



witaminy E w mięśniach i tkance nerwowej. Rozczarowanie co do wielkiego medycznego przełomu dało jednak badaczom bardzo cenną lekcję. Witamina E okazała się bowiem zdecydowanie bardziej wartościowa jako środek profilaktyczny niż leczniczy. Dopiero w 1936 roku zespołowi dr Evansa udało się wyizolować alkohol będący witaminą E. Z powodu jej funkcji związanych z rozmnażaniem nazwana została ona tokoferolem (*toko* po grecku oznacza „narodziny”, *ferein* – „przynoszenie”), a dokładniej  $\alpha$ -tokoferolem, aby odróżnić go od tokoferoli odkrytych później. Proces

# Strażnik zdrowia

**H**istoria witaminy E zaczęła się w 1922 roku na Uniwersytecie Kalifornijskim w Berkeley. Dwoje młodych naukowców specjalizujących się w embriologii (nauka zajmująca się rozwojem zarodkowym organizmów zwierzęcych i roślinnych), dr Herbert Evans i jego asystentka Katharine Bishop podjęli badania nad wpływem diety na rozmnażanie się szczurów. Do tego celu stosowano specjalnie skomponowaną dietę, tak zwaną dietę oczyszczoną i półoczyszczoną; po usunięciu określonych składników można obserwować wpływ ich braku na przeżycie, rozwój i zdrowie, a przy ich wzrastającym dodawaniu ustalić minimalne zapotrzebowanie. W trakcie doświadczeń naukowcy zauważyli, że pomimo stosowania karmy zawierającej dotychczas znane witaminy A, B, C i D, zwierzęta nie mogły mieć potomstwa, płody rodziły się martwe. Kiedy do karmy dodali świeżą sałatę, a w innym badaniu kielki pszenicy, rodziły

się zdrowe płody. Na tej podstawie naukowcy wysunęli hipotezę, że wpływ na to musi mieć pewien składnik diety, nazwany przez nich czynnikiem X. Kontynuując swoje badania dr Evans i dr Bishop znaleźli czynnik X w olejowym wyciągu z sałaty, a więc substancja ta okazała się być rozpuszczalna w tłuszczach. Jej niedobór był przyczyną zaburzeń funkcji rozrodczych u badanych szczurów. Był to czas odkrywania witamin, a ponieważ cztery pierwsze litery alfabetu były już zajęte, nowo odkrytą substancję nazwano witaminą E.

Euforia z powodu odkrycia witaminy E nie trwała długo. Nie było jeszcze czystej witaminy E do badań. Znano jedynie określone produkty, w których występuje. Niewiele jeszcze wiedziano o jej oddziaływaniu i właściwościach, a nadzieje na to, że będzie to cudowny lek na problemy z bezpłodnością i rozmnażaniem, szybko prysły. Ówczesne badania pozwoliły jednak zaobserwować szkodliwe objawy niedoboru

produkcyjny ekstrakowania witaminy E z olejów roślinnych został opracowany w 1940 roku przez amerykańską firmę Distillation Products Industries (DPI), która wcześniej jako pierwsza otrzymała witaminę A z oleju rybnego. Początkowo witaminę E ekstrahowano z nasion bawełny, później surowcem destylacyjnym stały się ziarna soi, ponieważ zawierały one więcej tokoferoli. Ponieważ soja jest bogata w gamma-tokoferol, naukowcy z DPI musieli jeszcze opatentować sposób chemicznej przemiany innych tokoferoli w formę alfa, bowiem tylko ta postać witaminy E wykazuje 100 proc. aktywności biologicznej i jest najlepiej przyswajana przez ludzki organizm. Dalsze badania nad witaminą E pozwoliły lepiej zrozumieć rolę tokoferoli jako przeciwutleniaczy, zaczęto je bowiem stosować w przetwórstwie żywności jako ochronę przed zjełczeniem. W 1950 roku, prawie 25 lat od odkrycia witaminy E, wyizolowane zostały inne jej formy – tokotrienole,

powinniśmy więc właściwie mówić o całej grupie witamin oznaczanych zbiorczą nazwą – witamina E.

Grupę witamin E tworzy osiem jej różnych odmian – cztery tokoferole i cztery tokotrienole, oznaczane czterema kolejnymi literami alfabetu greckiego – alfa, beta, gamma, delta. Alfa-tokoferol stał się synonimem witaminy E, ponieważ jest najpowszechniej występującą odmianą w organizmach ludzi i zwierząt i ma, jak wykazały badania laboratoryjne (tak zwana klasyczna próba witaminy E), najsilniejsze działanie z całej grupy we wspomaganiu reprodukcji, chroniąc przed śmiercią płody w łonach matek. Takie zagrożenie płodów pojawia się jednak przy bardzo głębokim niedoborze witaminy E, w praktyce bardzo rzadko. Prawdziwe zadanie witaminy E w organizmie jest inne, stanowi ona bowiem niezastąpiony składnik systemu antyoksydacyjnego organizmu. W tej roli tokoferole i tokotrienole działają w grupie, zwalczają one bowiem wtedy szersze spektrum wolnych rodników niż sam alfa-tokoferol.

Tokoferole i tokotrienole znajdują się w naszym pożywieniu i organizmie w formie tak zwanych wolnych alkoholi. Oznacza to, że ich aktywne, przeciwutleniające grupy są gotowe do walki z wolnymi rodnikami. Chcąc, aby witamina E zwalczała wolne rodniki w naszym organizmie, nie możemy dopuścić do jej wcześniejszego utlenienia przez tlen, światło, wysoką temperaturę, metale, jak żelazo, czy miedź. Odpowiednio przechowywana witamina E będzie długo stabilna (np. w żelatynowych kapsułkach przez ponad trzy lata). Natomiast w preparatach wielowitaminowych, zawierających również minerały, w kosmetykach, we wzbogacanych witaminą E produktach zbożowych alfa-tokoferol stosowany jest w formie estru (związku alkoholu z kwasem). Naturalne formy witaminy E występują w olejach. Z ośmiu odmian witaminy E tylko alfa-tokofe-

rol produkowany jest syntetycznie, ale wyniki badań pokazały, że naturalna witamina E jest dwukrotnie lepiej przyswajalna niż syntetyczna. Na etykietach naturalny alfa-tokoferol oznaczany jest literą d (d-alfa-tokoferol) a syntetyczny literami dl (dl-alfa-tokoferol), warto o tym pamiętać kupując preparaty witaminowe zawierające witaminę E.

Różnica w przyswajalności formy naturalnej i syntetycznej witaminy E wynika z mechanizmu rozpoznawania przez organizm naturalnego d-alfa-tokoferolu i dawania mu pierwszeństwa przed syntetycznym. Jeżeli forma naturalna jest lepsza, dlatego powszechnie stosowana jest również witamina

chemiczne pochodzenia roślinnego, zawierające, między innymi, witaminę E. Jest ona wchłaniana w ten sam sposób co tłuszcze. W ich trawieniu szczególną rolę odgrywają enzymy trzustkowe zawarte w soku trzustkowym oraz żółć produkowana w wątrobie i wydzielana do jelit. Pomaga ona zemulgować tłuszcz zawarty w naszym pożywieniu, co umożliwia enzymom ich trawienie oraz odgrywa kluczową rolę w przemieszczaniu z wątroby do jelit produktów powstałych przy trawieniu tłuszczów. Stąd w postaci emulsji z kuleczek tłuszczu przenoszone są przez ścianę jelita do krwioobiegu. Nośnikami materiału tłuszczowego w naszym

**Wolne rodniki są cząsteczkami organicznych związków (najczęściej tlenu) pozbawionymi jednego elektronu, bez którego nie mogą stanowić pełnej cząsteczki. Dążą więc za wszelką cenę do tego, aby uzupełnić brakujący elektron z cząsteczek związków znajdujących się w innych tkankach. Są niezwykle aktywne i przemieszczają się szybko po całym organizmie. Napotkawszy zdrowe cząsteczki, błyskawicznie wchodzą z nimi w reakcje i zabierają potrzebny im elektron, powodując uszkodzenia białek, tłuszczów i kwasów nukleinowych zdrowych komórek, a także spustoszenie w naszych zasobach tlenowych. W efekcie wolne rodniki rujną nam zdrowie i przyczyniają się do przedwczesnego starzenia się organizmu. Mogą wywoływać nowotwory, artretyzm, miażdżycę naczyń, a w konsekwencji udar lub zawał serca.**

produkowana syntetycznie? Odpowiedź jest prosta – nie ma dostatecznej ilości naturalnej witaminy E pokrywającej zapotrzebowanie na nią ludzi i zwierząt. Globalna roczna produkcja witaminy E wynosi 15 tysięcy ton, z czego jedna piąta to forma naturalna spożywana w większości przez ludzi. Syntetyczna witamina E używana jest do suplementowania żywności, jej konserwowania, produkcji kosmetyków i wzbogacania karmy dla zwierząt.

Witamina E jest rozpuszczalna w tłuszczach i wraz z nimi dostarczana w pożywieniu. Dlatego dieta niskotłuszczowa może być szkodliwa, zuboża bowiem organizm o związki

organizmie są lipoproteiny o różnej gęstości (VLDL, LDL i HDL), nazywane potocznie cholesterolem. One też przenoszą witaminę E do tkanek. Ze swojej strony witamina E chroni lipoproteiny przed utlenianiem, a utleniony LDL – lipoproteiny o niskiej gęstości, tak zwany „zły cholesterol” – jest głównym sprawcą powstawania arteriosklerozy (nawarstwiania się płytek miażdżycowych). Długotrwały okres zaburzeń wchłaniania witaminy E może być przyczyną nieodwracalnych schorzeń. Zakłócić mogą go choroby wątroby, trzustki i jelit albo zażywane leki, jednak najbardziej szkodliwa może być dieta.

Według panującego niemal powszechnie dogmatu niskotłuszczowego, promowanego przez środowiska medyczne od lat siedemdziesiątych, to tłuszcze zagrażają naszemu zdrowiu i to one odpowiadają głównie za otyłość, choroby serca, cukrzycę, raka i chorobę Alzheimera. Przemilczany jest fakt, iż dieta niskotłuszczowa uniemożliwia wchłanianie witaminy E. Zazywanie preparatów witaminowych nie rozwiązuje sprawy, ponieważ bez tłuszczu w diecie, witaminy te nie mogą się wchłonać. Aby nie spowodować deficytu witaminy E i innych przeciwutleniaczy i związków roślinopochodnych, nie powinno się obniżać zawartości tłuszczu w diecie poniżej 15 proc. Natomiast przy stałym stosowaniu diety niskotłuszczowej konieczne jest zazywanie witaminy E (zawierającej wszystkie postacie jej odmian) w specjalnej formule umożliwiającej jej wchłanianie.

W organizmie witamina E pełni przede wszystkim rolę przeciwutleniacza, a więc broni zwalczającej wolne rodniki. Cechą wspólną wolnych rodników jest ich krótki okres półtrwania (w organizmie ludzkim okres półtrwania oznacza czas, w którym połowa początkowej ilości substancji znika na skutek przemiany w inną substancję), od ułamka sekundy do poniżej dziesięciu sekund. W tym czasie wolne rodniki atakują inne cząsteczki i mogą zapoczątkować reakcję łańcuchową. W ten sposób wolne rodniki wywołują spustoszenie. Uszka-

dzając DNA, zmieniając biochemiczne składniki komórki oraz niszcząc błony komórkowe, w efekcie zabijają całą komórkę. Taki cząsteczkowy chaos odgrywa główną rolę w powstawaniu takich schorzeń jak rak (uszkodzone DNA może zacząć przekazywać zakłócone informacje genetyczne, co w konsekwencji może prowadzić do choroby nowotworowej), choroby serca i płuc czy zaćma. Skumulowane efekty działania wolnych rodników przyspieszają starzenie się organizmu.

Człowiek zużywa około 3,5 kg tlenu na dobę, z czego 2,8 proc. nie jest właściwie spożytkowane i tworzy wolne rodniki. Każdego roku wytwarzanych jest też w naszym organizmie kilka kilogramów szkodliwych nadtlenków, będących ubocznym produktem spalania lipidów (tłuszczów). Wolne rodniki docierają też do naszego organizmu z zewnątrz. Są w wodzie, którą pijemy, w spożywanych pokarmach, w powietrzu zanieczyszczonym dwutlenkiem azotu wytwarzanym w wielu procesach przemysłowych. Natomiast ten zawarty w dymie papierosowym jest niemal w całości zatrzymywany w płucach. Nie jest jednak tak, że wolne rodniki wyłącznie nam szkodzą. Są również bardzo ważnym elementem naszego metabolizmu i spełniają bardzo pożyteczne funkcje, stanowią m.in. potężną broń w arsenale naszego układu odpornościowego. Te wolne rodniki są produkowane przez fagocyty (komórki żerne) do niszczenia bakterii i wirusów. Natomiast komórki

**Wolne rodniki tworzą się w naszym organizmie w sposób biologicznie naturalny, podczas procesów przemiany materii oraz rozpadu zużytych komórek. Jednak ich gwałtownemu namnażaniu się sprzyjają także stany zapalne, zwłaszcza przebiegające z gorączką, zazywanie wielu leków, a także stres, zanieczyszczenia powietrza, palenie papierosów, alkohol i środki chemiczne.**

wyścielające naczynia krwionośne i niektóre komórki mózgu produkują inny rodnik – tlenek azotu, który rozszerza naczynia krwionośne i w ten sposób obniża ciśnienie krwi. Za odkrycie roli tlenu azotu w fizjologii ludzkiego organizmu przyznana została w 1998 r. medyczna Nagroda Nobla.

Problem z wolnymi rodnikami pojawia się wtedy, gdy występuje ich nadprodukcja w nieodpowiednim miejscu i czasie. Stają się wtedy przyczyną szkodliwego stresu oksydacyjnego (tak zwanego obciążenia tlenowego). Jest to, najogólniej mówiąc, występujący w komórkach żywego organizmu stan zaburzonej równowagi między antyoksydantami, czyli przeciwutleniaczami (np.: witamina C, witamina E), a utleniaczami na rzecz tych drugich. Komórki naszego organizmu są w stanie przetrwać nawet gwałtowny atak wolnych rodników, ponie-



waż są wyposażone w silną obronę antyoksydacyjną. Niektóre antyoksydanty wytwarza nasz organizm, inne dostarczane są w naszej diecie – witaminy C i E, związki roślinne (karoteny i flawonoidy). W świecie przeciwutleniaczy witamina E jest prawdziwą gwiazdą – rozpuszczalna w tłuszczach, działa wśród lipidów. Ze względu na swoją unikalną strukturę ma zdolność przerywania reakcji łańcuchowej utleniania lipidów, procesu, który prowadzi do ich zjełczenia. Witamina E chroni przed uszkodzeniem mitochondrię (komórkową mikroelektrownię), jak żaden inny antyoksydant. Inną niezmiernie ważną rolą witaminy E w ludzkim organizmie jest powstrzymanie utleniania tak zwanego złego cholesterolu (LDL).

Czy witamina E może pomóc diabe-

uszkodzenia tkanek. Cukrzyca jest na czołowych miejscach na liście chorób kończących się śmiercią, głównie na tle powikłań.

Aby zrozumieć ważną rolę witaminy E w zapobieganiu rozwojowi powikłań cukrzycowych, trzeba przyjrzeć się ich powiązaniom z wolnymi rodnikami. „Paliwa” dające energię naszemu organizmowi (głównym jest glukoza) spalane są w mitochondriach. Produktami ubocznymi tego procesu są nieszkodliwe cząsteczki dwutlenku węgla i woda. U diabetyków, z powodu niedoboru insuliny, glukoza nie może wnikać do komórki i występuje zjawisko kumulowania jej we krwi – hiperglikemia. Wzrost poziomu glukozy we krwi wiąże białka (nazywamy to glikacją) i formuje glikoproteiny. Są to lepkie i kleiste cząsteczki, zachowu-

z cukrzyką jednakże olbrzymie ich ilości przeciążają system i mogą doprowadzić do śpiączki cukrzycowej i śmierci. Dopóki w 1921 r. nie odkryto insuliny, śpiączka cukrzycowa była prawdziwym zabójcą diabetyków, a nie powikłania cukrzycowe. Hiperglikemia i ketoza czynią spustoszenie w normalnym procesie metabolizmu. Są one również przyczyną produkcji olbrzymiej ilości szkodliwych wolnych rodników. Dlaczego tak się dzieje? Jak pokazały liczne badania, obrona antyoksydacyjna u diabetyków jest osłabiona. LDL (zły cholesterol) jest u nich bardziej wrażliwy na utlenianie, a ich krew zawiera więcej uwodnionych lipidów, groźnych odpadów powstałych przy utlenianiu tłuszczów. Diabetycy znajdują się pod wpływem ogromnego stresu oksydacyjnego. Inne powikłania cukrzycowe – od chorób serca i udarów do retinopatii cukrzycowej, nefropatii, zaćmy i uszkodzenia nerwów – mają te same powiązania z wolnymi rodnikami.

Przyczyną wielu powikłań cukrzycowych są bowiem uszkodzenia tętnic i żył. Pierwsze ulegają zatkaniami małych tętniczki (kapilary). Blokada i rozszarpanie małych tętnic odżywiających oko, mogą spowodować ślepotę. Rozszarpanie tętnic w mózgu może wywołać udar. W nerkach powoduje nefropatię, poważne uszkodzenia nerek. Blokada większych tętnic może być przyczyną choroby serca lub, doprowadzając do obumierania tkanek, spowodować konieczność amputacji. Badacze wyjaśnili, dlaczego cukrzyca doprowadza do gwałtownego uszkodzenia tętnic i żył. Hiperglikemia, akumulacja glukozy we krwi, uruchamia w nadmiarze enzym nazywany kinazą C (PKC). Enzym ten odpowiada za rozpoczęcie reakcji łańcuchowej zmieniającej elastyczność tętnic i żył. A sztywne tętnice są bardzo podatne na pęknięcia. Witamina E pomaga nie tylko jako antyoksydant redukując utlenianie LDL (jednego z głównych problemów diabetyków) i zwalczając wolne rodniki (co zapobie-

**Sposobem na wolne rodniki jest m.in. szybkie dostarczenie im elektronu do pary. Antidotum przewidzianym przez naturę są tzw. antyoksydanty, czyli po polsku przeciwutleniacze. Należą do nich m.in. witaminy A, C, E, beta-karoten i niektóre składniki mineralne. Ich elektrony są łatwym łupem, toteż antyoksydanty chronią organizm przed uszkodzeniami czynionymi przez wolne rodniki w zdrowych komórkach.**

tykom? Jeśli chodzi o cukrzycę typu 1, to witamina E ani jej nie leczy, ani nie zapobiega. Jednak zażywana zmniejsza ryzyko wystąpienia zagrażających życiu powikłań, takich jak choroba serca, udar, ślepotę, niewydolność nerek i amputacje. Suplementowanie witaminy E odgrywa też istotną rolę w zapobieganiu zachorowania na cukrzycę typu 2, najbardziej powszechną postać tej choroby. Cukrzycę można określić mianem cichego zabójcy. W momencie postawienia rozpoznania u 75-80 proc. pacjentów nie występują widoczne objawy choroby. Przyjmowani są oni do szpitali z innych przyczyn i dopiero podczas badań laboratoryjnych ujawnia się wysoki poziom glukozy we krwi. Tymczasem już od dłuższego czasu rozwijał się proces chorobowy powodujący

jące się zupełnie odmiennie od swoich rodzimych białek. Na przykład enzymy, które są białkami pod wpływem glikacji stają się nieaktywne. Glikacja zmniejsza też efektywność hemoglobiny dostarczającej tlen i odbierającej dwutlenek węgla. Wysoki poziom takiej glikowanej hemoglobiny sprawia kłopoty, ponieważ ustrój traci zdolność do kontrolowania poziomu glukozy we krwi. Lepkie glikoproteiny przyklejają się do ścian naczyń krwionośnych i łączą się z nimi oraz z innymi wrażliwymi miejscami. Jeśli glukoza nie może wnikać do komórki, wówczas organizm przetwarza na energię rezerwy tłuszczowe. Spalając tłuszcze, wytwarza ketony, groźne kwasy, które podczas normalnego metabolizmu są szybko usuwane i przechodzą do moczu. U osób



ga chorobom serca), ale w przypadku cukrzycy czyni o wiele więcej. Witamina E chroni przed zapalnym enzymem PKC, nie dopuszczając do powstania go w nadmiarze. Oznacza to, że wstrzymuje lub spowalnia cały ciąg

zawiera żywność bogata w tłuszcze, a bezpośrednim podstawowym źródłem zarówno dla ludzi, jak i zwierząt, są syntetyzujące ją rośliny: oleje roślinne, orzechy, nasiona roślin oleistych, strączkowych i pełne ziarna

dobrym źródłem witaminy E. Tłuszcze, a więc i witamina E, są lepiej chronione w całych nienaruszonych ziarnach, nasionach lub strąkach. Jednak w trakcie mielenia mogą ulec utlenieniu, a witamina E zniszczona. Bardzo bogatym źródłem witaminy E są kielki pszenicy, które mogą być doskonałym dodatkiem do różnych potraw. Pamiętajmy, że to właśnie w kielkach pszenicy odkryto czynnik X, nazwany później witaminą E.

Warzywa i owoce – cenne źródło innych antyoksydantów – nie zawierają zbyt dużych ilości witaminy E. Jedynie ciemnozielone warzywa jak szpinak, brokuły, zielony groszek są w nią nieco bogatsze. Aby zapewnić organizmowi korzyści z działania wszystkich związków z grupy witaminy E oraz innych antyoksydantów, należy łączyć w posiłku owoce z ziarnami zbóż.

Zażywanie witaminy E w większych ilościach jest względnie bezpieczne, w przeciwieństwie do innych witamin rozpuszczalnych w tłuszczach, to jest witamin A i D. Te witaminy bowiem w stężeniach kilkakrotnie przekraczających dawkę dzienną mogą być bardzo toksyczne. W przypadku witaminy A niebezpieczna jest już dwukrotna dawka dzienna (w przypadku ciężarnych kobiet istnieje możliwość wystąpienia uszkodzeń płodu), a witaminy D siedmiokrotność dziennej dawki.

*Oprac. Bohdan Waydyk na podstawie książki Andreea M. Papasa „Wielka kariera witaminy E. Cudowny lek XXI wieku”.*

**Wśród wolnych rodników są takie, które można określić mianem ekstremalnie aktywnych. Na przykład okres półtrwania rodnika hydroksylowego, jednego z najbardziej szkodliwych, wynosi jedną bilionową część sekundy, czyli jest miliony razy krótszy od mrugnięcia okiem! Taki wolny rodnik atakuje pierwszą napotkaną cząsteczkę – tłuszczu, białka, cukru czy DNA.**

czynników powodujących zamykanie tętnic płytkami miażdżycowymi. Poza tym chroni przed chorobą zakrzepową (powodującą zawały i udary), gdyż jest bardzo sprawnym antykoagulantem (substancją chroniącą płytki krwi przed zlepianiem się i formowaniem skupisk powodujących powstawanie płytek miażdżycowych). Witamina E nie leczy cukrzycy. Pomaga jednak chorym w ochronie przed wyniszczającym działaniem powikłań i oddalaniu ich w czasie. Przynosi korzyści, ale nie zastąpi właściwego odżywiania, ćwiczeń i utrzymania odpowiedniej wagi ciała. Pamiętać trzeba o tym, że włączenie witaminy E do programu leczenia, wymaga w każdym przypadku konsultacji z lekarzem.

Organizm ludzki nie syntetyzuje witaminy E, musi być więc dostarczona w pożywieniu lub w suplementach. Ogólnie rzecz biorąc, witaminę E

zboż. Mięso, ryby i nabiał są ubogie w witaminę E, podobnie warzywa i owoce. Większość spożywanych przez nas ryb i zwierząt hodowlanych otrzymuje witaminę E w paszy, a więc jej ilość w ich organizmach zależy od tego, czym są karmione. Masło i smalec zawierają mało witaminy E. Gotowanie czy smażenie produktów spożywczych nie niszczy witaminy E, pod warunkiem, że nie używamy tego samego oleju do smażenia powtórnie.

Do najlepszych źródeł witaminy E zaliczane są orzechy. Co prawda zawierają dużo tłuszczów, ale głównie tych dobrych – bogatych w jednonienasycone kwasy tłuszczowe. Najlepsze są orzechy niełuskane, ponieważ zawarta w nich witamina E zachowuje świeżość. Najbogatsze w tą witaminę są orzechy pistacjowe i migdały.

Wszystkie zboża, kukurydza, soja i inne nasiona roślin oleistych są