

MAKROELEMENTY

Składnik	Zawartość w organizmie dorosłego człowieka (g)	Występowanie i najważniejsze funkcje	Zalecane dzienne spożycie dla dorosłych (mg)	Produkty bogate w dany składnik
Wapń	1200	podstawowy składnik kości i zębów, kofaktor wielu enzymów, udział w kurczliwości mięśni, przewodnictwie bodźców nerwowych, przepuszczalności błon komórkowych, regulacji pobudliwości nerwów, krzepliwości krwi,	900	sery podpuszczkowe mleko, napoje mleczne ser twarogowy sardynki, śledzie jarmuż fasola
Fosfor	700-900	składnik kości i zębów, kwasów nukleinowych, tkanki mózgowej, błon komórkowych, związków wysokoenergetycznych, koenzymów, główny anion wewnątrzkomórkowy, udział w reakcjach fosforylacji, utrzymaniu pH krwi (składnik buforów)	700	sery podpuszczkowe fasola, groch sery twarogowe, jaja mięso, ryby zbożowe z pełnego przemiału
Magnez	25-35	składnik kości i zębów, tkanek miękkich; udział w. przewodnictwie nerwowym, kurczliwości mięśni (antagonista wapnia), syntezie kwasów nukleinowych i białka, metabolizmie lipidów, termoregulacji, aktywator enzymów (głównie kinaz).	mężczyźni 370 kobiety 300	proszek kakaowy kasza gryczana groch, fasola, orzechy płatki kukurydziane zbożowe z pełnego przemiału makarony
Sód	90-100	główny kation płynu zewnątrzkomórkowego, występuje w soku trzustkowym i jelitowym, kościach; reguluje gospodarkę wodną (objętość osocza, ciśnienie osmotyczne płynów pozakomórkowych), wpływa na równowagę kwasowo-zasadową, bierze udział w kurczliwości mięśni i przewodnictwie nerwowym, transporcie aminokwasów, cukrów itp	575-625 (zależy od aktywności fizycznej)	sol kuchenna, ryby solone wędliny i wędzonki konserwy mięsne sery podpuszczkowe pieczywo
Potas	110-140	główny kation płynu wewnątrzkomórkowego, występuje w sokach trawiennych i kościach, reguluje gospodarkę wodną (objętość komórek, ciśnienie osmotyczne wewnątrzkomórkowe), wpływa na równowagę kwasowo-zasadową, reguluje czynności mięśni i nerwów (potencjał błon komórkowych), zwiększa przepuszczalność błon komórkowych (antagonista Ca)	3500	strączkowe orzechy ziemniaki niektóre ryby banany, porzeczki mięso zbożowe-całe ziarno
Chlor	90-100	główny anion płynów pozakomórkowych, występuje w soku żołądkowym i ślinie (aktywuje amylazę), uczestniczy w regulacji gospodarki wodnej i równowagi kwasowo-zasadowej	750-800 (zależy od aktywności fizycznej)	sól kuchenna wędliny sery podpuszczkowe
Siarka	120-200	składnik białek, mukopolisacharydów i sulfolipidów (włosy, skóra, paznokcie, chrząstki), składnik ważnych biologicznie związków koenzymu A, tiaminy, biotyny, kwasu liponowego, hormonów przedniego płata przysadki, insuliny, glutationu, bierze udział w detoksykacji	nie ustalone	sery podpuszczkowe mięso, ryby strączkowe warzywa kapustne, jaja

MIKROELEMENTY

Składnik	Zawartość w organizmie dorosłego człowieka (mg)	Najważniejsze funkcje	Zalecane dzienne spożycie dla dorosłych	Produkty bogate w dany składnik
Żelazo	3500-4500	składnik hemoglobiny, mioglobiny i wielu enzymów, niezbędny do transportu i magazynowania tlenu, transportu elektronów (cytochromy), desaturacji kwasów tłuszczowych, destrukcji nadtlenu wodoru (katalaza), jodowania tyrozyny (peroksydaza tarczycowa), biosyntezy prostaglandyn, katabolizmu tryptofanu, detoksykacji związków obcych (cytochrom P-450)	mężczyźni 15 mg kobiety 18-19 mg	wątroba strączkowe szczypiorek pietruska korzeń mięso,zbożowe
Cynk	1600-2300	niezbędny dla ponad 200 enzymów, m.in. polimeraz DNA i RNA, dysmutazy nadadtlenkowej, anhidrazy węglanowej, niezbędny do syntezy białka i kwasów nukleinowych, ochrony przed wolnymi rodnikami, stabilności błon komórkowych, odporności humoralnej i komórkowej, syntezy białka wiążącego wit A, produkcji i/lub sekrecji hormonów (testosteron, insulina, tyroksyna), odczuwania smaku i zapachu, metabolizmu alkoholu	mężczyźni 16 mg kobiety 13mg	mięso wątroba,sery podpuszczkowe fasola, groch kasza gryczana orzechy przetwory zbożowe
Miedź	60-80	składnik wielu enzymów, niezbędna do transportu Fe (ceruloplazmina), dekompozycji wolnych rodników (dysmutaza nadadtlenkowa), syntezy noradrenaliny (hydrolaza dopaminy), tworzenia wiązań krzyżowych w kolagenie i elastynie (oksydaza lizylova), syntezy melaminy (tyrozynaza), utrzymania struktury keratyny (oksydaza tiolowa)	2-2,5 mg	orzechy wątroba groch,fasola kasza gryczana, pieczarka makarony, zbożowe ryby
Mangan	10-20	składnik metaloenzymów, niezbędny do przemiany pirogronianu w szczawiooctan (karboksylaza pirogronianowa), dekompozycji wolnych rodników (dysmutaza nadadtlenkowa), syntezy	2-5 mg	orzechy zbożowe z pełnego przemiału czarne jagody

		mocznika (arginaza), aktywator wielu enzymów m in glikozylotransferazy, syn-tetazy glutamimianowej, ważny dla tworzenia tkanki łącznej i kości, funkcji mózgu i trzustki		fasola, groch czekolada herbata-napar
Fluor	3000-4000	składnik kości i zębówy przeciwdziała próchnicy, zwiększa gęstość kości	1.5-4,0 mg	ryby soja wątroba
Molibden	9-16	składnik enzymów, niezbędny do utleniania aldehydów (oksydaza aldehydowa), metabolizmu puryn i pirymidyn (oksydaza ksantynowa), detoksykacji siarczynów (oksydaza siarczynowa).	75-250 µg	strączkowe wątroba kapusta czerwona jaja, wołowina, kasza gryczana
Jod	25-50	wchodzi w skład hormonów tarczycy, zapobiega powstawaniu wola endemicznego	160 µg	sol kuchenna jodowana, ryby
Selen	6-21	składnik peroksydazy glutationowej (rozkład nadtlenu wodoru i nadtlenu lipidowych), niezbędny do przemiany hormonów tarczycy (dejodynaza), chroni przed stresem oksydacyjnym	mężczyźni 70 µg, kobiety 60 µg	nerki ryby kukurydza wątroba, orzechy
Chrom	1-6	składnik czynnika tolerancji glukozy, obniża stężenie cholesterolu w surowicy	50-200 µg	drożdże piwne wątroba wołowa, groszek zielony halibut, cebula, kukurydza jaja
Kobalt	1,1-1,5	wchodzi w skład wit B12 (4%), w formie nieorganicznej działa korzystnie na cripotropę.	jako wit B12	fasola, cebula smalec wątroba kapusta

Składniki mineralne spełniają w organizmie wiele funkcji:

- stanowią materiał budulcowy: kości, zębów, skóry i włosów (Ca, P, Mg, S, F);
- wchodzi w skład związków o podstawowym znaczeniu dla funkcjonowania organizmu, np. hemoglobiny, mioglobiny (Fe), tyroksyny (I), witaminy B12 (Co), związków wysokoenergetycznych (P), a także enzymów, stanowiąc ich integralną część lub pełniąc funkcję aktywatora (Zn, Mn);
- utrzymują trójwymiarową strukturę cząsteczek ważnych biologicznie związków, np. podwójnej spirali DNA (Zn, Mg);
- odgrywają podstawową rolę w gospodarce wodno-elektrolitowej (Na, K, Cl), utrzymaniu równowagi kwasowo-zasadowej i pobudliwości nerwowo-mięśniowej.

Źródłem składników mineralnych dla organizmu są przede wszystkim produkty spożywcze, woda oraz sól kuchenna. W celu uzupełnienia niedostatecznego spożycia z diety wzbogaca się produkty spożywcze niektórymi pierwiastkami (Ca, Fe). Ostatnio dość powszechne dla pełnego zaspokojenia potrzeb organizmu staje się uzupełnianie diety preparatami farmaceutycznymi, zawierającymi pojedyncze składniki mineralne lub ich zestawy, często w połączeniu z witaminami i innymi składnikami odżywczymi. Jest to tzw. suplementacja.

Składniki mineralne oznaczają się w materiale biologicznym po spopieleniu na sucho i rozpuszczeniu otrzymanego popiołu w kwasach lub po bezpośrednim utlenieniu substancji organicznych kwasami mineralnymi. Czasami można stosować ekstrakcję wodą lub oznaczać pierwiastki bezpośrednio w próbce, np. w wodzie czy osoczu. Obecnie najbardziej rozpowszechnionymi metodami oznaczania zawartości składników mineralnych w materiałach biologicznych są: atomowa spektrofotometria absorpcyjna płomieniowa lub bezpłomieniowa, fotometria płomieniowa, a dla niektórych pierwiastków - także plazmowa spektroskopia emisyjna.

Wykorzystanie przez organizm zawartych w pożywieniu składników mineralnych zależy od wielu czynników, które związane są zarówno z produktami spożywczymi, jak i z organizmem). Wpływ ten może mieć miejsce w trzech etapach, a mianowicie: dostępności do absorpcji jelitowej, efektywności wchłaniania oraz zużytkowania w puli funkcjonalnej lub magazynowej. Jako biodostępną określa się tę ilość składnika, która po uwolnieniu w świetle przewodu pokarmowego jest wchłonięta (zaabsorbowana) do krwi. Dla składników mineralnych ogólną miarą wykorzystania, czyli przyswajalności, jest retencja w organizmie, określana na podstawie bilansu spożycia i wydalania lub przy użyciu izotopów. Niezależnie od tego, dla każdego pierwiastka poszukuje się mierników odzwierciedlających poziom zasobów w organizmie (np. stężenie ferrytyny w osoczu - dla żelaza) oraz pulę funkcjonalną (np. aktywność specyficznych enzymów lub wbudowanie w istotne biologicznie struktury), które byłyby wskaźnikami biodostępności specyficznej - dla tkanek czy procesów.

Organizm człowieka może funkcjonować nawet przy dość znacznych wahaniami w spożyciu składników mineralnych dzięki mechanizmom regulacji procesów wchłaniania jelitowego, magazynowania i wydalania, które służą utrzymaniu tzw. homeostazy.

Homeostaza jest to zachowanie przez organizm względnie stałego stanu równowagi procesów życiowych, niezależnie od wpływów otoczenia.

Jednak zarówno dłużej utrzymujący się niedobór w diecie, jak i nadmiar, mogą mieć poważne konsekwencje w postaci specyficznych dla danego składnika chorób czy zaburzeń przyczyniających się do powstawania chorób cywilizacyjnych, jak np.: miażdżyca, osteoporoza, nowotwory, cukrzyca; mogą też wykazywać działanie toksyczne.

Dla składników, których rola w organizmie i czynniki wpływające na biodostępność są dobrze poznane (Ca, P, Mg, Fe, Zn, I), ustalono zalecane dzienne spożycie z diety, dla innych (Cu, Mn, F, Cr, Mo) wyznaczono tylko tzw. wystarczające i bezpieczne spożycie, a dla tych, które zwykle znajdują się w racji pokarmowej w nadmiarze w stosunku do potrzeb (Na, K, Cl), określono tzw. minimalne spożycie.

Wapń

Okolo 99% wapnia występującego w organizmie człowieka znajduje się w kościach, jako składnik blaszek kostnych, oraz w zębach. Wapń może być uruchamiany z kości w celu pełnienia różnych funkcji w organizmie. Nadmierne uruchamianie wapnia może doprowadzić do odwapnienia kości. Zaledwie ok. 1 % wapnia znajduje się w tkankach miękkich oraz we krwi i innych płynach ustrojowych. Pełni on tam ważną rolę: wpływa na prawidłowe funkcjonowanie mięśnia sercowego, bierze udział we właściwej przepuszczalności błon komórkowych, w procesie krzepnięcia krwi, w przewodzeniu bodźców nerwowych oraz zwiększa odporność ustroju. Spadek ilości wapnia w surowicy krwi poniżej określonego poziomu może doprowadzić do wystąpienia objawów tzw. tężyczki, a nadmierny wzrost - do zaburzeń pracy serca i oddychania. Ponadto jony wapnia są aktywatorami wielu enzymów, np. enzymów trawiennych - lipazy, podpuszczki.

Stopień wchłaniania wapnia zależy głównie od potrzeb organizmu. Dzięki mechanizmom adaptacyjnym wchłanianie wapnia z pożywienia jest wyższe przy niskiej jego zawartości w organizmie i odwrotnie. Składniki pożywienia także odgrywają dużą rolę: korzystnie wpływają niektóre aminokwasy (lizyna, arginina), cukier mleczny - laktoza oraz witamina D, zaś wchłanianie wapnia utrudniają nadmierne ilości kwasu szczawowego oraz kwasu fitynowego w racji pokarmowej.

Na prawidłową gospodarkę wapnia w organizmie ma też wpływ odpowiedni stosunek wapnia do fosforu w racji pokarmowej. Za najbardziej korzystny

dla ludzi dorosłych uznano stosunek Ca:P jak 1:1, dla dzieci 1,2:1, a dla niemowląt 1,5:1. Obecnie uważa się, że stosunek Ca:P w racji pokarmowej może mieścić się w szerszym zakresie, o ile racja zawiera dostateczną ilość witaminy D. Biorąc pod uwagę warunki klimatyczne panujące w naszym kraju, charakteryzujące się stosunkowo małym nasłonecznieniem oraz dość niskie spożycie witaminy D, zachowanie odpowiedniego stosunku wapnia do fosforu w racji pokarmowej wymaga większej uwagi niż w innych krajach.

Przewlekły niedobór wapnia w żywieniu prowadzi u dzieci do powstania krzywicy i zahamowania tempa wzrostu, a u osób dorosłych do osteoporozy i łamliwości kości.

Dzienna zalecana norma spożycia wapnia wynosi 900 mg dla dorosłych (26-60 lat) przy poziomie bezpiecznym 800 mg na osobę. Kobiety w ciąży i karmiące

powinny otrzymywać o 300 mg więcej wapnia. Około 50% zalecanego spożycia wapnia powinno pochodzić z mleka i serów.

Przyjmuje się, że wchłanianie wapnia z mieszanego żywienia wynosi 20-40%. Najlepszym źródłem wapnia są mleko i produkty mleczne. Zawartość dobrze przyswajalnego wapnia w mleku wynosi ok. 120 mg w 100 g, a np. w serach żółtych podpuszczkowych 530-860 mg w 100 g.

Wapń znajduje się także w konserwach rybnych spożywanych w raz z ościami (sardynki w oleju zawierają ok. 330 mg wapnia w 100 g), w niektórych warzywach liściastych (jarmuż, pietruszka - nać, dynia). Przeswajanie wapnia z warzyw jest utrudnione z powodu zawartości w nich błonnika.

Należy zdawać sobie sprawę, że nie ma możliwości dostarczenia odpowiednich ilości wapnia, bez codziennego spożywania mleka i jego przetworów (osoby dorosłe nie mniej niż 0,5 l mleka na dzień, wliczając w to przetwory mleczne). Wysokie spożycie mleka ma szczególne znaczenie w żywieniu dzieci, młodzieży, kobiet w ciąży i karmiących.

Fosfor

Fosfor w organizmie występuje głównie w kościach (ok. 80% całej ilości tego składnika). Pozostałe ok. 20% znajduje się w tkankach i płynach ustrojowych. Przemiany fosforu łączą się ściśle z gospodarką wapniową.

Fosfor występuje w każdej komórce organizmu, pełniąc różnorodne i istotne funkcje. Obok wapnia jest głównym składnikiem mineralnym kości, wchodzi w skład białek, tłuszczów, węglowodanów, kwasów nukleinowych oraz związków wysokoenergetycznych. Bierze udział w przemianach katabolicznych i anabolicznych (procesy przemiany materii) zachodzących stale w organizmie. Wchodząc w skład kwasów nukleinowych (DNA i RNA), odgrywa rolę w procesach namnażania się komórek. Ponadto jony fosforu spełniają rolę buforującą w płynach ustrojowych, warunkując wraz z innymi jonami właściwy odczyn środowiska.

Dzienna zalecana norma spożycia fosforu wynosi 700 mg dla dorosłych (26-60 lat), przy poziomie bezpiecznym 650 mg na osobę. Niedoboru fosforu u ludzi zdrowych nie obserwuje się, ponieważ jest on rozpowszechniony w produktach spożywczych.

Przyswajanie fosforu z produktów spożywczych jest wysokie i waha się od 60 do 70%. Najlepsze źródła fosforu to: mięso, podroby, ryby (140-350 mg w 100 g), żółtko jaja (587 mg w 100 g), sery podpuszczkowe (do 550 mg w 100 g), suche nasiona roślin strączkowych (ok. 400 mg w 100 g). Pieczywo i produkty zbożowe zawierają duże ilości fosforu (70-460 mg w 100 g). W produktach zbożowych fosfor znajduje się częściowo w postaci fitynianów, z których przyswajanie jego jest niskie. Podczas wypiekania chleba, w czasie fermentacji ciasta, obecny w ziarnach zbóż enzym fitaza rozkłada część fitynianów i fosfor staje się przyswajalny.

Dodatkowym źródłem fosforu w racji pokarmowej są fosforany dodawane podczas przetwarzania żywności, np. przy produkcji serów topionych, niektórych wędlin, napojów orzeźwiających typu coca-cola. Nadmierne spożycie tych produktów i napojów, szczególnie coca-coli lub pepsi-coli, nie jest korzystne, ponieważ może zakłócić stosunek wapnia do fosforu w racji pokarmowej, upośledzając wykorzystanie obu tych pierwiastków.

Magnez

W organizmie człowieka magnez występuje głównie w kościach (ok. 50%) i w mięśniach (ok. 40%). Bierze on udział w budowie kości i zębów, jest aktywatorem wielu enzymów tkankowych, spełnia pewną rolę w termoregulacji, w procesach przemiany białek i kwasów tłuszczowych, w funkcjonowaniu systemu nerwowego, mięśniowego i krążenia. Jest ściśle powiązany z metabolizmem wapnia. Ostatnio wykazano rolę magnezu w zapobieganiu miażdżycy naczyń krwionośnych.

Dzienna zalecana norma spożycia magnezu wynosi 300-370 mg dla dorosłych (26-60 lat), przy poziomie bezpiecznym 280-350 mg na osobę.

Z racji pokarmowej przyswaja się od 40 do 50% magnezu. Obecność fitynianów i błonnika w żywieniu obniża przyswajanie tego pierwiastka.

Zwiększenie spożycia wapnia i fosforu powoduje obniżenie wchłaniania magnezu.

Magnez występuje w wielu produktach spożywczych, głównie pochodzenia roślinnego: w produktach zbożowych wysokiego przemiału, tj. w ciemnym pieczywie (ok. 60 mg magnezu w 100 g), w grubych kaszach, np. w kaszy gryczanej - 218 mg magnezu w 100 g. W zielonych częściach roślin występuje jako składnik chlorofilu. Znaczne ilości magnezu zawierają suche nasiona roślin strączkowych, ziemniaki, mięso, ryby.

Potas

Potas jest kationem wewnątrzkomórkowym i stanowi podstawowy składnik protoplazmy komórki. Podobnie jak sód, spełnia pewną rolę w gospodarce wodno-elektrolitowej organizmu, bierze udział w regulowaniu odczynu środowiska (pH) i ciśnienia osmotycznego płynów ustrojowych. Jest niezbędny do utrzymania prawidłowej kurczliwości mięśni. Dzielne spożycie potasu jest wysokie, ponieważ występuje on powszechnie w produktach spożywczych. Nie spotyka się zatem niedoboru tego składnika. W stanach chorobowych zdarzają się niedobory potasu, a zwłaszcza zaburzenia równowagi między zawartością w organizmie potasu i sodu.

Dzienna minimalna norma spożycia potasu wynosi dla dorosłych 3500 mg na osobę.

Potas występuje w produktach zbożowych (np.: w chlebie żytnim ok. 280 mg w 100 g), w produktach mlecznych (mleko - 140 mg w 100 g), w mięsie i przetworach (220-320 mg w 100 g), w ziemniakach (450 mg w 100 g), w suchych nasionach roślin strączkowych (ok. 1000 mg w 100 g) oraz w warzywach i owocach. Dużą ilość potasu zawierają ziemniaki gotowane "w mundurkach".

Sód

Sód występuje w organizmie człowieka głównie w płynach pozakomórkowych, w tym także w osoczu krwi. Pełni pewną rolę w regulowaniu gospodarki wodnej, ciśnienia osmotycznego i odczynu (pH) płynów ustrojowych. Powoduje zatrzymanie wody w organizmie. Ze względu na swoje działanie sód i potas muszą występować w organizmie w określonych proporcjach.

Głównym źródłem sodu w racji pokarmowej (ok. 90% dziennej ilości spożytego sodu) jest sól kuchenna - chlorek sodu, dodawana w przetwórstwie żywności i podczas przygotowywania potraw. Tylko 10% sodu pochodzi z produktów spożywczych nie przetworzonych, jako naturalny ich składnik, np. mleka, mięsa, ryb, warzyw.

W ostatnich latach stwierdzono niekorzystne działanie nadmiaru spożywanego sodu objawiające się powstawaniem nadciśnienia tętniczego krwi, szczególnie u osób mających genetycznie uwarunkowane skłonności do tej choroby. Nadmiar sodu zwiększa też ryzyko powstania raka żołądka i udarów mózgu.

Dzienna minimalna norma spożycia sodu wynosi dla dorosłych 575-625 mg na osobę, co odpowiada 1,46-1,59 g chlorku sodu. Dla dzieci i młodzieży zaleca się mniejsze ilości tego składnika. Tymczasem zwyczajowe spożycie soli kuchennej, uwarunkowane głównie względami smakowymi, jest w wielu krajach wysokie, np. w Niemczech ok. 11 g/dzień, w Stanach Zjednoczonych waha się od 9,0 do 10,0 g/dzień. W Polsce stwierdzono, że w latach osiemdziesiątych dzienne spożycie soli przez młodzież mieszkającą w internatach wynosiło średnio aż 18 g. Należy więc dążyć do ograniczenia dziennego spożycia tego składnika przynajmniej do 6 g na osobę, wliczając w to ilości chlorku sodu zawartego w produktach oraz dodawanego w przetwórstwie żywności i w gospodarstwie domowym. Zaleca się zmniejszenie ilości soli stosowanej w przetwórstwie żywności i dodawanej w domu do przygotowywanych potraw. Stosunek sodu do potasu (Na:K) w racjach pokarmowych powinien wynosić 1:1,7.

Należy zwrócić uwagę, że zarówno potas jak i sód są wydalane z organizmu także z potem. Straty tych składników podczas nadmiernego pocenia się w wyniku dużego wysiłku fizycznego, mogą być dość znaczne. Konieczne jest wówczas

uzupełnianie ubytków wody i omawianych składników przez podawanie odpowiednich napojów zawierających składniki mineralne. Dotyczy to np. hutników pracujących przy wytopianiu rudy.

Chlor

Chlor jest również ważnym dla organizmu składnikiem mineralnym. Jest odkładany w skórze, tkance podskórnej i w kościach, występuje w płynach ustrojowych i w żołądku jako składnik kwasu solnego. Jon chlorkowy aktywuje enzym - amylazę, dlatego umiarkowanie posolone potrawy są łatwiej trawione.

Dzienna minimalna norma spożycia chloru wynosi dla dorosłego człowieka 750-800 mg na osobę.

Źródłem chloru w racji pokarmowej jest sól kuchenna (chlorek sodu).

Siarka

Siarka w organizmie człowieka występuje w postaci połączeń organicznych. Wchodzi ona w skład aminokwasów: cystyny, cysteiny, metioniny. Ponadto jest częścią składową glutationu, koenzymu A, insuliny. Głównymi źródłami siarki w pożywieniu są białka zwierzęce i roślinne, w których siarka znajduje się w ilości ok. 1 %, np. w białku wołowiny i mleka znajduje się ok. 1% siarki, w białku całego jaja 1,4%, w białku płatków owsianych 1,5%. W wypadku pokrycia zapotrzebowania człowieka na białko, pokryte jest również zapotrzebowanie na siarkę.

Żelazo

Prawie cała ilość żelaza zawartego w organizmie człowieka występuje w połączeniach z białkami. Około 65% jest związane w barwniku krwi - hemoglobinie, a ok. 12% w barwniku mięśni - mioglobinie. Ponadto żelazo odkłada się w wątrobie, śledzionie i w szpiku kostnym. Stosunkowo duże zapasy żelaza mają noworodki, co chroni je przed niedoborem tego składnika w okresie, gdy pożywieniem ich jest głównie mleko - produkt ubogi w żelazo.

Żelazo w organizmie bierze udział w procesach utleniania, zmieniając swoją formę ze zredukowanej na utlenioną; jest przekaźnikiem tlenu na poziomie hemoglobiny, mioglobiny, systemu cytochromowego i enzymów utleniających. W organizmie zachodzi ciągłe krążenie żelaza. Żelazo dostarczone z pożywienia jest odkładane, następnie stopniowo uruchamiane, aby spełniać swoją rolę w organizmie. Przy niedoborze żelaza w racji pokarmowej, najpierw wyczerpują się jego zapasy, a potem spada poziom hemoglobiny we krwi i występuje niedokrwistość niedobarwliwa. Niedobór żelaza zmniejsza odporność ustroju na infekcje.

Dzienna zalecana norma spożycia żelaza dla dorosłego mężczyzny wynosi 15 mg. Wyższe normy przewidziane są dla kobiet w wieku rozrodczym (18-19 mg), ponieważ tracą one żelazo podczas comiesięcznych krwawień, a także dla kobiet w ciąży i karmiących (odpowiednio 26 i 20 mg na osobę). Poziom bezpiecznego spożycia jest o ok. 4 mg niższy.

W żywieniu człowieka istnieje problem niedoboru żelaza, chociaż składnik ten jest szeroko rozpowszechniony w żywności. Większe jego ilości występują w produktach pochodzenia roślinnego w formie niehemowej, źle przyswajalnej. Przystawanie żelaza jest wyższe z produktów zwierzęcych (mięso, drób, ryby) zawierających żelazo hemowe (np. ok. 20% z mięsa) niż z roślinnych (przetwory zbożowe, warzywa) - ok. 5%. Przyjmuje się, że przyswajanie żelaza z mieszanej racji pokarmowej wynosi średnio ok. 10%. Wyższe przyswajanie żelaza występuje u ludzi z niedoborem tego składnika. Żelazo z mięsa i jego przetworów jest nie tylko dobrze przyswajane, ale niezidentyfikowany czynnik występujący w mięsie (tzw. meat factor) sprawia, że mięso jedzone równocześnie z produktami roślinnymi podnosi przyswajanie żelaza z mieszanej racji pokarmowej. Stwierdzono też, że kwas askorbinowy, kwas foliowy oraz miedź wpływają na podwyższenie wchłaniania i wykorzystania żelaza.

Żelazo występuje głównie w mięsie i jego przetworach (ok. 2,5 mg w 100 g mięsa wołowego i ok. 1,2 mg w 100 g mięsa wieprzowego). Mięso kurczaka jest uboższym źródłem żelaza. Najwięcej żelaza zawiera wątroba (ok. 19 mg w 100 g wątroby wieprzowej i ok. 9,5 mg w 100 g wątróbki kurczaka).

W produktach roślinnych żelazo występuje głównie: w przetworach zbożowych wysokiego wymiálu (np. w chlebie żytnim - 2,3 mg w 100 g, w kaszy gryczanej - 2,8 mg w 100 g) oraz w suchych nasionach roślin strączkowych (ok. 6 mg w 100 g) i w niektórych warzywach liściastych.

Cynk

W organizmie człowieka cynk występuje w kościach, w wątrobie, w trzustce i w nerkach. Wchodzi on w skład wielu enzymów i bierze udział w przemianach białek, węglowodanów i kwasów nukleinowych. Niedobory cynku wiążą się z niedożywieniem białkowym. Spotyka się stosunkowo często w krajach rozwijających się. Niekiedy niedobory cynku występują także i w krajach rozwiniętych, wśród uboższej ludności, objawiając się zahamowaniem tempa wzrostu dzieci, brakiem łaknienia, zmniejszeniem wrażliwości smakowej.

Dzienna zalecana norma spożycia cynku wynosi 13 mg dla dziewcząt i kobiet, a 16 mg dla chłopców i mężczyzn, przy poziomie bezpiecznym odpowiednio 10 i 14 mg na osobę.

Z produktów spożywczych cynk jest wchłaniany w granicach 50-75%. Przystawanie tego pierwiastka jest wyższe z produktów zwierzęcych niż roślinnych, w których hamująco na wchłanianie wpływają fitiny i hemicelulozy. Cynk występuje w mięsie (ok. 2,5 mg w 100 g), w mleku i jego przetworach (np. ser edamski zawiera 2,2 mg w 100 g), w produktach zbożowych (np. w kaszy gryczanej znajduje się 3,5 mg w 100 g), w suchych nasionach roślin strączkowych, w jajach, w warzywach i owocach.

Miedź

W organizmie człowieka najwyższe stężenie miedzi jest w wątrobie i mózgu, występuje także w mięśniach i kościach. Stosunkowo dużo miedzi znajduje się w wątrobie noworodka, co (podobnie jak w wypadku żelaza) chroni go przed niedoborem tego składnika w okresie, gdy spożywa on głównie mleko, które zawiera niewielkie ilości miedzi.

Miedź w organizmie jest potrzebna do uruchamiania rezerw żelaza koniecznego do syntezy hemoglobiny, jest niezbędna do wytwarzania krwinek czerwonych, ponadto wchodzi w skład wielu enzymów tkankowych oraz bierze udział w procesach przemiany materii. Przemiany miedzi w ustroju są ściśle związane z przemianami żelaza. Zbyt niski poziom miedzi w racji pokarmowej upośledza wchłanianie żelaza. Niedobory miedzi u ludzi zdrowych zdarzają się rzadko.

Zalecany dzienny poziom bezpiecznego spożycia miedzi wynosi dla dorosłego człowieka od 2,0 do 2,5 mg na osobę.

Z produktów spożywczych miedź jest wchłanianą w granicach 35-70%. Wysoki poziom kwasu askorbinowego w racji pokarmowej, odwrotnie niż w wypadku żelaza, utrudnia wchłanianie tego składnika. Miedź występuje w mięsie i podrobach (np. wątroba zawiera 0,6 mg w 100 g), w suchych nasionach roślin strączkowych (ok. 0,5 mg w 100 g), w produktach zbożowych (np. pieczywo ciemne - 0,2 mg w 100 g), ponadto w warzywach i niektórych owocach.

Mangan

W organizmie człowieka mangan występuje głównie w mózgu, wątrobie, nerkach i kościach. Mangan z kości nie jest tak łatwo uruchamiany jak wapń czy fosfor. Pierwiastek ten jest konieczny do prawidłowej budowy kości, spełnia pewną rolę w funkcjach systemu nerwowego oraz w procesach rozrodczych. Bierze udział w wytwarzaniu krwinek czerwonych i powstawaniu hemoglobiny. Jest także składnikiem wielu enzymów tkankowych. Zapotrzebowanie organizmu człowieka na mangan nie jest jeszcze dokładnie znane. "Ilość bezpiecznego i odpowiedniego spożycia" dla dorosłego człowieka została ustalona na 2,0-5,0 mg manganu na dzień.

Najwięcej manganu zawierają otręby pszenne (ok. 10 mg w 100 g), pieczywo ciemne (ok. 2,7 mg w 100 g), suche nasiona roślin strączkowych (ok. 2,0 mg w 100 g), niektóre warzywa, np. kapusta. Mięso i przetwory zawierają mało tego pierwiastka. Herbata zawiera dużo manganu: jedna filiżanka może dostarczyć 1,3 mg manganu.

Jod

W organizmie człowieka jod występuje głównie w tarczycy, jako składnik hormonów produkowanych przez ten gruczoł. Zbyt niski poziom jodu w pożywieniu i w wodzie do picia jest jednym z głównych czynników wpływających na stan zdrowia populacji. Niedobór tego składnika powoduje występowanie przerostu gruczołu tarczycowego, tzw. wola prostego. Choroba ta może występować masowo w okolicach, w których ilości jodu w glebie i w wodzie są niewystarczające. W rejonach tych nasilają się też przypadki niedorozwoju umysłowego ludzi.

Jod jest dobrze wchłaniany przez przewód pokarmowy, przez błony śluzowe narządów oddechowych oraz skórę. Stąd korzystne działanie na organizm człowieka powietrza bogatego w jod w rejonach nadmorskich.

Dzienna zalecana norma spożycia jodu wynosi dla dorosłego 160 µg, przy poziomie bezpiecznym 140 µg na osobę.

Jod występuje w rybach morskich, w mleku, w produktach roślinnych. Ilość jodu w żywności waha się w szerokim zakresie i zależy od zawartości tego pierwiastka w glebie i w wodzie. Śledzie zawierają ok. 24 µg, dorsz - ok. 100 µg, karp - ok. 15 µg jodu w 100 g. Mleko zawiera ok. 7,5 µg jodu w 100 g. W warzywach występuje ok. 2-3 µg jodu w 100 g. Woda, w zależności od miejsca skąd pochodzi, zawiera różne ilości jodu, od śladowych do ok. 20 µg w 100 cm³. W Polsce stosuje się dodawanie jodu w postaci jodku potasu do soli przeznaczonej do spożycia przez całą populację. Zawartość jodku potasu w soli powinna wynosić 30-10 mg na kg. Wzbogacanie soli kuchennej jodem, tzw. profilaktyka jodowa, zapobiega występowaniu niedoboru tego składnika. Należy zwrócić uwagę, aby nie zalecać podwyższania spożycia soli, nawet jodowanej, gdyż może to sprzyjać wzrostowi częstości występowania nadciśnienia tętniczego. Powinno się dążyć do częstego spożywania produktów bogatych w jod - ryb morskich.

W sprzedaży znajduje się także sól tzw. przyprawowa, nie wzbogacana jodem, przeznaczona do stosowania w przetwórstwie domowym: do kiszenia kapusty, kwaszenia ogórków.

Fluor

W organizmie człowieka fluor występuje głównie w kościach, gdzie gromadzi się ok. 96% tego składnika. Zwiększa on twardość tkanki kostnej oraz szkliva zębów i zapobiega powstawaniu próchnicy zębów. Działanie fluoru polega na zapobieganiu procesowi rozpuszczania szkliva przez kwasy organiczne znajdujące się w środkach spożywczych oraz na hamowaniu rozwoju drobnoustrojów rozmnażających się w jamie ustnej.

Dzienny zalecany poziom bezpiecznego spożycia fluoru wynosi dla dorosłego człowieka 1,5-4,0 mg na osobę.

W produktach spożywczych fluor jest dość rozpowszechniony. W mleku i w warzywach występuje w małych ilościach, ok. 0,02 mg w 100 g. Większe ilości fluoru zawierają ryby morskie (ok. 0,7 mg w 100 g) i herbata. Jedna filiżanka herbaty może dostarczyć około 0,1 mg fluoru. Jednak głównym źródłem fluoru jest woda do picia. Optymalne stężenie fluoru w wodzie do picia powinno wynosić ok. 1 mg/dm³. W Polsce, w wybranych rejonach, stosuje się dodawanie fluoru do wody wodociągowej, prowadząc ścisłą kontrolę jego zawartości. Jest to zgodne z zaleceniami Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), ponieważ rozpiętość między leczniczą a szkodliwą dawką fluoru jest bardzo mała.

Selen

Selen jako pierwiastek nie wykazuje w organizmie człowieka działania biologiczno-żywnościowego. Natomiast jego organiczne i nieorganiczne związki mogą ulegać konwersji do biologicznie aktywnych form. Podobnie jak witaminy C i E, selen spełnia rolę biologicznego przeciwutleniacza, chroniąc organizm przed toksycznym działaniem nadtlenu, metali ciężkich i innych związków toksycznych. W wielu biochemicznych reakcjach współdziała on z witaminą E. Wchodzi w skład enzymu, który wpływa na prawidłowe tworzenie czerwonych krwinek w szpiku kostnym. Badania epidemiologiczne wykazały, że na terenach ubogich w selen, ludzie częściej chorują na nowotwory.

Dzienna norma zalecanego spożycia wynosi dla kobiet 60 µg, a dla mężczyzn 70 µg selenu na osobę przy poziomie bezpiecznym o 10 µg niższym.

Selen występuje w rybach morskich (np. dorsz - 25 µg w 100 g), w mięsie (ok. 12 µg w 100 g), w nerkach (250 µg w 100 g), w przetworach zbożowych, w kukurydzy - 30 µg w 100 g, w ryżu - 10 µg w 100 g. Warzywa i owoce są ubogim źródłem tego pierwiastka. Zawartość selenu w produktach zależy od jego zawartości w glebie.

Chrom

Chrom spełnia pewną rolę w metabolizmie węglowodanów. Niedobór tego pierwiastka powoduje zaburzenia przemiany glukozy; jest on konieczny do skutecznego działania insuliny. Dodatek chromu do diety poprawia przemianę węglowodanową u chorych na cukrzycę.

Zapotrzebowanie człowieka na chrom nie jest ustalone. Ilość bezpiecznego i odpowiedniego spożycia wynosi dla dorosłego 50-200 µg chromu na dzień. W produktach spożywczych chrom występuje w ilościach śladowych. Najwięcej jest go w produktach mięsnych i zbożowych.

Molibden

W organizmie człowieka molibden wchodzi w skład enzymów biorących udział w syntezie hemoglobiny. Pełni także pewną rolę w zapobieganiu próchnicy zębów i zmian w układzie kostnym (zrzesztnienie kości, uszkodzenie stawów).

Przyjmuje się, że ilość bezpiecznego i odpowiedniego spożycia wynosi dla dorosłego 75-270 µg molibdenu na dzień.

Molibden jest szeroko rozpowszechniony w przyrodzie, lecz występuje w bardzo małych ilościach. Do dobrych źródeł molibdenu należą drożdże, wątroba, suche nasiona roślin strączkowych, kasza gryczana, ryż. Zawartość molibdenu w roślinach zależy ściśle od jego zawartości w glebie.

Kobalt

W organizmie człowieka kobalt występuje głównie jako składnik witaminy B12 i jego rola jest związana z działaniem tej witaminy. Ilość kobaltu nieorganicznego jest niewielka. Oprócz udziału w wytwarzaniu witaminy B12, kobalt wpływa pobudzająco na proces powstawania krwinek czerwonych, a także stwierdzono jego udział w syntezie kwasów nukleinowych oraz w procesach regeneracyjnych ustroju. Ostatnio wykazano hamujący wpływ kobaltu na rozwój nowotworów, prawdopodobnie w wyniku upośledzenia oddychania komórek tkanki nowotworowej.

Zapotrzebowanie na kobalt u ludzi nie zostało ustalone; łączy się ono z zapotrzebowaniem na witaminę B12.

Ponieważ kobalt wchodzi w skład cząsteczki witaminy B12, najlepszym jego źródłem są produkty zwierzęce bogate w tę witaminę: mięso, podroby, jaja, ryby. Zawartość kobaltu w produktach waha się w szerokich granicach i zależy od ilości tego pierwiastka w paszy zwierząt, co wiąże się z jego zawartością w roślinach i w glebie.