

Haurit aquam cribro, qui discere vult sine libro – Sitem czerpie wodę, kto chce uczyć się bez książki.

Satur venter non student libenter – Pełny brzuch nie uczy się chętnie.



Śniadanie w ogrodzie Karol Larisch 1902 -1935
akwarela, papier, 24,7 x 37,5 cm;
Muzeum Narodowe w Warszawie

Analiza kilkuset gatunków roślin, spośród około 0,5 mln i ponad 200, spośród prawdopodobnie 1,1 mln gatunków zwierząt, jak i wielu organów, tkanek i innych substancji pochodzenia biologicznego, pozwoliła na wyodrębnienie i określenie w biologicznych układach szeregu pierwiastków chemicznych jako niezbędnych dla organizmów żywych. Niezbędność pierwiastków dla organizmu człowieka wynika stąd, iż **nie mogą być one syntetyzowane przez niego**. Tym samym w odpowiednich ilościach i proporcjach muszą być dostarczane do jego organizmu, głównie drogą pokarmową. Wśród nich jedynie 11 pierwiastków wydaje się być stałymi i dominującymi we wszystkich biologicznych systemach. U człowieka stanowią one 99,9% z całkowitej ilości znajdującej się w ustroju. Z tej ilości tylko cztery z nich tj. **węgiel, tlen, wodór i azot** stanowią 99%. Tak ogromna ilość wodoru i tlenu wynika z zawartości wody w żyjących systemach. Węgiel i azot, kolejne w ilości w jakiej znajdują się w organizmie stanowią podstawowe składniki w strukturach organizmów i w

Pozostałe 7 pierwiastków, łącznie stanowiących 0,9% wszystkich innych składników w organizmie ludzkim, to: **sód, potas, wapń, magnez, fosfor, siarka i chlor.**

Poza tymi 11 pierwiastkami, absolutnie niezbędnymi, następne 10 jest potrzebnych dla żywych organizmów, ale nie wydają się one niezbędne dla wszystkich. Kolejne 7 może być niezbędne dla roślin lub zwierząt, lub jedynie dla człowieka. Te 17 pierwiastków to: **wanad, chrom, magnez, żelazo, kobalt, molibden, bor, krzem, selen, fluor, jod, arsen, brom, cyna.** Ostatnie lata wskazują na istotną rolę kolejnych pierwiastków takich jak: **glin, lit, rubid, german** a nawet dotychczas traktowanych tylko jako toksyczne kadmu i ołowiu. W przypadku tych dwóch ostatnich istnieje wiele kontrowersji i sprzecznych doniesień, związanych z określeniem ilości i gatunków, dla których są one niezbędne.

Akumulowanie pewnych składników mineralnych przez systemy biologiczne nie stanowi gwarancji o ich niezbędności jak również oznaczenia ich w określonych systemach; ponadto niektóre z tych systemów akumulują pewne pierwiastki, mimo że są one im niepotrzebne. Stąd pojęcie **niezbędności dla żywych** organizmów wymaga ujęcia szeregu aspektów. Ogólnie termin ten powinien być rozważany łącznie ze stale obecnym w systemie biologicznym pierwiastkiem, którego **brak w źródle żywieniowym tego gatunku prowadzi do choroby, anomalii metabolicznych lub zaburzeń w jego rozwoju, w tym braku reprodukcji**. Poprawa obserwowana po suplementacji danym pierwiastkiem może być związana dodatkowo ze zmianami w mikroflorze jelitowej, efektami farmakologicznymi albo interakcjami z innymi składnikami.

W ocenie dziennego spożycia pierwiastka (w diecie, całodiennej racji pokarmowej) wykorzystuje się wiele technik badawczych. Jedną z nich i stosunkowo tanią jest **metoda obliczeniowa**. W metodzie tej wylicza się zawartość pierwiastka w całodiennej racji pokarmowej (czyli tej ilości, która została zjedzona w ciągu ostatnich 24 godzin, w dniu poprzedzającym badanie) w oparciu o odpowiednie „Tabele wartości odżywczej”. W tym miejscu ogromną rolę odgrywa wiedza o sposobie w jaki tworzone są one i jakiej żywności dotyczą. Korzystanie z tłumaczonych tabel pochodzących z innych krajów jest błędem merytorycznym.

Elementarny skład żywności uwarunkowany jest bowiem szeregiem czynników. Należą do nich między innymi: warunki geomorfologiczne występujące na danym terenie, rodzaj zastosowanych metod agrotechnicznych, zróżnicowanie gatunkowe i odmianowe surowców, różnice w recepturach i metodach analitycznych.

Ogólnie, **największa zmiennością charakteryzuje się zawartość mikroelementów**. Znaczna też jest zmienność zawartości wody w warzywach i owocach, tłuszczu w produktach mięsnych oraz składników mineralnych i witamin w żywności przetworzonej. Polskie bazy danych o zawartości i przygotowywanych z nich potrawach tworzone są od wielu lat. Podstawowa baza została stworzona przez Instytut Żywności i Żywienia i opublikowana w formie tabel wartości odżywczej. Ostatnie tabele zostały wydane w roku 1998 i obejmują 610 produktów, w których zawartość pierwiastka podano w 100 g produktu jadalnego i 100 g produktu rynkowego. Oprócz tego ośrodki naukowe, które zajmują się oceną sposobu żywienia pod względem jakościowym i ilościowym tworzą własne bazy, które na bieżąco uzupełniają o wartości liczbowe wykorzystując w nich własne wyniki analiz chemicznych lub informacje pozyskane z naukowego piśmiennictwa krajowego.

Biodostępność (bioavailability) jakiegokolwiek pierwiastka np. cynku, będącego składnikiem mineralnym wyrażana jest częścią całkowitej zawartości składnika mineralnego w żywności, posiłku, czy całodziennej diecie, która została przyswojona przez organizm. Poza żelazem nie jest możliwe zmierzenie tych wielkości bezpośrednio, stąd różne techniki stosowane są do pomiarów absorpcji i retencji.

Wśród metod używanych do oceny biodostępności pierwiastków znajduje się **badanie bilansem chemicznym**, w którym pobranie i wydalanie, np. cynku, mierzone jest ilościowo w ciągu dnia, tygodnia. Bada się adaptację organizmu do całej diety w określonym czasie.

Podstawowym problemem w konwencjonalnej bilansowej technice jest to, że rzeczywista absorpcja składnika mineralnego z produktu spożywczego nie może być prawidłowo zdefiniowana, ponieważ nie ma możliwości określenia różnic między tym co zostało niezaabsorbowane a tym co wydzielone wewnętrznie w ustroju np. z sokami trawiennymi. Problem ten jest szczególnie istotny w przypadku cynku, który w dużym stopniu jest wydzielany wewnętrznie do światła przewodu pokarmowego i stąd technika bilansowa może dawać nieprawidłowe wyniki.

W ocenie biodostępności wyróżnia się szereg metod pomiarowych, przy czym żaden z nich nie jest idealny. Należą do nich:

1. Technika izotopowa.
2. Technika z zastosowaniem stałych izotopów (nie radioaktywnych, bardzo kosztowna).
3. Technika pomiaru wydalania składników w porannym stolcu.
4. Retencja tkankowa – np. pomiar żelaza w erytrocytach.
5. Technika monitorowania porannego moczu – mająca istotne znaczenie przy pomiarach tych składników mineralnych, które są wydalone z moczem.

W **określaniu biodostępności** wykorzystuje się znakowanie **stałymi izotopami (stable isotopes)** metodami wewnętrzną (**intrinsic**) lub zewnętrzną (**extrinsic**).

Metoda intrinsic polega na wbudowaniu np. izotopu 67, 68 lub 70 cynku do rosnącej rośliny lub zwierzęcia. W przypadku roślin istnieją 4 sposoby:

- a) do roztworu odżywczego dodaje się izotop, którym następnie dokarmia się (podlewa) rośliny w poszczególnych donicach;
- b) metoda ciągłego podlewania roztworem z izotopem w kulturach hydroponicznych;
- c) wstrzykiwanie roztworów do tkanek rosnących roślin;
- d) zraszanie dokarmianie liściowe.

Stały izotop może zostać wbudowany w organizm zwierzęcy poprzez podawanie w żywności – karmienie, podawanie przez zgłębnik lub dzięki iniekcji – dożylniej, domięśniowej lub śródtrzewnowo.

Tak przygotowane surowce roślinne lub zwierzęce poddawane są następnie kulinarnej obróbce i służą do naturalnego karmienia osób biorących udział w badaniu. W ocenie biodostępności cynku wykorzystano, po zastosowaniu powyższych metod wbudowywania stałego izotopu cynku ^{67}Zn , ziarna zbóż, mleko kóz, mięso kurcząt i jaja.

W **metodzie zewnętrznej (extrinsic)** znakowanie żywności polega na podaniu roztworu stałych izotopów do potrawy – posiłku bezpośrednio przed spożyciem.

Składniki mineralne - niezbędne - ustrój człowieka nie potrafi ich zsyntetyzować

Do prawidłowego żywienia potrzebnych minimum 14 składników mineralnych.

Makro - pierwiastki - niezbędne w żywieniu człowieka te składniki mineralne, na które zapotrzebowanie wynosi więcej niż 100 mg/osobę/dzień

Ca, P, Mg, Na, K, Cl

Mikro - pierwiastki - wystarczają w ilościach mniejszych niż 100 mg/osobę/dzień

Fe, J, Zn, Mn, Cu, Co, Mo, F, Se, Cr

Interakcje składników mineralnych w żywności

Fizyczne i chemiczne właściwości zależne są od:
konfiguracji elektronów określone przez ich liczby
kwantowe
rozpuszczalność składników mineralnych w
żywności podczas przygotowywania,
przetwarzania i przechowywania

Interakcja zależy od:
potencjału redukcyjnego,
pH żywności,
długości czasu procesu,
i lub przechowywania,
typu wiązań,
rodzaju kompleksu,
chelatowania

Typy interakcji składnik mineralny-składnik mineralny

reakcje antagonistyczne

obecność jednego hamuje biologiczną aktywność drugiego - Fe-Zn, Zn-Cu

reakcje synergistyczne

gdy jeden może zastąpić drugi lub obydwa mogą oddziaływać zwiększając wzajemnie siłę działania Ca i Sr w mineralizacji szkieletu

reakcje mieszane

Miejsca interakcji:

w żywności i napojach

w przewodzie pokarmowym - konkurencja o miejsca, koadaptacja w mechanizmach wchłaniania - podobne chemicznie związki dzielą „kanały absorpcji” - Cd i Ag hamują wchłanianie Cu, Zn i Fe

na poziomie tkanek - w miejscach magazynowania, w działających białkach i/lub enzymach

w transporcie wewnątrz organizmu

WAPŃ

1.4-1.6% ogólnej masy człowieka

Ca w przestrzeni pozakomórkowej - 99.85% kości i zęby,

0.05% w płynie pozakomórkowym

Stężenie Ca:

w surowicy - 2.25-2.65 mmol/l

Adaptacja do niskiego i wysokiego spożycia - długi okres.

Spożycie ok. 800 mg/dzień - absorpcja ok. 20%

250 mg/dzień - absorpcja 70%

z przeciętnej racji pokarmowej przyswaja się 30-40% Ca

Wchłanianie zależy od:

składu pożywienia,

zawartości włókna pokarmowego,

pH w jelicie cienkim (niskie – wzrost),

obecności związków chemicznych wiążących Ca (kwas szczawiowy, fityniany),

substancji ułatwiających proces (laktoza aminokwasy),

stosunku Ca:P w treści pokarmowej,

obecności witaminy D.

Najlepsze źródło - mleko, mniejsze ser

Różne opinie -

- 1) wzrost Ca w diecie - zmniejszenie absorpcji - nie ma potrzeby zwiększania Ca nadmiernie, w ciąży wzrost absorpcji Ca
- 2) należy zwiększyć zawartość w diecie

Wapń wchłaniany w jelicie czczym, mniejsze ilości okrężnica

Metabolity witaminy D, kalcytonina i parathormon - wpływ na aktywną fazę wchłaniania.

Osoby starsze - upośledzone wchłanianie

Zalecenie Ca:

Kobiety 19-25 lat - p poziom bezpieczny **1100 mg/osobę** - norma zalecana 1200 mg/osobę

Mężczyźni 19-25 lat poziom bezpieczny **1100 mg/osobę** - norma zalecana 1200 mg/osobę

FOSFOR

Główna część związana z Ca w kościach

Tkanki miękkie, płyny ustrojowe - P nieorganiczny

Energia - ATP - trójadenozynofosforan i inne

Kwasy nukleinowe

Homeostaza - w ustroju bardziej zależna od obecności składnika w diecie

Stosunek 1 mmol Ca: 1 mmol P

Stosunek Ca:P jest mniej ważny dla dorosłych,
dla dzieci powinien być od 1.2:1 do 2.2:1

Około połowy fosforu w pożywieniu pochodzi z mleka, mięsa i ryb

Napoje gazowane - coca cola, pepsi cola i inne wzrost w diecie,
szczególnie dzieci - zaburzony stosunek

Nie stwierdza się niedoborów żywieniowych

Zalecenie P:

Kobiety 19-25 lat - poziom bezpieczny **800 mg/osobę** - norma
zalecana 900 mg/osobę

Mężczyźni 19-25 lat - poziom bezpieczny **800 mg/osobę** - norma
zalecana 900 mg/osobę

MAGNEZ

20-28 g magnezu,

40% mięśnie i tkanki miękkie, 1% płyny międzykomórkowe,
kości - reszta

Aktywacja ok. 300 enzymów

Powiązany z metabolizmem Ca

50% Mg pobranego z pożywieniem przyswajane

Hamowanie wchłaniania:

fityniany, włókno pokarmowe,

zwiększenie w diecie Ca i P,

wysoka zawartość tłuszczu

Wzrost - niski poziom Mg a normalny Ca i P absorpcja
podwyższona, wzrost spożycia białka

Spożycie Mg ponad 2 g/dzień - nie ma wchłaniania w jelitach
im mniejsze spożycie tym bardziej efektywne wchłanianie i
zatrzymywanie przez nerki

UK - w ciąży nie ma potrzeby większego spożycia - zwiększone
wchłanianie

Niedobory - przewlekłe zaburzenia wchłaniania, biegunki, przewlekła niewydolność nerek, alkoholizm. niedobory białkowo-kaloryczne, stosowanie środków moczopędnych, żywienie parenteralne

Zalecenie Mg:

Kobiety 19-25 lat - poziom bezpieczny **280 mg/osobę** - norma zalecana 300 mg/osobę

Ciężarne - poziom bezpieczny **320 mg/osobę** - norma zalecana 350 mg/osobę

Karmiące - poziom bezpieczny **350 mg/osobę** - norma zalecana 380 mg/osobę

Mężczyźni 19-25 lat - poziom bezpieczny **350 mg/osobę** - norma zalecana 370 mg/osobę

ŻELAZO

3-5 g - 65-67% w hemoglobinie (erytroblasty, erytrocyty), 3-5% mioglobina, 7% enzymy zawierające żelazo

Reszta - ferytyna i hemosyderyna (wątroba i śledziona)

Zmniejszone wchłanianie - uruchomienie zapasów z tkanek

Wchłanianie - zjonizowanie (kwas solny z soku żołądkowego) w jelicie cienkim (dwunastnica i początkowy odcinek jelita czczego) przez nabłonek jelitowy (Fe^{+2}) i utlenia się do Fe^{+3} , połączenie w komórkach nabłonka jelitowego z białkiem apoferytyną - powstaje ferrytyna

Wchłanianie - ilość i postać

żelazo hemowe (z hemoglobiny i mioglobiny)

absorbowane bezpośrednio jako kompleks żelazawo-porfirynowy

żelazo niehemowe - modyfikowane dietą - witamina C wzmacnia absorpcję

Przyjmuje się - 15% absorpcji gdy dieta mieszana

Mężczyźni i kobiety w okresie pomenopauzalnym zatrzymują w organizmie

Żelazo z czerwonych krwinek jest w wyniku ich rozpadu ponownie wykorzystywane oraz usuwane z wydaliniami, moczem i rozpadniętymi komórkami z przewodu pokarmowego.

Niemowlęta i dzieci - dodatkowe ilości - wzrost objętości krwi i tkanki mięśniowej

Największe zapotrzebowanie - kobiety w okresie rozrodczym podczas menstruacji

Trudno ustalić zapotrzebowanie
tanina hamuje

Wysokie spożycie Fe może być szkodliwe

Zalecenie Fe:

Kobiety 19-25 lat - aktywność fizyczna mała i umiarkowana

poziom bezpieczny **14 mg/osobę** -
norma zalecana 18 mg/osobę

aktywność fizyczna duża
poziom bezpieczny 17 mg/osobę -
norma zalecana 19 mg/osobę

Ciężarne - poziom bezpieczny **22 mg/osobę** - norma
zalecana 26 mg/osobę

Karmiące poziom bezpieczny **18 mg/osobę** -
norma zalecana 20 mg/osobę

Mężczyźni 19-25 lat poziom bezpieczny **11 mg/osobę** -
norma zalecana 15 mg/osobę

CYNK

2g - 60% mięśnie szkieletowe, 30% kości, 4-6% skóra i włosy

Cynk w szeregu enzymach, część struktury membran komórkowych

Wchłanianie w końcowych odcinkach jelita cienkiego

Absorpcja cynku - ok. 30% z diety

wzrasta w obecności białka zwierzęcego, gdy mała ilość cynku - wzrost wchłaniania (duża ilość w diecie hamuje wchłanianie)

Absorpcja wzrasta podczas ciąży,

Utraty cynku z organizmu niskie - głównie gromadzi się w soku trzustkowym, skąd reabsorbowany

W normalnych warunkach niedobory nie występują

Spożycie ok. 2 g Zn - powoduje mdłości i wymioty

Długotrwałe spożywanie 50 mg/dzień interferuje z metabolizmem Cu

Zalecenie Zn:

Kobiety 19-25 lat - poziom bezpieczny **10 mg/osobę** -
norma zalecana 13 mg/osobę

Ciężarne - poziom bezpieczny **12 mg/osobę** -
norma zalecana 16 mg/osobę

Karmiące poziom bezpieczny **16 mg/osobę** -
norma zalecana 21 mg/osobę

Mężczyźni 19-25 lat poziom bezpieczny 14 mg/osobę -
norma zalecana **16 mg/osobę**

MIEDŹ

ok 80 mg przy 70 kg masy ciała

składnik enzymów miedziozależnych - synteza niektórych amin biogennych i peptydów,

udział w powstawaniu krwinek czerwonych, w nich pod postacią erytrokuperiny

w skład ceruloplazminy (alfa-globulina + miedź) w przemianach tlenowych

Choroba Wilsona, Menkesa -

mało danych na temat zapotrzebowania na Cu

Wysokie spożycie szkodliwe - w niektórych krajach poziomy 1.6 mg/l w wodzie do picia związane jest efektami toksycznymi

Zalecenie Cu:

Kobiety 19-25 lat - zalecany poziom bezpieczny **2.0-2.5 mg/osobę**

Ciężarne - zalecany poziom bezpieczny **2.0-2.5 mg/osobę**

Karmiące - zalecany poziom bezpieczny **2.2-2.7 mg/osobę**

Mężczyźni 19-25 lat zalecany poziom bezpieczny **2.0-2.5 mg/osobę**

JOD

25-50 mg, z tego 8-10 mg w tarczycy

Potrzebny do produkcji hormonów tyroidowych, biorących udział w kontroli metabolizmu

u niemowląt dla zapewnienia normalnego rozwoju systemu nerwowego

Wchłanianie - w jelitach prawie w całości, z powietrza przez błony śluzowe układu oddechowego, przez skórę

Najwięcej jodu - ryby morskie,

Przyswajanie utrudniają siarkocyjanki, glikozydy z grupami cyjanowymi

Nadmierne spożycie jodu hipertyrodyzm - niektórzy ludzie bardziej wrażliwi

Niedobór - przerost tarczycy, powstawanie wola, niedoczynność tarczycy, opóźnienie rozwoju, upośledzenie rozrodczości

O spożyciu jodu - ilość wydzielana z moczem

Spożycie nie większe niż 17 ug/kg/dzień lub 1000 ug/dzień

Zalecenie J:

Kobiety 19-25 lat - poziom bezpieczny **140 ug/osobę** - norma zalecana 160 ug/osobę

Ciężarne - poziom bezpieczny **165 ug/osobę** - norma zalecana 180 ug/osobę

Karmiące poziom bezpieczny **185 ug/osobę** - norma zalecana 200 ug/osobę

Mężczyźni 19-25 lat poziom bezpieczny **140 ug/osobę** - norma zalecana 160 ug/osobę

SELEN

Wchodzi w skład enzymu zapobiegającego procesom oksydacyjnym wewnątrz komórki peroksydaza glutationu
Ochronne działanie przed toksycznym wpływem nadtlenków metali ciężkich i innych związków toksycznych
Ilość enzymu wzrasta ze wzrostem spożycia seleniu do pewnego momentu
Poziom we krwi, moczu, tkankach odzwierciedla dzienne spożycie
Okolo 55% seleniu absorbowane z pozywienia, zależy od poziomu witaminy E w pozywieniu
Nie ma ewidentnych dowodów - wysokie spożycie zapobiega rakom, a palenie i ciąża wzmacnia zapotrzebowanie na selen
Maksymalne spożycie - dla dorosłych 6 ug/kg/dzień

Zalecenie Se:

Kobiety 19-25 lat - poziom bezpieczny **50 ug/osobę** - norma
zalecana 60 ug/osobę

Ciężarne - poziom bezpieczny **60 ug/osobę** - norma
zalecana 65 ug/osobę

Karmiące - poziom bezpieczny **70 ug/osobę** - norma
zalecana 75 ug/osobę

Mężczyźni 19-25 lat - poziom bezpieczny **60 ug/osobę** -
norma zalecana 70 ug/osobę