

**Trzeba przyznać, że tytuł to nietypowy,  
a może nawet prowokacyjny.  
Tak, rzeczywiście jest prowokacyjny,  
bo kto, jak nie my, chemicy amatorzy,  
powinniśmy dużo wiedzieć o witaminie C  
i mieć o niej sąd obiektywny?**

**A**tymczasem rzadko która witamina wzbudzała i nadal wzbudza tyle kontrowersji, co witamina C. Oto jedni wzorem Paulinga przyjmują ją wręcz garściami, inni jej prawie nie zażywają. Słynny chemik, laureat Nagrody Nobla, Linus Pauling, sam przyjmował i zalecał branie do 2 g witaminy C na dobę. Natomiast wielu biochemików, lekarzy i dietetyków uważa takie postępowanie za niewłaściwe, bo rozleniwia ono organizm i niejako zwalnia go z funkcji pobierania witaminy C z pożywienia.

Sytuacja podobna: - Co lepiej dać głodnemu mieszkańcowi krainy jezior? Kilka kilogramów ryb czy wędkę z pełnym wyposażeniem?

I właśnie obiektywizm polega na tym, żeby brać gotową witaminę C tylko w przypadkach koniecznych, takich jak choroba, ciąża, macierzyństwo, rekonwalescencja czy niezawiniony długi post od świeżych

# O WITAMINIE C OBIEKTYWNI

jarzyn i owoców. Natomiast człowiek zdrowy powinien dbać o swoją codzienną dietę, tak żeby była ona urozmaicona warzywami, surówkami i owocami, a nie ograniczała się tylko do hot dogów, frytek, pizzy czy hamburgerów.

## CO TO JEST WITAMINA?

Witaminami nazywamy określone związki organiczne, które:

1. nie są źródłem energii ani materiałem budulcowym dla żywych organizmów,
2. są niezbędne do normalnego toku procesów życiowych,
3. nie są wytwarzane w organizmie, muszą być dostarczane z pożywieniem w stosunkowo bardzo małych ilościach w porównaniu z innymi składnikami żywności.

**Witamina łącznie z enzymami i hormonami należą do grupy związków zwanych biokatalizatorami**, czyli do związków katalizujących i kierujących przemianami chemicznymi w żywym organizmie.

Brak witamin w pożywieniu prowadzi do różnego rodzaju schorzeń nazwanych ogólnie **awitaminozami** (np. skorbut, krzywica, pelagra, kseroftalmia - kurza ślepotą, beri-beri, itp.). Niedobór, czyli niepełne pokrycie zapotrzebowania na witaminy, prowadzi do stanów pośrednich pomiędzy zdrowiem a chorobą, noszących nazwę **hipowitaminoz**. Hipowitaminozy



I

Kazimierz Funk urodzony 23.02.1884 w Warszawie, zmarły w roku 1967, biochemik. Pracował w Instytucie Pasteura w Paryżu, później w Anglii, Polsce i USA. W roku 1912 wyodrębnił i przebadał substancję niezbędną do prawidłowego rozwoju organizmu i nadał jej nazwę - witamina. W roku 1924 ukazała się jego pierwsza w literaturze monografia o witaminach

powodują złe samopoczucie, ogólne osłabienie oraz zmniejszoną odporność organizmu na infekcje, co wywołuje skłonność do zapadania na różne choroby.

Stefan Sękowski

CZ. I

Głównym źródłem witamin dla ludzi i zwierząt są rośliny, które mają zdolność ich syntezowania. Człowiek ich nie wytwarza, ale otrzymuje witaminy bezpośrednio z pokarmów roślinnych lub pośrednio z pokarmów zwierzęcych, w których poprzednio witaminy zostały zgromadzone z pożywienia roślinnego.

## POLAK PIERWSZY

Możemy być dumni, bo **polski chemik Kazimierz Funk jako pierwszy odkrył** substancje niezbędne do życia, a mianowicie **witaminy**. Początkowo różni uczeni i badacze stwierdzali zależność stanu zdrowia ludzi i zwierząt od składu przyjmowanych pokarmów. I tak rosyjski lekarz N. I. Łunin w 1880 roku w doświadczeniach na myszach wykazał, że istnieje zasadnicza różnica między pożywieniem naturalnym a sztucznie zestawianą mieszaniną poszczególnych składników pożywienia. Podczas gdy myszy żywione mlekiem krowim rozwijały się normalnie i były zdrowe, to karmione mieszaniną oczyszczonych substancji, wchodzących w skład mleka (białka, tłuszcze, cukry, sole mineralne), szybko ginęły. Łunin wyciągnął stąd wniosek, że w mleku muszą się znajdować nieznane substancje niezbędne do życia. Późniejsze podobne badania, prze-

prowadzone przez wielu uczonych, potwierdziły rezultaty tych doświadczeń.

Szczególnie cenne były prace holenderskiego lekarza CH. Eijkmana dotyczące powstawania choroby beri-beri. Choroba ta występowała masowo w XIX wieku w Japonii, Indonezji i na Filipinach, powodowała ogólne osłabienie i wycieńczenie organizmu oraz porażenie nerwów obwodowych połączone z niedowładem. Śmiertelność wynosiła 60-70% zachorowań. Po przeprowadzeniu licznych prób klinicznych Eijkman stwierdził, że występowanie beri-beri jest spowodowane odżywianiem się ludności południowoazjatyckiej wyłącznie ryżem polerowanym, czyli pozbawionym całkowite łąsek. Stan chorych na tę chorobę poprawiał się, gdy zaczęto ich karmić ryżem niełuszczonym lub gdy dodawano do pożywienia wyciąg z otrębów ryżowych. Eijkman wykazał więc, że w otrębach ryżowych znajduje się substancja pozwalająca leczyć beri-beri.

Dalsze prace na ten temat, ukoronowane odkryciem i wyodrębnieniem witaminy, prowadził właśnie przed pierwszą wojną światową polski uczoney Kazimierz Funk, który potwierdził przypuszczenie i wnioski Eijkmana, i po raz pierwszy otrzymał z otrębów ryżowych substancję usuwającą objawy beri-beri. Ponieważ substancja ta miała właściwości amin organicznych, **Funk nazwał ją witaminą**, tzn. **aminą warunkującą procesy życiowe** (*vita* po łacinie - życie). Uogólniając wyniki doświadczeń zarówno swoich, jak i innych badaczy, Funk doszedł do wniosku, że w naturalnych środkach spożywczych, poza zasadniczymi składnikami odżywczymi, występują w niewielkich ilościach substancje podobne do substancji wyodrębnionej z otrębów ryżu, które są niezbędne do prawidłowej przemiany materii w żywych organizmach. Od tego czasu prace na ten temat poszły bardzo szybko naprzód i doprowadziły do wykrycia wielkiej rodziny witamin od A poprzez witaminę B i dalej C, D, E, F, G, H, K, M, PP i T.

## POWRÓĆMY DO WITAMINY C

Witaminę tę odkrył (wydzielając z soku cytrynowego), przebadał i zsyntetyzował uczoney węgierski

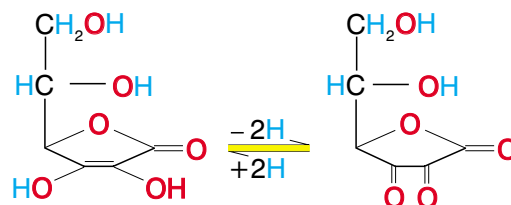
Albert Szent-Györy w roku 1928. Za odkrycie to, jak też za całokształt badań nad witaminą C w roku 1937 otrzymał Nagrodę Nobla.

### Czym jest i jak wygląda witamina C?

Jest nią **kwask askorbinowy** tworzący w normalnych warunkach bezbarwne kryształki doskonale rozpuszczalne w wodzie i alkoholu etylowym. Jego pełna chemiczna nazwa brzmi: lakton kwasu 2-okso-L-gulonowego  $C_6H_{12}O_6$ . A oto jego wzór strukturalny: (2).

Kwas askorbinowy jest chemicznie bardzo reaktywny. Pod działaniem światła, tlenu oraz jonów metali ciężkich, głównie Cu i Fe, bardzo łatwo się utlenia. Utlenianie to przebiega w kilku stadiach. Pierwsze stadium to przejście kwasu askorbinowego w kwas dehydroaskorbinowy (3). Jak widzimy, reakcja ta jest odwracalna i, co ważniejsze, kwas dehydroaskorbinowy zachowuje częściowo lecznicze właściwości witaminy C. Natomiast dalsze stadium, czyli utlenianie do kwasu glikoaskorbinowego, jest już nieodwracalne i prowadzi do powstania kwasu szczawinowego. Kwas ten nie ma oczywiście właściwości leczniczych. Biologiczne działanie kwasu askorbinowego polega na jego udziale w procesach oksydoredukcyjnych zachodzących w organizmie.

3



kwas askorbinowy

kwas dehydroaskorbinowy

Mechanizmy powstawania kwasu dehydroaskorbinowego i kwasu askorbinowego uzyskane przez ich odwodornianie lub uwodornianie. Kwas dehydroaskorbinowy jest dla naszego organizmu pożyteczny, ale nie w tym stopniu co witamina C.

Kwas askorbinowy jest szeroko rozpowszechniony w świecie roślinnym. Dla ludzi praktycznym źródłem witaminy C są świeże owoce i warzywa. **Najwięcej tej witaminy zawierają owoce dzikiej róży** (2000-5000 mg)/100 g. Poza tym występuje on we wszystkich owocach i warzywach. Szczególnie cenna jest zawartość kwasu askorbinowego w ziemniakach (30 mg/100g). Są one obok kiszzonej kapusty głównym źródłem witaminy C dla ludzi w okresie zimowym i wczesnowiosennym, gdy brak jest świeżych owoców i warzyw.

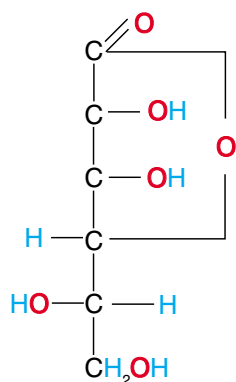
## CZAS NA DOŚWIADCZENIA

Jak już wspomnieliśmy, kwas askorbinowy jest silnym reduktorem, a sam łatwo się utlenia. I tak w kwaśnym środowisku kwas askorbinowy bardzo łatwo utlenia się jodem do kwasu dehydroaskorbinowego, zgodnie z równaniem (4).

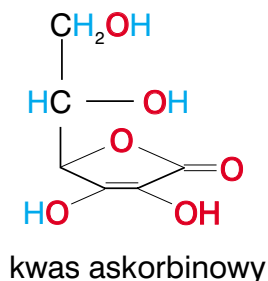
Spróbujmy prześledzić to doświadczalnie.

Żeby pozbyć się jakiegokolwiek wątpliwości, pierwsze doświadczenie przeprowadzimy na 100%

2a



2b



kwas askorbinowy

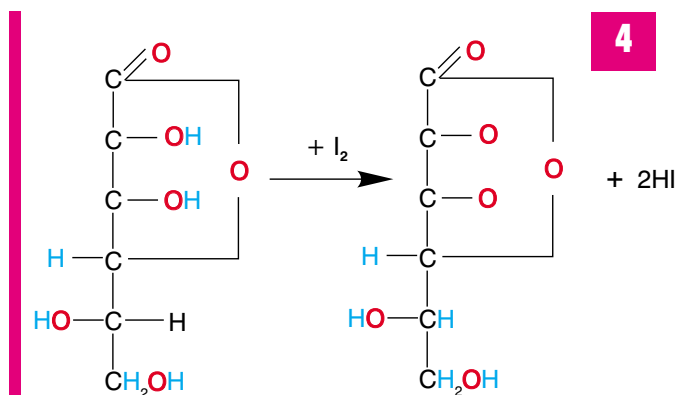
Dwa sposoby strukturalnego przedstawienia kwasu askorbinowego

- postać łańcuchowa
- postać pierścieniowa

# za odkrycie witaminy C (1928 r.) Albert Szent-Györy otrzymał nagrodę Nobla (1937 r.)

pewnym kwasie askorbinowym. - Kupmy w aptece małe opakowanie witaminy C.

Tabletkę witaminy dokładnie kruszymy i około 0,1 g powstałego proszku rozpuszczamy w 25 cm<sup>3</sup> ciepłej destylowanej wody, dodajemy 5 cm<sup>3</sup> 5% kwasu solnego HCl i na koniec dodajemy 1 cm<sup>3</sup> wodnego roztworu skrobi. Do tak sporządzonej mieszaniny dodajemy po kropli rozcieńczony wodny roztwór jodu (np. jody-



Reakcja kwasu askorbinowego z jodem

ny). Po dodaniu pewnej ilości roztworu jodu całość przybierze barwę niebieską. Gdy ta barwa już się pojawi, mamy pewność, że preparat zawierał witaminę C.

A teraz poznamy inną metodę identyfikacji witaminy C. Będzie nią redukujące działanie kwasu askorbinowego na trójwartościowe sole żelaza.

**Tabela 1**  
**Zawartość witaminy C w pospolitych owocach i warzywach [mg/100 g]**

Owoce	Warzywa
Agrest do 50	Cebula ok. 20
Aronia 350 do 550	Chrzan 100 do 240
Brzoskwinia 3,2 do 7,9	Czosnek ok. 10
Cytryna ok. 40	Fasola szparagowa 20 do 30
Czereśnia 2,2 do 16,4	Fasola ziarna 8 do 15
Grapefruit 24 do 40	Groch zielony ok. 25
Gruszka 4 do 5	Kalafior 52 do 70
Jabłko dzikie do 700	Kalarepa 28 do 70
Jabłko szlachetne 4 do 46	Kapusta biała 30 do 54
Jarzębina 5 do 110	Kapusta kiszona 9 do 19
Malina ok. 30	Kapusta włoska 74 do 140
Morela 2 do 3,6	Kapusta czerwona 55 do 130
Pomarańcza ok. 40	Koper ok. 170
Porzeczka czarna 390 do 500	Papryka świeża 180 do 280
Rokitnik zwyczajny 165 do 624	Pietruszka natka 270 do 410
Róża dzika 900 do 2700	Pomidor 13 do 410
Śliwka 3,9 do 6,0	Por ok. 20
Truskawka 60 do 112	Rzodkiew ok. 25
Winogrona 18 do 37	Sałata 11 do 50
Wiśnia 4,6 do 13	Seler korzeń ok. 6
Żurawina świeża ok. 50	Szczaw 50 do 60
Żurawina przemrożona ok. 10	Szcypiorek 40 do 50
	Szpinak ok. 50
	Ziemniak 16 do 27

Do probówki zawierającej brunatny roztwór chlorku żelaza (III) FeCl<sub>3</sub> dodajemy po kropli wodny roztwór witaminy C. Po chwili zawarty w probówce brunatny roztwór stanie się zielony. Dlaczego?

Ponieważ kwas askorbinowy zredukował trójwartościową sól żelaza Fe<sup>+++</sup> do Fe<sup>++</sup>, nastąpiła zmiana barwy wodnego roztworu z brunatnej na zieloną.

Korzystając z tak prostej metody wykrywania witaminy C, spróbujemy potwierdzić jej obecność np. w:

- soku cytrynowym,
- soku pomarańczowym,
- soku z kwaszonej kapusty,
- soku z czerwonej papryki.

Prawda, że wyniki są pozytywne?

## WITAMINA C A ZDROWIE

Ciągły niedobór witaminy C w organizmie osłabia go, zmniejsza jego odporność, a następnie wywołuje znaną chorobę podróżników, a zwłaszcza dawnych polarników - szkorbut. Długotrwały brak witaminy C powoduje ropne stany zapalne dziąseł, wypadanie zębów, wysypkę, a następnie owrzodzenie całego ciała.

Tragiczne skutki długotrwałego braku witaminy C były człowiekowi znane od bardzo dawnych czasów. Oczywiście nikt wtedy nie łączył doznawanych dolegliwości z brakiem tej witaminy, ale już kojarzono to z brakiem świeżych warzyw i owoców. Doświadczali tego marynarze, a więc i wikingowie odbywający długie, a zwłaszcza polarne rejsy. Na szkorbut cierpieli więźniowie, załogi długo obleganych miast, jeńcy w obozach, zesłańcy na Sybir i dużo wcześniej czyniący dalekie podboje legioniści rzymscy. Ci, nauczeni smutnym doświadczeniem poprzednich wypraw, zabierali ze sobą duże ilości czosnku i cebuli.

Średnie dzienne zapotrzebowanie dorosłego człowieka na witaminę C wynosi około 1 mg na 1 kg masy ciała, czyli około 70 mg na dobę. W przeciwieństwie do niektórych witamin, na przykład B i D, które nasz organizm sam syntetyzuje lub nawet wytwarza z półproduktów (tzw. prowitamin), **witamina C musi być dostarczana stale i bardzo regularnie.**

## NATURALNA I SYNTETYCZNA

Naturalnym źródłem witaminy C są przede wszystkim świeże owoce, warzywa i mleko. Odpowiednio gotowane warzywa, takie jak ziemniaki, kapusta czy szpinak, zachowują znaczną część zawartej w nich witaminy C. Drugim po produktach naturalnych źródłem witaminy jest apteka. Kupujemy w niej różne specyfiki - tabletki, kapsułki, syropy - zawierające jako składnik czynny kwas askorbinowy.

A teraz od jakości przejdźmy do ilości: w tabeli 1 podana jest zawartość w miligramach witaminy C w 100 g różnych świeżych popularnych produktach spożywczych.

Za miesiąc dalsza porcja wiadomości o witaminie C. ●



## LENISTWO I ROZRZUTNOŚĆ

Już wiemy że codzienne zapotrzebowanie na witaminę C wynosi średnio 1 mg na 1 kg masy naszego ciała. Jeśli jemy dużo świeżych owoców i warzyw, to jej nadmiar jest przez nasz organizm po prostu wydany. Inaczej sprawa wygląda z syntetyczną witaminą. Oczywiście jest ona konieczna w wielu stanach chorobowych, ale brana w nadmiarze i zbyt często po prostu rozleniwia nasz organizm. Na to, żeby z produktów naturalnych wydobyć i przyswoić witaminę C, nasz organizm musi się solidnie napracować. Jeśli teraz przyzwyczajamy go do tego, że bez trudu ma do dyspozycji stały nadmiar czystej witaminy C, to przede wszystkim zaczyna powoli zmniejszać jej przyswajanie z produktów naturalnych, a - co gorsze - rozrzutnie wydalają jej nadmiar. A to staje się niebezpieczne, bo skoro ustana darmowa dostawa kwasu askorbinowego, a uzyskiwanie, wydobywanie, a następnie przyswajanie witaminy C z produktów naturalnych przebiega powoli i opornie, w organizmie naszym zaczyna brakować tej witaminy. Co gorsze, już przyzwyczajony do rozrzutnego

# O WITAMINIE C OBIEKTYWNI

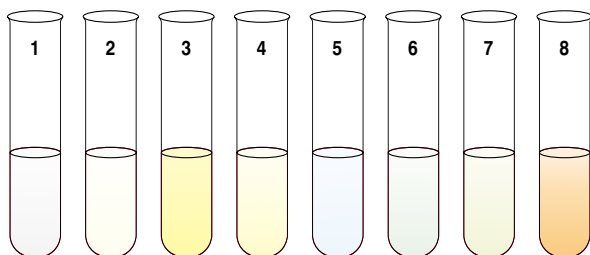
wydalania witaminy organizm nie potrafi się szybko od tego odzwyczaić. Wydala ją więc dalej, nawet gdy istnieje jej niedobór. Badania wykazały, że takie swoiste „życie ponad stan” nawet przy prawidłowym odżywianiu, lecz przy wstrzymaniu dostaw kwasu askorbinowego, może prowadzić do objawów klasycznego szkorbutu z jego różnymi konsekwencjami i komplikacjami. Korzystajmy więc z porad lekarzy i łykajmy kwas askorbinowy tylko, gdy nam to zalecają.

## POWRACAMY DO STOŁU LABORATORYJNEGO

Zaczynamy od ustawienia w stojaczku 8 próbek, (1). W 160 cm<sup>3</sup> koniecznej destylowanej wody (z powodu chlorków) rozpuszczamy 8 g azotanu srebra AgNO<sub>3</sub>. Do każdej z próbek wlewamy po 10 cm<sup>3</sup> roztworu AgNO<sub>3</sub>. Probówkę pierwszą, jako tzw. świadka, czyli kontrolną, zamykamy i umieszczamy w spokojnym zaciemnionym miejscu np. w szafie. Ta probówka, ściślej biorąc jej zawartość, będzie dowodziła, że w AgNO<sub>3</sub> nie zaszły żadne zmiany. A o tym, że zająć mogą i zachodzą zaraz się przekonamy.

Zacznijmy od doświadczenia wprowadzającego.

1



Na szklanej szalce kładziemy świeżo odcięty listek truskawki i zalewamy go 1-2% wodnym roztworem azotanu srebra AgNO<sub>3</sub> z naszego zapasu. Pręcikiem szklanym dociskamy listek tak, żeby cały był zanurzony w roztworze. Po paru minutach listek pokryje się ciemnym, niemal czarnym proszkiem. Tworzą go maleńkie cząstki metalicznego srebra Ag.

Skąd on się tu wziął?

Zawarta w liście truskawki witamina C zredukowała AgNO<sub>3</sub> do metalicznego srebra.

Powracamy teraz do stojaczka z 7 probówkami zawierający roztwór AgNO<sub>3</sub>. Do drugiej probówki dodajmy odrobinę witaminy C, do trzeciej kilkanaście kropli świeżo wyciśniętego soku cytrynowego, a do czwartej - sok z cytryny, który stał na powietrzu w płaskim otwartym naczyniu przez kilka dni.

W drugiej i trzeciej probówce już po kilkunastu sekundach strąci się czarny proszek metalicznego srebra. W probówce czwartej dopiero po paru minutach pojawi się mała ilość czarnego proszku. Dlaczego? Bo sok cytrynowy przez długie godziny poddawany był działaniu powietrza i światła, a oba te czynniki sprzyjają rozkładowi witaminy C.

Stefan Sękowski

CZ. II

Do probówki piątej dodajemy odrobinę cukru, bo cukier jest zawarty w soku cytrynowym. Ale jak się przekonamy, cukier azotanu srebra nie redukuje.

Do próbek szóstej, siódmej i ósmej dodajmy sok z jabłek, sok z kwaszonej kapusty i sok pomarańczowy. Powstawanie po kilku minutach ciemnego osadu sygnalizującego obecność C w użytych sokach.

Z tych doświadczeń możemy wyciągnąć dwa morały:

- świeżo wyciśnięte soki owoców i warzyw zawierają kwas askorbinowy (redukcja AgNO<sub>3</sub>),
- soki owoców i warzyw wystawione na długotrwałe działanie powietrza i światła wyraźnie ubożają w witaminę C.

## PRZYJACIELE I WROGOWIE

Zanim poznamy przyjaciół i wrogów witaminy C, warto opisać jej charakter i właściwości.

Witamina C jest doskonale rozpuszczalna w wodzie, co z jednej strony ułatwia jej przyswajanie przez

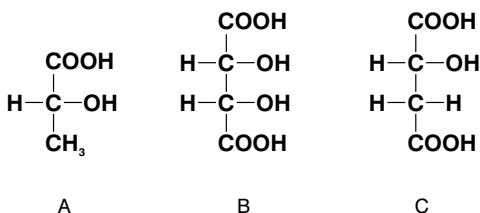
Stojak z ośmioma probówkami, do których na początku wiano po 10 cm<sup>3</sup> wodnego roztworu AgNO<sub>3</sub>. Następnie do próbek dodano: do drugiej - pokruszoną tabletkę witaminy C, do trzeciej - świeżo wyciśnięty sok cytrynowy, do czwartej - sok z cytryny, który poprzednio był wystawiony na spodeczku na działanie powietrza i światła, do piątej - roztwór cukru i sacharozy, do szóstej sok z jabłka, do siódmej - sok z kwaszonej kapusty, do ósmej - sok z pomarańczy

## igły sosnowe - świetne źródło witaminy C

organizm, z drugiej jednak przyczynia się do znacznych strat podczas mycia, płukania a zwłaszcza blanszowania różnych produktów spożywczych. Nasza bohaterka bardzo lubi środowisko kwaśne i jest w nim trwała, natomiast nie lubi i rozkłada się w środowisku obojętnym, nie mówiąc już o alkalicznym.

Przyjaciółmi witaminy C są więc kwasy organiczne. Na przykład a kwas szczawowy chroni ją w rabarbarze, liściach szczawiu i szpinaku (2). Do grona jej przyjaciół zalicza się też i skrobię. Dzięki niej nasza witamina nie ulega rozkładowi np. w ziemniakach, które przecież mają odczyn obojętny i są gotowane. Niestety lista wrogów powodujących rozkład witaminy C jest o wiele dłuższa. Otwiera ją podwyższona temperatura już od 40°C, dalej idzie światło słoneczne, tlen atmosferyczny jak i tlen zawarty w wodzie, środowisko obojętne i alkaliczne oraz nawet śladowe ilości związków metali - cynku, cyny, glinu, miedzi, srebra i żelaza. Co gorsze, jej wrogowie działają z zasady kolektywnie, przez to niestety bardzo szybko i skutecznie. I tak światło w sojuszu z podwyższoną temperaturą i tlenem

2



Cztery kwasy organiczne - przyjaciele i obrońcy witaminy C

- kwasy mlekowy chroni witaminę C w mleku,
- kwasy winowy chroni witaminę C m.in. w winogronach,
- kwasy jabłkowy chroni witaminę C w owocach cytrusowych

niszczyć nam bardzo szybko witaminę C w większości produktów spożywczych. Gdy przez nieuwagę czy nieświadomość użyjemy metalowe naczynia, pojemniki czy sита i wprowadzimy nawet znikomą ilość związków metali, rozkład nastąpi jeszcze szybciej.

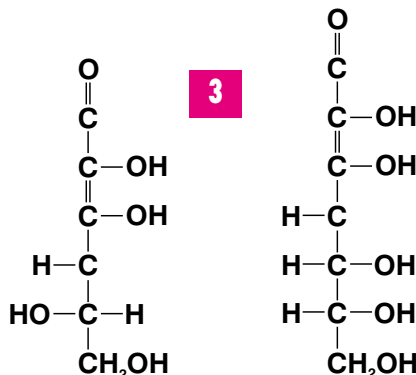
Ale i we własnej rodzinie, czyli rodzinie kwasów organicznych, witamina C ma śmiertelnego wroga. Jest nim kwas glikoaskorbinowy. Ilustruje to rys. 3.

### JAK WIĘC POSTĘPOWAĆ?

Przełożmy teraz na język praktyczny zdobyte właśnie wiadomości o przyjaciołach i wrogach witaminy C.

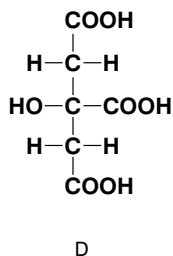
#### Temperatura

Gotowanie i smażenie owoców niszy całkowicie zawartą w nich witaminę C, bo działa na nią zabójczo podwyższona temperatura przy jednoczesnym dobrym dostępie powietrza. Dlatego nie łudźmy się - najsmaczniejsze konfitury, dżemy, powidła, kompoty, nawet wykonane z takich owoców jak aronia, czarna porzeczka, truskawki czy dzika róża, czyli owoców tryskających wprost witaminą C, niestety nie będą zawierały aktywnej witaminy C. Smutne to, ale prawdziwe. Podczas smażenia, duszenia czy gotowania witamina C ulega



Kwas askorbinowy    Kwas glikoaskorbinowy

Kwas askorbinowy i jego największy wróg kwas glikoaskorbinowy. Dzięki bardzo zbliżonej do kwasu askorbinowego budowie cząsteczki w tkankach organizmów, kwas glikoaskorbinowy wbudowuje się na trwałe i blokuje dostęp i przyswajanie przez organizm witaminy C



utlenieniu, a nawet rozkładowi. Podobnie jest i z wszelkimi kompotami. Dlatego świeżych owoców ani naturalnych soków nie należy ogrzewać ani rozcieńczać gorącą wodą.

Doskonałą formą przechowywania owoców bez obawy o rozkład witaminy C jest ich uciarcie z cukrem w stosunku 1:1.

A co z warzywami?

Odpowiedź jest dyploma-

tyczna: jeść, ale bez gotowania, w postaci surówek.

Ba, ale szpinak czy ziemniaki na surowo?

Tu korzystamy z przyjaciół witaminy C. O ziemniaki się nie martwimy. Zadbala już o to natura. Zawarta w nich skrobia sama ją chroni. Natomiast przy gotowaniu innych warzyw, np. szpinaku, marchwi, czy kapusty, minimalny dodatek skrobi do wody, czyli po prostu mąki, skutecznie zabezpieczy nam witaminę C przed rozkładem. Ale tylko przed rozkładem wywołanym podwyższoną temperaturą. Niestety woda wypłucze z gotowanych jarzyn sporo rozpuszczonej w niej witaminy. Stąd wyciągamy wniosek, że by witaminę C maksymalnie zachować, warzywa gotujemy możliwie w małej ilości wody z odrobiną mąki i koniecznie pod pokrywką.

#### Światło i tlen

Dlaczego mamy gotować warzywa pod pokrywką? Bo odcinamy w ten sposób dostęp kolejnym wrogom witaminy C - światłu i utrudniamy dostęp tlenu. Według przeprowadzonych badań zawartość witaminy C w sokach trzymanyh w otwartych naczyniach w temperaturze pokojowej na świetle, już po 1 godzinie spada o 20-40%. Wszelki komentarz jest tu zbędny. Zwłaszcza, że przekonał się o tym doświadczalnie podczas działania przestarzałego soku cytrynowego na azotan srebra AgNO<sub>3</sub>.

#### Związki metali

Jak już wiemy, wrogami witaminy C są również i związki metali, które powodują jej rozkład. Trzeba



**Tab. 1**  
**Wpływ systemu blanszowania na zachowanie witaminy C**

Produkt	Zachowanie witaminy C w %	
	blanszowanie wodą	blanszowanie parą
Buraki	63	85
Kapusta	48	82
Kapusta włoska	56	80
Marchew	55	72
Szpinak	72	97

o tym pamiętać, że przez zwykłą nieznajomość rzeczy, a więc przez przyrządzanie potraw, soków czy surówek w takich naczyniach nie zubożać naszego pożywienia i tak przecież, zwłaszcza zimą i wiosną, ubożego w witaminę C. Również ucieranie owoców i warzyw na metalowych tarkach doprowadza do zetknięcia się ich z metalem, a więc i do niszczenia witaminy.

**Tab. 2**  
**Wpływ siarkowania na zachowanie witaminy C przy suszeniu owoców i warzyw**

Surowiec	Witamina C w świeżym surowcu	Surowiec siarkowany		Surowiec nie siarkowany	
		witamina C w suszu w mg	zachowanie witaminy C %	witamina C w suszu w mg	zachowanie witaminy C %
Jabłka	22,0	116,3	86,5	88,5	67,4
Śliwki węgierki	10,8	47,1	100,0	40,7	82,6
Gruszki	10,0	45,8	100,0	40,0	87,5
Wiśnie	11,4	50,6	100,0	50,5	99,4
Kapusta	66,1	239,9	61,0	82,6	12,3
Pietruszka	37,6	75,0	65,3	54,5	44,9
Marchew	12,5	64,3	90,7	17,9	25,4

Przypominamy, że chodzi tu o takie metale jak aluminium, cynk, cyna, miedź, srebro i żelazo. Do owoców i surówek z warzyw stosujemy więc szkło, ceramikę, odpowiednio dla artykułów spożywczych tworzywa sztuczne, stal nierdzewną i naczynia emaliowane. W trosce o witaminę C nie wolno do owoców i warzyw używać naczyń aluminiowych, miedzianych, cynkowych, cynowanych, sztućców aluminiowych, srebrnych, rdzewnych noży i metalowych tarek i cedzaków.

**Czas i temperatura, a więc przechowywanie**

Musimy pamiętać, że warunkiem otrzymania wyrobu bogatego w witaminę C jest nie tylko dobór najwyższej jakości surowców, ale i możliwie szybki ich przerób. Świeże owoce i warzywa nie mogą być długo magazynowane, bo niestety szybko maleje w nich zawartość kwasu askorbinowego.

Wspominaliśmy już, że jedną z koniecznych metod stosowanych w przetwórstwie jarzyn jest ich blanszowanie. Zabieg ten, stosowany już od wieków, polega na krótkim działaniu na przerabiane warzywa temperatury 80-100°C, a jego celem jest zabicie bakterii i grzybków. Do niedawna blanszowanie przeprowadzano w wodzie. Jednak ostatnie badania wykazały, że równie skutecznie można blanszować parą lub gazem obojętnym. Wyższość blanszowania parą lub gazem polega na znacznie mniejszych stratach witaminy C.

W **tablicy 1** podajemy wpływ systemu blanszowania na zachowanie witaminy C w warzywach.

Przyjacielem witaminy C jest gaz dwutlenku siarki. Oddaje on szczególne usługi podczas suszenia owoców i warzyw. Jak widać z **tablicy 2** zastosowanie SO<sub>2</sub> podczas suszenia pozwala bardzo znacznie zredukować straty witaminy C.

Zamrażanie warzyw i owoców nie zubaża ich w witaminę C. Straty zaczynają się dopiero przy rozmrażaniu. Zawarta w nieuszkodzonych tkankach witamina C jest trwała. Natomiast rozmrażanie niszczy tkanki (z mięsa wypływa krew, z owoców sok) przez co wielokrotnie zwiększa się dopływ tlenu. Dlatego rozmrożone owoce warzywa trzeba jeść możliwie szybko.

A jak wygląda przechowywanie na zimę owoców i warzyw?

Oczywiście, że po kilkunastu tygodniach tracą trochę witaminy C, ale te straty na szczęście możemy ograniczyć sami zapewniając odpowiednią temperaturę przechowywania. Wielkość strat witaminy w trakcie przechowywania podaje **tabelka 3**. Widzimy, że najmniej witaminy C traci biała kapusta w główkach - i tu niepodane - kapusta kiszona i cebula.

Od znanych sybiraków, którzy na dalekiej północy przeżyli nie jedną zimę, poznałem jeszcze jedno bogate, a co najważniejsze dostępne i w tamtych rejonach źródło witaminy C. Są nimi świeże igły sosnowe. Zdumiewające, ale w stu igłach znajduje się aż 300-350 mg witaminy C. Wstrętnym, zdawałoby się niemożliwym do przelknięcia sokiem ze

zmiażdżonych igieł sosnowych leczono tam powszechną chorobę sybiraków, straszliwą „cynę” czyli skorbut. Jeszcze inne źródło witaminy C znali Eskimosi. Dostarczały jej mchy i porosty wydobywane z żołądków świeżo upolowanych reniferów.

**Tab. 3**  
**Straty kwasu askorbinowego w warzywach w czasie składowania**

Rodzaj warzyw	Warunki składowania		Straty
	czas godz.	temperatura °C	
Szpargi	24	20	40
Szpargi	24	1	3
Szpargi	1 tydzień	0	3
Fasolka	24	20	20
Fasolka	96	20	80
Brokuły	24	20	50
Brokuły	96	20	80
Szpinak	24	20	34-48
Szpinak	72	24	50

Po tych dygresjach zastanówmy się, co zrobić w naszej kuchni, żeby dostarczyć organizmowi domowników jak najwięcej witaminy C w formie pełnowartościowej i smacznej.

W następnych odcinku spotkamy się jeszcze raz z witaminą C. ●



## CYTRYNOWY OBRAZEK

Obrazek, który proponujemy teraz wykonać, powstanie dzięki kwasowi cytrynowemu. Ten towarzysz i obrońca kwasu askorbinowego występuje w soku cytrynowym w ilości 6-8%.

Kwas cytrynowy, a ściślej jego metaloorganiczna sól, czyli cytrynian żelazowoamonowy  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_6$ , zawiera kationy żelaza występujące na trzecim stopniu utlenienia -  $\text{Fe}^{3+}$ .

### A więc do roboty

W przyciemnionym pomieszczeniu do fotograficznej kuwety z destylowaną wodą, na jej powierzchnię (nie zanurzać całego arkusza) kładziemy arkusz papieru rysunkowego. Po ostrożnym wyjęciu, jego drugą suchą stroną za pomocą miękkiego pędzla powlekamy 20% wodnym roztworem cytrynianu żelazowoamonowego. Roztwór ten musi być przygotowany koniecznie w naczyniu (butelka, słoik) ze szkła brązowego. Po wysuszeniu, nadal w przyciemnionym pomieszczeniu, nasz arkusz papieru rysunkowego stroną powleconą

kuusz umieszczamy w kuwecie napełnionej 10% wodnym roztworem czerwonego żelazocyjanku potasu  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ . W tym związku kationy żelaza są trójwartościowe  $\text{Fe}^{3+}$ . Już po kilku sekundach wywoływania tło przybiera barwę ciemnoniebieską, a rysunek pozostanie biały. Podczas naświetlenia obecne w cytrynianie kationy żelaza  $\text{Fe}^{3+}$  zostają zredukowane do  $\text{Fe}^{2+}$ . A właśnie z kationami  $\text{Fe}^{2+}$  niebieskie zabarwienie daje żelazocyjanek potasu.

## KWAS ASKORBINOWY A SOLE ŻELAZA

Z poprzednich odcinków wiemy już, że kwas ten jest bardzo czynny chemicznie. Objawia się to niestety łatwością jego rozkładu pod wpływem wysokiej temperatury, tlenu, światła, a także jonów ciężkich metali. Z drugiej strony kwas askorbinowy jest doskonałym reduktorem, co ma wielkie znaczenie dla funkcjonowania naszego organizmu. Redukuje on, a tym samym uwalnia, procesy międzykomórkowe zachodzące w organizmie, od szkodliwych substancji zakłócających przemianę materii.

# O WITAMINIE C OBIEKTYWNIE

solą kwasu cytrynowego, do góry, przymocowujemy pinzkami do gładkiej deseczki (II). Do suszenia arkusza z powodzeniem możemy użyć suszarki do włosów.

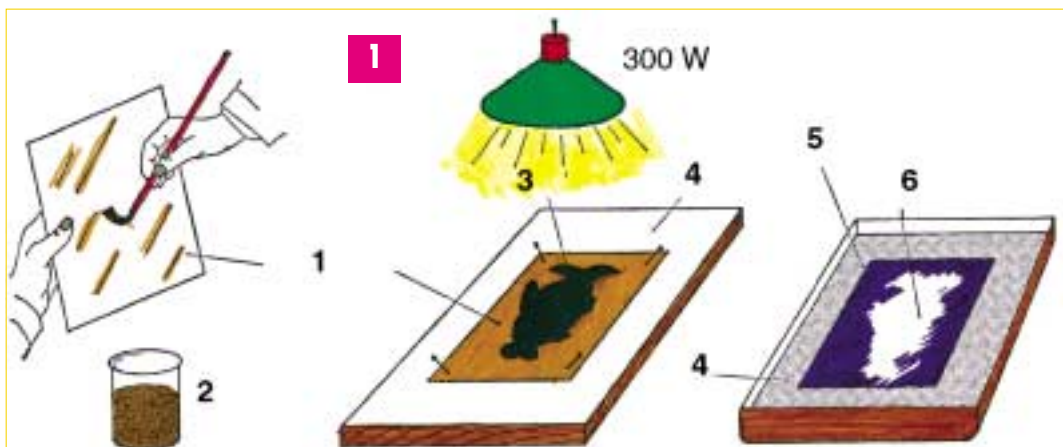
Teraz na suchy papier kładziemy wycięty z czarnego papieru szablon, np. przedstawiający jakąś postać. Następnie deseczkę z papierem i szablonem z odległości 25 cm naświetlamy światłem 250 W żarówki przez 6 minut. Po naświetleniu, w celu wywołania, ar-

Stefan Sękowski

## CZ. III

Oczywiście właściwości redukcyjne witaminy C sprawdzimy nie na naszych tkankach, ale w szklanych probówkach.

I tak zaczniemy od redukcji związków żelaza. Jak wiemy, metal ten tworzy w związkach kationy dwu- i trójdatnie -  $\text{Fe}^{2+}$  i  $\text{Fe}^{3+}$ , a kwas askorbinowy

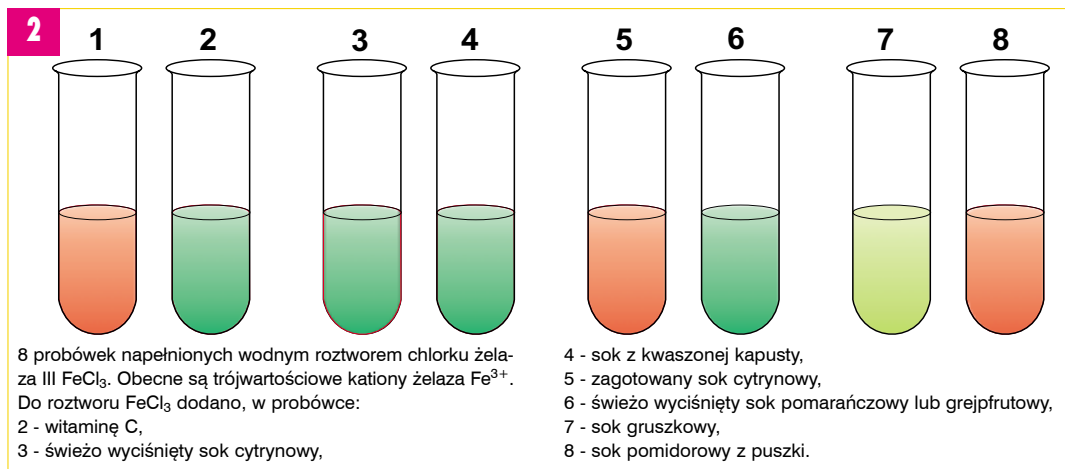


### Powstawanie cytrynowego obrazka

- 1 - arkusz papieru rysunkowego
- 2 - wodny roztwór cytrynianu żelazowoamonowego
- 3 - szablon wycięty z czarnego papieru
- 4 - deska o równej i gładkiej powierzchni

- 5 - wywołanie obrazu. Naświetlona część papieru przybiera barwę ciemnoniebieską (tzw. błękit Turnbulla)
- 6 - biały obraz powstały dzięki szablonowi w miejscu nie-naświetlonym

# Anglicy powiadają: „one apple a day keeps the doctor away”, ale...



bardzo łatwo i skutecznie redukuje  $\text{Fe}^{3+}$  do  $\text{Fe}^{2+}$ .

Zaraz to sprawdzimy

W słoiczku umieszczamy 8 próbek (2). Sporządzamy wodny 1% roztwór chlorku żelaza III  $\text{FeCl}_3$  w ilości  $80 \text{ cm}^3$ . Do gotowego roztworu dodajemy 3 krople kwasu solnego  $\text{HCl}$  i po wymieszaniu napełniamy nim próbki, wlewając do każdej po  $10 \text{ cm}^3$ . Jak zawsze próbówka 1 będzie spełniała rolę wzorca.

Ktoś dociekliwy może zapytać, jaką mamy gwarancję, że w roztworach, które napełniają 8 próbek, znajdują się naprawdę kationy żelaza  $\text{Fe}^{3+}$ ?

Bardzo łatwo to udowodnić. Detektywem, który potrafi wykryć nawet śladowe ilości kationów  $\text{Fe}^{3+}$ , jest związek o wzorze  $\text{KSCN}$  - rodanek amonu. Właśnie ten związek i tylko z kationami  $\text{Fe}^{3+}$  daje krwistoczerwone zabarwienie. Natomiast z kationami  $\text{Fe}^{2+}$  w ogóle nie reaguje. W próbówce przybierze barwę krwistoczerwoną.

Żeby to sprawdzić, z próbki 1 pobieramy  $1 \text{ cm}^3$  roztworu, wlewamy go do innej małej próbki i dodajemy wodny 2-3% roztwór rodanku amonu  $\text{KSCN}$ . Natychmiast po dodaniu naszego detektywa roztwór w próbówce przybierze barwę krwistoczerwoną.

Po tym wstąpymy, ale ważnym doświadczeniu, do naszych próbek z roztworem  $\text{FeCl}_3$  dodajemy:

do drugiej roztwór wodny witaminy C,  
do trzeciej świeżo wyciśnięty sok cytrynowy,  
do czwartej sok z kwaszonej kapusty,  
do piątej poprzednio gotowany przez kilka minut sok cytrynowy,  
do szóstej świeżo wyciśnięty sok z grejfruta,  
do siódmej sok gruszkowy,  
do ósmej sok pomidorowy z puszki.

Jaki mamy wynik?

Próbówka pierwsza, wiadomo, jej barwa nie uległa zmianie. W drugiej, trzeciej i czwartej próbówce kwas askorbinowy zawarty w witaminie C, świeży sok cytrynowy i sok z kapusty zredukowały chlorek żelaza III  $\text{FeCl}_3$  do chlorku żelaza II  $\text{FeCl}_2$ . Niespodzianką, ale nie dla bystrych chemików amatorów, jest barwa roztworu w próbówce piątej. No cóż, gotowanie soku cytrynowego pozbawiło go witaminy C. Świeży sok grejfrutowy oczywiście zredukował w próbówce szó-

stej jony  $\text{Fe}^{3+}$  do jonów  $\text{Fe}^{2+}$ . Obraz reakcji, jaka zaszła w próbówce siódmej, to remis 1:1. Gruszka zawiera mało kwasu askorbinowego. Natomiast rezultat dodania do próbki ósmej przetworzonego soku pomidorowego był z góry do przewidzenia. Niezbyt duże ilości witaminy C w świeżym soku pomidorowym zostały rozłożone w procesie przetwarzania.

## Reakcje redukcji kwasu askorbinowego

Te reakcje pokażemy w sześciu doświadczeniach.

- Do  $5 \text{ cm}^3$  soku cytrynowego dodajemy  $1-2 \text{ cm}^3$  1%  $\text{CuSO}_4$  i  $1 \text{ cm}^3$   $\text{NaOH}$ . Po zagotowaniu na dnie próbki zgrupuje się czerwonobrazowy tlenek miedzi i  $\text{Cu}_2\text{SO}$ . Tlenek ten powstaje z siarczanu miedzi  $\text{CuSO}_4$  w alkaicznym środowisku pod działaniem reduktora. W naszym przypadku reduktorem był kwas askorbinowy.
- Świeżo wyciśnięty sok cytrynowy sączymy, żeby był klarowny, rozcieńczamy 1:1 wodą destylowaną i w celu neutralizacji dodajemy małymi porcjami amoniak  $\text{NH}_3\text{aq}$ . (Potrzebna kontrola papierkiem lakmusowym). Do tak przygotowanego soku dodajemy kilka kropli stężonego wodnego roztworu chlorku wapnia  $\text{CaCl}_2$ . Po zagotowaniu na dnie próbki zgrupuje się odrobina białego osadu. Jest nim trudno w wodzie rozpuszczalny cytrynian wapnia.
- Rozgniatamy na miążgę kawałek, wielkości pudełka od zapalek, czerwonej, żółtej czy też zielonej papryki. Dodajemy  $3 \text{ cm}^3$  destylowanej wody i miążgę z wodą ucieramy w moździerzku. Następnie otrzymaną papkę sączymy. Do przesącza - wystarczy  $1-1,5 \text{ cm}^3$  - dodajemy 2-3 krople 10% azotanu srebra  $\text{AgNO}_3$ . Już po kilku sekundach ciecz w próbówce ściemnieje i na dno opadnie czarny, bardzo drobny osad. Jest nim metaliczne srebro. To zawarta w papryce witamina C zredukowała  $\text{AgNO}_3$  do srebra metalicznego.
- Nasz kwas jest tak silnym reduktorem, że jako jedyny związek organiczny tylko on w temperaturze pokojowej jest w stanie zredukować dwutlenek selenu  $\text{SeO}_2$  do selenu:  
 $\text{SeO}_2 + \text{kwas askorbinowy} \rightarrow \text{Se} + \text{utleniony kwas askorbinowy}$ .



## ... ale warto wiedzieć, że jabłka przechowywane w ciepłe i na świetle tracą większość witaminy C

5. Tym razem zredukujemy dwutlenek manganu  $MnO_2$ . Na bibułę наносimy ciekłą warstwę wodnej zawiesiny dwutlenku manganu. Bibuła przybierze barwę brązową. Na środek bibuły наносimy 2-3 krople soku cytrynowego albo soku z kwaszonej kapusty. Po wsiąknięciu kropli bibułę zanurzamy do roztworu benzydyny. Jeżeli na bibule pojawi się biała plama na niebieskim tle, to znak, że wykryliśmy witaminę C.
6. Wodny bezbarwny roztwór fosfomolibdeno amonu  $H_3PO_4 \cdot 12MoO_3$  pod działaniem kwasu askorbinowego łatwo się redukuje do błękitu molibdenowego. Żeby próbę taką wykonać, pasek bibuły zanurzamy do nasyconego alkoholowego roztworu kwasu molibdenowego. Po wyjęciu z tej kąpieli bibułę suszymy, zaraz zanurzamy do nasyconego wodnego roztworu azotanu amonu i suszymy. Kropelkę z rozpuszczonej w wodzie tabletki witaminy C наносimy na bibułę. Natychmiast pojawia się błękitna plamka. Zamiast witaminy C na bibule rozogniećmy połówkę wiśni, poziomkę lub zwilżmy sokiem z cebul.

Jak bardzo reaktywny jest kwas askorbinowy, świadczą związki, jakie z niego powstają przez uwodornienie i przez odwodornienie (3).

### CZY JABŁKO ZAWIERA WITAMINĘ C?

Teoretycznie świeże jabłka są bogate w kwas askorbinowy, ale, jak to w życiu bywa, źle i zbyt długie przechowywanie obniża nieraz do zera w tym owocu zawartość ważnej dla naszego organizmu witaminy C. Dlatego, jako chemicy praktycy, przeprowadzimy teraz śledztwo w tej sprawie na własną rękę.

Badane świeże jabłko przecinamy na pół i na tak uzyskaną płaską powierzchnię наносimy 2 krople 2% wodnego roztworu  $AgNO_3$ , a o kilka centymetrów dalej - 2 krople rozcieńczonego wodnego roztworu błękitu metylowego.

Po kilku sekundach pod kroplą  $AgNO_3$  pojawi się znany już nam czarny osad metalicznego srebra, natomiast kropla błękitu stanie się bezbarwna. Oto mamy dowody na obecność w świeżym jabłku aktywnej witaminy C - kwasu askorbinowego.

Dociekliwy Czytelnik zapyta, dlaczego wzorem poprzednich doświadczeń nie użyliśmy i tym razem chlorku żelaza III  $FeCl_3$ ?

Pytanie jest w pełni uzasadnione, ale w przypadku jabłka nie możemy posłużyć się solami żelaza, ponieważ jabłko już samo zawiera jego związki. Warto też przypomnieć, że wystawione na działanie światła pokrojone jabłko zaczyna powoli brunatnieć. Jednym z tego powodów jest właśnie utlenianie się zawartych w jabłku związków żelaza  $Fe^{2+}$ , dzięki czemu powstają kationy  $Fe^{3+}$ .

Żeby przekonać się, że jabłka przechowywane długo w ciepłe i na świetle tracą większość zawartego w nich poprzednio kwasu askorbinowego, przeprowa-

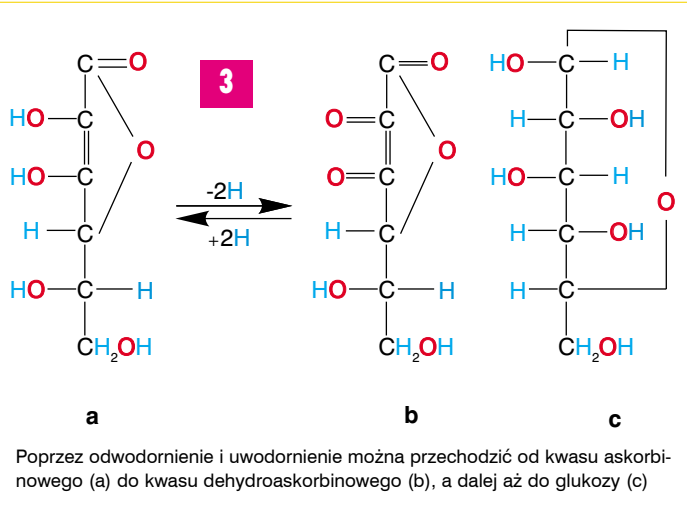
MINI QUIZ MT  
CZYTAJMY, WIEC WIEJ!

Gdy roztwór po dodaniu rodunku amonu jest krwistoczerwony, znaczy to że:

- zawiera  $FeCl_3$
- nie zawiera  $Fe^{3+}$
- zawiera  $Fe^{3+}$

dzić opisane już doświadczenie nie na jabłku świeżym, ale właśnie na takim źle przechowywanym. Wynik będzie zupełnie negatywny albo bardzo słaby, bo w badanym jabłku nie ma już prawie wcale witaminy C.

A jak jest w naszym organizmie z kwasem askorbinowym? Czy jest on gromadzony, a jeśli tak, to gdzie i w jakich ilościach? A może spełnia swoją rolę



na bieżąco i jest po prostu wydalany? Na podstawie badań stwierdzono, że interesujący nas kwas, po pierwsze, spełnia na bieżąco rolę katalizatora wielorakich przemian komórkowych, a na wypadek kryzysu jest magazynowany przez różne organy ważne dla naszego organizmu. Ilustruje to tabelka.

Tabela 1.  
Gdzie i w jakich ilościach gromadzi się kwas askorbinowy w ludzkim organizmie [mg/kg]

Policzki i skóra twarzy	150
Masa mózgowa	150
Soczewka oka	250
Nadnercze	400
Trzustka	150
Wątroba	50
Mięsień sercowy	50

Bogatsi o wiadomości dotyczące właściwości, występowania, wrogów i przyjaciół witaminy C, postarajmy się wiedzę tę spożytkować praktycznie dla zdrowia własnego i naszych najbliższych. Bądźmy ambasadarami wiedzy o witaminie C. ●