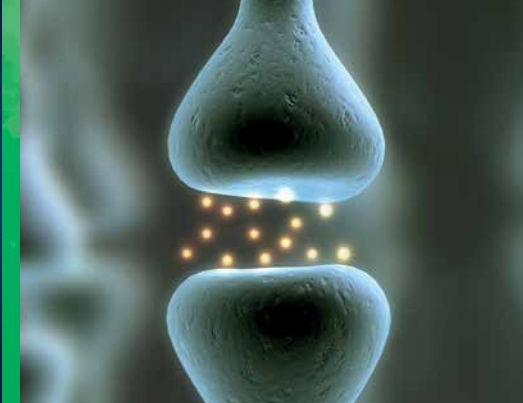
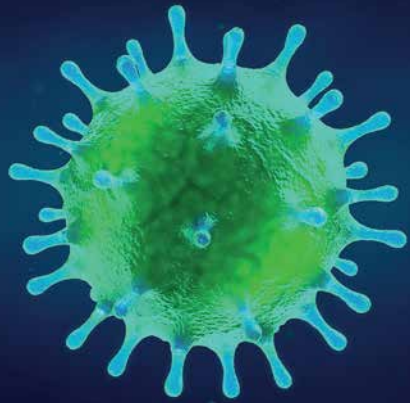




TERMINY · WYKRESY · SCHEMATY

# ATLAS

## BIOLOGICZNY



# LICEUM I TECHNIKUM

Definicje, wykresy i schematy,  
które uporządkują wiedzę  
przydatną na maturze  
i skutecznie przygotowują do egzaminu

# ATLAS

## BIOLOGICZNY

TERMINY · WYKRESY · SCHEMATY

# LICEUM I TECHNIKUM

Definicje, wykresy i schematy,  
które uporządkują wiedzę  
przydatną na maturze



WYDAWNICTWO

Tekst:

*Małgorzata Baran*

Projekt okładki:

*Dirty South Design*

Projekt wnętrza, skład i przygotowanie do druku:

*TYPO 2 Jolanta Ugorowska*

Redakcja:

*Tomasz Łabonarski*

Korekta:

*Agnieszka Niegowska*

Ilustracje:

*Marcin Kot (4–110)*

*Kamil Mieszczakowski (111–127)*

© Copyright by Wydawnictwo SBM Sp. z o.o., Warszawa 2021

Wydanie I

Wydrukowano w Polsce



Wydawnictwo SBM Sp. z o.o.  
ul. Sułkowskiego 2/2  
01-602 Warszawa

 [www.WYDAWNICTWO-SBM.pl](http://www.WYDAWNICTWO-SBM.pl)

# Spis treści

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>CYTOLOGIA Z ELEMENTAMI GENETYKI</b>                                    | 4  |
| Podział komórek ze względu na ukształtowanie jądra komórkowego            | 4  |
| Kwasy nukleinowe – nośniki informacji genetycznej                         | 4  |
| Występowanie kwasów nukleinowych                                          | 6  |
| Kierunek przepływu informacji genetycznej                                 | 6  |
| Kod genetyczny                                                            | 6  |
| Materiał genetyczny u eukariontów. Ilość materiału genetycznego w komórce | 7  |
| Chromosomy                                                                | 9  |
| Autosomy i heterosomy                                                     | 10 |
| Liczba jąder w komórce                                                    | 11 |
| Budowa jądra komórkowego                                                  | 11 |
| Podziały jądra komórkowego                                                | 12 |
| Cykl życiowy komórki                                                      | 12 |
| Mitoza                                                                    | 13 |
| Profaza                                                                   | 13 |
| Metafaza                                                                  | 14 |
| Anafaza                                                                   | 14 |
| Telofaza                                                                  | 14 |
| Mejoza                                                                    | 14 |
| <b>BUDOWA I FUNKCJE KOMÓRKI</b>                                           | 17 |
| Błona białkowo-lipidowa                                                   | 17 |
| Cytoplazma                                                                | 19 |
| Siateczka wewnątrzplazmatyczna (retikulum endoplazmatyczne)               | 20 |
| Aparat Golgiego                                                           | 21 |
| Lizosomy                                                                  | 21 |
| Wakuola                                                                   | 21 |
| Chloroplast                                                               | 22 |
| Plastydy                                                                  | 22 |
| Mitochondrium                                                             | 23 |
| Ściana komórkowa                                                          | 23 |
| <b>WIRUSY</b>                                                             | 25 |
| <b>PRIONY</b>                                                             | 26 |
| <b>WIROIDY</b>                                                            | 26 |
| <b>BAKTERIE</b>                                                           | 27 |
| <b>TKANKI ZWIERZĘCE</b>                                                   | 30 |
| Tkanki nabłonkowe                                                         | 30 |
| Tkanki mięśniowe                                                          | 31 |
| Tkanka nerwowa i glejowa                                                  | 32 |
| Tkanka łączna                                                             | 34 |
| <b>ZWIERZĘTA</b>                                                          | 39 |
| Gąbki ( <i>Porifera</i> )                                                 | 39 |
| Jamochłony ( <i>Coelenterata</i> )                                        | 40 |
| Płazińce ( <i>Platyhelminthes</i> )                                       | 43 |
| Nicieńce ( <i>Nematoda</i> )                                              | 45 |
| Pierścienice ( <i>Annelida</i> )                                          | 46 |
| Stawonogi ( <i>Arthropoda</i> )                                           | 48 |
| Mięczaki ( <i>Mollusca</i> )                                              | 56 |

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| Szkarłupnie ( <i>Echinodermata</i> )                     | 60  |
| Strunowce ( <i>Chordata</i> )                            | 61  |
| Ostonice ( <i>Tunicata</i> )                             | 61  |
| Bezczaszkowce ( <i>Acrania</i> )                         | 62  |
| Kręgousto ( <i>Cyclostomata</i> )                        | 62  |
| Ryby ( <i>Pisces</i> )                                   | 63  |
| Płazy ( <i>Amphibia</i> )                                | 66  |
| Gady ( <i>Reptilia</i> )                                 | 69  |
| Ptaki ( <i>Aves</i> )                                    | 73  |
| Ssaki ( <i>Mammalia</i> )                                | 76  |
| <b>EWOLUCJONIZM</b>                                      | 80  |
| Ewolucja człowieka                                       | 83  |
| Dowody ewolucji                                          | 86  |
| Ewolucja na poziomie populacji                           | 88  |
| <b>EKOLOGIA</b>                                          | 89  |
| Czynniki środowiska                                      | 89  |
| Oddziaływania między organizmami                         | 93  |
| Obiegi pierwiastków w przyrodzie – cykle biogeochemiczne | 93  |
| Krążenie materii i przepływ energii w ekosystemie        | 94  |
| <b>TKANKI ROŚLINNE</b>                                   | 95  |
| <b>ROŚLINY</b>                                           | 98  |
| Mszaki                                                   | 98  |
| Paprotniki                                               | 98  |
| Rośliny nasienne                                         | 100 |
| <b>METABOLIZM KOMÓRKOWY</b>                              | 104 |
| Kierunki przemian metabolicznych                         | 104 |
| Klasy enzymów                                            | 105 |
| Reakcje anaboliczne – fotosynteza                        | 106 |
| Reakcje kataboliczne – oddychanie komórkowe              | 107 |
| Przemiany cukrów                                         | 109 |
| Rozkład tłuszczów                                        | 109 |
| Cykl mocznikowy                                          | 110 |
| Młyn metaboliczny                                        | 110 |
| <b>ANATOMIA</b>                                          | 111 |
| Układ kostny                                             | 111 |
| Układ mięśniowy                                          | 112 |
| Skóra                                                    | 114 |
| Układ pokarmowy                                          | 114 |
| Układ krwionośny                                         | 116 |
| Rodzaje połączeń naczyń krwionośnych                     | 117 |
| Układ limfatyczny                                        | 117 |
| Układ odpornościowy (immunologiczny)                     | 118 |
| Pierwotna i wtórna odpowiedź immunologiczna              | 118 |
| Układ oddechowy                                          | 119 |
| Układ nerwowy                                            | 120 |
| Narządy zmysłów                                          | 121 |
| Układ hormonalny (wewnątrzwydzielniczy)                  | 122 |
| Układ wydalniczy                                         | 123 |
| Układ rozrodczy                                          | 125 |
| Fizjologia ciąży                                         | 127 |

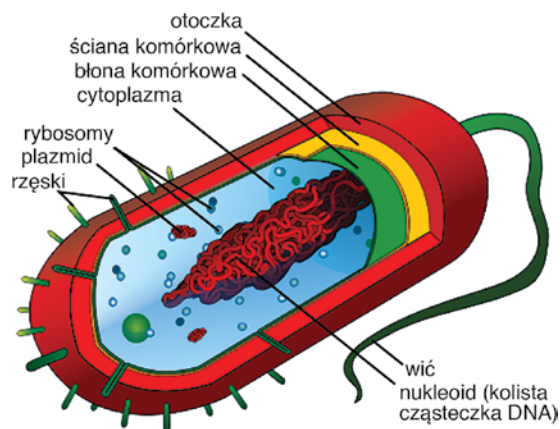
# CYTOLOGIA Z ELEMENTAMI GENETYKI

**Komórka (cellula)** – najbardziej elementarny składnik żywego organizmu, ale i jeden cały organizm.

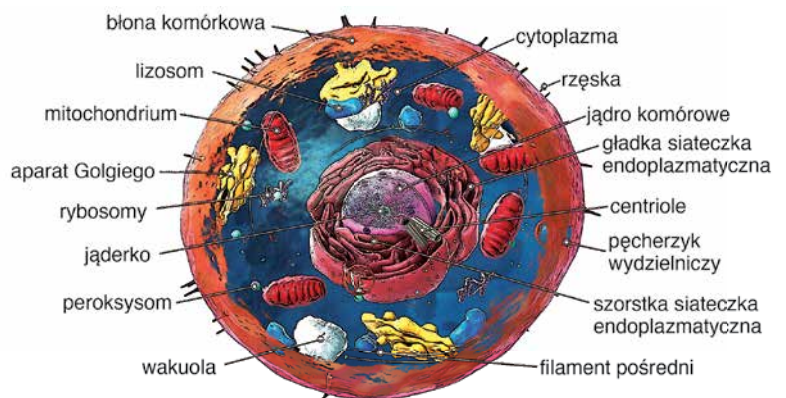
## Podział komórek ze względu na ukształtowanie jądra komórkowego

**Prokaryonty** – do tej grupy należą komórki bez wykształconego jądra komórkowego. Komórka ta posiada jednak materiał genetyczny, tzw. **genofor** – zwiniętą kuliście nić DNA. Leży on w obszarze cytoplazmy, nazywanym nukleoidem. W praktyce oba terminy – genofor i nukleoid – często używane są jako synonimy.

**Eukaryonty** – do tej grupy należą komórki z wyodrębnionym jądrem komórkowym zawierającym DNA. Jest ono oddzielone od pozostałych organelli komórki oraz cytozolu swoistą podwójną błoną białkowo-lipidową, zwaną kariolemmą.



Komórka prokariotyczna



Komórka eukariotyczna

## Kwasy nukleinowe – nośniki informacji genetycznej

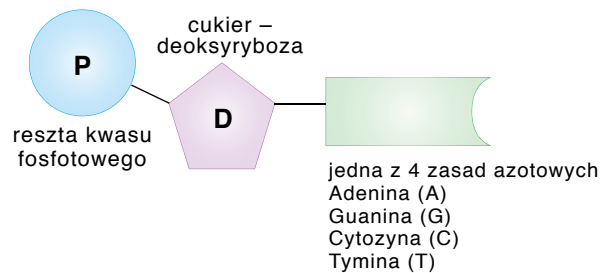
W jądrze komórkowym eukaryontów oraz w komórkach prokaryontów występują **kwasy nukleinowe**. Wyróżniamy kwas deoksyrybonukleinowy, czyli **DNA**, oraz kwas rybonukleinowy – **RNA**. Kwasy nukleinowe zbudowane są z nukleotydów.

**NUKLEOTYD = ZASADA AZOTOWA + CUKIER + RESZTA KWASU  $H_3PO_4$**

**Zasady azotowe** wchodzące w skład kwasów, to:

Adenina – A  
 Tymina – T  
 Cytosyna – C  
 Guanina – G  
 Uracyl – U

Uracyl wchodzi w skład kwasu RNA zamiast tyminy.



Zasady azotowe łączą się ze sobą według ściśle określonych schematów. Jest to tzw. **zasada komplementarności**. Według niej adenina zawsze łączy się z tyminą wiązaniem podwójnym, natomiast cytosyna łączy się z guaniną wiązaniem potrójnym. Są to wiązania wodorowe.

W kwasie RNA zasada komplementarności jest nieco inna. Tutaj adenina łączy się z uracyłem, gdyż nie występuje tymina.

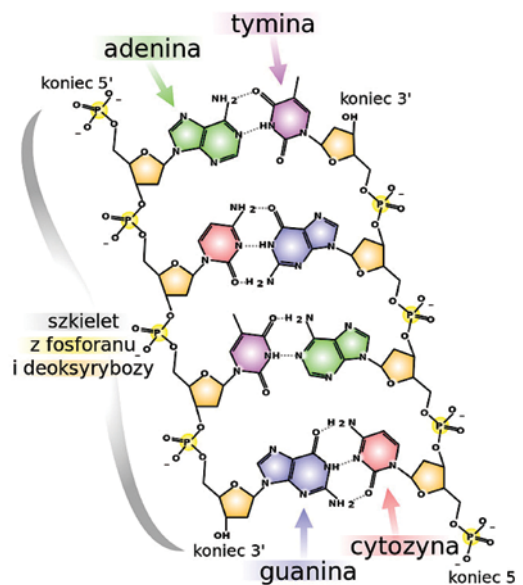
#### Zasada komplementarności dla DNA

A = T  
 C ≡ G

#### Zasada komplementarności dla RNA

A = U  
 C ≡ G

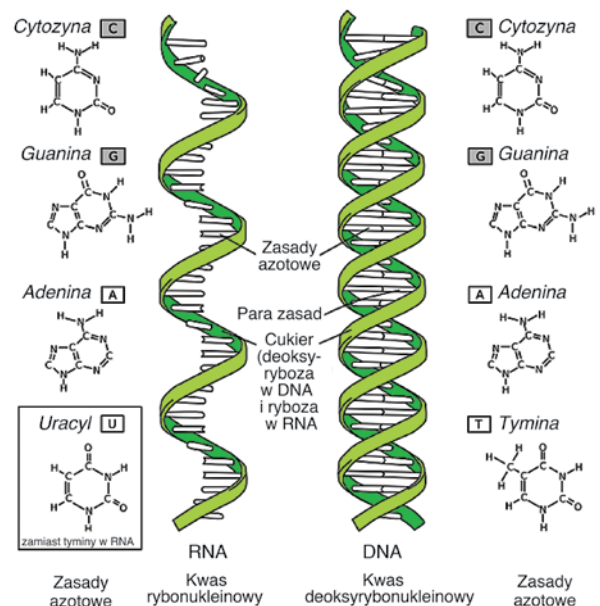
Wiązania podwójne i potrójne to słabe wiązania wodorowe.



Struktura chemiczna

**DNA jest kwasem dwuniciowym**, przyjmującym kształt podwójnej spirali prawoskrętnej, czyli  $\alpha$ -helisy. **Kwas RNA jest jednoniciowy**. Kolejną różnicą pomiędzy kwasami nukleinowymi jest to, że mamy tylko jeden rodzaj DNA, natomiast RNA występuje w trzech wersjach:

- **mRNA** – matrycowy – stanowi matrycę, na której powstaje białko;
- **tRNA** – transportowy – transportuje aminokwasy potrzebne do syntezy białka;
- **rRNA** – rybosomalny – buduje rybosomy biorące udział w syntezie białka.



Porównanie DNA i RNA

## Występowanie kwasów nukleinowych

**DNA** – jądro komórkowe, mitochondria, chloroplasty

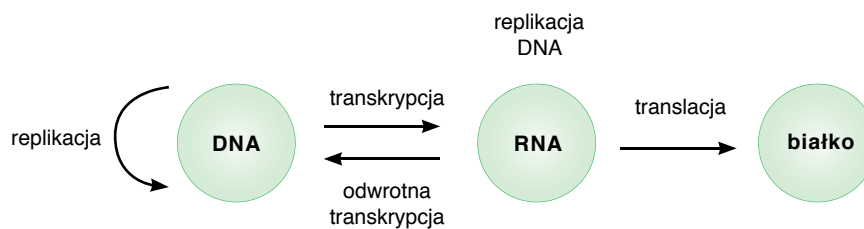
**RNA** – jądro komórkowe, jąderko, cytoplazma, rybosomy, mitochondria, chloroplasty

## Kierunek przepływu informacji genetycznej

DNA jest podstawowym materiałem genetycznym organizmów eukariotycznych. Zawarta w nim informacja genetyczna jest przepisywana w procesie transkrypcji na kwas RNA, a z niego tłumaczona w procesie translacji na kolejność aminokwasów w łańcuchu białkowym.

Może też zachodzić odwrotna transkrypcja – czyli przepisywanie informacji genetycznej z RNA na DNA w przypadku RNA wirusów – oraz replikacja, czyli powielanie ilości DNA.

Kierunki przepływu informacji genetycznej ilustruje poniższy schemat



## Kod genetyczny

Jest to sposób, w jaki zapisujemy informację o powstającym w procesie translacji białku.

W kwasach nukleinowych występują pojedyncze nukleotydy, natomiast optymalny zapis kodu genetycznego jest trójkowy. Wynika to z kalkulacji rachunkowych dokonanych przez odkrywców kodu, za co otrzymali oni nagrodę Nobla w 1968 roku.

### Cechy kodu genetycznego:

- **trójkowy** – jedna trójka zasad azotowych kwasu nukleinowego to tzw. kodon; jeden kodon zapisuje jeden aminokwas;
- **niezachodzący** – ostatnia litera trójki zasad (kodonu) nie może być pierwszą literą kolejnego kodonu;
- **bezprzecinkowy** – do zapisu kodu nie stosujemy żadnych znaków interpunkcyjnych; nie istnieje kodon oznaczający jakąkolwiek przerwę w zapisie kodu;
- **zdegenerowany** – dany aminokwas może być kodowany przez różną liczbę kodonów; wynika to stąd, że 64 trójki zasad muszą kodować 20 aminokwasów i tak np. aminokwas alanina jest kodowany przez cztery różne kodony;
- **jednoznaczny** – dana trójka zasad koduje zawsze tylko jeden aminokwas;
- **kolinearny** – kolejność trójek w mRNA przekłada się na kolejność aminokwasów w powstającym białku;
- **uniwersalny** – jest identyczny dla wszystkich organizmów na Ziemi, czyli kodowanie aminokwasów odbywa się na takich samych zasadach.

Analizując tabelę kodu genetycznego, zauważamy **trójki START** oraz **STOP – kodony terminacyjne/nonsensowne**. Trójka **START** koduje zawsze metioninę u organizmów eukariotycznych, natomiast trójki **STOP** zawsze kończą syntezę białka.

Są trzy kodony terminacyjne:

**UAG** – amber (kodon bursztynowy);

**UAA** – ochre (kodon ochrowy);

**UGA** – opal (kodon opalowy).

|                 |   | Druga litera                             |                                      |                                            |                                           |                  |
|-----------------|---|------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------|
|                 |   | U                                        | C                                    | A                                          | G                                         |                  |
| Pierwsza litera | U | UUU } Phe<br>UUC }<br>UUA } Leu<br>UUG } | UCU }<br>UCC } Ser<br>UCA }<br>UCG } | UAU } Tyr<br>UAC }<br>UAA Stop<br>UAG Stop | UGU } Cys<br>UGC }<br>UGA Stop<br>UGG Trp | U<br>C<br>A<br>G |
|                 | C | CUU }<br>CUC } Leu<br>CUA }<br>CUG }     | CCU }<br>CCC } Pro<br>CCA }<br>CCG } | CAU } His<br>CAC }<br>CAA Gln<br>CAG }     | CGU }<br>CGC } Arg<br>CGA }<br>CGG }      | U<br>C<br>A<br>G |
|                 | A | AUU }<br>AUC } Ile<br>AUA }<br>AUG Met   | ACU }<br>ACC } Thr<br>ACA }<br>ACG } | AAU } Asn<br>AAC }<br>AAA Lys<br>AAG }     | AGU } Ser<br>AGC }<br>AGA } Arg<br>AGG }  | U<br>C<br>A<br>G |
|                 | G | GUU }<br>GUC } Val<br>GUA }<br>GUG }     | GCU }<br>GCC } Ala<br>GCA }<br>GCG } | GAU } Asp<br>GAC }<br>GAA Glu<br>GAG }     | GGU }<br>GGC } Gly<br>GGA }<br>GGG }      | U<br>C<br>A<br>G |

Tabela kodu genetycznego

## Materiał genetyczny u eukariontów. Ilość materiału genetycznego w komórce

Ilość materiału genetycznego w komórce możemy opisać za pomocą dwóch liczb:

**2n – liczba diploidalna**; określa liczbę chromosomów w komórkach somatycznych, czyli w komórkach ciała  
(*soma* – gr. ciało oraz wszystkie tkanki ustroju z wyjątkiem komórek rozrodczych)

**1n – liczba haploidalna**; określa liczbę chromosomów w komórkach rozrodczych; jest zawsze połową liczby diploidalnej.

|                                                                                     |                                        | 2n<br>liczba<br>diploidalna | 1n<br>liczba<br>haploidalna |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|  | Człowiek ( <i>Homo sapiens</i> )       | 46                          | 23                          |
|  | Kot domowy ( <i>Felis domestica</i> )  | 38                          | 19                          |
|  | Żaba leopardowa ( <i>Rana pipens</i> ) | 26                          | 13                          |

|                                                                                    |                                                |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----|----|
|   | Pies domowy ( <i>Canis familiaris</i> )        | 78 | 39 |
|   | Koń domowy ( <i>Equus caballus</i> )           | 64 | 32 |
|   | Muszkawcowa ( <i>Drosophila melanogaster</i> ) | 8  | 4  |
|   | Szpinak ( <i>Spinacia oleracea</i> )           | 12 | 6  |
|   | Jęczmień ( <i>Hordeum vulgare</i> )            | 14 | 7  |
|  | Kukurydza ( <i>Zea mays</i> )                  | 40 | 20 |

**Wyjątkiem jest muł:  $2n = 63$ . To zwierzę jest hybrydą bezpłodną**

Materiał genetyczny dziedziczymy zawsze po połowie od rodziców. Jeśli mamy wątpliwości co do liczby chromosomów u jakiegoś gatunku płodnego, pamiętajmy, że możemy sobie pomóc prostym równaniem:

$$1n + 1n = 2n$$

Czyli w przypadku człowieka:

$$23 \text{ chromosomy matki} + 23 \text{ chromosomy ojca} = 46$$

\* Organizmem, który może być haploidem lub diploidem, są drożdże piekarnicze (*Saccharomyces cerevisiae*).

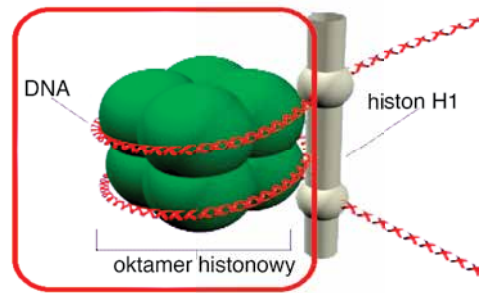


Drożdże piekarnicze

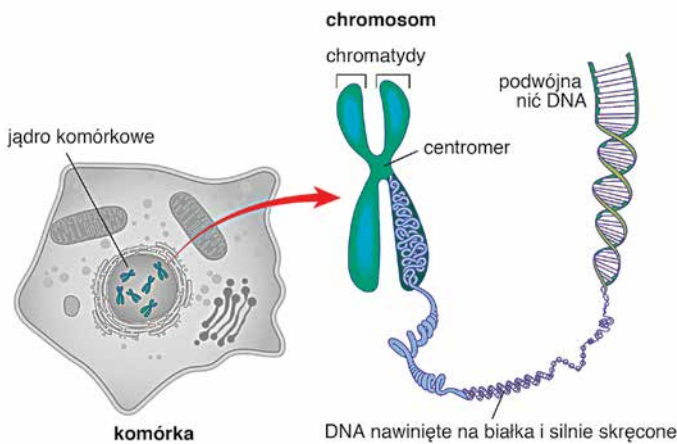
## Chromosomy

W jądrze komórkowym eukariontów rolę materiału genetycznego pełni DNA – kwas deoksyrybonukleinowy. Występuje w postaci nici chromatynowych, które w połączeniu ze specyficznymi białkami jądrowymi budują chromosomy. Białka jądrowe to histony.

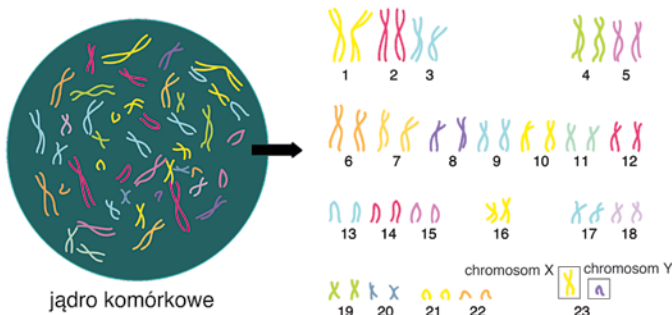
Nawinięta na histony nić chromatynowa (oktamer histonowy) tworzy nukleosom. Wielkość przeciętnego nukleosomu to około 200 zasad azotowych. Układ nici chromatynowych nawiniętych na histony przypomina paciorki na nitce.



Nukleosom;  
kolorem zielonym oznaczono histony –  
jest ich 8, stąd oktamer histonowy



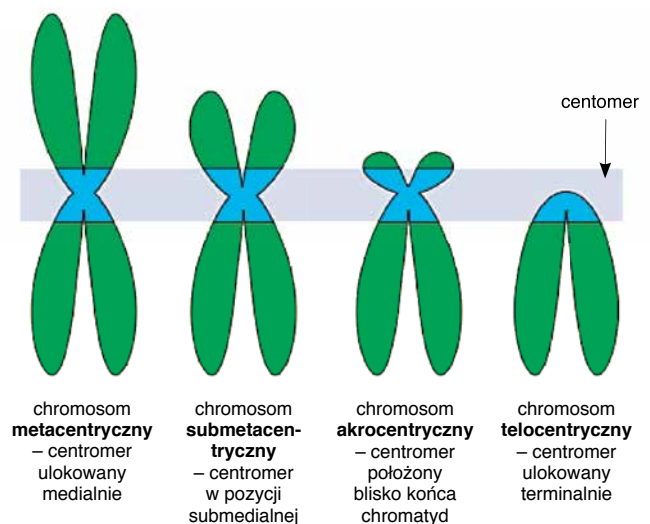
Nukleosomy tworzą oś chromosomu i warunkują jego stabilizację.



Chromosomy zbudowane są z dwóch chromatydów i centromeru (przewężenia pierwotnego) oraz przewężenia wtórnego, które odcina satelity (trabanty) na końcach chromatydów.

Ze względu na położenie centromeru chromosomy dzielimy na:

- metacentryczne
- submetacentryczne
- akrocentryczne
- telocentryczne



## Autosomy i heterosomy

Jak już ustaliliśmy, człowiek (*Homo sapiens*) posiada 46 chromosomów. Stosujemy zapis  $2n = 46$ .

Pośród tych 46 chromosomów wyróżniamy:

- **autosomy** – chromosomy, które odpowiadają za cechy „ciała”,
- **heterosomy** (chromosomy płciowe) – warunkujące płę osobnika.

Człowieka charakteryzuje zapis:

22 p. a + XX płę żeńska oraz 22 p. a + XY płę męska

Występuje heterogametyczność męska, gdy osobnik płci męskiej posiada zestaw chromosomów XY albo X0, czyli różne, lub heterogametyczność żeńska, gdy osobnik żeński jest określany chromosomami XY lub X0.

**Heterogametyczność męską reprezentują 2 typy determinacji płci:**

- **Lygeus** – samica XX, samiec XY [człowiek, muszka owocówka, większość roślin i zwierząt]; płę potomstwa warunkuje samiec;
- **Protenor** – samica XX, samiec X0 [pluskwiaki, pasikoniki]; płę potomstwa warunkuje samiec.

**Heterogametyczność żeńska jest również reprezentowana przez dwa typy determinacji płci:**

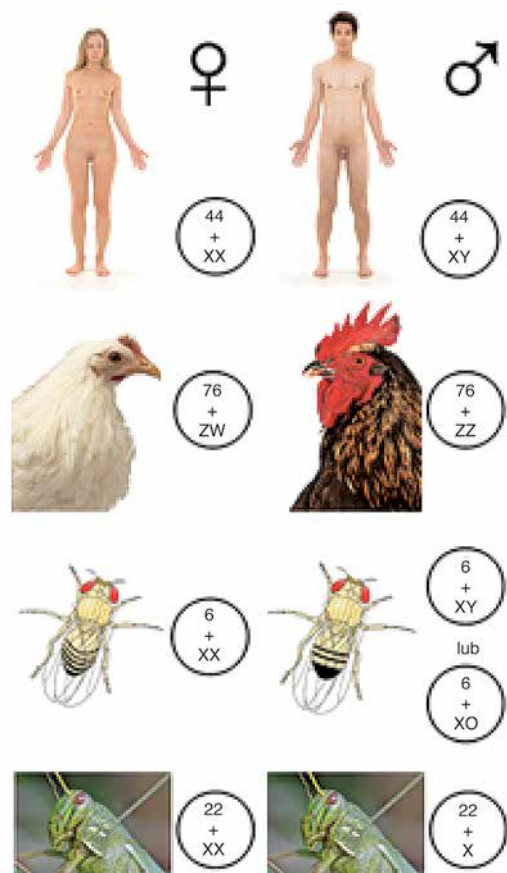
- **Abraxas** – samica XY, samiec XX [ptaki, gady, płazy oraz niektóre ryby]; płę potomstwa warunkuje samica;
- **Fumea** – samica X0, samiec XX [owady z rodzaju Fumea]; płę potomstwa warunkuje samica.

**Inne sposoby determinacji płci:**

- **temperaturowa** – płę potomstwa jest zależna od temperatury inkubacji zarodka [krokodyły, żółwie, niektóre jaszczurki];



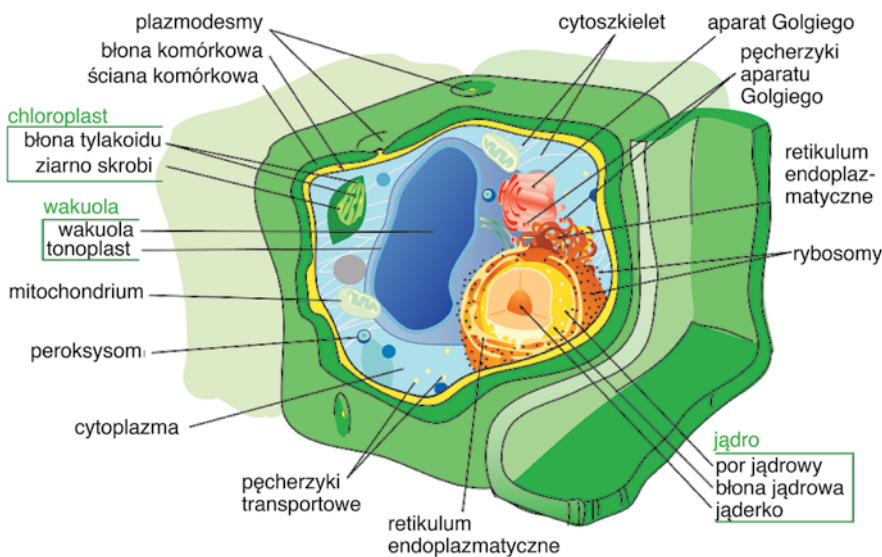
- **haploidalno-diploidalna** – płę potomstwa zależy od tego, czy rozwija się z zapłodnionych czy niezapłodnionych jaj [ten typ determinacji płci możemy znaleźć u błonkówek, np. pszczoły; u tych owadów samce (trutnie) powstają z jaj niezapłodnionych, posiadają  $1n$  chromosomów].



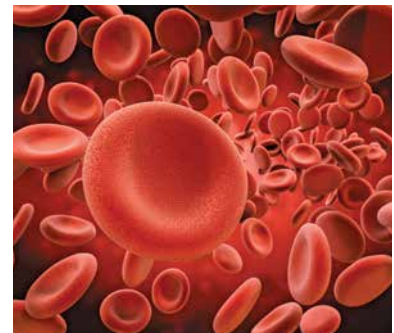
## Liczba jąder w komórce

W zależności od liczby jąder komórkowych, wyróżniamy:

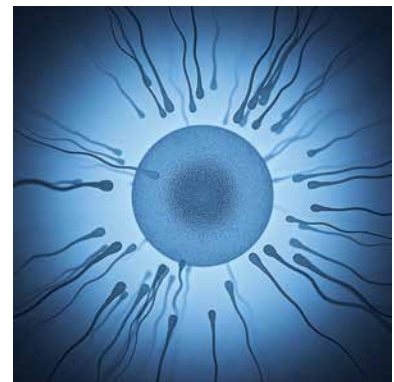
- **komórki jednojądrowe** – np. komórka mięśnia gładkiego człowieka, jajko kurze;
- **komórki dwujądrowe** – dikariotyczne, np. strzępka grzybni grzyba kapeluszowego, takiego jak pieczarka czy muchomor;
- **komórki wielojądrowe** – komórczaki, np. komórka mięśnia szkieletowego człowieka;
- **komórki bezjądrowe** – np. erytrocyt ssaka.



Komórka roślinna

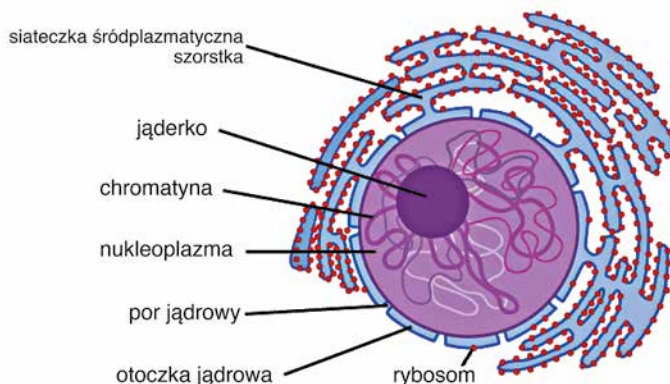


Erytrocyty



Komórka jajowa

## Budowa jądra komórkowego



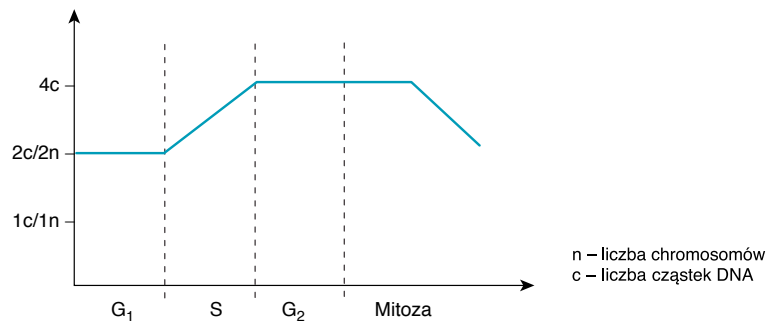
## Podziały jądra komórkowego

Komórki dzielą się, dzięki czemu organizmy mogą wzrastać, regenerować się albo rozmnażać.

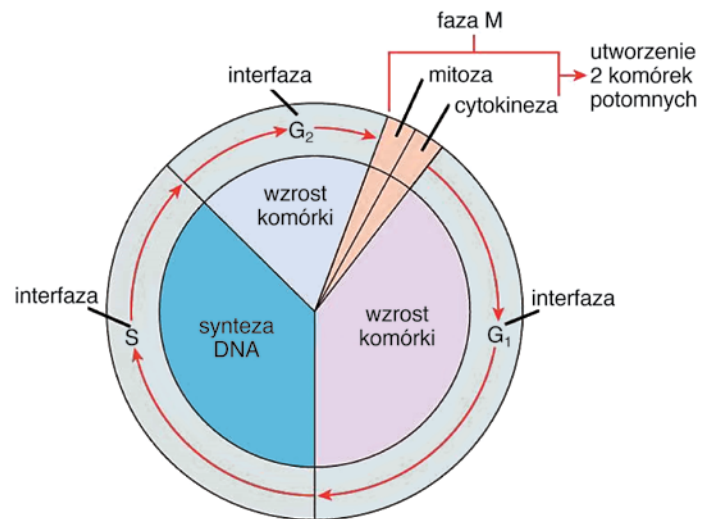
**Podział komórki** obejmuje dwa procesy. **Kariokinezę**, czyli podział jądra komórkowego, oraz **cytokinezę**, czyli podział **cytoplazmy** komórkowej. Jeśli w cyklu życiowym komórki wystąpią oba procesy, możemy mówić o skutecznym podziale. Jeśli dojdzie do zablokowania któregośkolwiek z nich, wtedy podział komórki jako taki nie zachodzi. Na zasadzie zablokowania cytokinezy komórkowej działają niektóre klasyczne leki przeciwnowotworowe, tzw. cytostatyki.

## Cykl życiowy komórki

Na cykl życiowy komórki składa się kilka różnych faz. Najprościej możemy go przedstawić za pomocą wykresu.



Cykl życiowy komórki można też przedstawić za pomocą schematu.



### Opis oznaczeń

Faza M – podział komórki.

Faza  $G_1$  – następuje po podziale komórki. Zachodzą w niej procesy syntezy białek. Są to głównie białka budulcowe. Dochodzi również do podziału organelli autonomicznych (mitochondria, chloroplasty). Komórka przygotowuje się do replikacji materiału genetycznego.

Faza S – faza replikacji materiału genetycznego, czyli podwajanie jego ilości. W tej fazie są syntezowane histony, jako jedyne białka.

Faza  $G_2$  – komórka przygotowuje się do podziału. Syntezowane są białka potrzebne do wytworzenia wrzeciona podziałowego (kariokinetycznego).

Fazy  $G_1$ ,  $G_2$ , S – razem stanowią interfazę.