## biopierwiastki

pierwiastki niezbędne do życia roślin, zwierząt i ludzi  
zakłócona równowaga między poszczególnymi biopierwiastkami

* obecność w ustroju pierwiastków szkodliwych
* doprowadza do wystąpienia różnego rodzaju chorób

zawartość pierwiastków w organizmie zależy od ich stężenia:

* w pożywieniu
* w glebie
* w wodzie
* w atmosferze

zbyt małe lub zbyt duże stężenie biopierwiastków w organizmie może być szkodliwe dla zdrowia i życia

częstość występowania najgroźniejszych chorób cywilizacyjnych: nowotwory, miażdzyca, zawał serca, choroby psychiczne, pozostaje w związku ze zmianami składu pierwiastkowego środowiska i pożywienia

#### toksyczność pierwiastków

stopień toksyczności niektórych pierwiastków zależy nie tylko od ich poziomu zawartości w organizmie, ale też od:

* postaci, w której zostały zaabsorbowane
* sposobu ich wiązania przez różne biocząsteczki
* trwałości powstających układów
* ich zaangażowania w przemiany metaboliczne

#### interakcje makro- i mikroelementów

**synergizm** - w chemii wzajemne wzmacnianie działania związków chemicznych lub jonów w danym środowisku, powodujące, że łączny efekt jest większy od sumy efektów ich działania oddzielnego

**antagonizm** - przeciwieństwo, zwalczanie się

### podział biopierwiastków

ze względu na dobowe zapotrzebowanie wśród składników mineralnych wyróżnia się:

* **makroelementy** (stanowią więcej niż 0,01% masy ciała i są niezbędnymi składnikami odżywczymi, dzienne zapotrzebowanie przekracza 100 mg, należą do nich: wapń, fosfor, magnez, potas, sód, chlor, siarka)
* **mikroelementy** (stanowią mniej niż 0,01% masy ciała, dzienne zapotrzebowanie nie wynosi więcej niż 100 mg, należą do nich: żelazo, cynk, miedź, mangan, molibden, fluor, jod, bor, selen, chrom, kobalt)
* **ultraelementy** (ich zawartość w organizmie jest śladowa, należą do nich: złoto, rtęć, stront, rad, srebro, wanad)

#### wchłanianie i przenoszenie pierwiastków śladowych w ustroju

wchłanianie pierwiastków odbywa się z udziałem specyficznych białek transportowych:

* **albuminy** - Cr, Cu, Mn, Se, Zn
* **globuliny**
  + transkobalamina - Co
  + transferyna - Cr, Fe, Mn
  + ceruloplazmina - Cu
  + alfa 2-makroglobulina - Mn, Zn
* **aminokwasy** - Cu, Se

wchłanianie w przewodzie pokarmowym zależy od:

* związków chelatujących - fityny, szczawiany
* białka
* włóknika
* tłuszczy

wydalanie pierwiastków:

* mocz - Co (++), Cr (++), Mo (+), Se (+), Zn (+)
* żółć - Cu (++), Mn (++), Mo (+), Se (+), Zn (++)
* sok trzustkowy - Zn (++)
* pot - Zn (+)
* martwe komórki śluzowe - Fe (+)

(plusy - pokazuje ilość wydalania)

#### Funkcje jonów metali w organizmach żywych - katalityczna

enzymy aktywowane przez jony metali

* wiązanie między jonem metalu a apoenzymem jest **słabe**
  + **metaloenzymy** - enzymy należące do metaloprotein o specyficznych funkcjach kataliycznych; w ich katalitycznych centrach aktywnych znajdują się jony metalu np. miedzi, cynku lub molibdenu, które koordynowane są przez ligandy lub grupy boczne aminokwasów
    - **miedź** występuje w kilkunastu poznanych metaloenzymach:
      * dysmutaza ponadtlenkowa (niezbędna do dekompozycji wolnych rodników)
      * oksydaza cytochromowa
      * hydroksylaza dopaminy (synteza noradrenaliny)
      * urykaza
      * oksydaza lizylowa (tworzenie wiązań krzyżowych w kolagenie i elastynie)
      * tyrozynaza (synteza melaniny)
    - molibden - składnik co najmniej trzech enzymów:
      * aldehydooksydazy
      * ksantooksydazy
      * oksydazy tiolowej
    - cynk jest składnikiem kilkudziesięciu enzymów, w tym np. dehydrogenazy alkoholowej
* określona ilość jonów metalu jest **silnie** związana silnie z apoenzymem  
  - jon metalu nie zmienia stopnia utlenienia w czasie katalizowanej reakcji Zn2+, mN2+. Ni2+, Mg2+, Cu2+ - w reakcjach hydrolizy, dekarboksylacji, transaminacji)  
  - jon metalu ulega procesom redoks Cu+/2+ i Fe2+/3+ - w cytochromach

#### funkcja strukturalna

hydroksyapatyt - jony wapnia

przekazywanie sygnałów hormonalnych

* jony wapnia: śródkomórkowy przekaźnik w mechanizmie działania hormonów, np. wazopresyny
* jod stanowi integralną część trijodotyroniny i tyroksyny (hormonów tarczycy)

### wapń

* ciało ludzkie zawiera ok. 1,2 kg wapnia - 99% w kościach i zębach w postaci hydroksyapatytów; 1% w neuronach i pełni rolę substancji bodźcowej aktywnie przenoszącej impulsy nerwowe
* substancje pokarmowe takie jak:
  + oleje roślinne pochodzące z pełnego ziarna, owoców i warzyw
  + kwasy szczawiowe, występujące w rabarbarze, botwinie i szpinaku
  + kwasy fitynowe znajdujące się w ziarnie
  + tworzą z wapniem a także z magnezem i żelazem nierozkładalne lub trudno rozkładalne sole wydalane przez organizm - wapń jest usuwany z organizmy
* uwalnianie jonów wapnia - proces o ogromnym znaczeniu dla przenoszenia i biologicznego przyswajania tej substancji - wymaga kwaśnego środowiska
  + warto produkty bogate w wapń spożywać razem z większymi posiłkami
  + kofeina oraz teofilina wzmaga wydalanie wapnia

#### równowaga wapniowo-fosforanowa

nadmiar białka (np. w postaci mięsa) powoduje w organizmie wydalanie wapnia z moczem - zwłaszcza, jeśli dodatkowo spożywa się dużo fosforanów (coca-cola, produkty przechodzące proces obróbki lub rafinacji przemysłowej), zakłócając tym samym równowagę wapniowo-fosforową

w naszym organizmie witamina D aktywuje za pomocą promieni słonecznych wzrost kości, co z kolei potęguje zapotrzebowanie na wapń

obecność wapnia w organizmie człowieka wpływa na:

* mocne kości
* zdrowe zęby
* prawidłową krzepliwość krwi
* gojenie się ran
* funkcjonowanie mięśni
* prawidłową czynność serca
* odprężone nerwy
* zdrowy sen
* hormonalną transmisję bodźców
* pogodny nastrój
* poczucie szczęścia, optymizm, entuzjazm
* działanie wielu enzymów
* przyswajanie żelaza w organizmie

źródło wapnia

| sery żółte, twaróg | 420-850 |
| --- | --- |
| migdały, orzechy laskowe | 200-270 |
| figi | 180 |
| jogurt, mleko tłuste | 120-240 |
| żółtko jaja kurzego | 130 |
| kapusta, szpinak | 100-110 |
| groch, soczewica, fasola | 55-108 |
| czekolada | 100 |

objawy niedoboru wapnia w organizmie:

* skurcze mięśni
* uczucie mrowienia i drętwienia w nogach i rękach
* bóle w stawach
* ubytki w uzębieniu, wypadanie zębów
* zaburzenia snu

### fosfor

organizm dorosłego człowieka zawiera 0,7 kg fosforu

* 85% znajduje się w kościach - hydroksyapatyt razem z Ca
* składnik ATP

dzienne zapotrzebowanie na fosfor wynosi:

* dla dorosłego mężczyzny 1,5g
* dla kobiety 1g

fosfor jest również istotny w:

* przyswajaniu tłuszczów
* ochronie komórek
* przemianie materii w komórkach nerwowych, ponieważ tłuszcze fosforowe (fosfolipidy) stanowią składnik błony komórkowej

obecność fosforu w organizmie człowieka wpływa na:

* zdrowe nerwy
* radość życia, optymizm
* przyswajanie i transport tłuszczów w organizmie
* energia i wzrost komórkowy
* kurczliwość mięśni
* bicie serca
* przyswajanie witaminy B2 i B5
* mocne kości
* zdrowe zęby
* węglowodanową, tłuszczową i białkową przemianę materii

objawy niedoboru:

* zaburzenia wzrostu
* dolegliwości kostne
* próchnica zębów
* artretyzm
* brak apetytu
* uczucie znużenia
* nerwowość

źródło fosforu:

* otręby i zarodki pszenne
* ser topiony
* sery żółte
* żółtko jaja kurzego
* orzechy, nasiona
* warzywa strączkowe
* pstrąg, tuńczyk
* wątróbka
* cielęcina
* wołowina
* wieprzowina

nadmierne spożycie napojów gazowanych i mięsa może powodować nadmiar fosforu we krwi -> zaburzenie wchłaniania żelaza, zaburzenie stosunku wapnia do fosforanów -> osteoporoza. zakwaszenie organizmu, wypłukiwanie wapnia z kośćca, upośledza wchłanianie Mg, Zn, Fe -> anemia

### magnez

organizm dorosłego człowieka zawiera tylko 20-28 g magnezu:

* większość znajduje się w szkielecie, a jedynie niewielki ułamek tego pierwiastka jest rozproszony w płynie zewnątrzkomórkowym

dzienne zapotrzebowanie na Mg wynosi:

* dla człowieka ważącego 70 kg - 315 mg
* średnio na kg masy ciała człowiek potrzebuje 4,5 mg magnezu

obecność magnezu w organizmie człowieka wpływa na:

* przemianę węglowodanową i tłuszczową
* przyswajanie substancji mineralnych
* wzrost kości
* działanie mięśni
* prawidłową czynność serca
* przenoszenie bodźców nerwowych
* nastrój
* szkliwo zębowe

aktywuje ponad 300 enzymów, jest ich kofaktorem  
potrzebny jest do syntezy hormonów stresowych: noradrenaliny i adrenaliny

źródło magnezu:

* pestki dyni
* migdały, orzeszki nerkowca
* orzechy laskowe, ziemne, włoskie
* szpinak, produkty sojowe
* groch, fasola, soczewica
* ryby morskie
* kraby
* banany
* wołowina, wieprzowina, szynka
* ziemniaki

objawy niedoboru:

* biegunka
* mdłości
* osłabienie mięśni
* zakłócenia prawidłowej czynności serca
* ubytki w zębach
* dolegliwości kostne
* uczucie mrowienia w rękach i nogach
* nerwowość
* niepokój, stany depresyjne

### sód

zapotrzebowanie dzienne na sód wynosi 120 mg

zbyt duża zawartość soli w naszym pożywieniu nie jest obojętna dla naszego wyglądu; wysuszające działanie soli jest widoczne, szczególnie na skórze twarzy i szyi

jedną z najważniejszych funkcji sodu jest pompa sodowo-potasowa

siłą napędową potrzebną do pompowania jonów sodu i potasu jest hydroliza ATP

* do ATP wiązane są trzy jony Na+
* następnie ATP ulega hydrolizie(zmiana konformacji białka)
* transport jonów Na+ na zewnątrz komórki
* uwolnienie jonów Na+ z kompleksu
* związanie dwóch jonów potasu
* defosforylacja (ponowna zmiana konformacji)
* przeniesienie jonów K+ do wnętrza komórki
* przyłączenie cząsteczki ATP
* uwolnienie jonów K+  
  Cykl enzymatyczny trwa 10 ms -> pojedyncza pompa, przy maksymalnej prędkości 100 obrotów na sekundę, transportuje w ciągu 1s 300 jonów Na+ i 200 jonów K+

Pompa jonowa (sodowo-potasowa)

* aktywny mechanizm utrzymujący duże stężenie jonów potasu i małe jonów sodu wewnątrz komórki
* pompa jonowa transportuje wbrew gradientowi stężeń na zewnątrz jony sodu, a do wewnątrz jony potasu, wykorzystuje do tego procesu energię z ATP
* powoduje to polaryzację błony komórkowej - reagowanie na bodźce

prawidłowe funkcjonowanie pompy:

* zapewnia pracę mięśni
* odprowadza w razie potrzeby wodę z krwi do płynu zewnątrzkomórkowego i odwrotnie, aby utrzymać zawartość wody na stałym poziomie -> wyrównanie ciśnienia tętniczego krwi
* transport substancji odżywczych przez komórki błony śluzowej do krwi, jak ma to miejsce w np. śluzówce jelit
* bierze udział w przekazywaniu impulsów nerwowych

zbyt duże spożycie soli:

* podwyższone ciśnienie tętnicze krwi
* podwyższone stężenie cholesterolu
* dolegliwości ze strony nerek
* choroby naczyniowe
* dolegliwości ze strony wątroby
* niedoczynność gruczołów żołądkowych
* zmęczenie
* obniżenie stężenia cukru we krwi poniżej dopuszczalnej wartości
* cukrzyca

### potas

element pompy sodowo-potasowej

w zdrowym organizmie obecne jest ok. 300g potasu  
zapotrzebowanie dzienne wynosi 2-2,5g dziennie

funkcja i występowanie w organizmie:

* podstawowy elektrolit wewnątrzkomórkowy organizmu ludzkiego
* w płynie zewnątrzkomórkowym znajduje się tylko 2% całkowitego potasu
* występuje w płynach biologicznych (surowica krwi - 5.0 mmol/L; 55 mmol potasu jest wydalane z moczem w ciągu doby)
* uczestniczy w funkcjonowaniu ATP-azy Na/K

źródła:

* awokado, owoc
* brokuły
* banany
* seler
* ziemniaki
* kapusta
* chleb pełnoziarnisty
* sałata
* szparagi
* groch, fasola

objawy niedoboru:

* nerwowość
* problemy ze snem
* znużenie
* zakłócenie rytmu serca
* dolegliwości mięśniowe
* zaparcia
* skurcze jelit
* omdlenia
* nadmierna suchość skóry
* bóle głowy

### chlor

związki chemiczne chloru (chlorki), z których najpopularniejszym jest NaCl, są niezbędne dla zrównoważenia gospodarki wodnej w organizmie, jak również dla zachowania równowagi elektrolitycznej, zwłaszcza w płynie zewnątrzkomórkowym

jako składnik kwasu solnego chlorki wchodzą w skład soku żołądkowego

### siarka

wchodzi w skład aminokwasów:

* metionina
  + kazeina mlekowa, białko jaj
  + musi być dostarczana z pożywieniem
  + uczestniczy w metylacji, a także w reakcjach metabolicznych, dostarczając grupy siarkowej
* cysteina
  + białka zbóż, kukurydza
* tauryna
  + produkt końcowy degradacji cysteiny
  + funkcje biochemiczne:
    - sprzęganie kwasów żółciowych przed wydaleniem ich z wątroby - zwiększa ich rozpuszczalność i zdolności emulgujące tłuszcze w świetle przewodu pokarmowego
    - transportowanie kreatyny do mięśni, co powoduje jej bardziej efektywne wykorzystanie
    - działa jak transmiter metaboliczny i ma dodatkowo efekt detoksykujący oraz wzmaniający siłę skurczu serca
    - wpływa na ośrodkowy układ nerwowy; funkcja neuroprzekaźnika
  + składnik energoli
  + w mleku modyfikowanym dla dzieci
  + karmy dla zwierząt
  + odżywki dla sportowców
  + organizm wytwarza niewielkie ilości tauryny w wątrobie, mózgu, jelitach, mięśniach szkieletowych
  + jej naturalnym źródłem są
    - ostrygi
    - mięso
    - ryby
    - serwatka
    - soczewica
    - groch
  + niemowlęta karmione piersią otrzymują prawidłową dawkę tauryny

obecność siarki w organizmie wpływa na:

* gospodarkę hormonalną (pozytywna osłona stresowa, poczucie szczęścia, radość życia, optymizm, zrównoważony nastrój, odprężone nerwy)
* urodę (włosy - siarka przenika przez cebulkę włosa do keratyny, nawilżona i elastyczna skóra, mocna tkanka łączna, niełamliwe paznokcie, sprawne stawy)
* układ odpornościowy
* przemiana tłuszczowa
* przemiana węglowodanowa
* regenerację jąder komórkowych
* oddychanie komórkowe, procesy energetyczne
* ukrwienie
* funkcjonowanie stawów