



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

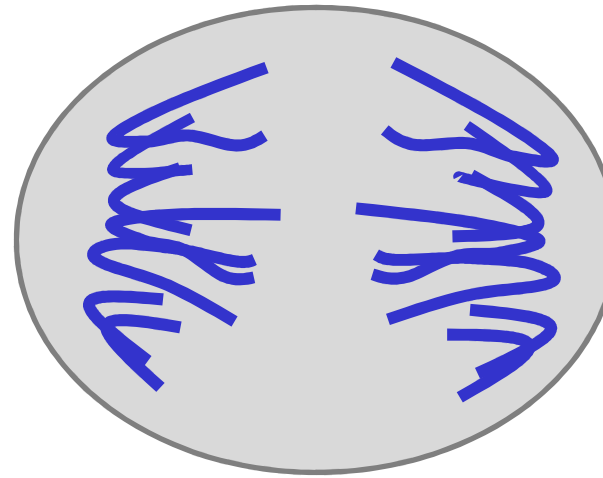


Struktura DNA i chromatyny.

Materiały dydaktyczne współfinansowane ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

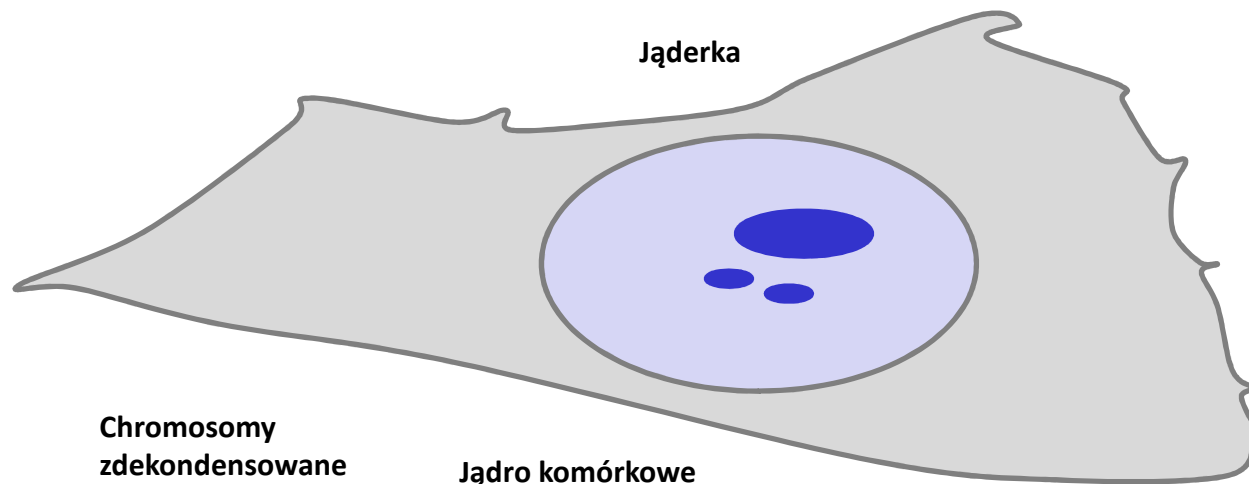
W trakcie podziału komórkowego (mitozy) chromosomy są wiernie rozdzielane do komórek potomnych.

Chromosomy składają się z DNA i z białka: które cząsteczki niosą informację genetyczną?



Komórka w czasie mitozy (podziału). Zauważ zanik jądra komórkowego oraz zaokrąglenie komórki.

Skondensowane chromosomy stają się widoczne w mikroskopie świetlnym w postaci grubych włókien.

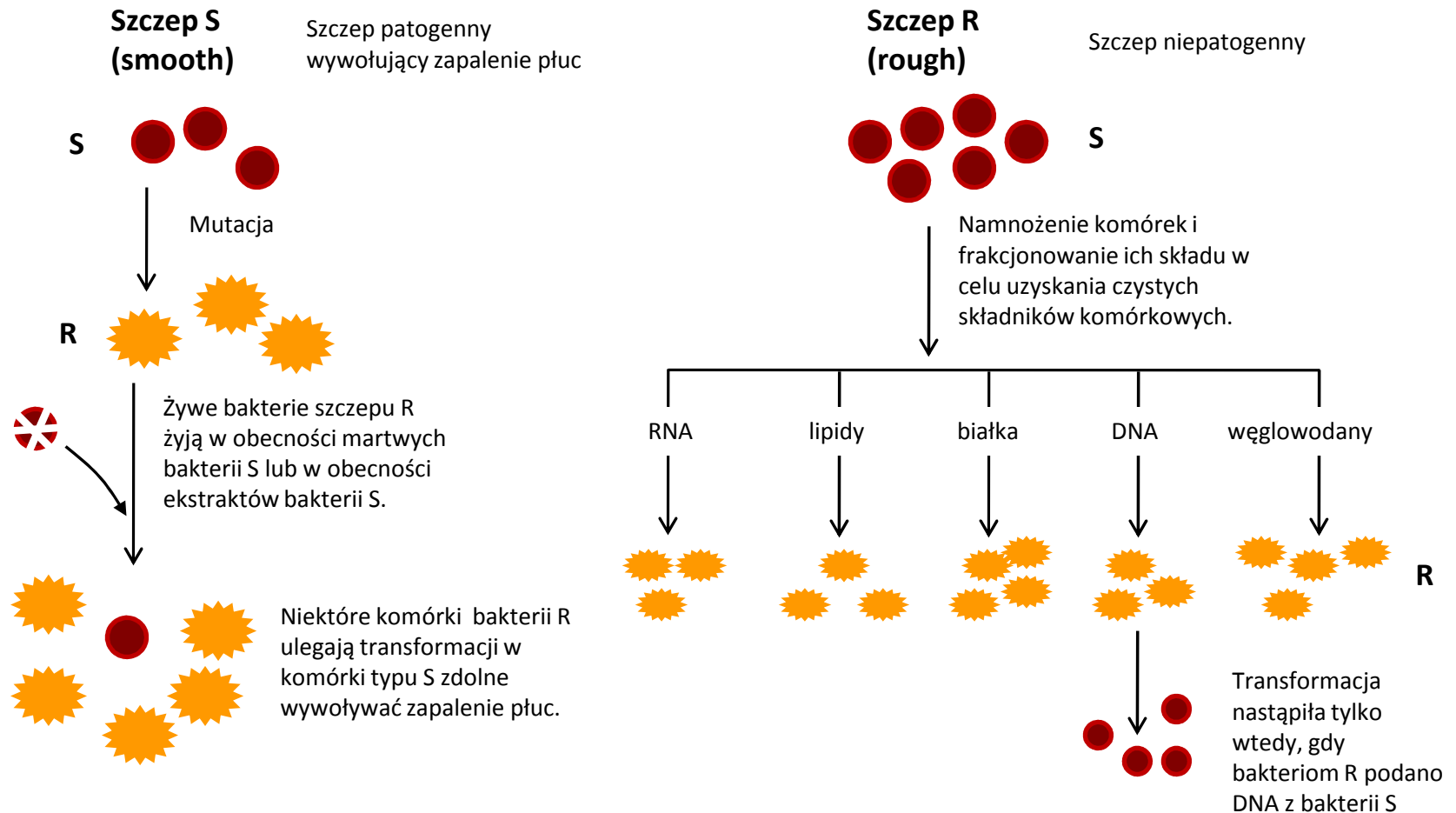


Komórka w interfazie (poza mitozą).

Chromosomy zdekondensowane nie są widoczne.

Jądro komórkowe

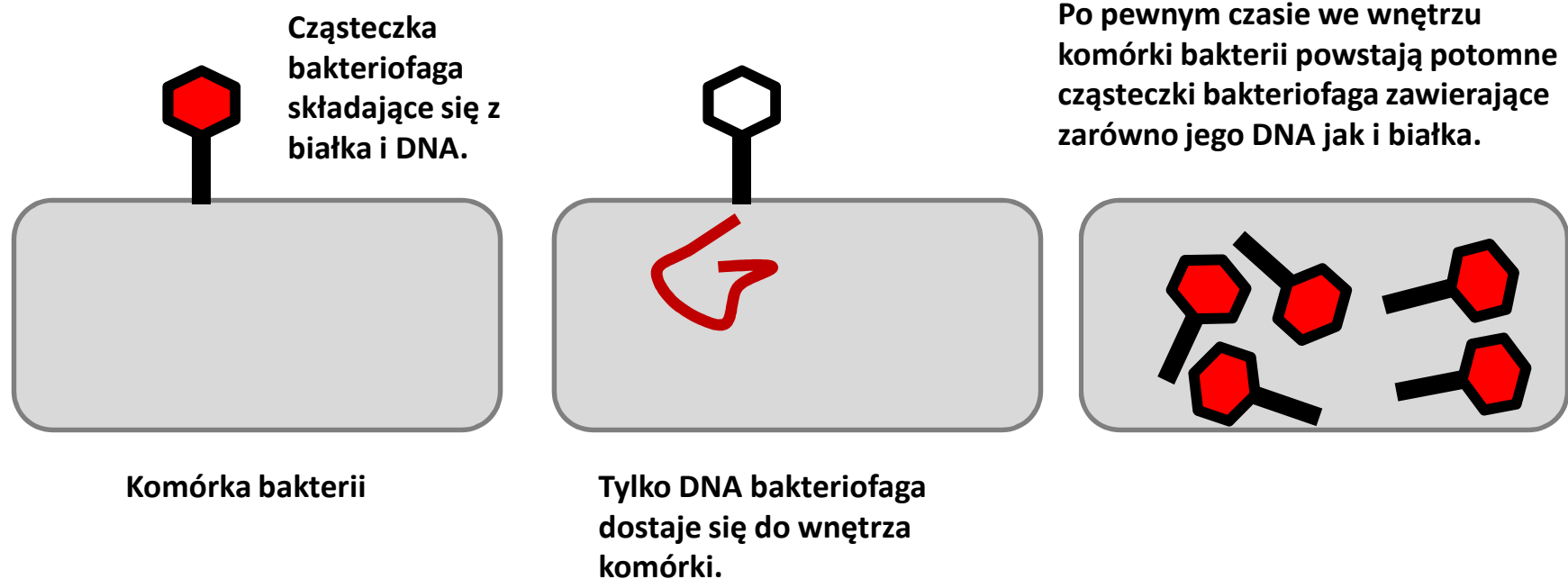
DNA przenosi informację genetyczną u bakterii.



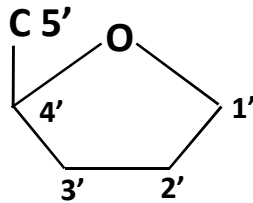
W szczepie S są cząsteczki zdolne przekazywać informację dziedziczną.

Cząsteczką zdolną do przenoszenia informacji między szczepami jest DNA.

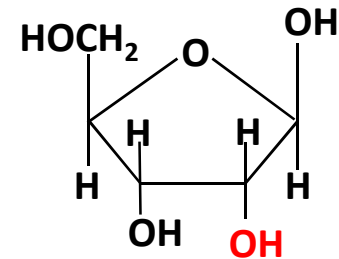
Bakteriofagi to „wirusy” infekujące komórki bakterii. Bakteriofagi wprowadzają do infekowanej komórki jedynie DNA. Instrukcja zawarta w jednej cząsteczce DNA wprowadzonego do komórki wystarczyła aby w bakteriach powstało wiele cząsteczek bakteriofagów potomnych. Była to kolejna obserwacja potwierdzająca, że DNA może być źródłem instrukcji zdolnym do replikacji i kierowania syntezą białek.



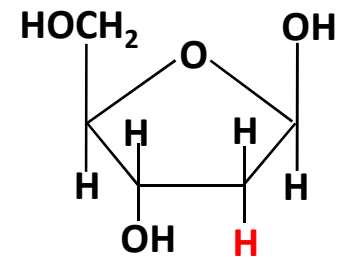
Budowa cukrów wchodzących w skład DNA i RNA



Cukier pięciowęglowy – pentoza
Obecny w cząsteczkach kwasów nukleinowych.
Zaznaczono numerację tomów węgla.

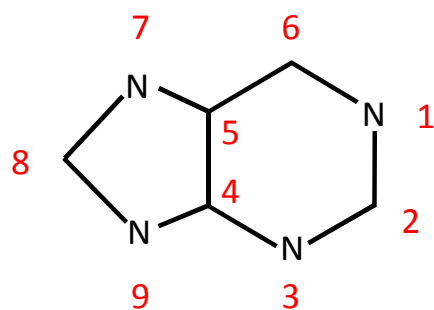


β-D-ryboza występujące w RNA

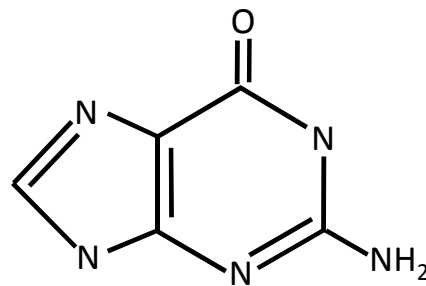


β-D-2-deoksyryboza występujące w DNA

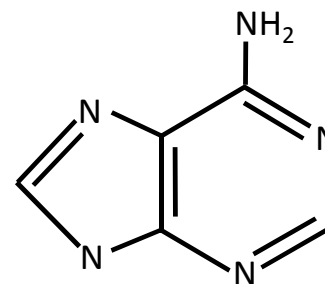
Budowa zasad wchodzących w skład DNA i RNA



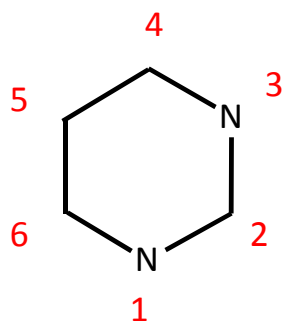
Pierścień purynowy
(podano numerację
atomów pierścienia)



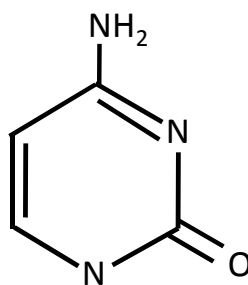
Guanina G



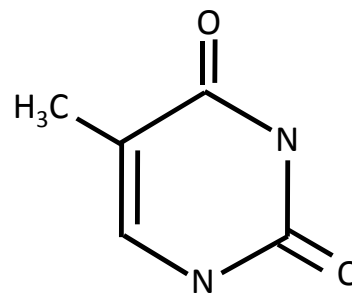
Adenina A



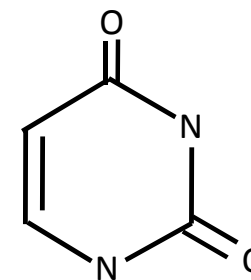
Pierścień pirymidynowy
(podano numerację atomów
pierścienia)



Cytozyna C

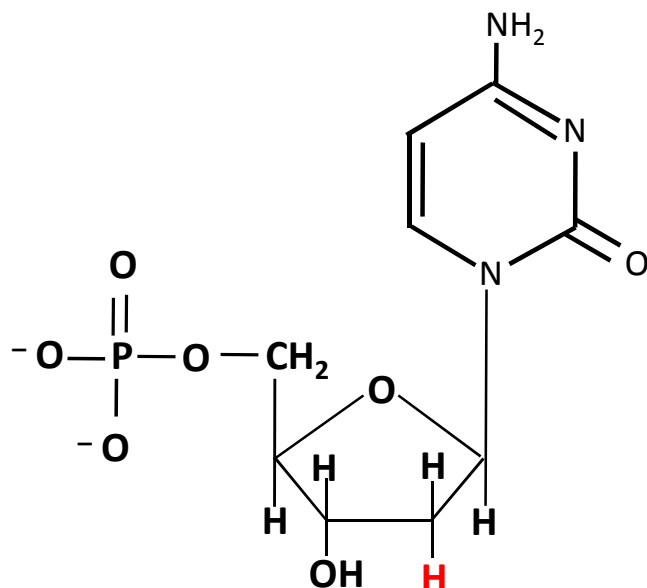


Tymina T

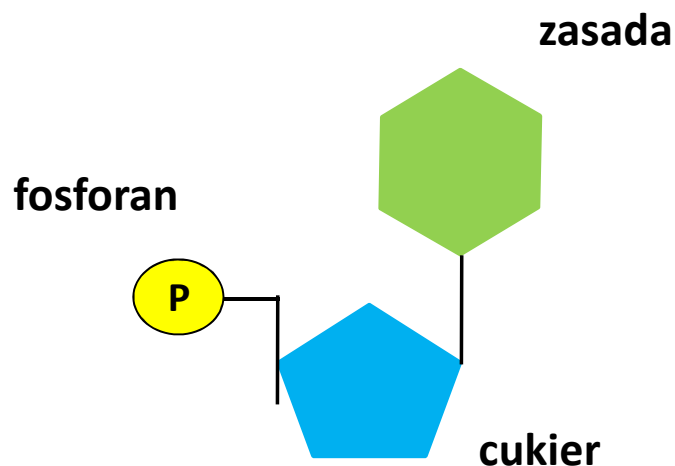


Uracyl U

Budowa nukleotydów – monomerów kwasów nukleinowych.



Nukleotyd składa się z zasady azotowej połączonej wiązaniem N-glikozydowym z pięciowęglowym cukrem, który jest z kolei połączony wiązaniem estrowym z kwasem ortofosforowym. Częsteczek kwasu fosforowego może być więcej niż jedna. Na ilustracji zaznaczono deoksynukleotyd.



Schemat nukleotydu

Model budowy DNA zaproponowany przez Watson'a-Crick'a był zgodny z regułą Chargaff'a.

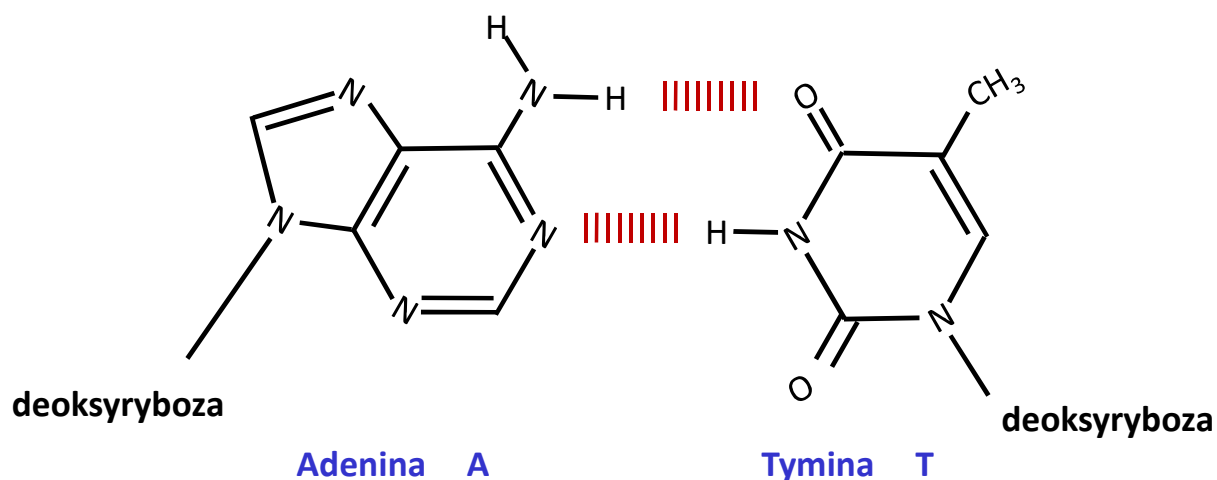
Erwin Chargaff (Columbia University)

Tabela: Stosunek molowy zasad w DNA pochodzącym z różnych gatunków organizmów

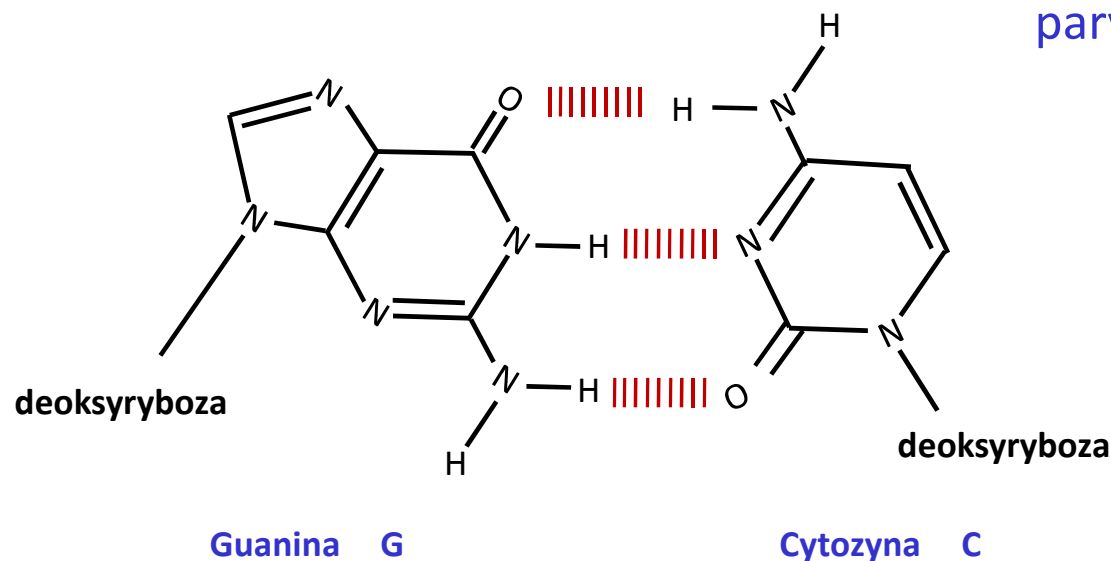
Gatunek	A:T	G:C	A:G
<i>H.sapiens</i>	1,00	1	1,56
Łosoś	1,02	1,02	1,43
Pszenica	1,00	0,97	1,22
Drożdże	1,03	1,02	1,67
<i>E.coli</i>	1,09	0,99	1,05
<i>S.marcescens</i>	0,95	0,86	0,70

Molowo: $G = C$ and $A = T$ in dwuniciowym DNA

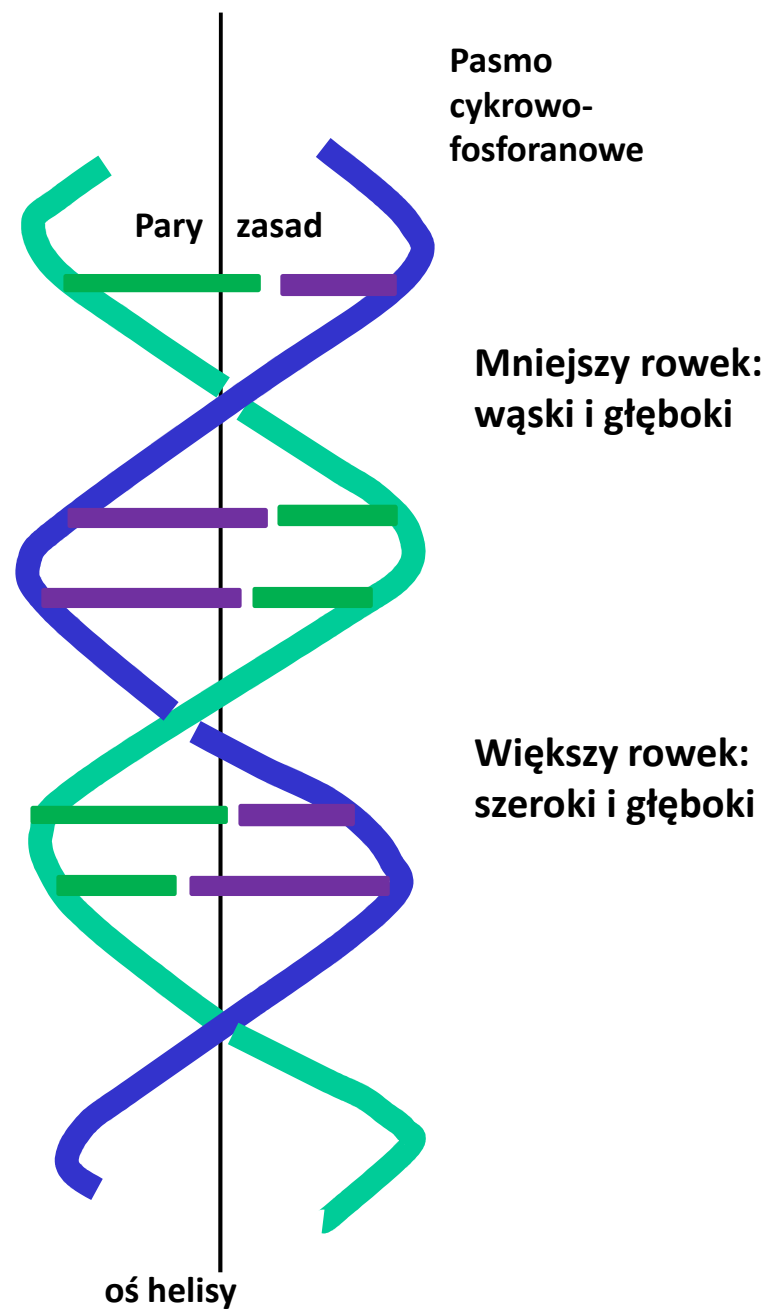
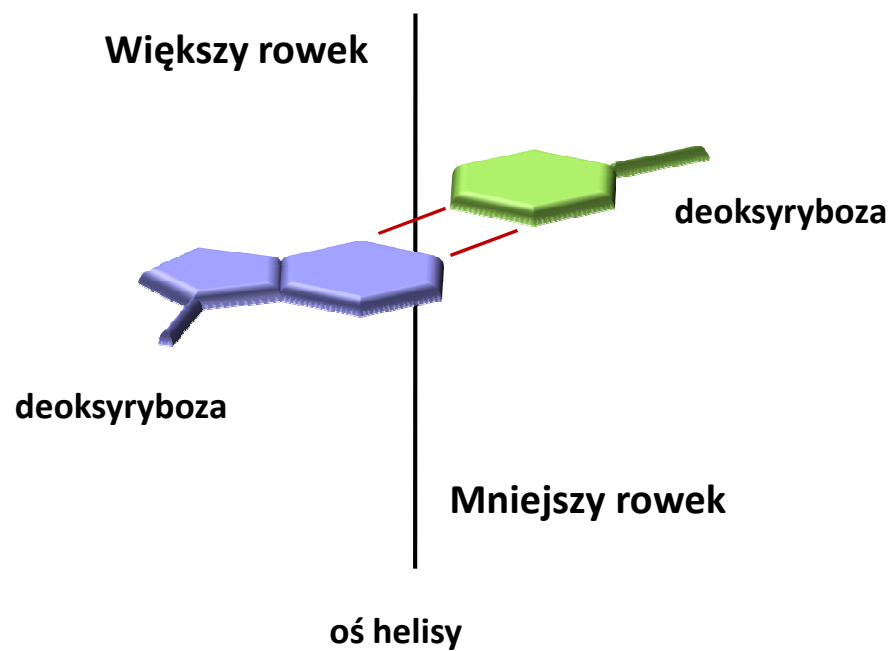
Autorzy modelu DNA: **James Watson, Francis Crick**, autorzy danych eksperymentalnych: Rosalind Franklin, Maurice Wilkins



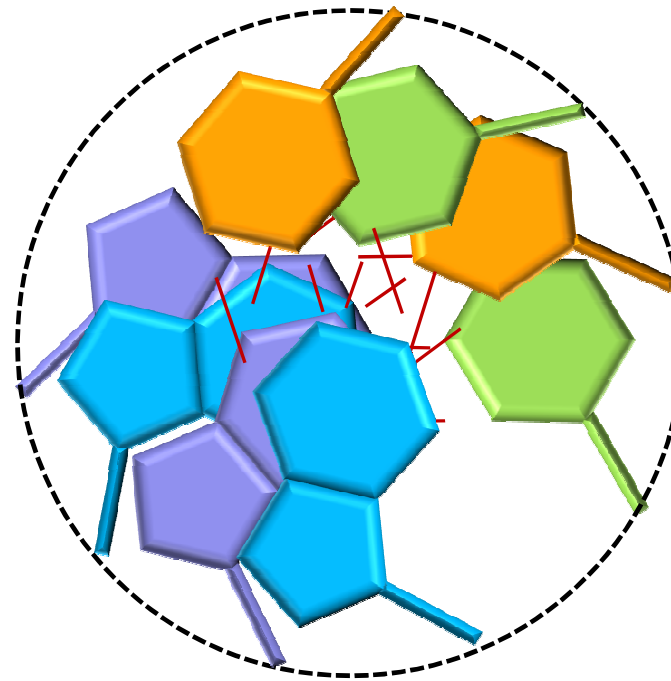
pary Watsona i Cricka



Płaszczyzna par zasad Watsona-Cricka jest skierowany prostopadle do długiej osi helisy DNA



Widok na helisę DNA wzdłuż długiej osi. Zauważ ułożenie zasad prostopadłe do osi helisy.

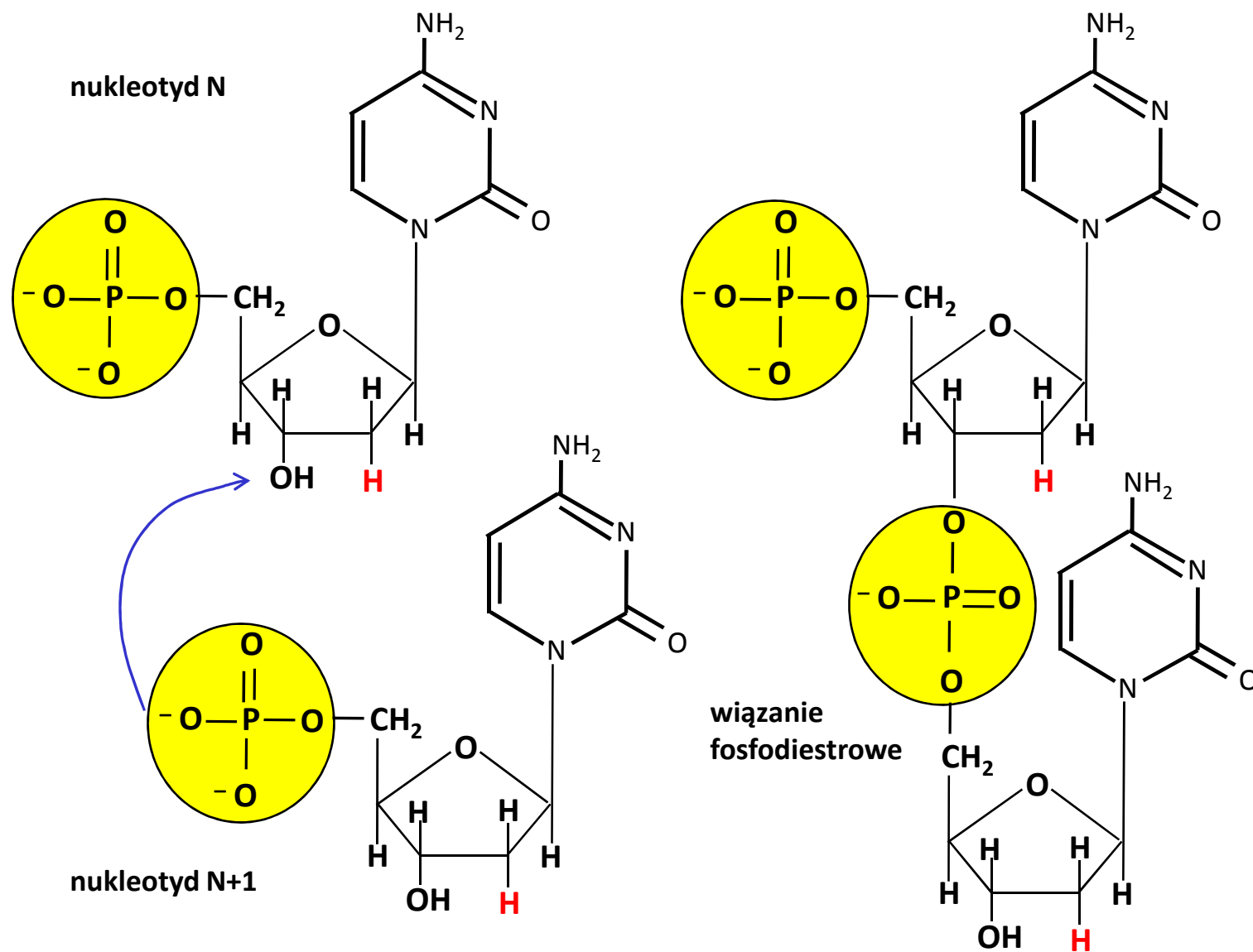


Pasmo cykrowo-fosforanowe
zlokalizowane jest na zewnątrz
helisy

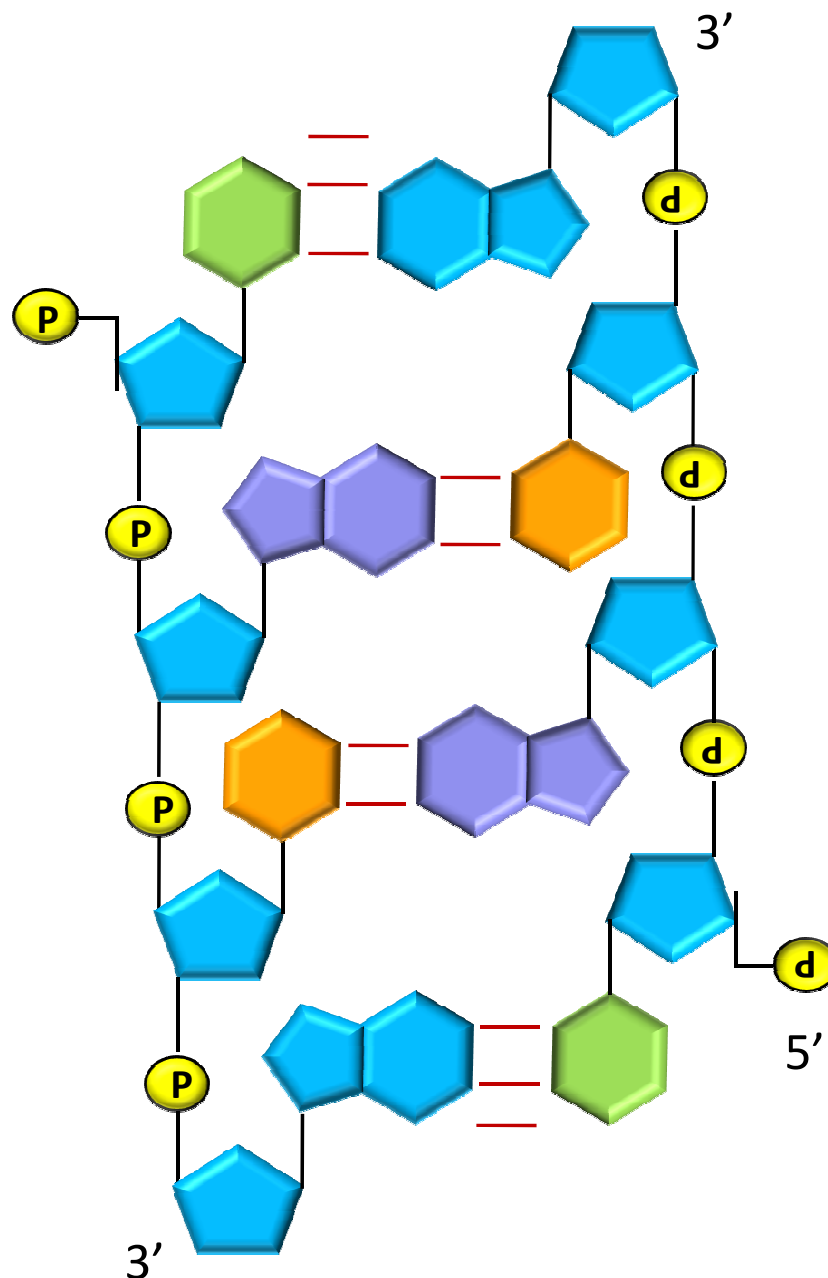
2,2 nm

Na podstawie danych krystalograficznych ustalono że DNA jest podwójną helisą o skręcie długości 3,4 nm, z pasmem cukrowo-fosforanowym umieszczonym na zewnątrz helisy oraz zesadami tworzącymi komplementarne pary wewnątrz helisy. Dzięki regule Chargaff'a i modelowaniu molekularnemu ustalono że komplementarne pary tworzą: A z T i C z G.

Tworzenie się wiązania fosfodiesterowego łączącego nukleotydy w pojedynczej nici DNA.



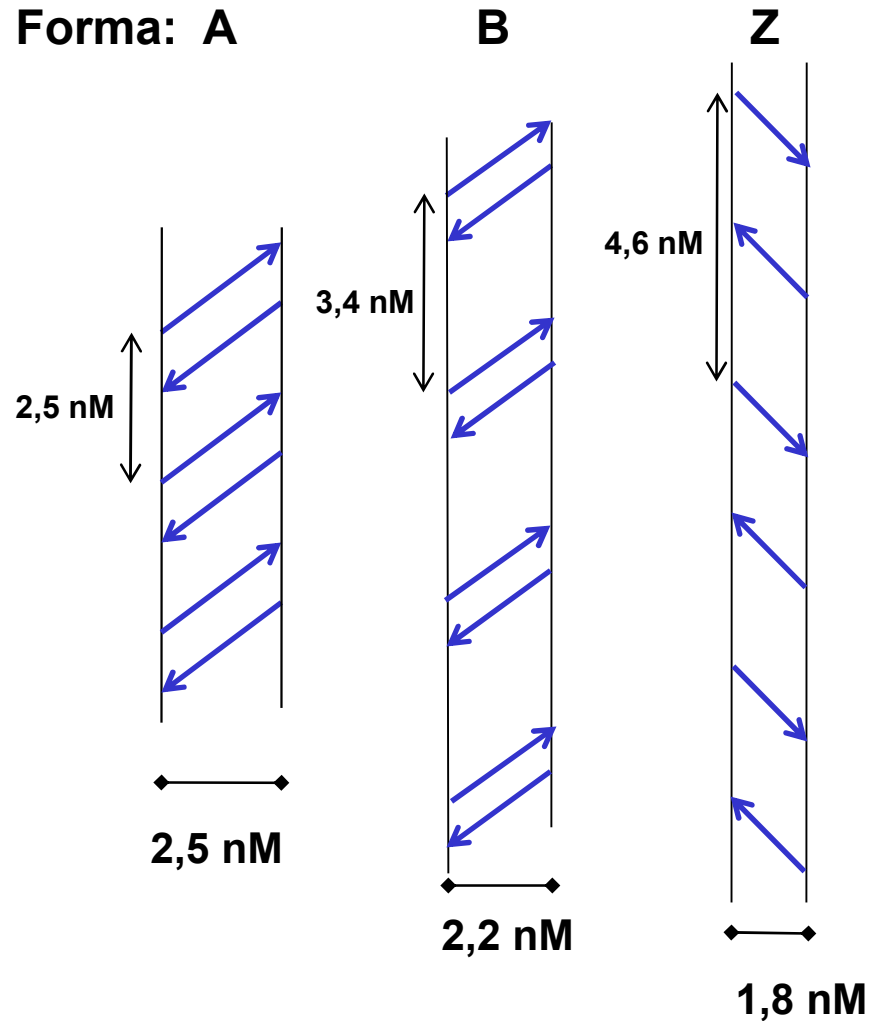
Komplementarne pasma DNA mają układ antyrównoległy. Tak więc na końcu liniowej cząsteczki DNA jedno pasmo rozpoczyna się grupą fosforanową przy węglu 5' a drugie kończy się wolną grupą OH przy węglu 3'. Taki układ ma poważne konsekwencje podczas replikacji DNA.



Siły stabilizujące podwójną helisę

1. Wiązania wodorowe: 2-3 kcal/mol na parę zasad
2. Oddziaływania hydrofobowe między sąsiednimi zasadami (*stacking interactions*): 4-15 kcal/mol na parę zasad
3. Oddziaływania elektrostatyczne.

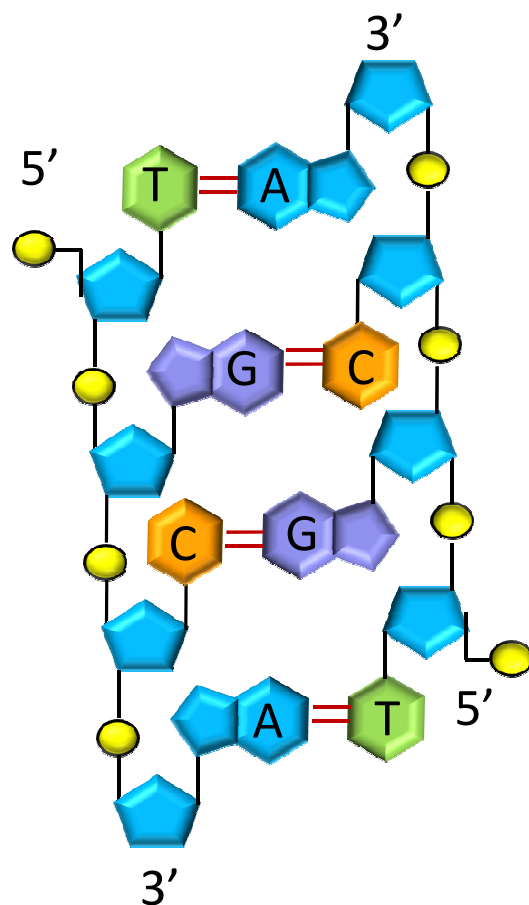
Rodzaje konformacji DNA – schemat. Po prawej stronie przedstawiono przybliżone rozmiary podwójnej helisy.



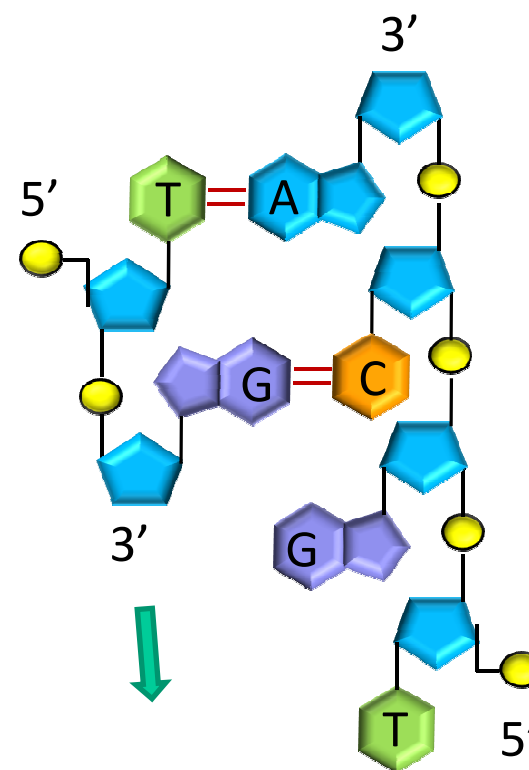
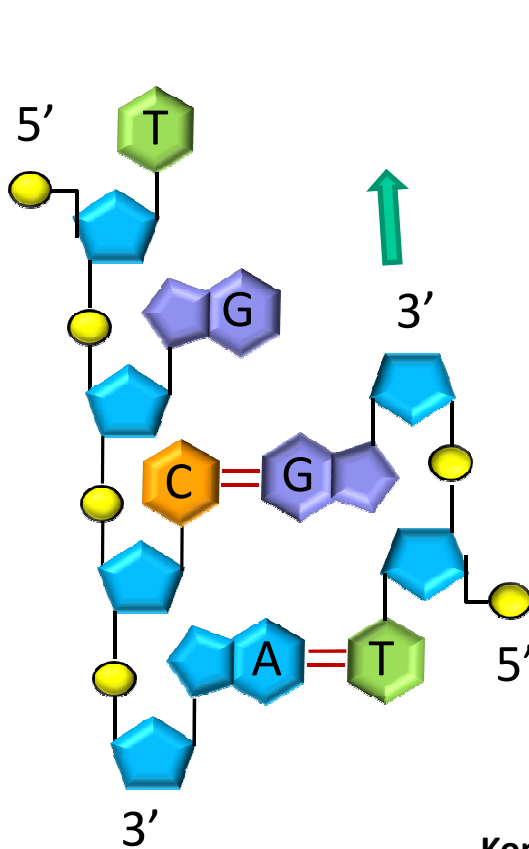
Porównanie ogólnej struktury głównych form helisy DNA

Cecha	Typ (forma) helisy		
	A	B	Z
Ogólne proporcje	Krótką i szeroka	Dłuższa i węższa	Długa i wąska
Średnica helisy	2,5 nm	2,2 nm	1,8 nm
Kierunek skrętu	prawoskrętna	prawoskrętna	lewoskrętna
Ilość par na skręt	11	10	12
Długość skrętu	2,5 nm	3,4 nm	4,6 nm
Kąt normalnej płaszczyzny zasad i osi helisy.	+19°	-1,2°	-9°
Proporcje większego rowka	Bardzo wąski lecz bardzo głęboki	Szeroki o pośredniej głębokości	Splaszczony na powierzchni helisy
Proporcje mniejszego rowka	Bardzo szeroki ale płytki	Wąski o pośredniej głębokości	Bardzo wąski i bardzo głęboki

Struktura DNA umożliwia jego łatwą replikację.

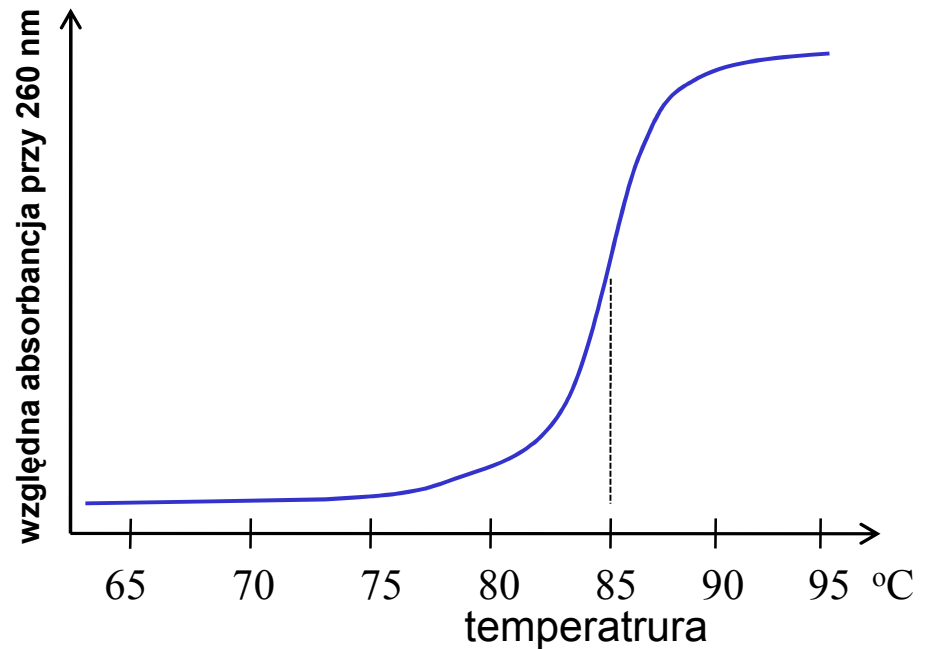
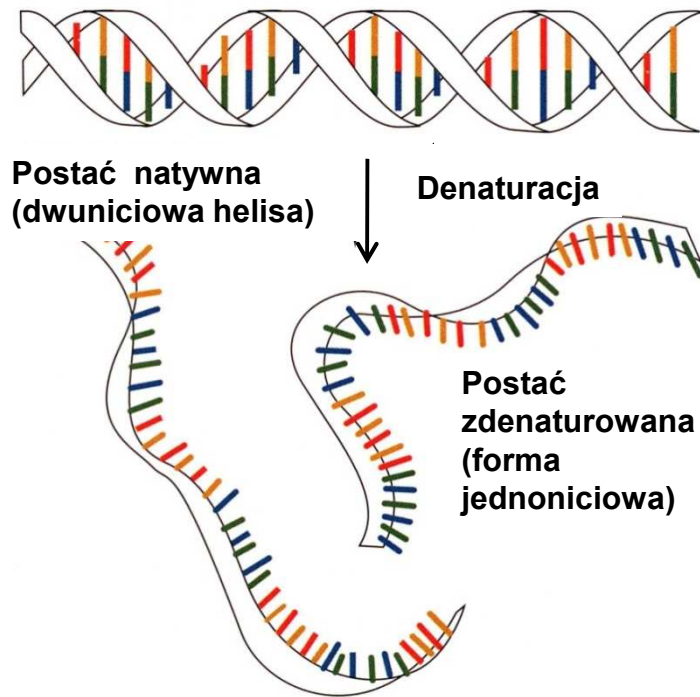


DNA przed replikacją

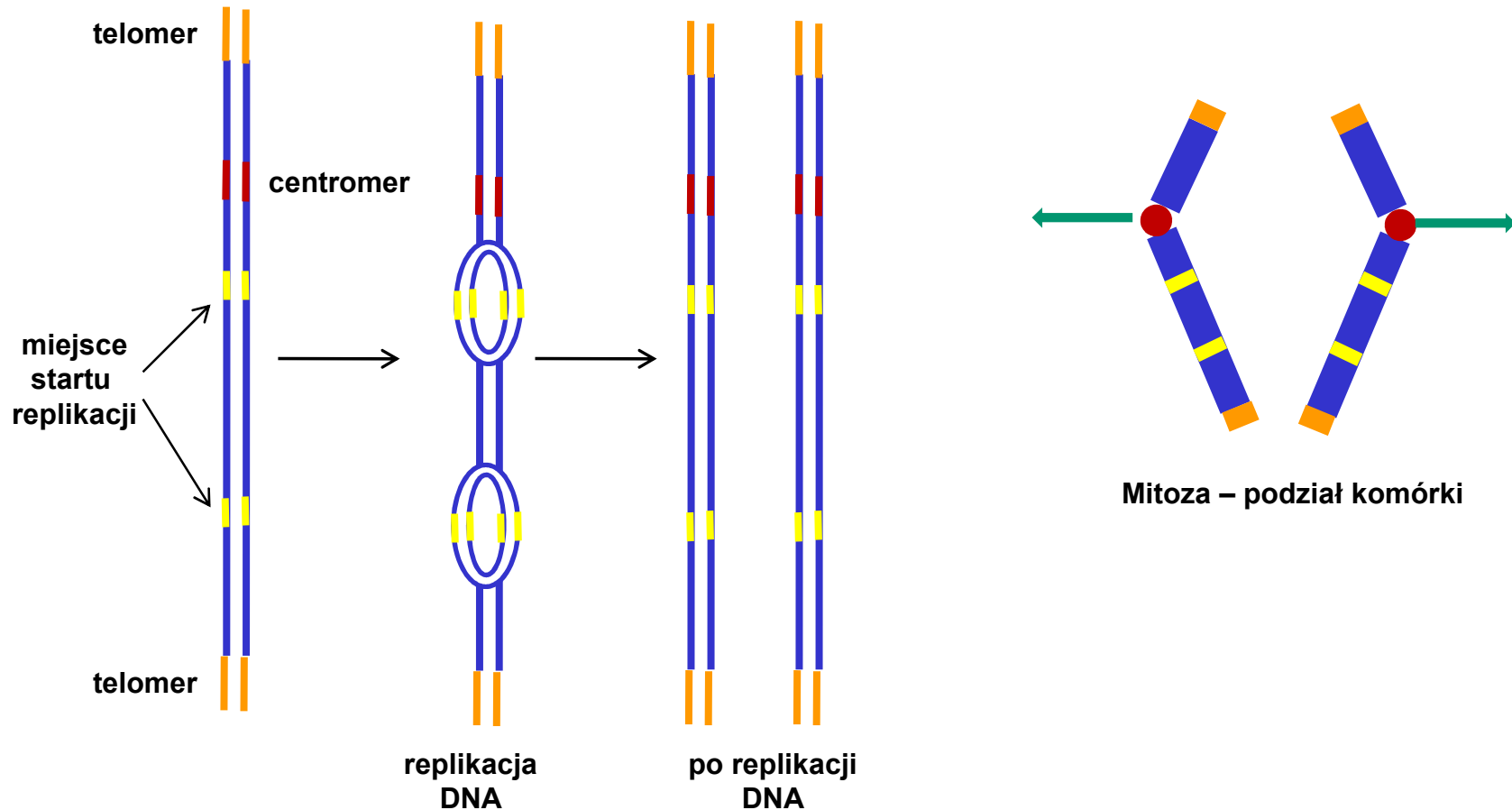


Komplementarne pasma
DNA są rozdzielone i do
każdego jest
dobudowywane nić
potomna

Pod wpływem wysokiej temperatury komplementarne nici DNA można rozdzielić (denaturacja), obniżenie temperatury prowadzi do odtworzenie dwuniciowej struktury komplementarnych cząsteczek (renaturacja).

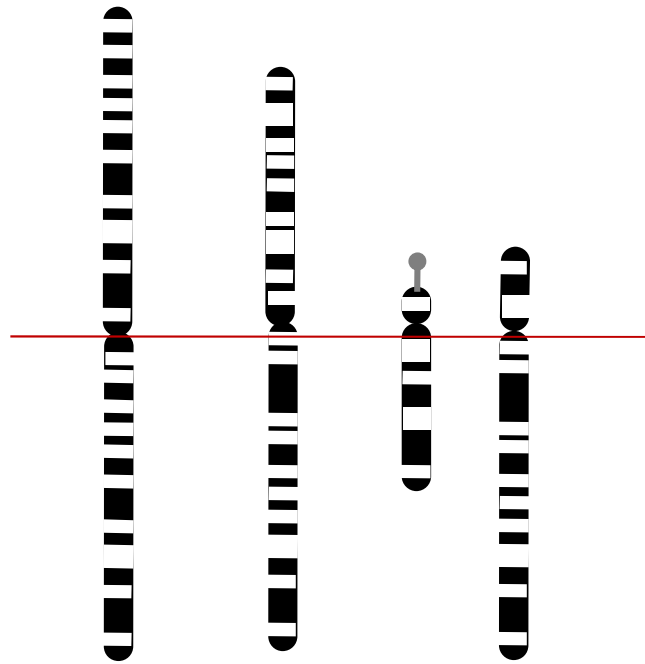


Podstawowe elementy budowy chromosomu organizmu eukariotycznego.



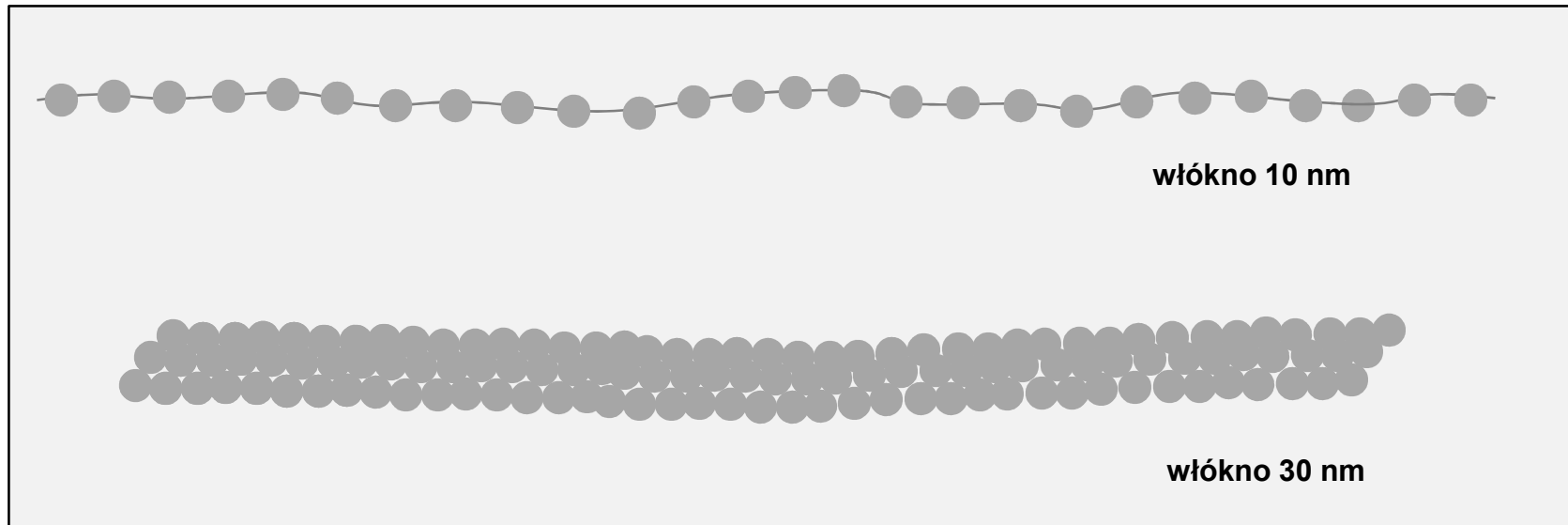
Na podstawie: *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

Układ prążków na ludzkich chromosomach powstały poprzez barwienie komórek na początku podziału komórkowego (mitozy) barwnikiem Giemsy. Na ilustracji przedstawiono chromosomy o różnych kształtach i rozmiarach. Ludzki kariotyp składa się z 23 par chromosomów. Jedną parą to tzw. chromosomy płciowe. U kobiet występują dwa identyczne zwane X a mężczyźni 1 chromosom X i jeden niewielki chromosom zwany Y.



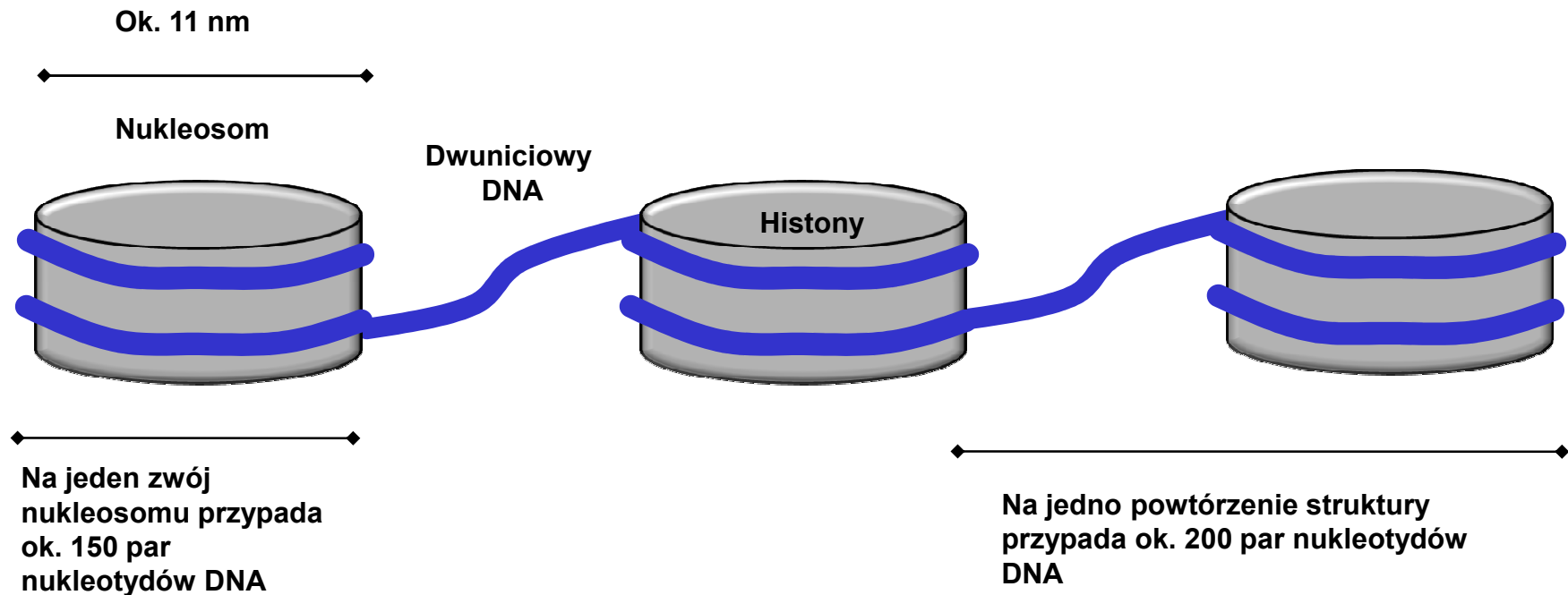
Długość ludzkiego DNA - ok. 2 m na komórkę.

DNA w komórce nie występuje w niezwiązanej postaci. Łączy się ono z różnymi białkami tworząc chromatynę.

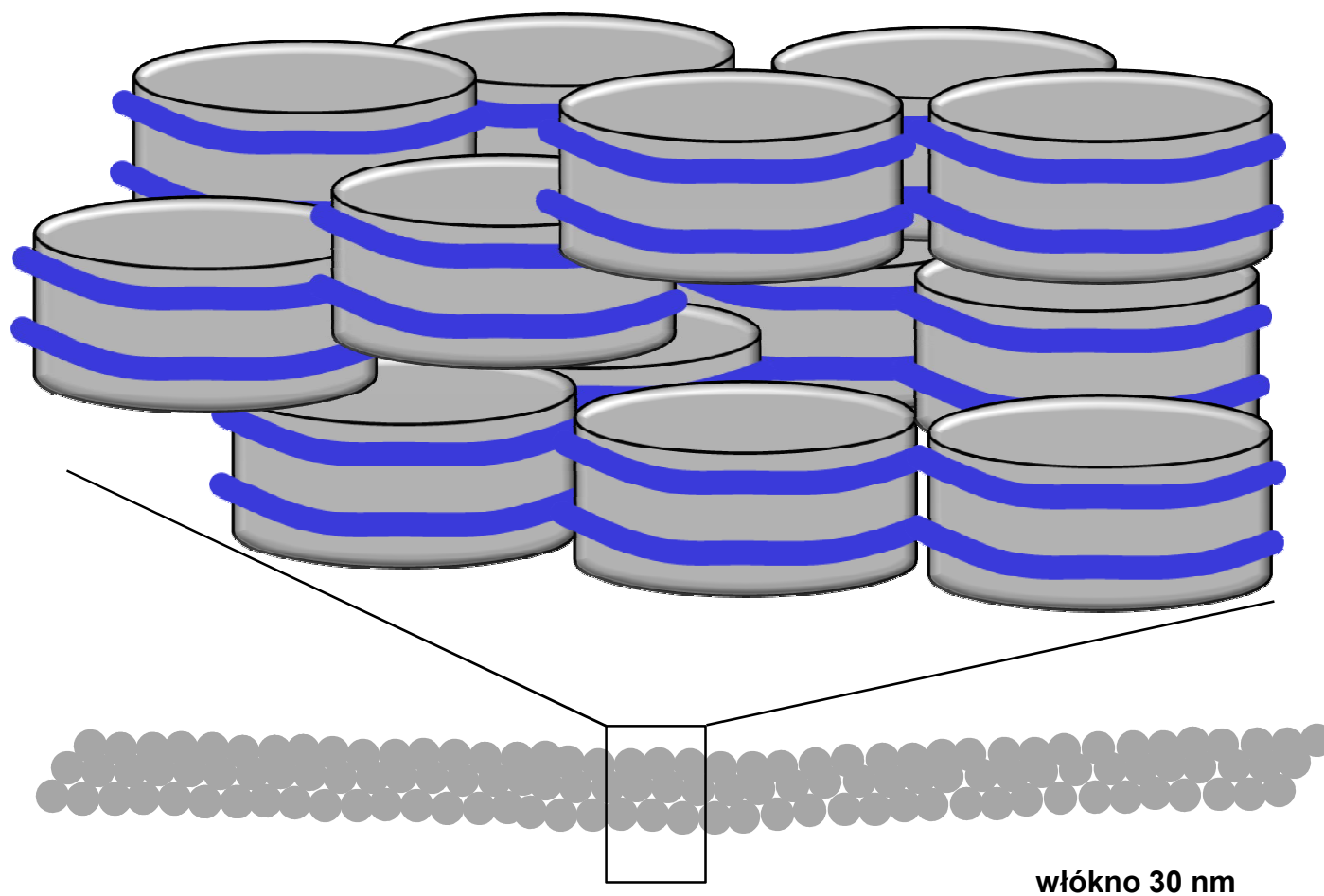


Schemat włókien chromatyny w obrazie mikroskopu elektronowego. Istnieją dwa typy włókien, cieńsze grubości ok. 10 nm mające kształt koralików na sznurku i grubsze włókno, o bardziej zwartej strukturze mające grubość ok. 30 nm.

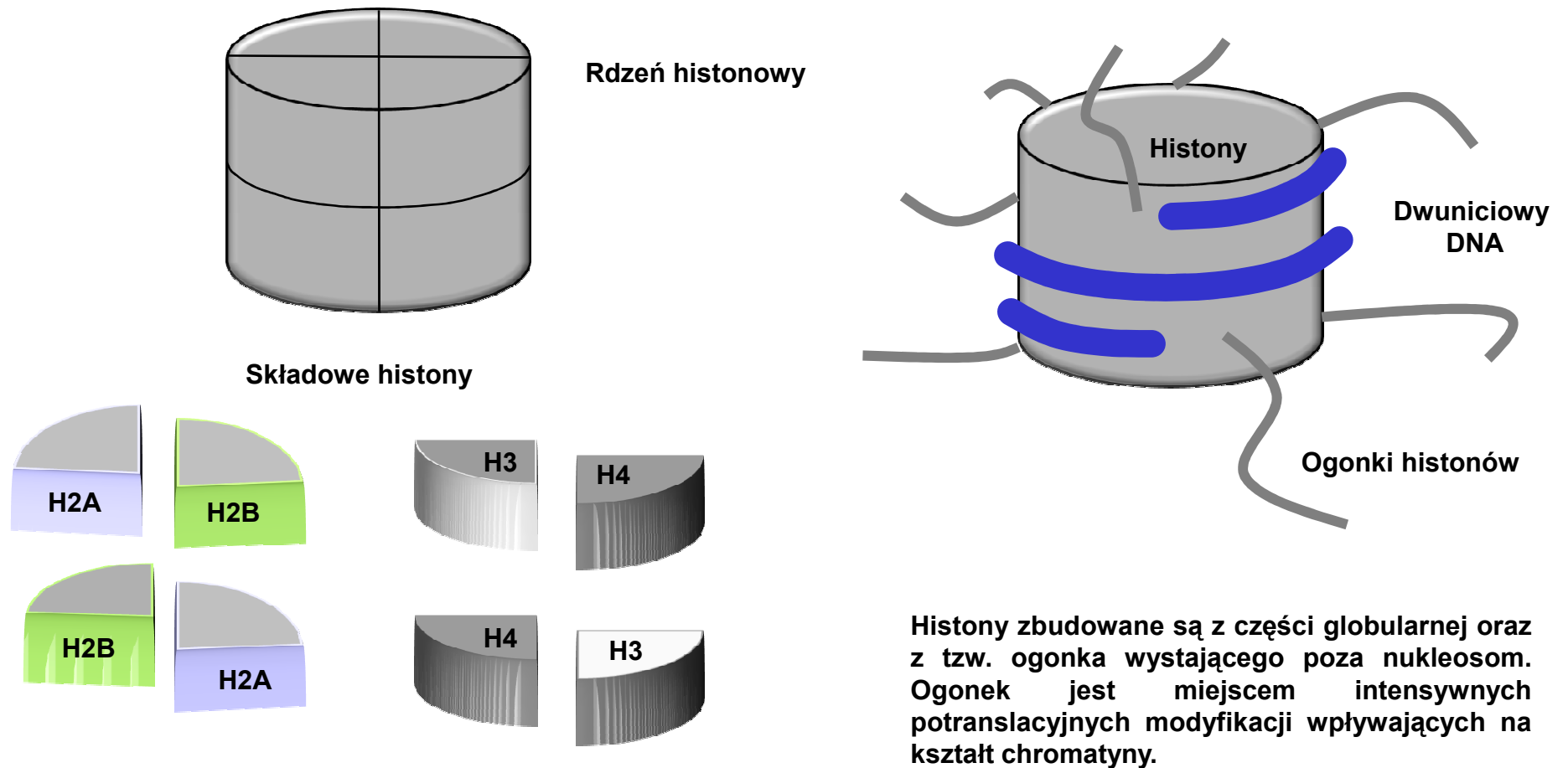
Struktura włókna chromatynowego w powiększeniu.
„Koraliki” to tzw. nukleosomy zbudowane ze rdzenia,
który tworzą zasadowe białka zwane histonami oraz z
nawiniętego na rdzeń, jak nić na szpulkę,
dwuniciowego DNA



Nukleosomy z nawiniętym DNA mogą tworzyć strukturę bardziej zwartą widoczną w mikroskopie elektronowym jako włókno chromatyny szerokości ok. 30 nm. Na ilustracji przedstawiono schematycznie sposób upakowania nukleosomów w grubsze włókna.

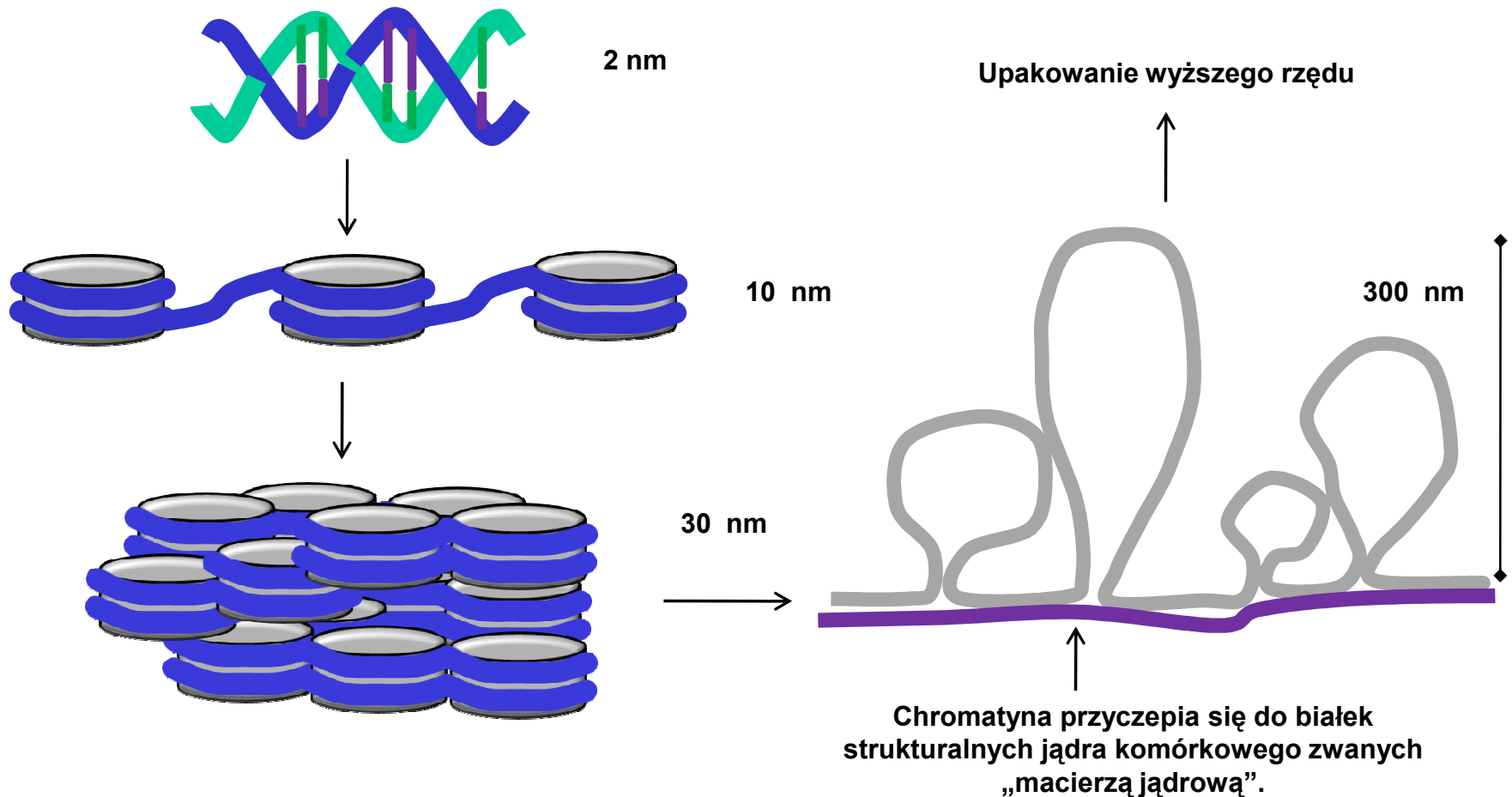


Struktura nukleosomu



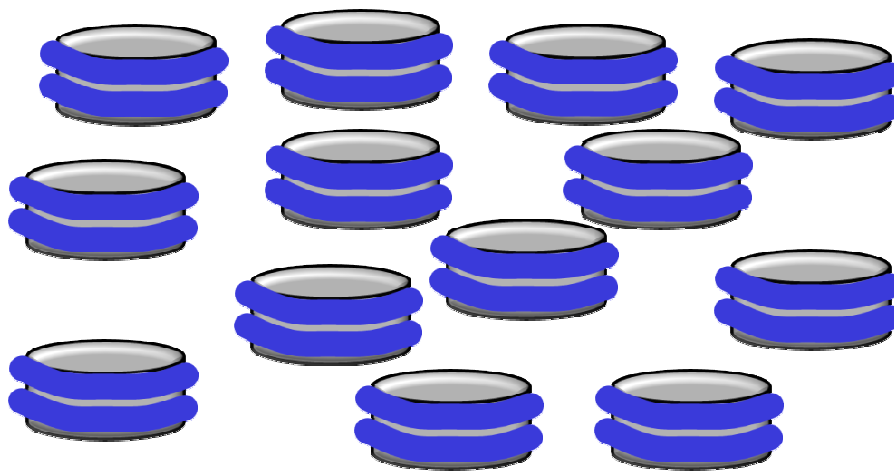
Na podstawie: *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

Sposób upakowania chromatyny w obrębie jądra komórkowego. Upakowanie jest największe w trakcie podziału komórki, kiedy chromosomy ulegają tak dużej kondensacji że stają się widoczne w mikroskopie świetlnym. Upakowanie chromosomów podczas podziału jest ok. 10 000 razy większe niż dwuniciowego DNA.

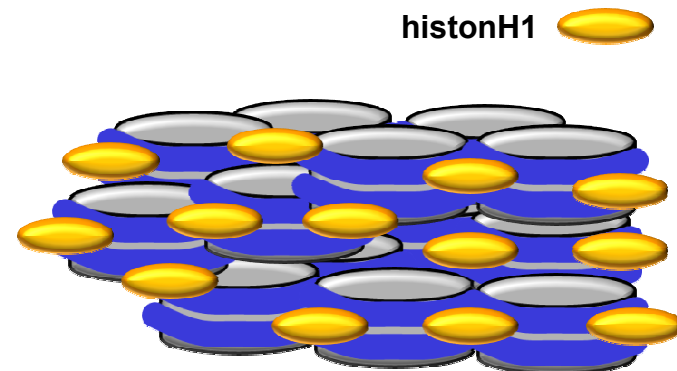


W jądrze interfazowym chromatyna istnieje w postaci skondensowanej (heterochromatyna) lub rozwiniętej (euchromatyna). Heterochromatyna zawiera dużą ilość histonu H1, transkrypcja genów w obrębie heterochromatyny nie jest możliwa. W obrębie heterochromatyny występuje wiele białek swoistych dla tej struktury. Ponadto w jej obrębie histony ulegają intensywnej metylacji. Specjalny typ heterochromatyny występuje w obrębie centromerów. Podczas interfazy duża część heterochromatyny gromadzi się pod otoczką jądrową. Ponadto heterochromatyna ulega replikacji później niż euchromatyna podczas syntezy DNA.

Schematyczny sposób upakowania euchromatyny i heterochromatyny.



Euchromatyna



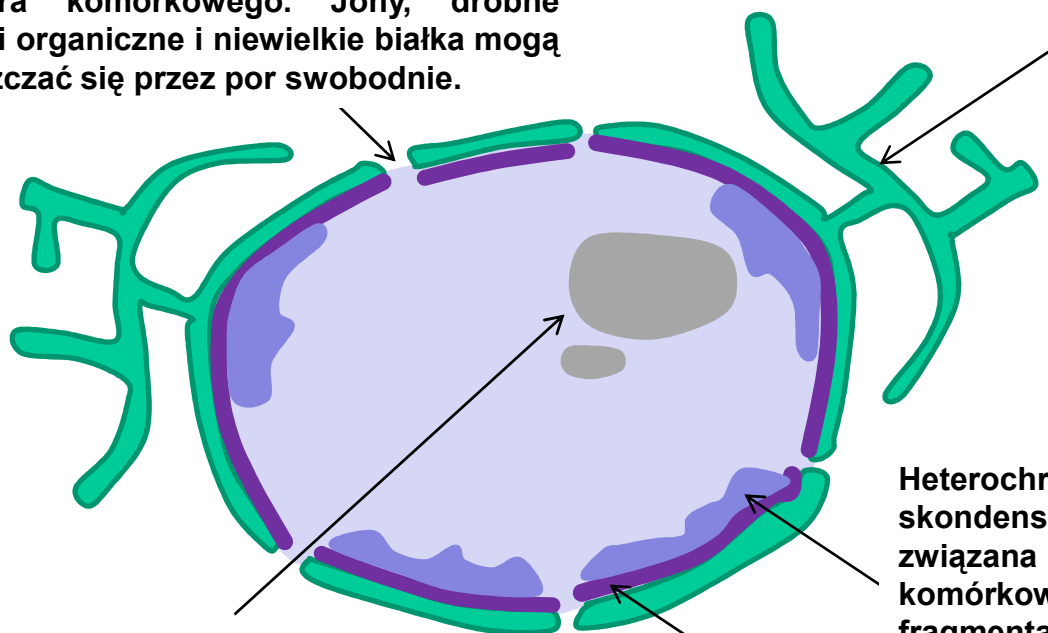
Heterochromatyna

(dla przejrzystości nie zaznaczono DNA łączącego nukleosomy)



Schemat budowy jądra komórkowego.

Por jądrowy – struktura odpowiedzialna za regulowanie transportu dużych cząsteczek do i z jądra komórkowego. Jony, drobne cząsteczki organiczne i niewielkie białka mogą przemieszczać się przez por swobodnie.



Siateczka śródplazmatyczna. Zespół kanalików otoczonych błoną do których trafiają białka błon komórkowych oraz białka przeznaczone na eksport. Wnętrze siateczki zachowuje ciągłość z przestrzenią międzybłonową otoczki jądrowej.

Jąderka – miejsce transkrypcji i dojrzewania rybosomowego RNA.

Błaszka jądrowa układ białek cytoszkieletu wzmacniający otoczkę jądrową.

Heterochromatyna – niezwykle skondensowana postać chromatyny związana z niektórymi strukturami jądra komórkowego (centromery) lub z fragmentami DNA niedostępnymi dla transkrypcji. Heterochromatyna występuje zwykle pod otoczką jądrową.



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Materiały dydaktyczne współfinansowane ze
środków Unii Europejskiej w ramach
Europejskiego Funduszu Społecznego.
