



Zachodniopomorski  
Uniwersytet Technologiczny

# BIOCHEMIA



*Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa*

**Centrum Bioimmobilizacji  
i Innowacyjnych  
Materiałów Opakowaniowych**

ul. Kłomensa Janickiego 35  
71-270 Szczecin



## Ćwiczenie 4

# Witaminy

## Wstęp

Witaminy są to organiczne związki, które są niezbędne dla normalnego przebiegu szeregu procesów metabolicznych w organizmie człowieka. Funkcje witamin obejmują również przemianę tłuszczów i węglowodanów w energię, prawidłowe działanie wielu enzymów (jako tak zwane koenzymy, czyli substancje pomagające enzymom, jako koenzymy są przenośnikami elektronów, atomów lub grup chemicznych podczas reakcji biochemicznych, które właśnie polegają na wymianie tych elementów). Witaminy nie są natomiast źródłem energii i materiałem budulcowym. Zdecydowana większość witamin nie może być syntetyzowana przez nasze organizmy, dlatego też muszą być dostarczone z pożywieniem. Istnieją również tak zwane antywitaminy czyli związki chemiczne podobne do witamin pod względem składu i budowy, mogące wchodzić w połączenia za pośrednictwem których witaminy spełniają swoją rolę w organizmie, ale niezdolne do wykonywania tej roli.

## Podział witamin

Z punktu widzenia chemicznego witaminy należą do różnych grup związków organicznych, a jedynie ich znaczenie dla organizmów żywych pozwala opisywać je pod wspólną nazwą. Z tego też powodu tradycyjnie witaminy dzieli się na:

- **rozpuszczalne w wodzie:**

- witamina C (kwas askorbinowy)
- witamina B<sub>1</sub> (tiamina)
- witamina B<sub>2</sub> (ryboflawina)
- witamina B<sub>3</sub> (niacyna, witamina PP, kwas nikotynowy, amid kwasu nikotynowego)
- witamina B<sub>5</sub> (kwas pantotenowy)
- witamina B<sub>6</sub> (pirydoksyna, pirydoksał, adermina)
- witamina B<sub>7</sub> (biotyna, witamina H)
- witamina B<sub>9</sub>/B<sub>11</sub> (kwas foliowy)
- witamina B<sub>12</sub> (cyjanokobalamina)
- witamina P (mieszanka pochodnych flawonoidowych np. hesperydyna, rutyna)

- **rozpuszczalne w tłuszczach:**

- witamina A (retinol i jego pochodne)
- witamina D (cholekalcyferol i pochodne)
- witamina E (tokoferol)
- witamina K (fitochinon, menadion)

Za witaminę (F) uważa się także nienasycone kwasy tłuszczowe, nie jest to jednak powszechnie zaakceptowany pogląd. Czasami do witamin zaliczane są też kwas liponowy (rzekoma witamina N) oraz seria związków oznaczanych jako witaminy B z indeksem wyższym niż 12, np. kwas orotowy (B<sub>13</sub>), kwas pangamowy (B<sub>15</sub>) i amidginalinę (B<sub>17</sub>) – nie jest to jednak powszechnie przyjęte.

Podział ten jest istotny z co najmniej dwóch powodów:

- czynniki zaburzające metabolizm tłuszczów w zakresie ich trawienia i wchłaniania będą zaburzały metabolizm witamin rozpuszczalnych w tłuszczach,

- witaminy rozpuszczalne w tłuszczach można stosunkowo łatwo przedawkować, gdyż kumulują się w tkankach bogatych w lipidy. Z kolei witaminy rozpuszczalne w wodzie (z wyjątkiem witaminy B<sub>12</sub>) nie są magazynowane, ich nadmiar wydalany jest z moczem w ciałku nerkowym. W związku z tym, witaminy rozpuszczalne w wodzie, poza B<sub>12</sub>, w odróżnieniu od rozpuszczalnych w tłuszczach, muszą być stale dostarczane do organizmu.

### **Forma występowania**

Witaminy mogą trafiać do organizmu jako:

- witaminy preformowane
- prowitaminy (związki ulegające w organizmie przekształceniu we właściwą witaminę).

### **Mechanizm działania**

Wyróżnia się trzy mechanizmy:

- funkcja kofaktorów – działają tak jak witaminy z grupy B; same witaminy B nie są kofaktorami, dopiero ich modyfikacja chemiczna w organizmie prowadzi do powstania kofaktorów; bez dostarczenia witamin z grupy B organizm nie może jednak wyprodukować tych kofaktorów
- działanie antyoksydacyjne (beta-karoten, tokoferole, kwas askorbinowy)
- działanie receptorowe, pochodne witaminy A – głównie kwas retinowy, a także pochodne witaminy D; komórki organizmu posiadają swoiste receptory dla tych związków; powoduje to, że wielu badaczy klasyfikuje te związki do hormonów; nie są to jednak ani hormony, ani cytokiny, ale związki posiadające receptorowe oddziaływanie innego rodzaju.

# Przebieg ćwiczenia 4:

## **Cel ćwiczenia:**

Celem ćwiczenia jest określenie specyficznych reakcji dla witamin lub związków zawierających określone witaminy.

## **Doświadczenie 1. Wykrywanie witaminy A – reakcja ze stężonym $H_2SO_4$**

### Materiały i odczynniki:

- Roztwór tranu w chloroformie
- Witamina A
- Stężony  $H_2SO_4$  (podaje prowadzący)
- Dwie probówki

### Wykonanie:

Przygotować dwie probówki, do pierwszej dodać 5 kropli roztworu tranu w chloroformie a do drugiej 5 kropli witaminy A. Do każdej z nich dodać 3 krople stężonego kwasu siarkowego. Zapisać obserwacje i wnioski.

### Schemat doświadczenia:

Odczynnik	Probówki	
1. Roztwór tranu w chloroformie	5 kropli	-
2. Witamina A	-	5 kropli
3. Stęż. $H_2SO_4$	3 krople	3 krople

### **Wyjaśnienie:**

Witamina A daje kompleks z  $H_2SO_4$  o zabarwieniu fioletowo-brązowym. Reakcja nie jest specyficzna.

## **Doświadczenie 2. Wykrywanie witaminy $B_2$ – reakcja z cynkiem metalicznym**

### Materiały i odczynniki:

- Witamina  $B_2$
- 2M HCl
- Metaliczny cynk (ziarenko)

### Wykonanie:

Przygotować probówkę do której należy wprowadzić 10 kropli witaminy  $B_2$  i 5 kropli 2M HCl kwasu solnego. Następnie należy wrzucić kawałek metalicznego cynku. Zapisać obserwacje i wnioski.

Schemat doświadczenia:

Odczynnik	Probówka
Witamina B <sub>2</sub>	10 kropli
2M HCl	5 kropli
Metaliczny cynk	1 kawałek

**Wyjaśnienie:**

Cynk łatwo redukuje witaminę B<sub>2</sub>, która ma żółte zabarwienie, po redukcji przybiera początkowo barwę lekko różową (pośrednie produkty redukcji), a następnie jest bezbarwna (lub jasnożółta).

**Doświadczenie 3. Utlenianie witaminy C za pomocą sześciocyjanożelazianu potasu**

Materiały i odczynniki:

- Witamina C
- Sok z jabłka (ćwiartkę pokroić w kostkę i rozetrzeć w moździerzu)
- Sok z cebuli (ćwiartkę pokroić w kostkę i rozetrzeć w moździerzu)
- 2M NaOH
- 5% K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>
- 2M HCl
- 1% FeCl<sub>3</sub>
- 4 probówki
- Woda destylowana

Wykonanie:

Przygotować 4 probówki. Do pierwszej wprowadzić 5 kropli wody destylowanej – próbka kontrolna, do drugiej 5 kropli witaminy C, do trzeciej i czwartej po 3 krople soku z jabłka i cebuli (wyciśniętych w moździerzu). Do wszystkich czterech probówek dodać po jednej kropli 2M wodorotlenku sodu i 5% sześciocyjanożelazianu potasu. Zawartość każdej probówki wymieszać i dodać do nich 2M kwas solny i 1% chlorek żelaza.

### Schemat doświadczenia:

Odczynnik	Probówki			
	1	2	3	4
Woda destylowana	5	-	-	-
Witamina C	-	5	-	-
Sok z jabłka	-	-	3	-
Sok z cebuli	-	-	-	3
2M NaOH	1	1	1	1
5% $K_3Fe(CN)_6$	1	1	1	1
Wymieszać				
Roztwór HCl	3	3	3	3
1% $FeCl_3$	1	1	1	1

### **Wyjaśnienie:**

W środowisku alkalicznym kwas L-askorbinowy redukuje sześciocyjanożelazian potasu (III) do sześciocyjanożelazinu potasu (II). Ten ostatni wykrywa się dodając  $FeCl_3$  – w środowisku kwaśnym (HCl) powstaje błękit berliński.

### **Doświadczenie 4. Badanie właściwości redukujących witaminy C (zegar jodowy)**

#### **Zasada:**

Zegar jodowy jest jedną z tak zwanych reakcji zegarowych, które polegają na sprzężeniu dwóch równoległych reakcji: szybkiej i powolnej. Efekt objawia się zwykle zmianą barwy roztworu zachodzącą nagle po pewnym czasie.

#### **Odczynniki:**

- \* 1% kleik skrobi ziemniaczanej,
- \* jodyna,
- \* 3% roztwór nadtlenku wodoru (woda utleniona),
- \* witamina C (kwas askorbinowy) - roztwór kwasu askorbinowego (100 mg w 25 cm<sup>3</sup> wody destylowanej).

**Ostrzeżenie:** Podczas wykonywania doświadczenia należy zachować ostrożność, podczas pracy z jodyną, ponieważ płamy jodu są trudne do usunięcia.

W czasie doświadczenia należy wykonać następujące czynności w podanej kolejności:

1. Do zlewki o poj. 100 ml wlewamy 0,5 ml jodyny,
2. dodajemy powoli tyle roztworu kwasu askorbinowego, aby roztwór się odbarwił (ok. 2 ml),
3. dodajemy 1 ml kleiku skrobiowego (1%),
4. dodajemy 10 ml wody destylowanej,
5. wlewamy 15 ml wody utlenionej.
6. mieszamy powstały bezbarwny roztwór i obserwujemy zmiany.

Zachowanie przedstawionej kolejności dodawania substancji jest bardzo ważne!

**Wyjaśnienie:**

Dzięki dodatkowi kwasu askorbinowego jod zostaje zredukowany do jonów jodkowych, które nie dają w roztworze żadnej barwy (następuje odbarwienie). Redukcja jodu jest zjawiskiem powolnym. Nadtlenek wodoru ma działanie przeciwne: szybko utlenia jodki do wolnego jodu. Jest to jednak możliwe dopiero po wyczerpaniu zapasu kwasu askorbinowego.

Właśnie to jest odpowiedzialne za opóźnienie wystąpienia zmiany barwy. W momencie wyczerpania w roztworze kwasu askorbinowego dochodzi do gwałtownego utlenienia jodków. W roztworze pojawia się stosunkowo duża ilość wolnego jodu, który wiążąc się ze skrobią daje ciemnogrnatowe zabarwienie.

Długość oczekiwania na zabarwienie się roztworu można regulować w szerokim zakresie przez modyfikację ilości dodanego kwasu askorbinowego.

(autor – Marek Ples, <http://weirdscience.eu/Zegar%20jodowy.html>)

**Literatura:**

1. Materiały do ćwiczeń laboratoryjnych z biologii wykorzystywane na Wydziale Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Warszawskiego
2. Hłyńczak A. J. Dziennik do ćwiczeń z biochemii Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin, 2002.
3. <http://weirdscience.eu/Zegar%20jodowy.html>