KURS
„BIOLOGIA POD KLUCZ"

BIAŁKA

Prezentacja jest chroniona prawnie przed kopiowaniem bez pisemnej zgody autora i stanowi „utwór" i w myśl Ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. z 1994 r., Nr 24, poz. 83 z późn. zm.).

PODSTAWA PROGRAMOWA 2025



1. Przedstawia budowę białek (uwzględniając wiązania peptydowe).
2. Rozróżnia białka proste i złożone.
3. Opisuje strukturę I-, II-, III- i IV-rzędową białek;
4. Określa biologiczne znaczenie białek (albuminy, globuliny, histony, kolagen, keratyna, hemoglobina, mioglobina).
5. Przeprowadza obserwacje wpływu wybranych czynników fizycznych i chemicznych na białko.

AMINOKWASY



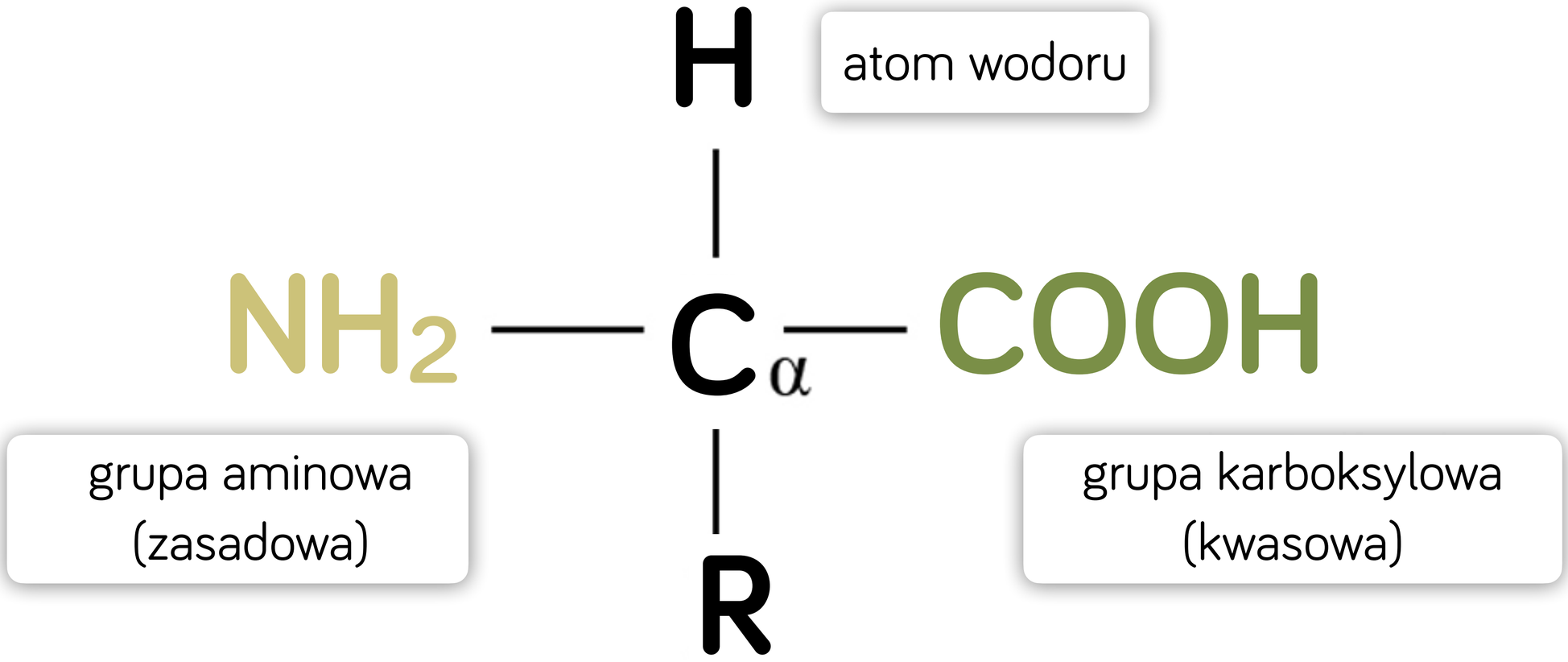
Białka są biopolimerami zbudowanymi z reszt aminokwasów połączonych ze sobą wiązaniami **peptydowymi**.

Aminokwasy to **monomery**, które zawierają w swojej budowie dwie grupy funkcyjne:

- grupę **aminową** NH_2
- grupę **karboksylową** COOH

Wszystkie aminokwasy zbudowane są z atomów węgla, wodoru, tlenu i azotu. W skład niektórych z nich wchodzi również siarka.

BUDOWA AMINOKWASU - WZÓR OGÓLNY



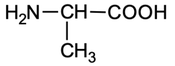
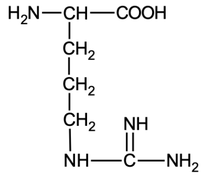
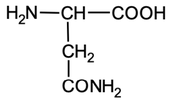
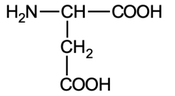
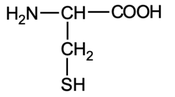
WZORY AMINOKWASÓW

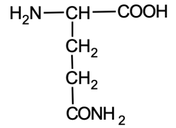
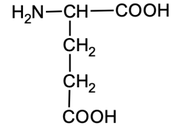
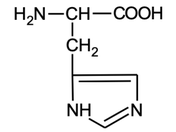
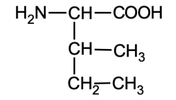
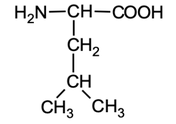
Dawid uczy

Wśród 300 poznanych aminokwasów **20** buduje peptydy i białka - są to aminokwasy **białkowe**, pozostałe to aminokwasy **niebiałkowe**.



WYBRANE AMINOKWASY BIAŁKOWE

Nazwa aminokwasu	Wzór	Kod	pI
Alanina		Ala	6,00
Arginina		Arg	10,76
Asparagina		Asn	5,41
Kwas asparaginowy		Asp	2,77
Cysteina		Cys	5,07
Glicyna		Gly	5,97

Nazwa aminokwasu	Wzór	Kod	pI
Glutamina		Gln	5,65
Kwas glutaminowy		Glu	3,22
Histydyna		His	7,59
Izoleucyna		Ile	6,02
Leucyna		Leu	5,98

RODZAJE AMINOKWASÓW

Ze względu na stosunek grup karboksylowych do aminowych w cząsteczce aminokwasu, aminokwasy można podzielić na:

Aminokwasy:

KWASOWE	OBOJĘTNE	ZASADOWE
$-COOH > -NH_2$	$-COOH = -NH_2$	$-COOH < -NH_2$

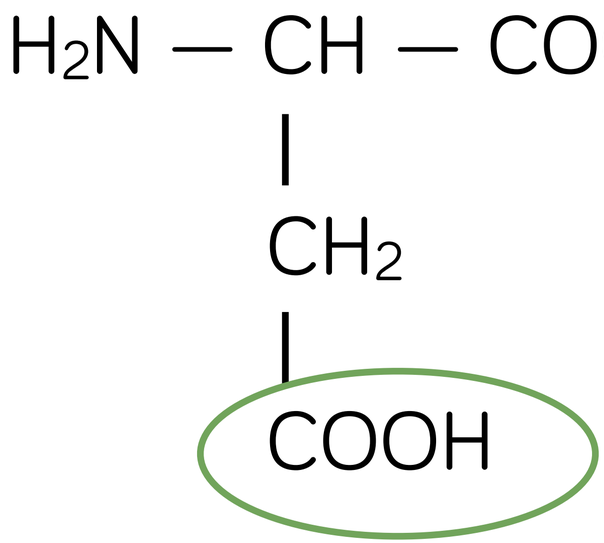
RODZAJE AMINOKWASÓW



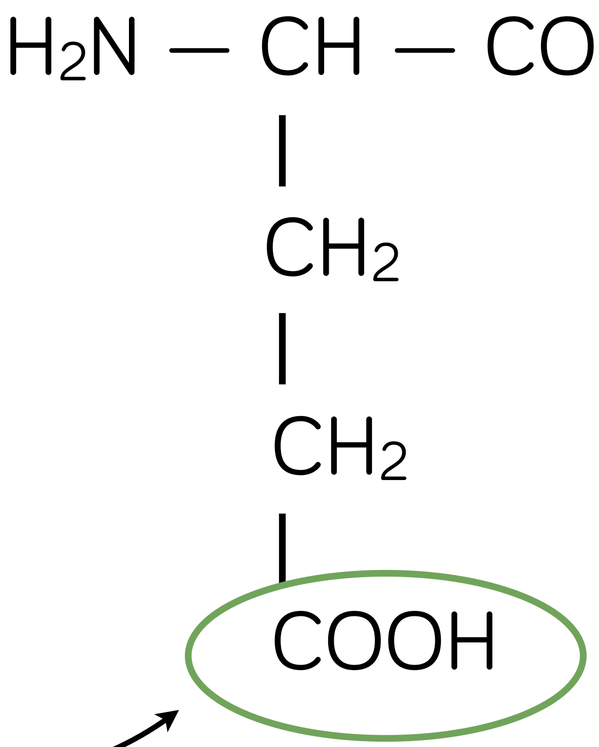
Aminokwasy **zasadowe** oraz **kwasowe** obdarzone są **ładunkiem elektrycznym**, natomiast aminokwasy **obojętne** występują w postaci **jonów obojnaczych**, których ładunki dodatnie i ujemne się równoważą.

AMINOKWASY KWASOWE

kwas asparaginowy



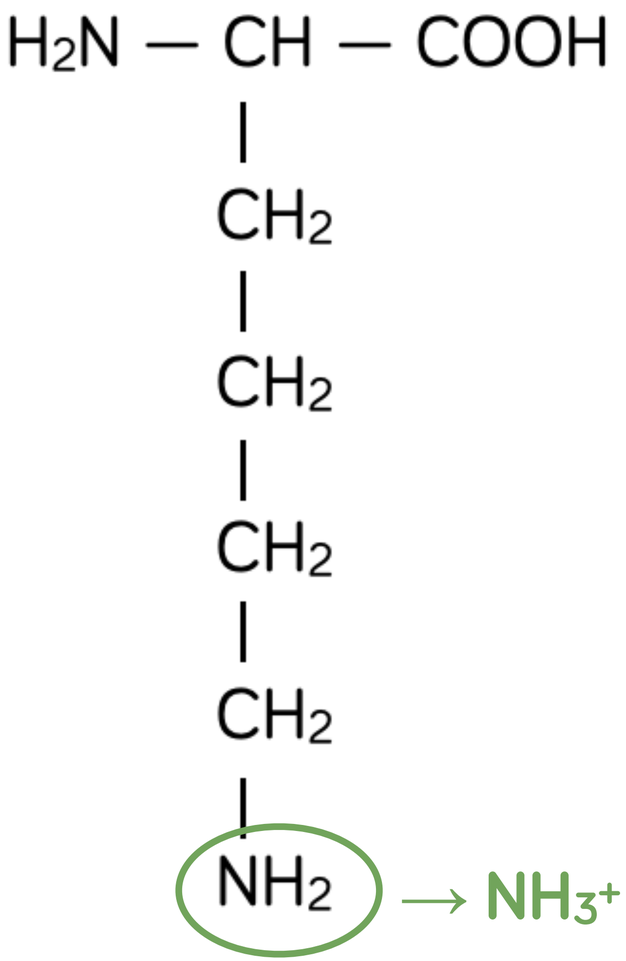
kwas glutaminowy



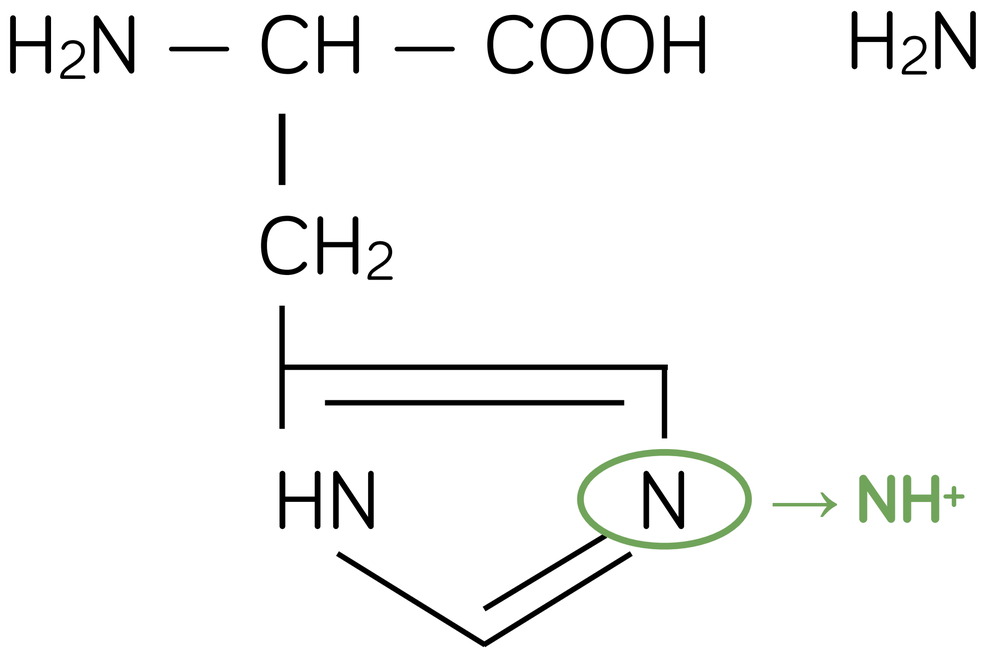
dodatkowa grupa karboksylowa
(jest donorem protonu)

AMINOKWASY ZASADOWE

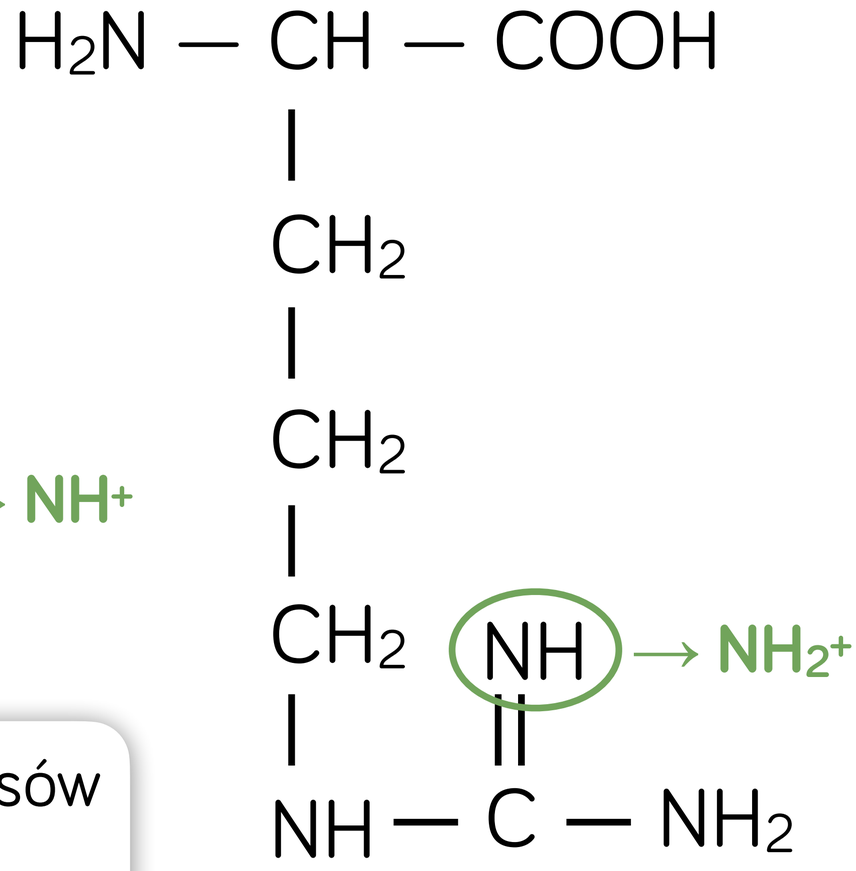
lizyna



histydyna



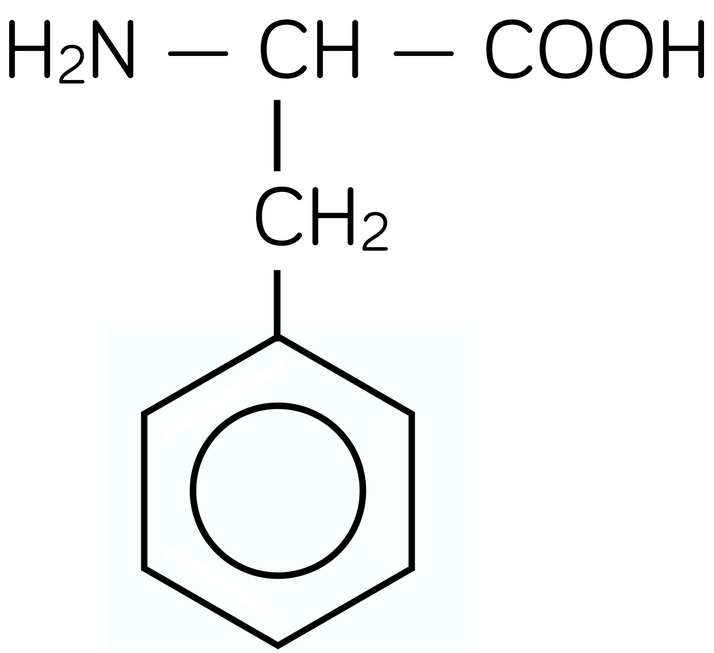
arginina



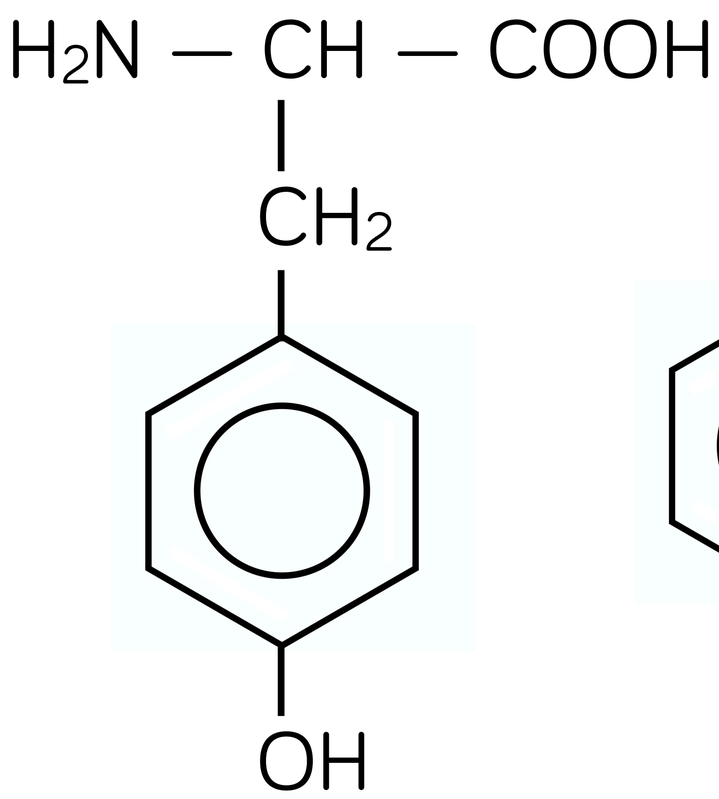
Łańcuchy boczne aminokwasów zasadowych przyjmują protony.

AMINOKWASY AROMATYCZNE

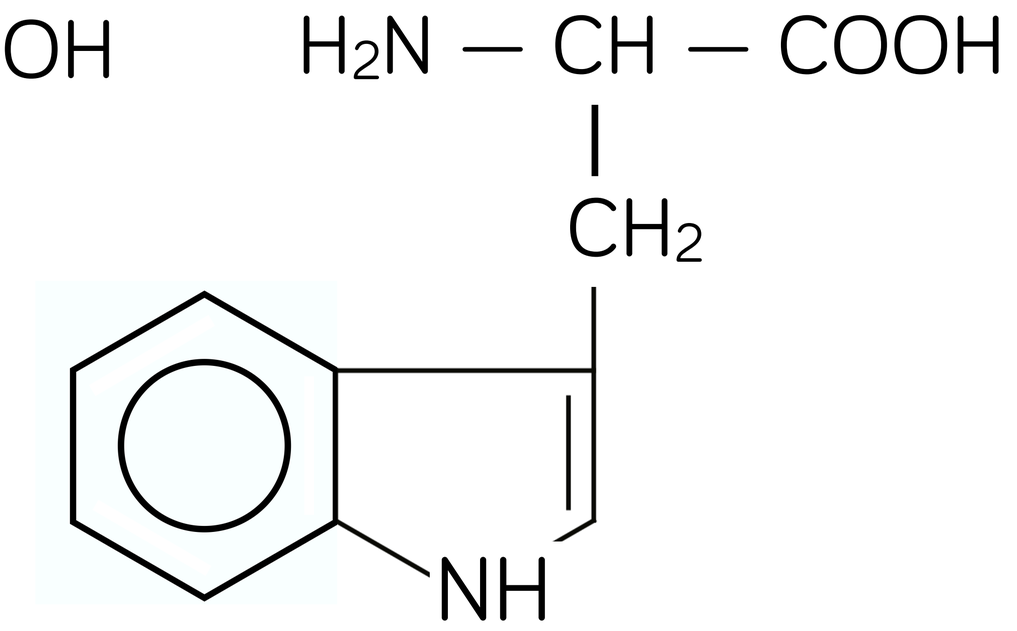
fenyloalanina



tyrozyna



tryptofan



POLARNOŚĆ I NIEPOLARNOŚĆ AMINOKWASÓW

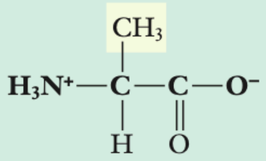


Aminokwasy niepolarne - łańcuch boczny jest hydrofobowy i nie zyskuje, ani nie traci protonów oraz nie uczestniczy w tworzeniu wiązań wodorowych lub jonowych.

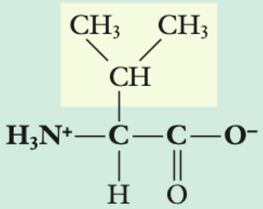
Aminokwasy polarne bez ładunku - łańcuch boczny jest hydrofilowy, należą do nich: seryna, treonina, tyrozyna, asparagina, glutamina, cysteina. Nie uczestniczą w tworzeniu wiązań jonowych.

Aminokwasy obdarzone ładunkiem - aminokwasy kwasowe i zasadowe, należą do nich: kwas asparaginowy i kwas glutaminowy oraz histydyna, lizyna, arginina. Uczestniczą w tworzeniu wiązań jonowych.

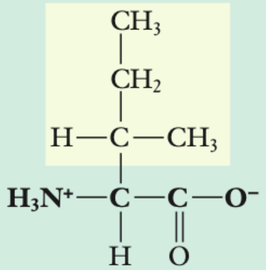
AMINOKWASY NIEPOLARNE



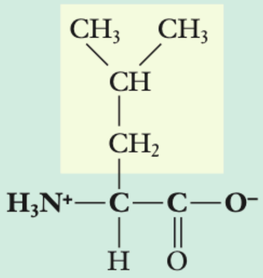
alanina



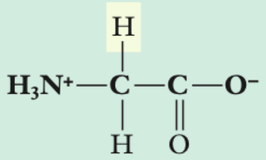
walina



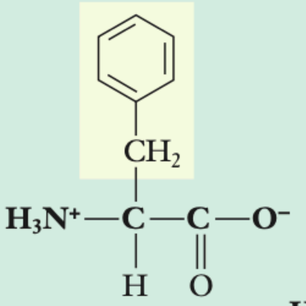
izoleucyna



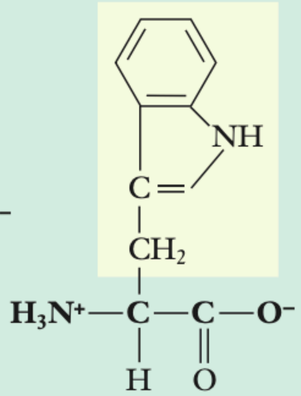
leucyna



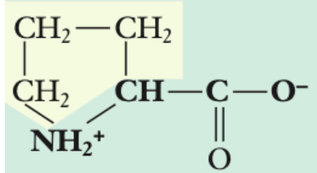
glicyna



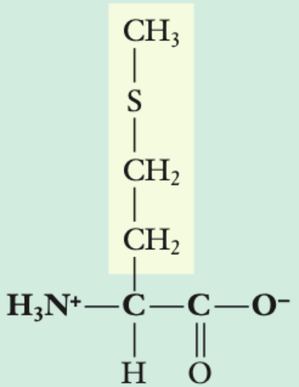
fenyloalanina



tryptofan

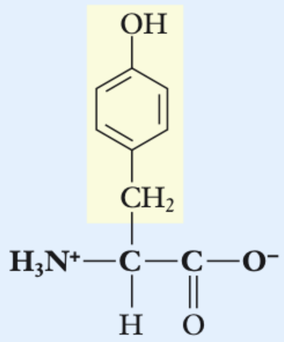


prolina

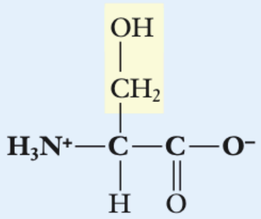


metionina

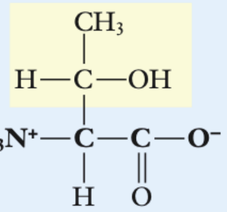
AMINOKWASY POLARNE BEZ ŁADUNKU



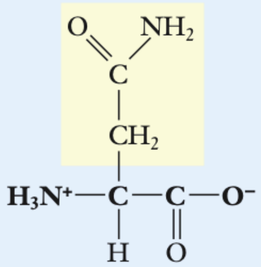
tyrozyna



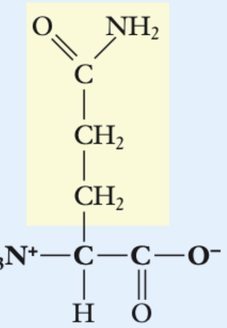
seryna



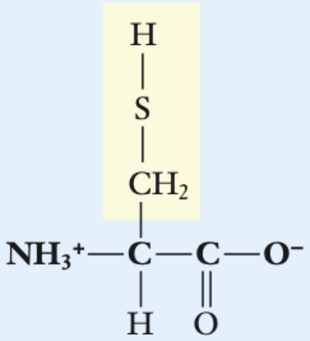
treonina



asparagina



glutamina



cysteina

AMINOKWASY ENDOGENNE I EGZOGENNE



Aminokwasy dzieli się na:

ENDOGENNE

aminokwasy, które są wytwarzane przez organizm człowieka

EGZOGENNE

aminokwasy, które nie są wytwarzane przez organizm człowieka i muszą być dostarczane wraz z pokarmem

WARTOŚCIOWOŚĆ BIAŁKA



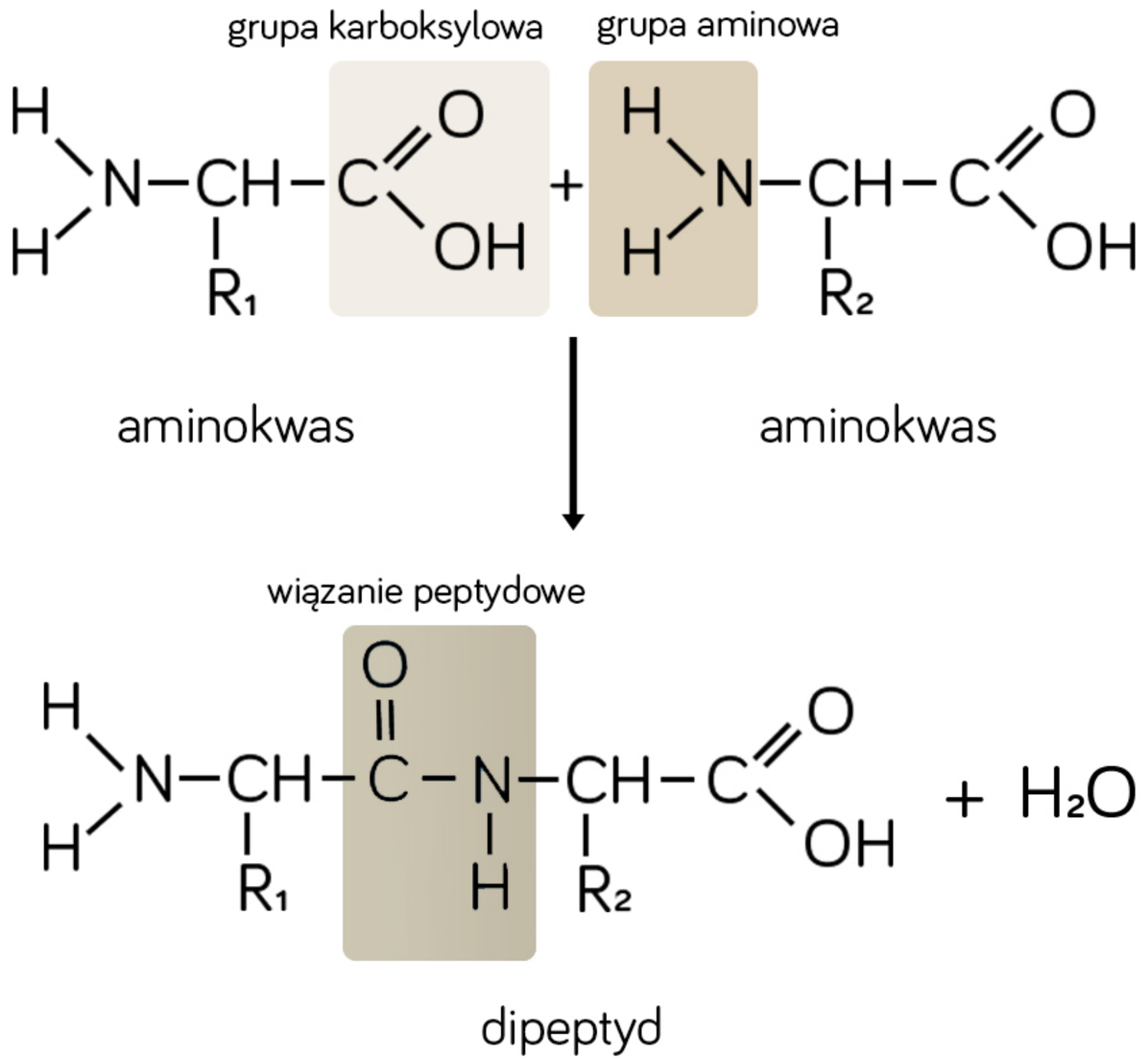
białko zwierzęce (np. mięso wieprzowe) jest **pełnowartościowe**, gdyż zawiera wszystkie niezbędne aminokwasy egzogenne

białko roślinne (np. pochodzące z ziaren ryżu) jest **niepełnowartościowe**, gdyż nie zawiera wszystkich niezbędnych aminokwasów egzogennych



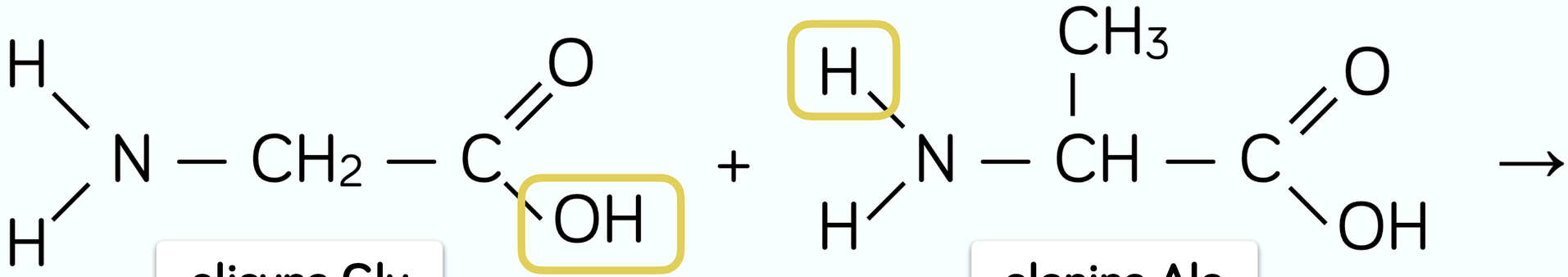
POWSTAWANIE WIĄZANIA PEPTYDOWEGO

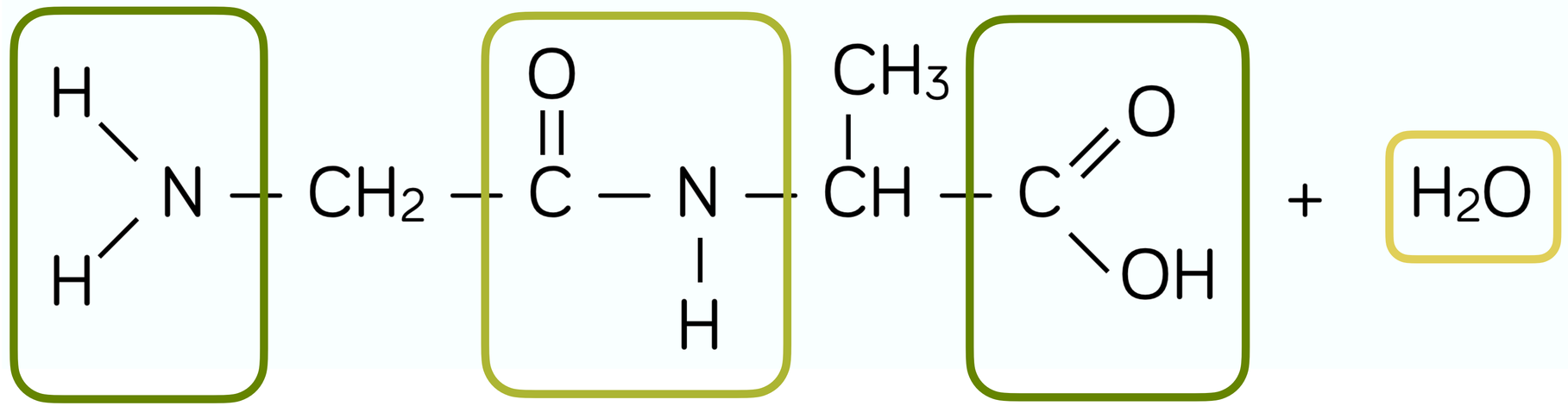
kondensacja



hydroliza

KONDENSACJA AMINOKWASÓW





HYDROLIZA PEPTYDÓW

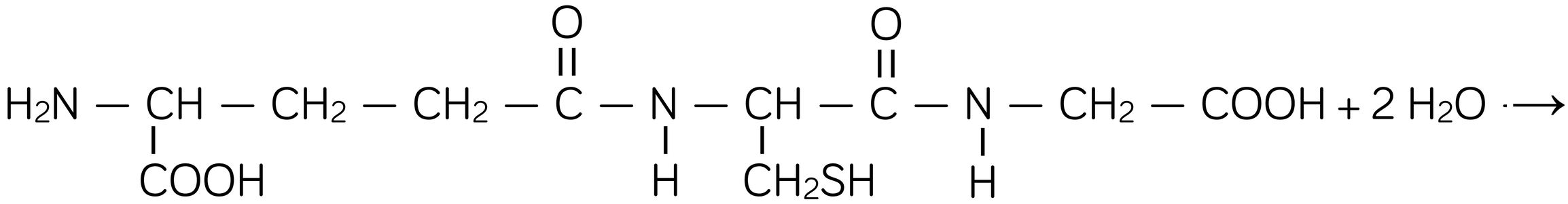


Jest to reakcja odwrotna do rekacji kondensacji aminokwasów. Polega na **rozerwaniu wiązania peptydowego** pod wpływem wody w obecności enzymów.

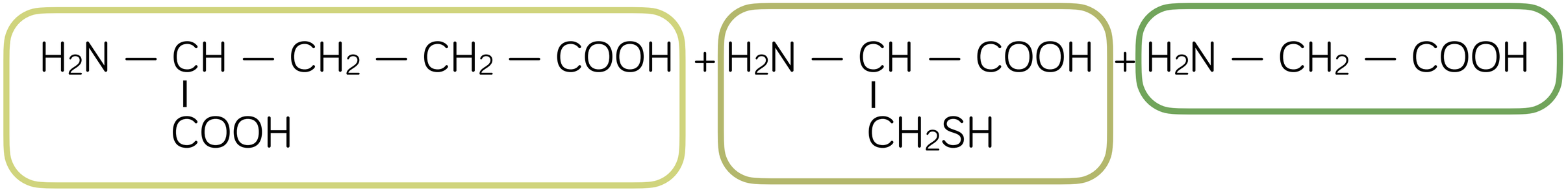
Przeprowadzając reakcję hydrolizy peptydu możemy ustalić z jakich aminokwasów składał się ten peptyd.

$$\text{aminokwas}_1 + \text{aminokwas}_2 \underset{\text{hydroliza}}{\overset{\text{kondensacja}}{\rightleftarrows}} \text{dipeptyd} + \text{woda}$$

HYDROLIZA TRIPEPTYDU



$$H_2N-\underset{\underset{COOH}{|}}{CH}-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{||}}{C}-\underset{\underset{H}{|}}{N}-\underset{\underset{CH_2SH}{|}}{CH}-\overset{\overset{O}{||}}{C}-\underset{\underset{H}{|}}{N}-CH_2-COOH + 2\,H_2O \longrightarrow$$



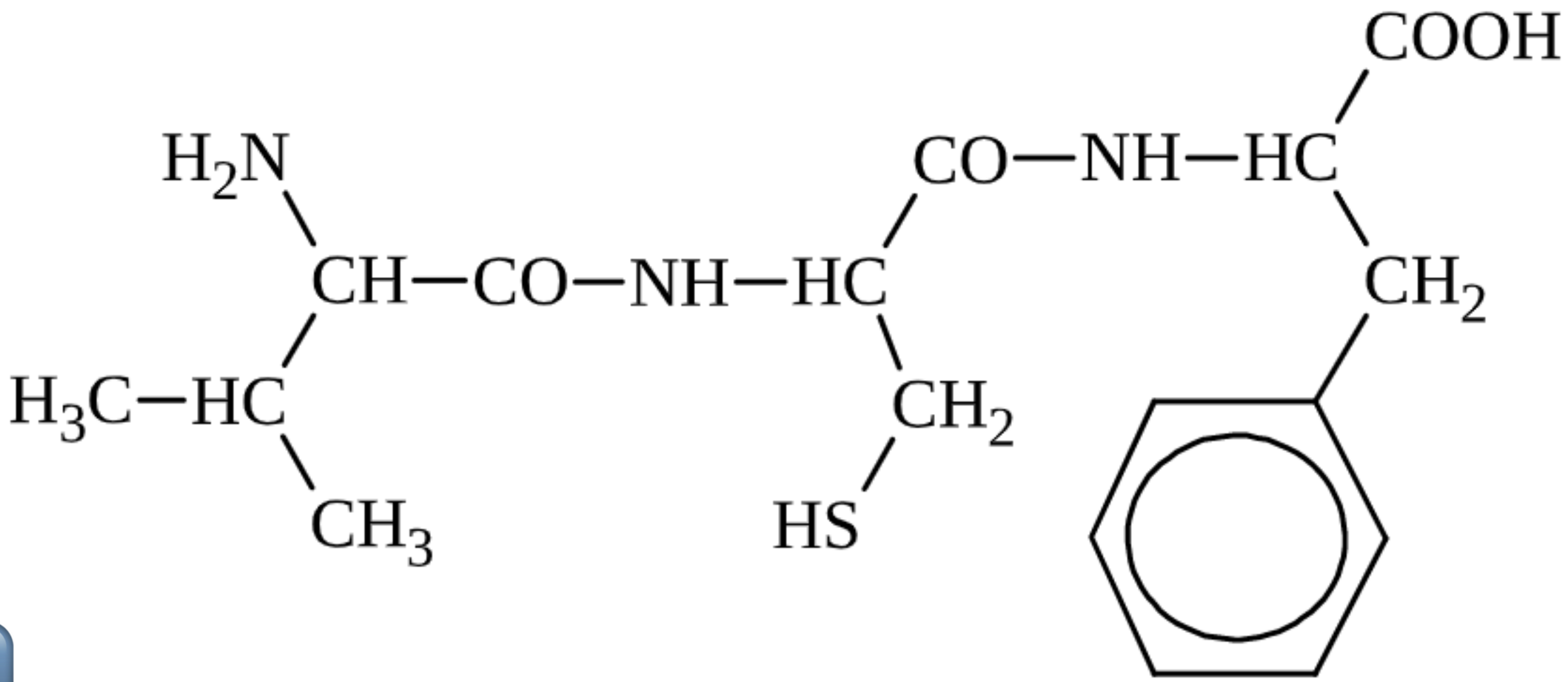
$$H_2N-\underset{\underset{COOH}{|}}{CH}-CH_2-CH_2-COOH + H_2N-\underset{\underset{CH_2SH}{|}}{CH}-COOH + H_2N-CH_2-COOH$$

kwas glutaminowy

cysteina

glicyna

JAK OBLICZYĆ LICZBĘ AMINOKWASÓW TWORZĄCĄ DANY PEPTYD?



POLIPEPTYD A BIAŁKO



Różnica między polipeptydem a białkiem jest w ilości reszt aminokwasów tworzących daną cząsteczkę.

O **białku** mówimy gdy w skład cząsteczki wchodzi minimum **101** reszt aminokwasów. Gdy jest ich mniej - mowa o **polipeptydzie**.

Gdy peptyd tworzą 2 reszty aminokwasowe, to wtedy jest to dipeptyd. Gdy 3 reszty - tripeptyd, 4 - tetrapeptyd itd.



PEPTYDY

OLIGOPEPTYDY

zawierają od 2 do 10 reszt aminokwasowych

POLIPEPTYDY

zawierają od 11 do 100 reszt aminokwasowych

BIAŁKA

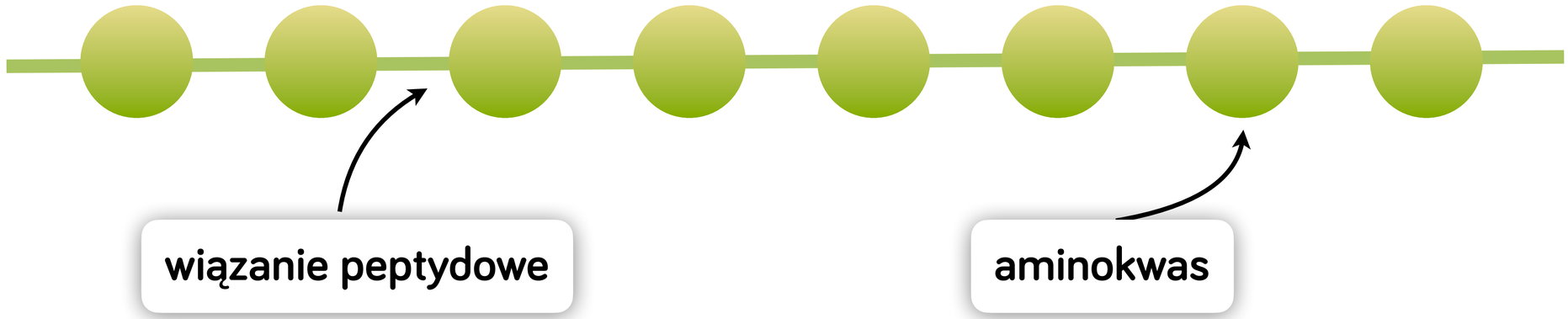
zawierają powyżej 100 reszt aminokwasowych

POZIOMY ORGANIZACJI BIAŁEK

STRUKTURA I-RZĘDOWA

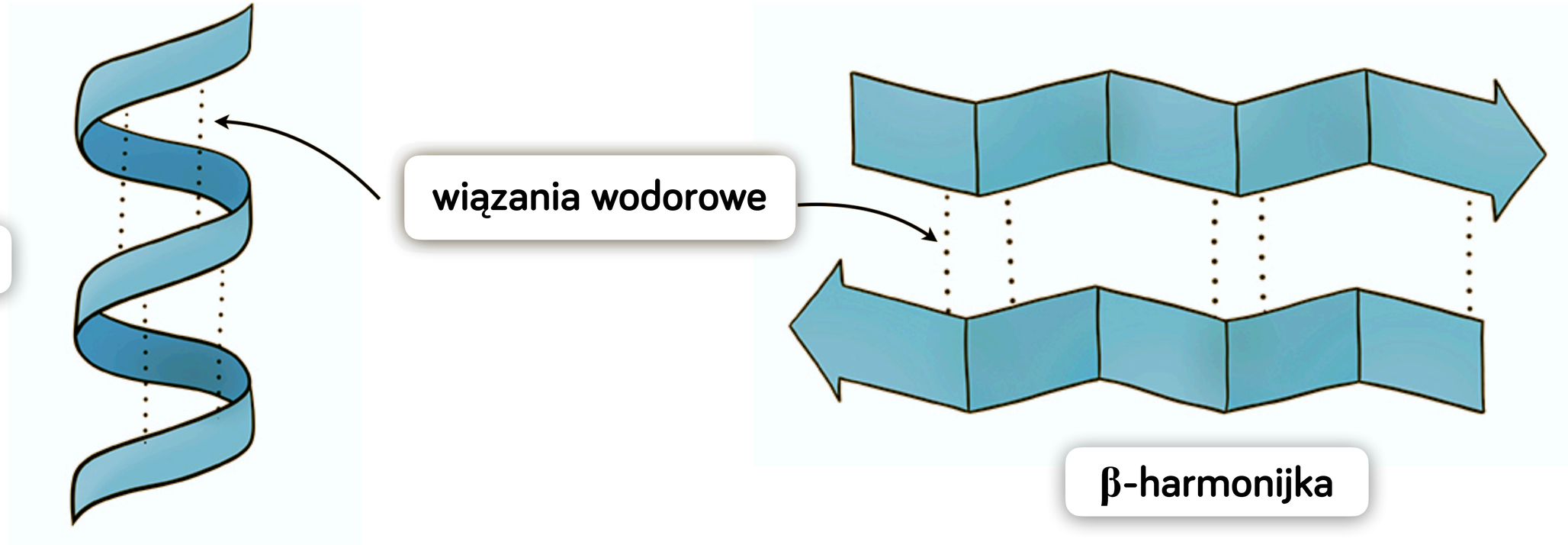
Wyznacza ją kolejność aminokwasów w białku. Aminokwasy połączone są wiązaniami **peptydowymi** w długi łańcuch. Wynika ona z sekwencji nukleotydów w DNA. Nie ulega zniszczeniu podczas denaturacji, natomiast ulega zniszczeniu pod wpływem proteaz.

Jest to struktura **płaska**.



STRUKTURA II-RZĘDOWA

Białko o strukturze I-rzędowej uległo pofałdowaniu i przyjęło kształt **α-helisy** lub **β-harmonijki**. Wiązania, które **stabilizują** strukturę II-rzędową to **wiązania wodorowe**, korę powstają pomiędzy atomami wodoru grup NH a atomami tlenu grup C=O, które wchodzą w skład wiązań peptydowych.



STRUKTURA II-RZĘDOWA



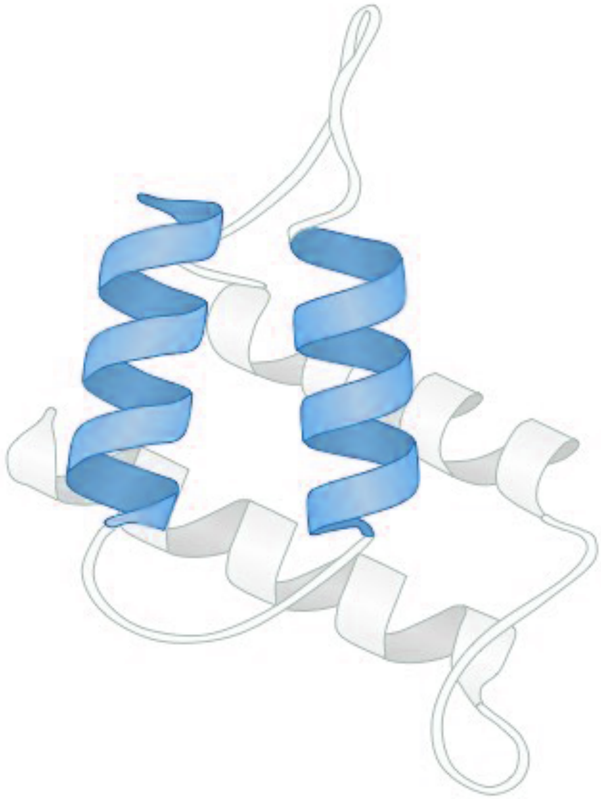
Struktura **α-helisy** powstaje przez prawoskrętne zwinięcie łańcucha polipeptydowego wokół jego osi.

Struktura **β-harmonijki** powstaje przez ułożenie łańcucha poli-peptydowego na płaszczyźnie.

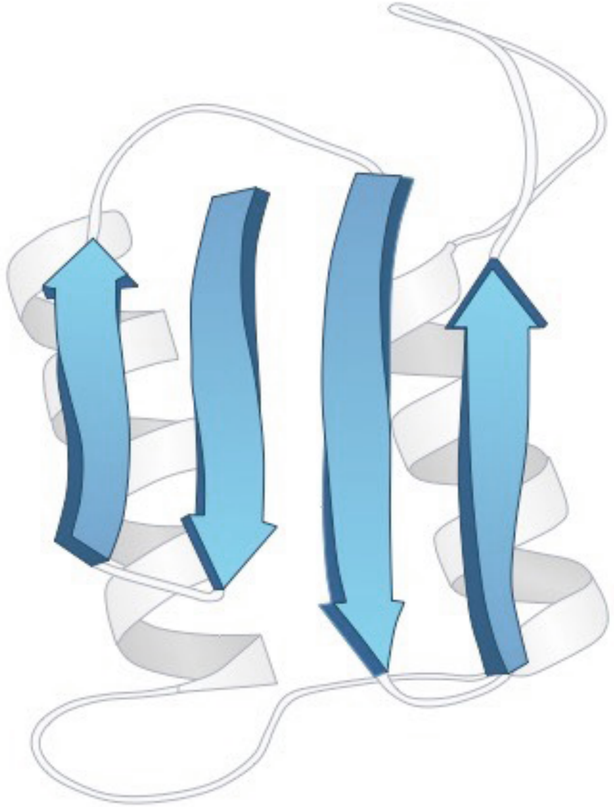
Większość białek zbudowana jest z odcinków α-helisy, jak i β-harmonijki.

STRUKTURA II-RZĘDOWA

α-helisa w modelach molekularnych ma kształt **sprężyny,** a **β- harmonijka** - kształt **strzałki** (jej grot jest skierowany w stronę końca C).



α-helisa



β-harmonijka

STRUKTURA III-RZĘDOWA

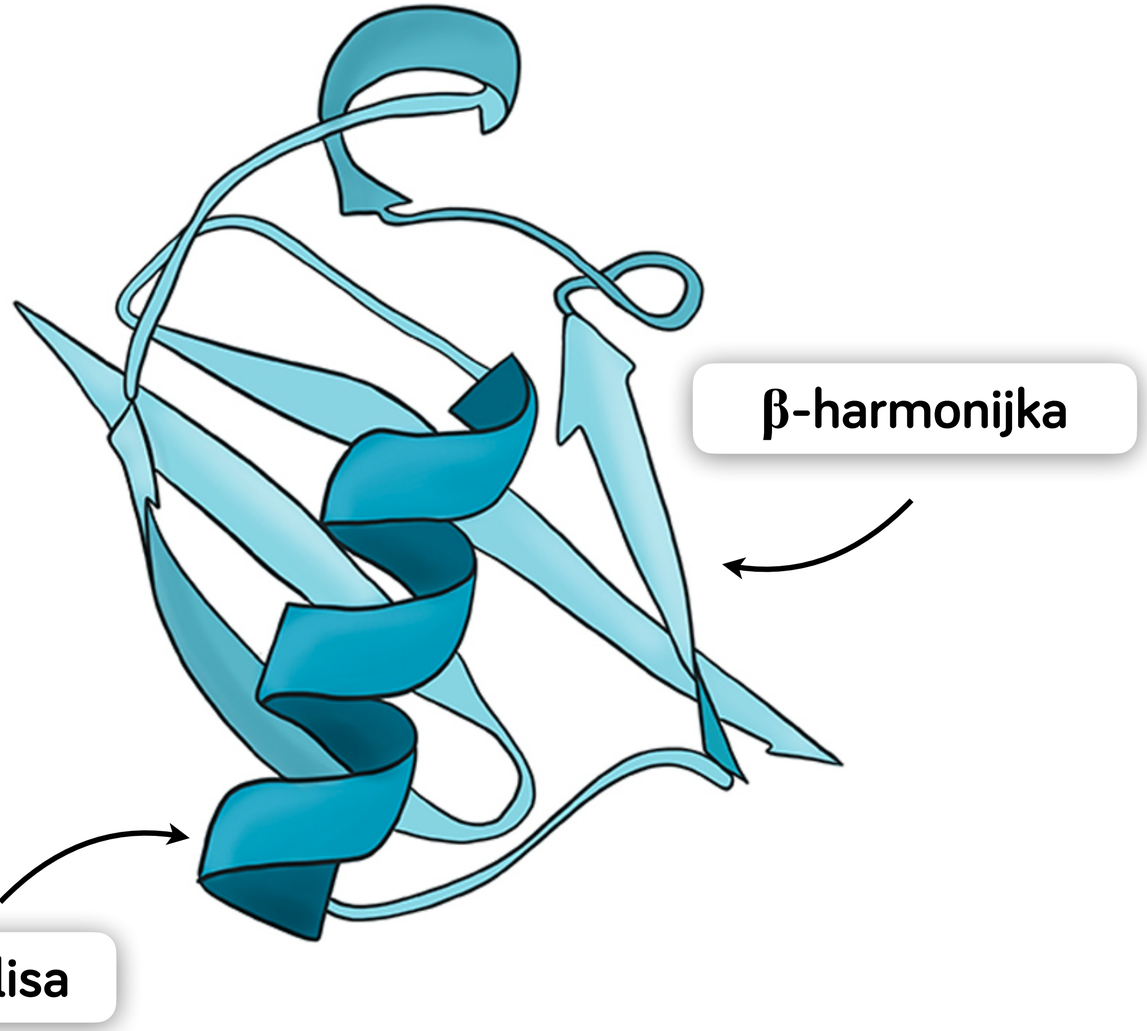


Struktura III-rzędowa powstaje w wyniku **pofałdowania białka o strukturze II-rzędowej**.

Każde białko charakteryzuje się właściwą sobie strukturą trzecio-rzędową, która określa jego **kształt przestrzenny** (konformację) i odpowiada za **aktywność biologiczną** (funkcję). Zniszczenie tej struktury powoduje utratę właściwości biologicznych białka.

STRUKTURA III-RZĘDOWA

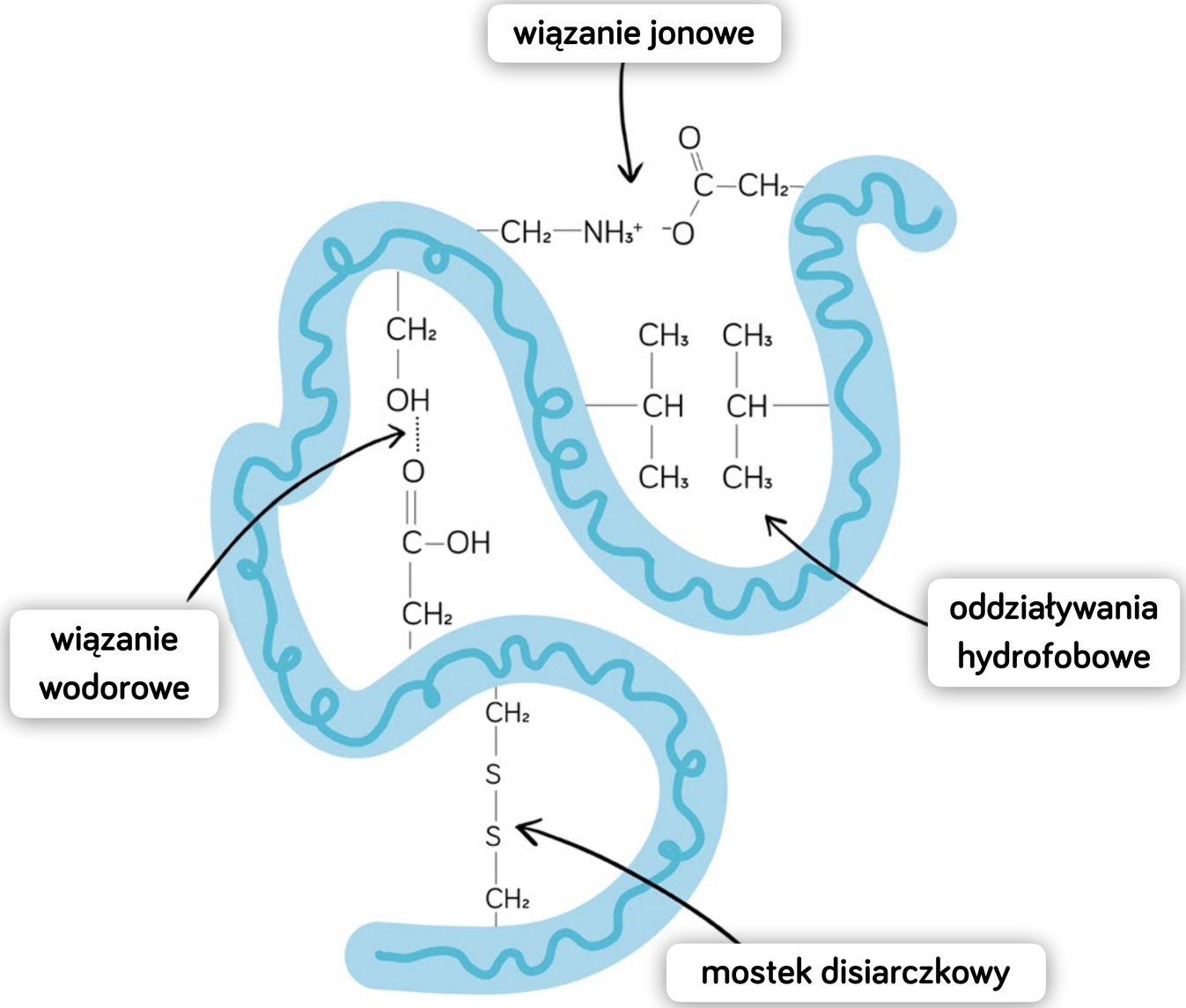
Większość białek zbudowana jest z odcinków α-helisy, jak i β-harmonijki.



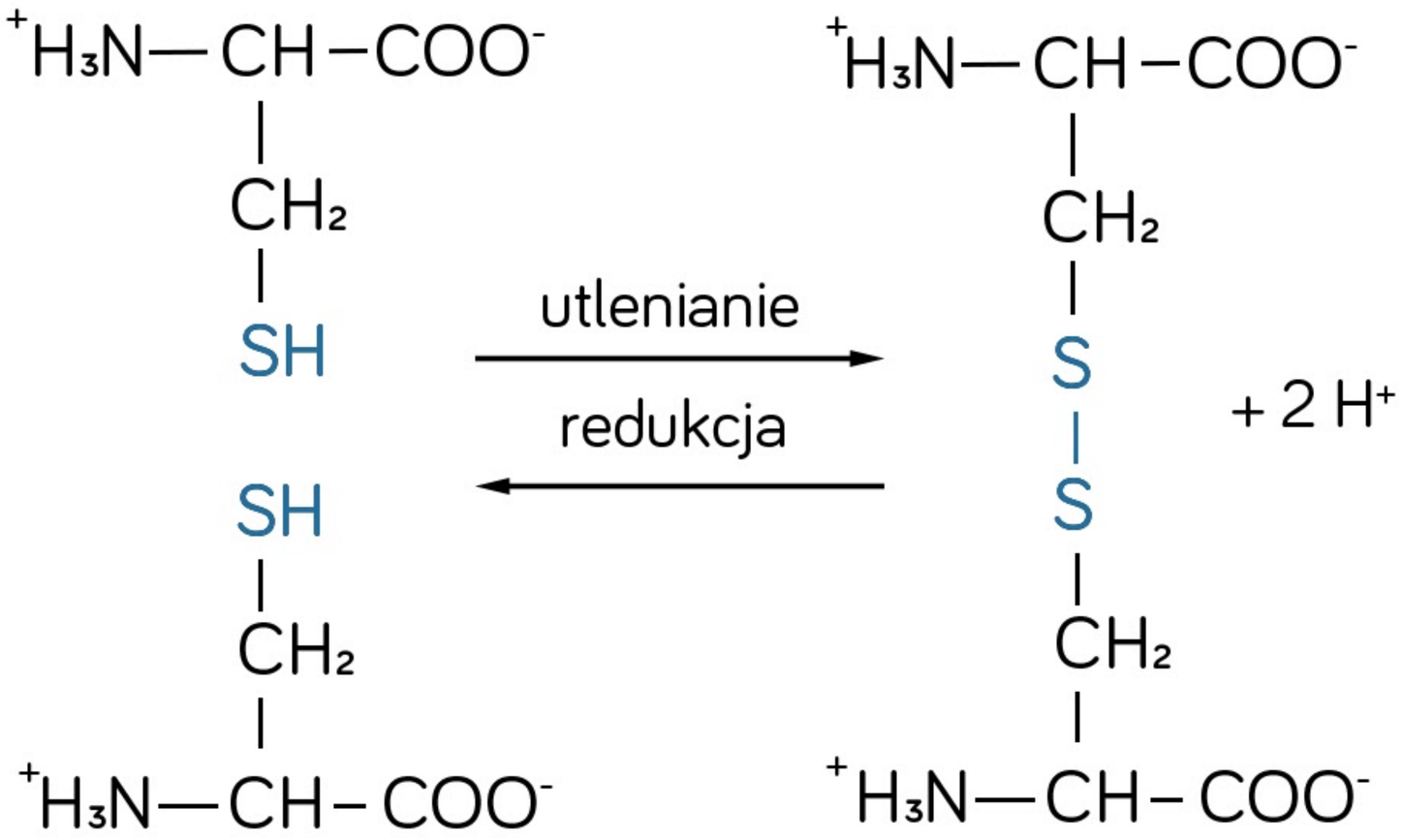
STRUKTURA III-RZĘDOWA

Wiązania i oddziaływania, które stabilizują strukturę III-rzędową to:

- wiązania wodorowe,
- mostki disiarczkowe,
- wiązania jonowe,
- oddziaływania hydrofobowe.



POWSTAWANIE MOSTKÓW DISIARCZKOWYCH



cysteina

cystyna

! POD KLUCZ !



Dlaczego błędne jest sformułowanie:

„mostki siarczkowe”?

W tym wiązaniu występują dwa atomy siarki, a nie jeden, dlatego w nazwie należy uwzględnić przedrostek „**di**” lub „**dwu**”.

Poprawne sformułowanie brzmi:

„mostki disiarczkowe / dwusiarczkowe”.

WIĄZANIA WODOROWE W STRUKTURZE II° A III°



Wiązania wodorowe w **strukturze II°** powstają między atomami wodoru grup N-H a atomami tlenu grup C = O, które wchodzą w skład **wiązań peptydowych**.

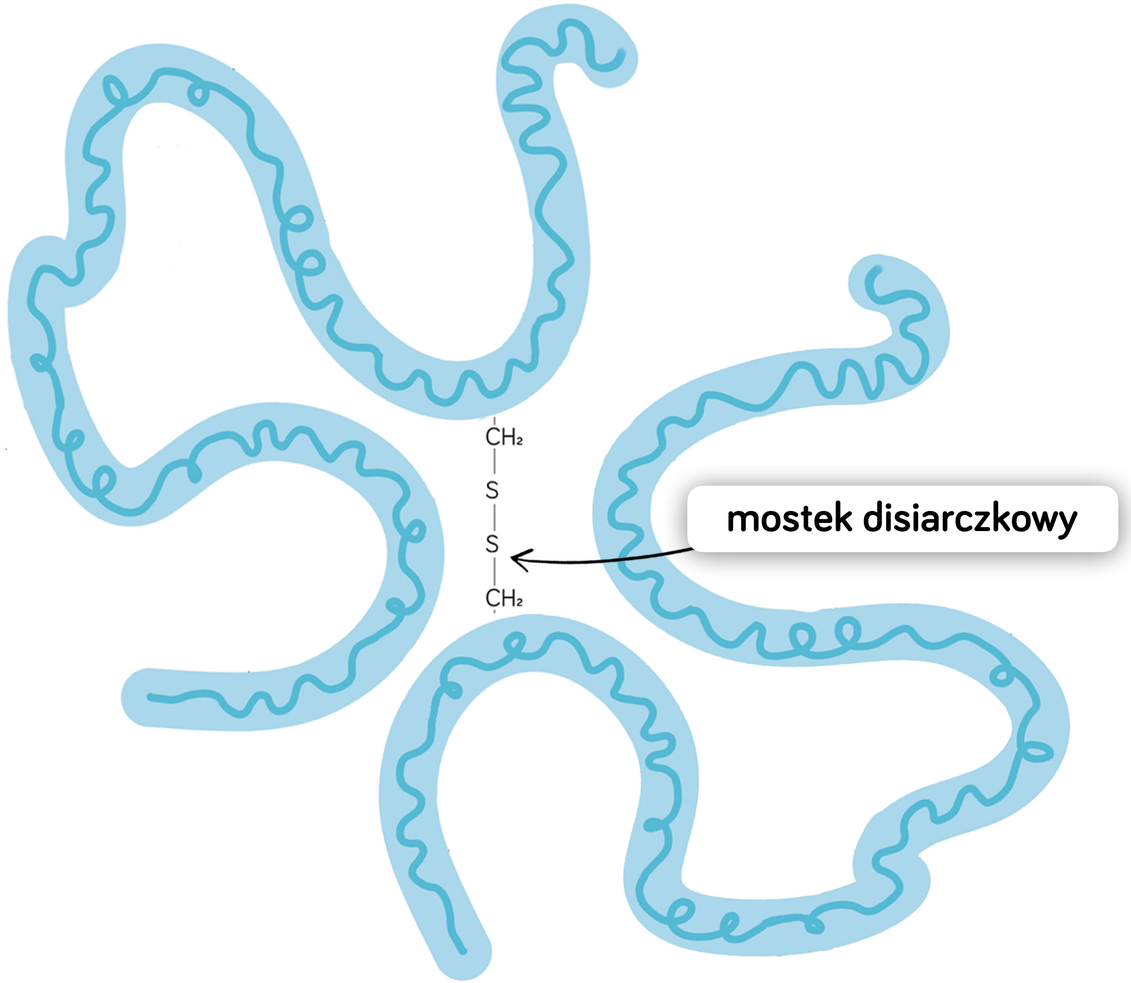
Wiązania wodorowe w **strukturze III°** powstają między atomem wodoru **łańcucha bocznego** jednego aminokwasu polarnego a atomem tlenu lub azotu **łańcucha bocznego** innego aminokwasu polarnego.

STRUKTURA IV-RZĘDOWA (NIEKTÓRE BIAŁKA)

Charakterystyczna jest dla białek zbudowanych z **co najmniej dwóch łańcuchów polipeptydowych** o określonej strukturze III-rzędowej.

Wiązania i oddziaływania, które stabilizują tę strukturę są **takie same** jak te, które stabilizują strukturę III-rzędową.

Tworzą się one między łańcuchami bocznymi aminokwasów należących do oddzielnych łańcuchów polipeptydowych.



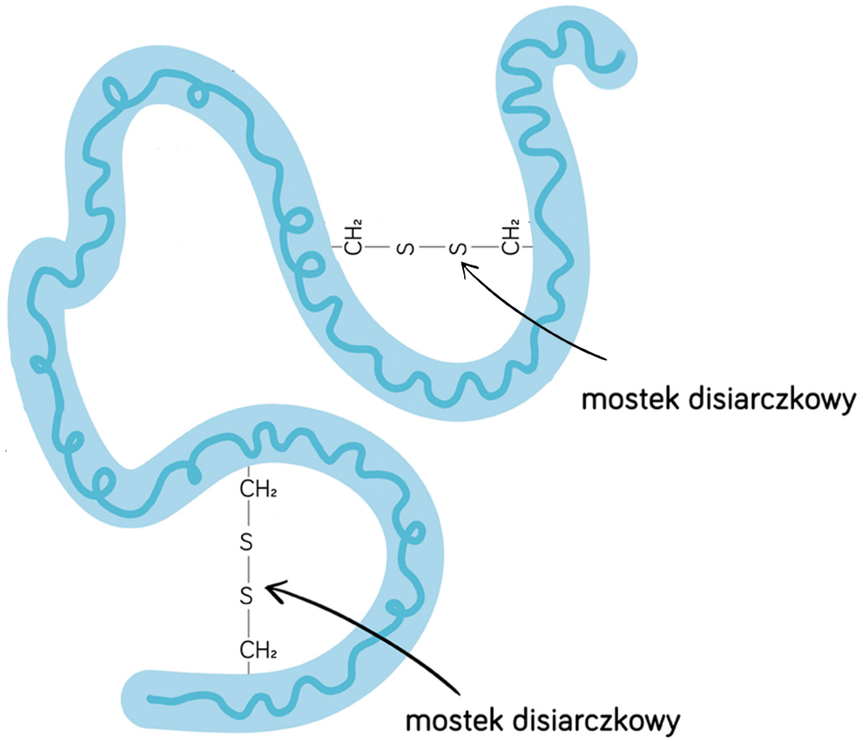
MOSTKI DISIARCZKOWE W STRUKTURZE III° A IV°



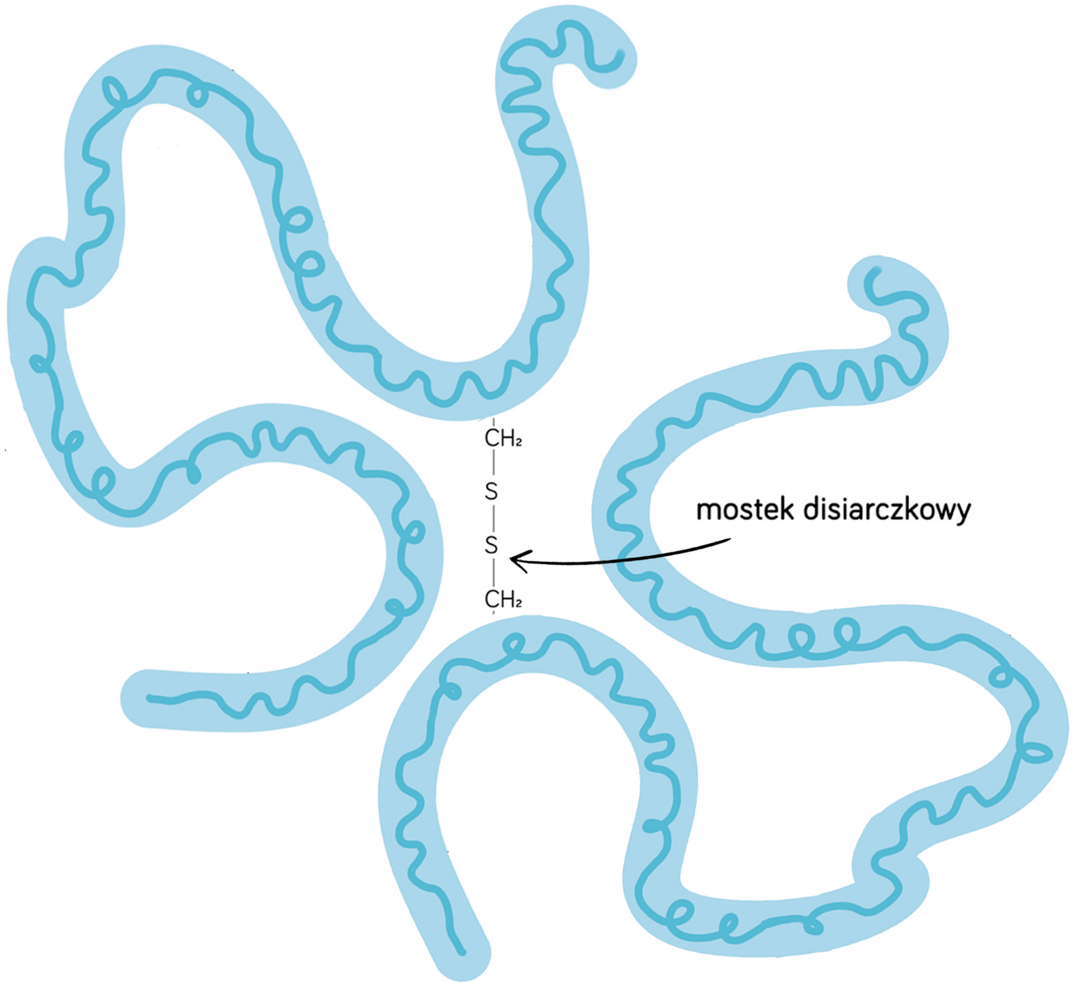
W strukturze III° mostki disiarczkowe powstają w obrębie tego samego łańcucha polipeptydowego, a w strukturze IV° - tworzą się pomiędzy różnymi łańcuchami polipeptydowymi budującymi dane białko.

MOSTKI DISIARCZKOWE W STRUKTURZE III° A IV°

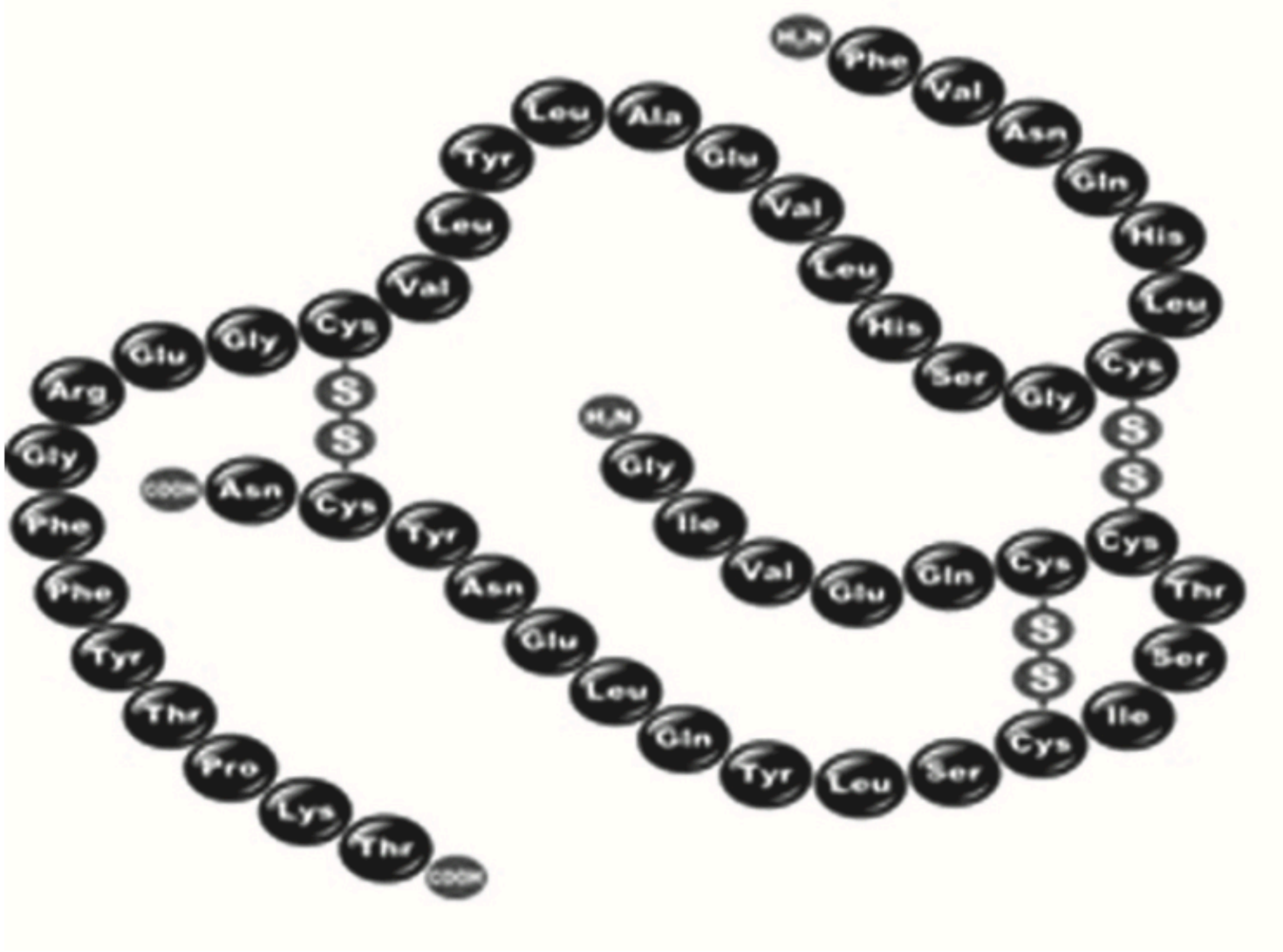
struktura III°



struktura IV°



MOSTKI DISIARCZKOWE W STRUKTURZE III° A IV°



BIAŁKA



Białka są to **polimery** kondensacyjne aminokwasów białkowych. Reszty aminokwasowe białek połączone są **wiązaniami peptydowymi.**

aminokwasy → oligopeptydy → polipeptydy → białka

Białka powstają w komórce przy udziale **rybosomów**. W rybosomach aminokwasy łączą się wiązaniem peptydowym.

BIAŁKA PROSTE I BIAŁKA ZŁOŻONE



BIAŁKA PROSTE

↓

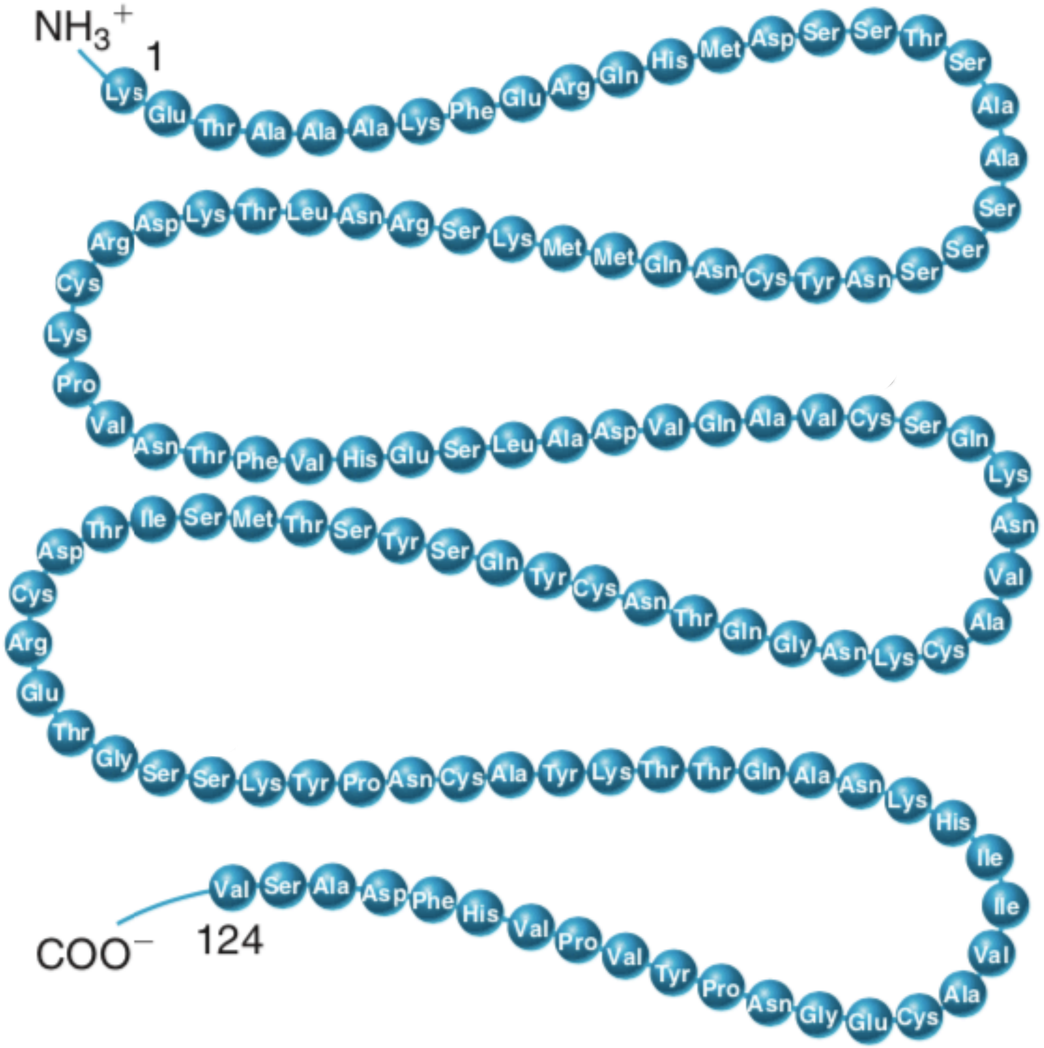
białka, które składają się wyłącznie z aminokwasów

BIAŁKA ZŁOŻONE

↓

białka, które oprócz aminokwasów zawierają dodatkową resztę niebiałkową

BIAŁKA PROSTE



Białko obok jest białkiem **prostym**

- budują go wyłącznie aminokwasy.

BIAŁKA ZŁOŻONE



Wyróżniamy:

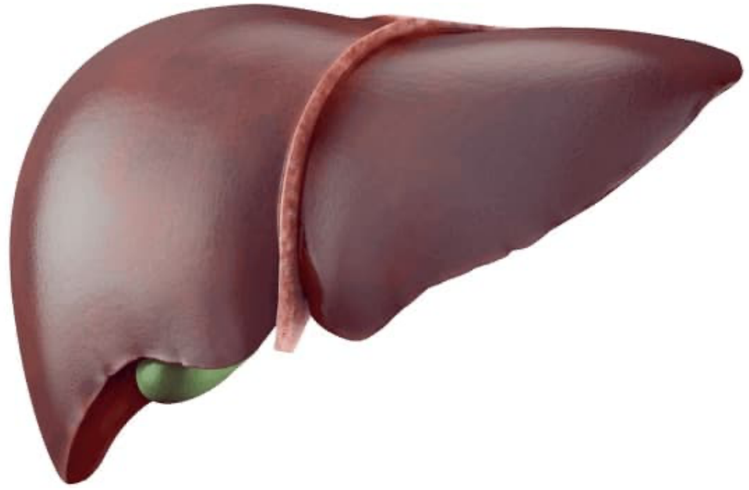
- **glikoproteiny** - z resztą cukrową
- **fosfoproteiny** - z resztą kwasu fosforowego(V)
- **lipoproteiny** - z resztą kwasu tłuszczowego
- **nukleoproteiny** - z resztą kwasu nukleinowego
- **metaloproteiny** - z jonem metalu
- **hemoproteiny** - z hemem

CHARAKTERYSTYKA BIAŁEK PROSTYCH

ALBUMINY

Albuminy to najliczniejsze **białka osocza krwi**. Należą do białek **globularnych**, są dobrze rozpuszczalne w wodzie. Odpowiadają za utrzymanie odpowiedniego **ciśnienia onkotycznego** we krwi i biorą udział w transporcie hormonów oraz leków.

Za ich wytwarzanie odpowiedzialna jest **wątroba**.



GLOBULINY



Także należą do **białek osocza krwi**, jednak występują w mniejszej ilości niż albuminy i **są** praktycznie nierozpuszczalne w wodzie.

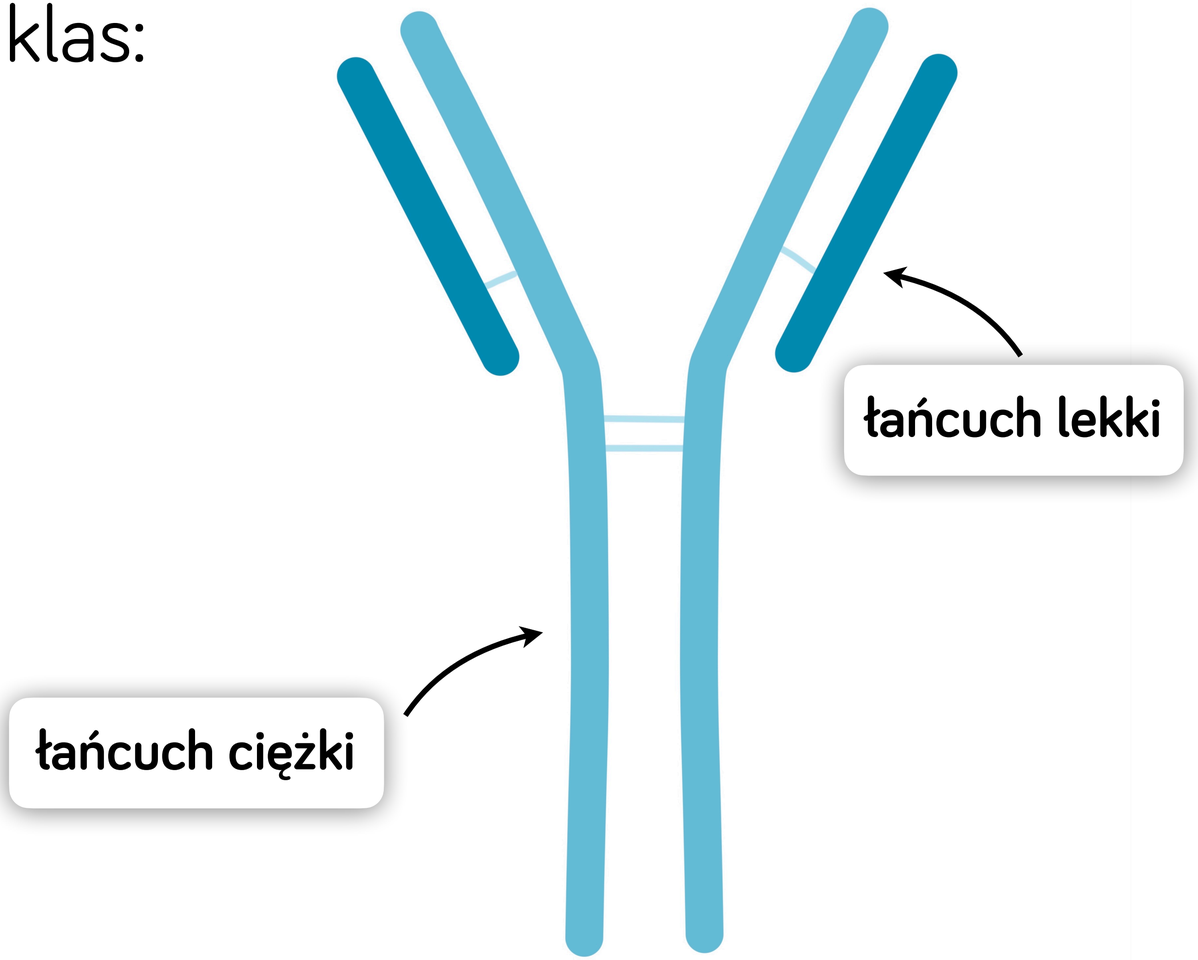
Wśród globulin wyróżnia się alfa, beta oraz gamma-globuliny, nazywane immunoglobulinami lub po prostu **przeciwciałami**.

Te ostatnie pełnią bardzo ważne funkcje **odpornościowe** w organizmie. Ich zadaniem jest wiązanie obcych antygenów, przez co dochodzi do ich unieszkodliwienia. Taki związany antygen jest bardziej widoczny dla komórek żernych.

IMMUNOGLOBULINY

Immunoglobuliny dzielą się na pięć klas:

- IgM
- IgA
- IgG
- IgD
- IgE



HISTONY

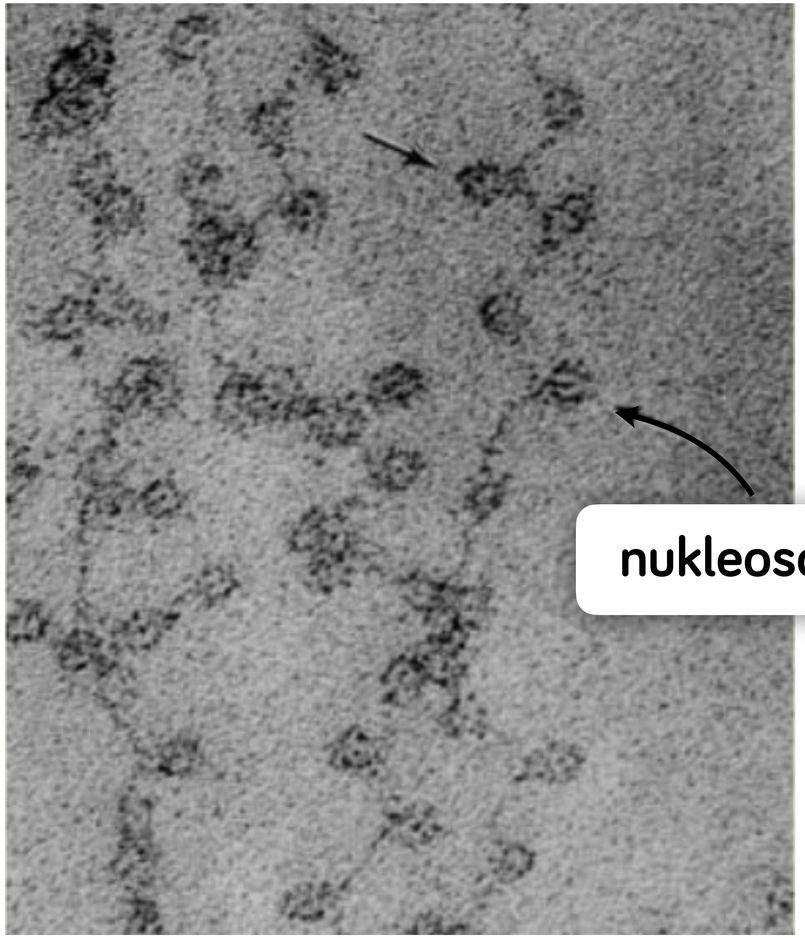


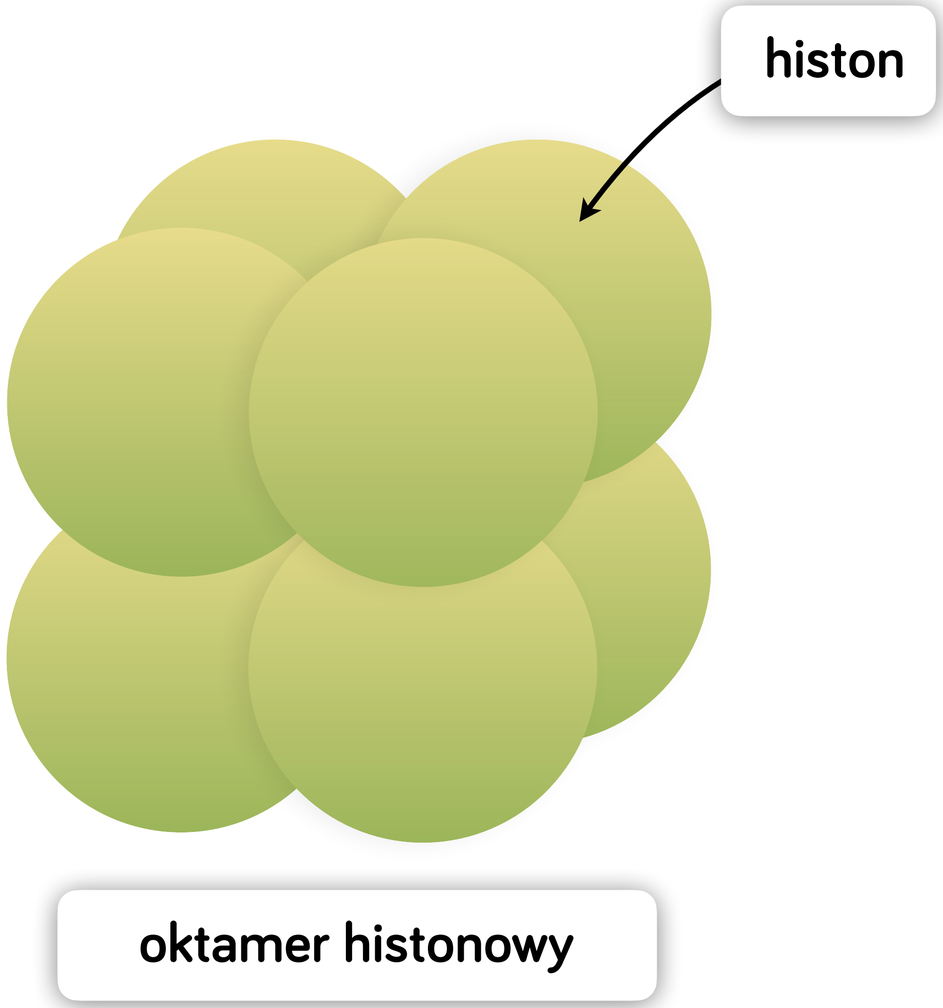
Histony to białka **zasadowe**, które biorą udział w tworzeniu **chromatyny**. Osiem cząsteczek histonów łączy się ze sobą tworząc **oktamer** histonowy. Na taki oktamer nawijana jest dwukrotnie nić **DNA**.

W budowie histonów przeważają aminokwasy zasadowe: lizyna, histydyna i arginina.

Histony powstają w **fazie S** cyklu komórkowego.

HISTONY





PODAJ I UZASADNIJ



Podaj jaki rodzaj oddziaływania występuje pomiędzy histonami a DNA. Odpowiedź uzasadnij.

.....

.....

.....

PODAJ I UZASADNIJ



Podaj jaki rodzaj oddziaływania występuje pomiędzy histonami a DNA. Odpowiedź uzasadnij.

Histony to białka zasadowe naładowane dodatnio, a DNA to kwas naładowany ujemnie, wobec tego pomiędzy tymi strukturami występuje wiązanie jonowe.

KERATYNY



Keratyny to grupa białek **fibrylarnych**, włókienkowych, **nierozpuszczalnych** w wodzie.

W budowie łańcuchów polipeptydowych występuje duża ilość **aminokwasów siarkowych** - cysteiny i metioniny.

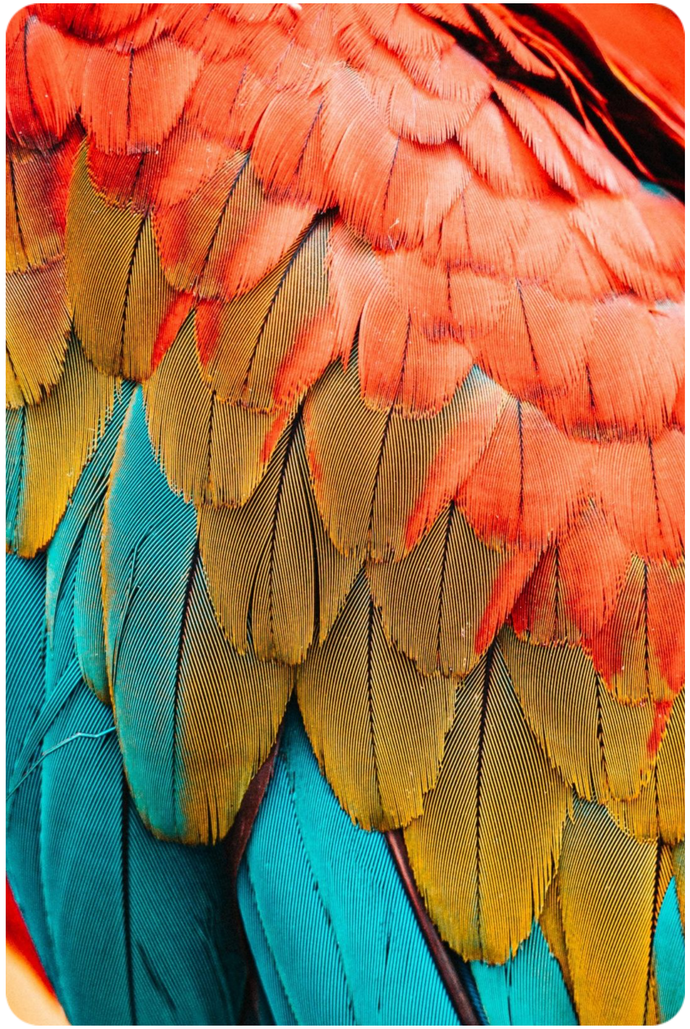
Keratyny są wysoce **hydrofobowe** - chronią organizm przez nadmierną utratą wody w procesie parowania. Są także **wytrzymałe na uszkodzenia mechaniczne**, więc wzmacniają komórki w których występują.

Keratyny syntetyzowane są przez **keratynocyty** - komórki naskórka zwierząt, dlatego białka te można znaleźć nie tylko w skórze, ale także w **wytworach naskórka**: włosach, paznokciach, pazurach, piórach, rogach, kopytach.

KERATYNY



rogi antylopy



pióra papugi



kopyta konia

POD KLUCZ!



Keratyna a kreatyna!

Niewielkie różnice w tych dwóch słowach zupełnie zmieniają ich znaczenie.

Keratyna to białko, korę zostało omówione na poprzednich slajdach.

Kreatyna to związek chemiczny występujący w mięśniach szkieletowych.

CHARAKTERYSTYKA BIAŁEK ZŁOŻONYCH

KOLAGEN

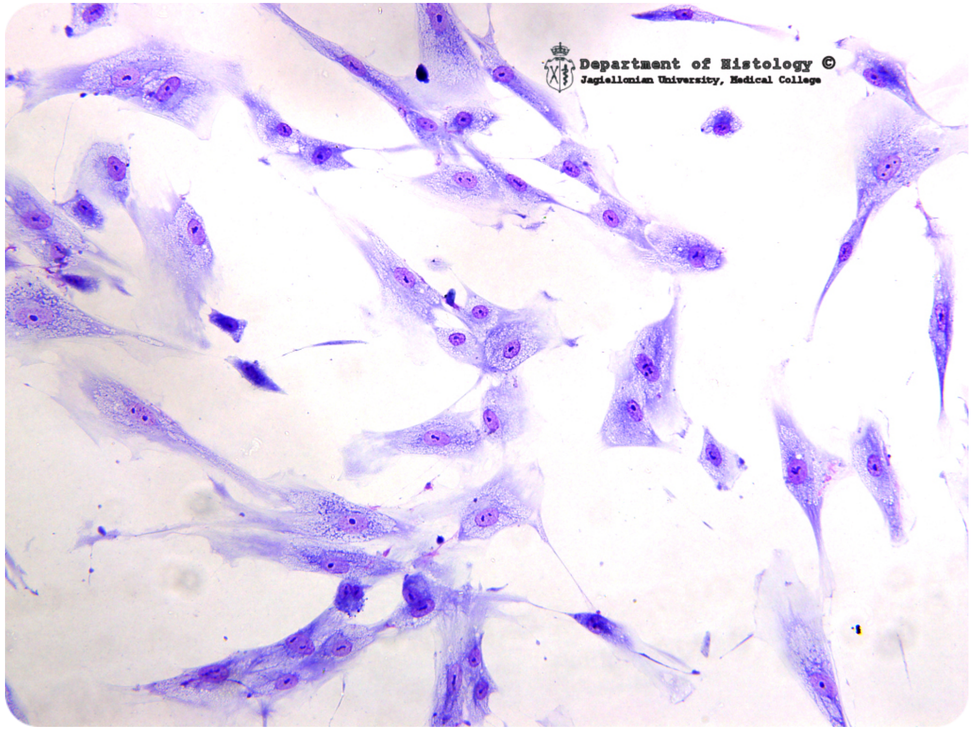
Fibrylarne (włókienkowe) białko zbudowane z **trzech** łańcuchów poli-peptydowych **skręconych** wokół siebie. Taka zwarta budowa kolagenu sprawia, że jest on białkiem wysoce odpornym na **rozciąganie** i **zerwanie**, przez co **nadaje wytrzymałości mechanicznej** strukturom w których występuje.

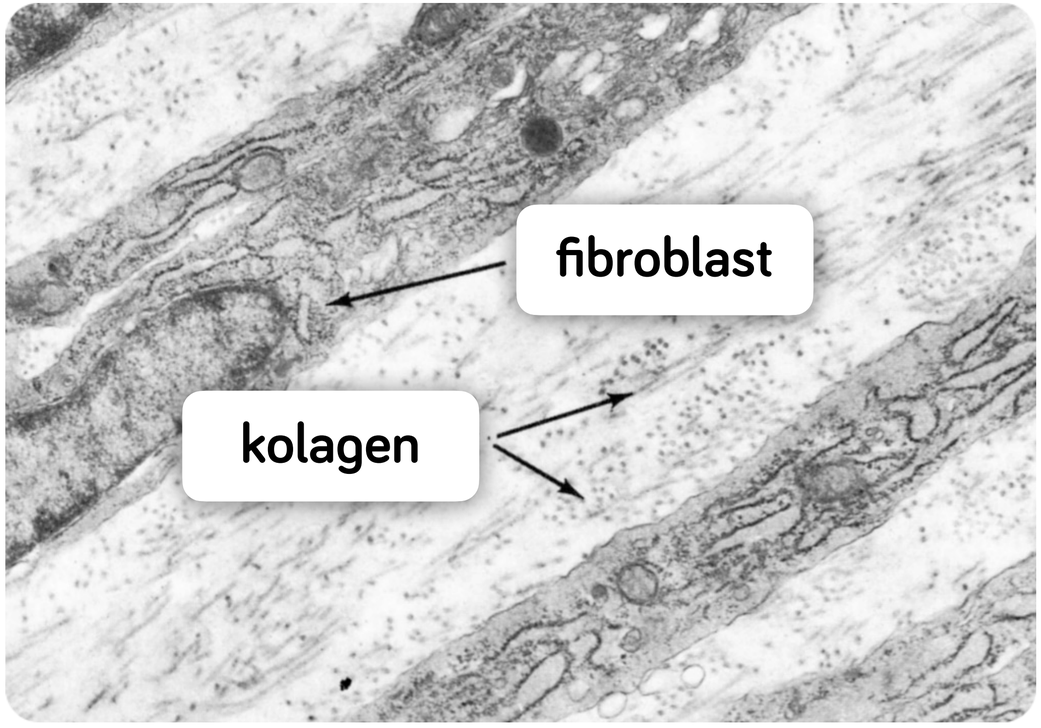


KOLAGEN

Kolagen jest syntetyzowany przez **fibroblasty** - podstawowe komórki tkanki łącznej.

Do syntezy kolagenu w organizmie niezbędna jest obecność **witaminy C**!



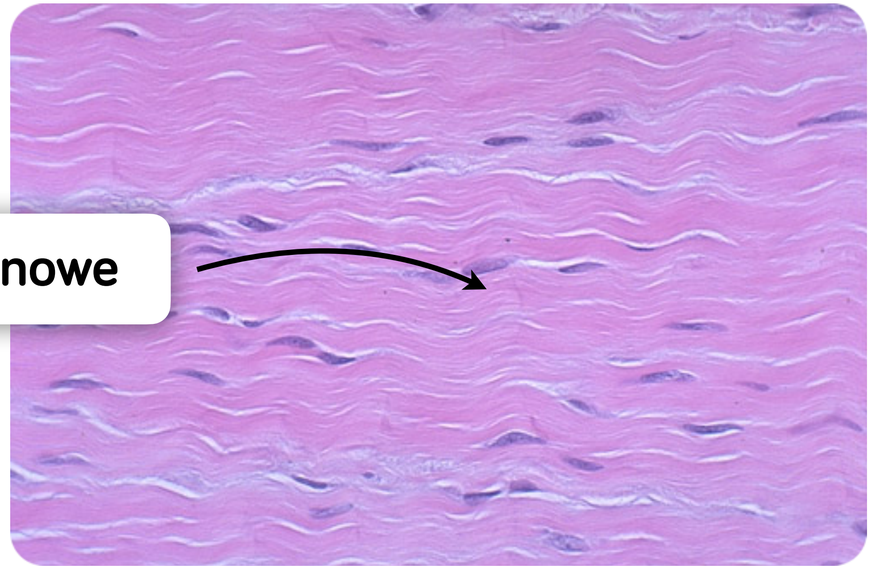


KOLAGEN

Duże ilości kolagenu obecne są przede wszystkich w **tkance łącznej** budującej skórę właściwą, więzadła, ścięgna, ściany naczyń krwionośnych, ale też w **tkance chrzęstnej**.



włókna kolagenowe



tkanka chrzęstna włóknista

ścięgno (tkanka włóknista zbita)

MIOGLOBINA

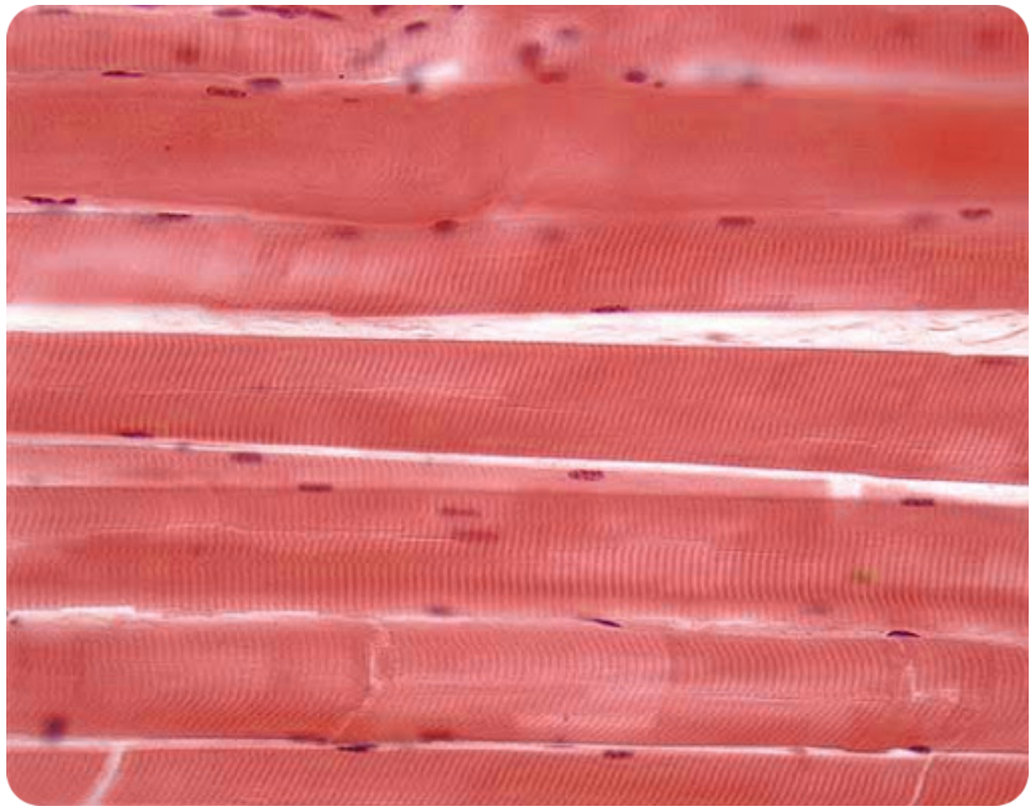


Mioglobina to białko zbudowane z **pojedynczego** łańcucha polipeptydowego związanego z grupą **hemową**. W skład hemu wchodzi **jon żelaza Fe^{2+}**.

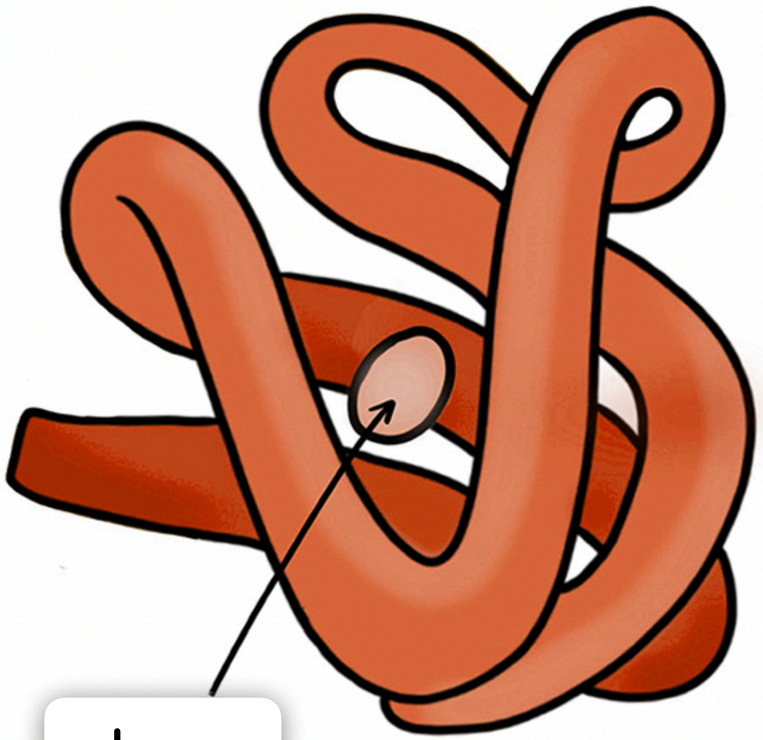
Funkcją mioglobiny jest **magazynowanie tlenu** w **mięśniach szkieletowych**, który jest im dostarczany do uzyskania energii niezbędnej do ich pracy.

Ponieważ mioglobina ma w**iększe powinowactwo do tlenu** niż hemoglobina, może odbierać tlen z hemoglobiny erytrocytów, które przepływają przez naczynia krwionośne mięśni.

MIOGLOBINA



mięśnie szkieletowe



HEMOGLOBINA



Hemoglobina to białko zbudowane z **czterech** łańcuchów polipeptydowych. Każdy łańcuch związany jest z jedną grupą **hemową**. W skład hemu wchodzi **jon żelaza Fe^{2+}**, dzięki któremu cząsteczka tlenu jest **nietrwale** wiązana przez hemoglobinę.

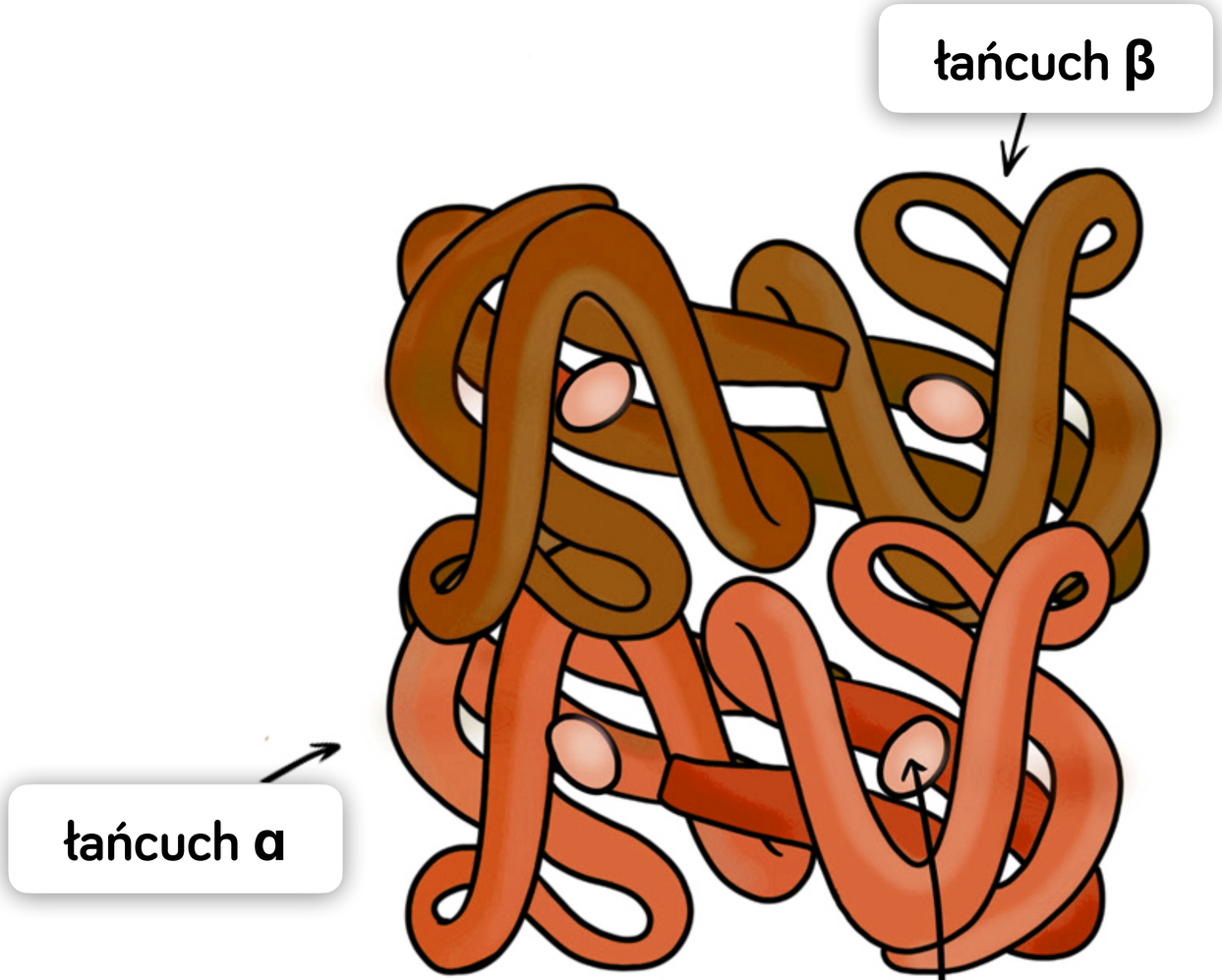
Hemoglobina obecna jest w **erytrocytach** - krwinkach czerwonych.

Funkcją hemoglobiny jest **wiązanie tlenu w płucach i dostarczanie go do tkanek**. Pewna część CO_2 także jest wiązania przez hemoglobinę i transportowane z tkanek do płuc.

HEMOGLOBINA



krwinki czerwone - erytrocyty



POD KLUCZ!



Jedna cząsteczka hemoglobiny przyłącza cztery cząsteczki tlenu.

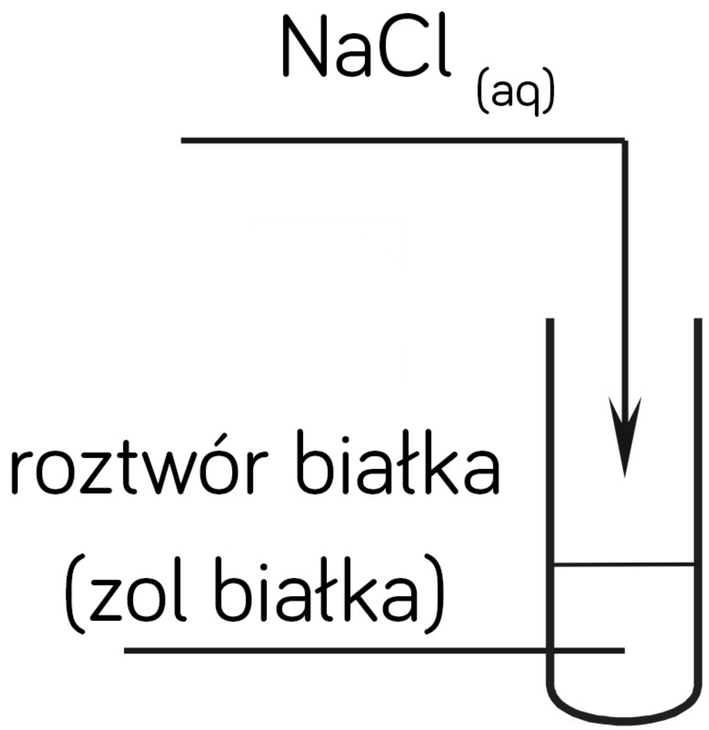
Błędnie: jest to reakcja utlenienia hemoglobiny.

Dobrze: jest to reakcja utlenowania hemoglobiny.

Podczas tego procesu nie zmienia się stopień utlenienia żelaza.

WPŁYW CZYNNIKÓW FIZYKOCHEMICZNYCH NA BIAŁKO

WYSALANIE BIAŁKA



Po dodaniu roztworu NaCl (soli metalu lekkiego) do roztworu białka strąca się **biały osad.** Po dodaniu wody osad się **rozpuszcza**.

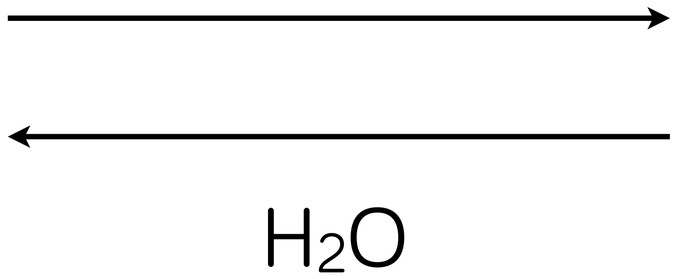
Koagulacja białka pod wpływem soli NaCl jest procesem **odwracalnym**, czyli nie niszczy struktury przestrzennej białka i nazywa się **wysalaniem**.

WYSALANIE BIAŁKA



koagulacja

(koloid białka) ZOL



ŻEL

peptyzacja

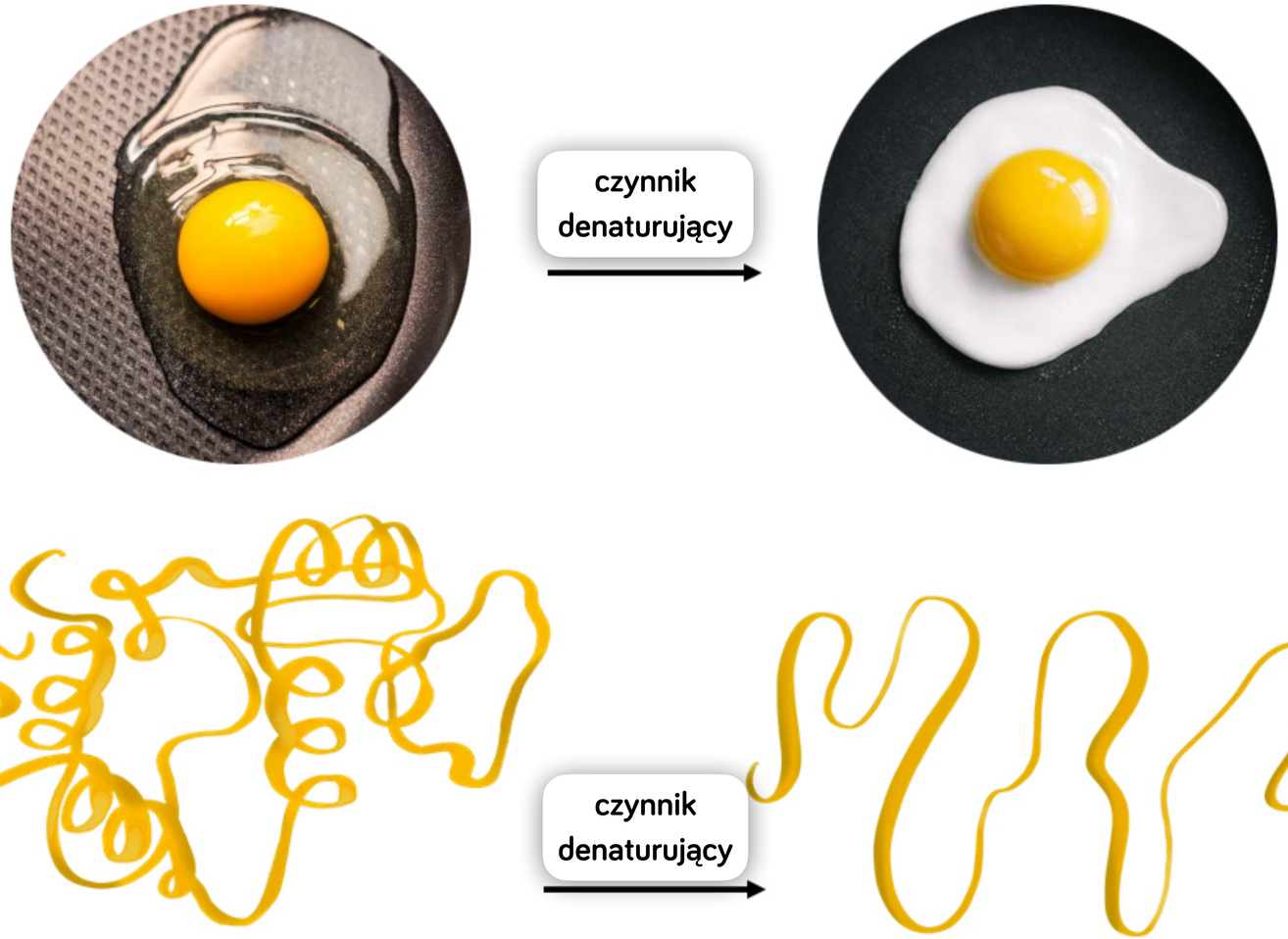
DENATURACJA BIAŁKA



Jest to **zniszczenie struktury przestrzennej** pod wpływem czynników fizycznych lub chemicznych. Podczas denaturacji dochodzi do zerwania wiązań stabilizujących strukturę **II°**, **III°** i **IV°**, przez co białko traci swoje **właściwości biologiczne**.

Zdenaturowane białko zachowuje strukturę I-rzędową, ale traci charakterystyczną dla siebie budowę przestrzenną (kształt).

WPŁYW DENATURACJI NA STRUKTURĘ BIAŁKA



Podczas denaturacji dochodzi do rozfałdowania białka.

CZYNNIKI DENATURUJĄCE



FIZYCZNE

- temperatura powyżej 40°C,
- promieniowanie
- silne mieszanie, wytrząsanie

CHEMICZNE

- stężone kwasy i zasady
- alkohole, aldehydy
- sole metali ciężkich
- detergenty

DENATURACJA – ODWRACALNA CZY NIE?

Denaturacja jest z założeniem procesem nieodwracalnym, ale dla niektórych białek poddanych krótkotrwałemu działaniu czynnika denaturującego (np. roztworu mocznika) jest procesem odwrotnym czyli **renaturacją** (białko wraca do aktywnej formy).

