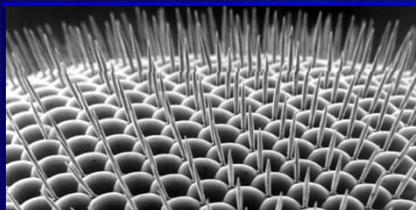


1. Budowa komórki: definicja

Komórka to najmniejsza strukturalna i funkcjonalna jednostka organizmów żywych, zdolna do przeprowadzania wszystkich procesów życiowych.



Powierzchnia komórek *D. melanogaster* pod mikroskopem elektronowym



Caulerpa taxifolia, stożek jednokomórkowego glonu, który przypomina strukturę wielokomórkowego stożka wzrostu roślin lądowych



Jajo strusia (masa do 1,5 kg)



1. Budowa komórki: definicja

Współczesna teoria komórkowej budowy organizmów

- Wszystkie organizmy zbudowane są z komórek.
- Komórki są jednostkami strukturalnymi i funkcjonalnymi.
- Wszystkie komórki powstały w wyniku podziału innych komórek.
- Komórki zawierają informację genetyczną, która jest przekazywana do komórek potomnych podczas podziału.
- Wszystkie komórki składają się z tych samych związków chemicznych.
- Wszystkie procesy metaboliczne niezbędne do życia zachodzą w komórkach.

Robert Hook,
twórca nazwy „komórka”



Matthias Schleiden,
botanik,
rośliny zbudowane są z komórek

Theodor Schwann,
rośliny i zwierzęta zbudowane są z komórek

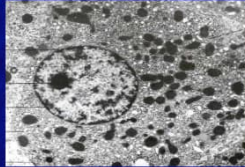


1. Budowa komórki: metody badania

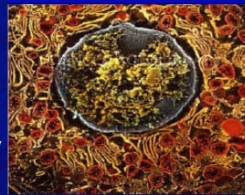
Techniki obrazowania, testy biochemiczne i genetyczne oraz narzędzia informatyczne służą do badania komórek.

Typy mikroskopów

- **Świetlny:** wykorzystuje światło widzialne, powiększa do 300 razy:
 - **zwykły:** komórki należy barwić;
 - **kontrast-fazowy:** komórek się nie barwi, wykorzystuje się różnice w gęstości struktur komórki;
 - **fluorescencyjny:** wykorzystuje barwniki i filtry.
- **Elektronowy, transmisyjny (TEM):** wykorzystuje elektrony. Fragmenty o dużej gęstości rozpraszają elektrony i dają ciemne pola na czarno-białym obrazie. Powiększenie do 200 000 razy.



Komórka wątroby w mikroskopie elektronowym (TEM): powiększenie 11 050 razy. Obraz w TEM jest dwuwymiarowy.



Komórka wątroby w mikroskopie elektronowym skaningowym (SEM): SEM pozwala uzyskać obraz trójwymiarowy, gdyż bada się powierzchnię próby. Barwny obraz uzyskuje się przez integrację z fluorescencją.

Tkanki do mikroskopii elektronowej muszą być odwodnione, utrwalone (np. w czterotlenku osmu), zatopione w żywicy epoksydowej. Otrzymane bloki są cięte na ultraskrawki za pomocą mikrotomu.



1. Budowa komórki: metody badania

Kultury komórek ludzkich znajdują zastosowanie w testowaniu leków, badaniu nowotworów, produkcji białek i przeciwciał.

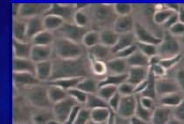
Typy kultur:

- **pierwotne:** pobiera się tkankę danej osoby i stanowi ona eksplantant (wyosobniony fragment) lub uzyskuje się pojedyncze komórki, kultura składa się z komórek heterogennych, które później zdominowane są przez fibroblasty.
- **wtórne (ciągłe):** składa się z pojedynczych komórek, które utrzymywane są przez określoną liczbę podziałów lub nieograniczenie, są to linie komórkowe, wykazują pewien stopień zróżnicowania.

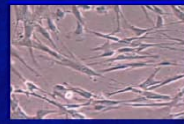
Morfologia komórek w kulturze odzwierciedla morfologię komórki/tkanki wyjściowej.



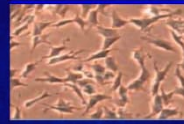
Typ: nabłonkowy, linia HeLa, człowiek.



Typ: śródbłonkowy, linia BAE-1, aorta, bydło domowe.



Typ: fibroblast, linia MRC-5, płuca, człowiek.



Typ: neuronalny, linia SH-SY5Y, szpik kostny, człowiek.

Kultury komórkowe i tkankowe wykorzystywane są w medycynie regeneracyjnej: autologiczne pochodzą od komórek danego pacjenta, allogeniczne pochodzą od komórek innej osoby.

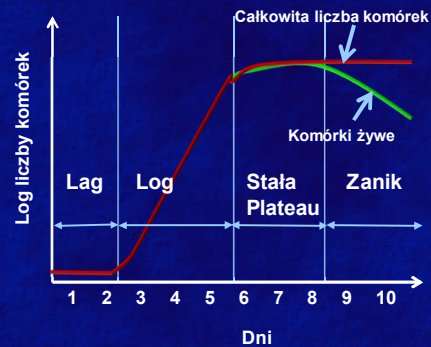


1. Budowa komórki: metody badania

Typowy wzrost komórek w kulturze *in vitro* ma charakter logarytmiczny i obejmuje kilka faz.

Fazy wzrostu komórek w kulturze

- Faza „Lag”: komórki się nie dzielą, adaptacja do warunków kultury.
- Faza „Log” (logarytmiczna): komórki się intensywnie dzielą, ich liczba wzrasta wykładniczo.
- Faza „Plateau” (stała): komórki dzielą się wolniej, liczba komórek dzielących spada o 10% na każdy cykl podziałowy.
- Faza „zaniku”: zmniejsza się liczba komórek żywych, spadek żywotności kultury jest wynikiem naturalnych procesów.



Fazy wzrostu komórek w kulturze *in vitro*.

Komórki w kulturach *in vitro* są najbardziej żywotne w fazie „Log”, dlatego w tej fazie zaleca się ocenę funkcji komórkowych.



1. Budowa komórki: metody badania

Komórki w kulturze *in vitro* mogą być przyłączone do podłoża (adherentne) lub rozproszone w roztworze (suspensja).

Linia	Typ linii	Pochodzenie	Morfologia/typ
MRC-5	Adherentny	Płuca, człowiek	Fibroblast
HeLa	Adherentny	Szyjka macicy, człowiek	Nabłonkowy
NIH 3T3	Adherentny	Embrion myszy	Fibroblast
HEK 293	Adherentny	Nerka, człowiek	Nabłonkowy
HEP G2	Adherentny	Wątroba, człowiek	Nabłonkowy
NSO	Suspensja	Szpiczak, mysz	Limfoblastoidalny
U266 B1	Suspensja	Szpiczak, człowiek	Limfoblastoidalny
Namalwa	Suspensja	Chłoniak, człowiek	Limfoblastoidalny
U937	Suspensja	Szpiczak, człowiek	Limfoblastoidalny



1. Budowa komórki: Prokariota

B
A
K
T
E
R
I
E

Agrobacterium tumefaciens

Escherichia coli

Salmonella typhi

Calothrix sp.

Nostoc sp.

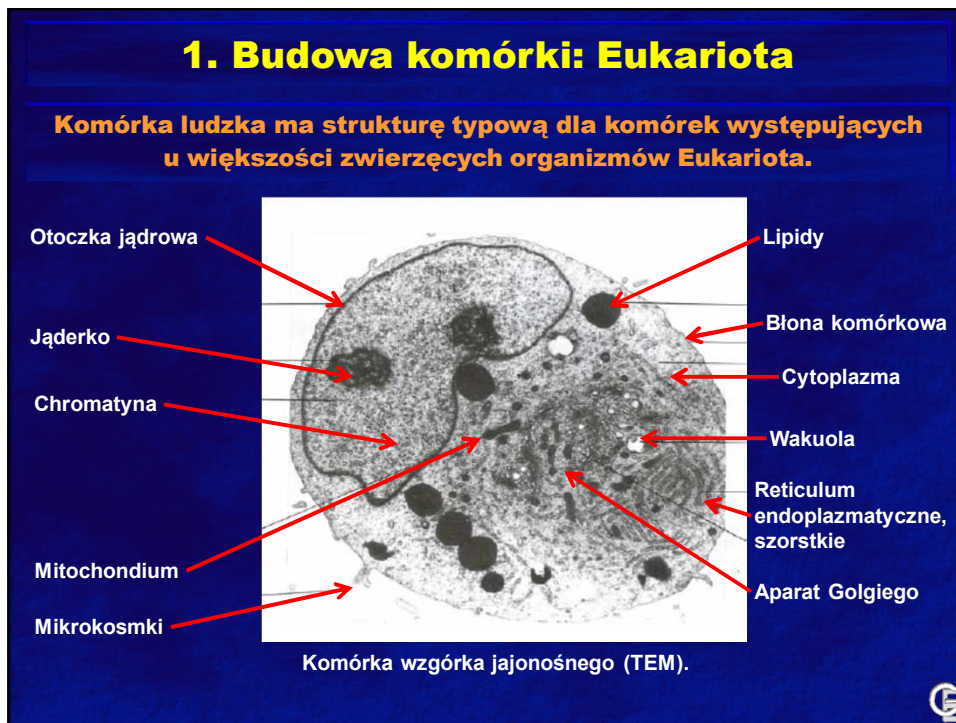
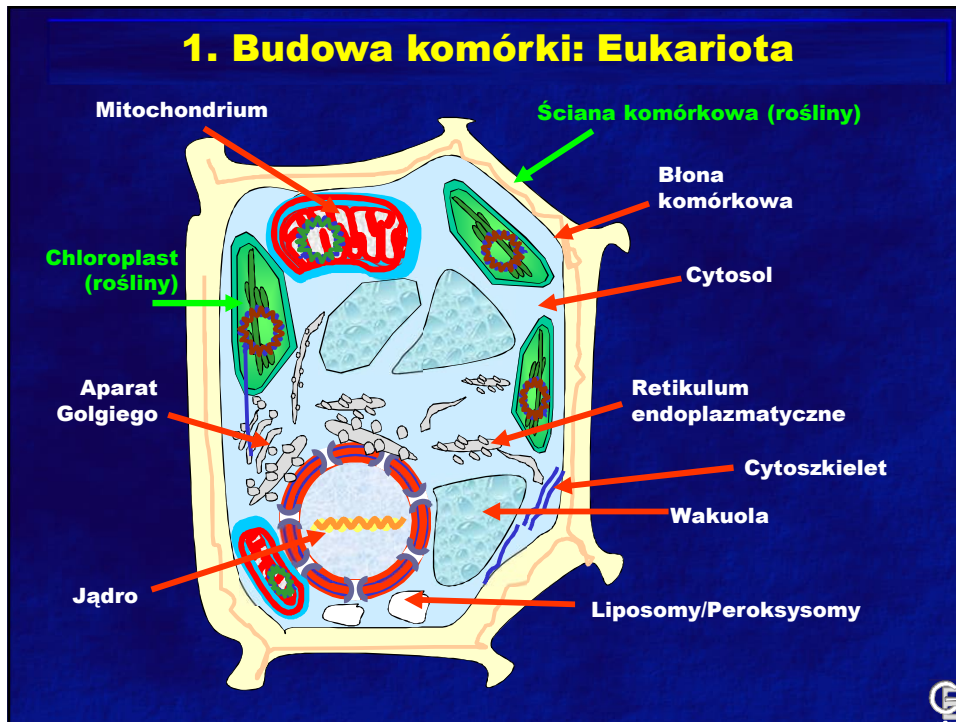
Gleocapsa sp.

SINICE

1. Budowa komórki: Prokariota

Przeciętna średnica komórki prokariotycznej wynosi 0,1-10 μm .

Komórki prokariotyczne są mniejsze od komórek eukariotycznych, których średnica wynosi 10-100 μm . Komórki roślinne i zwierzęce mają zbliżoną wielkość.



1. Budowa komórki: Eukariota



Jądro w komórkach tarczycy.



SEM



Błona jądrowa w oocytach (TEM).



Reticulum edoplazmatyczne w komórkach wątroby (TEM).



Reticulum edoplazmatyczne w komórkach zarodkowych (TEM).

Human Cell Atlas

1. Budowa komórki: Eukariota



Aparat Golgiego w komórkach zarodkowych (TEM i SEM).



Mitochondria w oocytach (TEM i SEM).

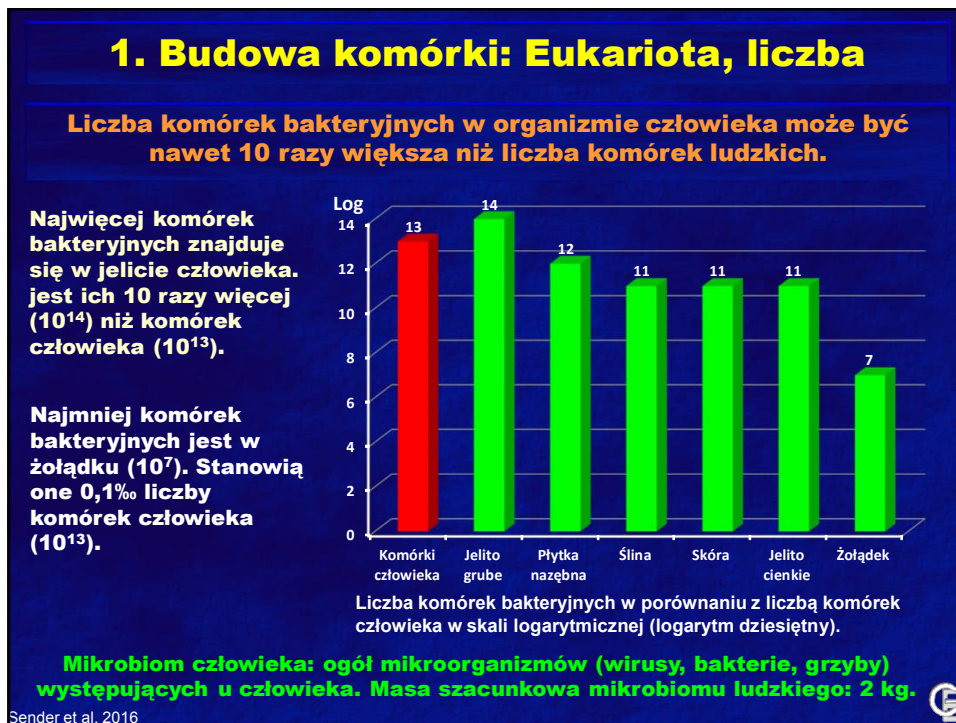
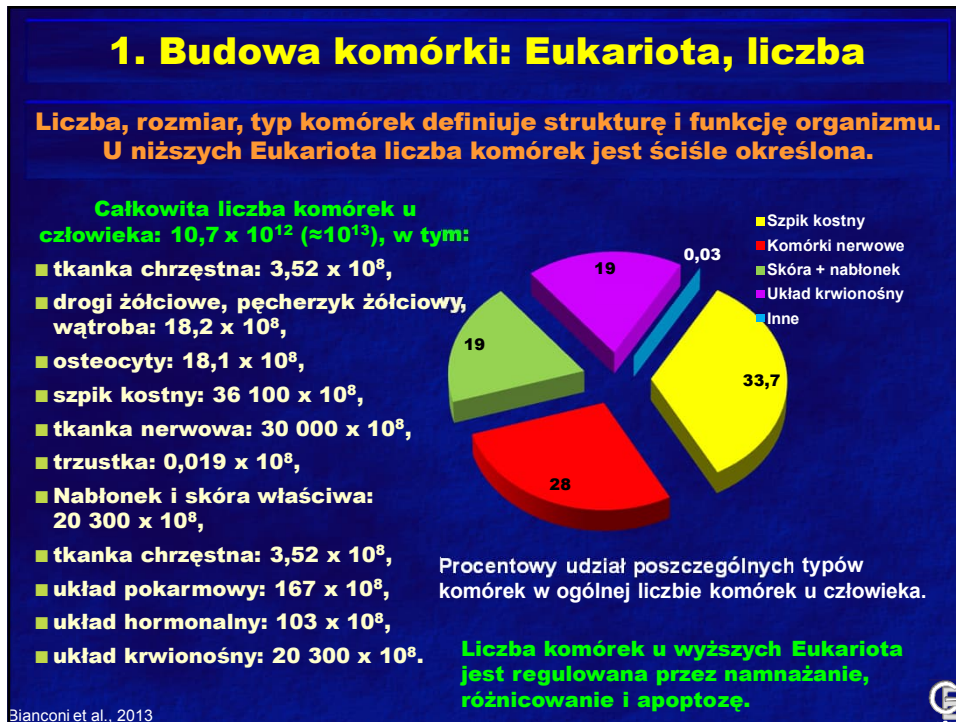


Lizosomy w komórkach trzustki (TEM i SEM).



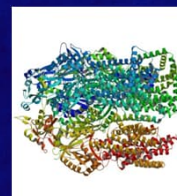
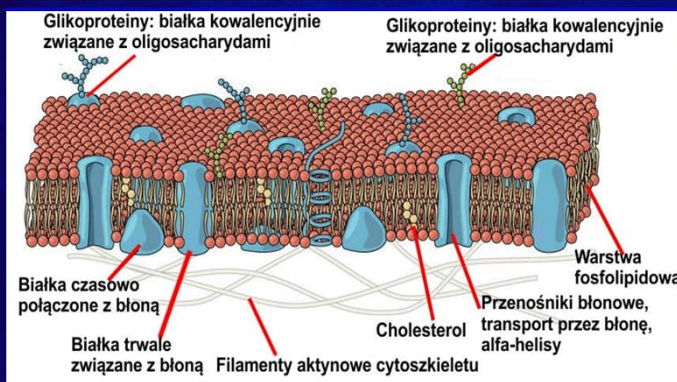
Mikrotubule wrzeciona podziałowego w oocytach (TEM).

Human Cell Atlas

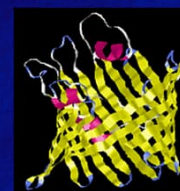


1. Budowa komórki: Eukariota, błona

Błona komórkowa komórki eukariotycznej zbudowana jest z podwójnej warstwy fosfolipidowej.



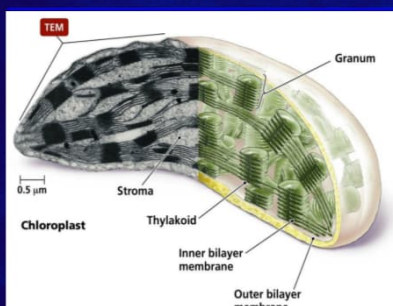
Struktura białka błonowego, *Campylobacter jejuni*



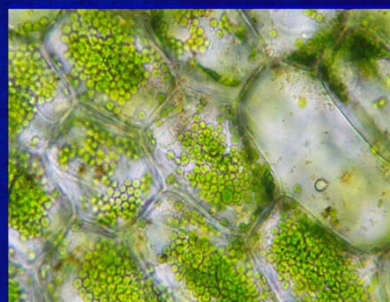
Struktura porynny: przenośnika białkowego typu beta-barrel

Krystalizacja białek błonowych jest trudna. Wiele struktur otrzymano poprzez modelowanie.

1. Budowa komórki: Eukariota, organella



Schemat budowy chloroplastu

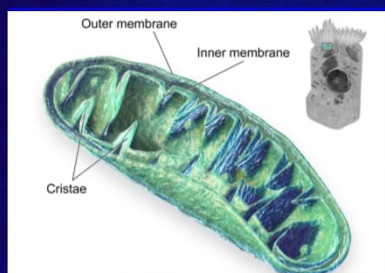


Chloroplasty u moczarki kanadyjskiej

- **Podwójna błona otaczająca chloroplast.**
- **System tylakoidalny, tylakoidy zawierają chlorofil, 10-20 tylakoidów tworzy grana.**
- **Stroma: zasadowy roztwór wodny, tu znajdują się rybosomy i DNA.**

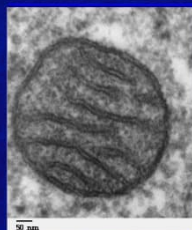
- **Wiele kolistych cząsteczek DNA, nukleoidów.**
- **Konserwatywna kolejność genów tRNA: 16S – tRNA^{ile} – tRNA^{ala} – 23S – 5S.**

1. Budowa komórki: Eukariota, organella

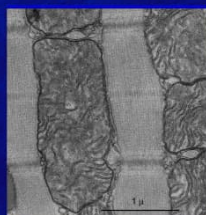


Schemat budowy mitochondrium

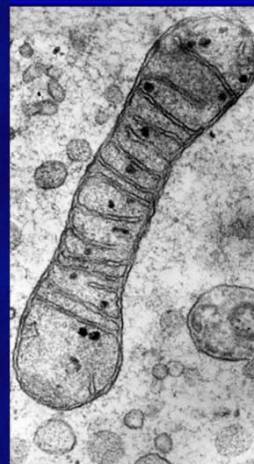
- **Podwójna błona otaczająca mitochondrium.**
- **Błona zewnętrzna jest gładka, błona wewnętrzna tworzy grzebienie mitochondrialne.**
- **Wiele cząsteczek kolistego DNA, nukleoidów, u człowieka pojedyncza cząsteczka ma 16 kb i koduje 37 genów, dziedziczenie maceczne.**



Mitochondria komórek płuc u człowieka



Mitochondria komórek mięśnia sercowego u człowieka

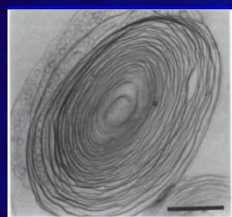


Mitochondria komórek zarodków kurzych



1. Budowa komórki: Eukariota, liposomy

Liposomy to struktury o wielkości 10-1000 μm , otoczone podwójną warstwą lipidową (5 nm), wypełnione są roztworem wodnym.



Przekrój przez liposom komórek nerwowych krowy



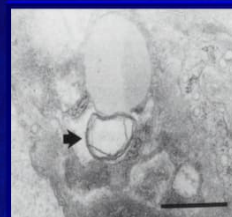
Liposomy w komórkach skóry świni



Liposomy w komórkach czerniaka

Liposomy powstają przez inkorporację części błony komórkowej do wnętrza komórki. Transportują substancje rozpuszczalne w wodzie do komórki i na zewnątrz.

Liposomy wytwarzane sztucznie wykorzystywane są w przemyśle farmaceutycznym i kosmetycznym.



Liposomy w komórkach płuc u człowieka

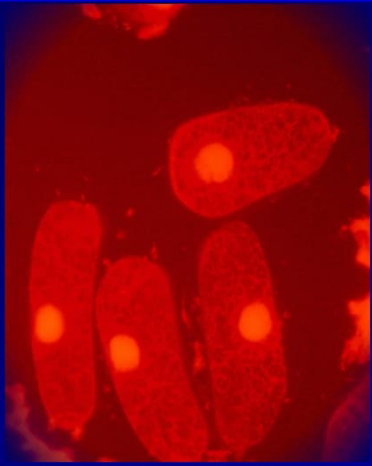


1. Budowa komórki - porównanie

Cecha	Prokariota	Eukariota		
		Rośliny	Grzyby	Zwierzęta
DNA	Kolisty, liniowy	Liniowy, chromosomy		
Jądro	NIE	TAK		
Rekombinacja	Częściowo, horyzontalny transfer	Mejoza		
Rybosomy/ rDNA	50S i 30S/5S, 23S i 16S	60S i 40S/5S, 5,8S, 28S, 18S		
Chloroplasty	NIE	TAK	NIE	
Mitochondria	NIE	TAK		
Cytoszkieleł	TAK/NIE	TAK		
Retikulum end.	NIE	TAK		
Aparat Golgiego	NIE	TAK		
Wakuole	TAK	TAK		
Błona kom.	TAK	TAK		
Ściana kom.	TAK (złożony skład)	TAK	NIE	
Rozmiary	0,1-10 μm	10-100 μm		

Komórka i cykl życiowy

- Budowa komórki**
 - Definicja metody badania
 - Komórka Prokariota
 - Komórka Eukariota
- Teoria endosymbiozy**
 - Pochodzenie chloroplastów
 - Pochodzenie mitochondriów
 - Pochodzenie jądra
- Cykl życiowy komórki**
 - Fazy cyklu
 - Zależność cyklu od etapu rozwoju
 - Mitoza i mejoza
- Organizmy modelowe w badaniach genetycznych**



Barwienie metodą Feulgena

2. Teoria endosymbiozy

Symbiogeneza (teoria endosymbiotyczna) zakłada, że organella Eukariota wyewoluowały z komórek Prokariota.

Dowody potwierdzające teorię endosymbiotyczną.

- Mitochondria i chloroplasty powstają przez podział. Komórka nie tworzy ich *de novo*.
- Lipid błonowy, kardiolipina występuje tylko w błonie mitochondriów i u bakterii.
- Mitochondria i chloroplasty zawierają koliste cząsteczki DNA o strukturze i rozmiarach podobnych do DNA bakteryjnego.
- Rybosomy mitochondrialne i chloroplastowe są podobne do rybosomów bakteryjnych.
- Formylometionina jest aminokwasem początkowym we wszystkich białkach tworzonych przez mitochondria i chloroplasty, podobnie jak u większości Prokariota.



Konstantin Mereschkowski



Andreas Schimper



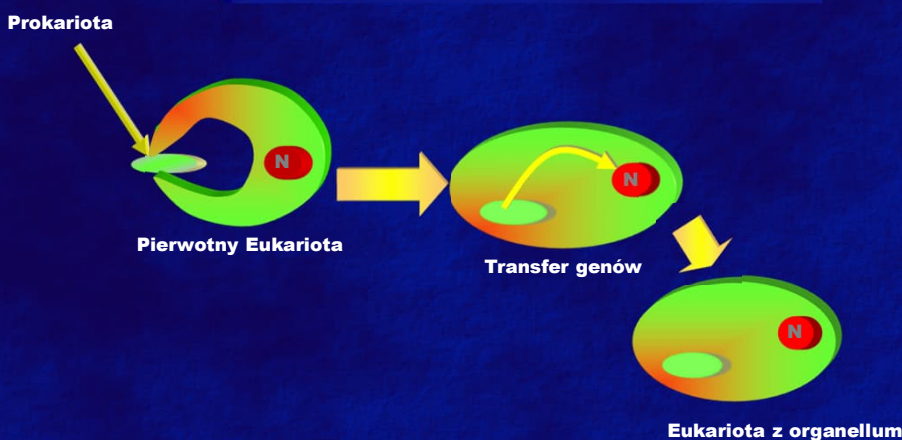
Lynn Margulis



2. Teoria endosymbiozy

Monofiletyczne pochodzenie organelli

Pierwotna endosymbioza pomiędzy jednym typem endosymbionta i jednym typem gospodarza.



2. Teoria endosymbiozy

Polifiletyczne pochodzenie organelli

Wtórna endosymbioza pomiędzy jednym typem lub wieloma typami endosymbionta i jednym lub wieloma typami gospodarza

2. Teoria endosymbiozy: chloroplasty

Chloroplasty powstały z pierwotnych Cyanobacteria (sinic).

Glaucocystophytes:
mała, izolowana linia glonów z plastydami pierwotnymi zwanymi cjanelami.

Chlorophytes:
taksony z pierwotnymi plastydami, pochodzące od *Cyanobacteria* i obejmujące „zielone” glony oraz rośliny lądowe. Taksony z plastydami wtórnymi wywodzą się od pierwotnych „zielonych” glonów.

Rhodophytes:
tzw. „czerwone” glony głównie z pierwotnymi plastydami. Taksony z plastydami wtórnymi wywodzą się od pierwotnych „czerwonych” glonów. Apikoplasty *Plasmodium falciparum* pochodzą od „czerwonych glonów”

A.

B.

Apikoplast wydłużony (A) i rozgałęziony (B) u *P. falciparum*.

2. Teoria endosymbiozy: mitochondria

Mitochondria powstały z Prokariota zbliżonych do *Rickettsia*.



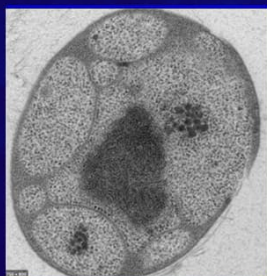
- Riketsje to obligatoryjne pasożyty wewnętrzne.
- Występują u ssaków i owadów.
- Wywołują tyfus plamisty.
- Większość riketsji jest wrażliwa na antybiotyki.
- Genom riketsji nie zawiera genów szlaku glikolizy i syntezy aminokwasów. Jest to cecha wspólna z genomem mitochondrialnym.



2. Teoria endosymbiozy: jądro

Jądro mogło wyewoluować od wolno-żyjącego organizmu komórkowego lub wirusa, który wszedł w endosymbiozę.

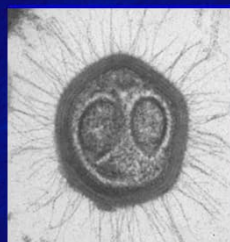
Pochodzenie autogeniczne



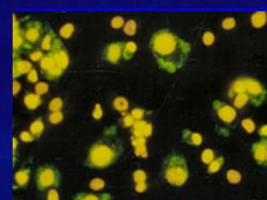
Gemmata obscuriglobus, posiada strukturę błonową, która otacza DNA, zawiera pory i przypomina jądro. Częściowo rozdzielona jest transkrypcja od translacji. Bakteria jest przykładem organizmu, u którego dochodzi do samorzutnego podziału przestrzeni wewnątrzkomórkowej.

Autogeniczne pochodzenie jądra zakłada, że powstało ono na skutek kompartmentalizacji materiału genetycznego w komórce.

Pochodzenie endosymbiotyczne



Mimivirus należy do wirusów olbrzymich. Mają one duży genom, ds DNA, kapsyd otoczony jest warstwą białek fibrylarnych, zawierają geny niezbędne do translacji.



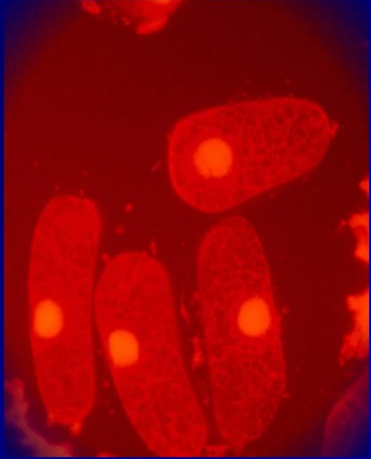
Wiroplazma zaznaczona na zielono. W wiropłazmie odbywa się replikacja.

Jądro mogło powstać w odpowiedzi na infekcję wirusową komórki Archaea. Przodkiem mogły być poxwirusy ze względu na podobieństwo polimeraz DNA.



Komórka i cykl życiowy

- Budowa komórki**
 - Definicja i metody badania
 - Komórka Prokariota
 - Komórka Eukariota
- Teoria endosymbiozy**
 - Pochodzenie chloroplastów
 - Pochodzenie mitochondriów
 - Pochodzenie jądra
- Cykl życiowy komórki**
 - Fazy cyklu
 - Zależność cyklu od etapu rozwoju
 - Mitoza i mejoza
- Organizmy modelowe w badaniach genetycznych**



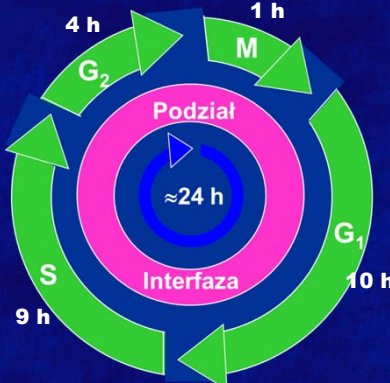
Barwienie metodą Feulgena

3. Cykl życiowy komórki: fazy

Cykl życiowy komórki to seria zdarzeń prowadząca do podziału komórki. Typowy cykl występuje tylko u Eukariota.

Fazy cyklu

- Mitoza (M)**
- Interfaza:**
 - G1:** (ang. gap), przygotowanie do podziału, w punkcie restrykcyjnym komórka musi przejść w S lub G0;
 - S:** synteza, replikacja DNA;
 - G2:** (gap), zmiany metaboliczne przygotowujące substancje niezbędne do mitozy i cytokinezy.

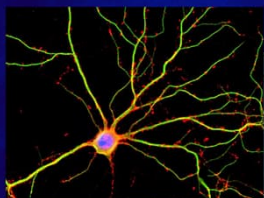


4 h
G₂
1 h
M
Podział
≈24 h
Interfaza
9 h
S
10 h
G₁

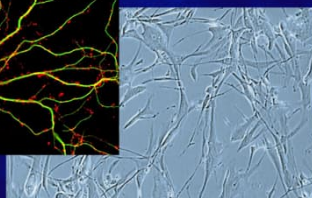
G0: faza spoczynku, komórki przeprowadzają reakcje metaboliczne, ale nie mogą się dzielić. Komórki zwierzęce mogą przejść w fazę G0 po zakończeniu fazy G1, komórki roślinne – po zakończeniu G1 lub G2.

3. Cykl życiowy komórki: fazy

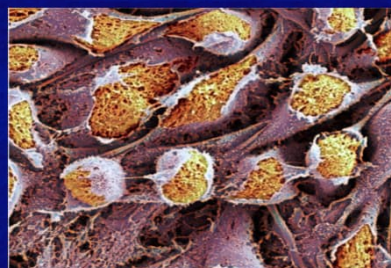
Komórki zróżnicowane pozostające w fazie G₁, mogą przejść w fazę G₀. Niektóre komórki mogą wrócić z fazy G₀ do podziałów (hepatocyty, limfocyty).



Neurony, hipokamp



Komórki mięśni szkieletowych



Komórki w permanentnej fazie G₀

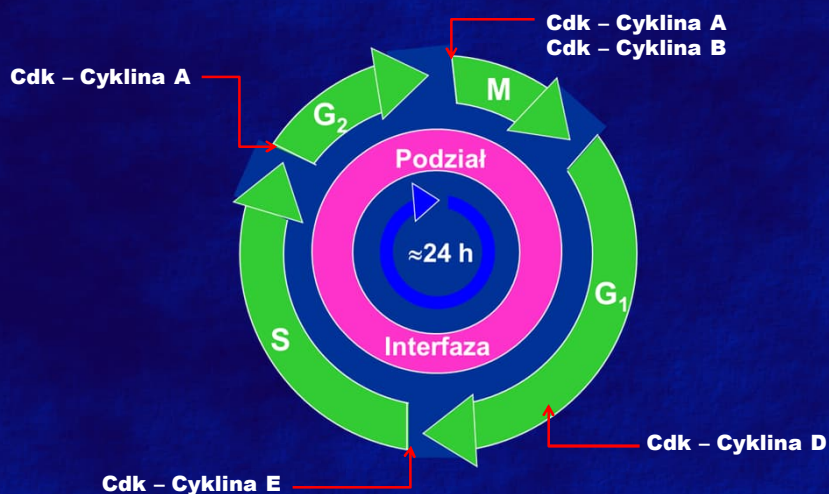
Komórki mogą przejść w fazę G₀ w niekorzystnych warunkach środowiskowych.

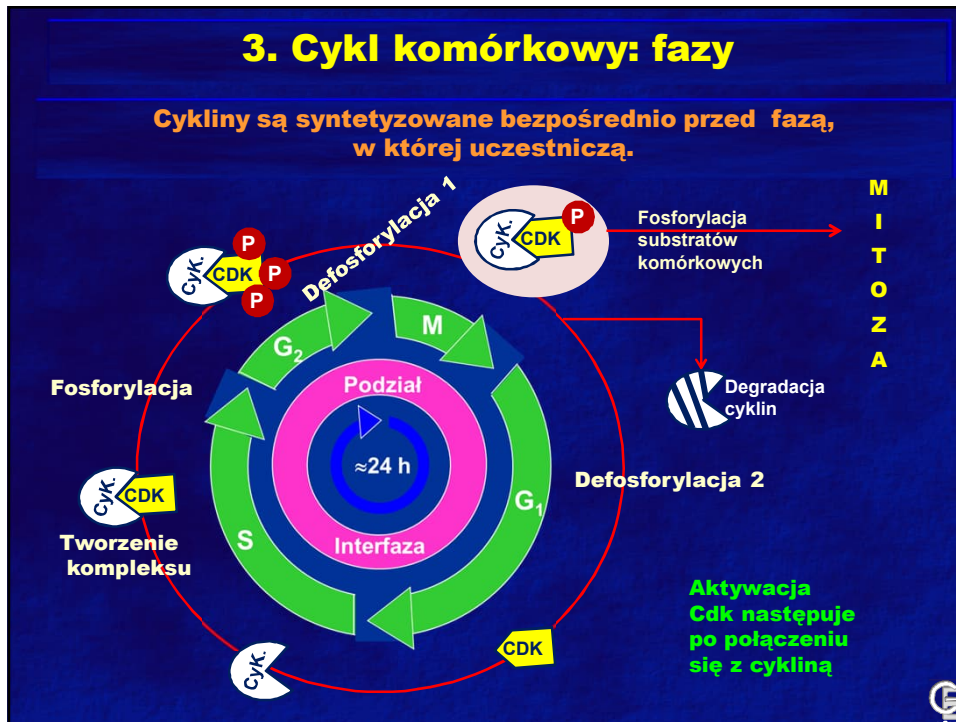
HESCs: totipotentne zarodkowe komórki macierzyste człowieka, mogą się przekształcić w każdą z 200 różnych typów komórek ludzkich. Przejście z G₀ w G₁ uwarunkowane jest czynnikami biochemicznymi.

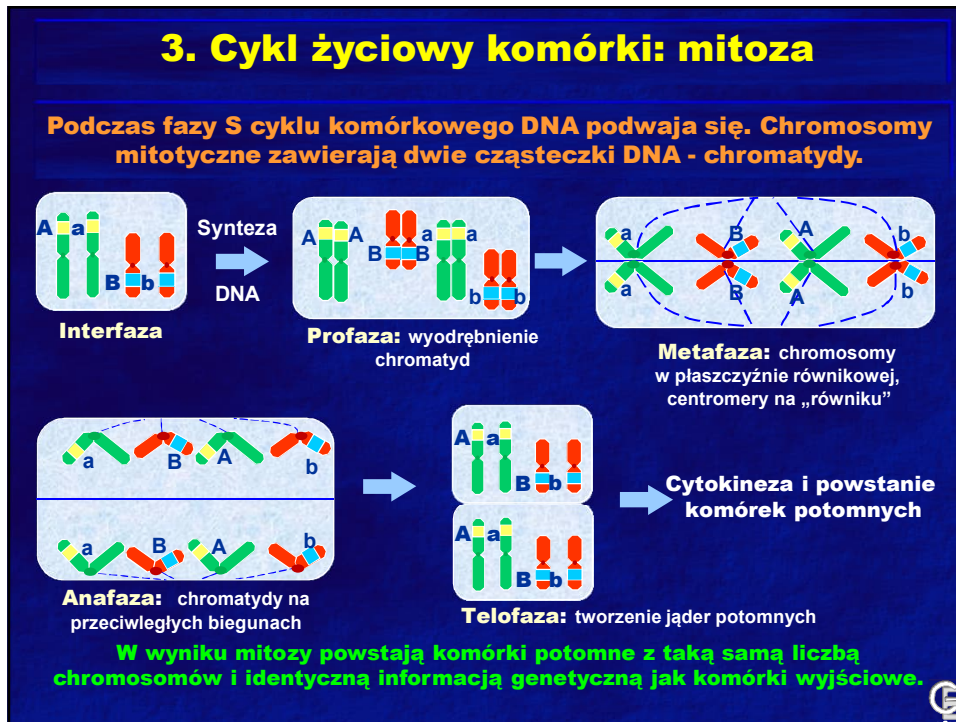


3. Cykl komórkowy: fazy

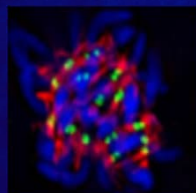
Cykl komórkowy jest kontrolowany przez dwie grupy białek: cykliny oraz cyklino-zależne kinazy (Cdk).



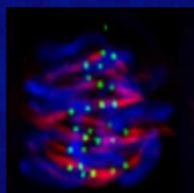




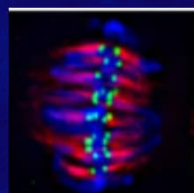
3. Cykl życiowy komórki: mitoza, jęczmień



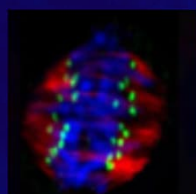
Profaza



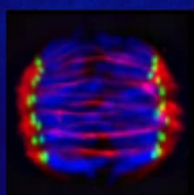
Prometafaza



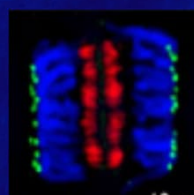
Metafaza



Anafaza



Późna anafaza



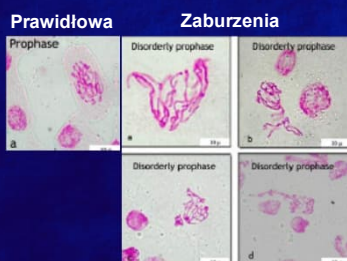
Telofaza

Immunofluorescencja: α -tubuliną (czerwone), białko kinetochoru (zielone).

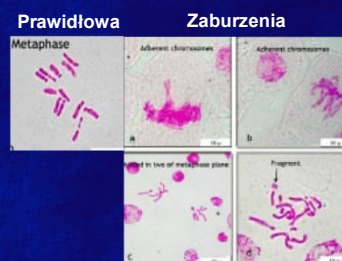
Zhang and Dawe 2001: Chromosome Res 19:335-334



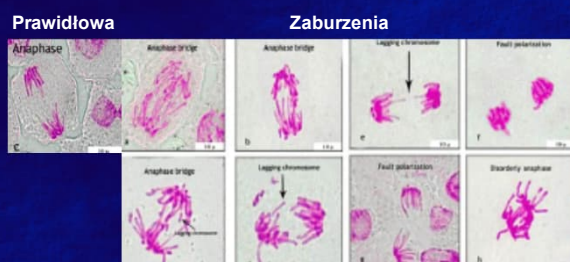
3. Cykl życiowy komórki: mitoza, wyka



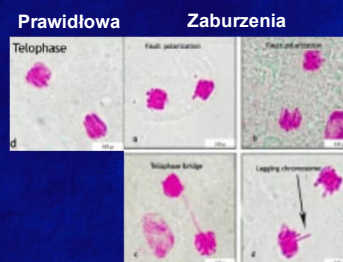
Profaza



Metafaza



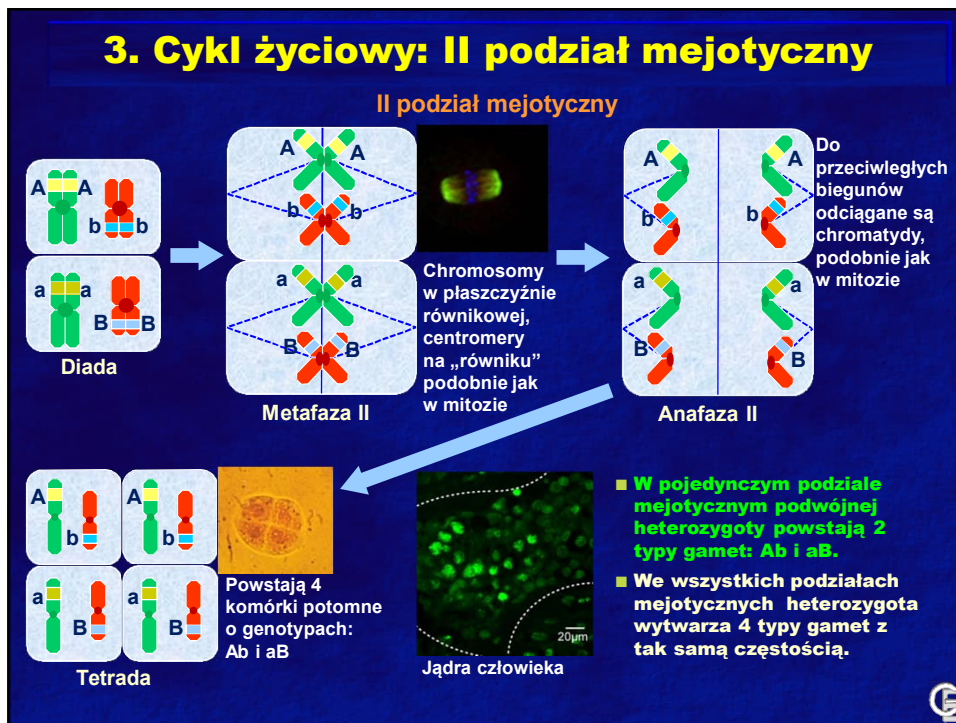
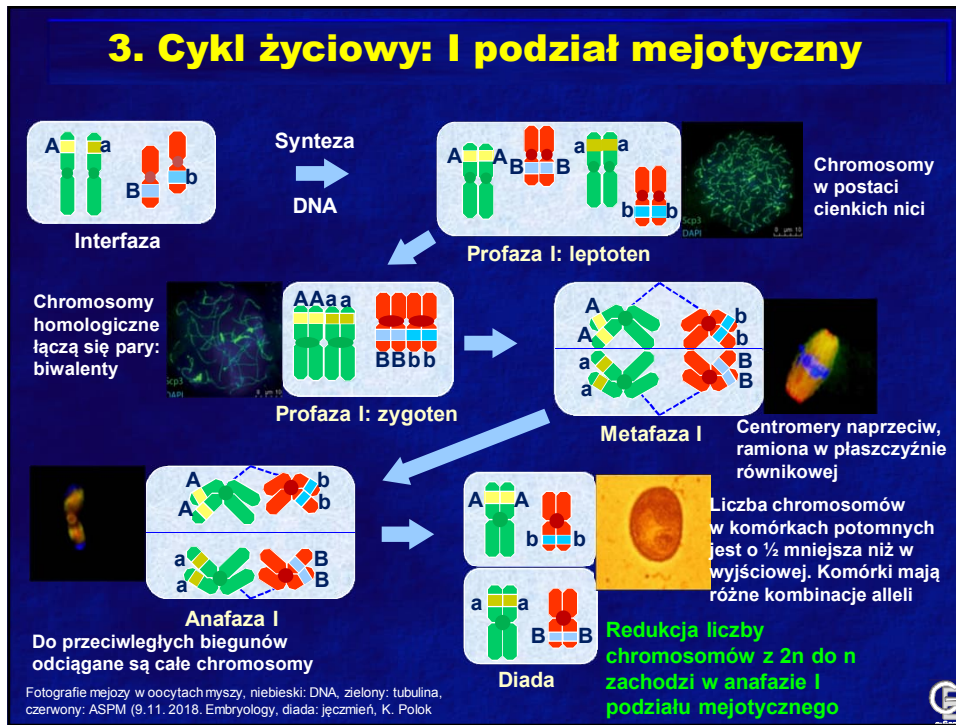
Anafaza



Telofaza

Tabur i Oney, 2009. J.Agric. Res. 47:1-9

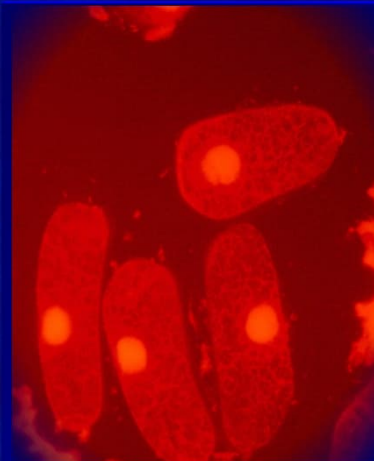






Komórka i cykl życiowy

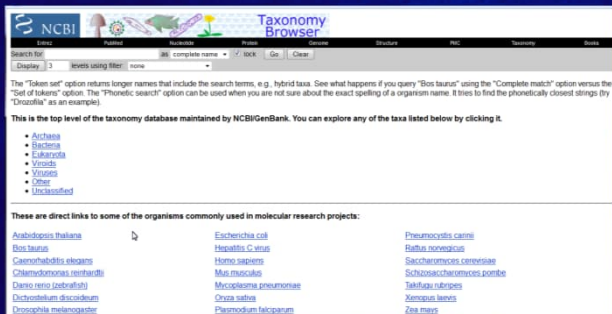
- Budowa komórki**
 - Definicja i metody badania
 - Komórka Prokariota
 - Komórka Eukariota
- Teoria endosymbiozy**
 - Pochodzenie chloroplastów
 - Pochodzenie mitochondriów
 - Pochodzenie jądra
- Cykl życiowy komórki**
 - Fazy cyklu
 - Zależność cyklu od etapu rozwoju
 - Mitoza i mejoza
- Organizmy modelowe w badaniach biologicznych**



Barwienie metodą Feulgena

4. Organizmy modelowe

Organizmy modelowe to gatunki wykorzystywane w badaniach nad procesami biologicznymi z założeniem, że wyniki można odnieść do innych gatunków, w tym człowieka.



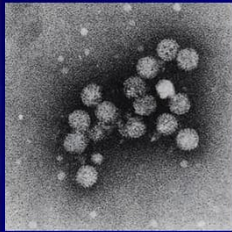
Cechy gatunków modelowych:

- mały genom z małą liczbą sekwencji powtarzalnych,
- krótki cykl życiowy,
- łatwość rozmnażania w warunkach laboratoryjnych,
- łatwość krzyżowania,
- łatwość pozyskiwania mutantów,
- łatwość manipulacji *in vitro*.

W bazie NCBI (National Center for Biotechnology Information) jest wyróżnionych 21 najczęściej badanych gatunków, w tym część to gatunki modelowe.

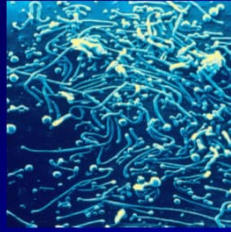
4. Organizmy modelowe

Prokariota reprezentowane są przez *Escherichia coli* oraz *Mycoplasma pneumoniae*.



Wirus zapalenia wątroby typu C

Czynnik wywołujący zapalenie wątroby, prowadzi do marskości i raka pierwotnego, zakażenie może przebiegać bezobjawowo.



Mycoplasma pneumoniae

Jeden z najmniejszych organizmów (0,1-0,2 μm), mały genom (0,8 Mb), 687 genów, z których 56% koduje enzymy, wrażliwy na mutacje, brak ściany komórkowej, wywołuje zapalenie płuc.



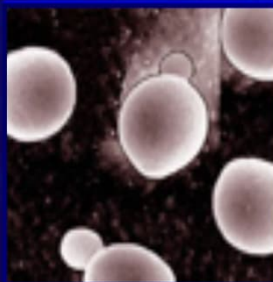
Escherichia coli

4,6-5,4 Mb, 4377 genów, łatwa w hodowli i manipulacjach *in vitro*, wykorzystywana w bioreaktorach, wchodzi w skład flory bakteryjnej człowieka.



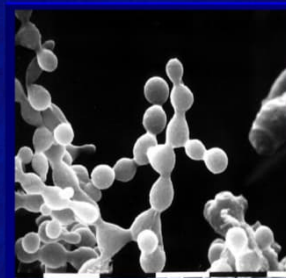
4. Organizmy modelowe

Drożdże oraz *Neurospora crassa* to modelowe grzyby.



Saccharomyces cerevisiae (drożdże)

Odkryte na skórkach winogron, model w biologii molekularnej, genom 12,5 Mb i 11 tys. genów, fermentacja alkoholowa, wykorzystywana w piekarnictwie, browarnictwie, winiarstwie.



Neurospora crassa

Posiada wiele prymitywnych cech oraz cechy wspólne z grzybami patogennymi, model w badaniach nad interferencją RNA, genom 36,6 Mb i 10 tys. genów.



4. Organizmy modelowe

Najprostszym modelowym organizmem roślinnym jest jednokomórkowy glon, zielenica, *Chlamydomonas reinhardtii*.



Chlamydomonas reinhardtii

Wykorzystywany w badaniach nad biogenezą chloroplastów, fotosyntezą, kontrolą cyklu komórkowego i regulacją proteomu. Genom jądrowy zawiera 1,6 Mb w 17 chromosomach.



Physcomitrella patens

Mchy są modelami w badaniach ewolucyjnych, zwłaszcza powstania roślin wyższych. Łatwo otrzymuje się mutanty z wyłączonymi fragmentami genomu, wykorzystany w biotechnologii i medycynie, 472 Mb w genomie jądrowym.



4. Organizmy modelowe

Rzodkiewnik, *Arabidopsis thaliana* jest modelową rośliną, często nazywaną „botaniczną *Drosophilą*”.



Rzodkiewnik pospolity, *Arabidopsis thaliana*

Mały genom jądrowy (120 Mb, 28 tys. genów, kilka tysięcy mutantów, krótki cykl życiowy (6 tygodni), łatwo rozmnaża się w laboratorium.



Brachypodium distachyon

Model dla traw ze względu na stosunkowo mały genom (270 Mb), diploidalność, samopylność, krótki cykl życiowy. Wykorzystywany w genomice funkcjonalnej.



4. Organizmy modelowe

Muszka owocowa, *Drosophila melanogaster* „przyczyniła się” do sformułowania chromosomowej teorii dziedziczności.



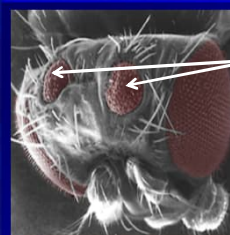
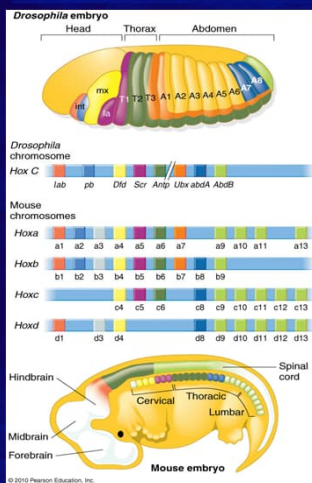
Cechy *D. melanogaster*:

- łatwo rozmnaża się w laboratorium,
- krótki cykl rozwojowy,
- liczne potomstwo,
- łatwo się krzyżuje,
- duża liczba mutantów, w tym rozwojowych,
- $2n = 8$, duże chromosomy,
- genom jądrowy – 120 Mb, 17 tys. genów, zsekwencjonowany,
- zawiera geny homologiczne dla 75% genów ludzkich wywołujących choroby.

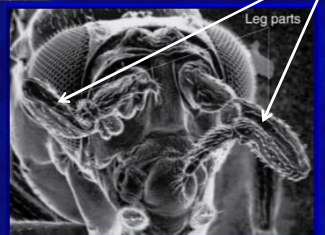


4. Organizmy modelowe

Drosophila melanogaster jest wykorzystywana w badaniach nad genetycznym uwarunkowaniem embriogenezy.



Fragmenty odnóży w miejscu czułec



Geny *Hox* u *Drosophila* i u myszy są homologiczne

Geny *Hox*: grupa konserwatywnych genów homeotycznych, które kontrolują rozwój części ciała w zarodkach zwierząt wzdłuż osi głowa-ogon.

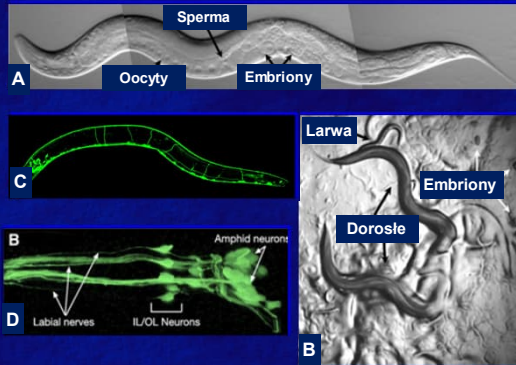


4. Organizmy modelowe

Caenorhabditis elegans: nicienie wykorzystywane w genetyce rozwojowej i badaniu biologii patogenów człowieka.

Charakterystyka *C. elegans*

- Wolno żyjący, nieparazytyczny nicienie, długość ok 1 mm.
- Występuje w glebie w klimacie umiarkowanym.
- Żywi się mikroorganizmami, głównie bakteriami.
- Hermafrodyta, cykl od jaja do dorosłego osobnika trwa 56 h, żyje 2-3 tygodnie.
- Zbudowany z 959 komórek somatycznych, w tym 302 komórki to neurony.
- Żywe komórki mogą być zamrażane i odmrażane.



Osobnik dorosły *C. elegans* (A), stadia rozwojowe w kulturze (B), obraz z mikroskopu fluorescencyjnego (C), komórki nerwowe (D).

C. elegans jest najprostszym organizmem z systemem nerwowym i dlatego jest modelem w badaniach rozwoju systemu nerwowego u zwierząt.



Zagadnienia 1-2

1. Budowa komórki: definicja

- Co to jest komórka?
- Elementy współczesnej teorii komórkowej budowy organizmów.
- Czy komórki mogą powstać *de novo*? Proszę uzasadnić odpowiedź.

2. Budowa komórki: metody badania

- Jakie techniki/narzędzia wykorzystuje się do badania komórek?
- Jakie zjawisko wykorzystuje mikroskop świetlny?
- Proszę wymienić typy mikroskopów świetlnych?
- Jakie zjawisko wykorzystuje mikroskop elektronowy?
- Czym różni się transmisyjny mikroskop elektronowy od mikroskopu elektronowego, skaningowego?
- W jaki sposób uzyskuje się barwne obrazy w mikroskopii elektronowej?
- Jak należy przygotować preparat do mikroskopii elektronowej?



Zagadnienia 3-4

3. Budowa komórki: metody badania, *in vitro*

- W jakich dziedzinach znajdują zastosowanie kultury tkankowe i komórkowe człowieka?
- Jakie wyróżniamy typy morfologiczne kultur komórek u człowieka?
- Czym różnią się kultury pierwotne od wtórnych (ciągłych)?
- Który typ kultury komórek najczęściej uzyskuje morfologię fibroblastów?
- Proszę wymienić fazy wzrostu komórek w kulturach *in vitro*?
- W której fazie kultury *in vitro* komórki są najbardziej żywotne?
- W której fazie kultury *in vitro* należy oceniać funkcję komórek? Proszę uzasadnić odpowiedź.
- W której fazie kultury *in vitro* komórki się nie dzielą? Co dzieje się w tej fazie?
- Czym różnią się kultury adherentne od suspensji?
- Proszę podać przykłady kultur adherentnych oraz kultur w suspensji?



4. Budowa komórki: Prokariota

- Jakie struktury tworzą komórkę Prokariota?
- Przykłady organizmów prokariotycznych.
- Które komórki są większe: komórka *E. coli* czy oocyt żaby, komórka roślinna czy komórka zwierzęca?



Zagadnienia 5

5. Budowa komórki: Eukariota

- Wymień wszystkie struktury wchodzące w skład komórki eukariotycznej. Proszę zaznaczyć te struktury w komórce człowieka.
- Ile komórek występuje w organizmie człowieka? Których komórek jest najwięcej.
- Co to jest mikrobiom?
- Która wartość jest wyższa: liczba komórek bakteryjnych u człowieka czy liczba komórek człowieka? Proszę uzasadnić.
- Jakie elementy wchodzą w skład błony komórkowej?
- Jakie typy białek wchodzą w skład lub są powiązane z błoną komórkową.
- Co to jest poryna?
- Wymień cechy charakterystyczne dla struktury chloroplastu.
- Wymień cechy charakterystyczne dla struktury mitochondrium?
- Cechy charakterystyczne genomu chloroplastowego i mitochondrialnego.
- Porównanie chloroplastu i mitochondrium.
- Co to są, jak powstają i jak są wykorzystane liposomy?



Zagadnienia 6

6. Budowa komórki Eukariota: jądro

- Jaką funkcję pełni jądro komórkowe?
- Proszę porównać wielkość jądra z wielkością komórki.
- Proszę podać elementy wchodzące w skład jądra komórkowego.
- Czym charakteryzuje się błona jądrowa?
- Proszę podać elementy wchodzące w skład błony jądrowej.
- Jak odbywa się transport substancji z jądra do cytoplazmy?
- Proszę wymienić elementy budujące pory jądrowe.
- Co to jest nukleoplazma?
- Czy nukleoplazma i nukleosol oznaczają tę samą strukturę?
- Jaki jest skład chemiczny nukleoplazmy?
- Co to jest chromatyna?
- Od czego zależy stopień kondensacji chromatyny?
- Czy podczas cyklu komórkowego chromatyna zachowuje się tak samo u wszystkich Eukariota? Proszę uzasadnić.
- Kiedy i gdzie powstaje jąderko?
- Jaką funkcję pełni jąderko?
- Co to jest NOR i jaką pełni funkcję?
- Gdzie zlokalizowany jest NOR w chromosomie metafazowym, a gdzie w interfazie?
- Co to są nukleopatie?
- O czym świadczy powiększenie jąderka?
- Jakiego typu zmiany w obrębie jąderka powodują toksyny i niektóre antybiotyki?



Zagadnienia 7-8

7. Budowa komórki: Prokariota vs. Eukariota

- Porównaj materiał genetyczny Pro i Eukariota?
- Porównaj struktury komórki Pro i Eukariota?
- Porównaj komórkę roślinną, zwierzęcą oraz komórkę grzybów?

8. Teoria endosymbiozy

- O czym mówi teoria endosymbiozy?
- Przedstaw dowody potwierdzające teorię endosymbiozy?
- Jak mogło powstać jądro Eukariota?
- Narysuj na schemacie endosymbiozę pierwotną i wtórną.
- Różnice między monofiletycznym a polifiletycznym pochodzeniem organelli?
- Z jakich organizmów wywodzą się przodkowie chloroplastów i mitochondriów?



Zagadnienia 9-10

9. Cykl życiowy komórki

- Co to jest cykl życiowy komórki?
- Jakie wyróżniamy fazy cyklu komórkowego?
- W której fazie cyklu komórki nie mogą się dzielić?
- W jakiej fazie cyklu znajdują się zróżnicowane komórki?
- Czy jest możliwy powrót z fazy G0? Uzasadnij.
- Jakie komórki znajdują się w permanentnej fazie G0?
- Jakie białka regulują cykl komórkowy i kiedy są aktywowane?
- Jak może zmieniać się cykl komórkowy podczas rozwoju?



10. Cykl życiowy komórki: mitoza i mejoza

- Co rozchodzi się do przeciwległych biegunów w mitozie: chromosomy czy chromatydy?
- Jak jest położenie chromosomów w metafazie mitozy, gdzie znajdują się centromery, a gdzie ramiona chromatyd?
- Ile komórek potomnych powstaje w mitozie?
- W jakich komórkach/tkankach zachodzi mitoza?
- Ile typów komórek potomnych powstaje w wyniku mitozy komórki o genotypie AaBb?



Zagadnienia 11-12

12. Cykl życiowy komórki: mejoza

- W którym z podziałów komórkowych do przeciwległych biegunów rozchodzą się całe chromosomy?
- Kiedy następuje redukcja chromosomów w mejozie?
- Jak rozpoznać metafazę I i II podziału meiotycznego?
- Jak ułożone są chromosomy w I metafazie mejozy, gdzie znajdują się centromery, a gdzie ramiona?
- Jak ułożone są chromosomy w II metafazie mejozy, jak ułożone są centromery i ramiona?
- Co to są biwalenty?
- Ile typów gamet powstaje w wyniku podziału meiotycznego jednej komórki o genotypie AaBb?
- Ile typów gamet powstaje w wyniku podziału meiotycznego 100 komórek o genotypie AaBb?



13. Organizmy modelowe w badaniach biologicznych

- Definicja organizmów modelowych.
- Jakie cechy mają organizmy modelowe?
- Gdzie możemy znaleźć informacje o organizmach modelowych?
- Podaj przykłady prokariotycznych organizmów modelowych.
- Podaj przykłady organizmów modelowych wśród grzybów, roślin i zwierząt.
- Dlaczego *D. melanogaster* może być modelem w badaniach ssaków, w tym człowieka?
- Co to są geny *Hox*?



**Centre for Evolution, Genomics
and Biomathematics, e-Gene**



prof.romanzielinski@gmail.com

<https://www.matgen.pl>

**Centre for Evolution, Genomics
and Biomathematics, e-Gene**



polokkornelia@gmail.com

<https://www.matgen.pl>