

### [Akceptuje](#)

W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej [Polityce Prywatności](#)

[Portal](#) [Informacje](#) [Katalog firm](#) [Praca](#) [Szkolenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)  
[Kontakt](#)



[Laboratoria](#)  
[.net](#)  
[Innowacje](#)  
[Nauka](#)  
[Technologie](#)

[Logowanie](#) [Rejestracja](#) [pl](#)

Newsletter

[zapisz się](#)



- [Nowe technologie](#)
- [Felieton](#)
- [Tygodnik "Nature"](#)
- [Edukacja](#)
- [Artykuły](#)
- [Przemysł](#)

[Strona główna](#) > [Artykuły](#)

## Reakcje wykorzystywane do wykrywania wybranych aminokwasów i białek



Aminokwasy zaliczane są do najpopularniejszych związków naturalnych, a to ze względu na ich obecność we wszystkich białkach. Ponadto, związki te wchodzi w skład innych związków biologicznie czynnych, w tym np. neuroprzekazników

**oraz alkaloidów. W syntezie białek wykorzystywanych jest jedynie 23 aminokwasy- są to tzw. aminokwasy kodowane, tj. takie, które są rozpoznawane przez kod genetyczny. Znanych jest kilka rodzajów aminokwasów, w tym np. aminokwasy aromatyczne. Co ważne, w zależności od składu pierwiastkowego oraz od budowy, różne aminokwasy ulegają różnym reakcjom, dzięki czemu możliwe jest ich łatwe wykrywanie i różnicowanie [3].**

**Słowa kluczowe:** *aminokwasy, białka, denaturacja, koagulacja, aminokwasy siarkowe, aminokwasy aromatyczne, próba ksantoproteinowa, grupa tiolowa.*

Metody analizy, identyfikacji, a także oczyszczania i biofizycznej charakterystyki białek ewoluowały wraz z rozwojem wiedzy na ich temat, a także z pojawieniem się nowych celów badawczych, w których zakładano wykorzystanie tych specyficznych cząsteczek.

Pod wpływem działania podwyższonej temperatury, białka mogą ulec nieodwracalnej denaturacji. Dochodzi wówczas do zmiany struktury białek, w wyniku czego stają się one nieaktywne biologicznie. Zjawisko to zachodzi w wyniku utraty trzeciorzędowej lub czwartorzędowej struktury, jednak dochodzi do tego powyżej pewnej temperatury. Ponadto, denaturację białek mogą wywoływać sole metali ciężkich, mocne kwasy i zasady, a także niskocząsteczkowe alkohole, aldehydy oraz napromieniowanie. Białka proste stanowią pewien wyjątek, a to dlatego, że mogą one ulec procesowi odwrotnemu do denaturacji tj. denaturacji, jednak tylko wtedy kiedy zostanie usunięty czynnik denaturujący.

Niektóre białka pod wpływem zwiększonego stężenia soli w roztworze, mogą ulec nieodwracalnej denaturacji, jednakże proces wysalania białek w większości przypadków jest całkowicie odwracalny. Tak więc, zjawisko wysalania może być z powodzeniem wykorzystywane do izolowania lub rozdzielania białek, jednak przy większych stężeniach soli może dojść do uszkodzenia otoczki solwatacyjnej [4].

Pod wpływem ciepła dochodzi do zrywania w cząsteczkach wiązań wodorowych, co w konsekwencji prowadzi do nieodwracalnej denaturacji białek. Cały proces denaturacji zależy od rodzaju białka, na który działa określona temperatura, zazwyczaj denaturacja rozpoczyna się w przedziale 40°C-100°C. Niektóre białka wytrzymują krótkie gotowanie, wśród nich jest żelatyna, rybonukleaza. Białko, które jest denaturowane w punkcie izoelektrycznym jest nierozpuszczalne [2].

### **Ciepła denaturacja i koagulacja białka**

Do próbek należy odmierzyć po 2 ml 1% roztworu białka (jaja kurzego), a następnie dodać:

- 0,2 ml 0,01M roztworu HCl (o pH=3)- do pierwszej próbki
- 0,2 ml buforu octanowego (o pH=4,7)- do drugiej próbki
- 0,2 ml 0,01M roztworu NaOH (pH=11)- do trzeciej próbki

Wszystkie próbki wstawić do wrzącej łaźni wodnej na ok. 15 minut, po inkubacji próbki oziębć. Następnie, do próbek nr 1 i 3 dodać po 2 ml 0,01 M buforu octanowego (o pH=4,7). W próbkach tych powinna wytrącić się denaturowana albumina, z kolei w próbce nr 2 pojawia się osad, który jest denaturowaną i skoagulowaną albuminą [2].

### **Reakcja Libermanna**

Reakcją charakterystyczną (służącą do identyfikacji) glikoprotein jest tzw. reakcja Libermanna. W trakcie jej przebiegu, podczas ogrzewania ze stężonym roztworem HCl dochodzi do hydrolizy

białka, zaś z cukrów (jednocześnie) powstają pochodne furfuralowe. Te z kolei, z uwolnionymi w czasie hydrolizy fenolami, dają fioletowo zabarwione połączenia.

**Wykonanie:**

Do 1 ml surowicy (2x rozcieńczonej 0,9% roztworem NaCl) należy dodać 3 ml stężonego HCl, próbkę ogrzewać przez kilka minut.

Wyniki: W trakcie ogrzewania roztwór stopniowo zabarwia się na kolor fioletowy [2].

### **Wykrywanie siarki cystyny i cysteiny w aminokwasach**

Aminokwasy, które w swojej budowie zawierają grupy siarkowe -SH lub -S-S- występujące w stanie wolnym lub związanym w białkach (tzw. aminokwasy siarkowe), podczas ogrzewania w środowisku silnie alkalicznym, ulegają przekształceniu do kwasu pirogronowego. Wtedy też dochodzi do uwolnienia siarki w postaci jonów siarczkowych. Następnie, jony te reagują z jonami ołowiu (II), w wyniku czego powstaje czarny osad (PbS). Dodatkowym produktem powstającym w czasie tej reakcji jest amoniak. Należy zaznaczyć, że metionina nie daje dodatniego wyniku tej reakcji [6].



Zdjęcie: Cysteina, [http://portalwiedzy.onet.pl/80958,1,,,cysteina\\_wzor\\_strukturalny,haslo.html](http://portalwiedzy.onet.pl/80958,1,,,cysteina_wzor_strukturalny,haslo.html)

### **Reakcja cystynowa:**

W trakcie ogrzewania białek z ługiem dochodzi do ich hydrolizy, zaś zawarta w cystynie i cysteinie siarka ulega uwolnieniu w postaci jonów siarczkowych, które to z jonami Pb<sup>2+</sup> dają czarny osad PbS. Metionina (inny aminokwas siarkowy) nie daje dodatniego wyniku przedstawionej reakcji [2].

1) Do 1 ml surowicy (rozcieńczonej 10 x za pomocą 0,9% roztworu NaCl) należy dodać kilka kropli

1% roztworu  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ , a także 2 ml 30% roztworu NaOH. Próbkę wstawić do wrzącej łaźni wodnej.

Wyniki: Po kilkunastu minutach gotowania pojawia się czarny osad [2].

2) Do 3 probówek należy kolejno odmierzyć po 0,5 ml :

- 1% roztworu cystyny lub cysteiny- do pierwszej probówki

- 1% roztworu metioniny - do drugiej probówki

- 1% roztworu białka jaja kurzego, albuminy, żelatyny, lub rozcieńczonej 10x surowicy- do trzeciej probówki

Następnie, do wszystkich probówek dodać po 1 kropli 0,25M roztworu octanu ołowiu (II). Probki wymieszać, po czym dodać do nich 2 ml 20% roztworu NaOH. Wymieszane próbki wstawić do wrzącej łaźni wodnej na 2-3 minuty. Po tym czasie porównać i zinterpretować wyniki ( jak wyżej) [6].

Cystyna podczas ogrzewania w stężonym roztworze NaOH, ulega częściowej mineralizacji, tj. rozkładowi do związków nieorganicznych. Wolne jony  $\text{S}^{2-}$ , które są obecne w mieszaninie poreakcyjnej, reagują z jonami  $\text{Pb}^{2+}$ , w wyniku czego powstaje czarny osad (siarczek ołowiu)

Do 1 cm<sup>3</sup> roztworu cysteiny należy dodać 2 cm<sup>3</sup> 20% NaOH, po czym próbkę ogrzewać we wrzącej łaźni wodnej przez 10 minut. Po inkubacji, do próbki dodać kilka kropli 2%  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ , po czym próbkę ponownie ogrzewać. W trakcie ogrzewania pojawia się czarny osad [5].

### **Reakcja z nitroprusydkiem sodu- wykrywanie grup tiolowych w cysteinie**

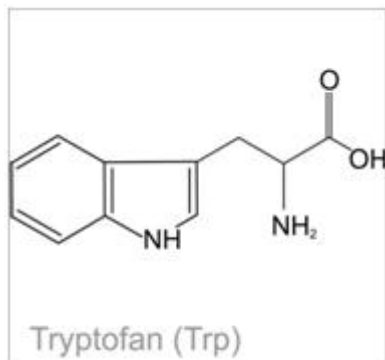
Związki, które zawierają w swej budowie ugrupowania tiolowe, tj. SH, w reakcji z nitroprusydkiem sodu tworzą kompleksowe połączenia, o czerwono-fioletowym zabarwieniu.

Do 1 cm<sup>3</sup> roztworu cysteiny należy dodać 1 cm<sup>3</sup> 1% roztworu nitroprusydku sodu. Próbkę nasycić siarczanem amonu in substantia, po czym próbkę zalkalizować za pomocą amoniaku. W wyniku zachodzących reakcji pojawia się czerwono-fioletowe zabarwienie świadczące o obecności grup tiolowych w próbce [5].

### **Próba ksantoproteinowa- wykrywanie ugrupowania aromatycznego w aminokwasach aromatycznych**

Aminokwasy aromatyczne, do których zalicza się fenyloalaninę, tyrozynę i tryptofan, występujące zarówno w formie wolnej jak i związanej w białku, pod wpływem stężonego kwasu  $\text{HNO}_3$  (reakcja nitrowania), tworzą nitrowe pochodne o barwie żółtej. Dodatek NaOH powoduje pogłębienie barwy do pomarańczowej (skutkiem utworzenia odpowiedniej soli w wyniku zachodzącej reakcji) [6], [5].

Sporadycznie można nitować związki aromatyczne za pomocą stężonego kwasu azotowego (V). Reakcja ta udaje się np. w przypadku związków posiadających skondensowane pierścienie (np. antracen), a także w przypadku tyrozyny i tryptofanu. W reakcjach nitrowania innych związków aromatycznych (także fenyloalaniny), do najczęściej wykorzystywanych azotowych elektrofilów zalicza się kation nitroniowy ( $\text{NO}_2^+$ ). Jon ten powstaje z kwasu azotowego (V) pod wpływem katalizującego protonu, który dostarczany jest przez kwas siarkowy. W wyniku reakcji uprotonowany kwas azotowy (po odłączeniu cząsteczki wody), przechodzi w postać jonu nitroniowego. W praktyce, w celu przeprowadzenia reakcji nitrowania stosuje się tzw. mieszaninę nitrującą, w której skład wchodzi stężony kwas azotowy (V) i stężony kwas siarkowy (zmieszane w stosunku 1:3 v/v) [6].



Zdjęcie: Tryptofan, [http://portalwiedzy.onet.pl/81707,1,,,tryptofan\\_wzor\\_strukturalny,haslo.html](http://portalwiedzy.onet.pl/81707,1,,,tryptofan_wzor_strukturalny,haslo.html)

Wykonanie próby ksantoproteinowej:

1). Należy przygotować trzy probówki, po czym odmierzyć do nich po 1 ml:

- 1% roztworu tyrozyny - do pierwszej probówki,
- 1% roztworu glicyny - do drugiej probówki,
- 1% roztworu białka (albuminy, owoalbuminy lub żelatyny albo rozcieńczonej surowicy)- do trzeciej probówki.

Następnie, do wszystkich probówek należy dodać po 1 ml stężonego kwasu azotowego (V), próbki ogrzewać przez 5 minut we wrzącej łaźni wodnej. Po tym czasie zaobserwować, w których probówkach roztwór zabarwił się na kolor żółty. Następnie wszystkie probówki należy oziębic pod bieżącą wodą i dodać do nich po 4 ml 20% roztworu NaOH (jest to reakcja silnie egzotermiczna!).

W ostatnim etapie doświadczenia, zaobserwować, w których probówkach roztwór zabarwi się na kolor żółto-pomarańczowy [6].

2). Do 1 cm<sup>3</sup> roztworu aminokwasu aromatycznego należy dodać 0,5 cm<sup>3</sup> stężonego kwasu HNO<sub>3</sub>. Próbkę ogrzewać we wrzącej łaźni wodnej przez 10 minut. Zaobserwować pojawienie się żółtego zabarwienia. Następnie, po oziębieniu próbki dodać do niej 4 cm<sup>3</sup> 20% NaOH, wtedy to barwa roztworu staje się bardziej intensywna [5].

## Histydyna

Histydyna jest aminokwasem, który posiada bardzo duże powinowactwo do tlenu singletowego. Ponadto, ma ona zdolność wiązania się z jonami metali przejściowych m.in. z miedzią, cynkiem, niklem czy żelazem, gdzie w takich połączeniach aminokwas ten stanowi kluczowy pod względem czynnościowym składnik białek (o właściwościach enzymatycznych). W mięśniach i mózgu ssaków



z zimną wodą, po czym do próby dodać 0,5ml 0,5% roztworu NaNO<sub>2</sub>, całość dokładnie wymieszać. Otrzymany roztwór zalkalizować, za pomocą roztworu Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> in subst.- odczyn (pH) mieszaniny sprawdzić za pomocą papierka wskaźnikowego.

Następnie, do przygotowanych wcześniej 3 probówek ( z przygotowanymi roztworami aminokwasów lub białka), należy oddać zalkalizowany roztwór soli diazoniowej, całość wymieszać.

Wyniki: Pojawienie się w próbówce pomarańczowego zabarwienia świadczy o dodatnim wyniku próby na obecność histydyny [6].

2) Do 5 cm<sup>3</sup> 0,5% roztworu kwasu sulfanilowego należy dodać 0,5 cm<sup>3</sup> 0,5% roztworu NaNO<sub>2</sub>-chłodząc próbkę w zimnej wodzie. Powstały w ten sposób roztwór soli diazoniowej należy zalkalizować za pomocą roztworu Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> in substantia. Odczyn roztworu sprawdzić za pomocą papierka wskaźnikowego. Następnie, do próbki zawierającej 1 cm<sup>3</sup> roztworu histydyny wlać roztwór soli diazoniowej.

Wyniki: Powstaje pomarańczowo-czerwone zabarwienie (jak wyżej) [5].

**Autor: Lidia Koperwas**

### **Literatura:**

[1]. Gawiński Ł., Wierzba T.H., 2006. Effect of histidine on heart rate variability in the rat. Ann. Acad. Med. Gedan., 2006, 36, 53-61.

[2]. Kłyszajko-Stefanowicz L, 2003. Ćwiczenia z biochemii. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2003, s. 242-243, 246.

[3]. Kołodziejczyk A., 2006. Aminokwasy i peptydy, <http://tczew.net.pl/~mgrmisiak/Technologia%20Chemiczna/A%20M%20I%20N%20O%20K%20W%20A%20S%20Y%20%20%20i%20%20%20P%20E%20P%20T%20Y%20D%20Y.pdf>

[4]. <http://fundacjarozejnauki.pl/res/Tom1/Nauka%20swiatowa%20i%20polska%5B1%5D.Rozdzial%2003.pdf>

[5]. <http://www.am.lublin.pl/upload/jednostkiam/Chemia%20Medyczna/aminokwasy.pdf>

[6]. <http://biochigen.slam.katowice.pl/praktikum/011.pdf>

<https://laboratoria.net/arttykul/14248.html>

**Informacje dnia:** [Gwałtowne przerwanie gry komputerowej w złości to ważny sygnał Uniwersytet Wrocławski, PAP i Fundacja PAP podpisały umowę 10 polskich zespołów w zawodach Shell Eco-marathon Poland 2026](#) [Prawie 1,2 mld ludzi na świecie cierpi na zaburzenia psychiczne AGH uruchomiła laboratorium UE Katowice i Śląski Uniwersytet Medyczny uruchamiają nowe kierunki](#) [Gwałtowne przerwanie gry komputerowej w złości to ważny sygnał Uniwersytet Wrocławski, PAP i Fundacja PAP podpisały umowę 10 polskich zespołów w zawodach Shell Eco-marathon Poland 2026](#) [Prawie 1,2 mld ludzi na świecie cierpi na zaburzenia psychiczne AGH uruchomiła laboratorium UE Katowice i Śląski Uniwersytet Medyczny uruchamiają nowe kierunki](#) [Gwałtowne przerwanie gry komputerowej w złości to ważny sygnał Uniwersytet Wrocławski, PAP i Fundacja PAP podpisały umowę 10 polskich zespołów w zawodach Shell Eco-marathon Poland 2026](#) [Prawie 1,2 mld ludzi na świecie cierpi na zaburzenia psychiczne AGH uruchomiła laboratorium UE Katowice i Śląski Uniwersytet Medyczny uruchamiają nowe kierunki](#)

## **Partnerzy**