

Ćwiczenie C09

Ewolucja diety i nutrigenomika

Jak zmieniała się dieta *Homo sapiens*?

Związki między dietą a zdrowiem

Zioła i ich wykorzystanie

Genom a dieta

Kornelia Polok

1. Jak zmieniała się dieta *Homo sapiens*?

➔ Około 6 mln lat temu przodkowie człowieka zamieszkiwali deszczowe lasy we Wschodniej Afryce i ich dieta składała się z liści, korzeni, owoców i orzechów. Głównym składnikiem pokarmowym były węglowodany o niskim indeksie glikemicznym.

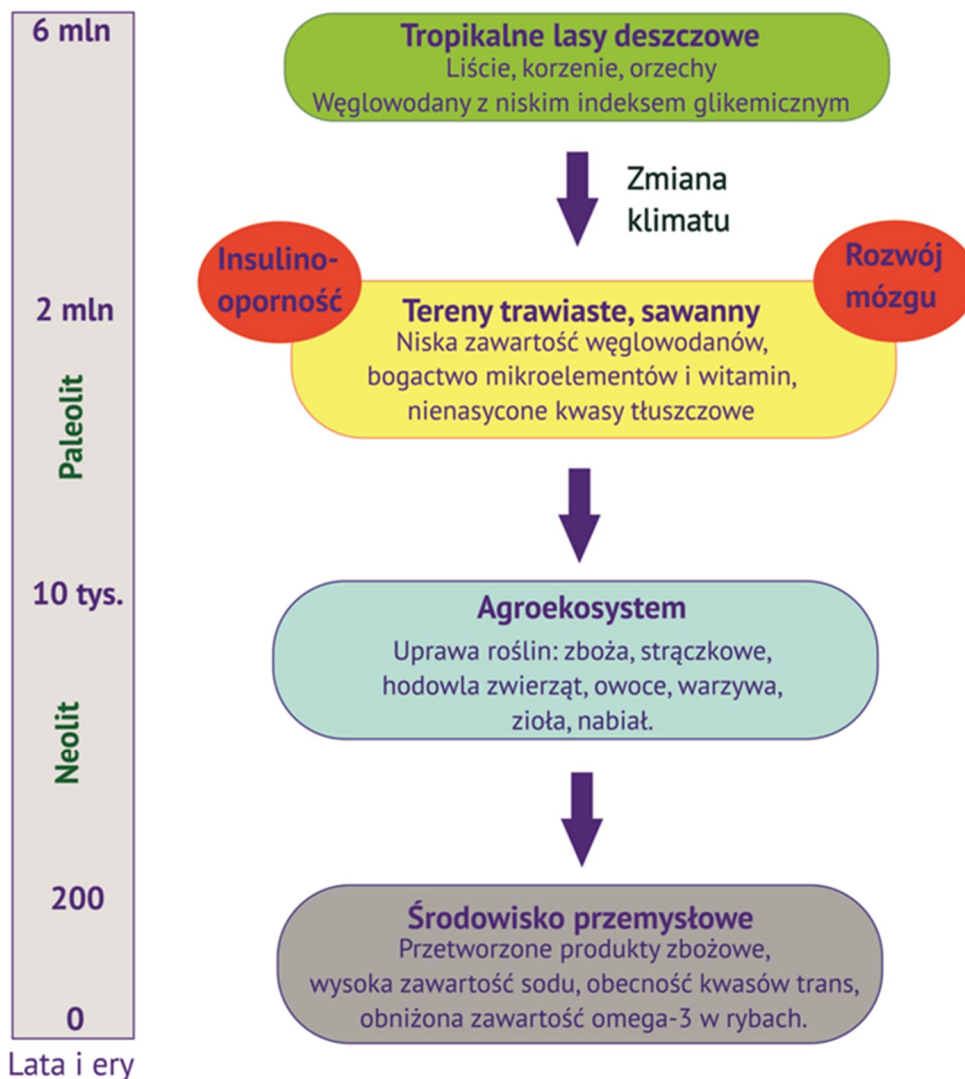
Indeks glikemiczny (IG) określa wyrażony w procentach wzrost stężenia glukozy we krwi po spożyciu takiej ilości produktu, która zawiera 50 g węglowodanów w stosunku do wzrostu stężenia glukozy we krwi po spożyciu 50 g glukozy. Wartość $IG < 55$ to niski indeks glikemiczny, $55 < IG < 70$ to średni indeks glikemiczny, $IG > 70$ to wysoki indeks glikemiczny. Niski indeks glikemiczny wiąże się z powolnym przyswajaniem składników pokarmowych, ze stopniowym wzrostem, a następnie spadkiem poziomu glukozy we krwi. Mniejsze jest wydzielanie insuliny.

Zmiany klimatyczne około 2 mln lat temu przyczyniły się do kurczenia się obszarów lasów deszczowych i powstawania rozległych obszarów trawiastych. Zmiana środowiska stała się czynnikiem promującym ewolucję diety przodków człowieka. Nowa dieta zawierała mało węglowodanów, dużo białek oraz była bogata w mikroelementy i witaminy, zwłaszcza żelazo, cynk, witaminę A i B₁₂. Udział nienasyconych kwasów tłuszczowych, wyrażony stosunkiem kwasów omega-3 do omega-6 był zrównoważony i wynosił około 1:1. Kwasy tłuszczowe pochodziły głównie z ryb. Nowe komponenty diety wspomagały



Rys. 1a. Obróbka pożywienia za pomocą prymitywnego noża kamiennego.

encefalizację i rozwój zdolności intelektualnych. To właśnie około 2-3 mln lat temu nastąpił gwałtowny rozwój mózgu promowany zmianami klimatycznymi przekładającymi się na remobilizację transpozonów. W tym okresie pojawili się także pierwsi przedstawiciele rodzaju *Homo*, którzy żyli w małych populacjach zbieracko-łowieckich. Okres ten, zwany paleolitem, trwał od 2,5 mln lat temu do 10 tys. lat temu.



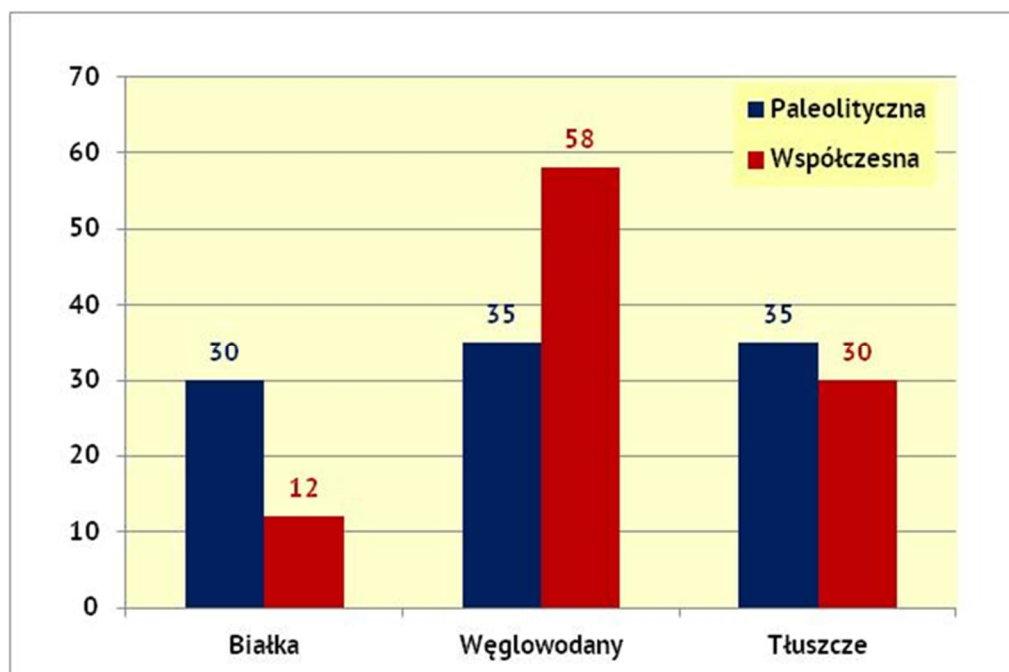
Rys. 1b. Zmiana diety człowieka w trakcie ewolucji.

1.1. Dieta paleolityczna

Dieta składała się głównie z małych ssaków, ryb, ptaków oraz dziko rosnących roślin. Dieta zawierała dużo białka zwierzęcego, ale ograniczoną ilość tłuszczu zwierzęcego, mało węglowodanów, ale dostarczających duże ilości błonnika. Około 1,8-1,6 mln lat temu, mięso stanowiło 50% pożywienia przedstawicieli rodzaju *Homo*. W późniejszym okresie, na skutek kolejnych zmian klimatycznych zwiększał się udział roślin, co sprawiło, że przedstawiciele rodzaju *Homo* byli głównie roślinożercami z okazjonalnym udziałem mięsa w diecie. Populacje zbieracko-łowieckie w pewnym stopniu uprawiały ziemię, przy czym wybierano tylko żyzne obszary. W efekcie rośliny były bogate w mikroskładniki. Badania archeologiczne potwierdziły regularną konsumpcję około 329 gatunków roślin. Dieta zależała od regionu.

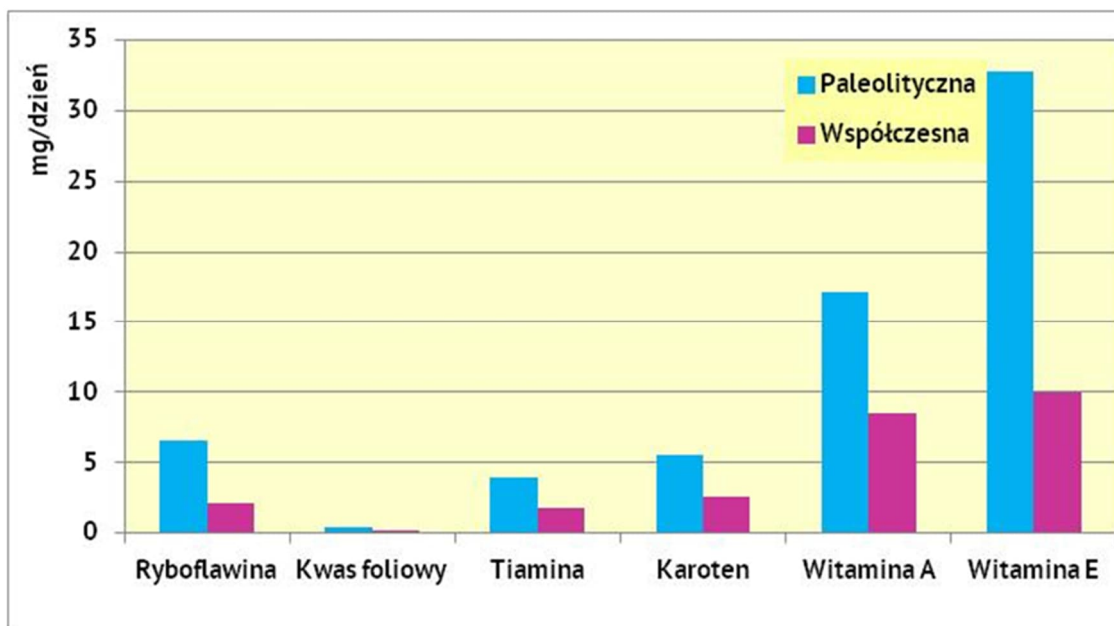
- **Rośliny:** bulwy, nasiona, orzechy, dziko rosnący jęczmień, który był ścierany na mąkę, strączkowe, kwiaty. Pojawiła się zdolność gotowania i przetwarzania.
- **Zwierzęta:** małe zwierzęta łowne; w niektórych rejonach mięso stanowiło zaledwie 3% pożywienia.
- **Owoce morza:** ryby, skorupiaki; dieta typowa dla rejonów nadmorskich, ryby słodkowodne nad jeziorami.
- **Produkty owadzie:** miód, plastry miodu.
- **Grzyby** i inne produkty występujące w lasach.

Żywność paleolityczna była zróżnicowana, pożywienie było bogate w składniki mineralne, witaminy i błonnik. W diecie paleolitycznej około 30% energii było pozyskiwanych z białka, 35% z tłuszczów i 35% z węglowodanów (Rys. 1.1a). Nie występowały kwasy tłuszczowe typu trans, których obecność w żywności jest najczęściej efektem jej obróbki przemysłowej. Mięso zwierząt, które spożywano różniło się istotnie jakością od mięsa zwierząt hodowlanych. Mięso tych ostatnich zawiera 9-10-razy więcej tłuszczu (30% vs. 3,9%). Sposób żywienia zwierząt na farmach przemysłowych sprawia, że ich tłuszcz zawiera głównie niekorzystne długołańcuchowe kwasy tłuszczowe, podczas gdy zwierzęta dzikie mają ich zaledwie około 4%. Również dziko rosnące warzywa dostarczają więcej białka niż rośliny uprawne, u których przeważa skrobia. To samo dotyczy dziko rosnących owoców, które zawierają więcej mikroelementów i witamin. Owoce z odmian uprawnych zawierają więcej wody. W efekcie dieta paleolityczna zawierała prawie dwa razy więcej witamin (Rys. 1.1.b). Zawartość witaminy C była nawet 5-krotnie wyższa (550-1800 mg dziennie w paleolicie i 77-710 mg dziennie obecnie).



Rys. 1.1.a. Porównanie głównych składników diety paleolitycznej i współczesnej.

Stosunek potasu do sodu w diecie paleolitycznej wynosił 16:1, przy zawartości sodu 690 mg dziennie w paleolicie i 3300 mg dziennie w diecie współczesnej. Zawartość wapnia to 2000 mg dziennie w paleolicie i 1600 mg współcześnie, Wartości dla błonnika wynoszą odpowiednio 150 g i 60 g dziennie, dla cholesterolu 520 mg i 300 mg dziennie (Simopoulos 2001; Krishnaswamy 2012).



Rys. 1.1.b. Porównanie zawartości witamin w diecie paleolitycznej i współczesnej.

Wiele prac wskazuje na korzyści zdrowotne wynikające ze stosowania diety paleolitycznej współcześnie. W badaniach 2000 ochotników wykazano, że stosowanie diety paleolitycznej w okresie 3 miesięcy obniżyło ryzyko stresu oksydacyjnego, ryzyko nowotworów, głównie nowotworu jelita (Challa et al., 2021).

1.2. Dieta neolityczna

Rewolucja neolityczna, która rozpoczęła się około 12-10 tys. lat temu zmieniła styl życia i sposób produkcji żywności poprzez udomowienie roślin i zwierząt. Jedną z większych innowacji było wprowadzenie do diety roślin zbożowych, które okazały się łatwe w obróbce oraz uprawie. Dieta jednak nadal była zróżnicowana i obejmowała różne formy pszenicy, jęczmienia, żyta, owsa, soczewicy, grochu, fasoli. Dieta była wzbogacona ziołami, warzywami i owocami hodowanymi w przydomowych ogrodach oraz zbieranych w naturze. Ponadto wykorzystywano zwierzęta, bydło domowe, owce, kozy, trzodę chlewną i ptaki, które dostarczały produktów żywieniowych. Dieta zależała od lokalnych warunków, jednakże jej głównym wyznacznikiem była żywność niskoprzetworzona.

Dieta ludów słowiańskich zamieszkujących tereny Europy środkowo-wschodniej, w tym Polski opierała się głównie na produktach pochodzenia roślinnego, uprawianych i zbieranych. Badania archeologiczne zidentyfikowały co najmniej 147 gatunków roślin, które mogły być zbierane przez Słowian na terenie Polski. Wśród nich można wymienić komosę białą (lebidę), szczaw, rdest, różne rodzaje mięty, czosnacek pospolity, tobotki polne. Zbierano także orzechy, głóg, dziką różę. Znaczącą rolę odgrywały także grzyby.

Spośród roślin uprawnych powszechne było proso, z którego wyrabiano kaszę jaglaną, pszenica (początkowo płaskurka, później także pszenice heksaploidalne: zwyczajna i orkisz), żyto, które jest specyfiką wschodnio- i środkowoeuropejską oraz owies, przy czym powszechnie wykorzystywano owies szorstki. Ponadto w przydomowych ogrodach uprawiano koper, kminek, tymianek, majeranek, kolendrę, chmiel, czarnuszkę i wiele innych ziół. Uprawiano także drzewa i krzewy owocowe oraz warzywa. W osadach słowiańskich znajduje się ślady uprawy jabłoni, grusz, śliw,

brzoskwiń, wiśni, derenia, orzechów włoskich i laskowych, a nawet arbuźów. Wykorzystywano także miód i mak. Podstawowym sposobem konserwowania żywności było kiszenie.

Zwierzęta łowne stanowiły zaledwie niecałe 10% diety Słowian. Mięso jedzono tylko z okazji świąt. Zdecydowanie bardziej ceniono zbieractwo i rolnictwo jako metodę zdobywania pożywienia. Białko pozyskiwano z ryb słodkowodnych, mleka oraz jaj. Spośród ryb, najpopularniejszy był jesiotr.



Rys. 1.2. Rekonstrukcja pieca chlebowego w osadzie słowiańskiej, Owidz.

Podstawowym napojem Słowian było piwo warzone z ziaren różnych zbóż z dodatkiem ziół. Przyjmuje się, że to Słowianie przynieśli do Europy zwyczaj doprawiania piwa chmielem. Piwo zawierało mniej alkoholu niż współcześnie i stanowiło napój porównywalny z dzisiejszym kompotem.

1.3. Dieta współczesna

Ostatnie 200 lat to okres intensywnego rozwoju przemysłu i technik wspomagających produkcję żywności. Chemizacja rolnictwa, zielona rewolucja, a w ostatnich latach także biotechnologia oraz technologie obróbki żywności przyczyniły się do znacznego wzrostu produkcji taniej, ale wysokoprzetworzonej żywności. Podejście takie ograniczyło głód strukturalny (brak żywności), zwiększyło dostęp do żywności (ang. food security), ale jednocześnie przyczyniło się do gwałtownego rozwoju chorób cywilizacyjnych, w tym otyłości, cukrzycy, nadciśnienia i chorób serca. Pojawienie się chorób przewlekłych wynika z niedostosowania współczesnej żywności oraz trybu życia do ewolucyjnego dziedzictwa człowieka.

Dieta współczesnego człowieka oparta jest w głównej mierze na trzech gatunkach zbóż, pszenicy, kukurydzy i ryżu, które dostarczają 50% światowej produkcji żywności. Około 90% żywności pochodzi z zaledwie 30 gatunków roślin, podczas gdy w diecie paleolitycznej wyróżniano 10 razy więcej gatunków roślin (329). Badania osad słowiańskich pokazują, że co najmniej w rejonie Europy środkowo-wschodniej dieta neolityczna obejmowała około 147 zbieranych gatunków roślin plus rośliny uprawiane w przydomowych ogrodach i na polach.

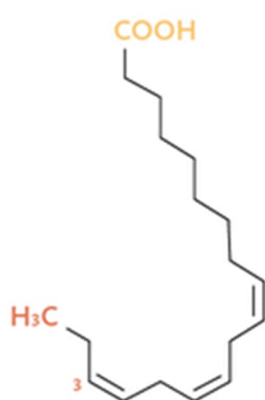
Porównanie diety współczesnej z dietami paleolityczną i neolityczną wskazują, że zmiana nastąpiła w ostatnich 200 latach. Zmianie tej towarzyszy pojawienie się odmian zbóż, idealnych

do przemysłowej produkcji i zboru mechanicznego, ale z zaburzonymi wartościami odżywczymi. Sztuczna selekcja odmian zbóż preferuje te z wysoką zawartością skrobi, gdyż wysoki udział skrobi przekłada się na wysoki plon i zwiększa zyski producentów. Niestety, wysoka zawartość węglowodanów w ziarnie zbóż zwiększa insulinooporność, która w połączeniu z siedzącym trybem życia prowadzi do hiperinsulinemii oraz zwiększa ryzyko chorób serca, nadciśnienia, cukrzycy i otyłości.

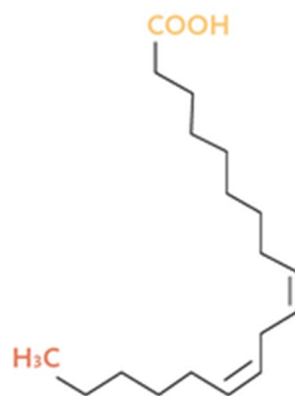
Selekcja roślin oleistych promowała kwasy tłuszczowe omega-6 kosztem kwasów tłuszczowych omega-3, których poziom obniżano. W efekcie obecnie stosunek ten wynosi 4:1, podczas gdy w paleolicie był bliski 1:1. Zmiana tego stosunku na korzyść kwasów omega-6 wynikała z dążeń do podniesienia ekonomiki produkcji i ochrony przed psuciem, między innymi przez uwodornianie (likwidowanie wielokrotnych wiązań między atomami węgla). Uwodornienie oleju sojowego całkowicie wyeliminowało kwas linolenowy (LNA, omega-3) pozostawiając kwas linolowy (LA, omega-6). Przyczyną eliminacji kwasu linolenowego były problemy organoleptyczne, które on powodował. Obecnie wiadomo, że kwasy tłuszczowe typu trans zawarte w utwardzonych olejach roślinnych zwiększają poziom cholesterolu we krwi, podczas gdy kwas LA w oleju sojowym w naturalnej postaci i w obecności LNA obniża stężenie cholesterolu we krwi.

Do obniżenia zawartości kwasów omega-3 w diecie przyczynia się także zmiana zawartości tego kwasu w mięsie zwierząt hodowlanych. Przykładowo, bydło karmione jest głównie paszą pochodzenia zbożowego, która charakteryzuje się wysokim poziomem kwasów omega-6, przy niemalże całkowitym braku omega-3. Podobne problemy dotyczą ryb, drobiu, jaj i mleka.

Zmiana balansu pomiędzy kwasami omega-6 i omega-3 może zmieniać ekspresję genów. Podwyższony poziom kwasów omega-6 promuje stany prozakrzepowe, charakteryzujące się zwiększoną gęstością krwi i skróceniem czasu krzepnięcia.



Kwas linolenowy, omega-3, 18-3n-3
18 atomów węgla, 3 wiązania podwójne, pierwsze z nich zlokalizowane przy 3 atomie węgla od końcowej grupy metylowej.



Kwas linolowy, omega-6, 18-2n-6
18 atomów węgla, 2 wiązania podwójne, pierwsze z nich zlokalizowane przy 6 atomie węgla od końcowej grupy metylowej.

Rys. 1.3. Struktura kwasów tłuszczowych omega-3 i omega-6.

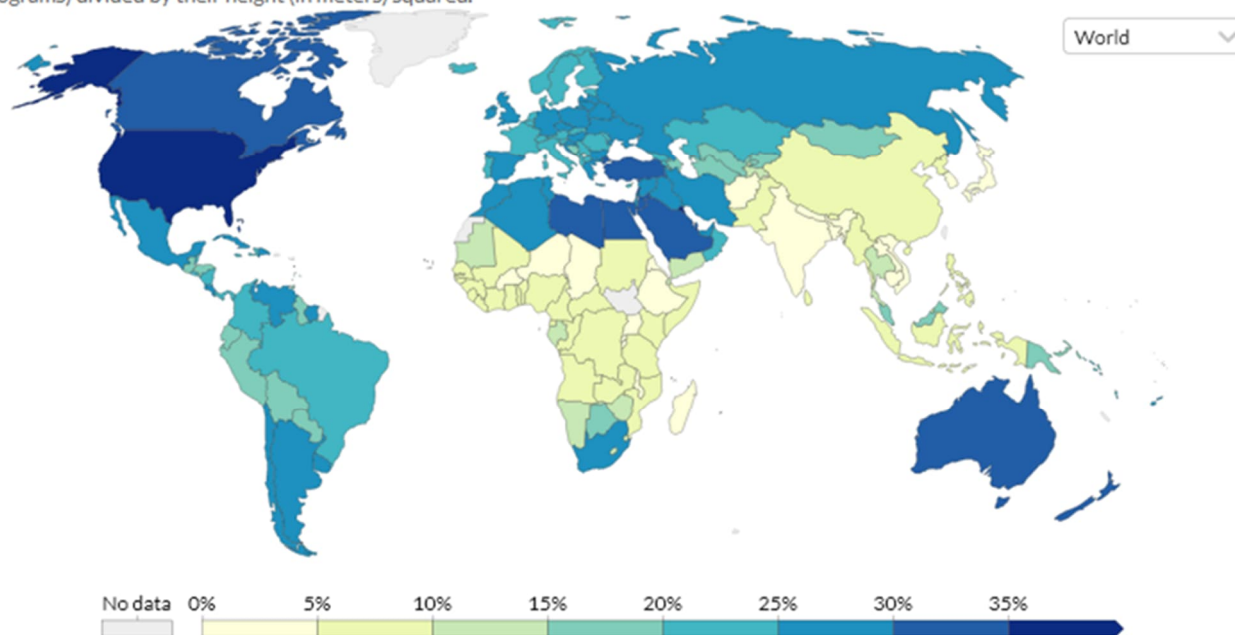
2. Dieta a zdrowie

➔ Różnica pomiędzy ewolucyjnym przystosowaniem człowieka do określonego pożywienia a współczesną dietą jest prawdopodobnie przyczyną szeregu chorób cywilizacyjnych, w tym, cukrzycy, otyłości, chorób serca i wielu innych.

Share of adults that are obese, 2016

Obesity is defined as having a body-mass index (BMI) equal to, or greater than, 30. BMI is a person's weight (in kilograms) divided by their height (in meters) squared.

Our World
in Data



Rys. 2. Mapa przedstawiająca procentowy udział osób otyłych. Otyłość jest identyfikowana, gdy BMI>30.

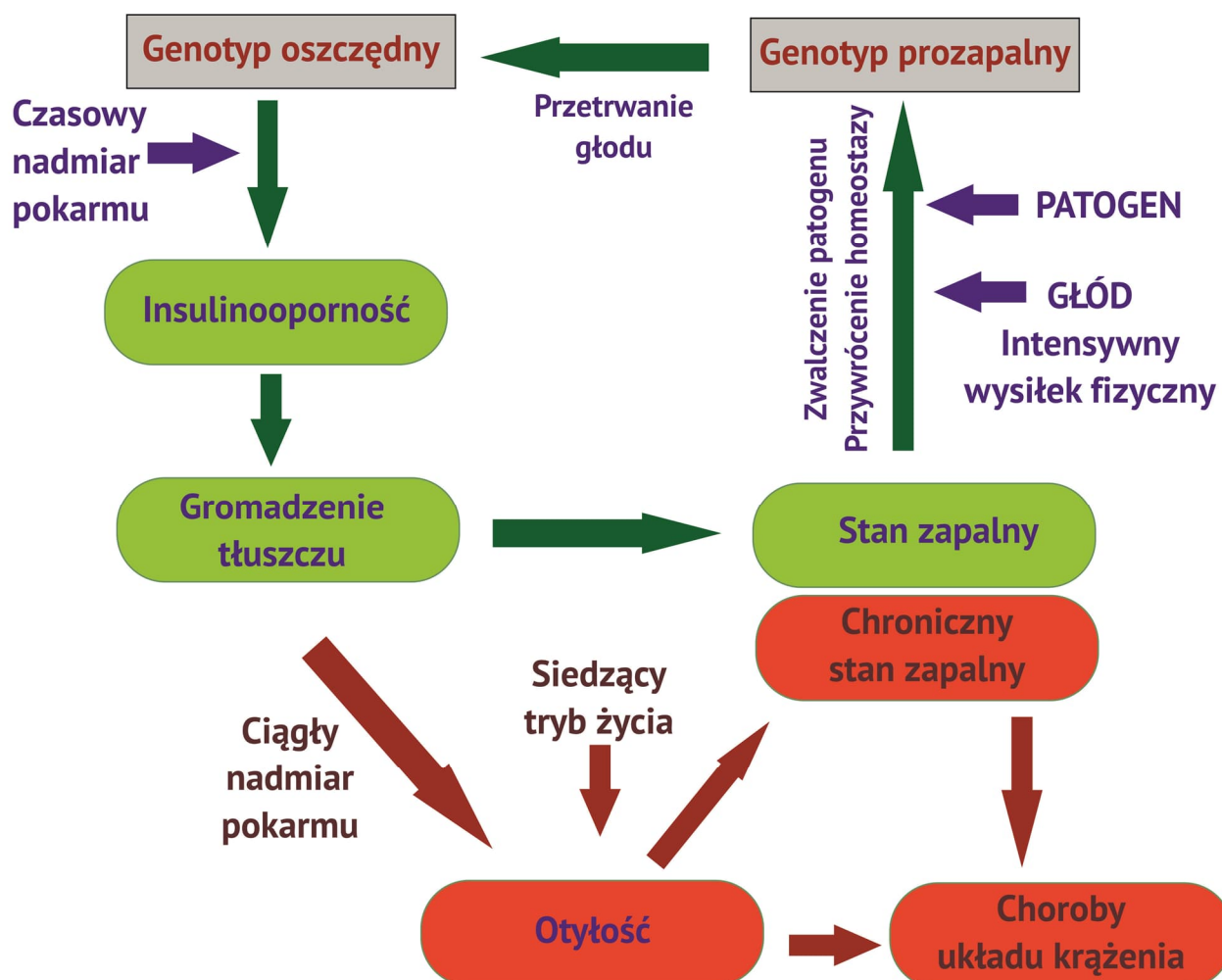
W okresie paleolitu rodzaj *Homo* przystosował się do życia na suchych, trawiastych obszarach, między innymi dzięki adaptacjom związanym z dietą. Środowisko paleolityczne sprzyjało selekcji genów promujących gromadzenie zapasów tłuszczów, gdyż populacje były narażone na okresy głodu, przeplatane okresami dostępu do dużej ilości pożywienia. Selekcja faworyzowała osobniki zdolne do przekształcania niecukrowych prekursorów w glukozę (**glukoneogeneza**) oraz insulinooporne (niewrażliwość mięśni i hepatocytów na insulinę), w ten sposób promując tzw. "**genotyp oszczędny**". Zdolność komórek do modulowania wrażliwością na insulinę chroni je przed nadmiernym wykorzystaniem białek w czasie głodu. Insulinooporność umożliwia także gromadzenie tłuszczu niezbędnego do hibernacji lub przeżycia okresu głodu. Jest to cecha konserwatywna, występująca u wielu gatunków zwierząt. W okresach aktywności fizycznej lub braku pożywienia komórki ponownie mogą stać się insulinooporne.

Różnice między genomem człowieka współczesnego, który pojawił się 40 tys. lat temu, a jego przodkami z rodzaju *Homo* są nieznaczne. W efekcie człowiek współczesny jest genetycznie przystosowany do zróżnicowanej diety, złożonej z owoców, korzeni, bulw i mięsa, a nie do diety opartej w głównej mierze na węglowodanach pochodzenia zbożowego. To niedostosowanie prowadzi do szeregu chorób przewlekłych.

2.1. Współczesne środowisko, a ewolucyjne przystosowanie człowieka

Teoria "oszczędnego genotypu" zakłada, że selekcja promowała geny warunkujące insulinooporność, gdyż ich ekspresja umożliwiła gromadzenie nadmiaru tłuszczu, gdy żywność była dostępna, a następnie jego wykorzystanie, gdy panował okres głodu.

W okresie paleolitu doszło także do selekcji genów kodujących silną odpowiedź immunologiczną, zarówno w zakresie odporności adaptacyjnej jak i wrodzonej, na skutek ekspozycji na czynniki patogenne. Faworyzowane były genotypy, w których znaczna część genomu związana była z odpowiedzią immunologiczną. Tkanka tłuszczowa, obok funkcji ochronnej przed niedożywieniem organizmu, dostarcza także energii niezbędnej do syntezy białek fazy ostrej stanu zapalnego. Synteza immunoglobulin, procesy zapalne oraz gorączka wymagają znacznych ilości energii, która jest dostarczana z tkanki tłuszczowej. Z ewolucyjnego punktu widzenia, tkanka tłuszczowa jest aktywatorem systemu immunologicznego. Tym samym infekcje stanowiły istotny element selekcyjny faworyzujący tkankę tłuszczową ze względu na istotną rolę systemu immunologicznego podczas okresów głodu (Rubio-Ruiz et al, 2015).



Rys. 2.1. Ewolucyjna zależność między selekcją "oszczędnego genotypu", a otyłością i chorobami układu krążenia.

2.2. Choroby związane z brakiem przystosowania

Przodkowie człowieka będąc narażeni na głód i duże obciążenie patogenami rozwinęli skuteczny system ochrony, który obejmował "oszczędny genotyp", znaczną aktywność fizyczną oraz silny układ immunologiczny. Cechy te związane były z faworyzowaniem insulinooporności i prozapalnej odpowiedzi. Człowiek współczesny całkowicie zmienił środowisko, począwszy od obfitości pokarmu, poprzez siedzący tryb życia aż do leków ograniczających infekcje. Warunki te uniemożliwiają skuteczne wykorzystanie tkanki tłuszczowej. Ewolucyjne przystosowanie w obecnych warunkach stwarza ryzyko otyłości i trwałej insulinooporności, które mogą prowadzić do chorób układu krążenia.

Tabela 2.1. Ryzyko chorób związanych z warunkami, do których człowiek współczesny nie jest przystosowany		
Warunki, do których człowiek jest przystosowany	Warunki, do których człowiek nie jest przystosowany	Ryzyko chorób wynikające ze słabej adaptacji
Silne infekcje i wysokie obciążenie czynnikami zakaźnymi, które aktywują system immunologiczny	Niski poziom chronicznego stanu zapalnego	Zmiany metaboliczne, cukrzyca typu 2, choroby serca, nadciśnienie
Głód i konieczność gromadzenia tłuszczu	Nadmiar pokarmu i dieta bogata w węglowodany	Otyłość, insulinooporność, cukrzyca typu 2, zaburzenia metaboliczne
Wysoka aktywność fizyczna	Siedzący tryb życia	Insulinooporność, otyłość, zaburzenia metaboliczne, cukrzyca typu 2.
Mało sodu w diecie	Wysoka zawartość sodu	Nadciśnienie

3. Zioła i ich wykorzystanie

➔ Zioła to szerokie pojęcie obejmujące rośliny zawierające substancje czynne wpływające na metabolizm. Nazwa sugeruje, że są to rośliny zielne, jednakże do ziół zalicza się także drzewa, krzewy i niektóre grzyby. Zioła mogą pełnić funkcje lecznicze, przyprawowe, a także dostarczać olejków eterycznych. Podział ziół jest tylko umowny, gdyż wiele typowych roślin leczniczych wykorzystuje się jako przyprawy, np. tymianek, szałwia, a typowo przyprawowe są niekiedy stosowane jako rośliny lecznicze, np. papryka, czarnuszka, kminek.

Zioła cieszą się szerokim uznaniem nie tylko jako rośliny lecznicze, ale także jako rośliny przyprawowe. Są one szczególnie cenne jako zamienniki niezdrowych składników żywności. Przykładowo, tymianek z majerankiem skutecznie zastępuje sól, nadając potrawom smak i zapach. Zioła są także niezbędnym składnikiem potraw ciężkostrawnych oraz wytworzonych z warzyw wzdymających. Szacuje się, że na świecie jest około 21 tys. gatunków ziół.

Zioła są cennym źródłem mikroelementów i witamin. Przemysł farmaceutyczny korzysta z substancji czynnych zawartych w ziołach. Ponadto, zioła dostarczają naturalnych barwników, środków ochrony roślin (np. wyciągi z pokrzywy, bylicy piołun, skrzypu).

3.1. Przykładowe substancje czynne w ziołach

- **Alkaloidy:** złożone związki chemiczne zawierające azot. Występują u bakterii, grzybów, zwierząt i roślin. Stanowią różnorodną grupę związków. Dzieli się je w zależności od występowania w organizmach żywych, struktury chemicznej lub pochodzenia z przemian biochemicznych. Rolą alkaloidów jest ochrona nasion przed drapieżcami, stąd często nadają one roślinie gorzki smak. Mogą działać odurzająco, dzięki czemu wykorzystuje się je do produkcji leków. Najbardziej znanym przykładem jest morfina uzyskiwana z opium, czyli mlecza maku lekarskiego. Podobne działanie do morfiny, ale słabsze, ma chelidonina występująca w glistniku jaskółcze ziele (*Chelidonium majus*). Chinina, lek przeciwmalaryczny, jest alkaloidem wyizolowanym z południowoamerykańskich drzew chinowych. Alkaloidem jest także kofeina występująca w kawie i herbacie. Z kolei atropina stosowana w okulistyce do rozszerzania źrenic, pochodzi z rośliny z rodziny psiankowatych, pokrzyk wilcza jagoda (*Atropa belladonna*). Uważa się także, że alkaloidy zapobiegają stresowi oksydacyjnemu i stanom zapalnym.



Rys. 3.1a. Glistnik jaskółcze ziele (*Chelidonium majus*).

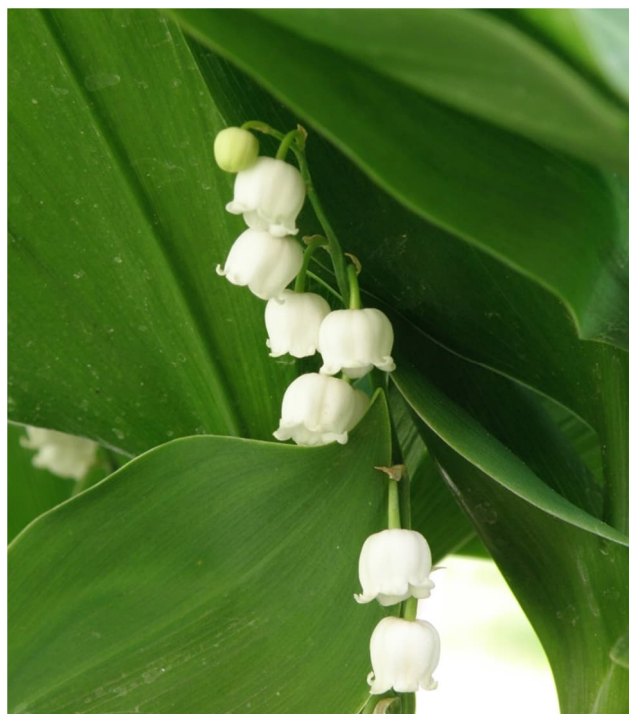
- **Glikozydy:** organiczne związki chemiczne zbudowane z części cukrowej i aglikonowej (składnik niecukrowy). Są to pochodne cukrów, w których grupa OH przy węglu, C1 została zastąpiona innymi grupami organicznymi. W zależności od składnika węglowodanowego glikozydy dzieli się na:
 - ▶ glukozydy – pochodne glukozy;
 - ▶ galaktozydy – pochodne galaktozy;
 - ▶ fruktozydy – pochodne fruktozy;
 - ▶ rybozydy – pochodne rybozy (np. nukleozydy).

Glikozydy nadają roślinom barwę, smak i zapach oraz chronią przed niekorzystnymi warunkami środowiskowymi. Wytwarzane są w liściach, a magazynowane w korze, owocach, nasionach.

Glikozydy nasercowe mają zdolność poprawy wydolności pracy serca. Występują między innymi w naparstnicy purpurowej (*Digitalis purpurea*), miłku wiosennym (*Adonis vernalis*), konwalii majowej (*Convallaria majalis*).

🌿 **Flawonoidy:** organiczne związki chemiczne oparte na szkielecie fenylochromanu (związek heterocykliczny). Występują u roślin, u których pełnią funkcję barwników, przeciwutleniaczy, naturalnych

insektycydów i fungicydów. Gromadzą się w tkankach powierzchniowych, którym nadają intensywny kolor i ograniczają szkodliwy wpływ promieniowania ultrafioletowego. Flawonoidy mają działanie przeciwutleniające, przeciwzapalne (np. jasnota biała, *Lamium album*), uszczelniające naczynia krwionośne (np. ruta zwyczajna, *Ruta graveolens*). Ze względu na ich powszechne występowanie u roślin, dieta człowieka jest na ogół bogata w te związki.



Rys. 3.1b. Konwalia majowa (*Convallaria majalis*).



Rys. 3.1c. Jasnota biała (*Lamium album*).

• **Olejki eteryczne:** bezbarwne, ciekłe związki chemiczne złożone nawet z kilkuset związków chemicznych. Występują w różnych organach roślinnych, wabią owady zapylające, ale także działają dezynfekująco chroniąc przed zakażeniami i zgryzaniem przez owady. Przykładowo, olejki eteryczne arcydzięgla (dzięgla) litwor (*Angelica archangelica*) wykazują aktywność przeciwbakteryjną i przeciwgrzybową. Olejki eteryczne mogą działać też allelopatycznie na ekosystem. Rośliny o wysokiej zawartości olejków eterycznych wykorzystywane są jako przyprawy oraz w przemyśle kosmetycznym i perfumeryjnym.



Rys. 3.1d. Dzięgiel litwor (*Angelica archangelica*).

3.1.1. Proszę uzupełnić tabelę korzystając ze źródeł internetowych.



Nazwa związku	Grupa substancji czynnych	Przykład występowania (gatunek: nazwa polska i łacińska)	Działanie
Hyperycyna			
Hydroksykwasy		Wierzba iwa <i>Salix caprea</i>	
Chamazulen			
Tujon Absyntyna			

3.1.2. Proszę wybrać dwie rośliny lecznicze, w tym jedną zielną oraz jedno drzewo lub krzew. Można skorzystać z listy roślin leczniczych: <https://atlas-roslin.pl/rosliny-lecznicze.htm>

- Korzystając z Wirtualnego Atlasu Roślin (<https://atlas.roslin.pl/>) lub innych źródeł internetowych proszę przedstawić fotografię omawianych roślin.
- Proszę podać nazwę gatunkową omawianej rośliny (w j. polskim i łacińskim) oraz jej przynależność systematyczną.
- Proszę podać najważniejsze cechy omawianej rośliny.
- Co jest surowcem zielarskim?
- Proszę podać zastosowanie wybranej rośliny.

Samodzielne wykonanie 3.1.2: 5 punktów
Termin: 01.02.2024. 23:59

4. Nutrigenetyka i nutrigenomika

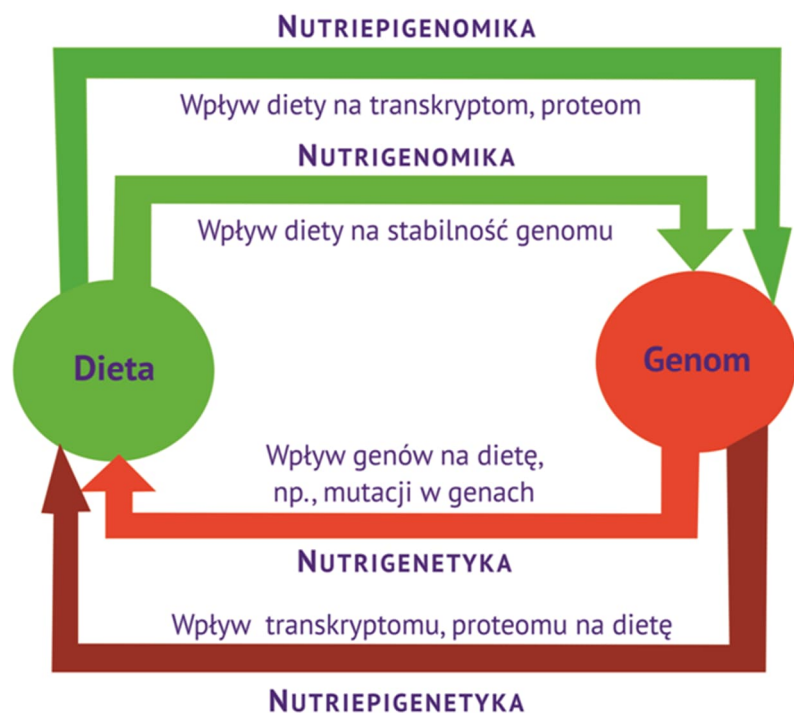
➔ Nutrigenetyka i nutrigenomika rozwinęły się w ostatnich latach wraz z postępowaniem w technologiach molekularnych umożliwiającym sekwencjonowanie genomów, transkryptomów oraz poznanie proteomów. Rozwój narzędzi bioinformatycznych i algorytmów matematycznych, umożliwiających analizę informacji zawartych w sekwencjach DNA, RNA i białek, przyczynił się do zrozumienia ewolucji człowieka i działających na niego czynników selekcyjnych, wraz z ich wpływem na współczesne populacje. Dieta człowieka jest jednym z ważniejszych czynników kształtujących jego ewolucję i wpływających na zdrowie jednostek i całych populacji.

4.1. Założenia nutrigenetyki i nutrigenomiki

Nutrigenetyka i nutrigenomika zajmują się zależnością pomiędzy zmiennością genetyczną a wpływem diety na organizm, w tym zwłaszcza wpływem składników odżywczych i związków aktywnych na ekspresję genów. Nutrigenetyka skupia się na analizie efektów mutacji w genach związanych z odżywianiem (pobieranie pokarmu, metabolizm). Nutrigenomika skupia się na wpływie diety na stabilność genomu, ekspresję genów i zmiany metaboliczne. Nutrigenetyka i nutrigenomika nie są terminami zamiennymi, chociaż granica między nimi jest płynna.

Podstawowe założenia nutrigenetyki i nutrigenomiki

- Odżywianie ma istotny wpływ na zdrowie przez bezpośrednie oddziaływanie składników pokarmowych na ekspresję genów zaangażowanych w szlaki metaboliczne oraz pośrednio przez możliwy wpływ na sekwencję DNA oraz remodelowanie chromatyny.
- Wpływ składników odżywczych na zdrowie zależy od zmienności genetycznej, zwłaszcza obecności określonych alleli, które zmieniają metabolizm składników odżywczych oraz interakcję pomiędzy składnikami odżywczymi i enzymami.
- Lepsze efekty zdrowotne uzyskuje się, jeżeli dieta jest dostosowana do zmienności genetycznej w danej populacji, a w dalszej perspektywie do indywidualnego genotypu.



Rys. 4.1. Zależność między genomem i epigenomem a dietą.

Nutrigenetyka i nutrigenomika zmieniają paradygmat dietyki, w ten sposób, że do tej pory oparta jest ona na założeniu identycznego zapotrzebowania każdej osoby bez względu na różnice etniczne i indywidualne. Zalecenia dietetyczne różnicują jedynie zapotrzebowanie mężczyzn i kobiet oraz dzieci i dorosłych. Główną ideą tworzenia zaleceń dietetycznych jest zapobieganie chorobom wynikającym z niedoboru określonych substancji.

4.2. Przykłady zależności między dietą a stabilnością genomu

Tabela 4.2. Przykłady wpływu składników odżywczych na genom		
Składnik	Rola w utrzymaniu stabilności genomu	Efekty niedoboru
Witamina C i E	Ochrona przed oksydacją lipidów.	Podwyższony poziom pęknięć DNA.
Witamina D	Działanie antyoksydacyjne przez podniesienie poziomu glutationu w komórkach, indukowanie apoptozy komórek nowotworowych.	Uszkodzenia DNA spowodowane oksydacją.
Kwas foliowy, witaminy B₂, B₆, B₁₂	Utrzymanie metylacji DNA, syntezy dTTP z dUTP.	Wstawienie uracylu zamiast tyminy do DNA, pęknięcia chromosomów, hipometylacja.
Niacyna, kwas nikotynowy	Substrat dla polimerazy poli (ADP) niezbędnej do trawienia i łączenia końców DNA, utrzymanie mechanizmów naprawczych i długości telomerów.	Zwiększony poziom pęknięć chromosomów i pojedynczych nici DNA, wrażliwość na mutageny.
Cynk, mangan, selen	Cynk jest kofaktorem superoksydysmutazy, endonukleazy IV, P53, palców cynkowych. Mangan jest kofaktorem mitochondrialnej superoksydysmutazy. Selen jest niezbędnym składnikiem peroksydaz.	Podniesiony poziom uszkodzeń DNA oraz pęknięć chromosomów.
Żelazo	Składnik reduktazy rybonukleotydowej oraz mitochondrialnych cytochromów.	Obniżone zdolności naprawy uszkodzeń DNA, zwiększona wrażliwość DNA mitochondrialnego na oksydację.
Magnez, wapń	Magnez jest kofaktorem polimeraz DNA; wapń uczestniczy w podziałach jądra.	Mniejsze korektorskie zdolności polimeraz DNA i podwyższony poziom błędów w trakcie replikacji. Błędy w segregacji chromosomów.