

# DARMOWA LEKCJA

Powtórz razem ze mną:

- budowę i funkcje rybosomów,
- rodzaje strzępek grzybów,
- budowę i funkcje mitochondriów.

**+ AUTORSKIE zadania maturalne**

*Julia Truss*



Podstawa programowa kształcenia ogólnego dla szkół ponadpodstawowych z biologii. Wymagania szczegółowe.

II. Komórka. Zdający:

6) opisuje budowę rybosomów, ich powstawanie i pełnioną funkcję oraz określa ich lokalizację w komórce;

# Budowa rybosomów

Rybosomy składają się z dwóch podjednostek: **dużej** i **małej**.

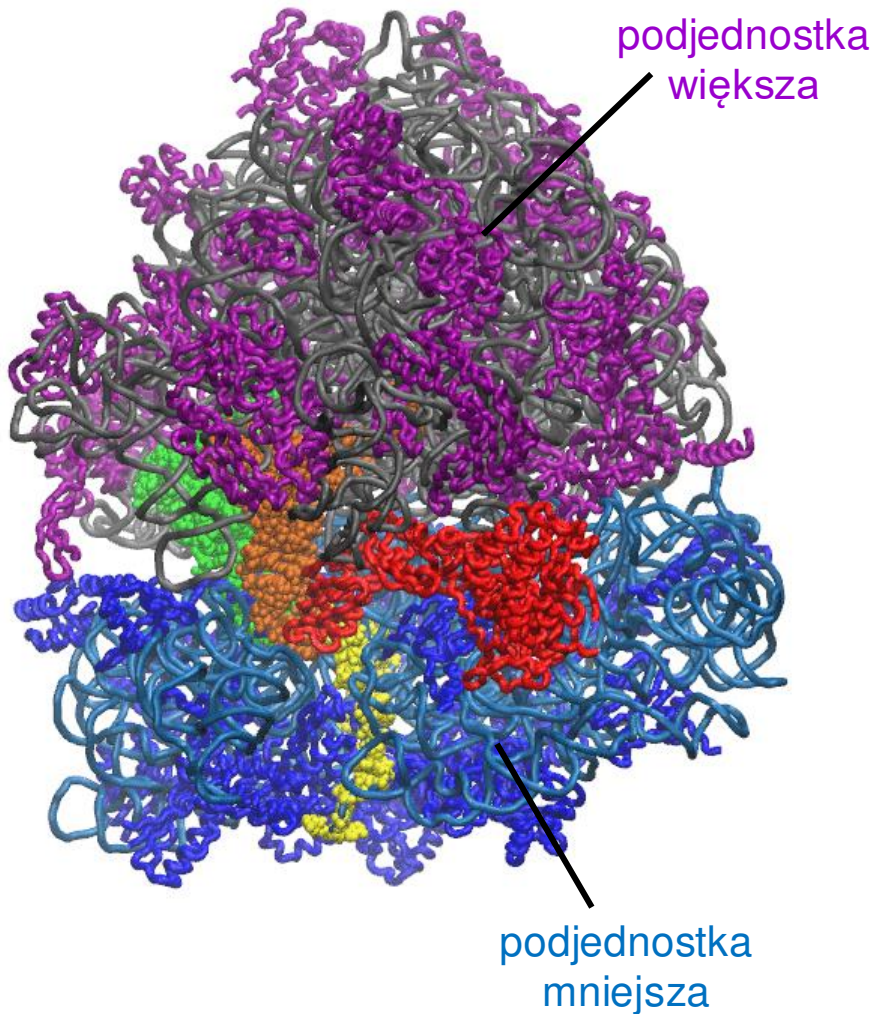
Zbudowane są z kilku **rodzajów rRNA** i **białek**.

Podjednostki rybosomalne tworzą się w **jądru**.

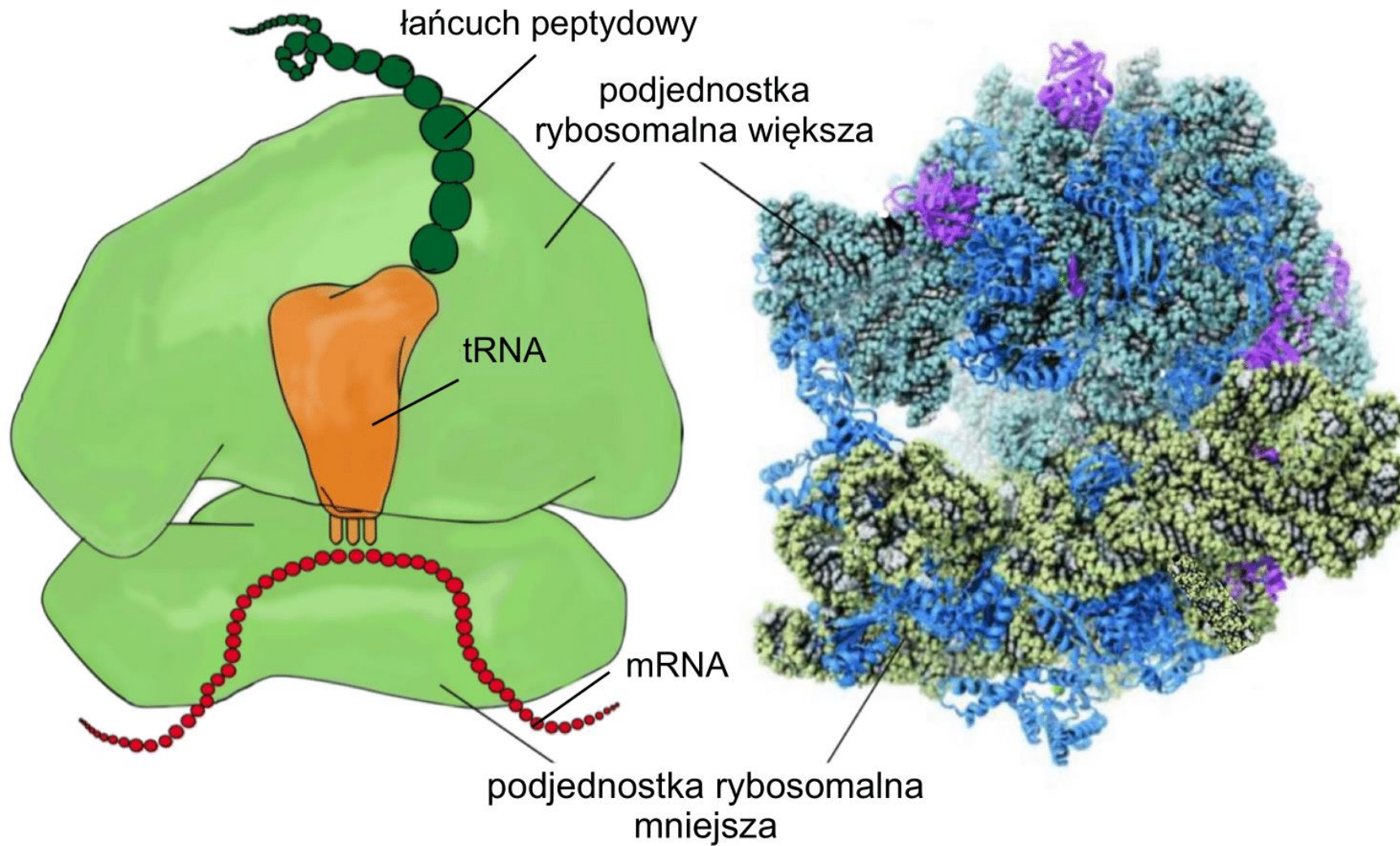
**WAŻNE NA MATURZE**

struktury komórkowe ≠ organella

Rybosomy to nie organelle to struktury wewnątrzkomórkowe, ponieważ nie są otoczone błoną biologiczną.



# Budowa rybosomów

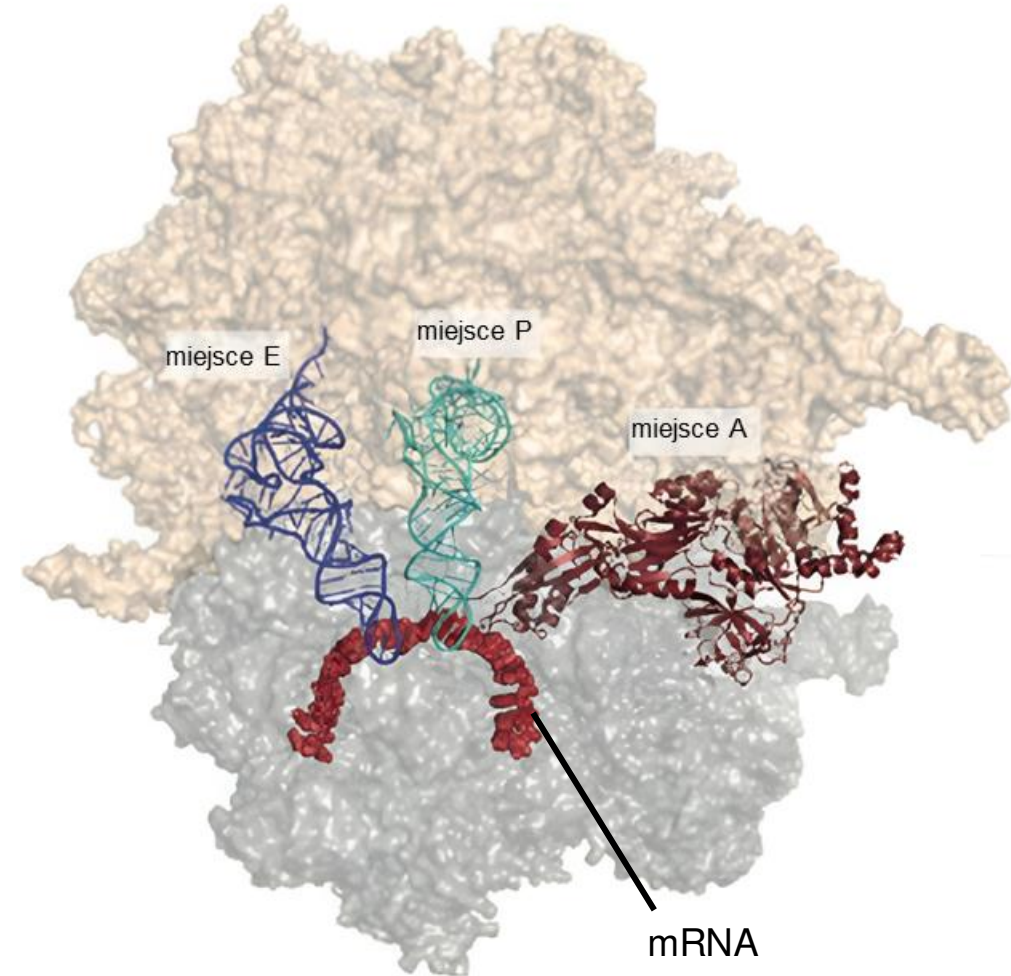


# Budowa rybosomów

W obrębie rybosomu wyróżniamy kilka miejsc funkcjonalnych, czyli domen, np. A, E, P.

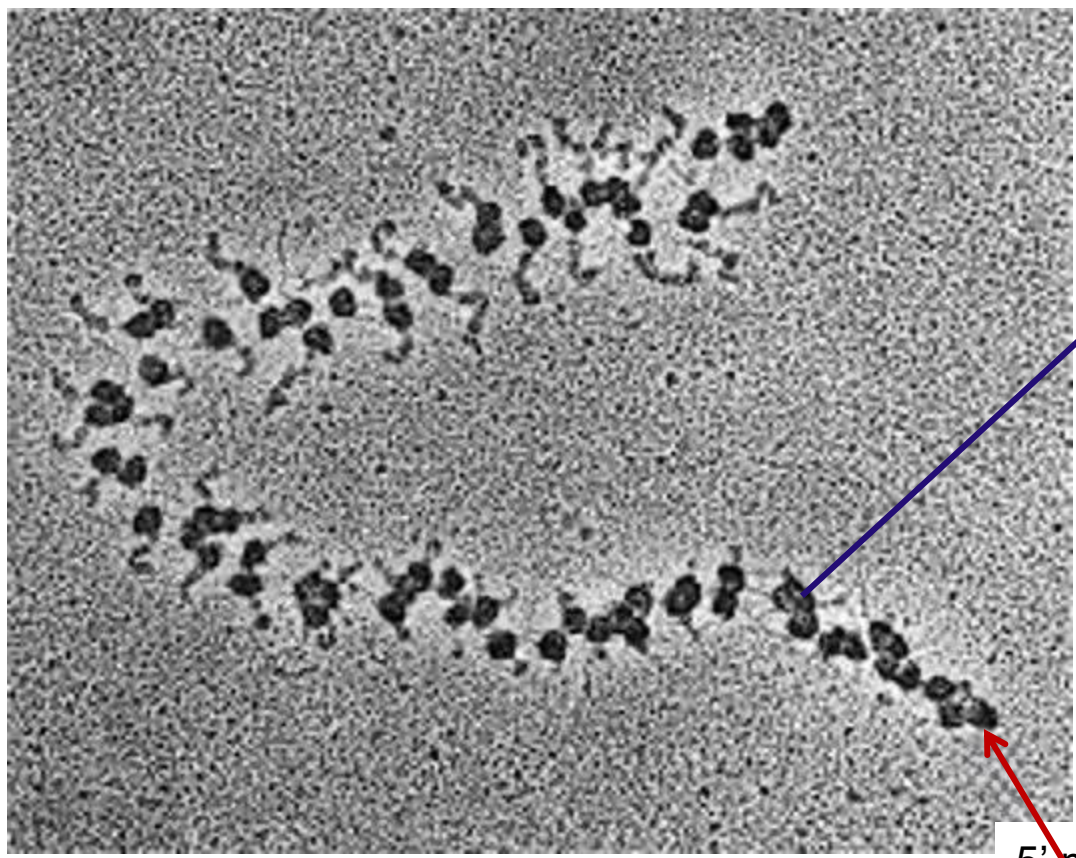
- A** – aminoacylo-tRNA
- P** – peptydylo-tRNA
- E** - ang. exit – wyjście

Cząsteczki tRNA mogą silnie wiązać się z miejscem A i P tylko wtedy, gdy ich antykodon **tworzy komplementarne pary** z nukleotydami kodonu w cząsteczce **mRNA**.



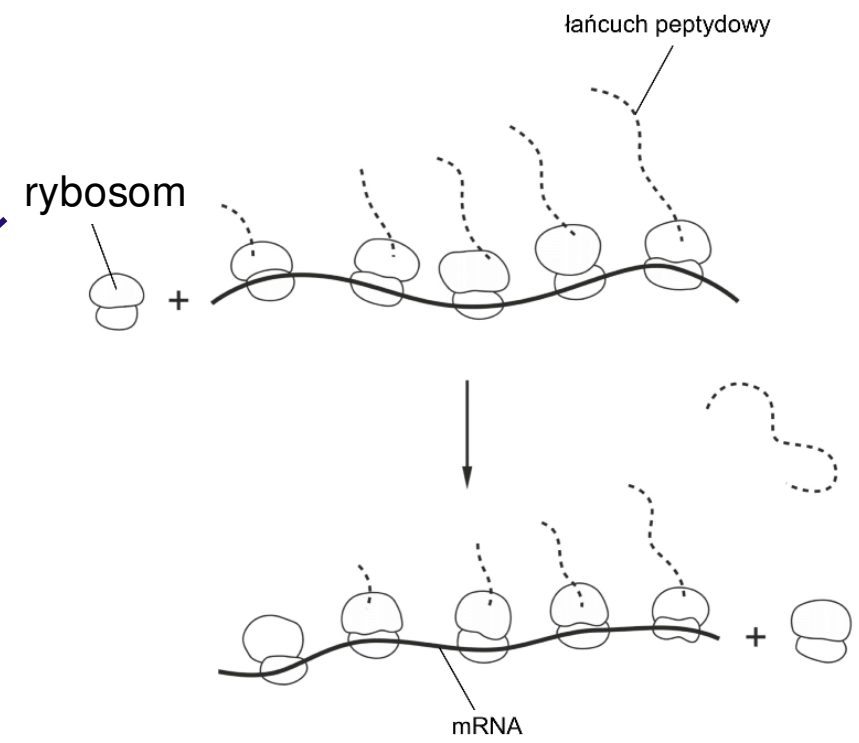
# Budowa rybosomów

Zespół rybosomów połączonych nicią matrycową (mRNA) stanowi **polirybosom** zwany inaczej **polisomem**. Polisomy zaangażowane są w syntezę **białek przeznaczonych na eksport**.



Mikrofotografia polirybosomu (TEM)

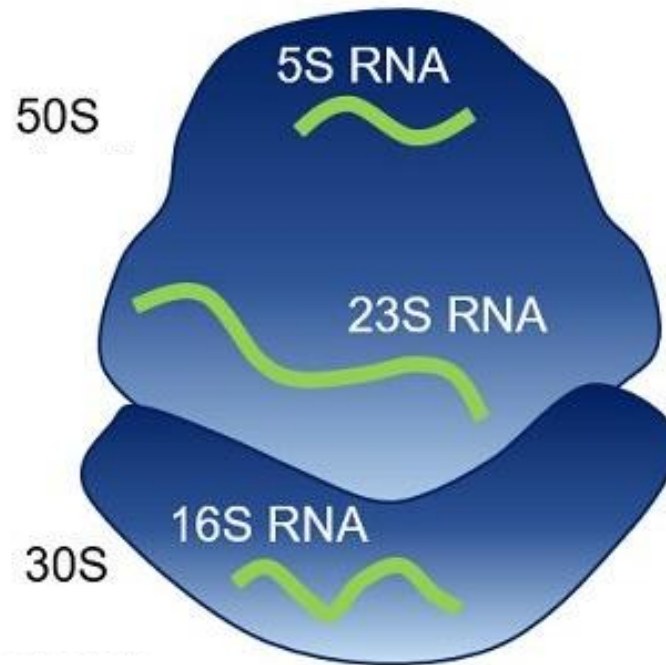
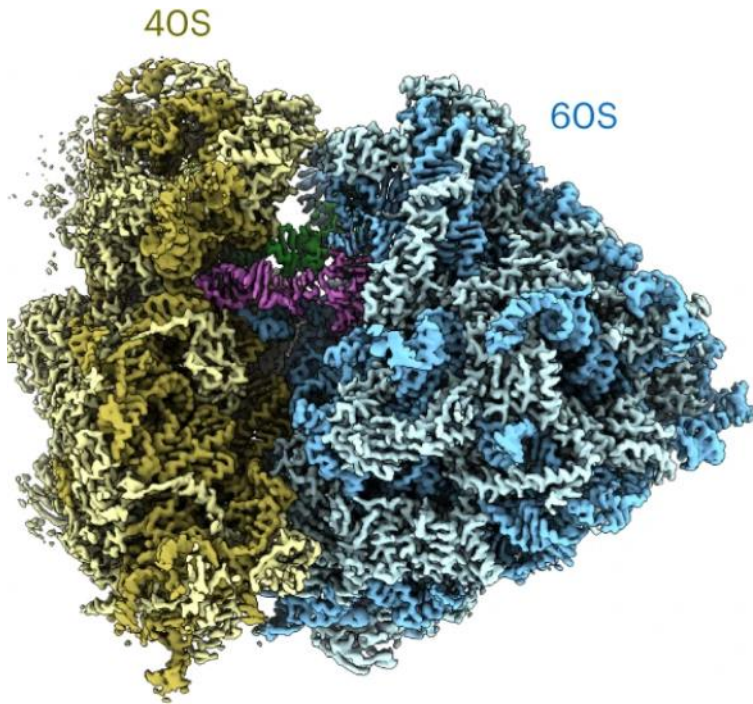
5' mRNA



# Budowa rybosomów

U prokariota obecne są **rybosomy 70S** (duża podjednostka 50S i mała podjednostka 30S). Z kolei u eukariota występują głównie **rybosomy 80S**, składające się z dużej podjednostki 60S i małej podjednostki 40S.

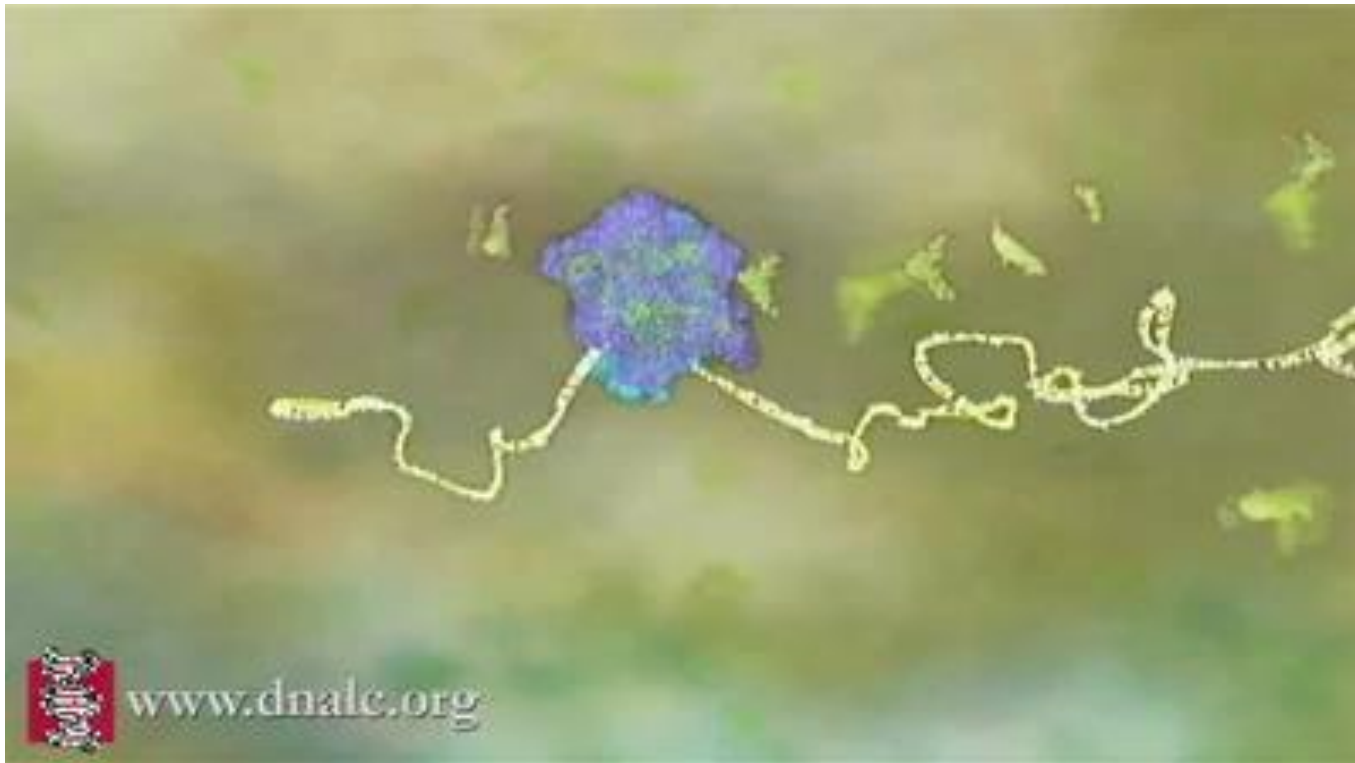
W mitochondriach i chloroplastach obecne są mniejsze rybosomy, przypominające rybosomy prokariotyczne. W mitochondriach eukariota u ssaków obecne są rybosomy 55S, a w plastydach 70S.



# Funkcja rybosomów

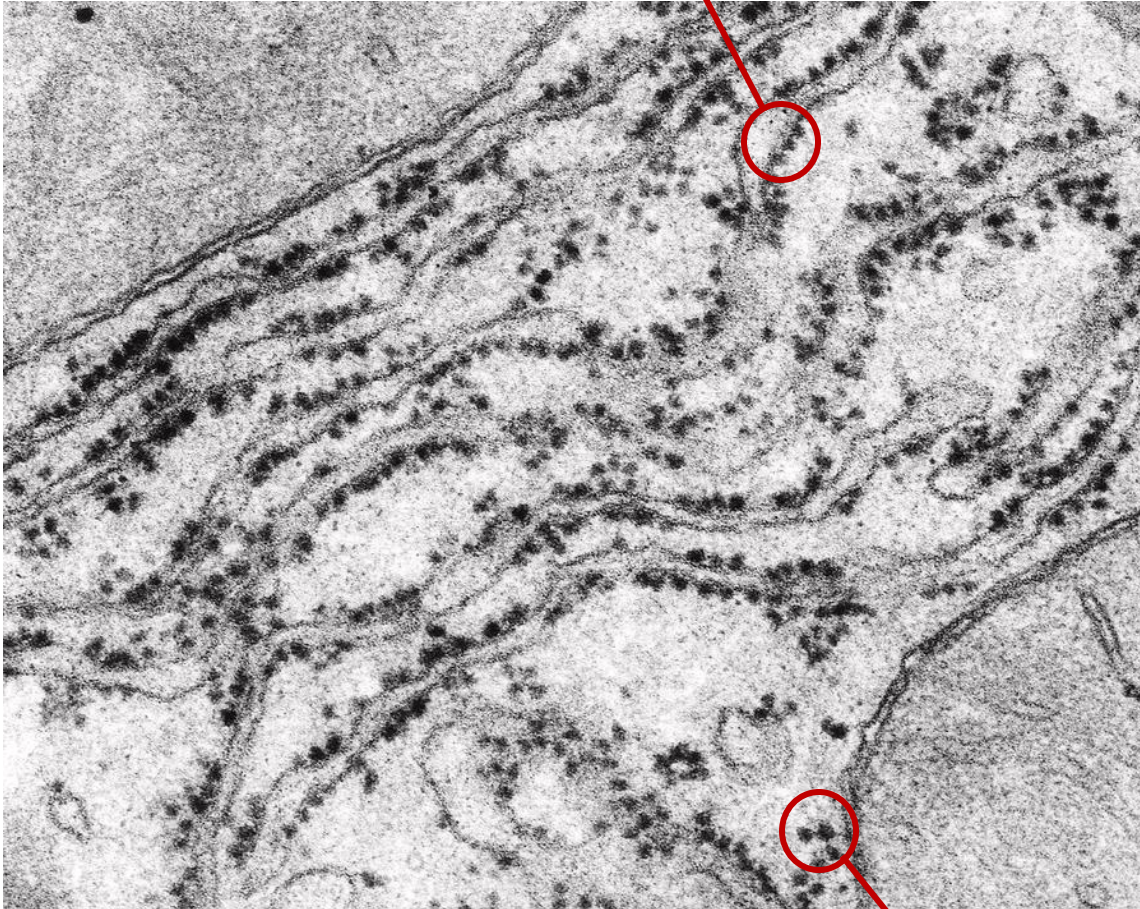
Rybosomy stanowią miejsce **syntezy białek** (proces translacji). Proces ten zachodzi w cytozolu oraz wewnątrz organelli półautonomicznych.

W procesie translacji rybosomy, umożliwiają **wydłużanie łańcucha peptydowego**, poprzez przyłączenie odpowiednich aminoacylo-tRNA, które transportują odpowiednie aminokwasy do miejsca tworzenia wiązania peptydowego.



# Rybosomy wolne a związane z RER

rybosomy związane z błoną



Mikrofotografia rybosomów i RER (TEM)

rybosomy wolne

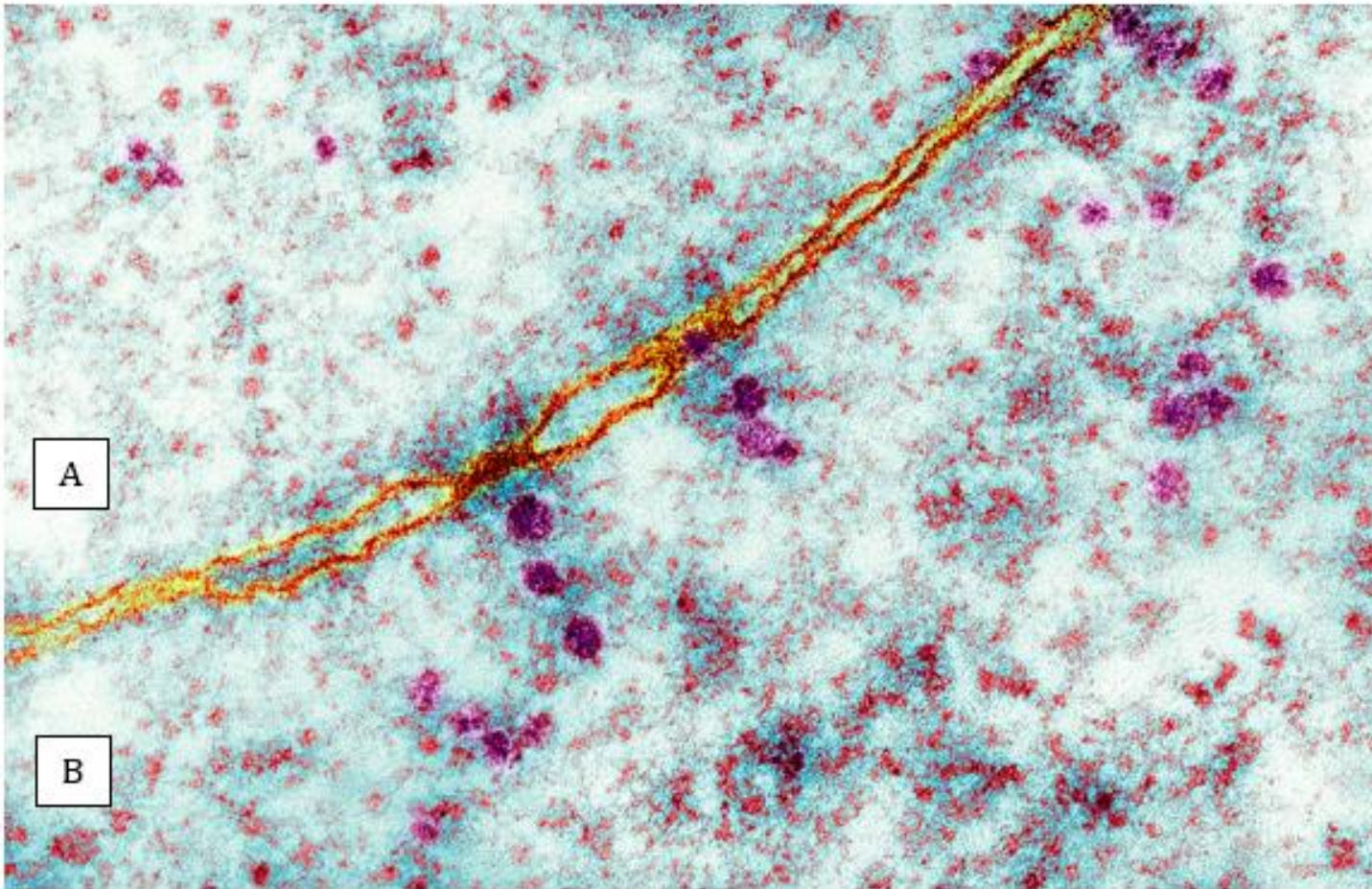
**Rybosomy wolne** -  
swobodnie przemieszczające  
się w cytozolu.

**Rybosomy związane z błoną**  
– lub przyłączone do  
retikulum  
endoplazmatycznego  
(szorstkiej siateczki  
śródpłazmatycznej – RER).

# Zadanie autorskie

## Zadanie 1.

Poniżej przedstawiono fotografię komórki eukariotycznej, wykonaną z wykorzystaniem transmisyjnego mikroskopu elektronowego. Podjednostki rybosomów zostały oznaczone kolorem fioletowym.



<https://www.sciencephoto.com/media/210444/view/ribosomes-tem>

# Zadanie autorskie

## Zadanie 1.1 (0-1)

**Rozstrzygnij**, czy część B oznaczona na powyższej mikrofotografii to cytoplazma czy kariolimfa. Odpowiedź **uzasadnij**.

.....

.....

.....

.....

.....

# Odpowiedź

1.1

**1 p.** – za prawidłowe rozstrzygnięcie (cytoplazma) oraz uzasadnienie odnoszące się do:

- 1) powstawania rybosomów/łączenia podjednostek rybosomów w obrębie cytoplazmy
- 2) większej ilości podjednostek rybosomów w obrębie cytoplazmy, w porównaniu do kariolimfy

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi

## **Odpowiedź:**

- Cytoplazma, ponieważ znajduje się w niej znacznie więcej podjednostek rybosomów niż w kariolimfie.
- Cytoplazma, ponieważ w jej obrębie dochodzi do łączenia podjednostek rybosomów.

## **Komentarz:**

podjednostki rybosomów powstają w jąderku, jednakże do ich połączenia (które skutkuje powstaniem rybosomu) dochodzi w cytoplazmie podczas translacji. Cytoplazma zawiera więcej podjednostek rybosomów niż kariolimfa, ponieważ w jej obrębie dochodzi do syntezy białek, za którą odpowiadają rybosomy.

# Zadanie autorskie

## Zadanie 1.2 (0-1)

Określ, w której części A czy B występuje rybosom.

.....

.....

.....

# Odpowiedź

**1.2**

**1 p.** – za prawidłowe określenie

**0 p.** – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi

**Odpowiedź:**

- B

**Komentarz:**

podjednostki rybosomów powstają w jąderku, jednakże do ich połączenia (które skutkuje powstaniem rybosomu) dochodzi w cytoplazmie podczas translacji.

# Zadanie autorskie

## Zadanie 1.3 (0-2)

Oceń, czy poniższe informacje dotyczące widocznej mikrofotografii są prawdziwe.  
Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo **F** – jeśli jest fałszywe.

1.	Zawiera desmosomy wbudowane w błonę komórkową.	P	F
2.	Struktura oznaczona na fotografii żółtym kolorem umożliwia transport substancji między wnętrzem jądra a cytozolem.	P	F
3.	Na żółto oznaczono ścianę komórkową.	P	F

# Odpowiedź

1.3

2 p.– za wybranie trzech prawidłowych odpowiedzi

1 p. – za wybranie dwóch prawidłowych odpowiedzi

0 p. – za wybranie jednej prawidłowej odpowiedzi lub za brak odpowiedzi.

## Odpowiedź:

FPF

## Komentarz:

Desmosomy to rodzaj połączenia międzykomórkowego, które odpowiada za ściśle przyleganie komórek do siebie. Na fotografii widoczny jest fragment wnętrza komórki, zatem desmosomy nie mogą być na nim widoczne.

Struktura oznaczona na żółto to otoczka jądrowa. Są w niej obecne pory, dzięki którym możliwy jest transport substancji pomiędzy jądrem komórkowym a cytoplazmą.

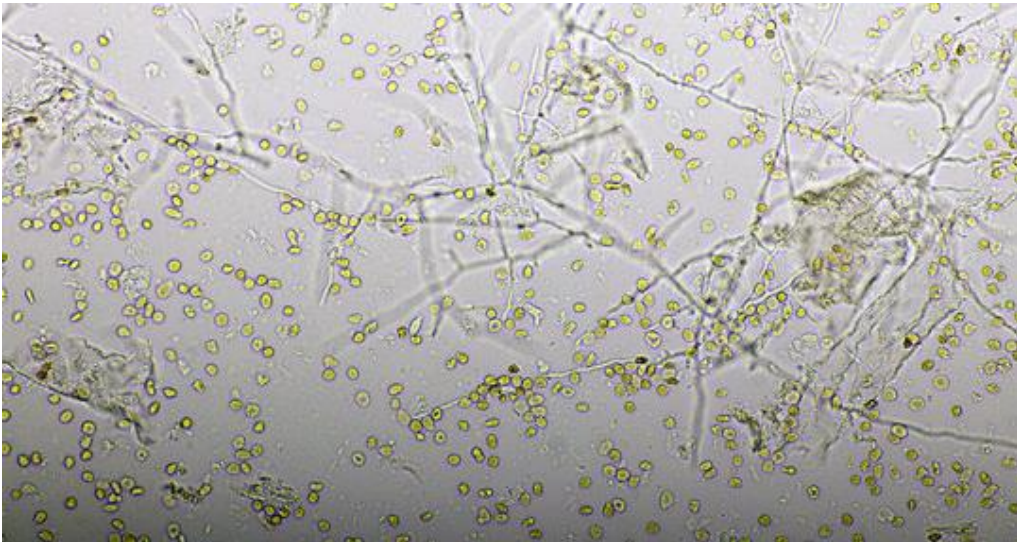
# Podział strzępek



Strzępki grzybów są bardzo zróżnicowane pod względem struktury i funkcji.

Wyróżniamy podział strzępek:

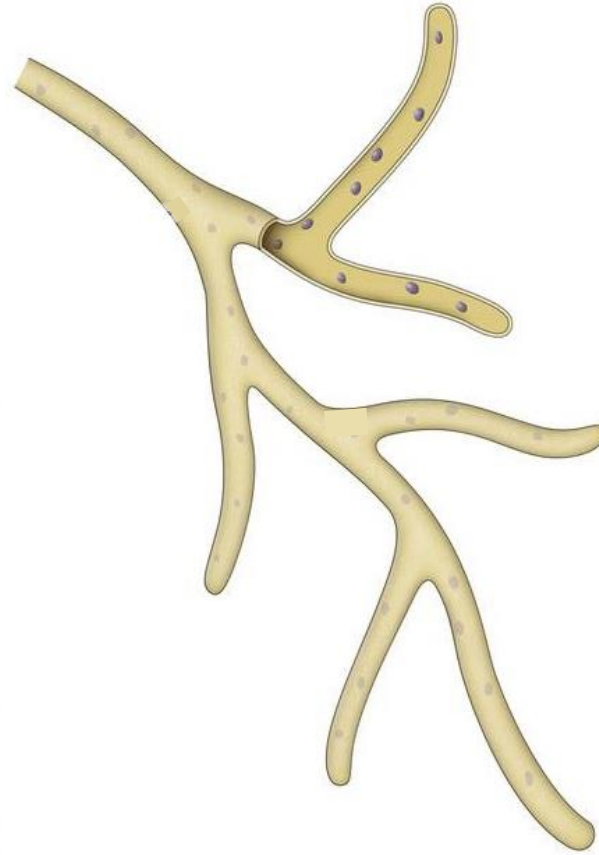
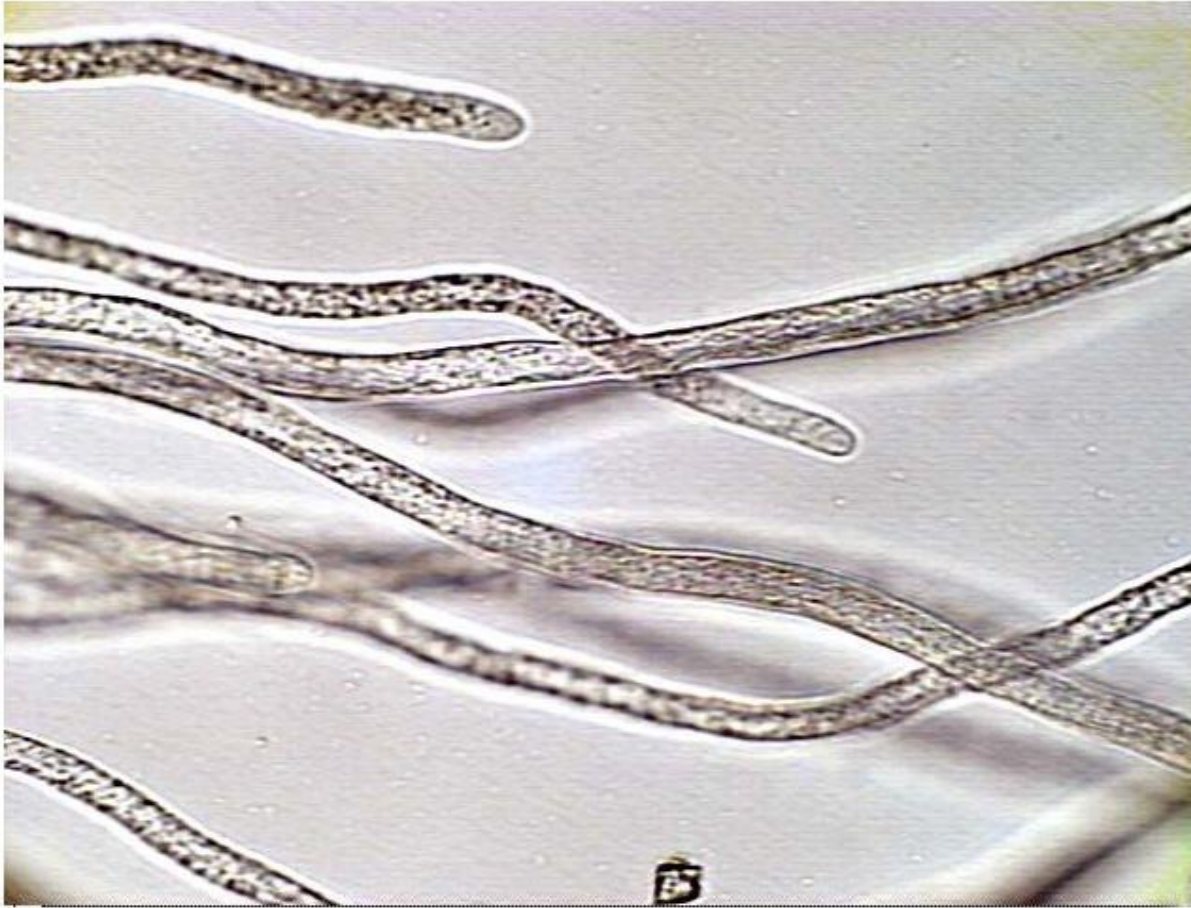
- Ze względu na **budowę**.
- Ze względu na **funkcję**.
- Ze względu na **ułożenie**.



Mikrofotografia przedstawia różne budowy strzępek (mikroskopia świetlna).

# Strzępki jednokomórkowe

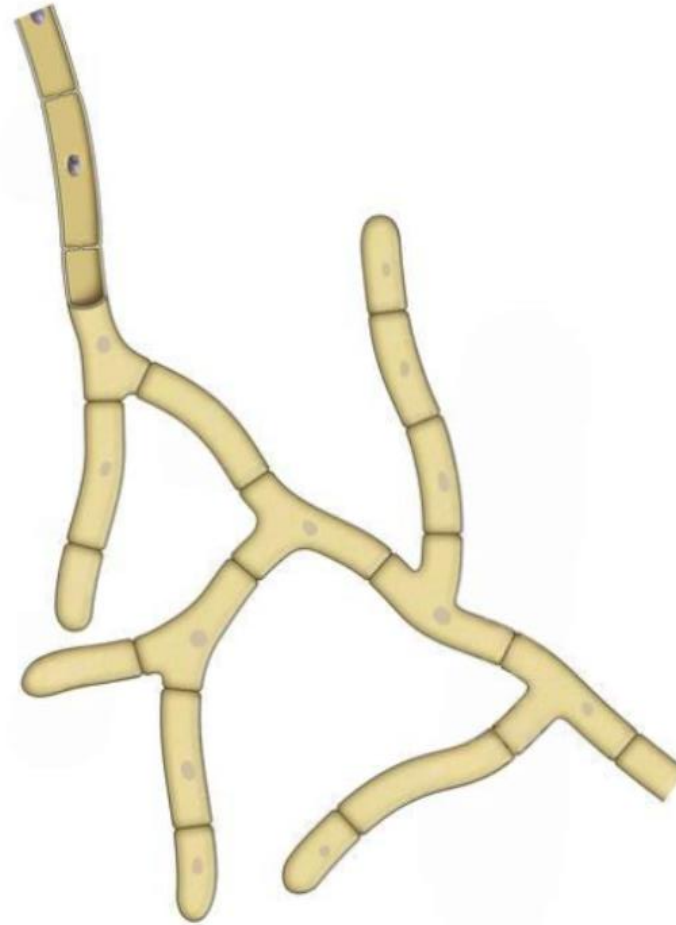
Występują u **grzybów sprzężniowych** (*Zygomycota*) i są wielojądrowe (komórczaki), w których jądra znajdują się w jednej, niepodzielonej przegrodami komórce.



Mikrofotografia przedstawia budowę strzępki jednokomórkowej.

# Strzępki wielokomórkowe

Występują u workowców (*Ascomycota*) i podstawczaków (*Basidiomycota*), gdzie **komórki są oddzielone poprzecznymi przegrodami** zwanymi septami.

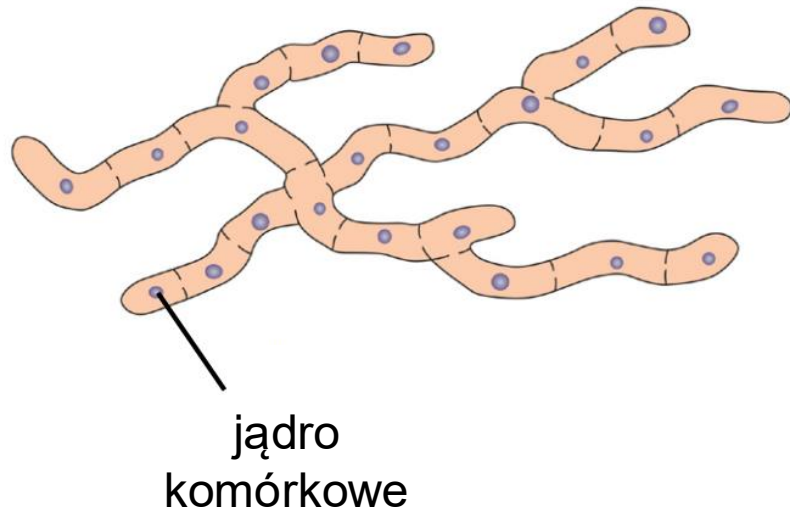


Mikrofotografia przedstawia budowę strzępki wielokomórkowej.

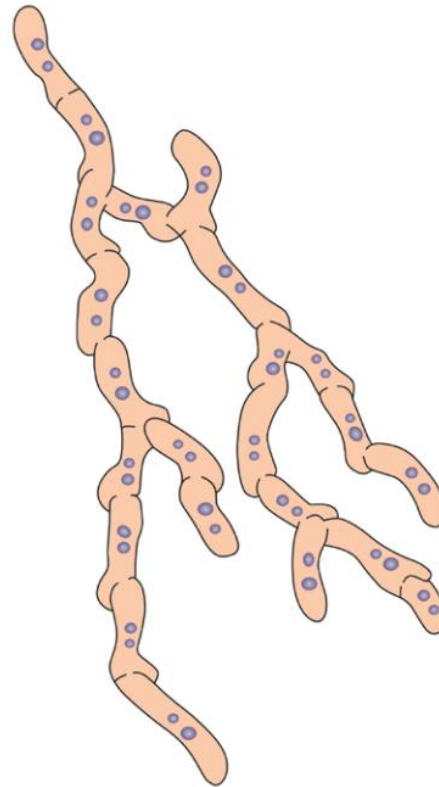
# Rodzaje strzępek wielokomórkowych

Mogą występować w formie **jednojądrowych** lub **dikariotycznych**.

strzępki wielokomórkowe  
jednojądrowe (haploidalne,  $1n$ )



strzępki wielokomórkowe  
dikariotyczne (dwujądrowe,  $2n$ )



Schemat przedstawia podział i budowę strzępek wielokomórkowych.

# Strzępki wielokomórkowe dikariotyczne

Zawierają **dwa jądra w każdej komórce**, pochodzące od dwóch różnych osobników - matczynego i ojcowskiego.

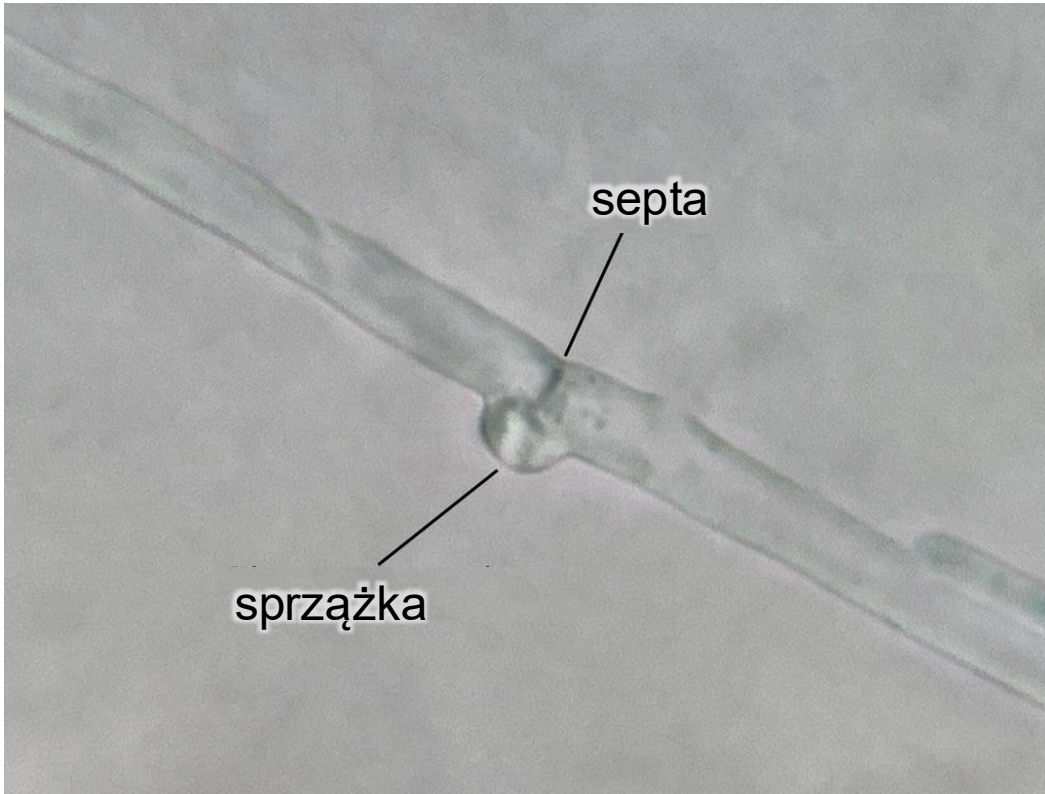


Mikrofotografia przedstawia budowę strzępki wielokomórkowej dikariotycznej.

# Sprzążka

Charakterystyczne struktury występujące u wielu grzybów z gromady podstawczaków (*Basidiomycota*), odgrywające rolę w procesie podziału komórek strzępek.

Umożliwiają one **zachowanie dikariotycznego układu jąder** w kolejnych segmentach strzępek.

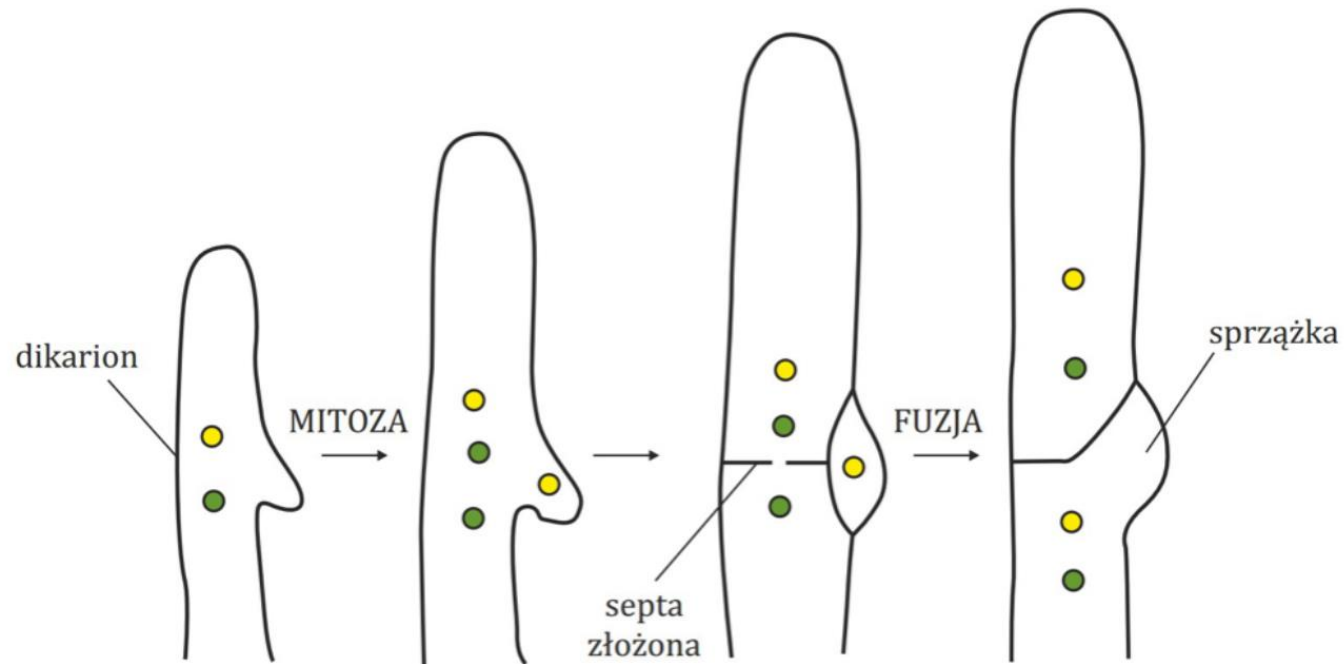


Mikrofotografia przedstawia sprzążkę w strzępce grzyba.

# Powstawanie sprzążki

Sprzążka **powstaje po mitozie**, w wyniku której w komórce strzępki z dikarionu tworzą się cztery jądra, z czego dwie pary są różnoimiennie.

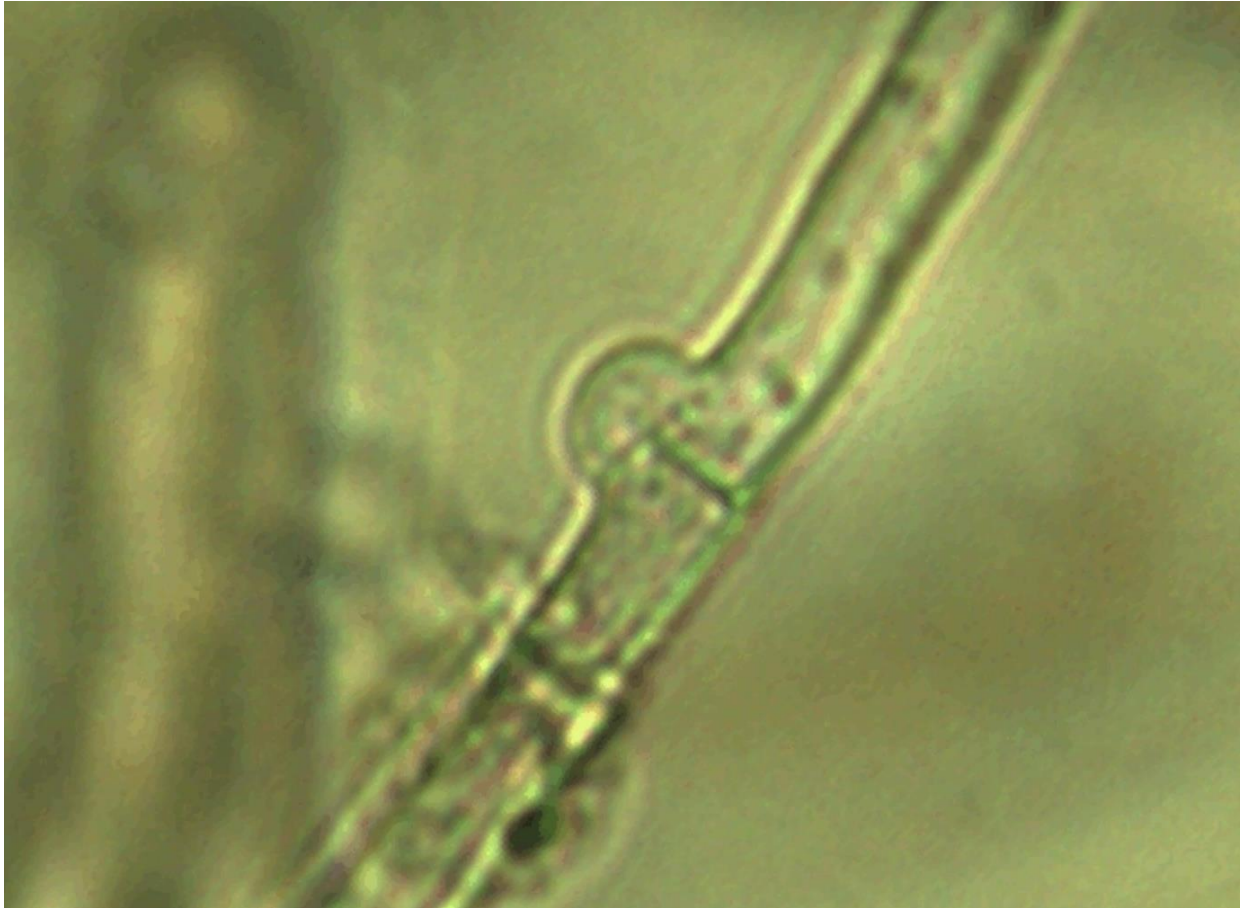
Następnie formowana jest poprzeczna przegroda (septa) i zgrubienie w postaci kabłąkowatego łącznika, przez które jedno z jąder przechodzi do sąsiedniej komórki.



Schemat przedstawia powstawanie sprzążki w strzępcie grzyba.

## Funkcja sprzążek

Utrzymują dikariotyczną organizację strzępek podstawczaków, zapewniając **równomierne rozdzielenie par jąder** różnoimiennych do sąsiednich komórek podczas podziału.



Wideo przedstawia mechanizm rozdzielenia jąder komórkowych przez sprzążkę w strzępce grzyba.

# Podział strzępek ze względu na funkcje



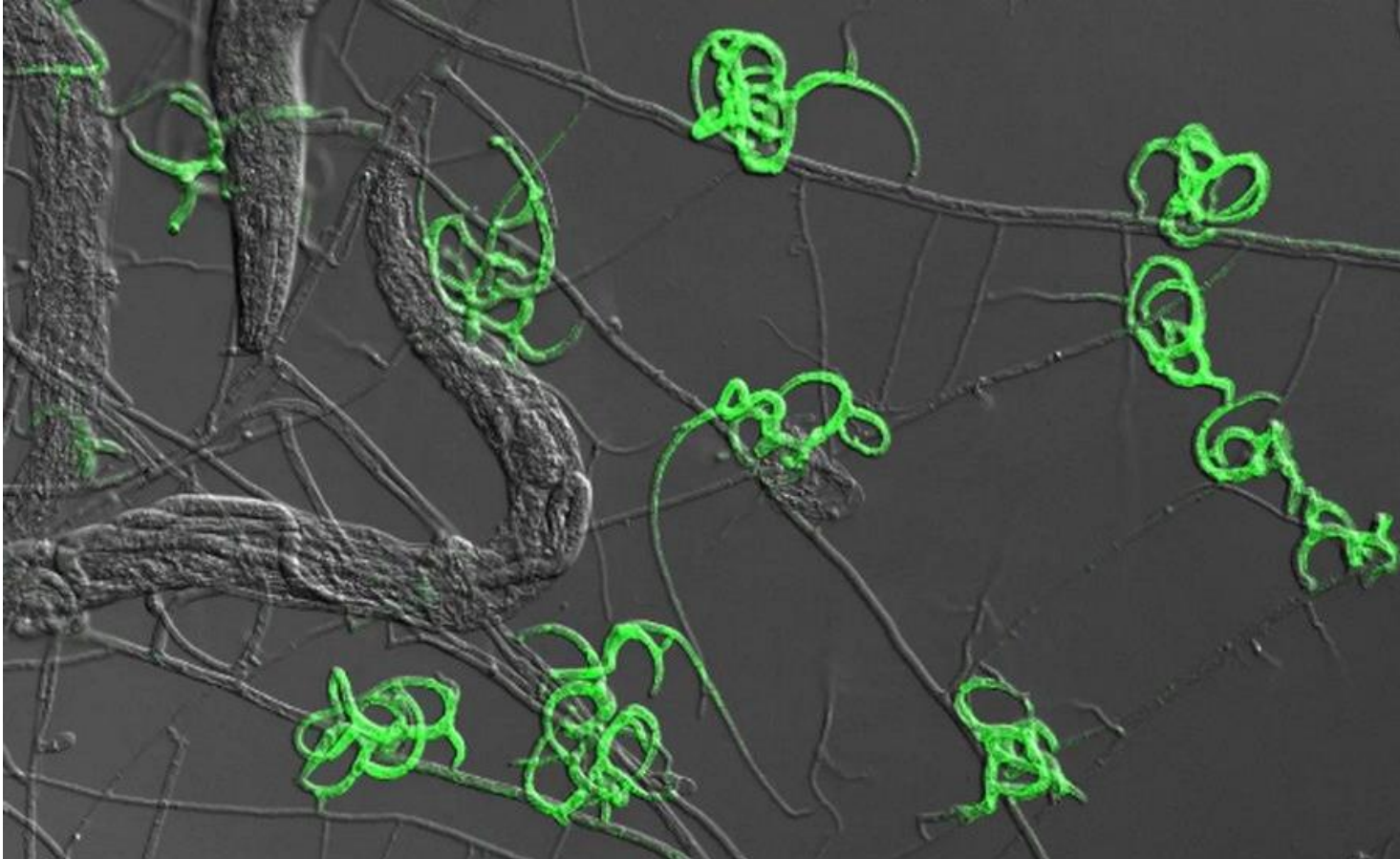
Mikrofotografia przedstawia budowę sieci strzępek (SEM).

Strzępki mogą pełnić różne role.

Dzięki tej różnorodności strzępki **pomagają przetrwać i rozwijać się grzybom w różnych środowiskach.**

# Strzępki pułapki

Występują u **grzybów drapieżnych** i pełnią **funkcję chwytania ofiar**, które najczęściej stanowią pierścienice lub nicienie. Tworzą one **specjalne, kilkukomórkowe pętle**, które są w stanie zacisnąć się na ciele ofiary, umożliwiając jej uwięzienie.



Mikrofotografia przedstawia budowę strzępki pułapki.

# Strzępki pułapki



# Strzępki powietrzne

Służą grzybom do **pobierania wilgoci z atmosfery**. Ich główną funkcją jest zapewnienie odpowiednich warunków do wzrostu grzybni poprzez absorpcję wody



Mikrofotografia przedstawia budowę strzępki powietrznej.

# Strzępki substratowe

Pełnią funkcję **pobierania substancji organicznych z podłoża**, na którym rosną grzyby.

Są odpowiedzialne za **procesy rozkładu materii organicznej** i jej **absorpcji przez grzybnię**.



Mikrofotografia przedstawia budowę strzępki substratowej.

# Strzępki zarodnikowców

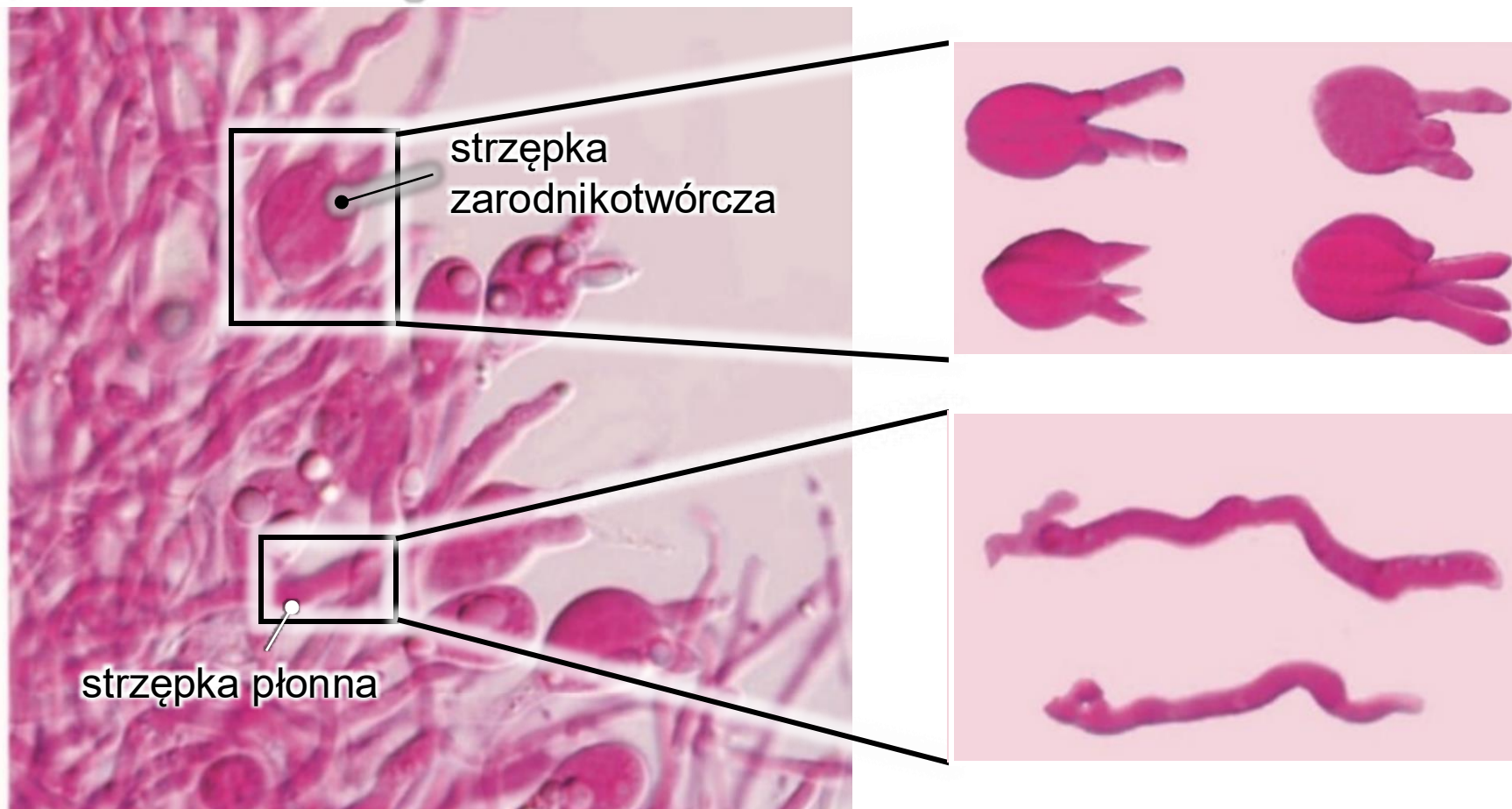
Są odpowiedzialne za **produkcję zarodników** u grzybów. **Na ich końcach powstają zarodnie**, w których tworzą się zarodniki, które następnie mogą rozprzestrzeniać się w środowisku, umożliwiając grzybom rozmnażanie.



Mikrofotografia przedstawia budowę strzępki zarodnikowców.

# Strzępki płonne

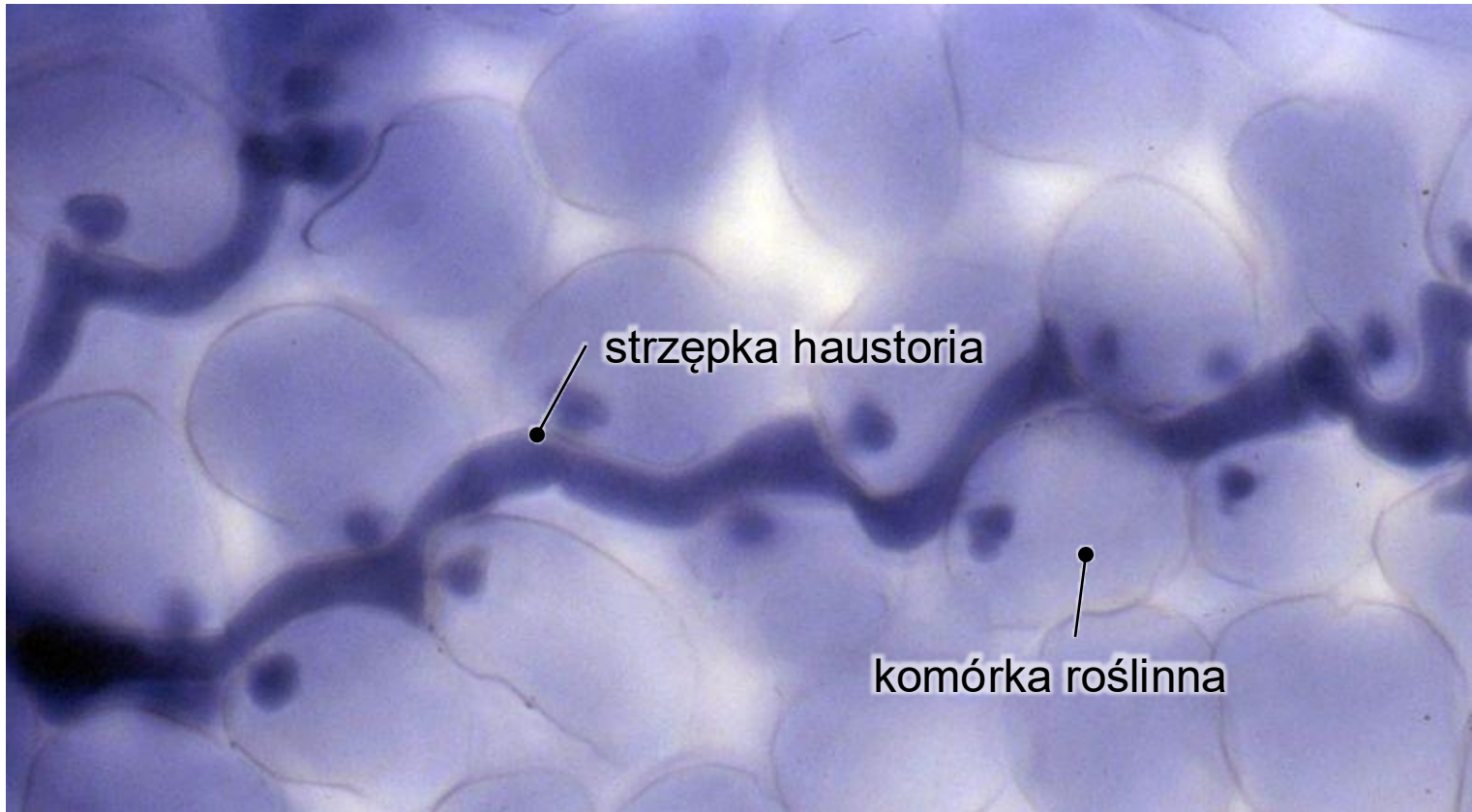
Struktury, które **nie biorą udziału w tworzeniu zarodników**, lecz **pełnią funkcję wspierającą, chroniącą zarodnie lub zwiększającą stabilność** warstwy zarodnikotwórczej.



Mikrofotografia przedstawia budowę strzępki zarodnikotwórczej i wspomagającej strzępki płonnej.

# Strzępki haustoria

Występują u grzybów **symbiotycznych i pasożytniczych**. Haustoria umożliwiają grzybom **nawiązywanie kontaktu z komórkami gospodarza** **przejmowanie niezbędnych składników**, takich jak woda i związki organiczne, co wspiera ich wzrost i rozwój.



Mikrofotografia przedstawia budowę strzępki haustorii.

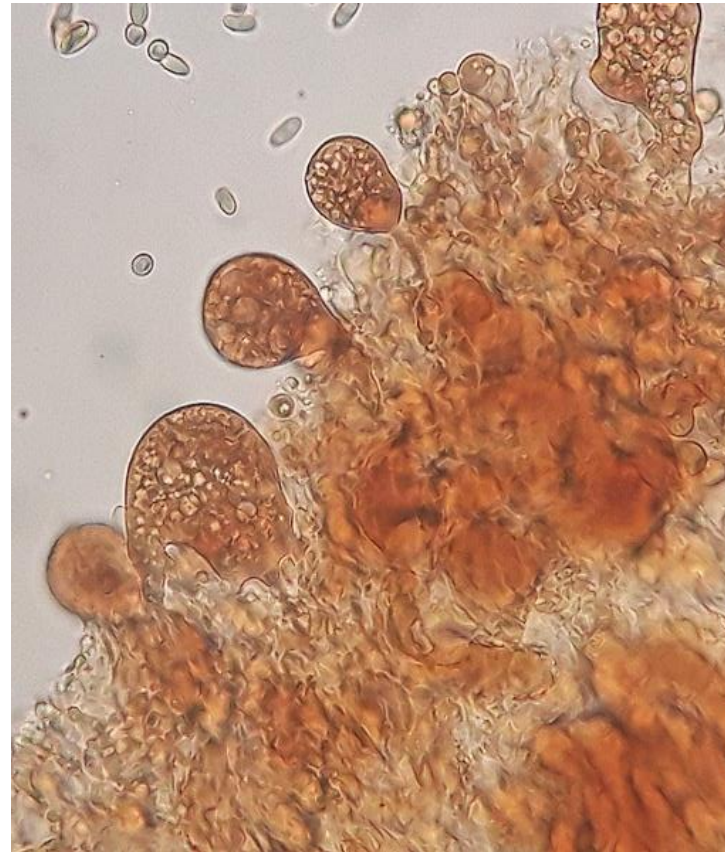
## Podział ze względu na ułożenie strzępek

Wyróżnia się **strzępki luźne**, tworzące **nitkowate plechy obecne w glebie**, oraz **strzępki zbite (plektenchymatyczne)**, które splatając się i zlepiając, tworzą zwarte struktury.

strzępki luźne



strzępki zbite



Mikrofotografie przedstawiają różnice w budowie strzępek luźnych i zbitych.

# Strzępki luźne

To **struktury grzybni o nitkowatej budowie**, które występują w środowisku, takim jak **gleba**. Tworzą **rozproszone, niezwarne sieci**, co umożliwia grzybom skuteczne penetrowanie podłoża i pobieranie składników odżywczych z otoczenia.



Mikrofotografia przedstawia budowę strzępki luźnej.

## Strzępki zbite

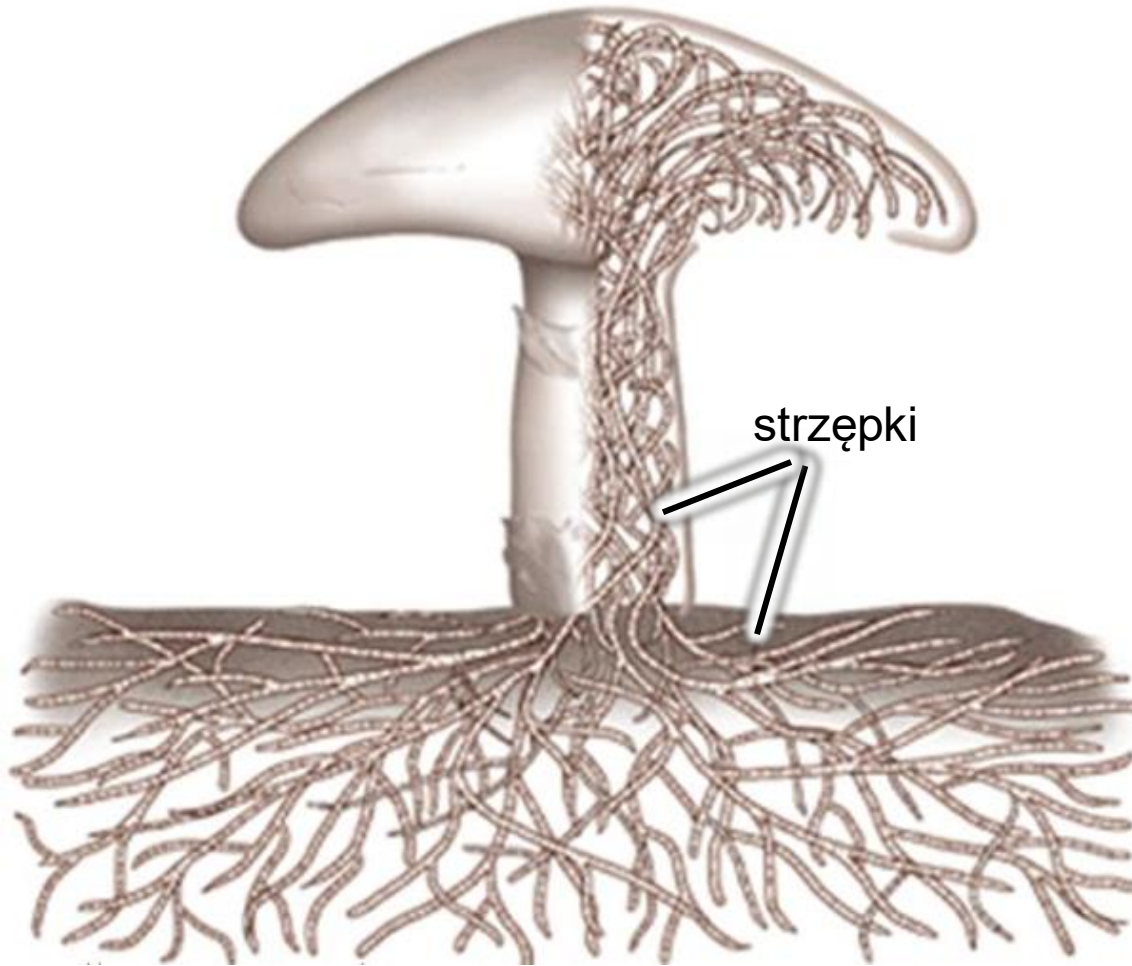
Zwane także **plektenchymatycznymi**, to struktury grzybni, w których **strzępki są ciasno splecione i zlepione**. Tworzą one gęste formacje, które mogą przybierać postać **owocników**, służących do rozmnażania.



Mikrofotografia przedstawia budowę strzępki zbitej.

# Ułożenie strzępek

Strzępki luźno ułożone tworzą grzybnię w glebie, natomiast strzępki zbite splatają się ze sobą, tworząc owocniki.



owocnik zbudowany  
ze strzępek zbitych

grzybnia w glebie  
zbudowana  
ze strzępek  
luźnych

Schemat przedstawia budowę grzyba z podziałem na rodzaj ułożenia strzępek

# Zadanie autorskie

## Zadanie 2.

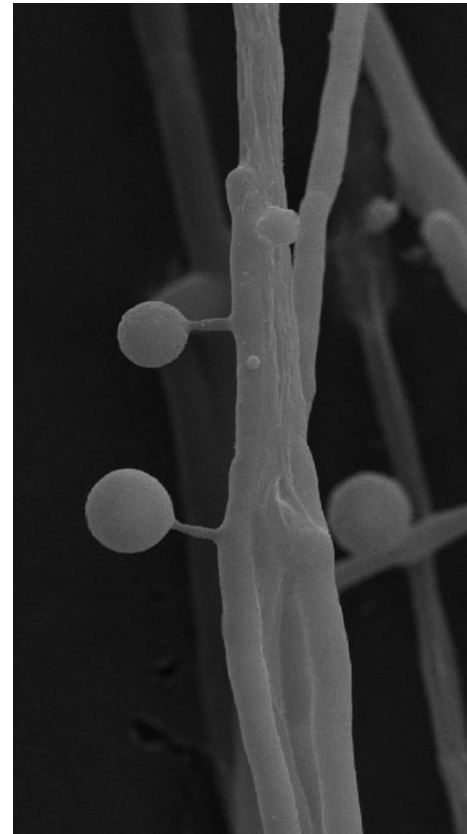
Niepozorny grzyb, przysmak wegan bocznik ostrygowy (*Pleurotus ostreatus*) zawiera duże ilości białka, witamin z grupy B, kwasu foliowego oraz soli mineralnych. Uprawia się go na słomie, a w środowisku naturalnym występuje na martwym drewnie drzew liściastych. Zbierać go można dziko jesienią, a nawet zimą, jeśli jest łagodna.

Boczniki potrafią w nietypowy dla grzybów sposób pobierać pokarm - aktywnie polują na nicienie. Wydzielają one substancję paraliżującą 3-oktanon z toksocyst (niewielkie pęcherzyki wypełnione toksynami) na zasadzie strategii "gazu paraliżującego w lizaku" ( ang. a nerve gas in a lollipop strategy). W organizmie zaatakowanej ofiary dochodzi do napływu jonów wapnia do komórek mięśniowych i nerwowych czyli tzw. fali wapniowej, zaburza to prawidłowy przepływ jonów przez błony komórkowe, co prowadzi do szybkiej śmierci. Polowanie na nicienie jest dla bocznika skutecznym sposobem na zdobycie składników odżywczych. Ponadto trucizna działa również jako obrona przed nicieniami, które żerują na grzybach.

# Zadanie autorskie

## Zadanie 2.

Na fotografii przedstawiono bocznika ostrygowego (*Pleurotus ostreatus*) oraz schematyczną budowę jego strzępek i zarodników. Poniższa mikrofotografia przedstawia strzępki bocznika z toksocystami, sfotografowane za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego.



# Zadanie

## Zadanie 2.1 (0-1)

**Rozstrzygnij czy owocnik boczniaka ostrygowego zbudowany jest z strzępek zbitych czy plektenchymy. Odpowiedź uzasadnij.**

.....

.....

.....

.....

.....

# Zadanie

2.1

1 p. – za prawidłowe rozstrzygnięcie (plektenchyma) oraz uzasadnienie odnoszące się do luźnego rozmieszczenia strzępek.

0 p. – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

Odpowiedź:

- Plektenchymy – strzęпки budujące owocnie są luźno rozmieszczone.
- Strzęпки budujące owocniki tego grzyba są luźno rozmieszczone – jest to plektenchyma.

Komentarz: na schemacie możemy zauważyć, że owocnie opisanego grzyba tworzą luźne strzęпки tworzące plektenchymę.

# Zadanie

## Zadanie 2.2 (0-1)

Podaj nazwę pierwiastka biogenego, którego niedobór *Pleurotus ostreatus* uzupełnia prowadząc częściowo drapieżny tryb życia.

.....

# Zadanie

2.2

1 p. – za podanie prawidłowej odpowiedzi

0 p. – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

Odpowiedź:

- azot

Komentarz: bocznik ostrygowaty prowadząc częściowo drapieżny tryb życia zdobywa więcej azotu (analogicznie do roślin, które polują na owady) poprzez trawienie tkanek nicieni.

# Zadanie

## Zadanie 2.3 (0-1)

**Wyjaśnij** dlaczego napływ jonów wapnia do komórek nicienia powoduje jego śmierć. W odpowiedzi uwzględnij rolę mitochondriów w opisanym procesie.

.....

.....

.....

.....

.....

# Zadanie

2.3

1 p. – za prawidłowe wyjaśnienie uwzględniające: 1) wzrost stężenia jonów wapnia w komórce 2) zwiększony napływ jonów wapnia do mitochondriów 3) zainicjowanie apoptozy 4) śmierć komórek nerwowych/mięśniowych nicienia, a następnie całego organizmu

0 p. – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

Odpowiedź:

- Wzrost stężenia jonów wapnia w komórce prowadzi do zwiększenia napływu tychże jonów do mitochondriów, co jest jednym z czynników pobudzających apoptozę.

Konsekwencją tego procesu jest śmierć komórek nerwowych nicienia, a następnie całego organizmu.

- Działanie toksyny prowadzi do napływu jonów wapnia do komórek nicienia, co prowadzi również do wzrostu stężenia jonów wapnia w mitochondriach. Jest to czynnik wyzwalający apoptozę – komórki nerwowe i mięśniowe nicienia umierają, a następnie umiera cały organizm.

# Zadanie

## Zadanie 2.4 (0-1)

Oceń, czy poniższe informacje dotyczące bocznika ostrygowego gatunków są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Należy do typu workowców.	P	F
2.	Zarodniki Pleurotus powstają w procesie mitozy.	P	F
3.	Hymenium występuje pod kapeluszem owocnika bocznika.	P	F

# Zadanie

2.4

2 p. – za wybranie trzech prawidłowych odpowiedzi

1 p. – za wybranie dwóch prawidłowych odpowiedzi

0 p. – za każdą inną odpowiedź lub za brak odpowiedzi.

Odpowiedź:

FFP

Komentarz:

1. Pleurotus ostreatus jest podstawczakiem – na schemacie możemy zauważyć, że wytwarza on podstawki.

2. Zarodniki podstawkowe są mejosporami.

3. Hymenium jest warstwą w obrębie której wytwarzane są zarodniki – możemy zauważyć na schemacie, że znajduje się ona pod kapeluszem.

# Wewnętrzna błona mitochondrialna

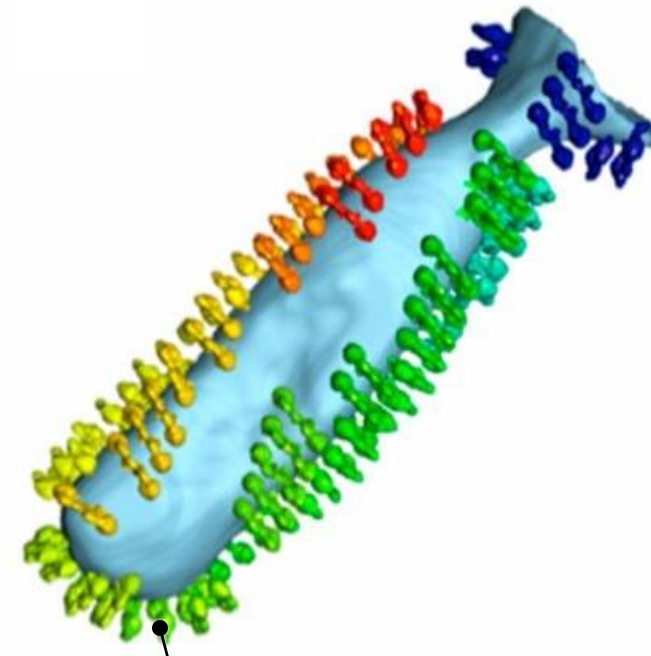
Posiada **specyficzne białka transportowe, kanały i pompy**, m.in. białka łańcucha oddechowego, zapewniając odpowiednie warunki do efektywnej **produkcji ATP** i wspierając **procesy metaboliczne zachodzące wewnątrz mitochondrium**.



Mikrofotografia przedstawia mitochondrium (TEM) z wizualizacją wewnętrznej błony mitochondrialnej.

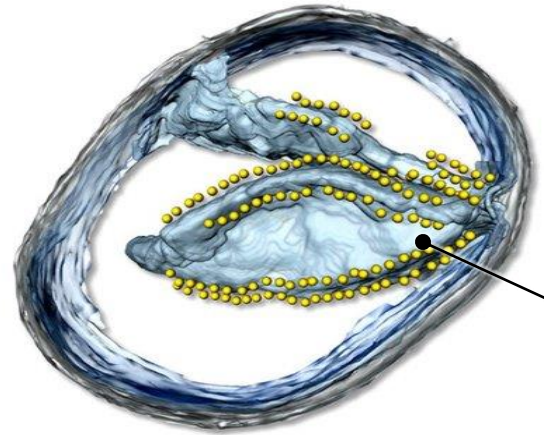
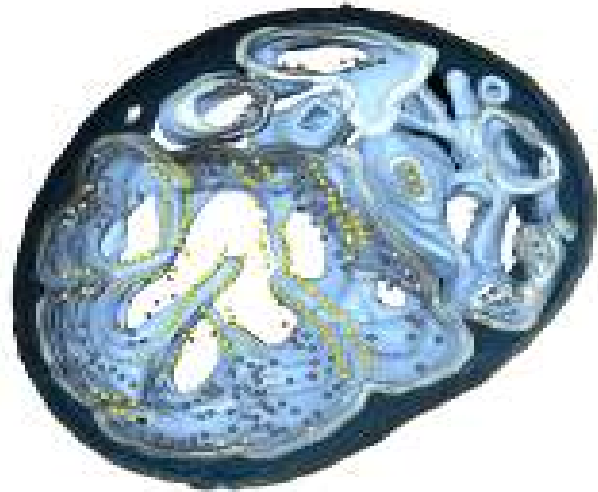


wewnętrzna błona mitochondrialna

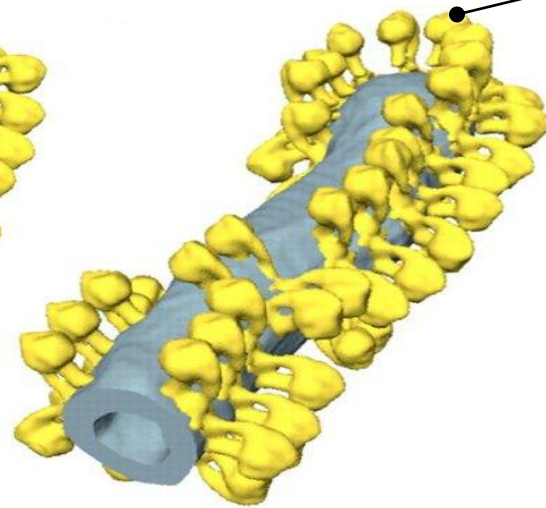
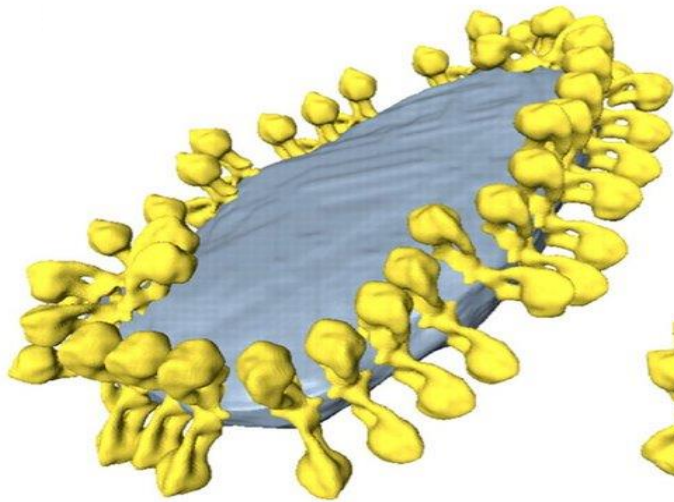


białka

# Wewnętrzna błona mitochondrialna



wewnętrzna błona  
mitochondrialna



białka

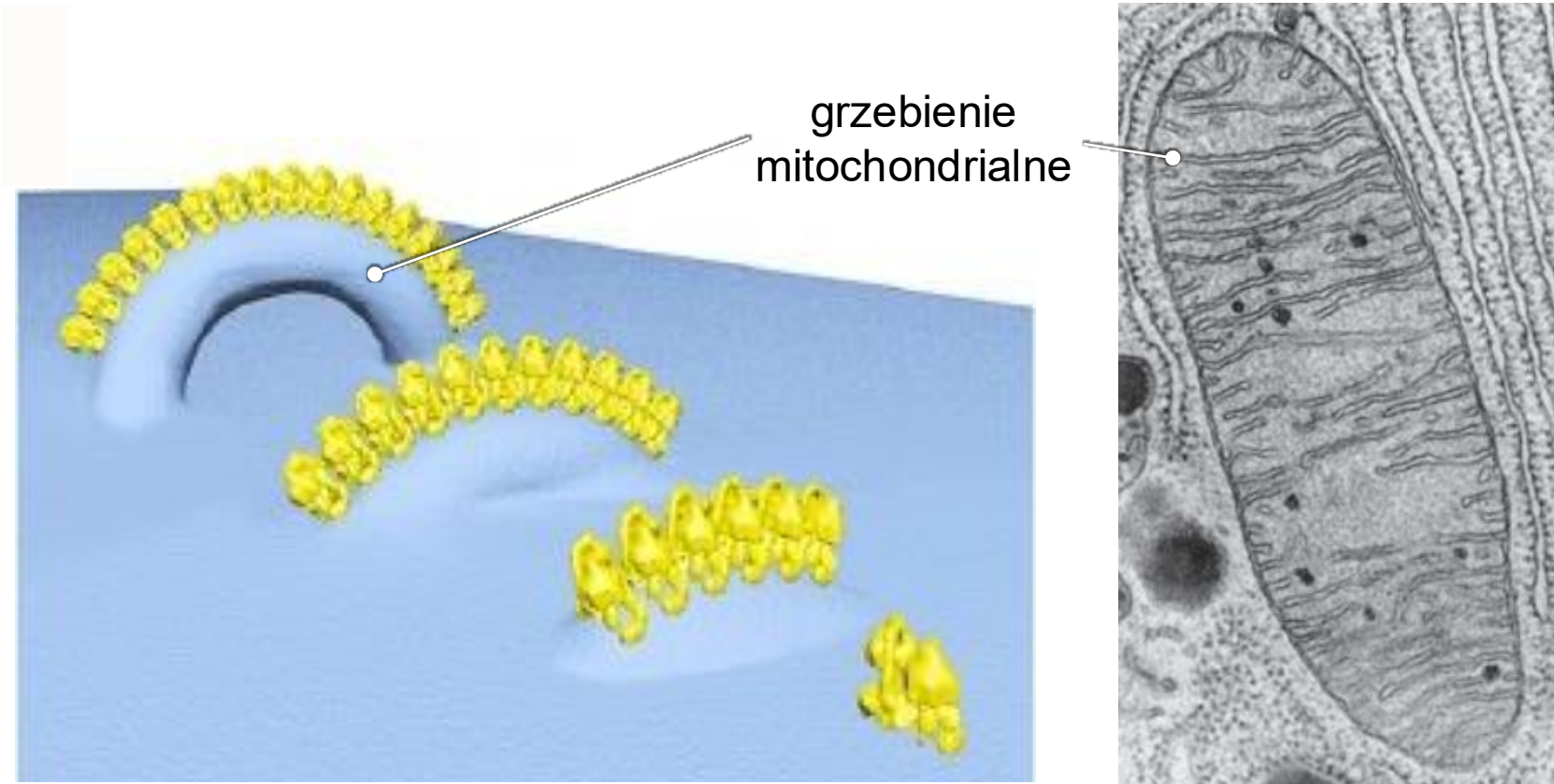
## WAŻNE NA MATURZE

Wewnętrzna błona posiada **wiele białek przenośnikowych**, które umożliwiają przepływ elektronów i umożliwiają zachodzenie **łańcucha oddechowego**.

Wizualizacja wewnętrznej błony mitochondrialnej.

# Grzebień mitochondrialne

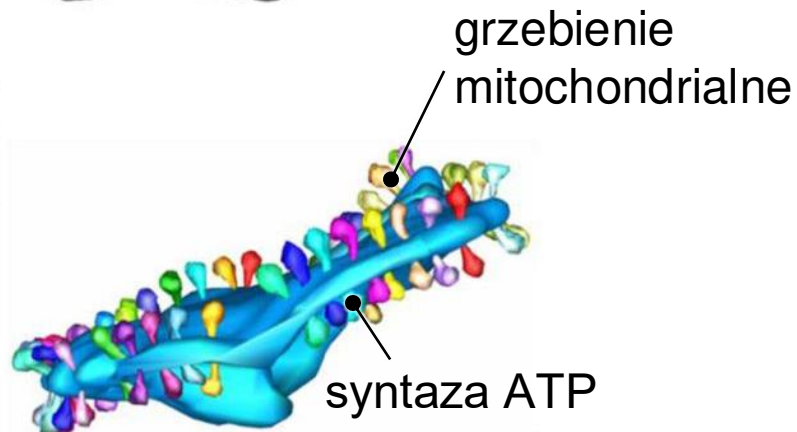
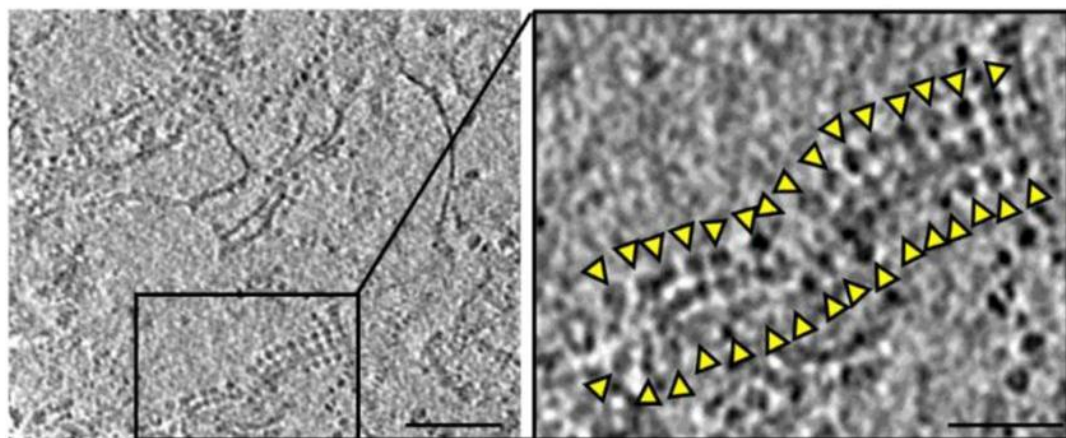
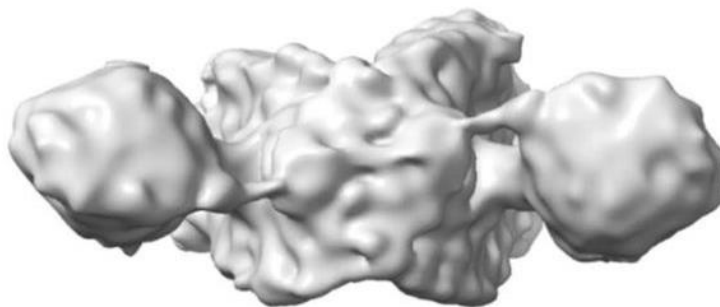
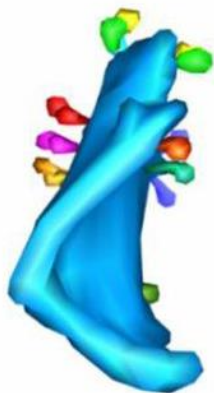
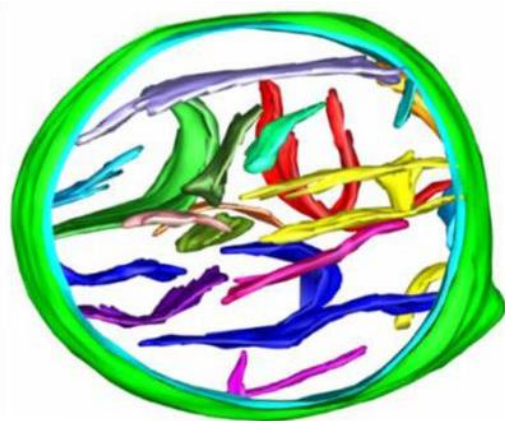
To wpuklenia wewnętrznej błony, przez co zwiększa swoją powierzchnię. To umożliwia umieszczenie **większej liczby białek odpowiedzialnych za oddychanie komórkowe i produkcję ATP.**



Schemat pokazujący zależność ilości białek od powierzchni grzebienia oraz strukturę mitochondrium z widocznymi grzebieniami mitochondrialnymi (TEM).

# Grzebień mitochondrialne

Zawierają m.in. **syntazę ATP**, enzym, który wykorzystuje energię gradientu protonowego do syntezy **ATP**, dostarczając komórce **energię w postaci ATP**.

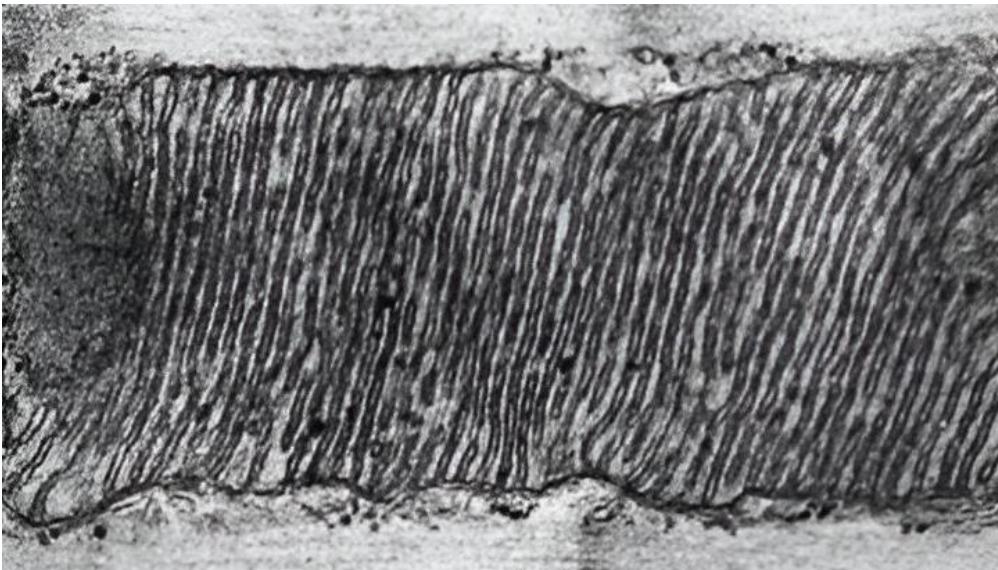


Schemat pokazujący zależność ilości białek od powierzchni grzebień oraz strukturę mitochondrium z widocznymi grzebieniami mitochondrialnymi (TEM).

# Grzebienie mitochondrialne



W tkankach, w których mitochondria włączają się w różne procesy metaboliczne, jak na przykład w wątrobie, **grzebienie są nieliczne**, natomiast prawie całą objętość organelli **wypełnia macierz**.



Natomiast tam, gdzie mitochondria są głównie **dostarczycielami energii** pod postacią ATP (np. w mięśniach i nerce), błona wewnętrzna i grzebienie zajmują pokaźną część przestrzeni organelli.

Mikrofotografie mitochondriów (TEM)

# Macierz mitochondrialna (matrix)

To **koloidalna substancja** wypełniająca wnętrze mitochondrium, otoczona wewnętrzną błoną. Jest bardziej gęsta w porównaniu z wodnistym cytoplazmatycznym środowiskiem komórki.

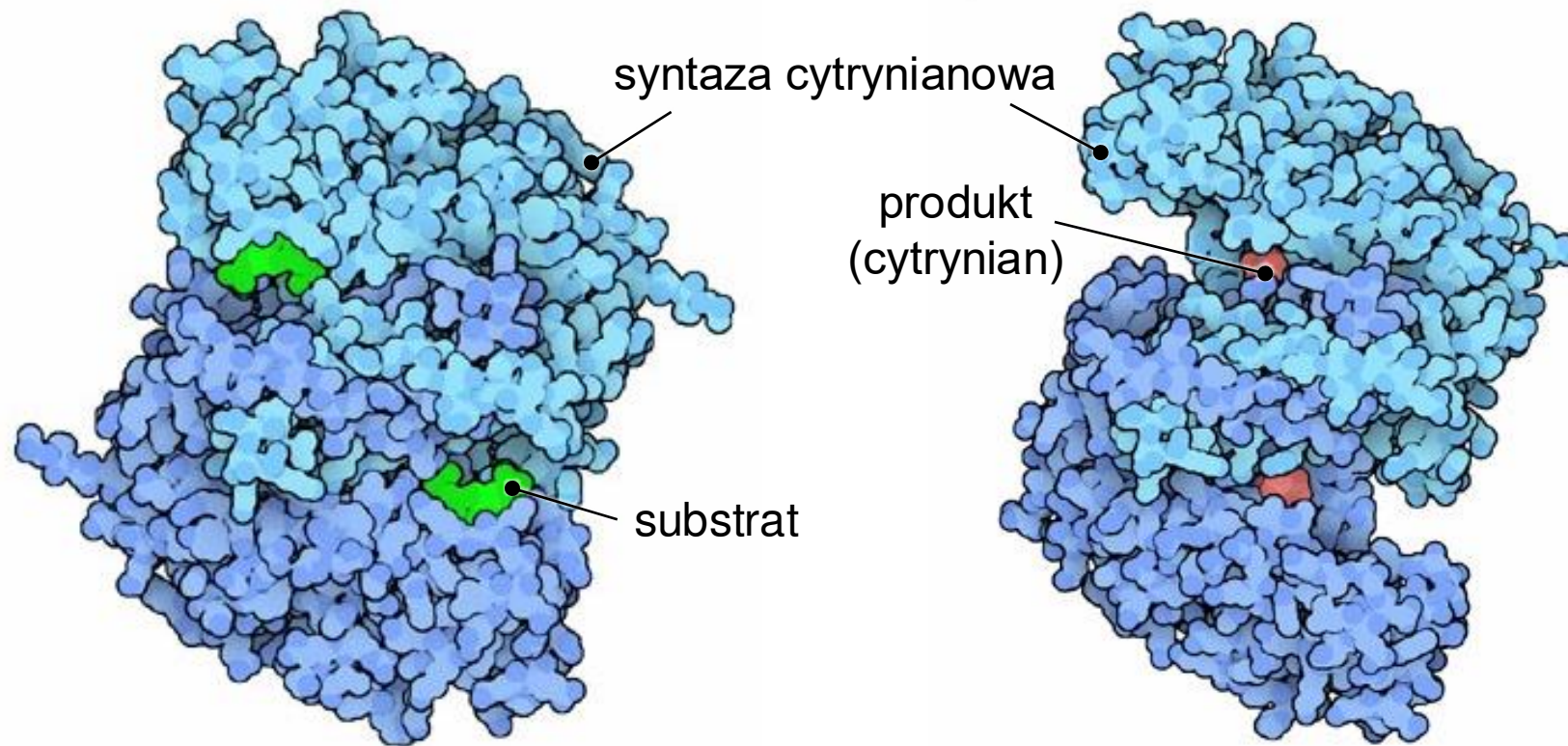


macierz mitochondrialna

Mikrofotografia przedstawia budowę mitochondrium z zaznaczoną na niebiesko macierzą mitochondrialną..

# Macierz mitochondrialna (matrix)

Zawiera **białka**, m.in. enzymy biorące udział w reakcjach tlenowego oddychania komórkowego. Jednym z takich białek jest **syntaza cytrynianowa**, która jest pierwszym z enzymów cyklu Krebsa.



Struktura syntazy cytrynianowej w konformacji zamkniętej (po lewej) i otwartej (po prawej).

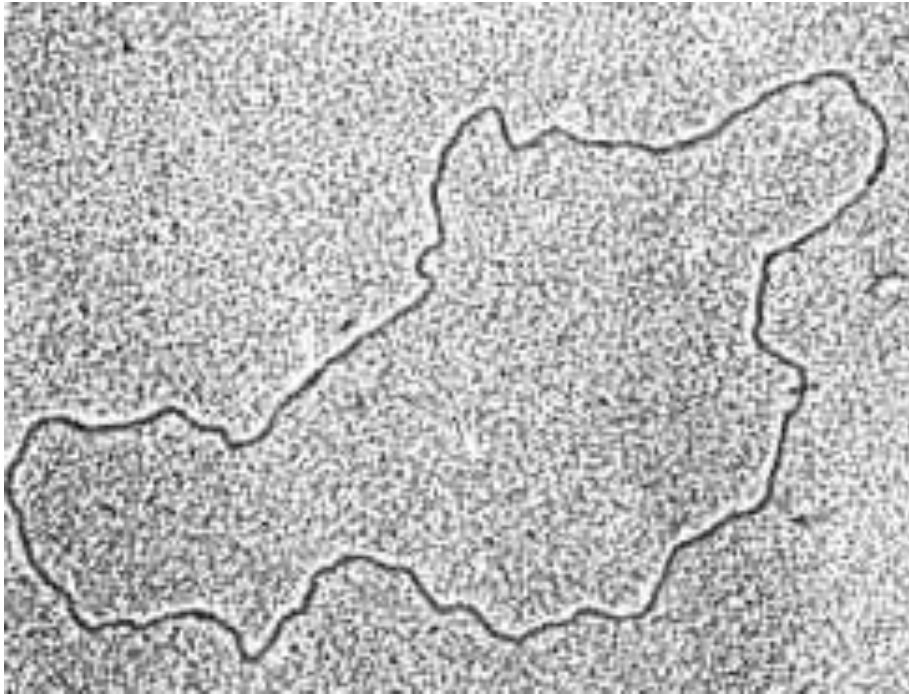
# Macierz mitochondrialna (matrix)

Zawiera maszynę do syntezy białek:

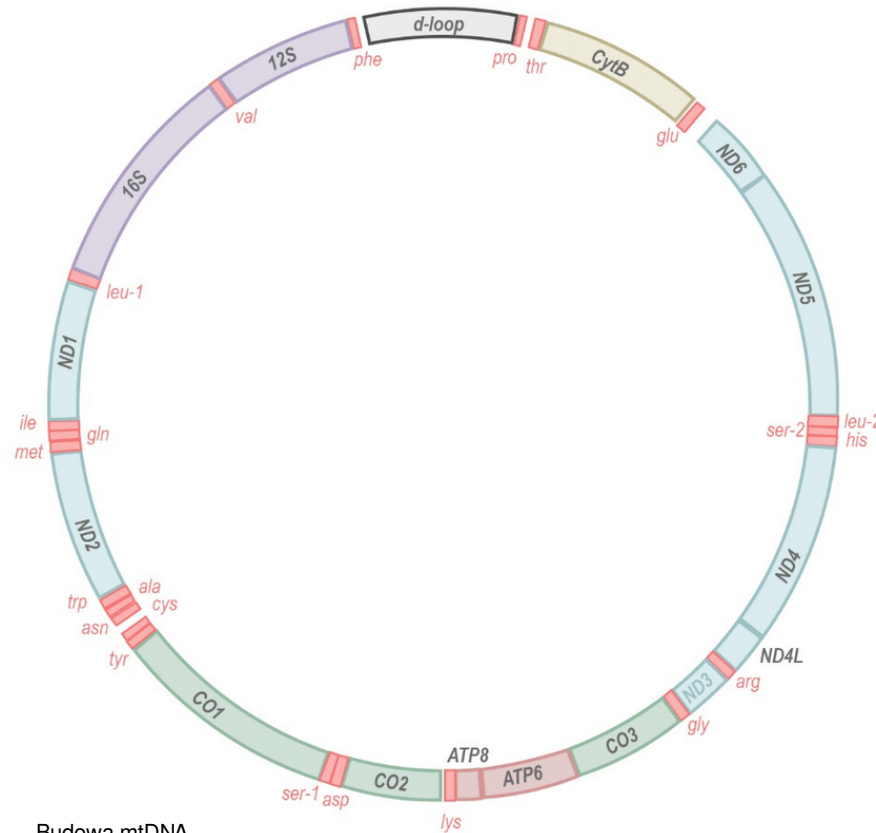
- **kolisty mitochondrialny DNA (mtDNA)**, który koduje 37 białek,
- **rybosomy mitochondrialne (70S)**,
- **mitochondrialne tRNA**.

## WAŻNE NA MATURZE

**Mitochondria** są strukturami **półautonomicznymi** - częściowo uniezależniły się od jądra komórkowego, gdyż **mają własne DNA i rybosomy**.



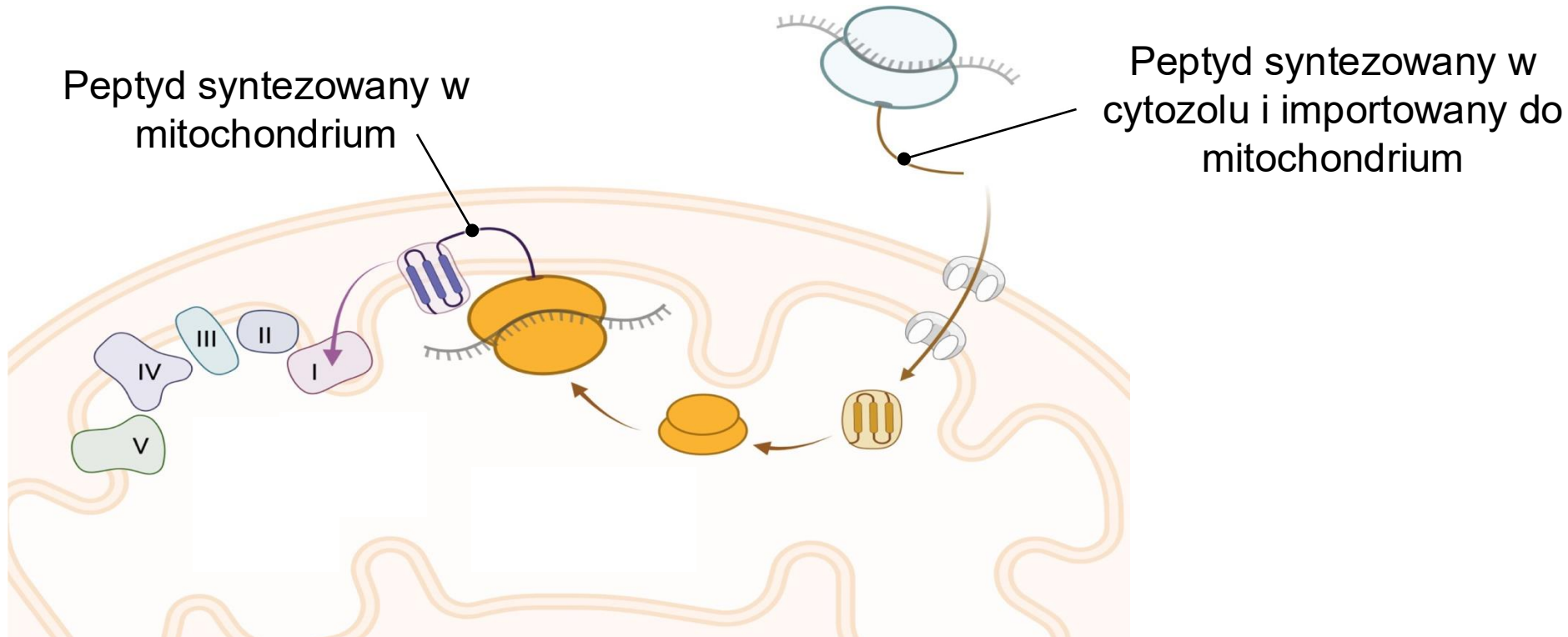
Struktura kolistego, mitochondrialnego DNA (TEM).



Budowa mtDNA.

# Synteza białek

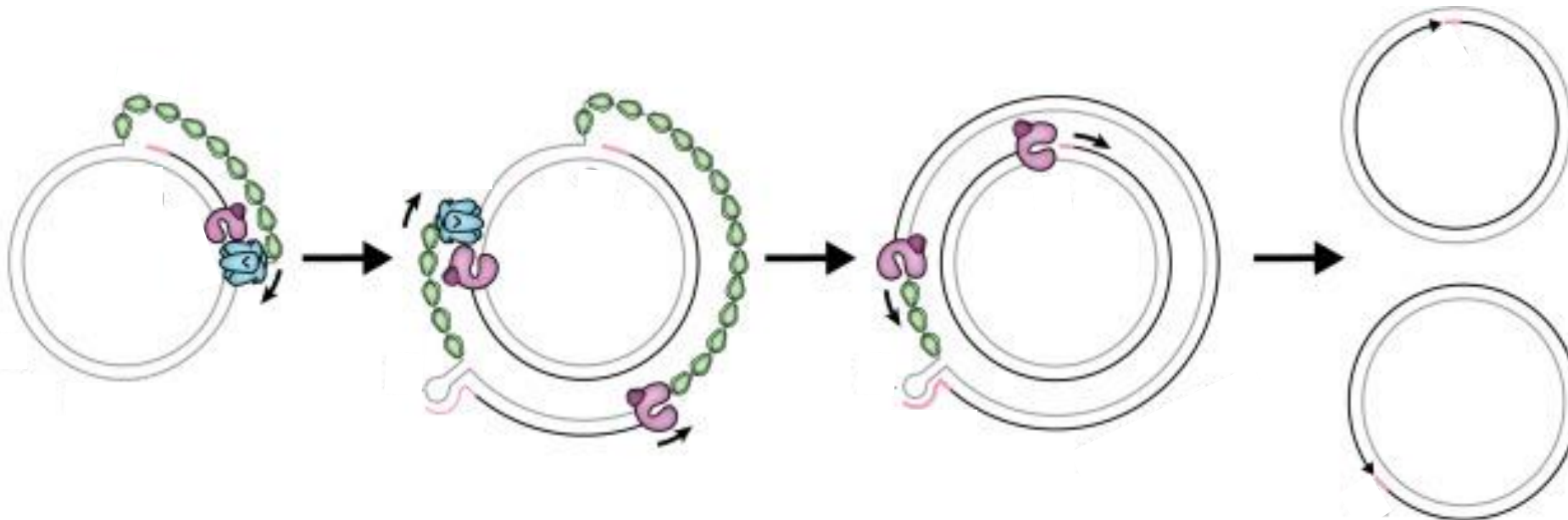
Mitochondria posiadają **własne DNA** i **rybosomy**, co umożliwia im syntezę niektórych białek wewnątrz organellum. Jednak do prawidłowego funkcjonowania potrzebują również **białek syntetyzowanych w cytozolu** na podstawie genów jądrowych, które są importowane do mitochondrium.



Schemat przedstawia pochodzenie (komórkowe i mitochondrialne) białek biorących udział w procesie oddychania.

# Replikacja mitochondrialnego DNA

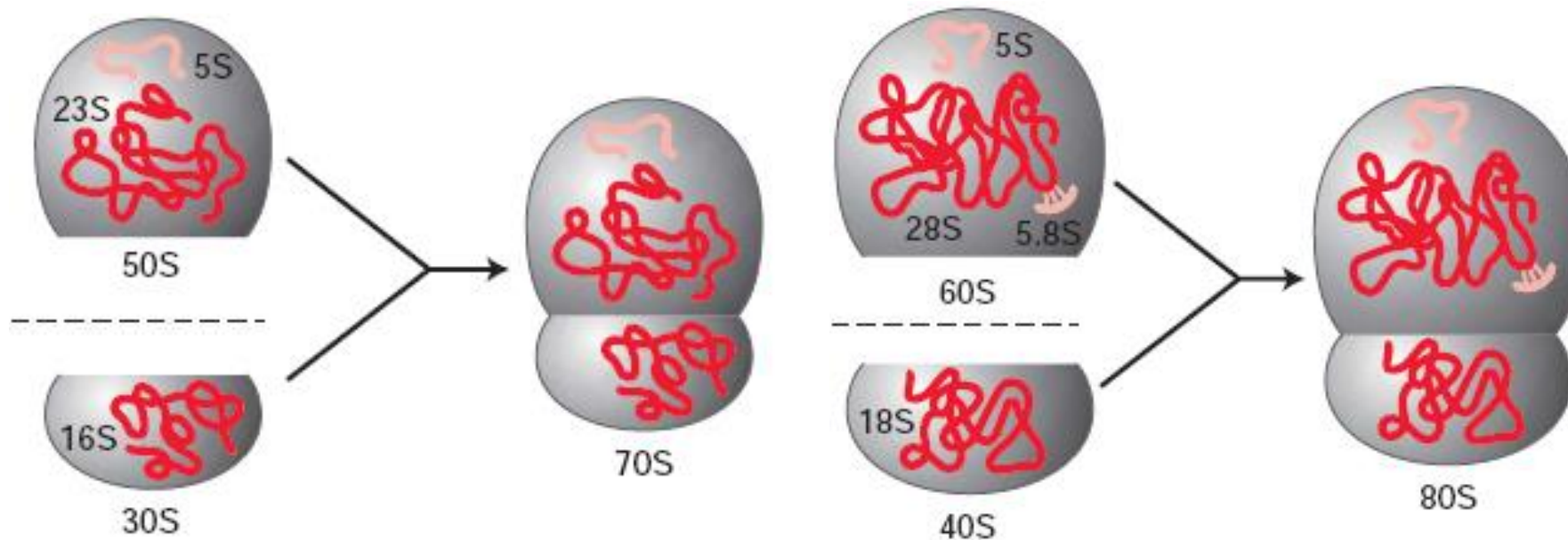
Replikacja mitochondrialnego DNA zachodzi **niezależnie od cyklu komórkowego**, co pozwala mitochondriom dostosować liczbę swoich genomów do potrzeb energetycznych komórki oraz zapewnić wystarczającą ilość białek kodowanych przez mtDNA, niezbędnych w procesach oddychania komórkowego.



Schemat przedstawia proces replikacji mitochondrialnego DNA.

# Rybosomy mitochondrialne

- **Translacja** odbywa się na obecnych w matrix rybosomach 70S, z udziałem wspomnianego wcześniej mitochondrialnego tRNA.
- Powstaje **13 polipeptydów**, które biorą udział w budowaniu kilku kompleksów białkowych **biorących udział w procesie oddychania tlenowego**.

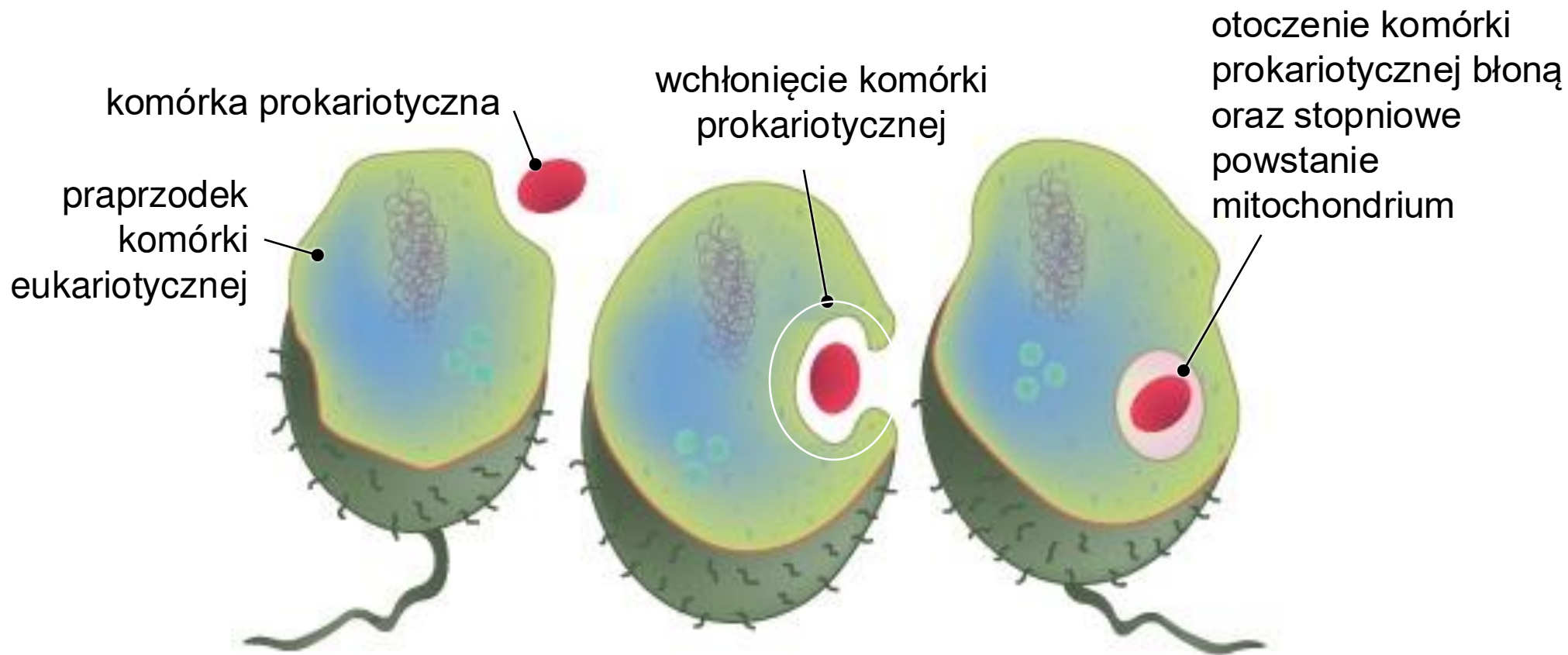


Różnica w budowie mitochondrialnych rybosomów 70S i rybosomów 80S znajdujących się w cytoplazmie komórek eukariotycznych.

# Pochodzenie mitochondrium

Mitochondria swoją budową przypominają bakterie.

**Teoria endosymbiozy** opisuje w jaki sposób mitochondria powstały właśnie z bakterii.



Schemat przedstawiający teorię endosymbiozy.

# Teoria endosymbiozy

Dowody potwierdzające teorię endosymbiozy:

- Mitochondria są otoczone **dwiema błonami**, które różnią się składem od błony komórki gospodarza.
- Posiadają **własną kolistą cząsteczkę DNA**, odmienną od DNA jądrowego.
- **Rybosomy 70S** mitochondriów są podobne do rybosomów bakteryjnych.
- Nowe mitochondria **powstają przez podział istniejących już mitochondriów**.

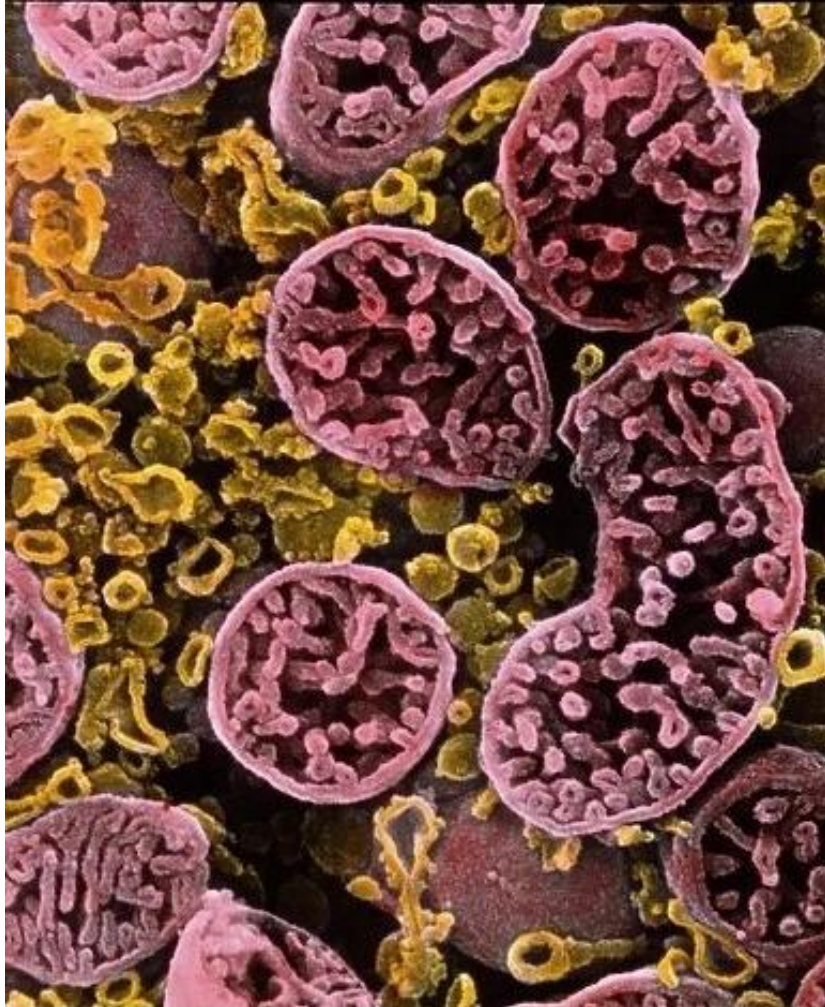
# Powstawanie mitochondrium

Nowe mitochondria powstają zwykle poprzez **wzrost i podział prosty** już istniejących (większość białek mitochondrium jest kodowana przez DNA jądrowe).



Mikrofotografia mitochondrium (TEM)

## Inne funkcje mitochondrium

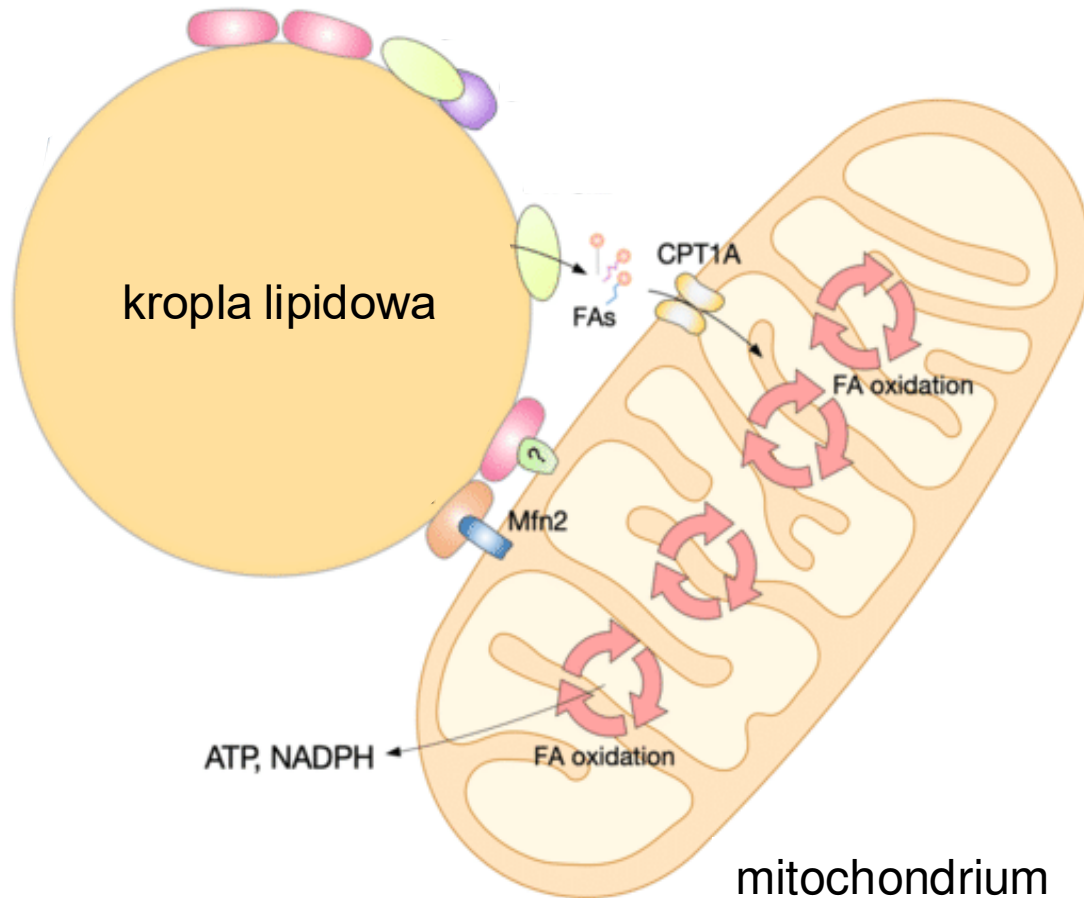


Mikrofotografia mitochondrium – skaningowy mikroskop elektronowy (SEM)

W mitochondriach, poza oddychaniem komórkowym, **zachodzi wiele procesów metabolicznych** w tym:

- przemiany kwasów tłuszczowych,
- przekształcanie toksycznego amoniaku w mocznik,
- sygnalizacja komórkowa,
- wzrost i śmierć komórki,
- kontrola cyklu komórkowego.

# Przemiany kwasów tłuszczowych w mitochondriach

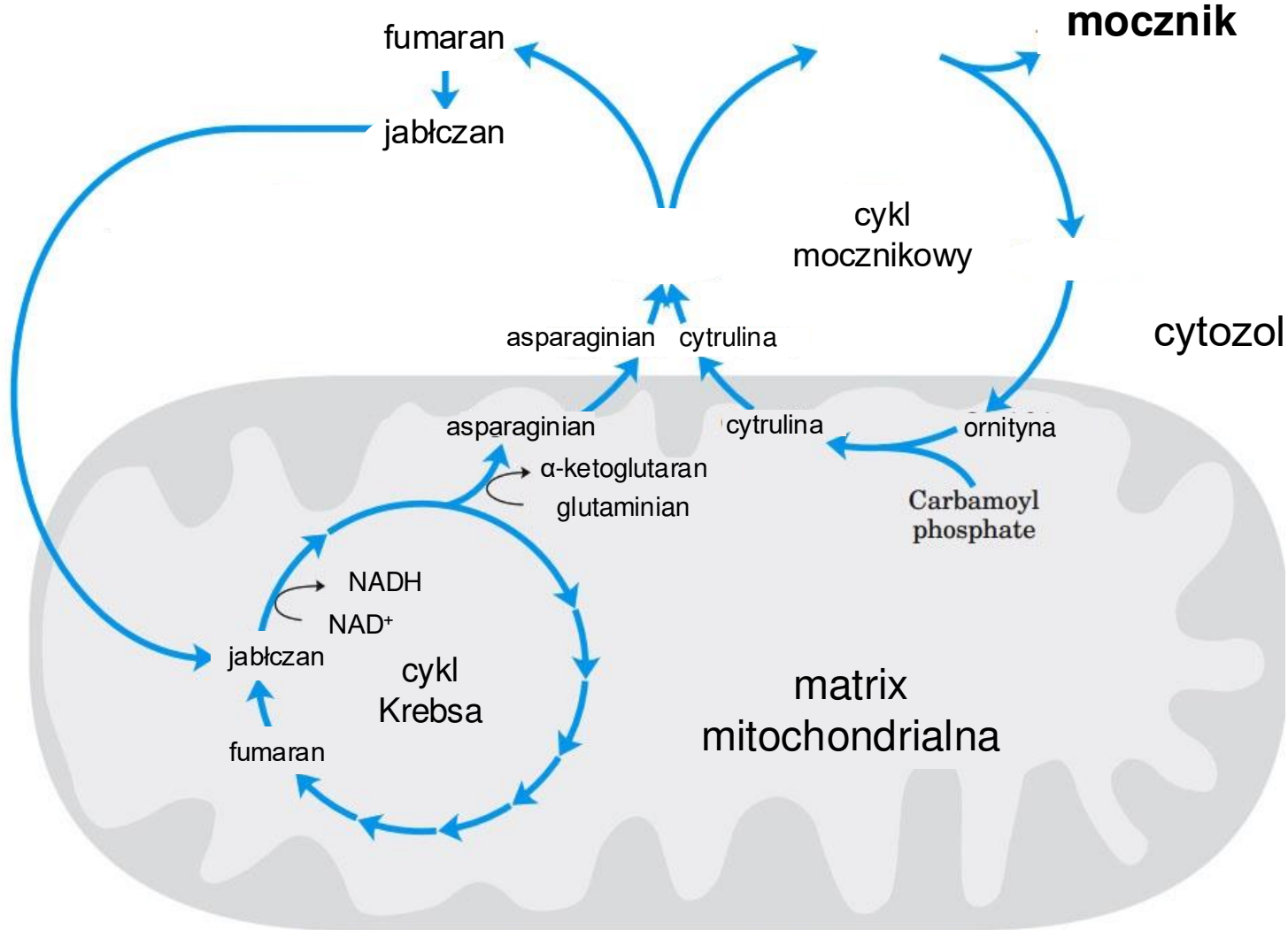


W **mitochondriach** zachodzi **beta-oksydacja kwasów tłuszczowych**, podczas której długie łańcuchy tłuszczowe są rozkładane na acetylo-CoA, wykorzystywane następnie w **cyklu Krebsa do produkcji ATP**.

Krople lipidowe w komórce magazynują i dostarczają kwasów tłuszczowych.

Schemat przedstawia rolę mitochondrium w metabolizmie tłuszczów.

# Przekształcanie amoniaku w mocznik



Schemat przedstawia rolę mitochondrium w cyklu mocznikowym.

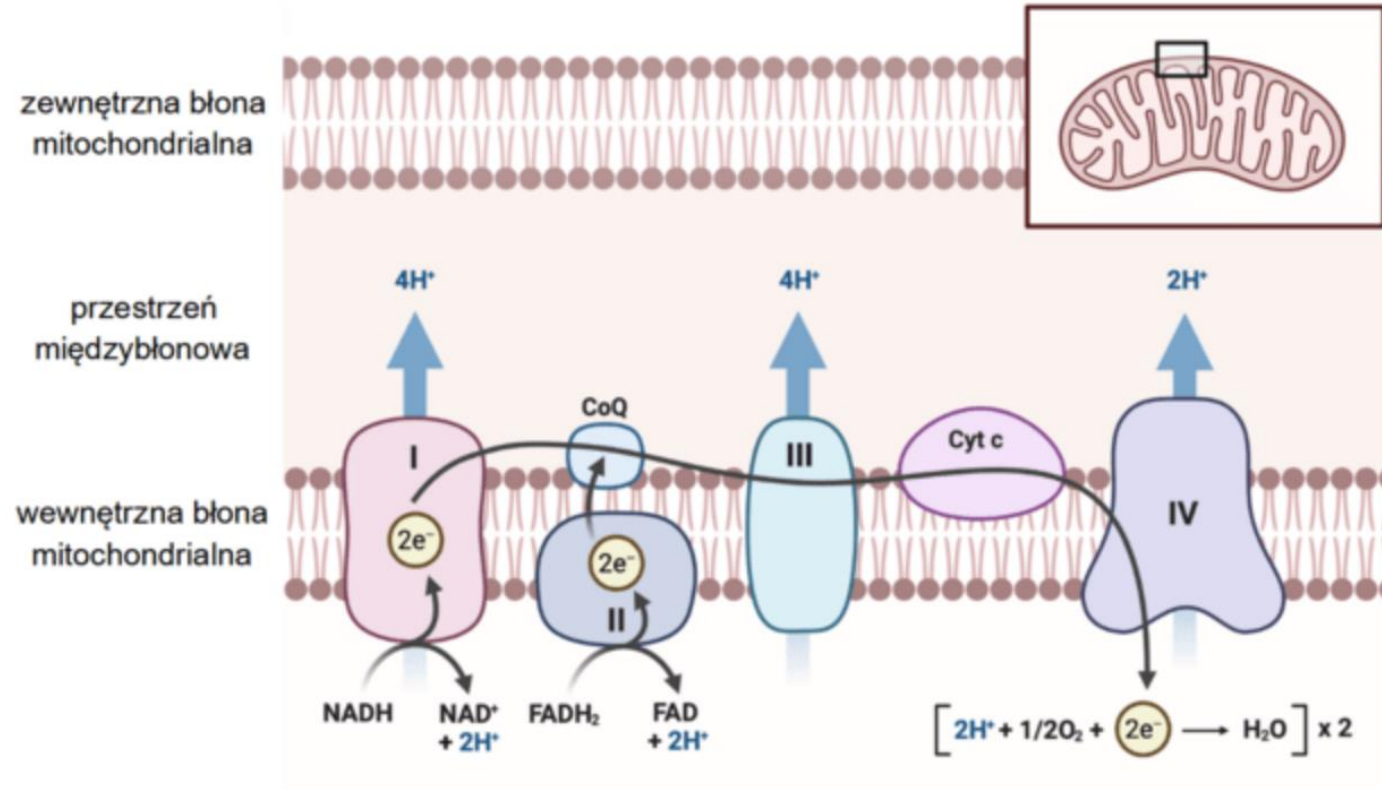
# Zadanie

## Zadanie 1.

Podczas oddychania tlenowego związki organiczne są całkowicie utleniane do CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O. W końcowym etapie utleniania protony i elektrony przenoszone przez NADH + H<sup>+</sup> oraz FADH<sub>2</sub> są przekazywane kompleksom białkowym wchodzącym w skład łańcucha oddechowego. Synteza jednej cząsteczki ATP wymaga przeniesienia około czterech protonów z przestrzeni międzybłonowej do macierzy przez kompleks syntazy ATP. Na poniższym schemacie przedstawiono łańcuch oddechowy z uwzględnieniem przenoszenia protonów (H<sup>+</sup>) oraz elektronów (e<sup>-</sup>). Kompleksy I, III i IV transportują protony z macierzy mitochondrialnej do przestrzeni międzybłonowej. Kompleks II jest pozbawiony tej aktywności.

# Zadanie

## Zadanie 1.



I, II, III, IV – kompleksy łańcucha oddechowego  
CoQ – ubichinon  
Cyt c – cytochrom c

Na podstawie: Z. Wu i in., Targeting Mitochondrial Oxidative Phosphorylation in Glioblastoma Therapy, „Neuromolecular Medicine” 24(1), 2022.

# Zadanie

## Zadanie 1.1 (0-1)

**Wyjaśnij, dlaczego utlenienie jednej cząsteczki FADH<sub>2</sub> prowadzi do syntezy mniejszej liczby cząsteczek ATP w porównaniu do utlenienia jednej cząsteczki NADH + H<sup>+</sup>.**

.....

.....

.....

.....

.....

# Zadanie

1.1. (0–1)

Zasady oceniania

1 pkt – za poprawne wyjaśnienie, uwzględniające mniejszą liczbę protonów transportowanych z macierzy do przestrzeni międzybłonowej w wyniku utlenienia FADH<sub>2</sub> w porównaniu do utlenienia NADH + H<sup>+</sup> i – w konsekwencji – mniejszy przepływ protonów przez syntazę ATP i mniejszą liczbę syntetyzowanych cząsteczek ATP.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązania

Elektrony przenoszone przez FADH<sub>2</sub> są przekazywane z pominięciem kompleksu I, a więc mniej protonów zostanie przeniesionych do przestrzeni międzybłonowej niż w przypadku NADH, a przepływ protonów jest bezpośrednim źródłem energii do syntezy ATP.

Kompleks II, odbierający elektrony transportowane przez FADH<sub>2</sub>, nie przenosi protonów do przestrzeni międzybłonowej w przeciwieństwie do kompleksu I, odbierającego elektrony od NADH, a więc syntaza ATP jest napędzana mniejszą liczbą protonów powracających do matrix.

Kompleks odbierający elektrony z FADH<sub>2</sub> nie przenosi protonów przez wewnętrzną błonę mitochondrialną, w przeciwieństwie do kompleksu odbierającego elektrony z NADH + H<sup>+</sup>, a im więcej protonów jest przenoszonych, tym więcej powraca do macierzy mitochondrialnej i napędza białko – syntazę ATP.

# Zadanie

## Zadanie 1.2 (0-2)

**Uzupełnij tabelę – uporządkuj kolejność zachodzenia etapów oddychania tlenowego oraz określ lokalizację każdego etapu w komórce eukariotycznej.**

<b>etap oddychania tlenowego</b>	<b>kolejność</b>	<b>lokalizacja (cytozol/macierz mitochondrialna/wewnętrzna błona mitochondrium)</b>
reakcja pomostowa		macierz mitochondrialna
glikoliza		
łańcuch oddechowy	4	wewnętrzna błona mitochondrium
cykl Krebsa		

# Zadanie

1.2. (0–2)

Zasady oceniania

2 pkt – za poprawne uporządkowanie trzech etapów oddychania komórkowego  
ORAZ za poprawne podanie lokalizacji dwóch etapów.

1 pkt – za poprawne uporządkowanie trzech etapów oddychania komórkowego  
LUB za poprawne podanie lokalizacji dwóch etapów.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

<b>etap oddychania tlenowego</b>	<b>kolejność</b>	<b>lokalizacja (cytozol/macierz mitochondrialna/wewnętrzna błona mitochondrium)</b>
reakcja pomostowa	<b>2</b>	macierz mitochondrialna
glikoliza	<b>1</b>	<b>cytozol</b>
łańcuch oddechowy	4	wewnętrzna błona mitochondrium
cykl Krebsa	<b>3</b>	<b>macierz mitochondrialna</b>

# Zadanie

## Zadanie 1.3 (0-2)

**Uzupełnij poniższe zdania tak, aby zawierały informacje prawdziwe dotyczące syntezy ATP podczas oddychania tlenowego. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.**

U eukariontów synteza ATP zachodzi dzięki gradientowi (protonów / elektronów) w poprzek wewnętrznej błony mitochondrium. U prokariontów syntaza ATP jest zlokalizowana (w błonie komórkowej / w cytozolu). W procesie oddychania tlenowego ATP ulega syntezie (tylko w fosforylacji oksydacyjnej / w fosforylacjach oksydacyjnej i substratowej). Rozwiązanie

# Zadanie

2.3. (0–2)

Zasady oceniania

2 pkt – za podkreślenie poprawnych określeń w trzech nawiasach.

1 pkt – za podkreślenie poprawnych określeń w dwóch nawiasach.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

U eukariontów synteza ATP zachodzi dzięki gradientowi (protonów / elektronów) w poprzek wewnętrznej błony mitochondrium. U prokariontów syntaza ATP jest zlokalizowana (w błonie komórkowej / w cytozolu). W procesie oddychania tlenowego ATP ulega syntezie (tylko w fosforylacji oksydacyjnej / w fosforylacjach oksydacyjnej i substratowej).