



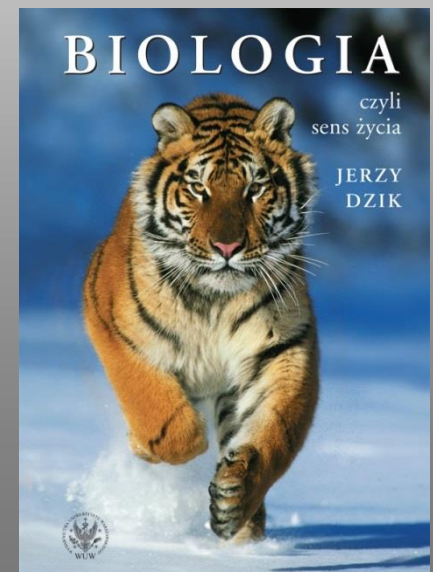
Wstęp do biologii **3.**

FIZJOLOGIA ORGANELLI *(jak działa komórka?)*

Jerzy Dzik

Instytut Paleobiologii PAN
Instytut Zoologii UW

2017



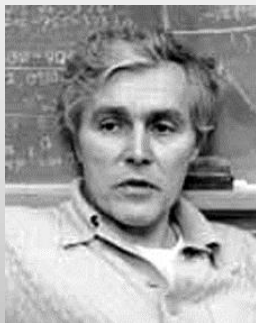
KOMÓRKA

elementarnym osobnikiem

- wyodrębnienie błoną od środowiska
- przestrzenne uporządkowanie metabolizmu
- zapewnienie skutecznego dziedziczenia
- w pełni możliwe na poziomie organizacji bakterii

jak wyglądał pierwszy organizm komórkowy?

PIERWOTNA forma komórki



Carl R. Woese (1928-2013)
1977 królestwo Archaea

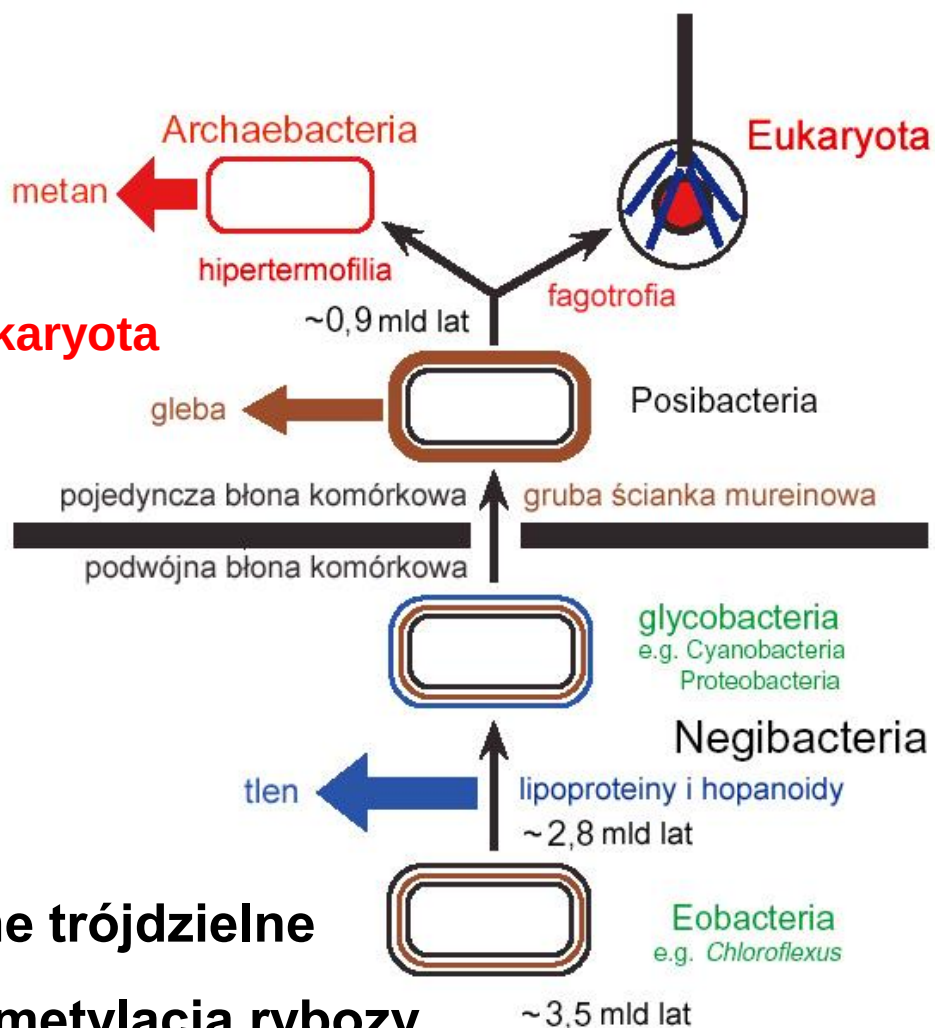


Patrick Forterre (1949-)
1996 wtórność Archaea

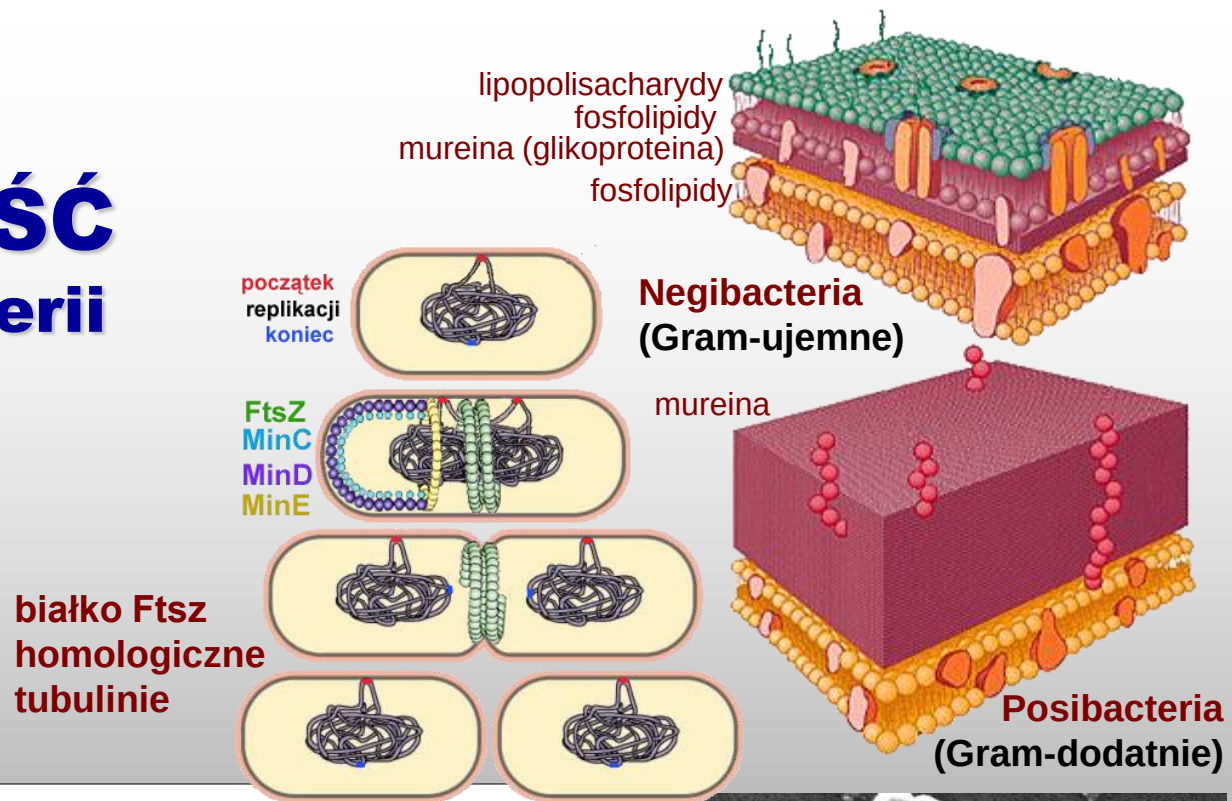
- pierwsze drzewa molekularne trójdzielne
- wiązania eterowe w błonie i metylacja rybozy – przystosowania archeobakterii do środowiska
- prawdziwie pierwotne są bakterie Gram-ujemne

odrębność archeobakterii to artefakt podwyższonej mutagenezy?

Prokaryota



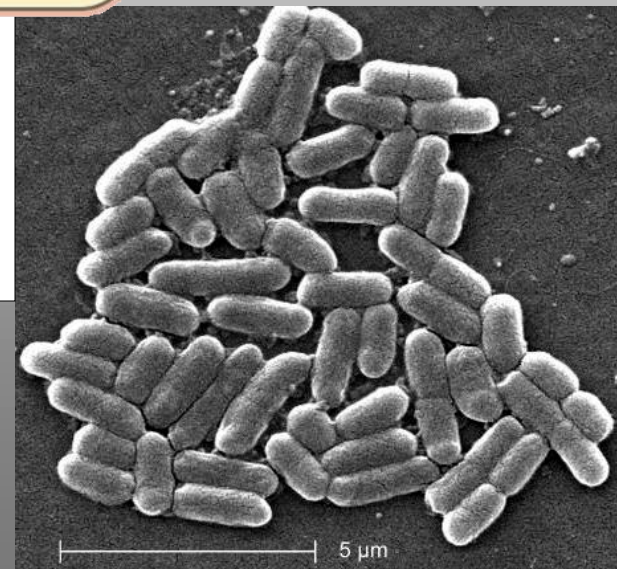
SWOISTOŚĆ ścianek bakterii



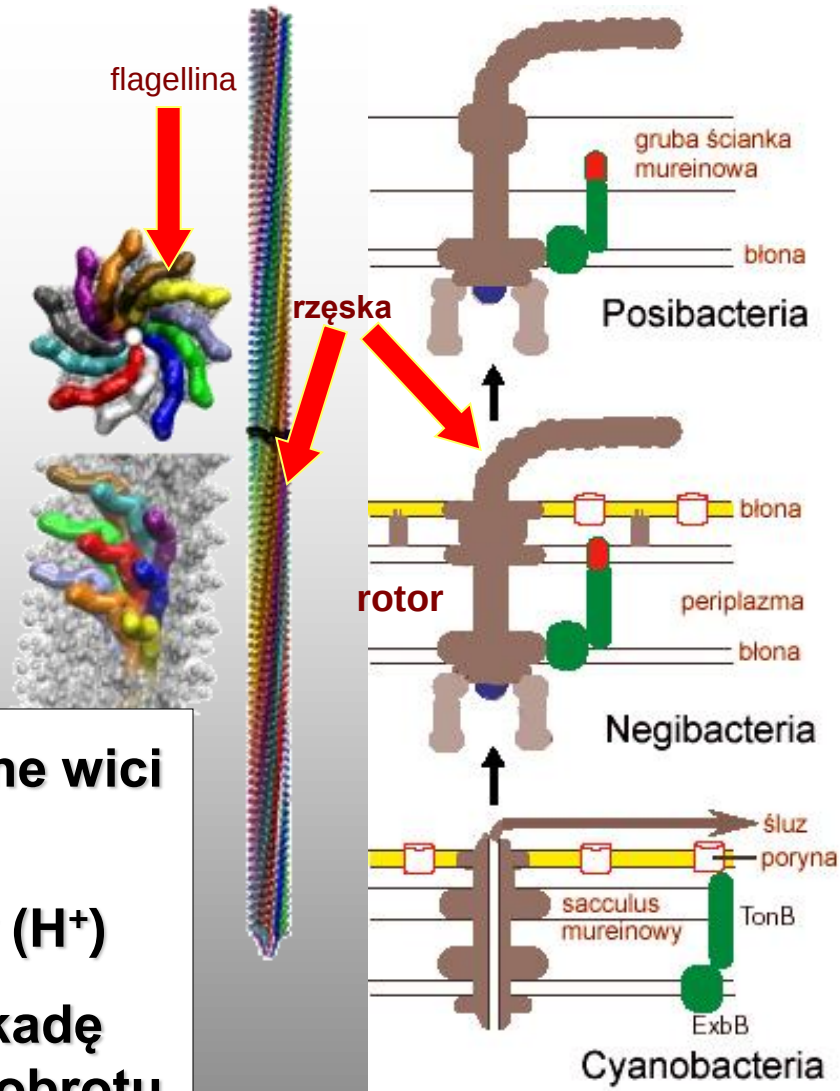
- mureina wzmacnia ale ogranicza wzrost
- między błonami "magazyn" protonów
- białka błonowe wykorzystują tę energię

antybiotyki swoiście blokują syntezę ścianki

Escherichia coli
Negibacteria



RZĘSKI bakterii



- rzęski z rotorem niehomologiczne wici
- działają jak syntaza ATP – energia z przepływu protonów (H^+)
- receptor na błonie wyzwala kaskadę sygnałów zmieniającą kierunek obrotu

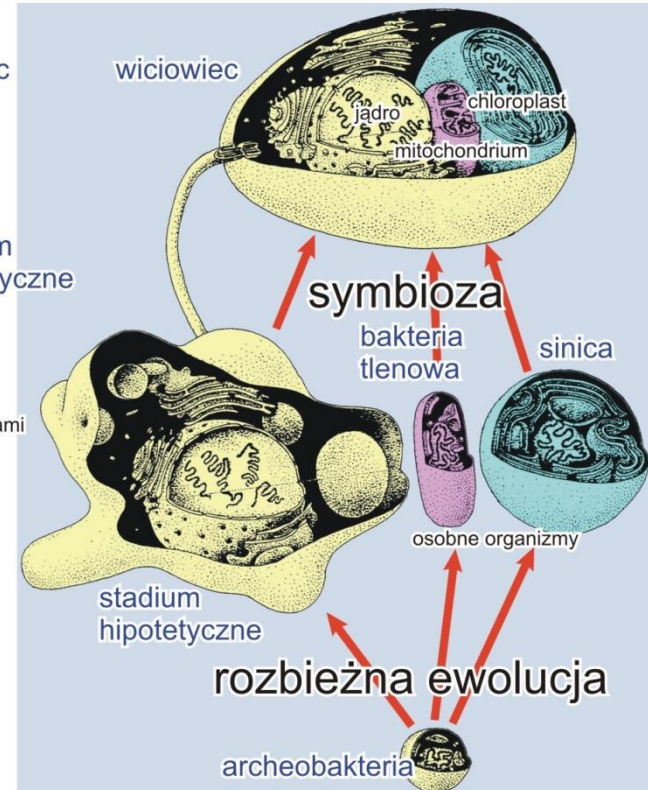
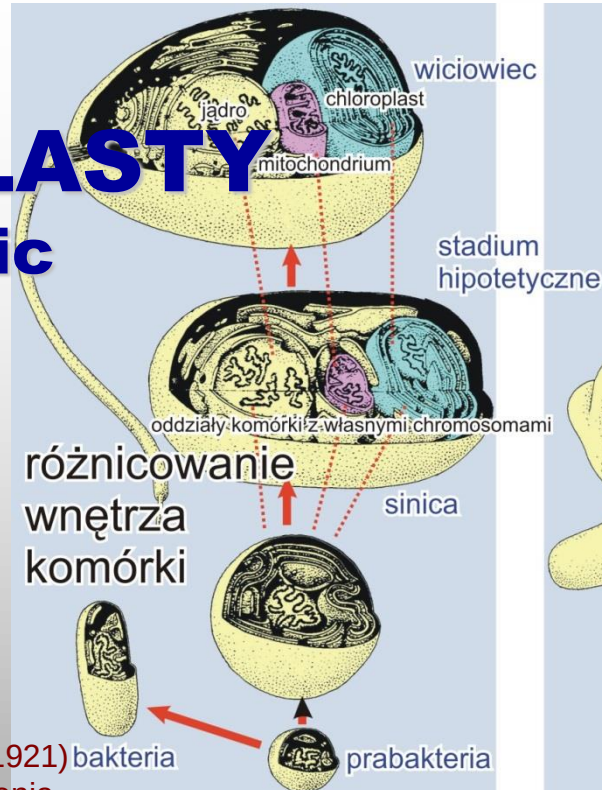
bakterie zdolne do ruchu i orientacji przestrzennej

CHLOROPLASTY

powstały z sinic



Konstantin S. Merezhkowski (1855-1921)
1909 symbiotyczna teoria pochodzenia chloroplastów



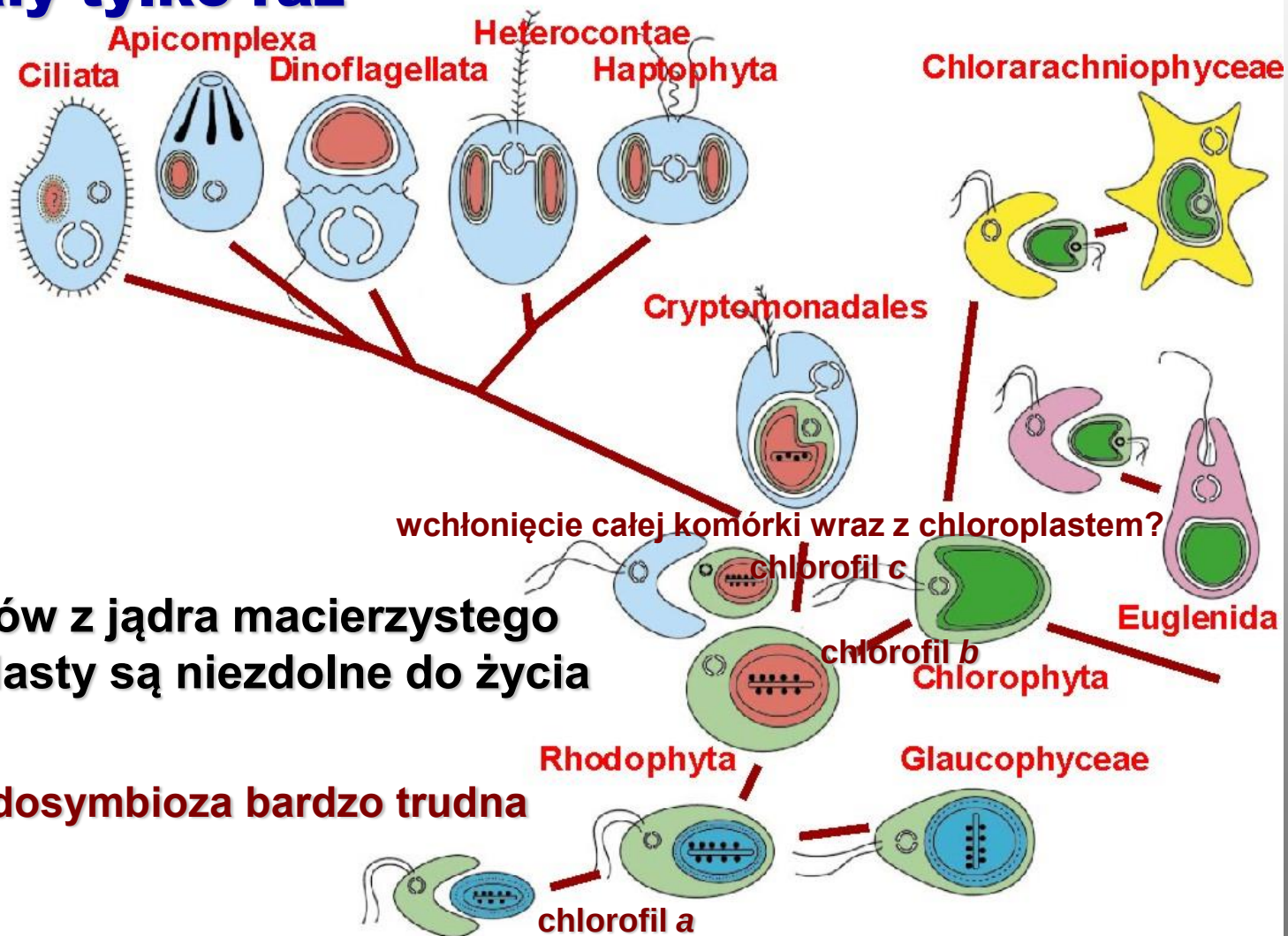
alternatywne wyjaśnienia autonomii genetycznej

- chloroplasty (i mitochondria) mają koliste (bakteryjne) DNA
- ale większość ich genów jest w jądrze
- symbioza (a może rozbieżna ewolucja wewnątrz komórki?)

wszystkie chloroplasty pochodzą od wspólnego przodka

CHLOROPLASTY

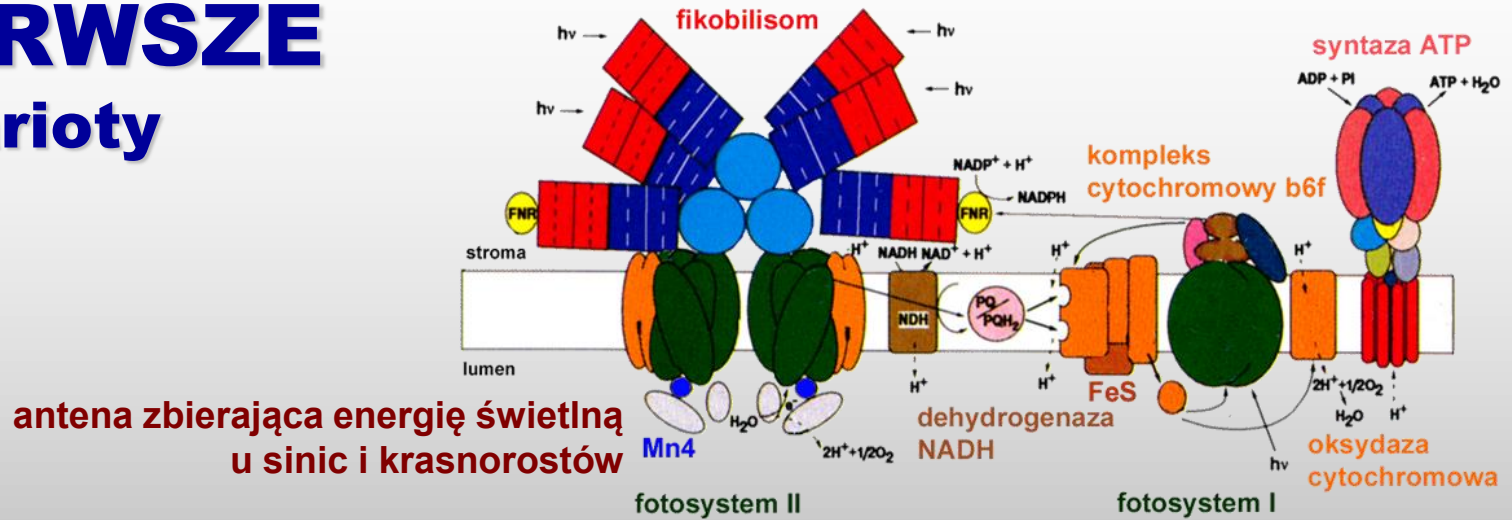
powstały tylko raz



- bez genów z jądra macierzystego chloroplasty są niezdolne do życia

wtórna endosymbioza bardzo trudna

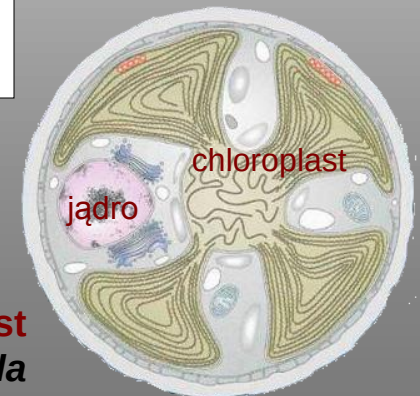
PIERWSZE eukarioty



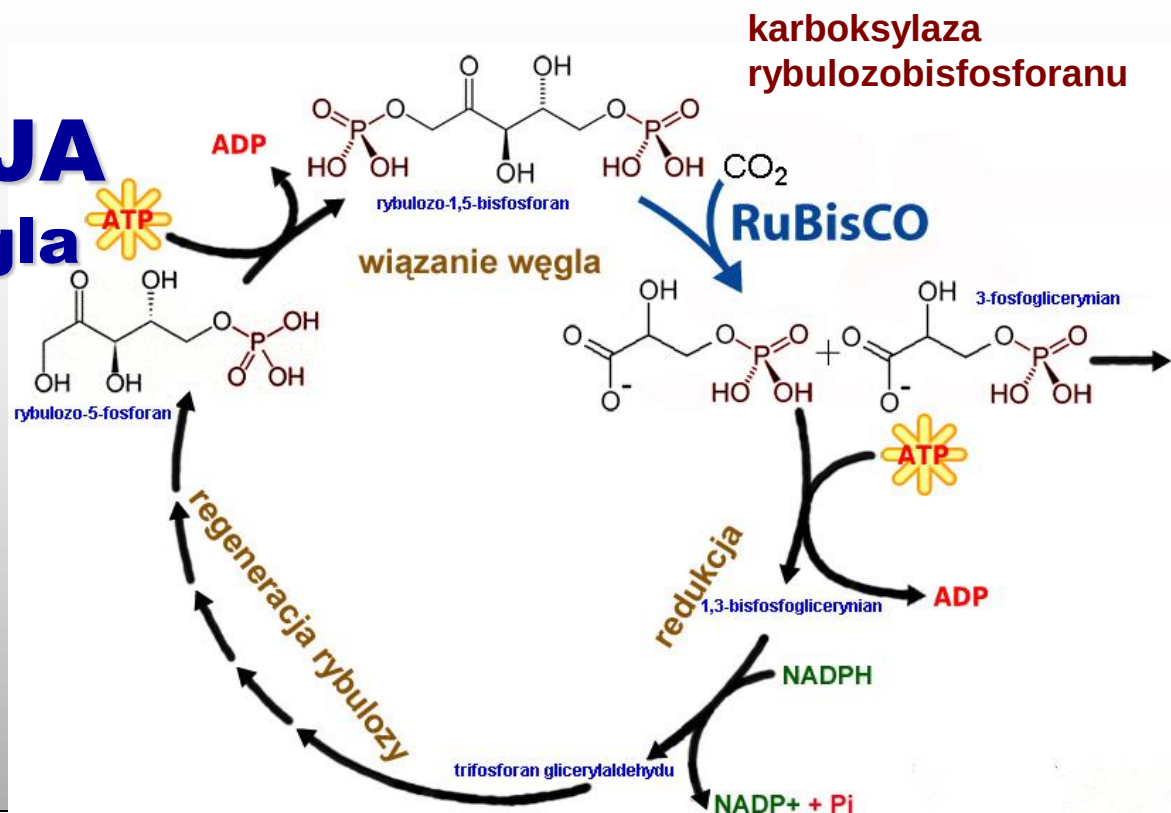
- chloroplasty krasnorostów są jak komórki sinic
- krasnorosty nie mają wici (nawet ich plemniki)
- być może są bliskie przodkowi eukariotów

eukarioty odziedziczyły fotosyntezę po bakteriach

pierwotny krasnorost
Dixoniella



ASYMILACJA dwutlenku węgla



- energia fotosyntezy zmagazynowana w ATP jest wykorzystywana do syntezy glicerynianu (3C)
- z niego glukoza (6C) i lipidy jako zasobniki energii

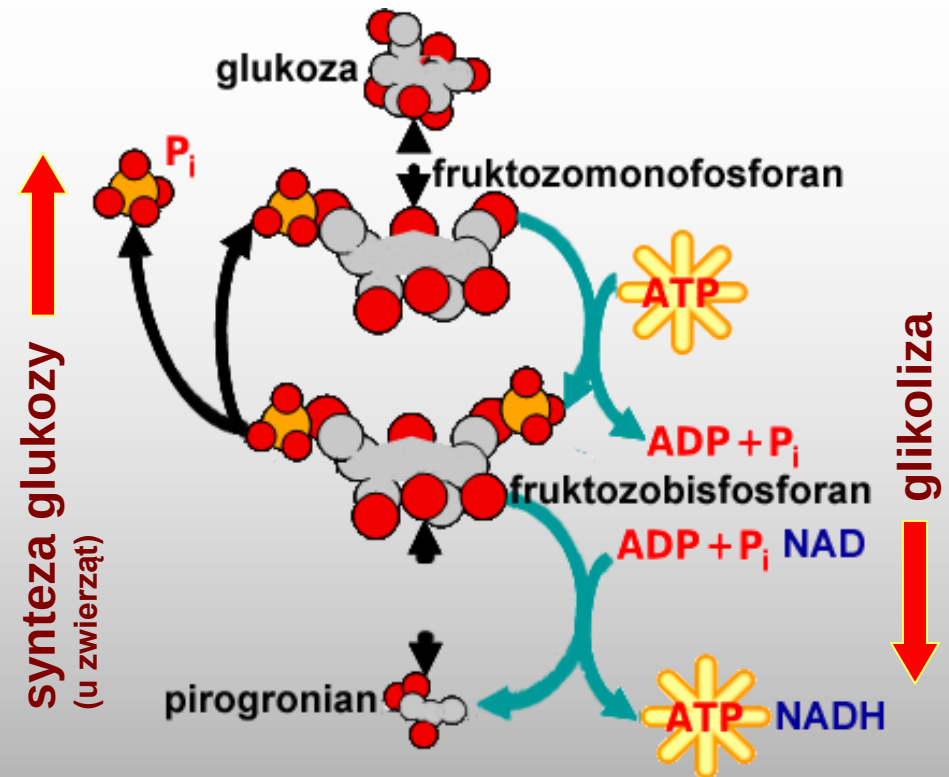


przebiega na tylakoidach sinic i chloroplastów

Melvin Calvin (1911-1997)
1950 „ciemna” reakcja fotosyntezy

GLIKOLIZA

energia z cukrów



- heksozy (6C) i ich polimery do przechowania energii
- przy odłączaniu reszt fosforanowych przemienia się glicerynian (3C) w pirogronian (3C)

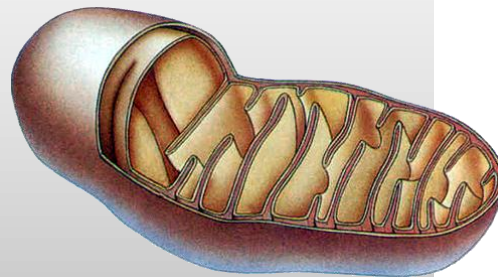
kompleksy enzymów w cytoplazmie – źródło energii przy deficycie tlenu

glikoliza to nie zwykłe odwrócenie glukoneogenezy, lecz ewolucyjna modyfikacja

ODDYCHANIE tlenowe mitochondriów

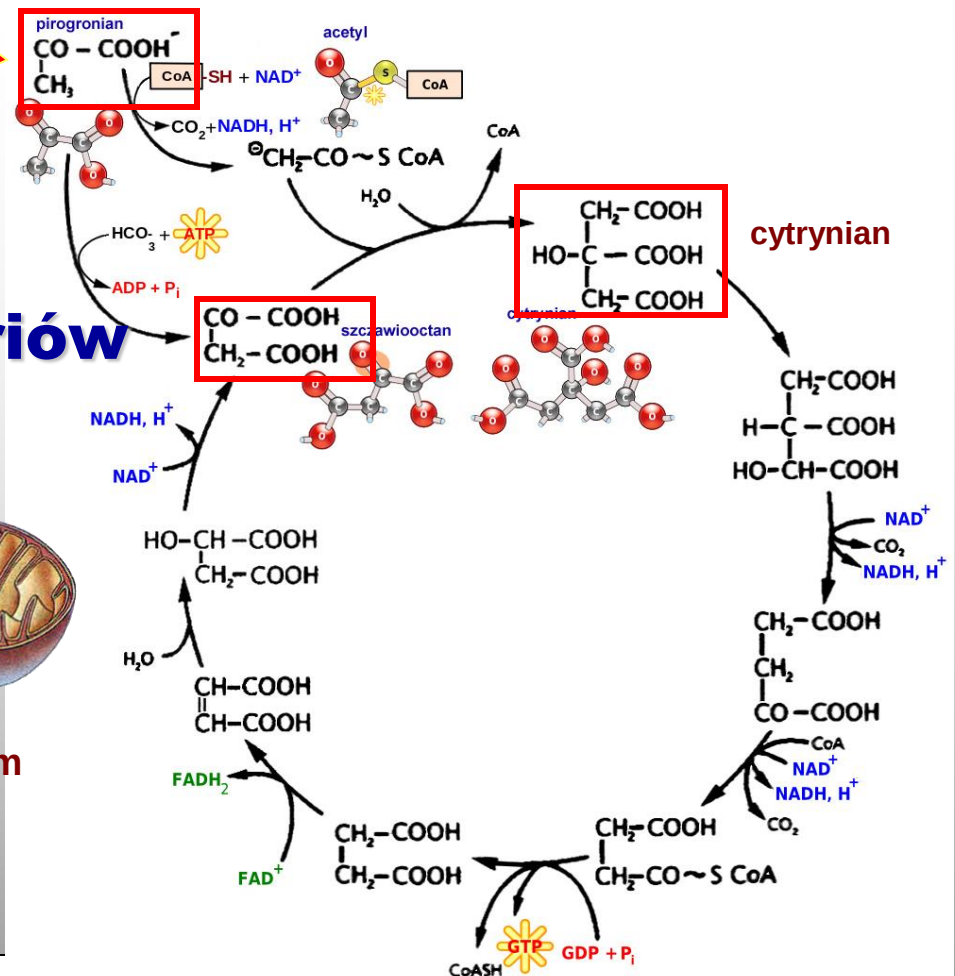


Hans A. Krebs (1900-1981)
1937 cykl kwasu cytrynowego



mitochondrium

z cytoplazmy
do mitochondrium

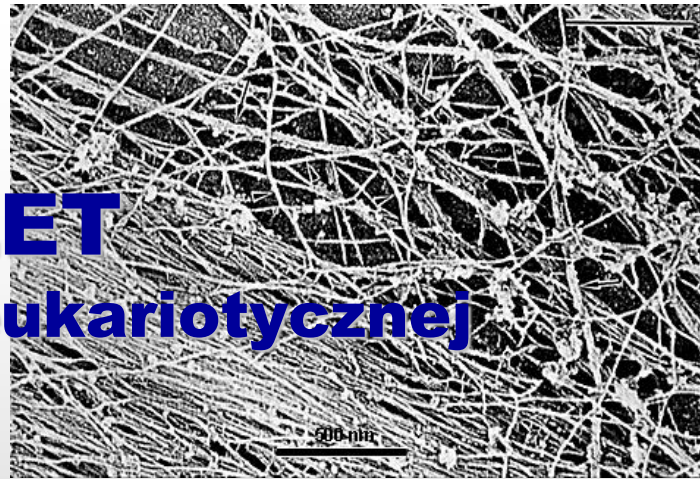


- połączenie octanu (2C) i szczawiooctanu (4C) w cytrynian (6C) poprzedza kolejne utleniania do CO_2 aż do powrotu do 4C
- NADH źródłem protonów między błonami mitochondrium

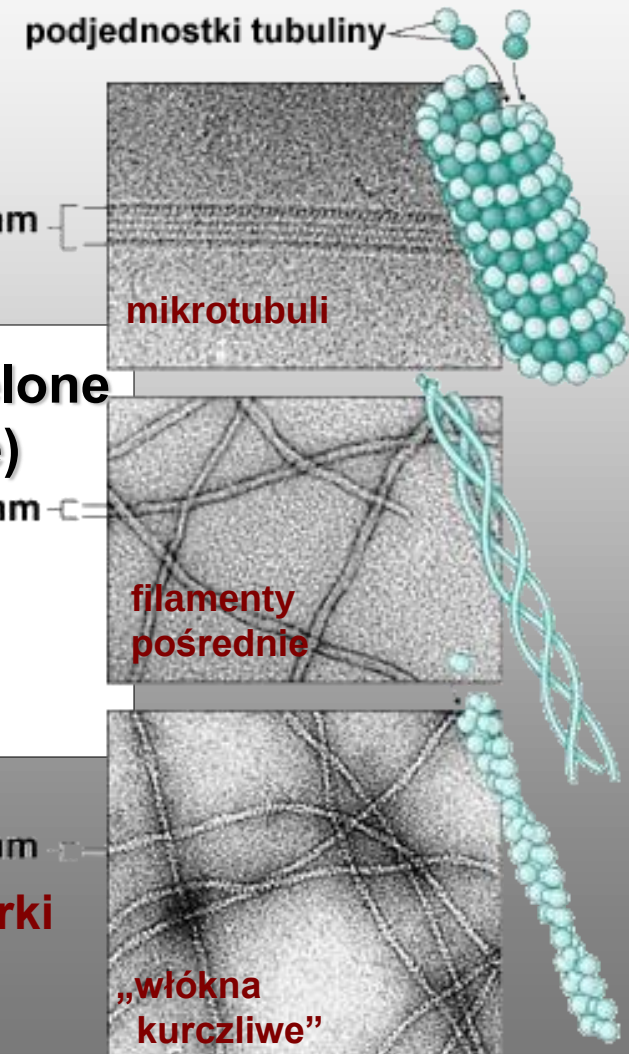
ATP wyprodukowane w mitochondriach transportowane do cytoplazmy

SZKIELET

komórki eukariotycznej

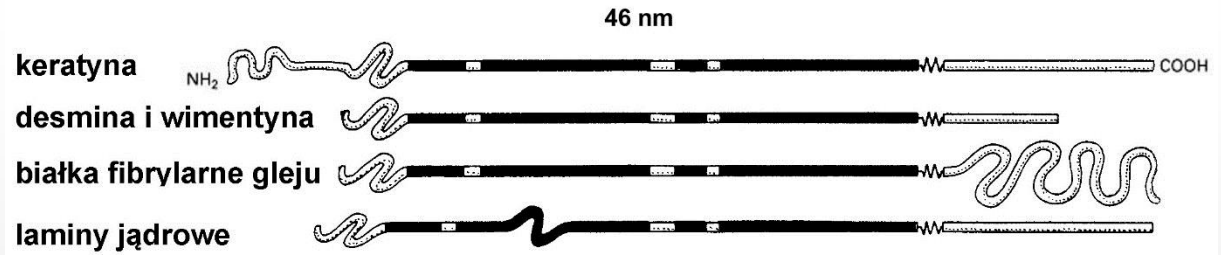


- złożone funkcje dużych komórek rozdzielone pomiędzy ich oddziały z błony (organelle)
- rozmieszczenie organelli i komunikację między nimi zapewniają włókna z białek
- globularnych (tubuli) i fibrylarnych



cytoszkielet reguluje stosunki w obrębie komórki

WŁÓKNA cytoszkieletu



homologia białek filamentów pośrednich

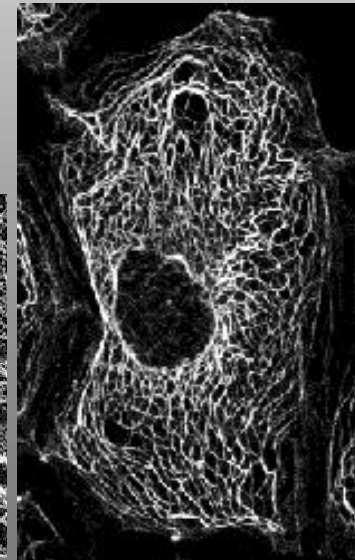
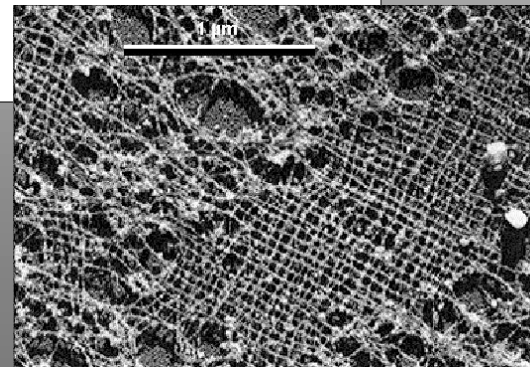


SEM
keratyna

- filamenty białkowe nadają kształt komórce i określają położenie organelli
- podobieństwo sekwencji aminokwasowych dowodzi ich konserwatywności ewolucyjnej
- a więc ważności funkcji

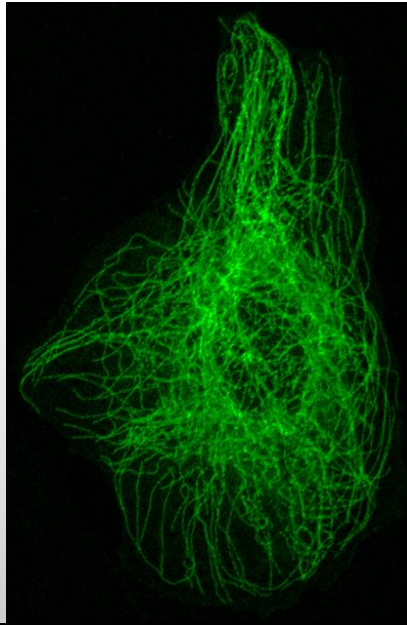
keratyna jest szczególnie odporna

lamina jądrowa
w SEM

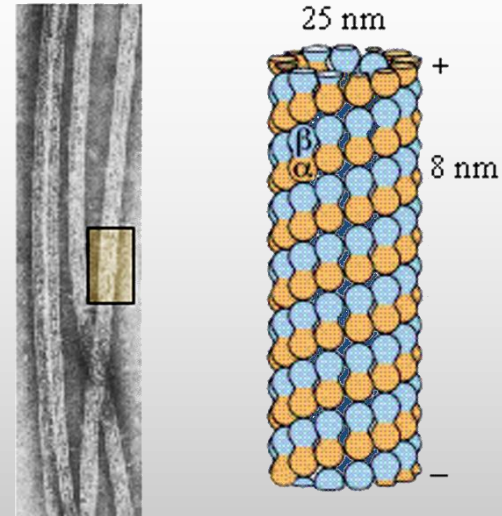


RURKOWATY cytoszkielet

mikrotubule
znakowane przeciwciałami
w mikroskopie konfokalnym



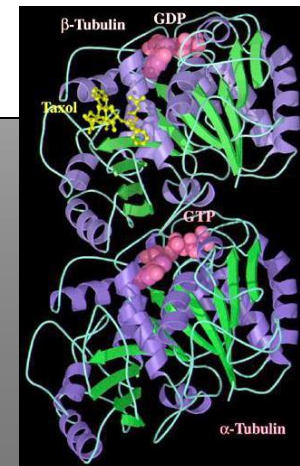
mikrotubulus



- sztywność cytoszkieletowi zapewniają mikrotubule
- ze śrubowo rozmieszczonych cząsteczek globularnej tubuliny
- pokrewnej FtsZ bakterii (a nie flagellinie)

transport w komórce wzdłuż mikrotubul

podjednostki
tubuliny

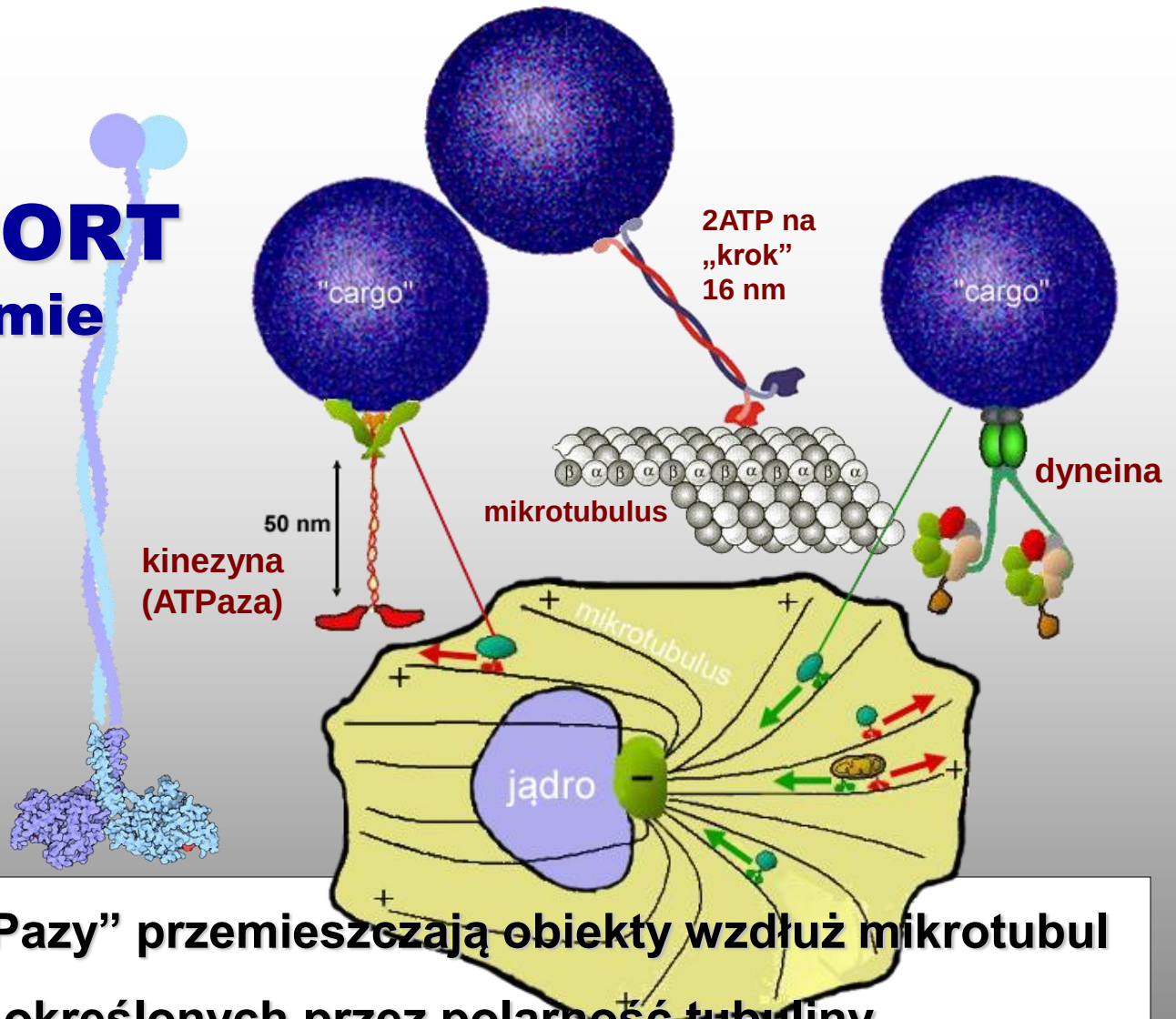


bakteryjne
FtsZ

TRANSPORT w cytoplazmie



TEM



- „kroczące ATPazy” przemieszczają obiekty wzdłuż mikrotubul
- w kierunkach określonych przez polarność tubuliny

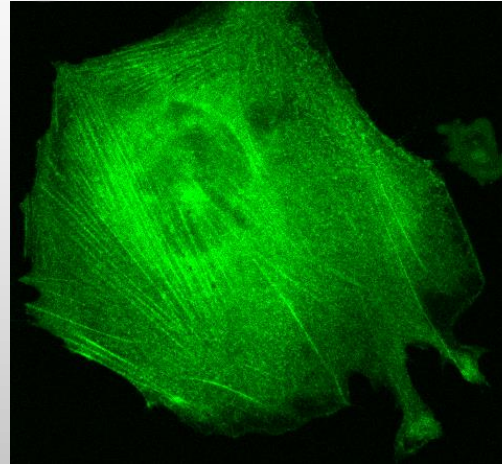
ATPazy zamieniające energię chemiczną w mechaniczną

KURCZLIWOŚĆ cytoplazmy



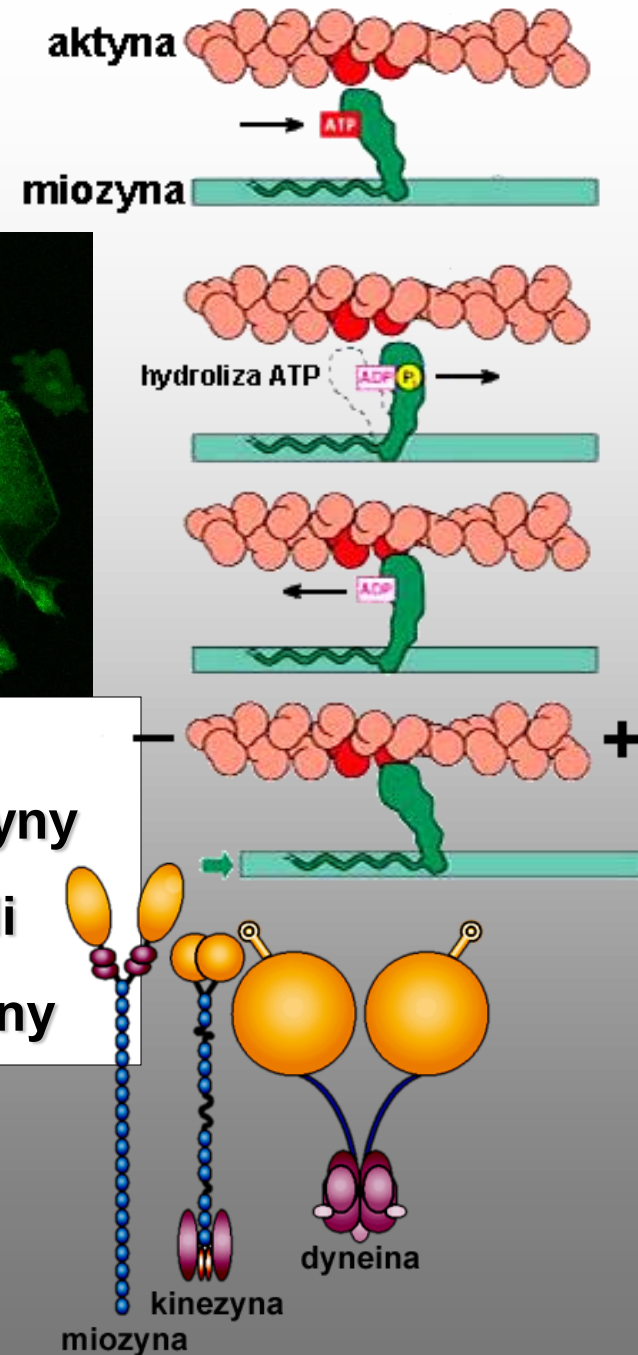
aktyna

aktyna
znakowana przeciwciałami
w mikroskopie konfokalnym



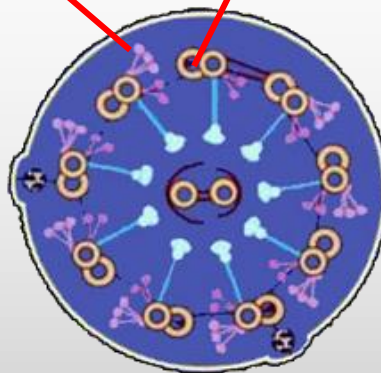
- główki miozyny „kroczą” po agregatach polarnych podjednostek globularnej aktyny
- podobnie jak inne ATPazy po mikrotubuli
- pociągając za sobą całe filamenty miozyny

kroczące ATPazy miały wspólnego przodka

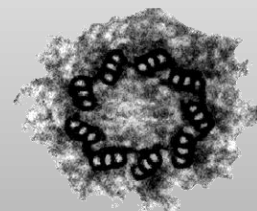
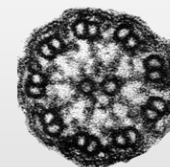


WICI z cytoszkieletu

dyneina para mikrotubul



wiść

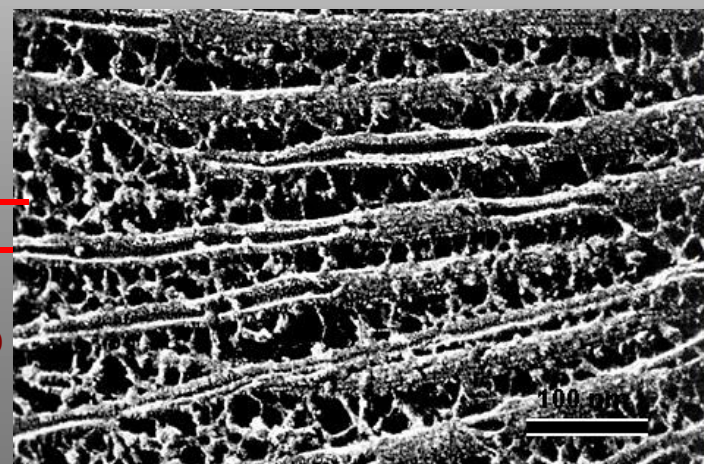


- mikrotubule w zestawach $9 \times 2 + 2$ (nasada 9×3) powiązane białkami
- zginane przez dyneinę
- sygnał wapniowy wzdłuż błony

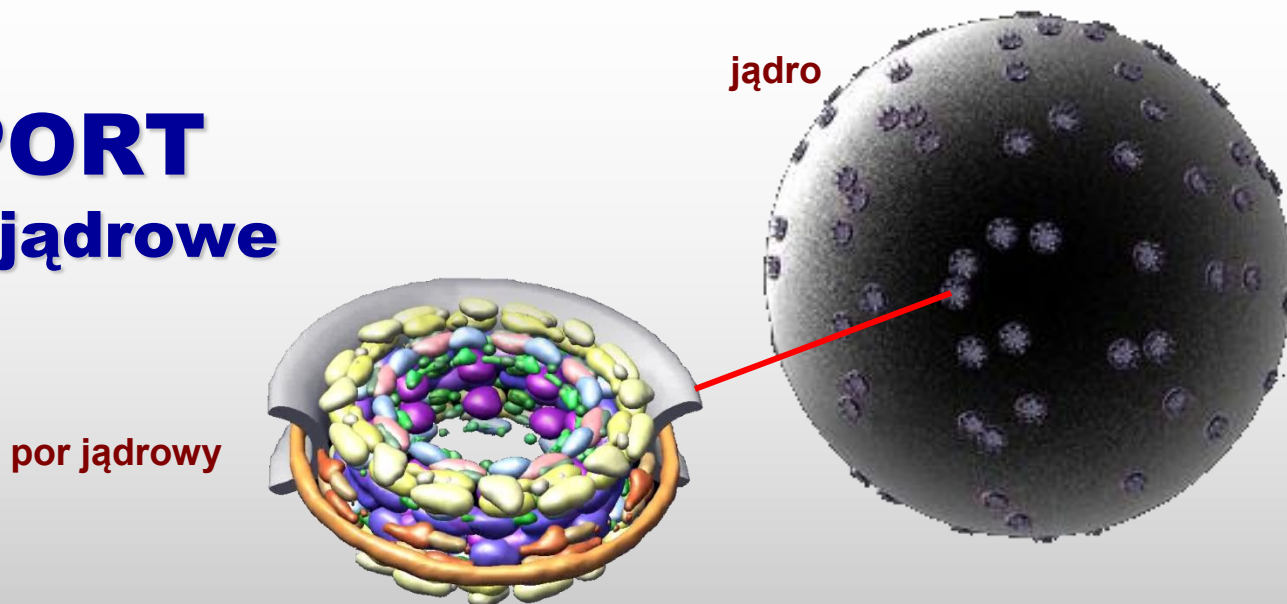
białko łączące tubuli

mikrotubulus

struktura powielana pozachromosomowo



TRANSPORT przez pory jądrowe



- kulista cysterna błony jądrowej wzmocniona siatką laminy
- pory w cysternie regulują przepływ do i z cytoplazmy
- pory jądrowe umożliwiają eksport podjednostek rybosomów ale blokują import całych rybosomów
- przez pory do jądra trafiają enzymy do syntezy RNA i DNA

u eukariotów rybosomy prowadzą translację na błonie retikulum

ISTOTA

eukariotyczności

- **znaczna część struktur i właściwości fizjologicznych eukariotów jest przez nie odziedziczona po prokariotach**
- **być może częściowo drogą endosymbiozy**
- **swoisty i wyłączny dla nich jest cytoszkielet porządkujący struktury błonowe i transport w komórce**

cysterna błony jądrowej rozdzieliła translację od transkrypcji