasu szczawiowego.



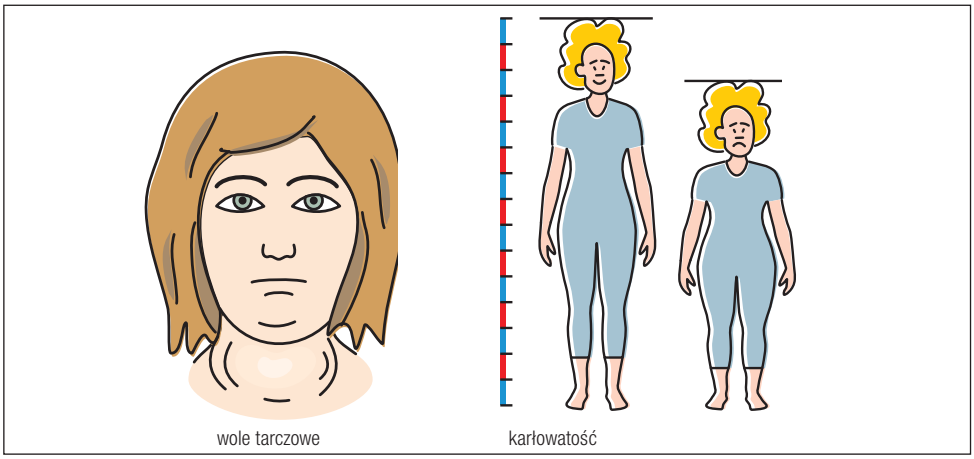

Rys. 2.85. Skutki niedoboru cynku

Tab. 2.23. Zawartość cynku w produktach spożywczych

| Kategoria | Zawartość miedzi (mg w 100 g produktu) | Produkty |
|---|---|---|
| duża zawartość | >2 s | sery podpuszczkowe, mięso, wędliny, podroby, ciemne mąki i pieczywo, kasza gryczana, suche nasiona roślin strączkowych, kakao |
| średnia zawartość | 1-2 | sery twarogowe, pieczywo mieszane, jaja, ryż, czekolada, orzechy |
| mała zawartość | <1 | sery twarogowe, pieczywo mieszane, jaja |

## Jod (I)

Całkowita zawartość jodu w organizmie człowieka wynosi 15–20 mg. Prawie 80% tego pierwiastka znajduje się w tarczycy, jod gromadzi się również w śliniankach, błonie śluzowej żołądka, gruczołach mlecznych i mięśniach szkieletowych.




Rys. 2.86. Skutki niedoboru jodu

Jod jest wchłaniany z przewodu pokarmowego oraz z powietrza przez błony śluzowe układu oddechowego i przez skórę.

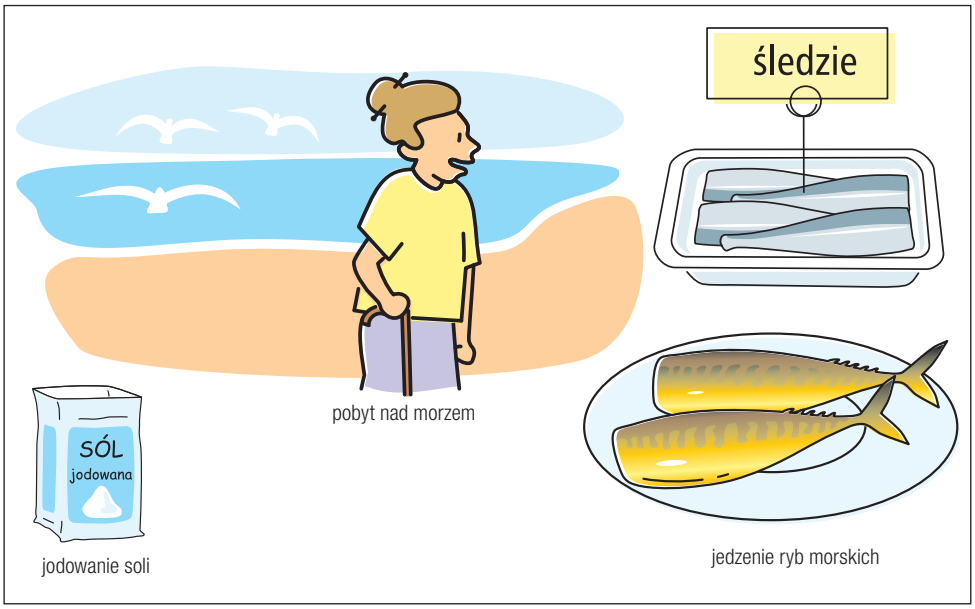
**Jod** jest podstawowym **składnikiem hormonów tarczycy** – trójjodotyroniny (T3) i tyroksyny (T4). Hormony te (a więc i jod) pełnią wiele istotnych funkcji w organizmie: regulują tempo metabolizmu, odgrywają rolę w produkcji ciepła w ustroju, pobudzają wzrost i dojrzewanie komórek, regulują przemiany białek i węglowodanów, zapewniają prawidłowy rozwój układu nerwowego oraz wpływają na wydzielanie hormonów płciowych.

**Niedobór** jodu przyczynia się do niedoczynności tarczycy i zbyt małej produkcji hormonów T3 i T4. Powiększa się tarczyca, powstaje tzw. wole.

Inne skutki niedoboru jodu to opóźnienie rozwoju psychicznego i fizycznego dzieci i młodzieży oraz zaburzenia rozrodczości.

W Polsce choroby wywołane niedoborem jodu są częstym zjawiskiem. Przyczyną niedoboru jodu jest zbyt mała zawartość tego składnika w żywności i wodzie pitnej. Około 10 milionów Polaków mieszka na obszarze, gdzie nie ma dostatecznej ilości jodu w środowisku.

Jedynym skutecznym sposobem zapobiegania niedoborom jodu jest dodawanie tego pierwiastka do **soli kuchennej**. W Polsce jodowanie soli jest obowiązkowe.




**Rys. 2.87. Sposoby zapobiegania niedoborom jodu**

Woda i powietrze morskie zawierają dużo jodu. Ponieważ pierwiastek ten może wnikać do organizmu przez skórę i drogi oddechowe, pobyt nad morzem umożliwia uzupełnienie niedoborów jodu. Bogatym źródłem jodu są ryby i inne organizmy morskie.

Znaczne ilości jodu zawierają też: nabiał, kapusta, szpinak, a przede wszystkim sól kuchenna, która musi być obowiązkowo jodowana.

### Selen (Se)

Selen jest składnikiem enzymu, który ma znaczenie przeciwutleniające (niszczy wolne rodniki). Pierwiastek ma działanie podobne do witaminy E. Jako silny przeciwutleniacz może zapobiegać chorobom układu krążenia oraz nowotworom.

Gdy spożycie selenu jest zbyt małe, zwiększa się ryzyko zachorowania na choroby układu krążenia, nowotwory i choroby degeneracyjne mózgu.

Bogatymi źródłami selenu są ryby, pełnoziarniste produkty zbożowe, podroby i orzechy.

### Chrom (Cr)

Chrom może obniżać poziom glukozy i cholesterolu we krwi. Zmniejsza łaknienie na słodycze. Wyniki badań wskazują na to, że pierwiastek ten redukuje ilość tkanki tłuszczowej, a powoduje przyrost tkanki mięśniowej.

Niedobór chromu może powodować cukrzycę i choroby układu krążenia.

Największe ilości chromu znajdują się w rybach, podrobach, jajach, przetworach zbożowych i drożdżach.

### Mangan (Mn), molibden (Mo)

Mangan jest aktywatorem enzymów biorących udział w przemianach węglowodanów i białek. Uczestniczy w likwidacji wolnych rodników. Jest też niezbędny w procesie wytwarzania chrząstek, decyduje o stanie tkanki kostnej i łącznej. Niedobory manganu objawiają się odwapnieniem kości, wzrostem stężenia cholesterolu i glukozy we krwi oraz zaburzeniami neurologicznymi.

Molibden jest składnikiem enzymów uczestniczących w powstawaniu kwasu moczowego. Skutkiem niedoboru molibdenu mogą być bóle głowy, brak orientacji i śpiączka.

Produkty spożywcze bogate w mangan to orzechy, grube kasze, pełnoziarniste produkty zbożowe, suche nasiona roślin strączkowych, warzywa oraz herbata, zaś bogate w molibden to mięso i podroby, kasza gryczana, warzywa.

## 2.5.5. Składniki mineralne odpowiedzialne za gospodarkę wodno-elektrolitową

**W regulacji gospodarki wodno-elektrolitowej organizmu uczestniczą następujące składniki mineralne: sód, potas i chlor, które nazywamy elektrolitami.**

### Potas (K)

W całym organizmie dorosłego człowieka znajduje się około 100–140 g potasu. Jest on głównym kationem płynów wewnątrzkomórkowych, znajduje się w nich 95% potasu zawartego w ustroju.

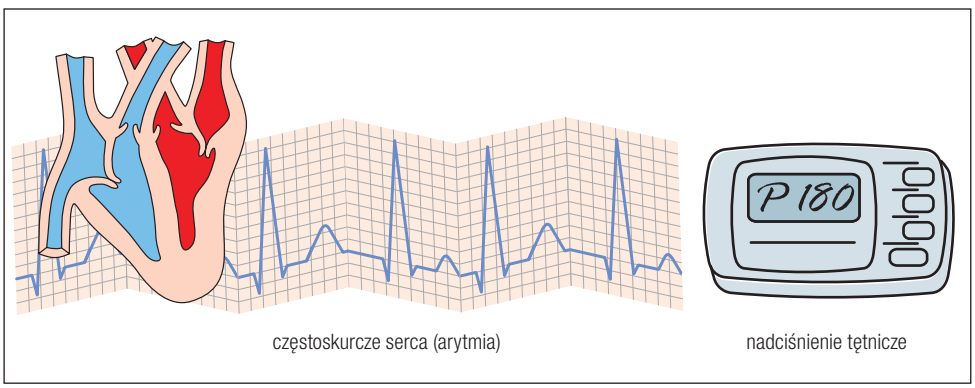
Potas zapewnia utrzymanie równowagi kwasowo-zasadowej i prawidłowe ciśnienie tętnicze krwi w organizmie. Reguluje też gospodarkę wodną w ustroju, zapewnia właściwe funkcjonowanie układu nerwowego. Bierze udział w przemianach węglowodanów oraz w przemianach energetycznych zachodzących w organizmie.

**Szczególnie istotną rolę odgrywa potas w regulacji pracy mięśnia sercowego, działa rozkurczowo, reguluje częstość uderzeń serca, zapobiega arytmii.**

Do objawów niedoboru potasu należą zakłócenia pracy mięśnia sercowego – nieregularne skurcze oraz częstoskurcze (arytmia), a także nadciśnienie tętnicze.

Niedobór potasu może powodować osłabienie mięśni szkieletowych, porażenie mięśni gładkich, gorsze funkcjonowanie układu nerwowego. Znaczny niedobór tego pierwiastka może nawet doprowadzić do zawału serca.

Nadmiar potasu jest spowodowany zaburzeniami wydalania tego pierwiastka przez nerki. Skutkiem może być spowolnienie akcji serca, osłabienie siły mięśni i mrowienie kończyn.




**Rys. 2.88. Objawy niedoborów potasu**

Potas jest składnikiem mineralnym rozpowszechnionym w żywności (tab. 2.24.). Bogatym źródłem tego pierwiastka są nasiona roślin strączkowych, orzechy, ryby, mięso i produkty zbożowe z całego ziarna. Znaczne ilości potasu znajdują się w świeżych owocach (banany, melony) i suszonych (morele, figi, daktyle). Również warzywa zawierają dużo potasu (brukselka, groszek zielony, jarmuż, pietruszka, pomidory).

Tab. 2.24. Zawartość potasu w produktach spożywczych

| Kategoria | Zawartość potasu (mg w 100 g produktu) | Produkty |
|---|---|---|
| duża zawartość | >600 | orzechy, suche nasiona roślin strączkowych, suszone owoce (morele, figi, daktyle) |
| średnia zawartość | 300–600 | ziemniaki, mięso, drób, groszek zielony, brukselka, banany, melony, większość ryb |
| mała zawartość | <300 | produkty zbożowe, mleko i przetwory, większość owoców i warzyw, jaja |

## Sód (Na)

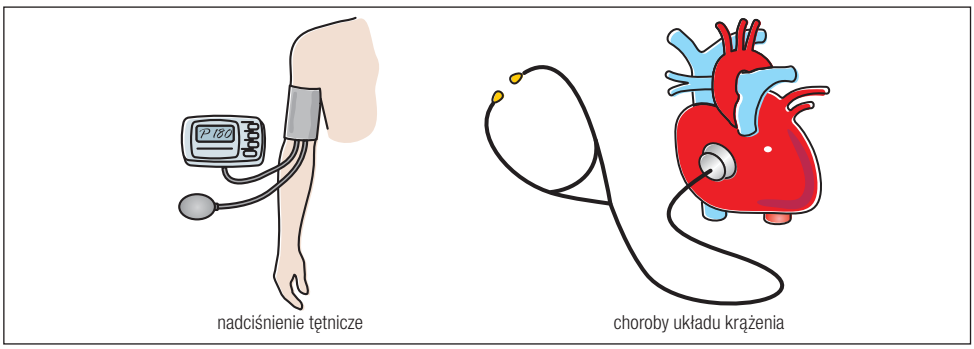
W całym organizmie dorosłego człowieka znajduje się około 90 g sodu, z czego 50% w płynach zewnątrzkomórkowych, a 38% w kościach.

Sód bierze udział w przewodzeniu impulsów nerwowo-mięśniowych i skurczach mięśni. Uczestniczy w transporcie wody, umożliwiając zachowanie prawidłowego bilansu wodnego.

Sód utrzymuje ciśnienie osmotyczne w płynach zewnątrzkomórkowych. Reguluje równowagę kwasowo-zasadową, dzięki czemu krew i inne tkanki mają stałe pH. Sód umożliwia wnikanie aminokwasów i cukrów prostych do tkanek.

Niedobory sodu zdarzają się dość rzadko. Przyczyną mogą być duże straty pierwiastka z powodu biegunki, wymiotów i nadmiernego pocenia się (np. w czasie gorączki, intensywnego wysiłku fizycznego). Niedobory sodu objawiają się utratą łaknienia, wymiotami i spadkiem sprawności fizycznej.

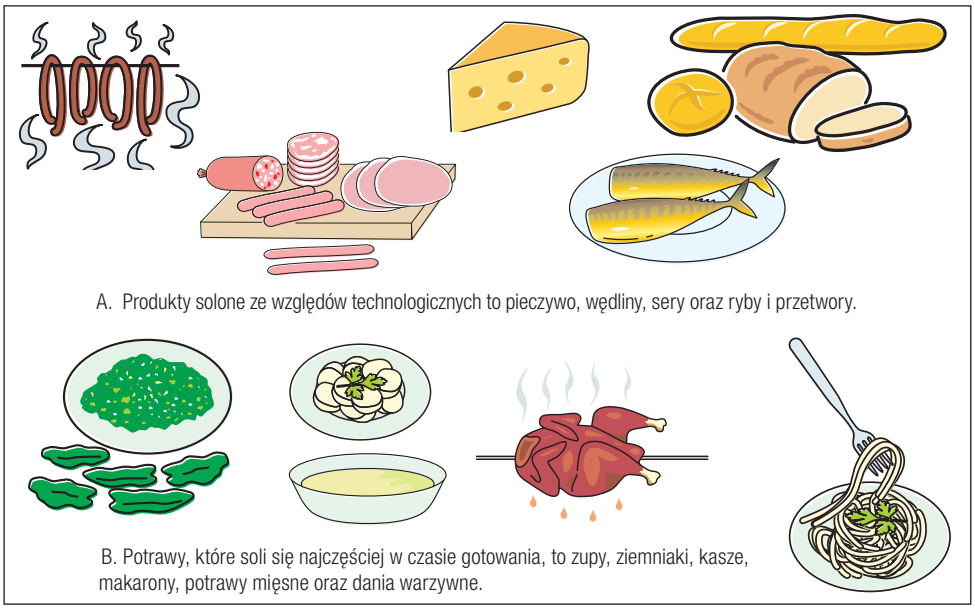
Znacznie częściej obserwuje się nadmiar sodu w diecie z powodu solenia potraw i produktów spożywczych (chlorek sodu jest składnikiem soli). **Wysokie spożycie sodu** przyczynia się do powstawania **nadciśnienia tętniczego**, które zwiększa ryzyko chorób układu krążenia, m.in. choroby niedokrwiennej serca, zawału serca i udaru mózgu.




Rys. 2.89. Skutki nadmiaru sodu

Ponadto nadmierne spożycie sodu powoduje zatrzymywanie wody w organizmie (obrzęki). Może prowadzić również do osteoporozy, pobudza wydalanie wapnia z moczem i przyczynia się do utraty wapnia z tkanki kostnej.

Główne źródła sodu w diecie stanowią produkty przemysłowo przetworzone, do których sól dodaje się podczas procesu technologicznego, oraz sól, którą dodaje się podczas obróbki kulinarnej potraw (rys. 2.90.).



A. Produkty solone ze względów technologicznych to pieczywo, wędliny, sery oraz ryby i przetwory.

B. Potrawy, które soli się najczęściej w czasie gotowania, to zupy, ziemniaki, kasze, makarony, potrawy mięsne oraz dania warzywne.

Rys. 2.90. Główne źródła sodu w diecie

Tab. 2.25. Zawartość sodu w niektórych produktach świeżych i przetworzonych

| Produkty świeże | Zawartość sodu (mg w 100 g produktu) | Produkty przetworzone | Zawartość sodu (mg w 100 g produktu) |
|---|---|---|---|
| groszek zielony | 2 | groszek konserwowy | 178 |
| fasolka szparagowa | 6 | fasolka konserwowa | 256 |
| pomidor | 8 | ketchup | 962 |
| ogórek świeży | 11 | ogórek kwaszony | 764 |
| kapusta biała | 19 | kapusta kwaszona | 253,5 |
| ziemniaki | 7 | chipsy ziemniaczane | 860 |
| mąka pszenna | 2 | pieczywo pszenne | 363 |
| kukurydza | 7 | płatki kukurydziane | 1165 |

| Produkty świeże | Zawartość sodu (mg w 100 g produktu) | Produkty przetworzone | Zawartość sodu (mg w 100 g produktu) |
|---|---|---|---|
| orzechy arachidowe | 16 | orzeszki ziemne solone | 241 |
| mleko | 45 | ser podpuszczkowy | 618 |
| ser twarogowy tłusty | 44 | ser typu „feta” | 1100 |
| wieprzowina surowa szynka | 62 | szynka wiejska | 1002 |
| karkówka | 63 | baleron | 749 |
| pierś z kurczaka | 55 | szynka z kurczaka | 797 |
| śledź świeży | 89 | śledź solony | 5930 |
| dorsz świeży | 87 | dorsz wędzony | 1170 |

### Chlor (Cl)

Całkowita zawartość chloru w organizmie wynosi około 70–100 g. Największe ilości tego pierwiastka (około 70%) znajdują się w płynach międzykomórkowych, a reszta w przestrzeniach międzykomórkowych, w tkance łącznej i kościach.

Chlor spełnia następujące funkcje:

- uczestniczy w gospodarce wodnej,
- utrzymuje równowagę kwasowo-zasadową,
- zapewnia właściwe ciśnienie osmotyczne w organizmie,
- jest składnikiem soku żołądkowego,
- aktywuje amylazę ślinową.

Niska zawartość chloru w organizmie przyczynia się do zwiększenia pH krwi powyżej normy. Jest to wynikiem dużej straty tego pierwiastka spowodowanej obfitym poceniem się, gwałtownymi biegunkami, wymiotami oraz chorobami nerek.

Znacznie częściej występuje nadmiar chloru w organizmie. Skutkiem wysokiego spożycia tego pierwiastka są choroby żołądka spowodowane uszkodzeniem śluzówki, nadciśnienie oraz zwiększone ryzyko udarów.

## 2.5.6. Równowaga kwasowo-zasadowa w organizmie

Równowaga kwasowo-zasadowa jest to stan ustroju, w którym zachowany jest stały odczyn, czyli pH, płynów ustrojowych, komórek i tkanek.

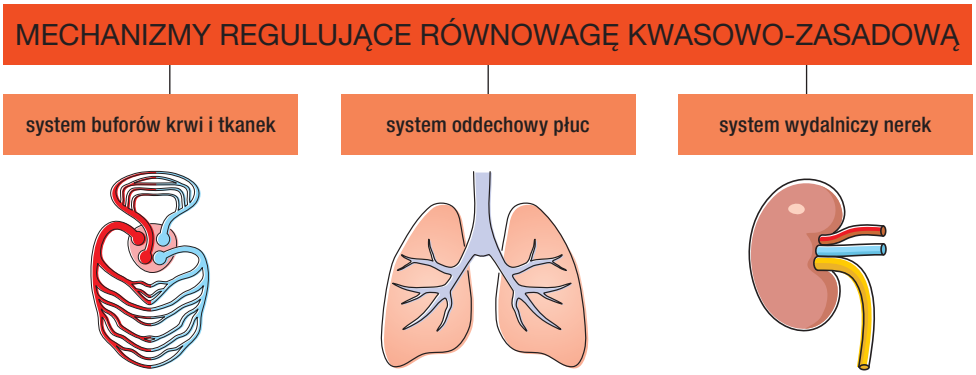
Tylko przy stałym stężeniu jonów wodorowych we krwi (pH 7,35–7,45) mogą przebiegać w organizmie prawidłowo procesy metaboliczne.

W ludzkim ustroju działa kilka mechanizmów zapewniających utrzymanie równowagi kwasowo-zasadowej (rys. 2.91.).

Głównym buforem krwi są wodorowęglany. Gdy stężenie jonów wodorowych H+ we krwi wzrasta, jon wodorowęglanowy łączy się z jonem wodorowym. Powstający kwas węglowy rozkłada się do dwutlenku węgla i wody. Nadmiar dwutlenku węgla (o działaniu zakwaszającym) jest usuwany wraz z wydychanym powietrzem.

Przez nerki z moczem, w zależności od potrzeb, są usuwane zasadowe lub kwaśne związki (wodorowęglany, fosforany, amoniak).

Równowaga kwasowo-zasadowa może ulegać zaburzeniu. Kwasica to przesunięcie równowagi kwasowo-zasadowej w kierunku niższego pH, a zasadowica – w kierunku wyższego pH.




Rys. 2.91. Mechanizmy regulujące równowagę kwasowo-zasadową

Kwasica jest częstym zjawiskiem, gdyż wiele produktów przemiany materii ma kwaśny charakter (np. kwas węglowy, ciała ketonowe, kwas mlekowy). Przyczyną kwasicy jest też wysoka zawartość dwutlenku węgla we krwi spowodowana zaburzeniami pracy układu oddechowego. Stan ten objawia się zmęczeniem, sennością, bólami głowy i utratą apetytu. Przy długotrwałej kwasicy może dochodzić do nadciśnienia, cukrzycy i chorób nerek.

Przyczyną zasadowicy jest niedobór dwutlenku węgla, który w nadmiernych ilościach jest usuwany z wydychanym powietrzem (np. w czasie gorączki). Schorzenie występuje rzadko, może się objawiać ucieczką potasu z przestrzeni pozakomórkowej do wnętrza komórek.

Gdy wszystkie mechanizmy regulujące równowagę kwasowo-zasadową działają sprawnie, wpływ na pH krwi może mieć rodzaj spożywanych pokarmów, a konkretnie – zawarte w pożywieniu składniki mineralne, które mogą mieć działanie:

- kwasotwórcze – należą do nich chlor, siarka i fosfor,
- zasadotwórcze – należą do nich sód, potas, wapń i magnez.

Wzajemne proporcje pomiędzy poszczególnymi składnikami mineralnymi w produktach decydują o tym, w jaki sposób ich spożycie wpływa na skład jonowy płynów ustrojowych. Poszczególne produkty mogą działać kwaso- lub zasadotwórczo (tab. 2.17.).

**Tab. 2.26. Produkty spożywcze kwaso- i zasadowórcze**

| Produkty spożywcze o działaniu | |
|---|---|
| kwasotwórczym | zasadotwórczym |
| mięso i przetwory mięsne, ryby i przetwory rybne, produkty zbożowe, jaja, sery, rośliny strączkowe | mleko, warzywa, owoce, ziemniaki |

Owoce i niektóre warzywa mają specyficzny kwaskowaty smak, choć mimo to nie działają zakwaszająco na organizm. Zawarte w nich kwasy ulegają bowiem w ustroju spalaniu do dwutlenku węgla i nie zakwaszają organizmu. Są to:

- kwas jabłkowy (jabłka, śliwki, pomidory),
- kwas cytrynowy (cytryny, ananasy, pomidory),
- kwas winowy (winogrona).

Wyjątkiem są żurawiny i borówki. Zawarty w nich kwas benzoesowy nie zostaje spalony w organizmie, lecz zostaje przekształcony w kwas hipurowy, który jest wydalany z moczem. Te owoce działają na organizm zakwaszająco.

## 2.5.7. Metale ciężkie w żywności

W żywności mogą występować również szkodliwe metale ciężkie, takie jak ołów, kadm, rtęć i arsen. Pojawiają się one w wyniku procesu technologicznego (uprawa roślin, hodowla zwierząt, przetwarzanie i pakowanie żywności), niewłaściwego przechowywania i/lub na skutek skażenia środowiska.

Znaczna część zanieczyszczeń produktów roślinnych pochodzi z gleby. Obecność metali ciężkich stwierdza się czasem w zbożach, niektórych warzywach (sałacie, marchwi, selerze, pietruszce, natce pietruszki, ziemniakach), niektórych wyrobach cukierniczych (kakao, chałwie). Również w grzybach leśnych mogą się gromadzić metale ciężkie.

Metale ciężkie wykrywa się niekiedy w twardych serach, kurzych jajach, rybach i innych organizmach morskich, rybach słodkowodnych i mięsie kurcząt.

Dotychczas w żadnym z wymienionych produktów roślinnych i zwierzęcych zawartość szkodliwych pierwiastków nie przekroczyła dopuszczalnych limitów.

Pytania i ćwiczenia

1. Zdefiniuj makroelementy i mikroelementy.
2. Jakie składniki diety wpływają na wchłanianie wapnia?
3. Jakie są najważniejsze skutki niedoboru wapnia w organizmie, a jakie fluoru?
4. Na czym polega fluoroza?
5. Wymień najważniejsze funkcje magnezu w organizmie.
6. W jaki sposób skład diety może wpływać na wchłanianie żelaza?
7. Kto jest zagrożony niedokrwistością?
8. Jakie skutki może mieć niedostateczne spożycie miedzi?
9. Wymień składniki mineralne o działaniu regulującym.
10. Jaką rolę w organizmie odgrywa cynk?
11. Jakie znasz sposoby zapobiegania niedoborom jodu w organizmie?
12. Wymień produkty spożywcze bogate w magnez, żelazo.
13. Jakie znaczenie dla funkcjonowania organizmu ma potas?
14. Wymień główne źródła sodu w diecie.
15. Czym jest równowaga kwasowo-zasadowa w organizmie? Jakie mechanizmy ją regulują?
16. Kiedy powstaje i czym się objawia kwasica?
17. Wymień składniki mineralne o działaniu kwasotwórczym.

# Witaminy

2.6.

## Historia odkrycia witamin

2.6.1.

Nauka o witaminach nazywa się witaminologią. W dziejach tej nauki można wyróżnić kilka etapów. Początkowo niektóre schorzenia próbowano leczyć, podając chorym konkretne potrawy. Już Hipokrates leczył kurzą ślepotę, żywiąc chorych wątrobą.

Drugim etapem był rozwój badań nad niedoborami żywieniowymi. Na przykład lekarz holenderski Christian Eijkman zaobserwował, że spożywanie niełuszczonego ryżu zapobiega chorobie beri-beri, za co dostał Nagrodę Nobla w 1929 roku.

W XIX wieku (Christian Eijkman, Nikołaj I. Łunin) stwierdzono, że do prawidłowego funkcjonowania człowiek potrzebuje nie tylko białka, tłuszczów, węglowodanów i soli mineralnych, ale również bliżej niesprecyzowanych substancji chemicznych. Odkrycie to zapoczątkowało następny etap w dziejach witamino-

logii, którym było zidentyfikowanie, wyodrębnienie, ustalenie struktury witamin oraz tworzenie syntetycznych związków.

Polski uczony Kazimierz Funk (1884–1967) odkrył, że człowiek potrzebuje do życia substancji, które nazwał witaminami. Nazwa pochodzi od słów *vita* (z gr. życie) i *amina,* gdyż w wielu z nich znajduje się grupa aminowa. Nazwę tę stosuje się na całym świecie. Funk opracował też metody wyodrębniania niektórych witamin z grupy B.

Szczególnie ważnym etapem w historii nauki o witaminach było wyjaśnianie ich roli w organizmie.

Współcześnie witaminologia zajmuje się m.in. wzbogacaniem żywności i suplementacją w celu zapobiegania i zwalczania skutków niedoboru witamin.

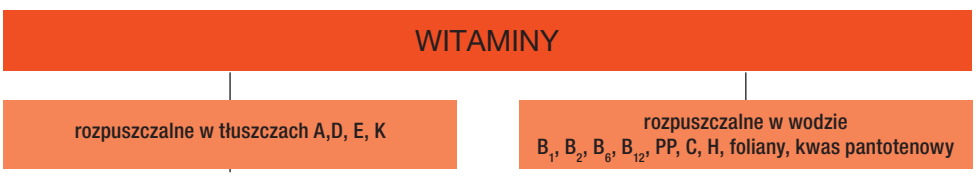
## 2.6.2. Podział witamin

Witaminy są związkami organicznymi, które nie są źródłem energii ani składnikami strukturalnymi. W niewielkich ilościach są potrzebne do prawidłowego przebiegu procesów fizjologicznych.

**Witaminy należą do składników regulujących, uczestniczą aktywnie w przemianach metabolicznych ustroju. Są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu, a ponieważ nie może on ich syntetyzować, muszą być dostarczane z pożywieniem.**

Niektóre witaminy mogą powstawać w organizmie, jednak ilości te są niewystarczające w stosunku do potrzeb. Witaminy z grupy B i witamina K są syntetyzowane w jelicie grubym przez obecną tam mikroflorę. Witamina D powstaje w skórze pod wpływem promieni UV z prowitaminy D, a witamina PP tworzy się w organizmie z tryptofanu.

Witaminy dzielą się na rozpuszczalne w tłuszczach i rozpuszczalne w wodzie (rys. 2.92.).




Rys. 2.92. Podział witamin

Do witamin **rozpuszczalnych w tłuszczach** należą witaminy A, D, E oraz K. Do witamin **rozpuszczalnych w wodzie** zalicza się witaminy $B_1$, $B_2$, $B_6$, $B_{12}$, PP, C, H oraz foliany i kwas pantotenowy.

W obu grupach wyróżnia się witaminy antyoksydacyjne. Są to przeciwutleniacze, które w organizmach i żywności zapobiegają szkodliwym skutkom procesów utleniania i działania wolnych rodników, mogą więc chronić przed stresem oksydacyjnym.

Witaminy antyoksydacyjne:
- witamina A (retinol, karotenoidy),
- witamina E,
- witamina C.

Poza witaminami występują tzw. witamery, inaczej prowitaminy. Są to związki chemiczne o budowie zbliżonej do witamin, które ulegają przemianom do aktywnych metabolitów o takiej samej lub zbliżonej aktywności biologicznej (np. betakaroten).

Wyróżnić można również antywitaminy – związki chemiczne o strukturze zbliżonej do witamin, utrudniające przebieg reakcji, w których uczestniczą witaminy. Mogą to też być związki wiążące witaminy lub enzymy rozkładające witaminy.

Gdy ilość witamin dostarczana do organizmu jest nieprawidłowa w stosunku do potrzeb, może dochodzić do hipowitaminozy, awitaminozy lub hiperwitaminozy.

**Hipowitaminoza** to stan niedoboru określonej witaminy, objawiający się charakterystycznymi zaburzeniami w funkcjonowaniu organizmu.

**Awitaminoza** to zespół chorobowy wywołany znacznym niedoborem lub brakiem określonej witaminy w organizmie.

**Hiperwitaminoza** to schorzenie wywołane nadmiarem witamin w organizmie. Powstaje najczęściej na skutek nadmiernego spożycia preparatów farmaceutycznych zawierających witaminy.

## Charakterystyka witamin rozpuszczalnych w tłuszczach

2.6.3.

### Witamina A

Aktywność witaminy A posiadają: *retinol* i jego pochodne, występujące w tkankach zwierzęcych, oraz **beta-karoten** i inne **karotenoidy** (alfa-karoten,

kryptoksantyna, gamma-karoten, likopen i ksantofil), występujące w tkankach roślinnych.

Karotenoidy są aktywne biologicznie dopiero po przekształceniu w retinol. Nazywane są prowitaminami. Najwyższą aktywność biologiczną wśród karotenoidów przejawia beta-karoten.

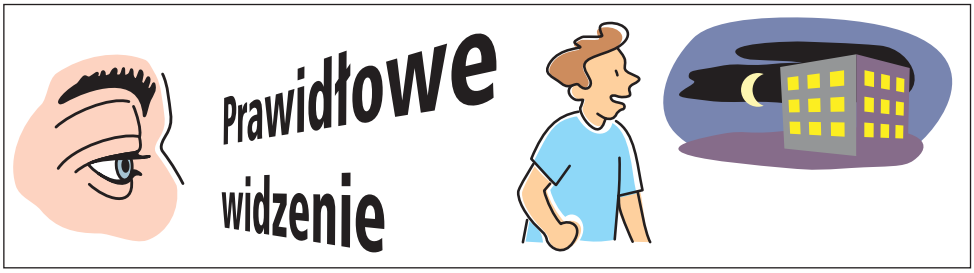
**Witamina A** wchodzi w skład rodopsyny, czyli **światłoczułego barwnika** znajdującego się w pręcikach **siatkówki oka**, za pomocą których widzimy przy słabym świetle.

Jasne światło powoduje rozkład rodopsyny, zaś w ciemności następuje jej regeneracja. Przy niedoborze witaminy A proces regeneracji rodopsyny jest utrudniony i oko znacznie wolniej adaptuje się do widzenia o zmroku.

Witamina A wpływa na wzrost, rozwój oraz różnicowanie tkanki nabłonkowej. Pobudza tworzenie nowych komórek i tkanek, sprzyja ich regeneracji. Zapewnia zachowanie prawidłowego stanu skóry i błon śluzowych, zapobiega ich wysychaniu i rogowaceniu. Umożliwia prawidłowy rozwój tkanki kostnej.

**Witamina A jest naturalnym przeciwutleniaczem** (głównie beta-karoten), ogranicza tworzenie wolnych rodników, zapobiega utlenianiu m.in. kwasów tłuszczowych. Ponadto zwiększa odporność immunologiczną organizmu. Może zmniejszać ryzyko powstawania komórek nowotworowych.

Witamina A odgrywa rolę w procesie rozmnażania, wpływa na rozwój łożyska i embriona.




Rys. 2.93. Rola witaminy A w procesie widzenia

Rozpoznanie hipowitaminozy witaminy A jest trudne, gdyż objawy mogą pojawiać się dopiero wtedy, gdy zostaną wyczerpane zapasy tej witaminy zgromadzone w wątrobie.

Pierwsze symptomy niedoboru witaminy A to utrata apetytu, zmęczenie, obniżenie odporności, suchość skóry, zmiany w błonie śluzowej oczu, suchość spojówek, a u dzieci i młodzieży także spadek tempa wzrostu.

W późniejszej fazie hipowitaminozy następuje utrata przejrzystości gałki ocznej, powstają plamki Bitota (białe, kremowe, żółte, mleczne lub pomarań-

czowe zgrubienia na gałce ocznej). Dochodzi do wysychania rogówki oraz jej rozmiękczenia. Efektem **niedoboru witaminy A** może być **kurza ślepota** (niedowidzenie o zmierzchu), a nawet całkowita ślepota.

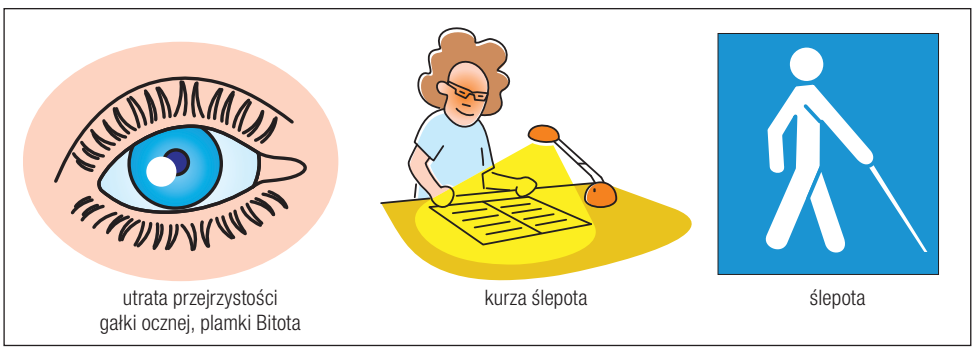
Niedobory witaminy A powodują suchość skóry i rogowacenie komórek naskórka.

Znaczne niedobory tej witaminy przyczyniają się również do spadku odporności, czyli zwiększają podatność na infekcje. Jest to powodem zwiększonej śmiertelności, głównie niemowląt i dzieci.

Niedostateczne spożycie witaminy A może się objawiać zahamowaniem wzrostu, zaburzeniami tempa rozwoju kości i zębów oraz zmianami w układzie nerwowym (uszkodzenie włókien nerwowych).

Skutkiem nadmiernego spożycia produktów bogatych w witaminę A w efekcie stosowania suplementów lub częstego spożywania żywności wzbogaconej w witaminę A może być hiperwitaminoza.

Objawia się ona zahamowaniem wzrostu, spadkiem masy ciała i osłabieniem mięśni. Może się pojawiać suchość, świąd i owrzodzenia skóry. Inne potencjalne objawy to powiększenie wątroby, samoistne złamania kości, łamliwość paznokci oraz zaburzenia funkcji serca, nerek i centralnego układu nerwowego.




**Rys. 2.94. Skutki niedoborów witaminy A**

Zawartość witaminy A w żywności określa się za pomocą tzw. ekwiwalentów retinolu:

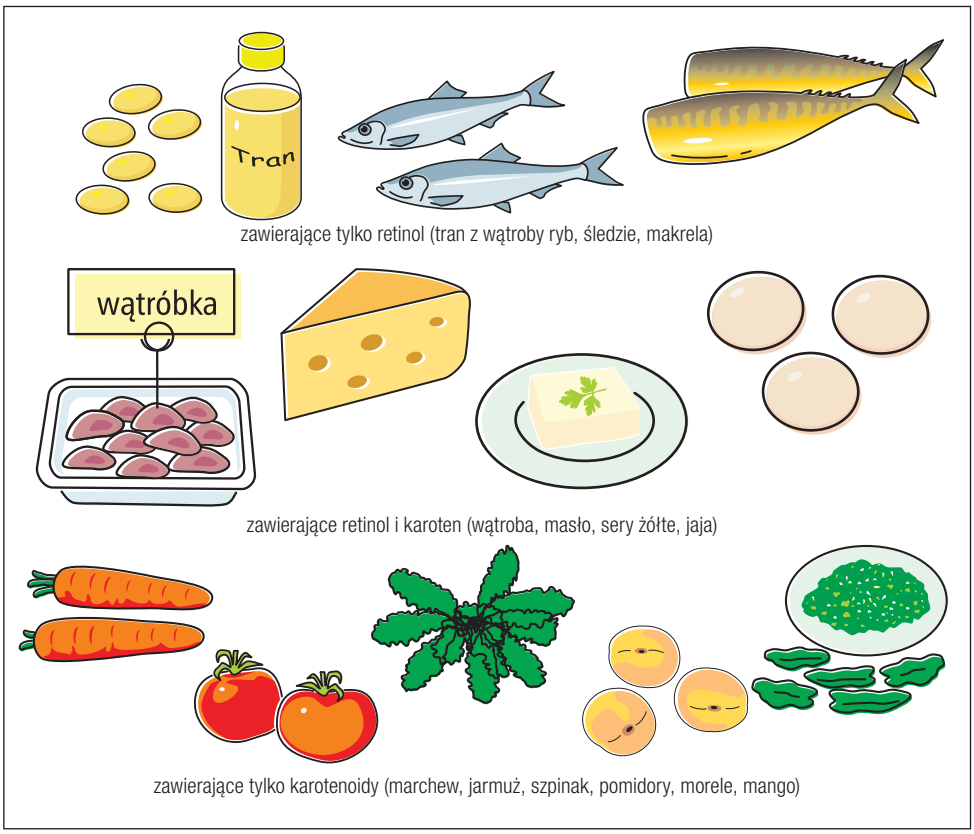
1 µg retinolu = 1 µg ekwiwalentu retinolu (ER)

1 µg ER = 6 µg β-karotenu

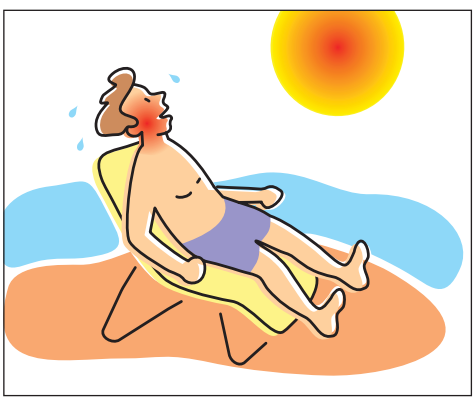
1 µg ER = 12 µg innych karotenoidów

Witamina A występuje w znacznych ilościach zarówno w produktach zwierzęcych, jak i roślinnych. Wśród produktów pochodzenia zwierzęcego bogatych w retinol można wymienić ryby i mięso oraz tran, który charakteryzuje się szczególnie dużą zawartością witaminy A. Produkty, takie jak wątróbka, masło, mleko,

sery żółte i jajka, zawierają witaminę A w formie retinolu i karotenoidy. Natomiast warzywa barwy pomarańczowej oraz warzywa zielonolistne oraz morele i brzoskwinie obfitują w karotenoidy (rys. 2.94.).




Rys. 2.95. Produkty spożywcze bogate w witaminę A



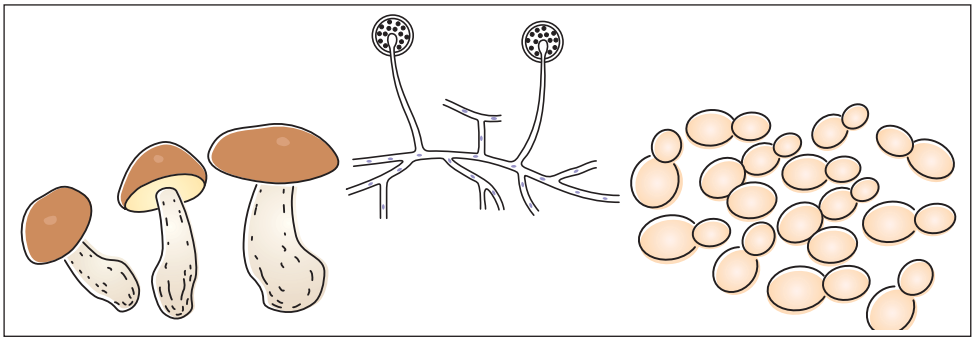
Rys. 2.96. Powstawanie cholekalcyferolu

## Witamina D

Aktywność biologiczną witaminy D posiadają związki **cholekalcyferol (witamina $D_3$)** i **ergokalcyferol (witamina $D_2$)**.

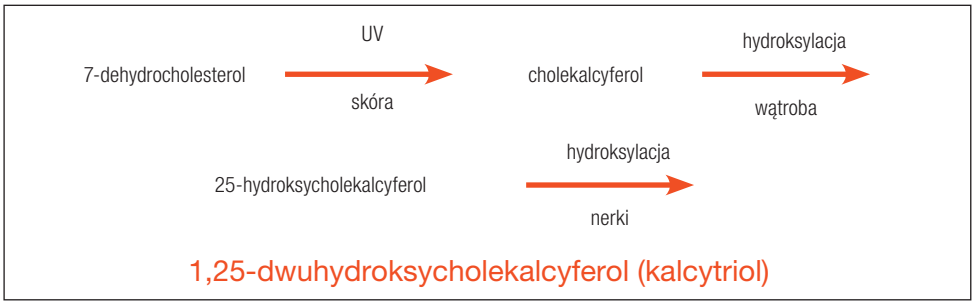
**Witamina $D_3$** (cholekalcyferol) jest związkiem typowym dla świata zwierząt; powstaje z pochodnej cholesterolu pod wpływem promieniowania słonecznego (UV), jego synteza zachodzi w skórze.

**Witamina $D_2$** (ergokalcyferol) występuje tylko w świecie roślinnym; powstaje z ergosterolu pod wpływem UV. Synteza zachodzi w grzybach kapeluszowych, drożdżach i pleśniach.



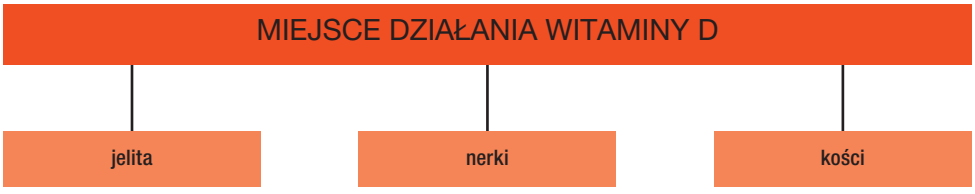
Rys. 2.97. Występowanie ergokalcyferolu

Formą biologicznie aktywną witaminy $D_3$ jest kalcytriol. Poniżej przedstawiono mechanizm jego powstawania (rys. 2.97.).



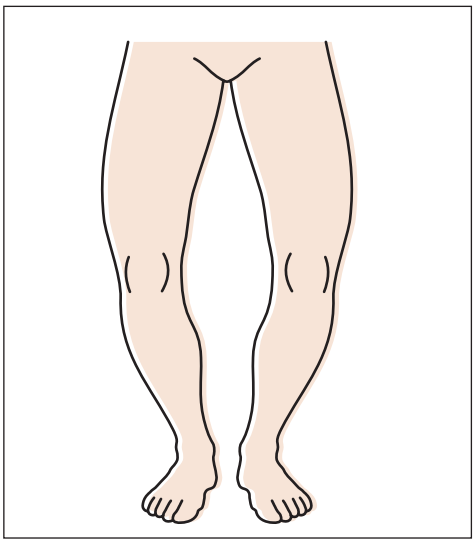

Rys. 2.98. Schemat powstawania kalcytriolu

**Witamina D** pełni w organizmie istotną funkcję w regulowaniu przemian wapnia. Umożliwia prawidłowy rozwój tkanki kostnej. Utrzymuje stały poziom wapnia w osoczu, reguluje stosunek wapnia do fosforu. Działa w jelitach, nerkach i kościach (rys. 2.99.).

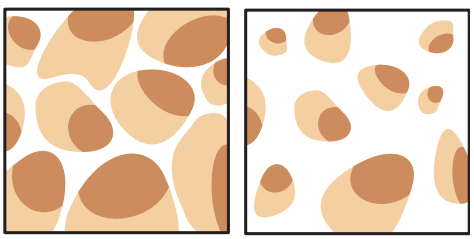



Rys. 2.99. Miejsce działania witaminy D

W jelitach witamina D zwiększa wchłanianie wapnia i fosforu z pożywienia, wpływa bowiem na syntezę białka biorącego udział w tym procesie. W nerkach witamina D wspomaga proces wchłaniania zwrotnego wapnia, zmniejsza jego ilość wydalaną z organizmu z moczem. Działanie witaminy D w kościach polega na regulowaniu procesu uwalniania wapnia i fosforu z kości lub wbudowywania tych pierwiastków do kości.



Rys.2.100. Objawy krzywicy




Rys.2.101. Objawy krzywicy

**Niedobór witaminy D** w organizmie objawia się niskim stężeniem wapnia i fosforu w osoczu. Dochodzi do **demineralizacji kości**.

U dzieci skutkiem niedoboru witaminy D jest krzywica. Objawy choroby to rozmiękczenie kości potylicy, źle ukształtowane kości klatki piersiowej, koślawość lub szpotawość kolan, zniekształcenie kości miednicy. Jeżeli brakuje witaminy D, wówczas nieprawidłowo przebiega proces mineralizacji zębów.

Niedobór witaminy D u ludzi dorosłych powoduje rozmiękczenie kości (osteomalację) oraz kruchość i porowatość kości (osteoporozę).

Hiperwitaminoza witaminy D objawia się osłabieniem, utratą apetytu oraz bólami stawów i mięśni. Objawem może być również zwapnienie narządów miąższowych, m.in. nerek, serca i płuc. Główną przyczyną hiperwitaminozy jest przyjmowanie nadmiernych dawek preparatów farmaceutycznych z witaminą D.

Witamina D występuje przede wszystkim w produktach zwierzęcych. Bogatym jej źródłem są tłuste ryby morskie, w tym wędzone – śledzie, makrele, węgorze, łososie czy sardynki. Także żółtka jaj, wątroba i masło dostarczają sporo witaminy D. Zawierają ją również margaryny, które są wzbogacane w tę witaminę po to, żeby zyskały właściwości masła. Innym źródłem witaminy D są grzyby.

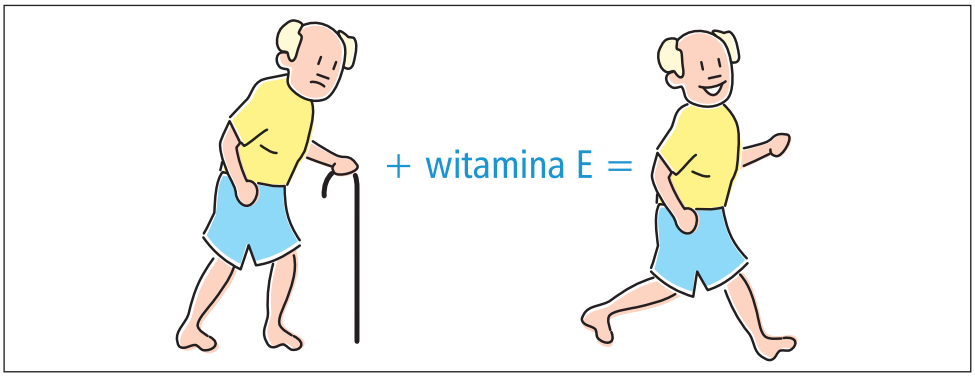
### Witamina E

Aktywność biologiczną witaminy E posiadają tokoferole. Najbardziej aktywną formą witaminy E jest alfa-tokoferol. Wysoką aktywność przejawiają również beta-tokoferol.

**Witamina E jest silnym przeciwutleniaczem**, który ogranicza powstawanie wolnych rodników i niszczy je. Jej funkcje polegają na ochronie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, beta-karotenu, retinolu i witaminy C przed utlenianiem.

Witamina E może przeciwdziałać uszkodzeniom włókien mięśniowych oraz zmianom w układzie nerwowym. Ponadto zapobiega uszkodzeniom naczyń krwionośnych i zlepianiu płytek krwi.

Witamina E wpływa na stan skóry, zapobiega jej wysuszaniu oraz osłabianiu elastyczności naskórka. Innymi słowy, nadaje skórze młody wygląd (jest to tzw. witamina „młodości"). Uczestniczy także w procesach reprodukcji i przedłuża życie komórek. Zapobiega procesowi starzenia się organizmu.




Rys. 2.102. Witamina E zapobiega starzeniu się organizmu

Niedobory witaminy E u dzieci i młodzieży powodują niedokrwistość. U dorosłych przyczyniają się do podwyższenia stężenia cholesterolu we krwi, zakrzepów, zaburzeń neurologicznych, zwiększają ryzyko miażdżycy i chorób nowotworowych.

Wśród objawów hiperwitaminozy witaminy E wymienić można osłabienie mięśni i zaburzenia widzenia. Duże dawki witaminy E działają antagonistyczne do witaminy K, co może prowadzić do spadku krzepliwości krwi i wywoływać krwawienia.

Witamina E jest powszechnym składnikiem żywności, zarówno pochodzenia roślinnego, jak i zwierzęcego. Najwięcej jej zawierają oleje, orzechy i migdały. Witamina E jest rozpowszechniona w żywności zarówno pochodzenia roślinne-

go, jak i zwierzęcego. Szczególnie bogatym źródłem witaminy E są oleje roślinne, margaryny oraz orzechy laskowe, kiełki pszenicy, migdały i orzechy laskowe (tab. 2.27.).

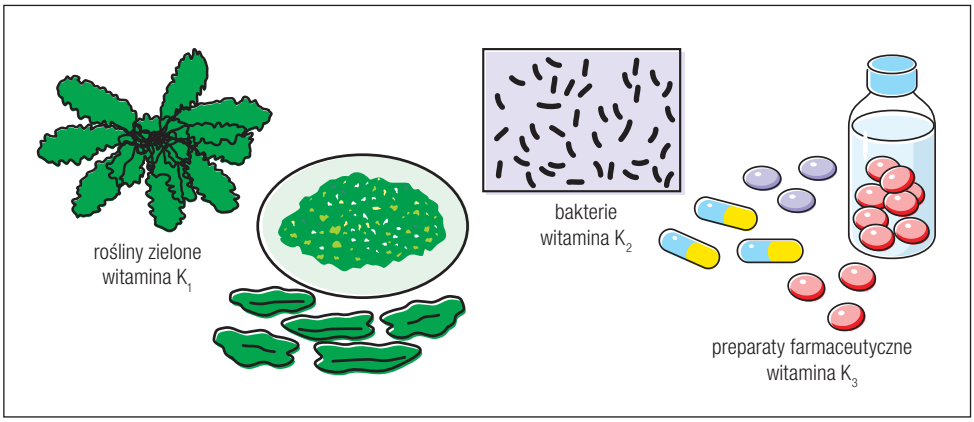
Tab. 2.27. Zawartość witaminy E w produktach spożywczych

| Kategoria | Zawartość witaminy E (mg w 100 g produktu) | Produkty |
|---|---|---|
| bardzo duża zawartość | >30 | olej słonecznikowy, margaryny na bazie oleju słonecznikowego, orzechy laskowe |
| duża zawartość | 10–30 | olej sojowy, olej rzepakowy, margaryny, migdały, nasiona słonecznika, kiełki pszenicy |
| średnia zawartość | 1–10 | niektóre ryby (mintaj, śledź, łosoś), płatki owsiane, niektóre warzywa i owoce (brokuły, jarmuż, szpinak, kapusta, awokado), masło, smalec |
| mała zawartość | <1 | produkty zbożowe, mięso i przetwory, owoce, warzywa |

Ze względu na właściwości przeciwutleniające witamina E może chronić przed:
- miażdżycą i chorobą wieńcową,
- niedokrwistością,
- nowotworami.

## Witamina K

Do związków o aktywności biologicznej witaminy K należą: witamina $K_1$, witamina $K_2$ i witamina $K_3$.

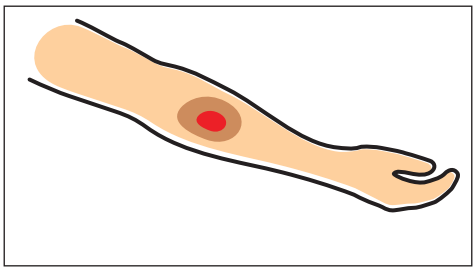



Rys. 2.103. Źródła witaminy K

Witaminę $K_1$ pozyskuje się z pożywienia, $K_2$ jest produkowana przez bakterie jelitowe, natomiast witamina $K_3$ jest sztucznie syntetyzowana (rys. 2.103.).

**Witamina K** bierze udział w powstaniu protrombiny w wątrobie, która odgrywa rolę **w procesie krzepnięcia krwi**. Uszczelnia naczynia krwionośne, zapobiega krwawieniom wewnętrznym oraz krwotokom.

Witamina K zapewnia prawidłowy stan kości. Białko, które powstaje z udziałem tej witaminy, umożliwia wbudowywanie wapnia w tkankę kostną i tym samym zwiększa gęstość kości. Spożywanie odpowiednich ilości witaminy K obniża ryzyko wystąpienia osteoporozy i złamań kości.



Rys. 2.104. Witamina K decyduje o krzepnięciu krwi

Witamina K ma właściwości przeciwbakteryjne i przeciwgrzybiczne, działa przeciwzapalnie. Może też zapobiegać niektórym formom hemofilii.

Niedobory witaminy K występują rzadko, na ogół u dzieci i ludzi starszych. Powodują wydłużenie czasu krzepnięcia krwi. Efektem są niedające się zahamować krwawienia – krwotoki z nosa, układu pokarmowego i moczowego.

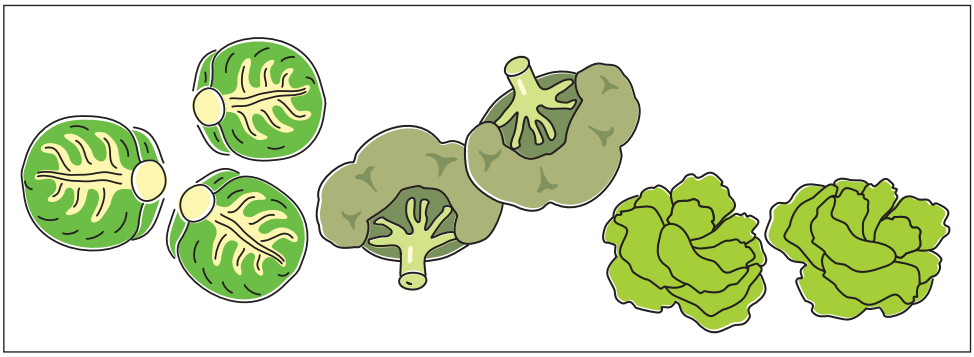
Nadmierne spożycie syntetycznej witaminy K może wywoływać odczyny alergiczne, skoki ciśnienia tętniczego oraz bóle serca. Nadmiar witaminy $K_1$ i $K_2$ nie wpływa szkodliwie na organizm.

Głównym źródłem witaminy K jest dla człowieka pożywienie roślinne. Rośliny zielone zawierają jej szczególnie dużo, gdyż witamina K występuje w ilościach proporcjonalnych do zawartości chlorofilu (zielony barwnik roślin).

Głównym źródłem witaminy K są dla człowieka produkty roślinne, szczególnie warzywa o zielonym zabarwieniu (tab. 2.28.). W roślinach witamina K występuje w ilościach proporcjonalnych do zawartości chlorofilu. Oprócz witaminy K z żywności

Rys. 2.105. Witamina K zapobiega złamaniom

człowiek otrzymuje witaminę K pochodzenia mikrobiologicznego, którą wytwarzają bakterie bytujące w przewodzie pokarmowym człowieka.



Rys. 2.106. Produkty bogate w witaminę K

Tab. 2.28. Zawartość witaminy K w wybranych produktach spożywczych

| Kategoria | Zawartość witaminy K (mg w 100 g produktu) | Produkty |
|---|---|---|
| duża zawartość | 100 | brokuły, jarmuż, sałata, brukselka, szpinak |
| średnia zawartość | 50–100 | kapusta, kalafior, wątroba |
| mała zawartość | <10 | produkty zbożowe, mleczne, mięso i przetwory |

## 2.6.4. Charakterystyka witamin rozpuszczalnych w wodzie

### Witamina C (kwas askorbinowy)

Aktywność biologiczną witaminy C wykazują dwa związki – kwas askorbinowy i kwas dehydroaskorbinowy.

Nie ma tkanek magazynujących witaminę C, jedynie krwinki białe zawierają dość duże ilości kwasu askorbinowego.

Najważniejsze funkcje witaminy C:
- wpływa na stan tkanki łącznej,
- zwiększa odporność immunologiczną,
- chroni przed niedokrwistością,
- jest naturalnym przeciwutleniaczem.

**Witamina C** wpływa na stan tkanki łącznej. Uczestniczy w powstawaniu kolagenu, z którego zbudowane są kości, zęby, chrząstki, ścięgna i więzadła. Uszczel-

# Źródła ilustracji i fotografii

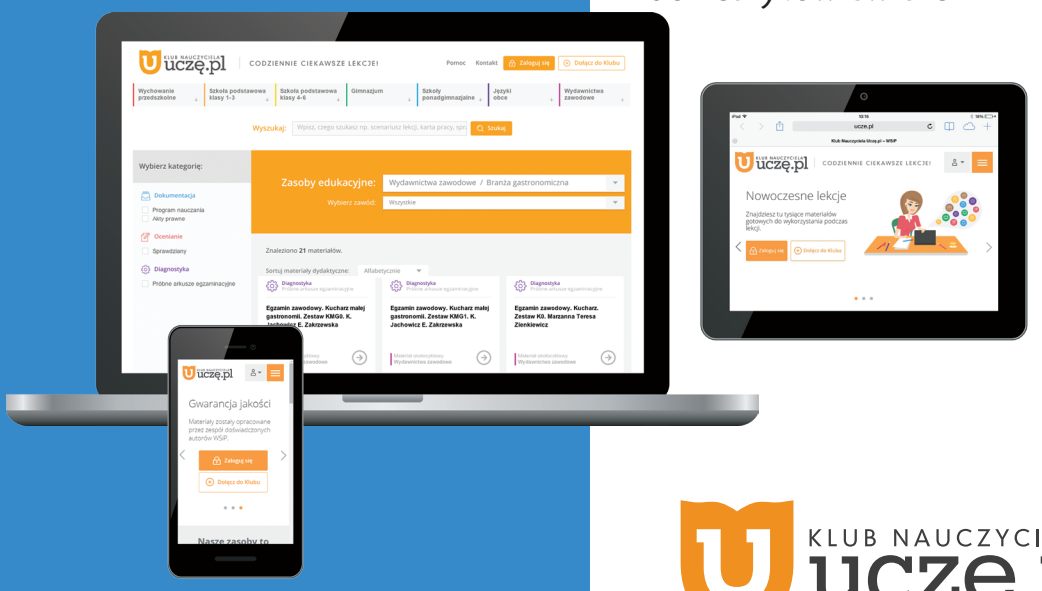
**Okładka:** (grupa ludzi) Monkey Business Images/Shutterstock.com
**Tekst główny:** s. 11 (historia gospodarki) Miron Miroński; s. 26 (rola białek) Miron Miroński; s. 27 (rola białek) Miron Miroński; s. 28 (galareta) Miron Miroński, 28 (Białko ma zdolność do tworzenia piany) ninikas/Shutterstock.com; s. 29 (naleśniki) Vladimir Shulenin/Shutterstock.com, s. 29 (sernik) Lesya Dolyuk/Shutterstock.com; (klopsy) draganica/Shutterstock.com, (emulsje i klarowanie) Miron Miroński; s. 42 (tłuszcze) Miron Miroński; s. 43 (krab) Volodymyr Krasyuk/Shutterstock.com, (krewetka) Valentina Razumova/Shutterstock.com, (śledzie) Christian Jung/Shutterstock.com; s. 45 (tkanka tłuszczowa) Miron Miroński; s. 46 (rola tkanki tłuszczowej) Miron Miroński; s. 47 (smażenie i duszenie) Miron Miroński, (tłuszcze w ciastach i kremach) Miron Miroński; s. 49 (margaryny) Miron Miroński; s. 62 (występowanie glukozy) Miron Miroński; s. 63 (występowanie fruktozy) Miron Miroński; s. 65 (występowanie sacharozy) Miron Miroński; s. 66 (produkty z laktozą) Miron Miroński, (produkty z rafinozą) Miron Miroński, (produkty z maltozą) Miron Miroński; s. 67 (produkty ze skrobią) Miron Miroński; s. 69 (glikogen) Miron Miroński; s. 71 (skrobia oporna) Miron Miroński; s. 72 (węglowodany jako źródło energii) Miron Miroński, (DNA) Miron Miroński, (słodycze) Miron Miroński; s. 73 (karmel) Vlad Ageshin/Shutterstock.com, (cebula) Adrian Petrean/Shutterstock.com, (krem) Tobik/Shutterstock.com, (karmel) Małgorzata Konarzewska, (barwa potraw) Miron Miroński; s. 74 (miażdżyca) ; s. 75 (funkcje błonnika) Miron Miroński; s. 85 (funkcje wapnia) Miron Miroński; s. 88 (funkcje magnezu) Miron Miroński; s. 89 (funkcje fluoru) Miron Miroński; s. 90 (zapobieganie próchnicy) Miron Miroński; s. 93 (funkcja żelaza) Miron Miroński; s. 94 (objawy niedoboru żelaza) Miron Miroński; s. 95 (osoby zagrożone niedoborem) Miron Miroński; s. 96 (rola miedzi) Miron Miroński; s. 99 (niedobór cynku) Miron Miroński; s. 100 (niedobór jodu) Miron Miroński; s. 101 (zapobieganie niedoborom jodu) Miron Miroński; s. 103 (niedobór potasu) Miron Miroński; s. 104 (nadmiar sodu) Miron Miroński; s. 105 (źródła sodu) Miron Miroński; s. 107 (mechanizmy regulujące równowage kwasowo-zasadową) Miron Miroński; s. 112 (widzenie) Miron Miroński; s. 113 (skutki niedoboru wit. A) Miron Miroński; s. 114 (produkty bogate w wit. A) Miron Miroński, (powstawanie wit D3) Miron Miroński; s. 115 (występowanie ergokalcyferolu) Miron Miroński; s. 116 (objawy krzywicy) Miron Miroński; s. 117 (rola wit E) Miron Miroński; s. 118 (źródła wit. K) Miron Miroński; s. 119 (rola wit. K) Miron Miroński; s. 120 (źródła wit. K) Miron Miroński; s. 121 (rola wit. C) Miron Miroński; s. 122 (niedobór wit. C) Miron Miroński; s. 123 (rola wit. PP) Miron Miroński; s. 126 (niedobór wit. B2) Miron Miroński; s. 127 (niedobór wit. B6) Miron Miroński; s. 128 (rola wit. B12) Miron Miroński; s. 129 (rola folia-

nów) Miron Miroński; s. 137 (inhibitory enzymów trawiących białka) Miron Miroński; s. 139 (źródła kwasu szczawiowego) Miron Miroński, (produkty wolotwórcze) Miron Miroński; s. 143 (substancje dodatkowe) Miron Miroński; s. 144 (źródła zanieczyszczeń) Miron Miroński; s. 148 (przewód pokarmowy) Miron Miroński; s. 149 (jama ustna) Miron Miroński; s. 150 (żołądek) Miron Miroński, (jelito) Miron Miroński; s. 151 (mikrokosmki) Miron Miroński; s. 152 (jelito) Miron Miroński, (wątroba) Miron Miroński; s. 153 (trzustka) Miron Miroński; s. 168 (zawartość wody) Miron Miroński; s. 171 (zapotrzebowanie na wodę) Miron Miroński; s. 175 (źródła wody) Miron Miroński; s. 176 (wydalanie wody, bilans wody) Miron Miroński; s. 182 (przemiany energetyczne) Miron Miroński; s. 189 (PPPM) Miron Miroński; s. 190 (PPPM) Miron Miroński; s. 198 (rodzaje bilansu) Miron Miroński; s. 200 (kontrola masy ciała) Miron Miroński; s. 201 (typy otyłości) Miron Miroński;

# Klub Nauczyciela **uczę.pl** cenną pomocą dydaktyczną!

## Co można znaleźć w Klubie Nauczyciela?

- podstawy programowe
- programy nauczania
- materiały metodyczne: rozkłady materiału, plany nauczania, plany wynikowe, scenariusze przykładowych lekcji
- materiały dydaktyczne i ćwiczeniowe
- klucze odpowiedzi do zeszytów ćwiczeń




KLUB NAUCZYCIELA uczę.pl

# Kształcimy zawodowo!

**Największa oferta publikacji zawodowych w Polsce**

- podręczniki z **aprobatą MEN**
- **repetytoria i testy** przygotowujące do egzaminów
- nowy cykl **„Pracownia”** do praktycznej nauki zawodu
- ćwiczenia do nauki **języków obcych zawodowych**
- dodatkowe materiały dla nauczycieli na **Uczę.pl**
- wszystkie treści zgodne z **nową podstawą programową**

---

**Skuteczne przygotowanie do nowych egzaminów potwierdzających kwalifikacje w zawodzie**

WSiP WYDAWNICTWA SZKOLNE i PEDAGOGICZNE | wsip.pl | infolinia: 801 220 555