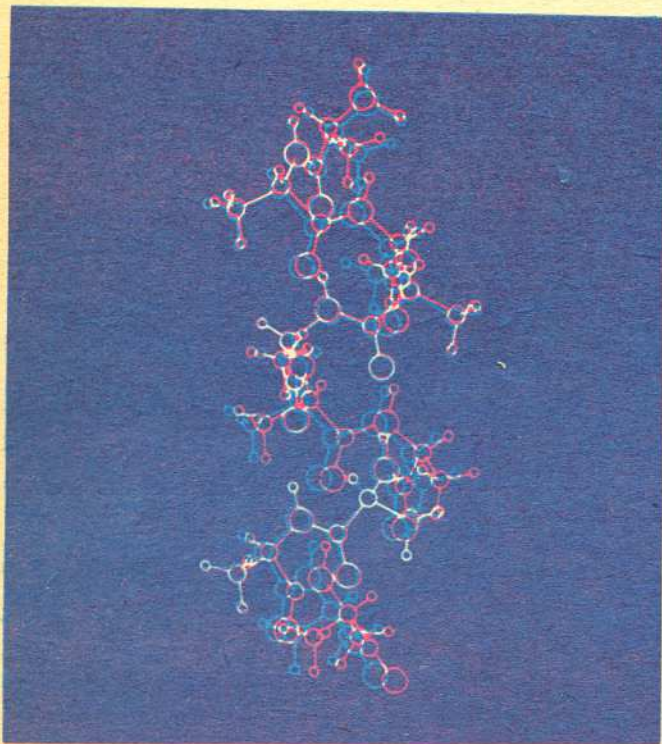
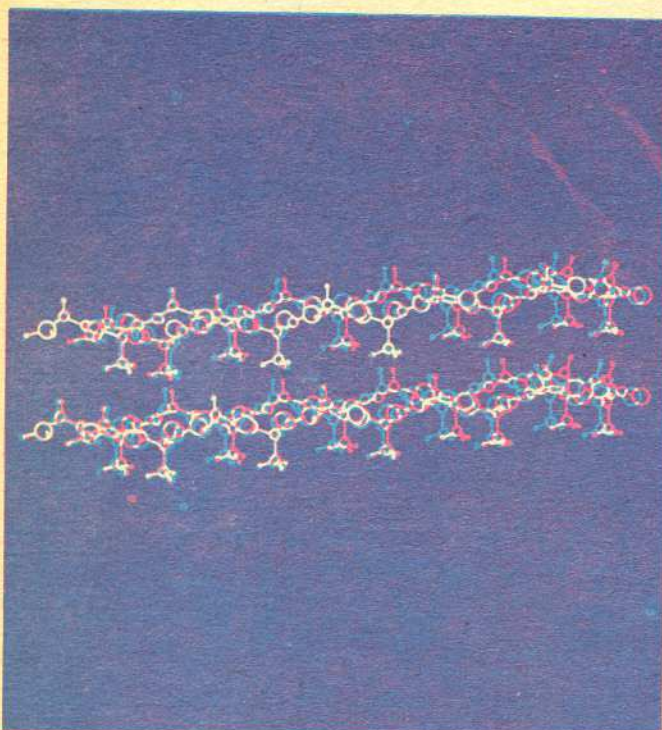


Dr Maciej GELLER



Rys. 3. Struktura α łańcucha polipeptydowego.



Rys. 4. Typowa struktura β naturalnego jedwabiu.

W drugiej połowie naszego stulecia dokonuje się niebywały postęp w poznawaniu fizykochemicznych podstaw działania żywej komórki. Dzięki rozwojowi technik badawczych zidentyfikowano wiele tysięcy cząsteczek, poznano wiele ich właściwości oraz zasadnicze cechy szeregu podstawowych procesów składających się na to, co nazywamy zjawiskiem życia. Do najważniejszej klasy cząsteczek należą białka, a najciekawsze ich właściwości związane są z ich strukturą przestrzenną, gdyż właśnie dzięki odpowiedniemu kształtowi mogą one spełniać swoją rolę biologiczną.

Białka są zasadniczo zbudowane z mieszanych liniowych polimerów, to znaczy cząsteczek przypominających swoją budową łańcuch, którego poszczególne ogniwa (mery), chociaż podobne, nie muszą być identyczne. Prostsze białka to właśnie takie pojedyncze łańcuchy (nazywane polipeptydami), inne to kompleksy utworzone z kilku takich łańcuchów. Pozostałe białka zawierają dodatkowo znacznie mniejsze niebiałkowe składniki niezbędne jednak do ich poprawnego działania.

Przypomnijmy, że kolejność poszczególnych merów w tych łańcuchach jest zakodowana w strukturze polimerów biologicznych należących do innej, bardzo ważnej klasy — kwasów nukleinowych (DNA). Wykorzystanie tej informacji do budowy odpowiednich łańcuchów polipeptydowych określane jest mianem procesu biosyntezy białka.

Białka pełnią różnorodną rolę w życiu organizmu. Mogą być materiałem konstrukcyjnym, kurczliwym (mięśnie), środkiem transportującym inne ważne substancje. Najważniejszą rolą białek jest jednak regulacja prędkości prawie wszystkich procesów biochemicznych, czyli funkcja enzymatyczna.



Rys. 1

Na rys. 1 przedstawiony jest schemat budowy chemicznej łańcucha polipeptydowego. Pojedynczy mer nazywany jest resztą aminokwasową, natomiast różnice dotyczą tzw. grupy bocznej oznaczonej symbolem R. Dzięki właściwościom struktury elektronicznej tych cząsteczek w łańcuchu takim istnieje pewna swoboda rotacji wokół wiązań chemicznych łączących atomy węgla oznaczone symbolem C z resztą łańcucha. Powoduje to, że łańcuch taki może przybierać różne struktury przestrzenne stabilizowane dodatkowo kilkoma innymi czynnikami fizycznymi. Jednym z nich jest możliwość utworzenia tzw. wiązań wodorowych. Tworzą się one, w omawianym przypadku, w razie współliniowego ustawienia grup $C=O$ i $N-H$.



Rys. 2

Sytuacja taka przedstawiona jest na rys. 2. Mimo że wiązania wodorowe są znacznie słabsze niż typowe wiązania chemiczne, mogą istotnie wpływać na kształt przestrzenny białek.

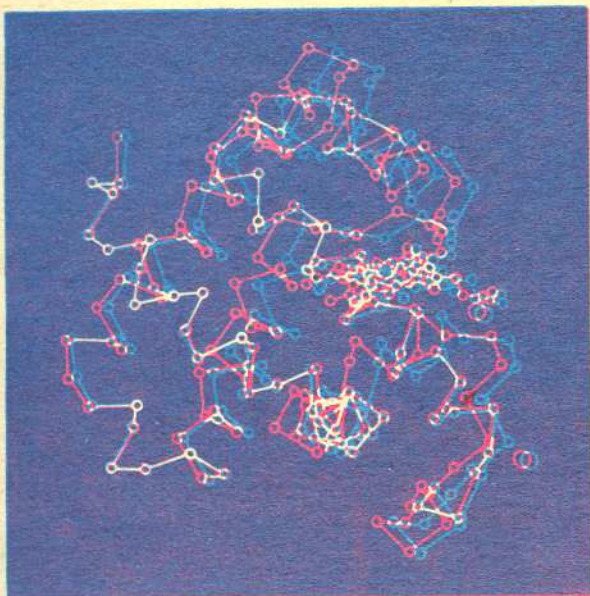
Badania struktury przestrzennej białek, wykorzystujące głównie zjawisko ugięcia promieniowania rentgenowskiego na uwodnionych kryształach białkowych, doprowadziły do stwierdzenia, że odcinki łańcucha polimerowego mogą przybierać postać dwóch struktur przestrzennych oznaczanych symbolami α i β . Struktura α przedstawiona jest na rys. 3. Łańcuch polimerowy jest w niej jakby nawinięty spiralnie na boczną powierzchnię walca. Wiązania wodorowe stabilizują tę strukturę w kierunku równoległym do osi walca.

Rys. 4 przedstawia strukturę naturalnego jedwabiu, którego włókienkowa budowa jest typowym przykładem struktury β . Duża liczba ułożonych blisko siebie łańcuchów, połączonych wiązaniami wodorowymi przypomina wyglądem pofałdowaną kartkę. Warto zwrócić uwagę na wzajemne dopasowanie przestrzenne grup bocznych, które jest dodatkowym czynnikiem stabilizującym tę strukturę. Tym samym włókna jedwabiu wykazują różne właściwości fizyczne względem trzech wzajemnie prostopadłych kierunków. Wzdłuż pierwszego, zgodnie z kierunkiem wiązań chemicznych, włókna te mają dużą wytrzymałość mechaniczną, warunkowaną silnymi wiązaniami chemicznymi. Drugi kierunek, wyznaczony przez prostopadły do pierwszego układ wiązań wodorowych, nadaje sporą spoiwość takim włóknom. Wreszcie trzeci, prostopadły do dwóch poprzednich, to kierunek najsłabszych oddziaływań przyciągających warunkowany wspomnianym dopasowaniem przestrzennym grup bocznych. Powodują one tworzenie się warstw jedwabiu, które można jednakże stosunkowo łatwo rozdzielić.

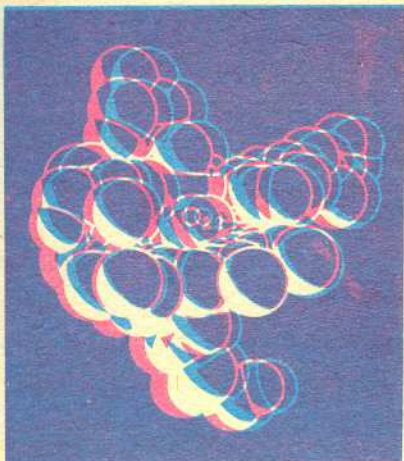
Na rys. 5 przedstawiono strukturę przestrzenną mioglobiny — białka, które pełni rolę magazynu tlenu we włóknach mięśniowych ssaków. Dla większej przejrzystości rysunku oznaczono na nim jedynie pozycje węgla C łańcucha polipeptydowego. Jak widać, struktura ta ma postać globuły utworzonej przez kilka odcinków o strukturze α . Dodatkowo widać także niebiałkową część mioglobiny, zwaną hemem, która bezpośrednio wiąże tlen (rys. 6). Warto zwrócić uwagę, że hem nie jest połączony żadnymi wiązaniami chemicznymi z częścią białkową. Można zatem stwierdzić, że ewolucyjnie wykształcona cząsteczka tego białka zapewnia jedynie odpowiednie otoczenie, bez którego hem nie mógłby pełnić swej roli biologicznej.

Hemoglobina, białko transportujące tlen w układzie krwionośnym jest to kompleks zbudowany z czterech podjednostek, z których każda przypomina strukturę mioglobiny. Okazało się, że dzięki takiej budowie hemoglobina może wydajniej wiązać tlen niż cztery pojedyncze podjednostki.

Na zakończenie należy stwierdzić, że do pełnego poznania funkcji, jakie pełnią białka w żywym organizmie, niezbędne są badania zmian struktury przestrzennej w trakcie procesów, w których biorą one udział. Toteż jesteśmy przekonani, że w niezbyt odległej przyszłości właściwym środkiem pokazującym, czym są i jaką rolę pełnią białka (a także inne cząsteczki biologiczne), będą obrazy filmowe wykonywane techniką trójwymiarową.



Rys. 5. Struktura przestrzenna mioglobiny.



Rys. 6. Tlen związany w hemie.