

WITAMINA E
LECZY WSZYSTKO, OPRÓCZ ZŁAMANEGO SERCA

Renata Szymańska

Tlenowy paradoks

- Tlen stanowi $\frac{1}{4}$ masy Ziemi
- W dolnych warstwach atmosfery w 1 l powietrza znajduje się 210 ml tlenu (21% obj.);
- Tlenek wodoru jest niezbędny dla funkcjonowania organizmów żywych
- Otrzymany w 1774 roku przez Josepha Priestleya (przez rozkład tlenku rtęciowego)
- Tlen jest ok 8-razy lepiej rozpuszczalny w rozpuszczalnikach organicznych niż w wodzie (ważne w aspekcie błon biologicznych)
- Sinice – płuca Ziemi



Tlen daje życie ...

- Tlen potrzebny jest nam do oddychania (utleniania) – szeregu reakcji enzymatycznych, w efekcie których z substancji organicznych powstaje CO_2 , H_2O i energia
- Bez pożywienia człowiek może przeżyć nawet kilka tygodni
- Bez wody – kilka dni
- Bez tlenu – kilka minut



<http://www.nature.com/news/>

* *Księga rekordów Guinnessa* podaje przypadek przeżycia bez wody i pożywienia 18 dni!

Tlen utrudnia życie ...

- Organizmy **bezwzględnie beztlenowe** (*Campylobacter jejuni*, krętek blady, grzyby, pierwotniaki)
- Organizmy **względnie beztlenowe** (*Clostridium tetani* – laseczka tężca)
- Organizmy **tlenowe**, w tym człowiek – przystosowanie do życia w atmosferze zawierającej co najwyżej 1/5 tlenu i narażone na oddziaływanie tlenu wyższej lub niższej zawartości nie czują się lepiej (choroba kesonowa; wysokogórska)
- Najbardziej wrażliwe na działanie tlenu są płuca i oczy, a także ośrodkowy UN



- Terapie tlenowe w medycynie (zatrucie tlenkiem węgla, niedotlenienie, zgorzel gazowa, terapie nowotworowe, stwardnienie rozsiane; choroby płuc)
- Bary tlenowe

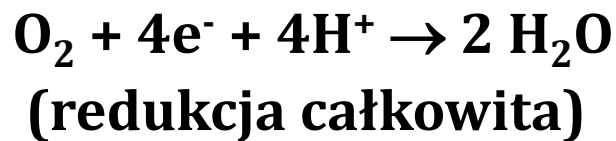


Tlen zabiera życie

- Za toksyczność tlenu odpowiadają reaktywne formy tlenu (RFT) powstające w komórkach
- Nadmiar RFT jest wspólnym mianownikiem procesów starzenia, chorób układu krążenia, nowotworów, zmian zwyrodnieniowych stawów, zaćmy, chorób neurodegeneracyjnych (Parkinson, Alzheimer, Huntington), niektórych alergii, stanów zapalnych, uszkodzenia tkanek w chorobie alkoholowej, anemii sierpowatej, schizofrenii, zapalenia stawów, choroby wrzodowej, dystrofii mięśniowej i innych

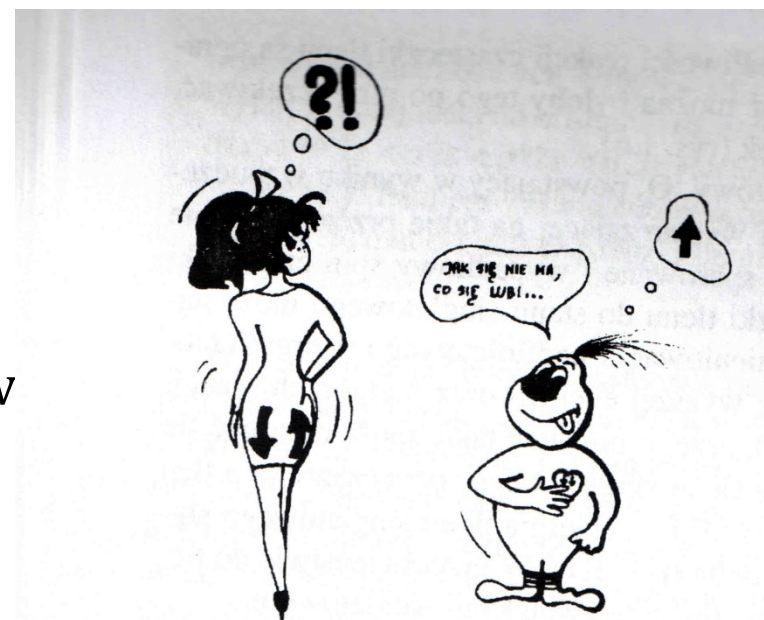
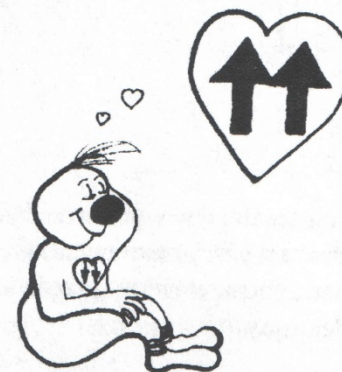
Reaktywne formy tlenu

- Tlen cząsteczkowy utlenia związki organiczne, a sam się redukuje:



- W stanie podstawowym – tripletowym, cząsteczka tlenu ma dwa elektrony na prostopadłych orbitalach p
- Spiny tych dwóch elektronów są równoległe
- Do całkowitej redukcji tlen musi reagować z inną cząsteczką w stanie tripletowym
- Większość związków organicznych jest w stanie singletowym (mają elektrony o sparowanych spinach)

MARZENIA CZĄSTECZKI TLENU...



„Jak się nie ma co się lubi, to się lubi co się ma”

- Tlen reaguje z wieloma związkami jednoelektronowo



(anionorodnik ponadtlenkowy)

(Wysoce reaktywny, dąży do sparowania elektronu, szybko wchodzi w reakcje z wieloma cząsteczkami)



(nadtlenek wodoru)

(Nadtlenek wodoru jest mniej reaktywny niż anionorodnik, ale bardziej niż tlen)



(rodnik hydroksylowy)

(Rodnik hydroksylowy najbardziej reaktywny rodnik w układach biologicznych)



Anionorodnik ponadtlenkowy

- Szybko reaguje z większością substancji
- Reaguje sam ze sobą – powstaje H_2O_2
- Utlenia adrenalinę, NADH, askorbinian, kolagen
- Redukuje jony metali przejściowych Fe^{3+} do Fe^{2+} , Cu^{2+} do Cu^+
- Nietrwały, ale może przenikać przez błony komórkowe
- 1 ml krwinek czerwonych uwalnia 30 nmoli $\text{O}_2^{\cdot-}$ /h co odpowiada 400 000 $\text{O}_2^{\cdot-}$ z pojedynczej krwinki w ciągu doby!

Nadtlenek wodoru

- Utlenia wiele ważnych grup (tiolowe, fenolowe, tioestrowe)
- Utlenia jony metali przejściowych $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ $\text{Cu}^+/\text{Cu}^{2+}$
- Łatwo przenika przez błony i jest trwały
- Duże stężenie wykryto w moczu
- Dużo H_2O_2 w kawie i herbacie, miodzie
- Powstaje w jamie ustnej
- Duże zawartości w wodzie morskiej, deszczowej oraz we mgle



Tlen singletowy

- Tlen singletowy – $^1\text{O}_2$ powstaje przez wzbudzenie O_2 , przegrupowanie i sparowanie elektronów (kwant światła nadfioletowego niektóre reakcje chemiczne);
- Reaguje z innymi cząsteczkami przekazując im energię wzbudzenia lub wchodzi z reakcją chemiczną
- Tlen singletowy łatwo reaguje z innymi cząsteczkami w stanie singletowym

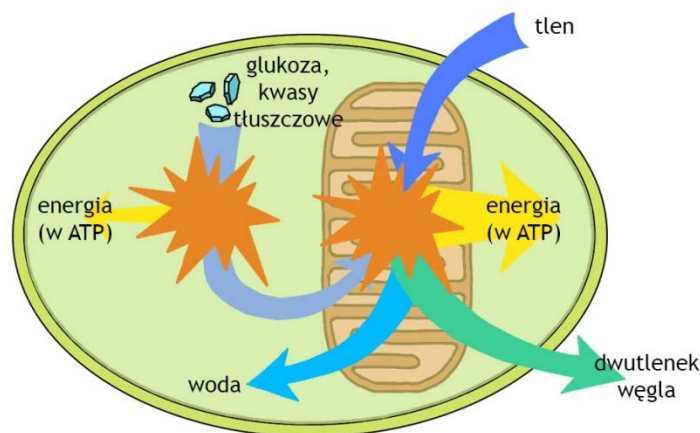




Jak powstają RFT

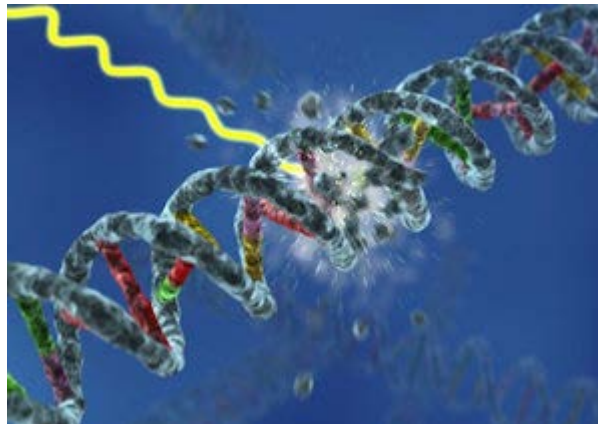


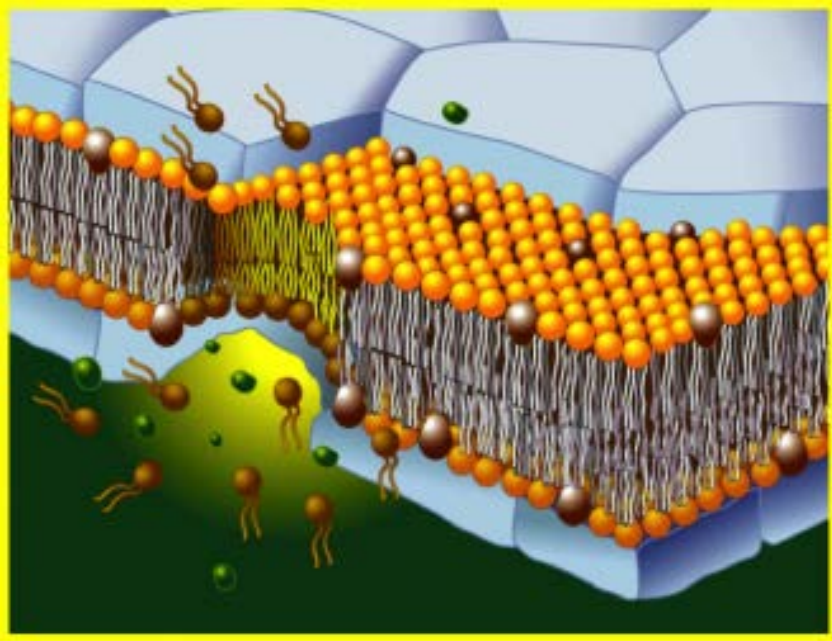
- Oddziaływanie czynników zewnętrznych (promieniowanie jonizujące, UV, ultradźwięki, fotosensybilizacja)
- Wewnątrzkomórkowo – jednoelektronowe utlenianie związków przez O_2 , reakcje enzymatyczne, szereg reakcji nieenzymatycznych
- Generalnie, najpierw tworzy się $O_2^{\cdot-}$, z niego powstaje H_2O_2 , później $\cdot OH$.



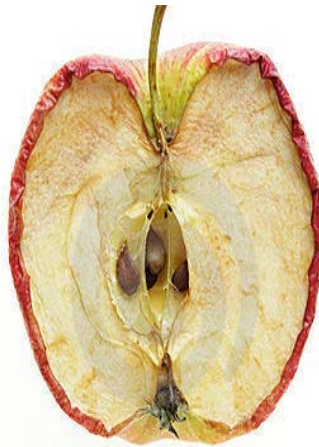
Reaktywne formy tlenu uszkadzają komórki

- Reagują z wszystkimi głównymi biozwiązkami: lipidami, białkami, kwasami nukleinowymi, związkami niskocząsteczkowymi
- Utleniają lipidy błon komórkowych
- Uszkadzają białka – białko traci aktywność biologiczną (np. hemoglobina)
- Uszkadzają kwasy nukleinowe (udział produktów modyfikacji DNA w patogenezie chorób autoimmunologicznych np. toczenia rumieniowatego)
- Utleniają cukrowce (głównie reszty sacharozy i kwas hialuronowy)





dreamstime.com

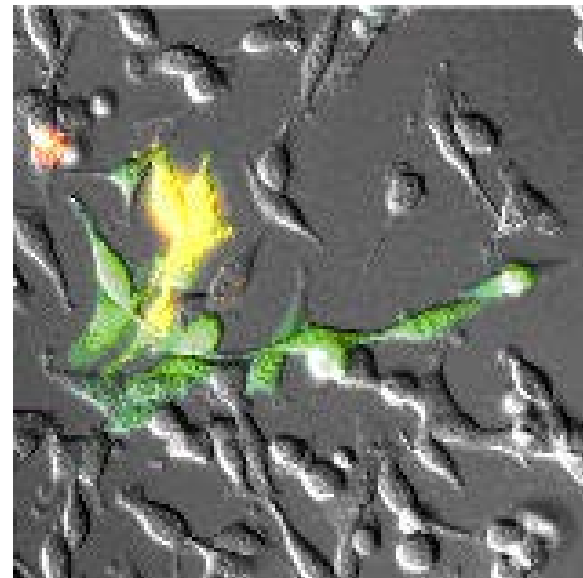
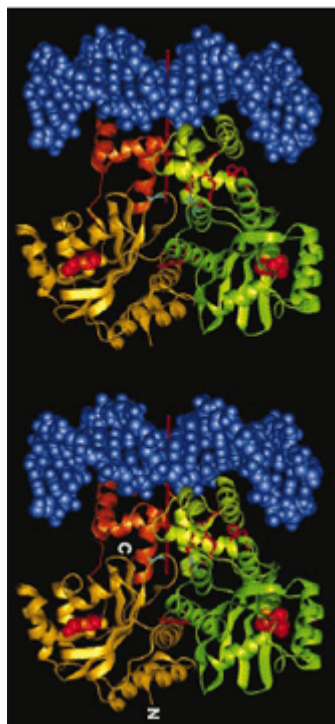


[dreamstime](http://dreamstime.com)



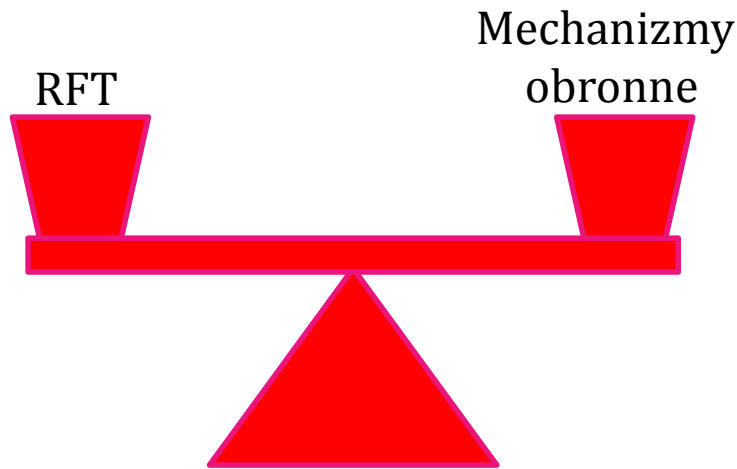
dreamstime.com

RFT w służbie życia

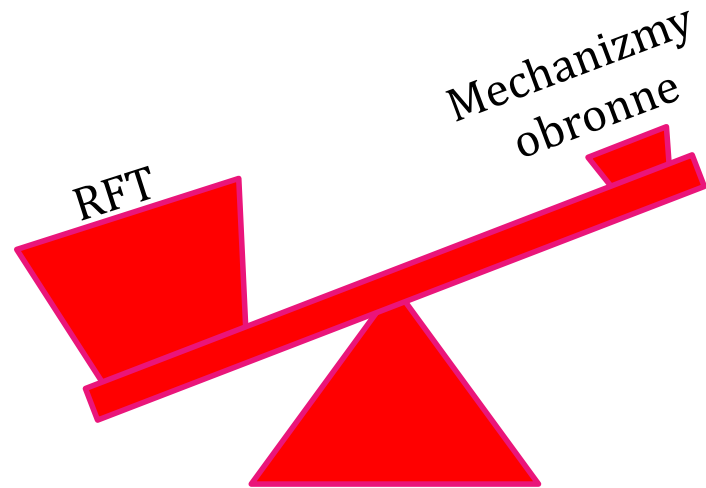


Kiedy robi się niebezpiecznie?

- W prawidłowych warunkach powstające RFT są na bieżąco neutralizowane
- W niektórych sytuacjach ilość wytwarzanych RFT przekracza możliwości obronne organizmu – stres oksydacyjny



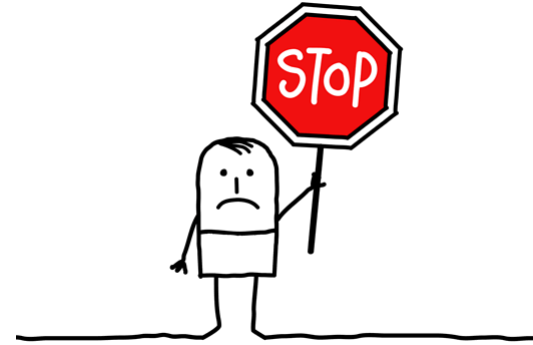
Równowaga



Stres oksydacyjny

Strategie obronne

- Niedopuszczenie do reakcji RFT ze związkami biologicznymi
- Przerwanie łańcuchowych reakcji wolnorodnikowych
- Usunięcie skutków reakcji RFT z biozwiązkami



Wadliwa obrona – szybsze starzenie

A



3 miesiące WT

B



3 miesiące mutant

C



15 miesięcy WT

D

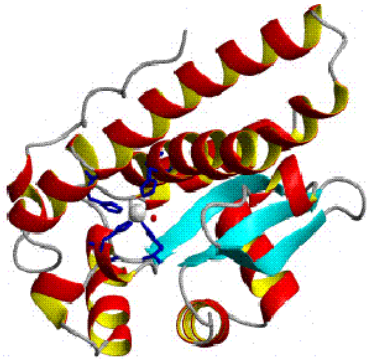


15 miesięcy mutant

- Gryzonie z osłabioną obroną antyoksydacyjną przedwcześnie starzały się
- Na poziomie komórkowym – uszkodzenia DNA, białek, lipidów

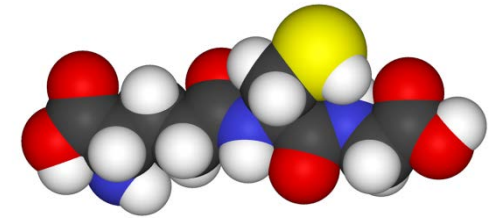
Enzymatyczne

(dysmutazy, katalaza, peroksydazy, tioredoksyny)



Nieenzymatyczne

(niskocząsteczkowe związki, mikroelementy)



Antyoksydanty, antyutleniacze, przeciwutleniacze

- **Antyoksydant** to substancja, która w stężeniach małych w porównaniu z substancją ulegającą utlenieniu opóźnia lub hamuje utlenienie tej substancji.

Podział ze względu na polarność

Hydrofilowe

witamina C
antocyjany
polifenole
flawonoidy



Hydrofobowe

karotenoidy
koenzym Q10
witamina E
witamina A

Podział ze względu na pochodzenie

Endogenne

glutation
koenzym Q10
pochodne estrogenów
cholesterol
melanina
cysteina



Egzogenne

witamina C
witamina E
witamina A
koenzym Q10
antocyjany
flawonoidy
polifenole
likopen
karoteny
luteina
zeaksantyna
mikroelemnety

Roślinne antyutleniacze – gdzie ich szukać?



TRUNEK

Całkowita zdolność
antyoksydacyjna

Żubr	0,45
Lech Premium	1,23
Leżajsk	0,92
Okocim Jasne	0,83
Okocim Mocne	0,90
Żywiec Jasne	0,71
Żywiec Porter	5,10
Riesling White	0,33
Karp White	0,36
Egri Bikaver	5,51
Desire Rouge	6,63
Sophia Merlot	4,06
Cambas Rouge	1,71
Beaujolais Nouveau	1,64
California Rose	1,80
Wyborowa	0
Polonez	0
Żubrówka	0,12
Starka	1,90
Sequin Brandy	1,03
Martell Cognac	0,74

Witamina E – eliksir płodności

- Odkryta w 1922 roku – czynnik warunkujący prawidłowe rozmnażanie
- Czynnik X nazwano witaminą E (koleją literą alfabetu)
- Witamina seksu lub witaminowa dama lekkich obyczajów (lata 30. XX w)
- W 1936 roku witamina E wyizolowano z kiełków pszenicy, tokoferol (gr. *tocos* – narodziny, *ferein* – wydać na świat)
- W 1938 roku opracowano kompletną strukturę
- Długotrwały brak witaminy E prowadzi do zaniku tkanki mięśniowej i nerwowej (lata 40. XX w)



1922

1950

2000

odkrycie jako witaminy

chemiczna struktura

właściwości antyutleniające

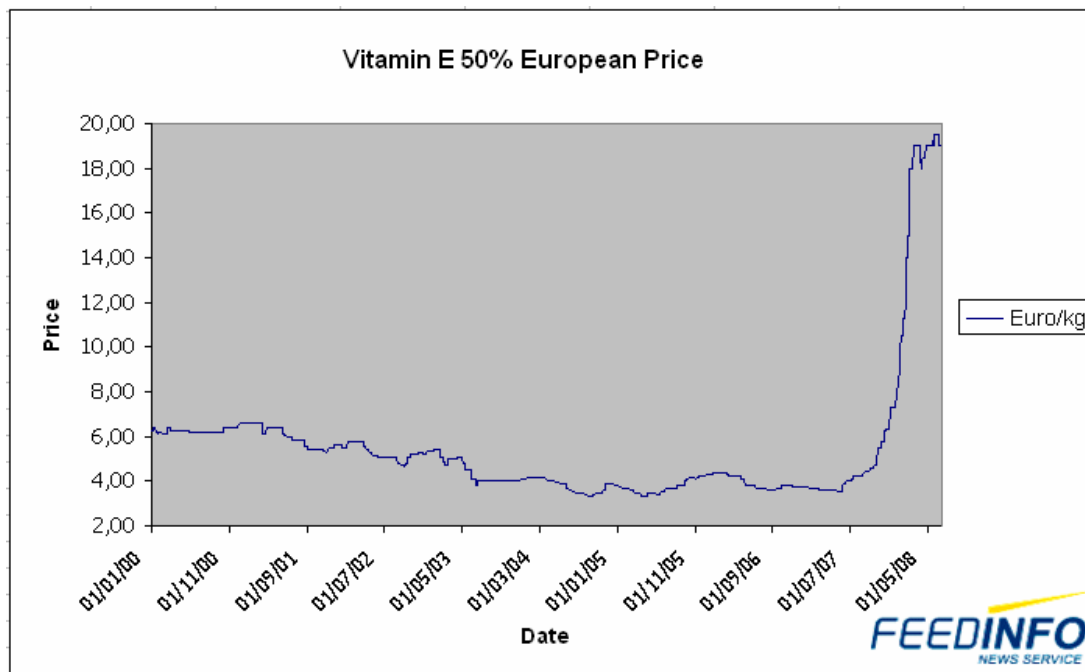
zapobieganie chorobom

transport i metabolizm

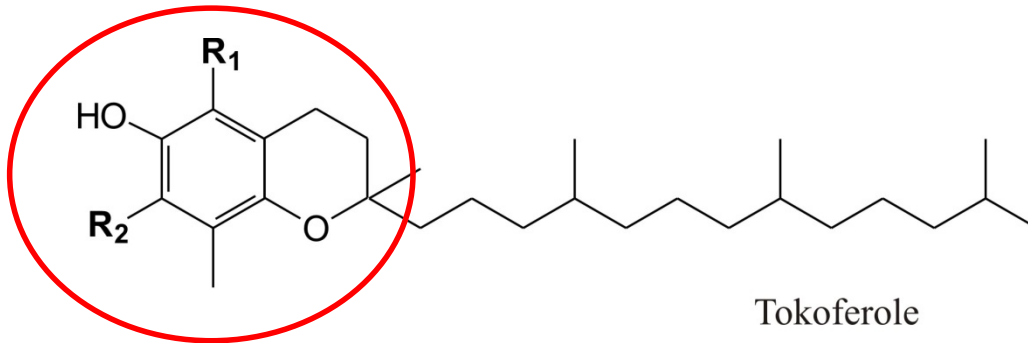
udział w przekazywaniu sygnału

białko transportujące α -tokoferol

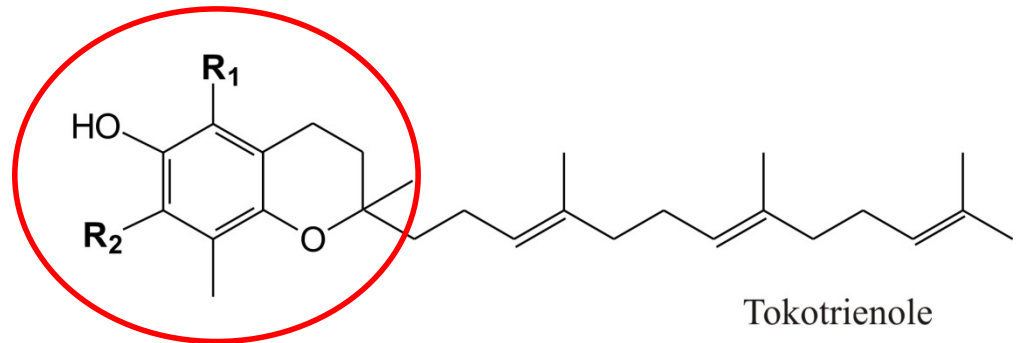
regulacja ekspresji genów



Witamina E to kompleks 8 związków (dane z 2010)



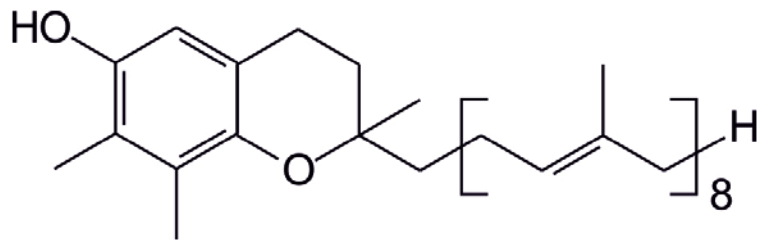
Tokoferole



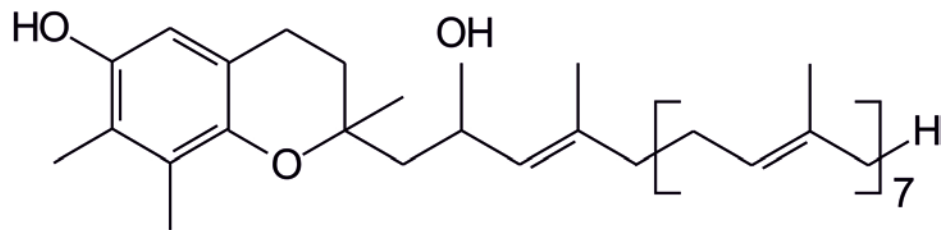
Tokotrienole

Tokoferol/ Tokotrienol	R ₁	R ₂
α	CH ₃	CH ₃
β	CH ₃	H
γ	H	CH ₃
δ	H	H

2010 rok – rodzina witaminy E powiększyła się



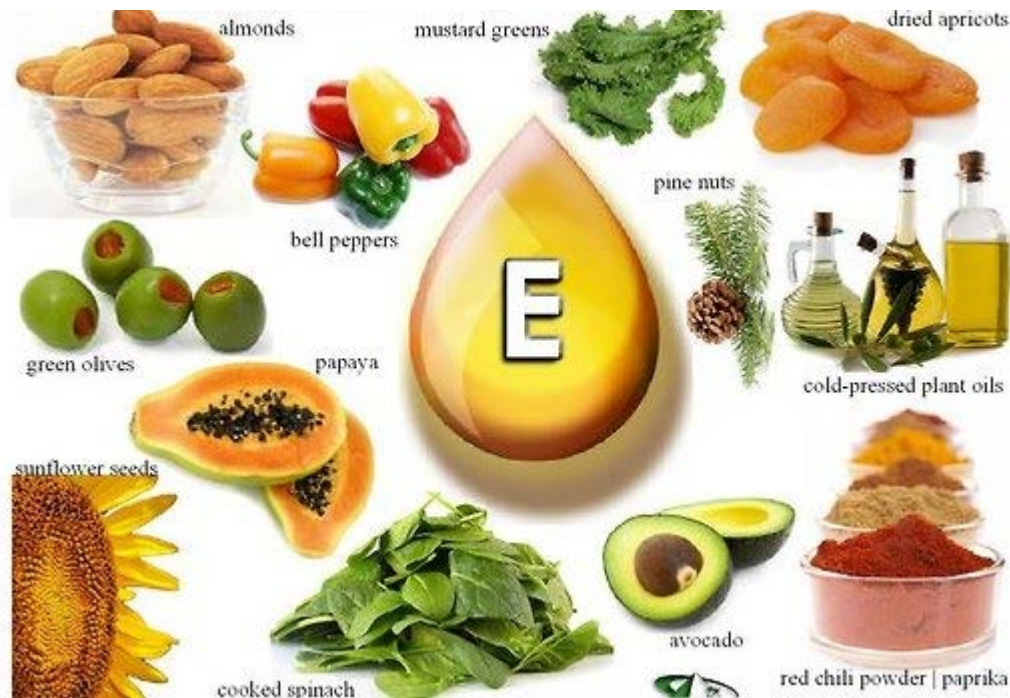
PLASTOCHROMANOL



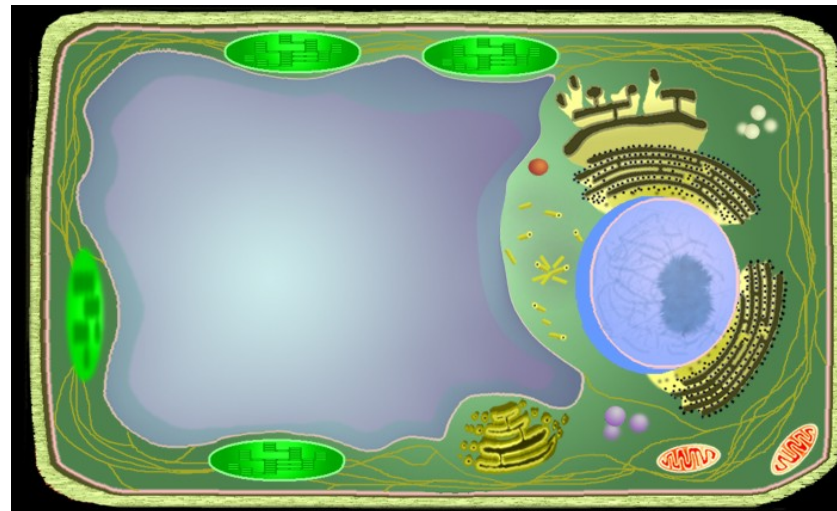
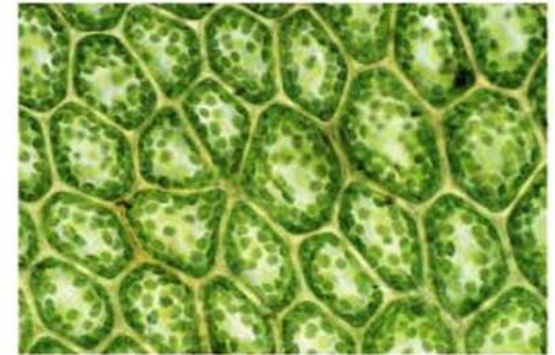
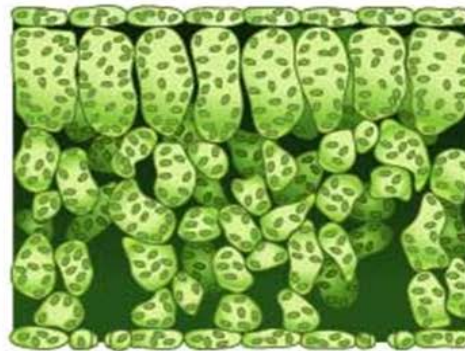
PC-OH

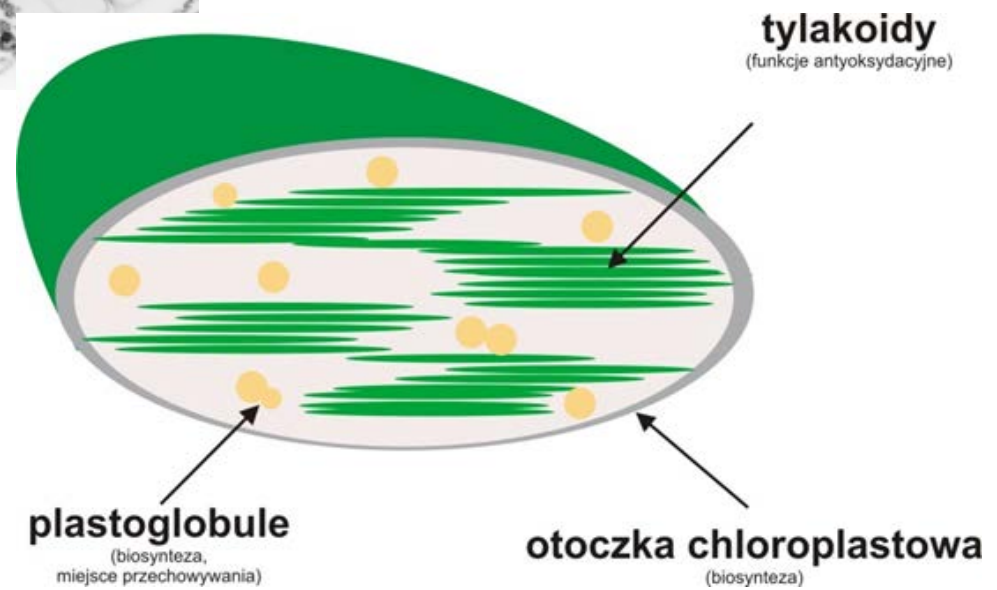
Witamina E – najsilniejszy roślinny antyoksydant

- Syntetyzowana wyłącznie przez organizmy fotosyntetyzujące (rośliny, glony, bakterie, sinice);
- Organizm człowieka i zwierząt musi dostarczać ją wraz z pożywieniem (RDA wynosi 15-20 mg);
- Najbogatszym źródłem witaminy E są kiełki pszenicy, oleje roślinne, oliwa z oliwek, orzechy, migdały, zielone warzywa, owoce;



Adres zameldowania – chloroplast



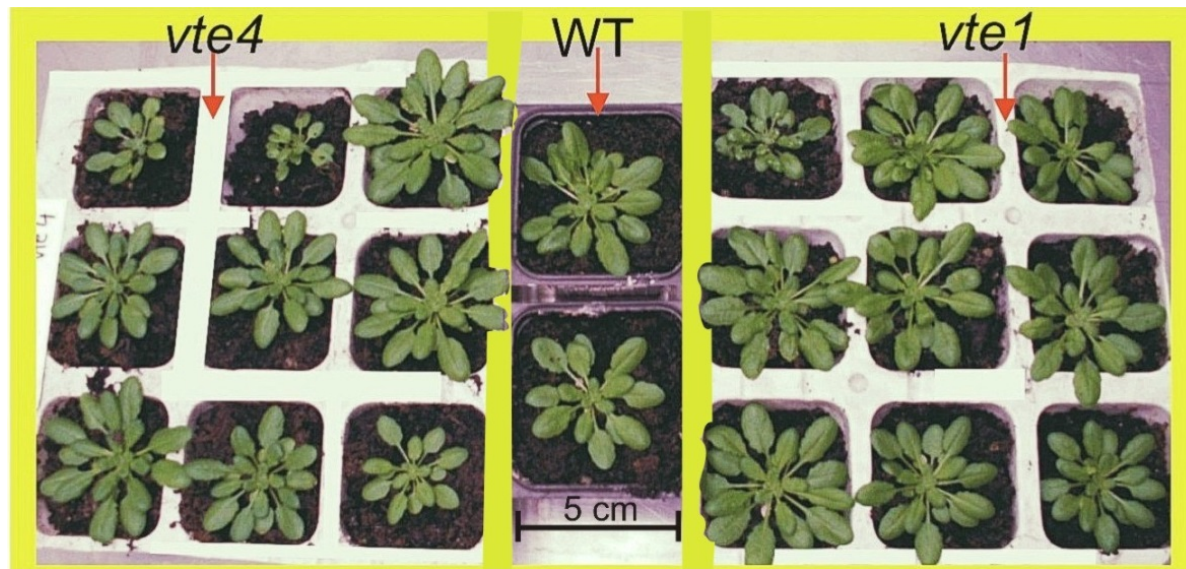


Funkcje witaminy E u roślin

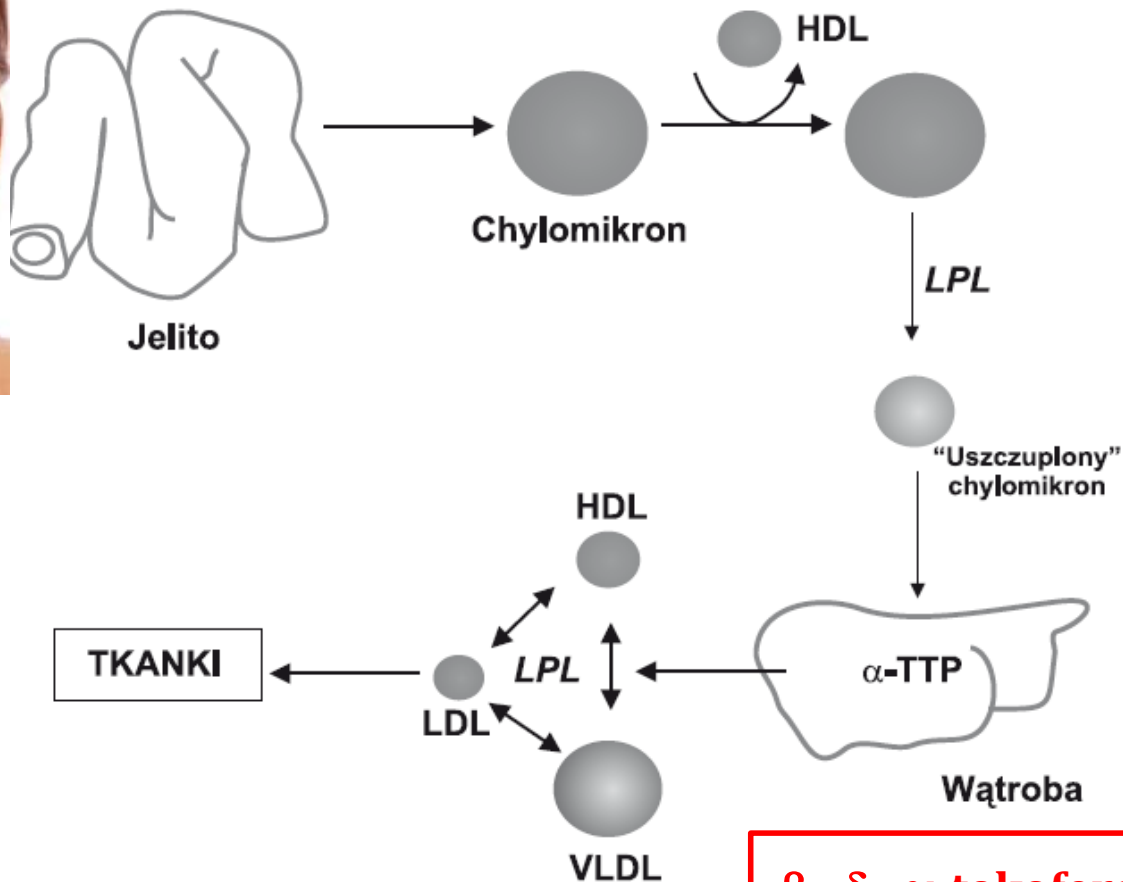
- **Antyoksydacyjna** – ochrona aparatu fotosyntetycznego przed destrukcją, tylakoidów i błon komórkowych przed utlenieniem;
- **Regulacja ekspresji genów**
- **Regulacja hormonalna**
- **Komunikacja** między i wewnątrzkomórkowa
- **Ochrona przed stresem** (m.in. silnym światłem, suszą, zasoleniem, metalami ciężkimi, bakteriami, wirusami i in.)
(w warunkach stresowych poziom witaminy E ulega silnym zmianom)

Jak badać witaminę E u roślin?

- Metody chromatograficzne – witamina E wykazuje naturalną fluorescencję
- Metody spektrofotometryczne
- Z użyciem roślin modelowych i dostępnych komercyjnie mutantów



Losy witaminy E w organizmie człowieka



α -tokoferol

β -, δ -, γ -tokoferol

CEHC

Mniej znani kuzyni – tokotrienole i platochromanol

- Występowanie mocno ograniczone (rośliny jednoliścienne, oleje: palmowy, sojowy, kokosowy, lateks)
- Znacznie silniejsze właściwości antyoksydacyjne niż tokoferole
- Preferencyjnie lokalizują się w tkance tłuszczowej i w skórze (silna ochrona przed UV)
- Skutecznie obniżają cholesterol (tokoferole nie mają takiego działania)

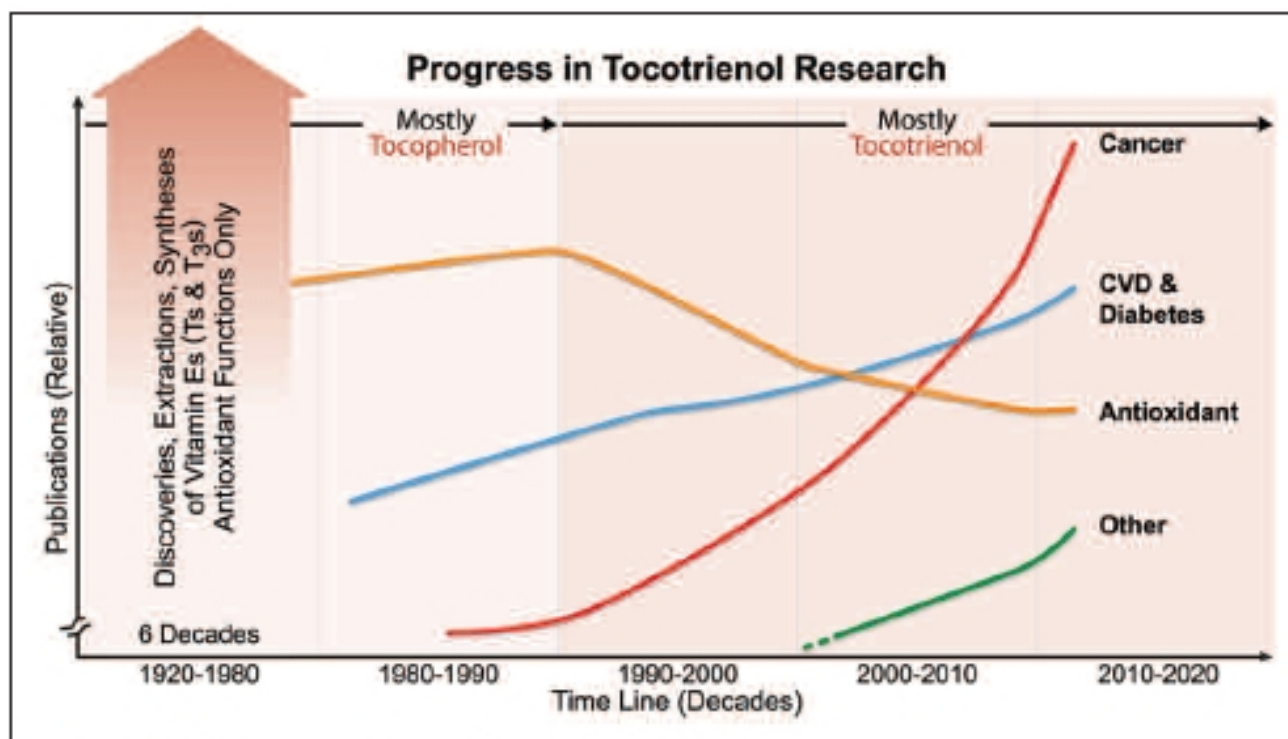


Figure 10: Progress in tocotrienol research.

Witamina E - leczy, zapobiega, chroni



- Podstawowy i jeden z najsilniejszych antyutleniaczy
- Opóźnia starzenie się
- Choroby sercowo-naczyniowe (choroba wieńcowa, miażdżyca, zakrzepica)
- Nowotwory (prostaty, jelita grubego, płuc, skóry)
- Choroby neurodegeneracyjne (Alzheimer, Parkinson, Huntington, stwardnienie rozsiane)
- Cukrzyca
- Zaćma
- AIDS
- Stany zapalne i choroby układu odpornościowego (reumatoidalne zapalenie stawów, astma, alergie)
- Prawidłowe rozmnażanie
- Menopauza



Brać czy nie brać?

- **Unikanie niedoborów** – dieta bogata w nienasycone tłuszcze, dobre oleje roślinne, orzechy, pełne ziarna, warzywa i owoce
- **Zwiększona podaż u ludzi z dużym ryzykiem chorób** (np. sercowo-naczyniowych), chorych i starszych
- Długotrwały niedobór spowodowany złą dietą może być niebezpieczny (uszkodzenie nerwów i tkanek)



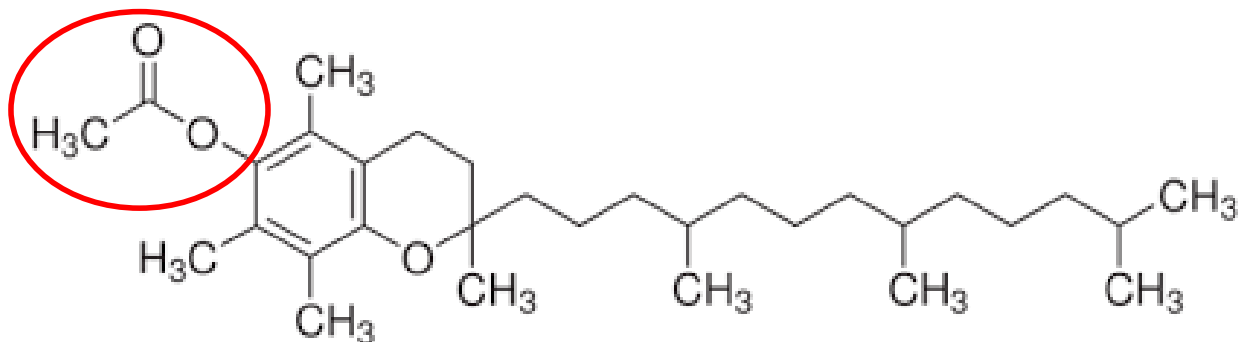
Bezpieczeństwo czy niebezpieczeństwo?

- Witaminy A i D są magazynowe w wątrobie i tkankach – przy wysokim spożyciu wzrasta ryzyko ich toksyczności
- Witamina E jest magazynowana w wątrobie, ale zwiększenie jej poziomu tylko 3-5 razy
- Organizm nie gromadzi witaminy E w dużych dawkach
- Duże stężenia są niebezpieczne u ludzi z zaburzeniami krzepnięcia (witamina E spowalnia krzepnięcie)
- Ataksja z niedoborem witaminy E (AVED)



Naturalne czy sztuczne?

- α -tokoferol – naturalny i syntetyczny (pozostałe tokoferole są tylko naturalne)
- Naturalnie, witamina E występuje w konformacji przestrzennej *RRR*
- W suplementach i kosmetykach *all-rac- α -tokoferol* (aktywność octanu *all-rac- α -tokoferolu* to 50% aktywności naturalnej formy)
- Białko α -TTP rozpoznaje naturalne i syntetyczne formy witaminy E (preferencyjnie wiąże naturalny *RRR- α -tokoferol*)
- Estry tokoferolu (octan i bursztynian) – naturalne i sztuczne



Etykiety pod lupą

- **d-alfa-tokoferol** – naturalny
- **dl-alfa-tokoferol** – syntetyczny
- Tylko **tokoferol** – syntetyk
- *all-rac- α -tokoferol* – syntetyczna mieszanina stereozimomerów
- Estry tokoferolu – bursztynian (ang. ***tocopheryl succinate***), octan (ang. ***tocopheryl acetate***)
- Ester bursztynian 1000-glikolpolietylen d-alfa-tokoferolu (TPGS) – rozpuszcza się w wodzie – zalecany u ludzi z zaburzeniami wchłaniania normalnej postaci (choroby wątroby, chorobą Crohna czy owrzodzeniem jelit)
- Witamina E jako konserwant nie może być zestryfikowana!

EU Ecolabel : FR/30/05

I ♥ my planet. The Radiance Shampoo gently cleanses all hair types. Enriched with botanical vitamin and lemon extract, it leaves your hair with a glossy radiance. With the greatest respect to your hair and the environment, this shampoo can be used as often as you wish.

Apply to wet hair. Rinse thoroughly. Avoid contact with eyes.

INGREDIENTS : AQUA · SODIUM LAURETH SULFATE · COCAMIDOPROPYL BETAINE · GLYCERIN · PEG-7 GLYCERYL COCOATE · SODIUM CHLORIDE · SODIUM BENZOATE · CITRIC ACID · PARFUM · HYDROXYPROPYL GUAR HYDROXYPROPYLTRIMONIUM CHLORIDE · SALICYLIC ACID · CITRUS MEDICA LIMONUM JUICE · TOCOPHEROL

e 300 ml



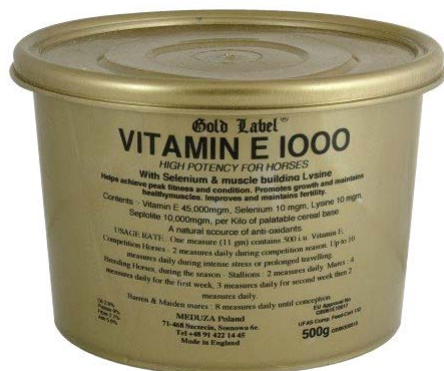
Yves Rocher
56201 La Gacilly
France - Made in France



www.yves-rocher.com



Ingredients/INCI: Aqua, Vitis Vinifera Seed Oil, Glycine Soja Oil, Xylitol, Sorbitan Stearate, Sucrose Cocoate, Butyrospermum Parkii (Shea Butter) Fruit, Glyceryl Stearate, Argania Spinosa Kernel Oil, Simmondsia Chinensis Seed Oil, Stearic Acid, Cetearyl Alcohol, Benzyl Alcohol, Betulin, Tocopheryl Acetate, Aloe Barbadensis Leaf Extract, Allantoin, Xanthan Gum, Dehydroacetic Acid, Saponaria Officinalis Root Extract, Lupeol, Oleanolic Acid, Betulinic Acid.



Witamina E nie leczy złamanego serca, ale ...

- Zapobiega chorobom
- Poprawia dobrostan całego organizmu
- Opóźnia efekty starzenia

