

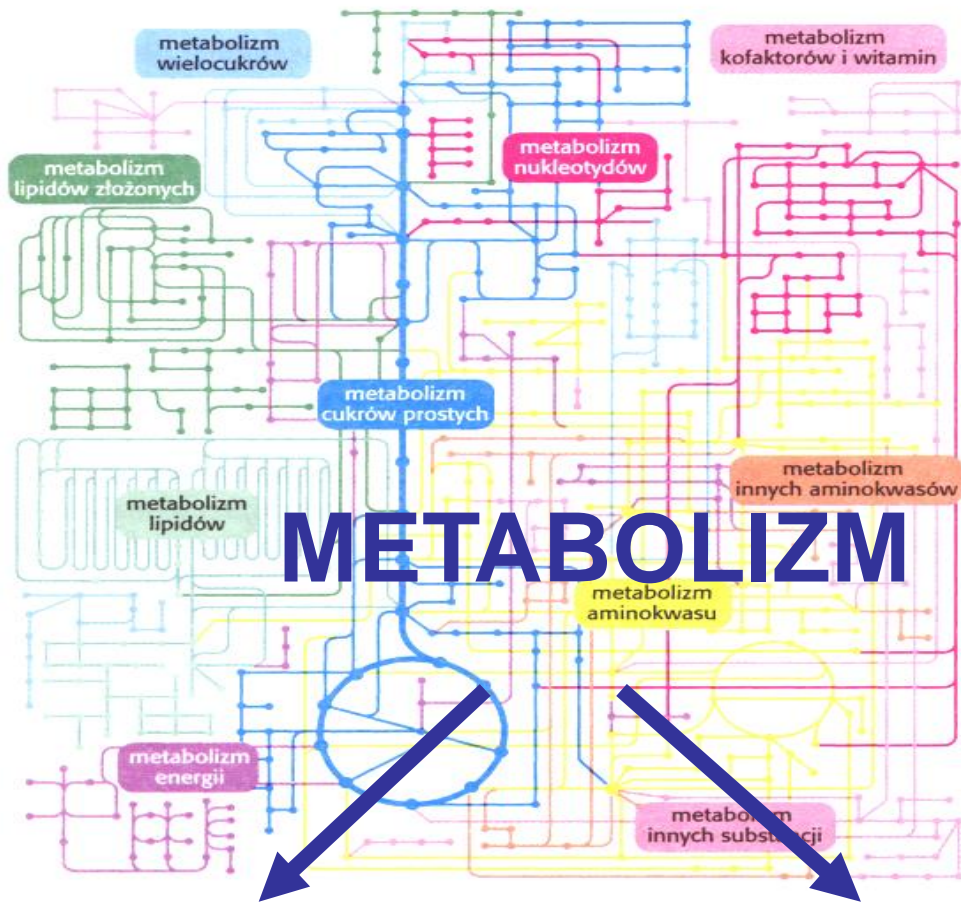
Bliskie spotkania z biologią

METABOLIZM

część II

dr hab. Joanna Moraczewska, prof. UKW

Instytut Biologii Eksperymentalnej, Zakład Biochemii i Biologii Komórki

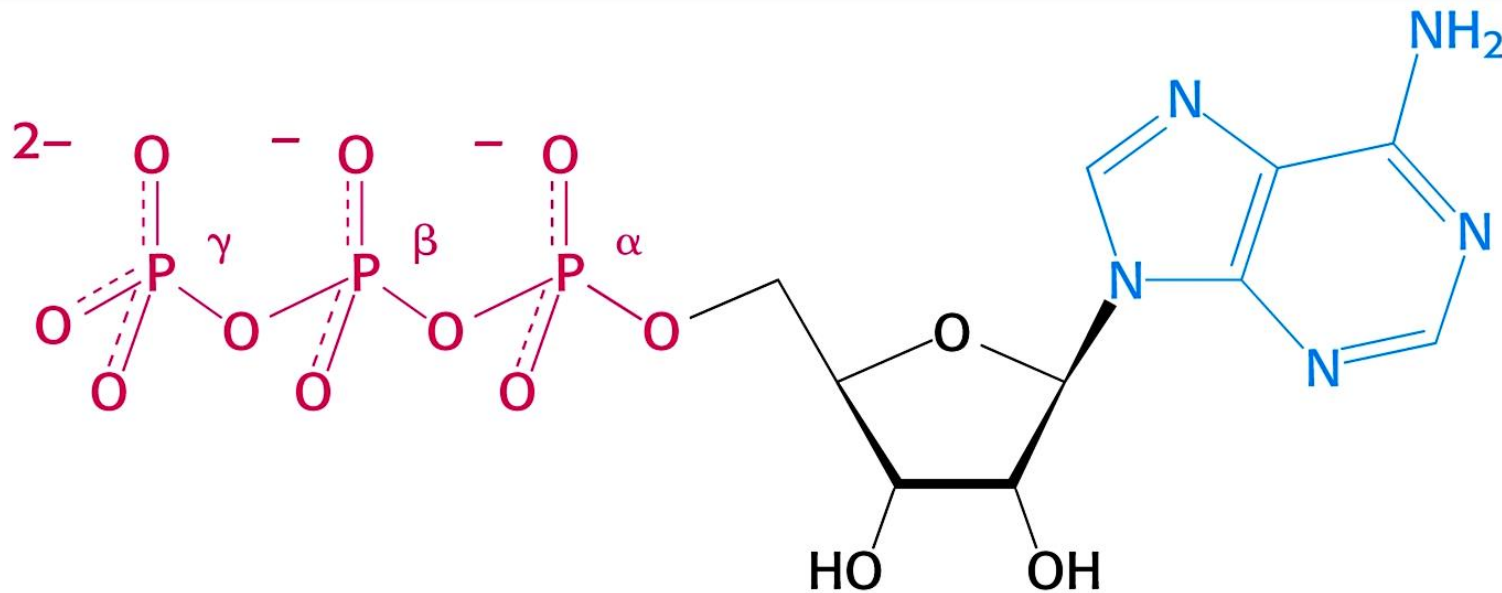


METABOLIZM

KATABOLIZM - rozkład związków chemicznych występujących w żywności oraz wcześniej istniejących tkankach

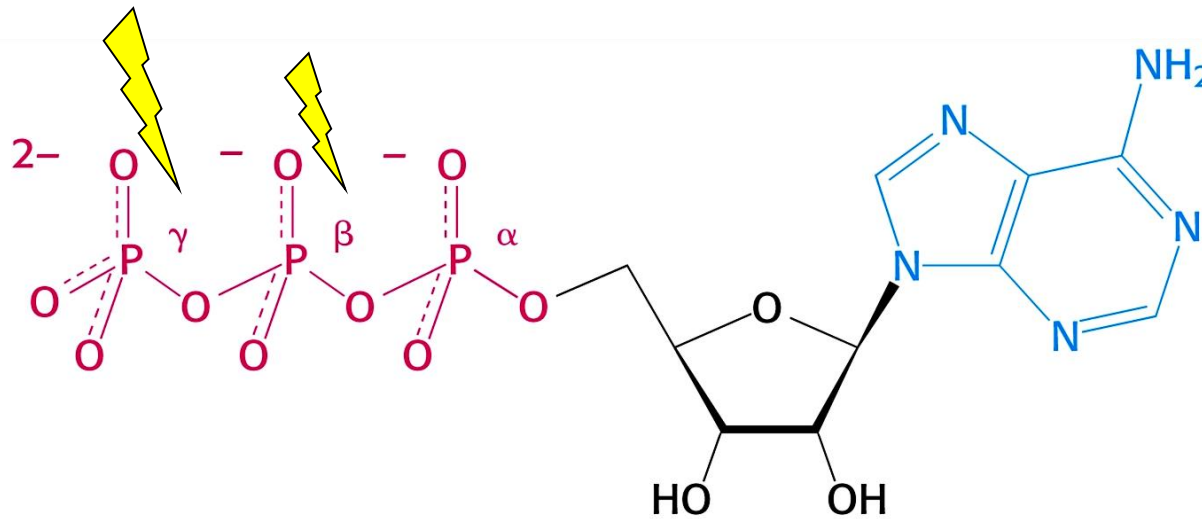
ANABOLIZM - wymagająca energii synteza złożonych związków chemicznych, prowadząca do wzrostu masy organizmu i rozrostu jego tkanek.

Głównym zadaniem przemian **katabolicznych** jest wytwarzanie **energii metabolicznej**.



Głównym, *bezpośrednim donorem energii swobodnej (G°)* w układach biologicznych (a nie formą długotrwałego jej magazynowania) jest **ATP** (adenozynotryfosforan)

W **ATP** energia jest przechowywana w dwóch wysokoenergetycznych wiązaniach fosforanowych



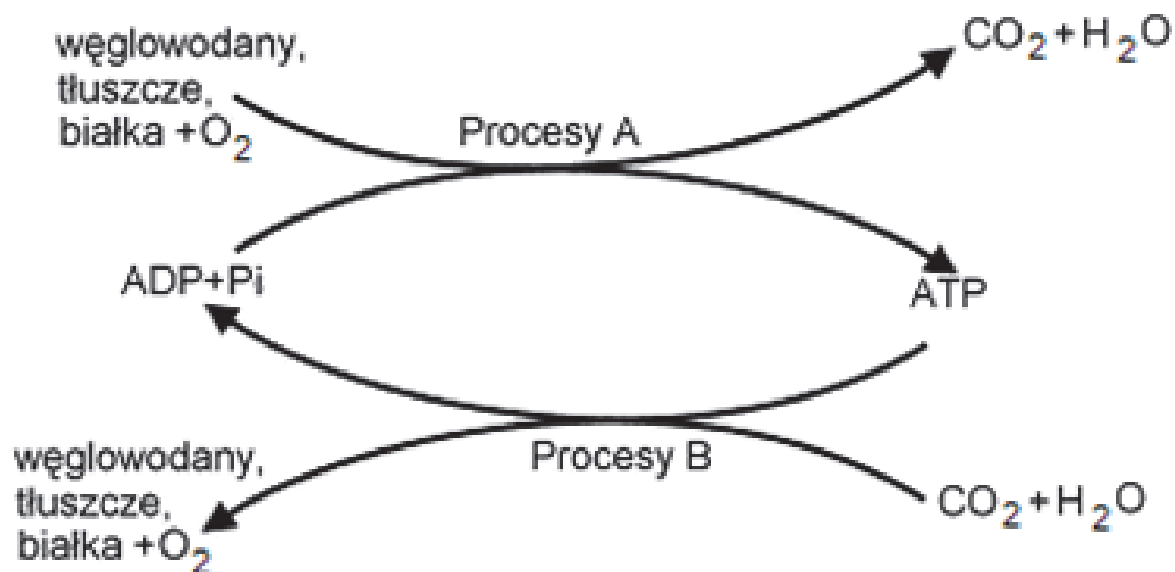
$$\Delta G^{\circ'} = -30,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (-7,3 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1})$$



$$\Delta G^{\circ'} = -45,6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (-10,9 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1})$$

Matura 2016, poziom rozszerzony

Metabolizm to całokształt przemian chemicznych zachodzących w komórkach wraz z towarzyszącymi im przemianami energetycznymi. Na metabolizm składają się dwie grupy procesów, przedstawione na schemacie.



Na podstawie: A. Jaskólski, A. Jaskólska, *Podstawy fizjologii wysiłku fizycznego z zarysem fizjologii człowieka*, Wrocław 2006.

Podaj nazwy (*anabolizm/katabolizm*) przedstawionych na schemacie grup procesów metabolicznych A i B. Odpowiedź uzasadnij, uwzględniając cechę charakteryzującą każdą z tych grup.

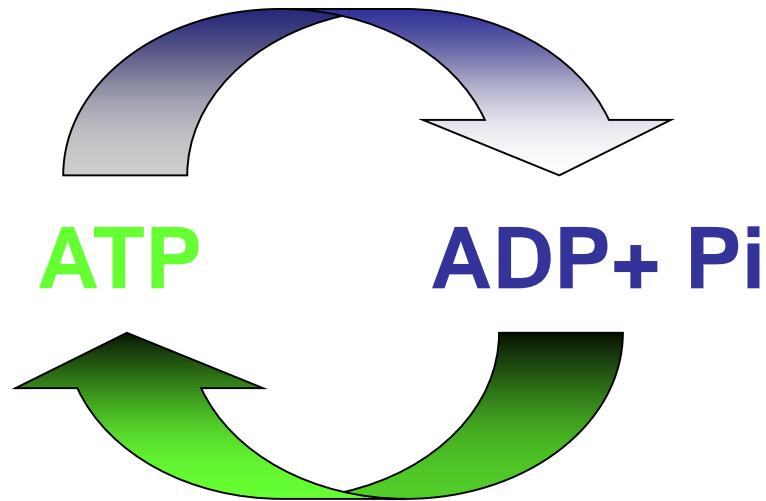
Procesy A: **katabolizm**

ponieważ .. Utleniu ulegają złożone związki, co w konsekwencji prowadzi do ..
..... ich rozpadu i produkcji energii metabolicznej w postaci ATP

Procesy B: **anabolizm**

ponieważ .. Kosztem energii pochodzącej z ATP, z prostych związków powstają ..
..... związki złożone (makrocząsteczki), które są podstawowymi ..
..... związkami budulcowymi komórek.

Biosyntezy
Transport
Sygnalizacja komórkowa
Praca mechaniczna
Ciepło



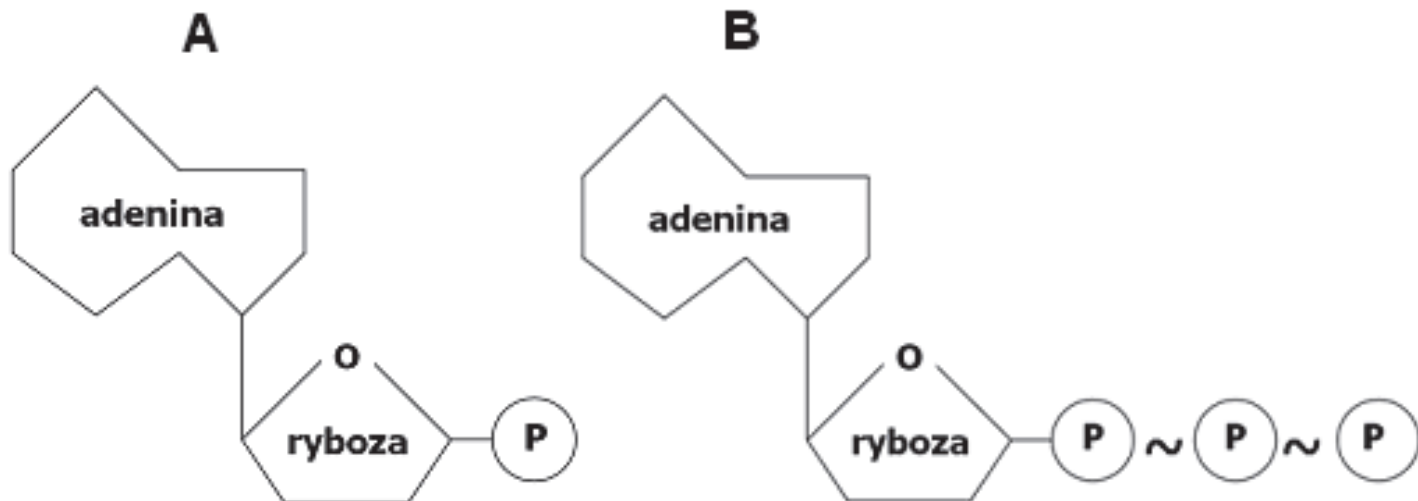
fosforylacja fotosyntetyczna

fosforylacja substratowa
fosforylacja oksydacyjna

(Utlenianie cząsteczek pokarmowych i zapasowych)

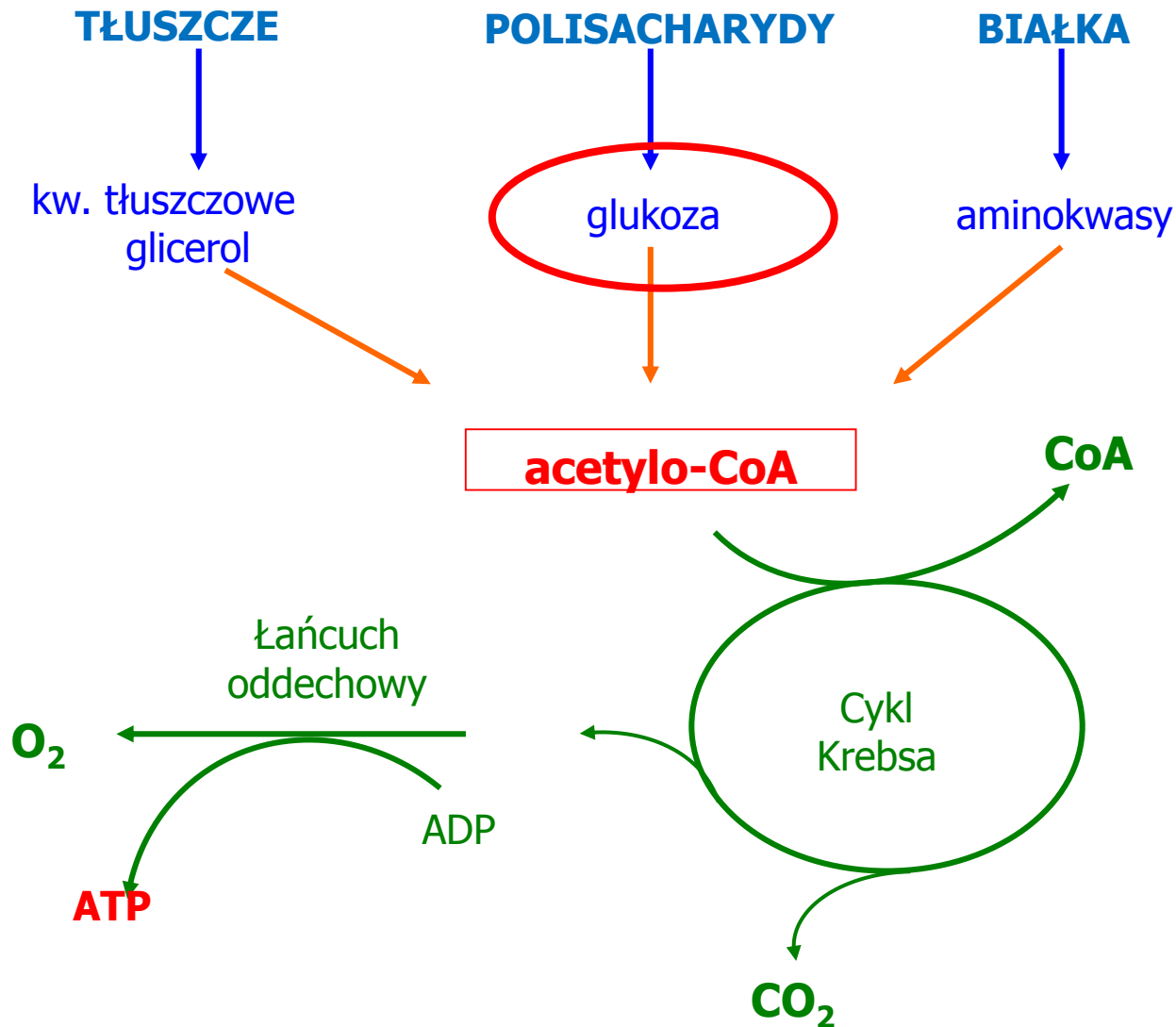
Zadanie domowe

Na schemacie przedstawiono budowę chemiczną dwóch nukleotydów.

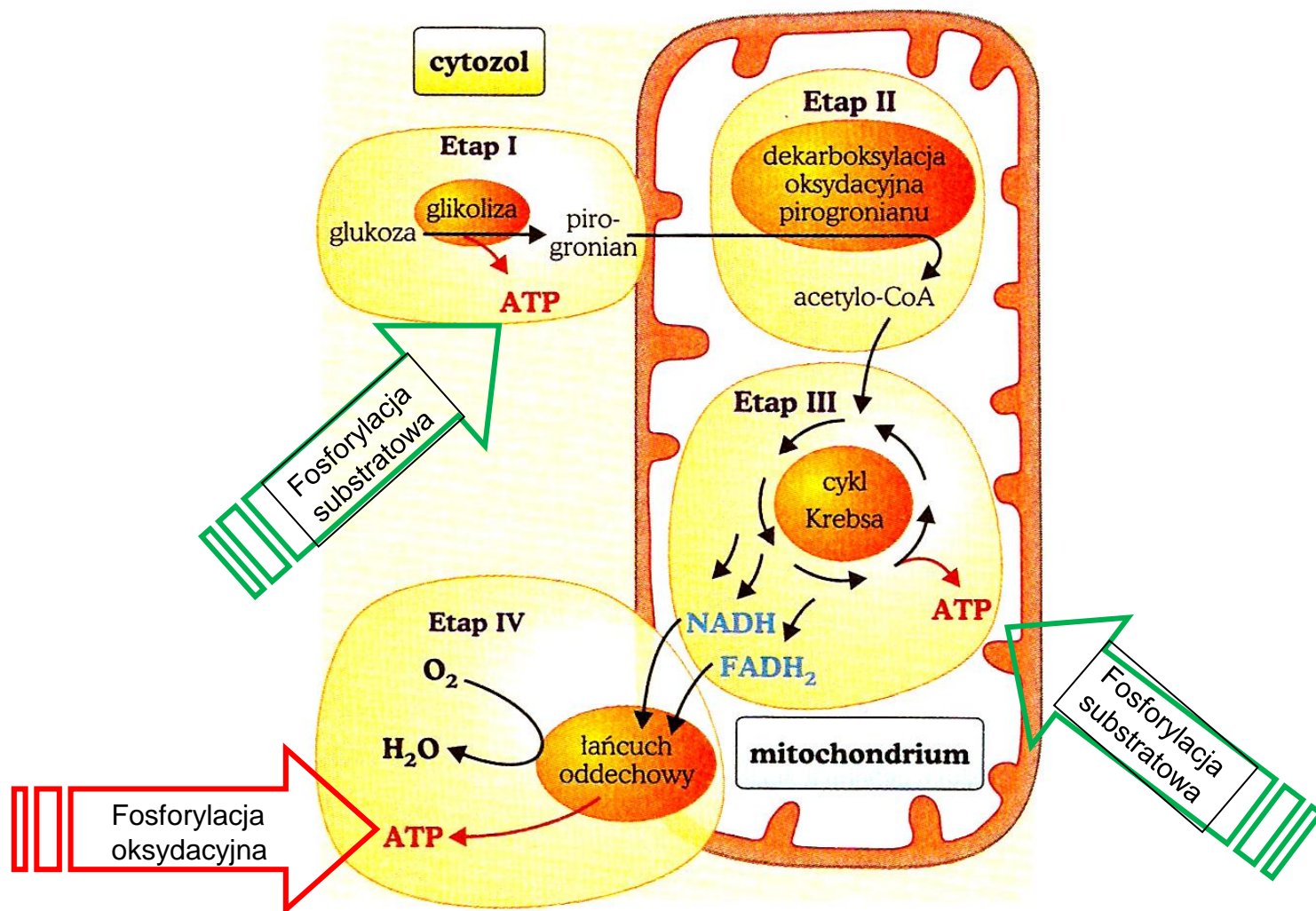


Zapisz, który z nukleotydów (A czy B) pełni funkcję przekaźnika energii w komórce. Odpowiedź uzasadnij.

Podstawowe szlaki kataboliczne

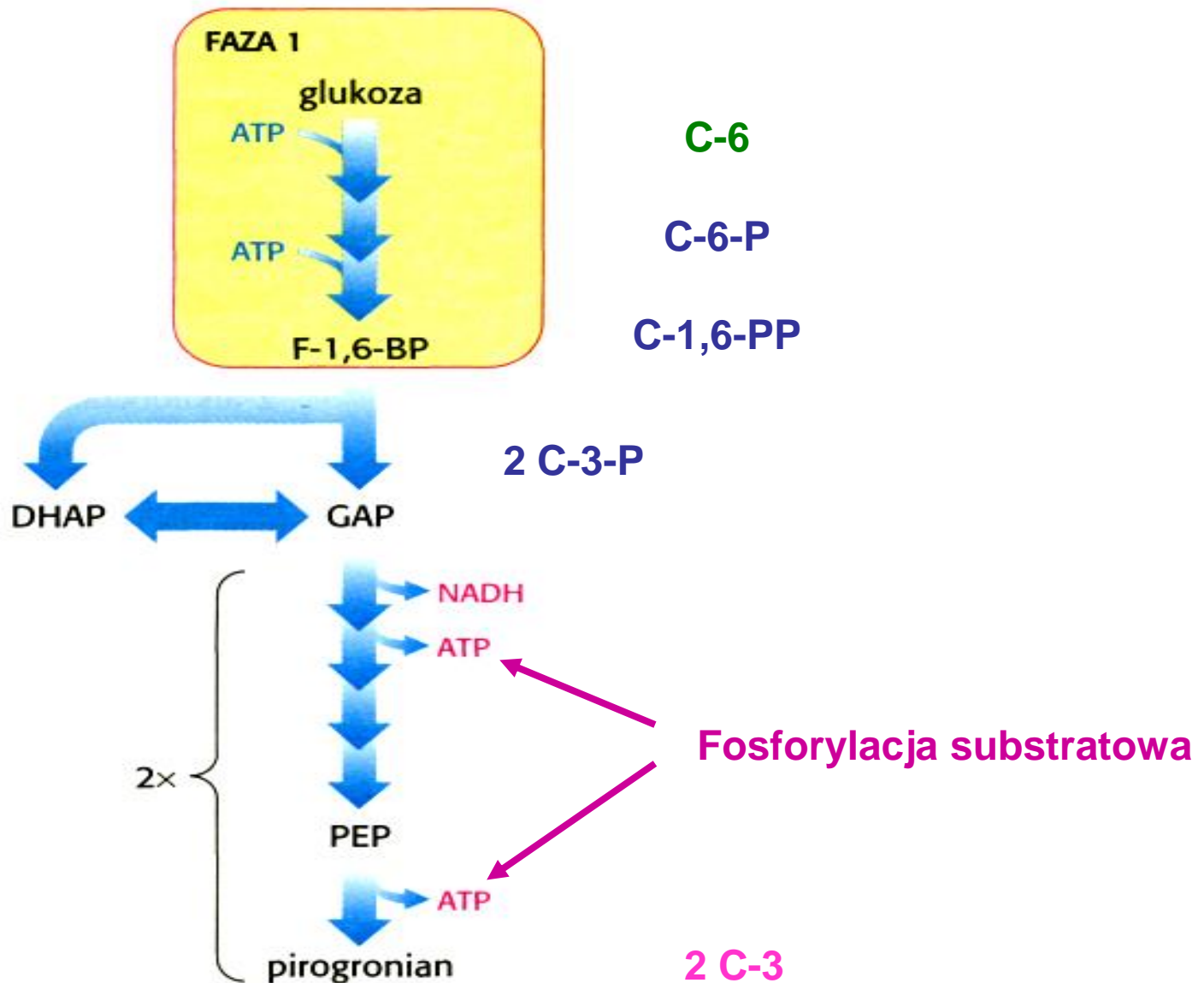


Etapy wewnątrzkomórkowego utleniania glukozy

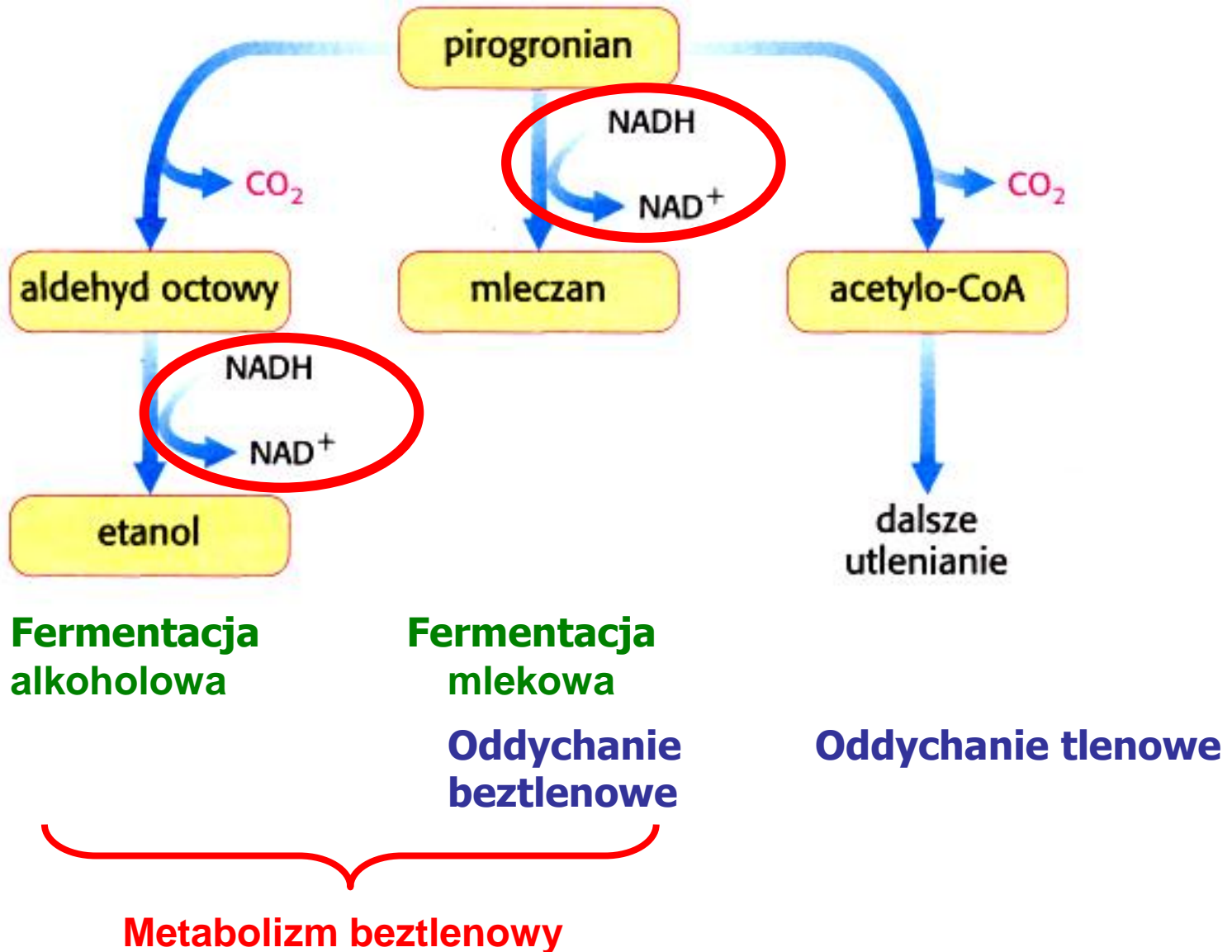


Metabolizm beztlenowy

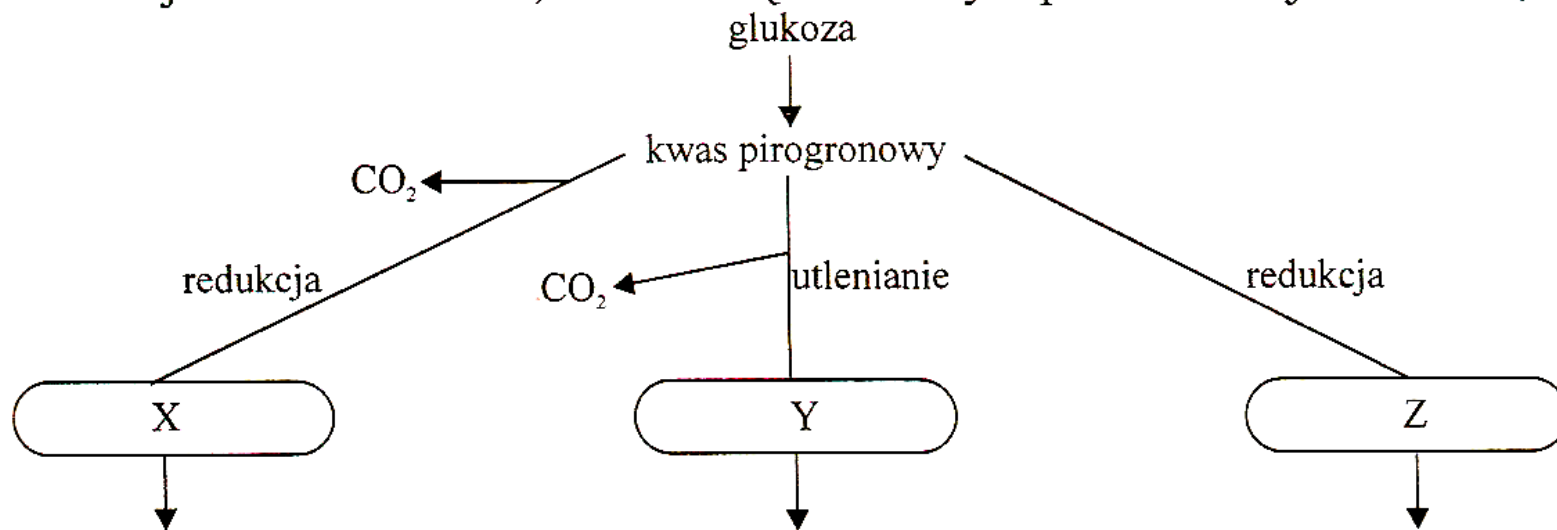
Glikoliza – pierwszy etap utleniania glukozy



Losy pirogronianu



Przeanalizuj schemat i wskaż, które związki należy wpisać w miejsce liter X, Y, Z:



- A. kwas mlekowy
- B. alkohol etylowy
- C. alkohol etylowy**
- D. woda

- woda
- kwas mlekowy
- woda
- alkohol etylowy

- alkohol etylowy
- woda
- kwas mlekowy
- kwas mlekowy

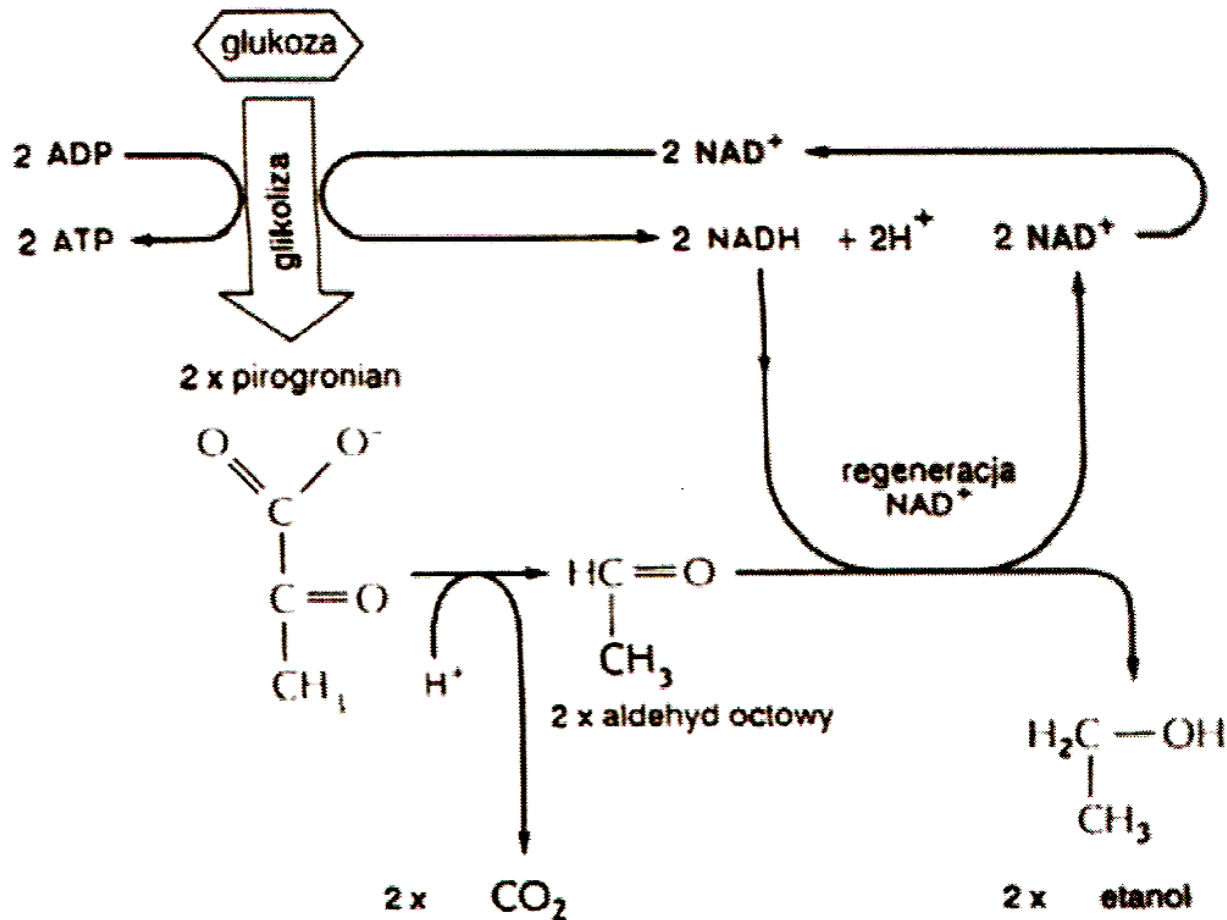
W tabeli porównano oddychanie tlenowe i beztlenowe.

Parametr	Oddychanie tlenowe	Oddychanie beztlenowe
substrat	glukoza	glukoza
produkt	CO ₂ , H ₂ O	kwask mlekowy
stopień utlenienia substratu	całkowite utlenienie	częściowe utlenienie
zysk energetyczny	30 ATP z jednej glukozy	2 ATP z jednej glukozy

Wykorzystując informacje zamieszczone w tabeli, podaj dwa argumenty potwierdzające następującą tezę: „Oddychanie beztlenowe jest rozrzutnym sposobem uzyskiwania energii koniecznej do życia”.

1. **W oddychaniu beztlenowym częściowe utlenienie sześciowęglowej glukozy prowadzi do otrzymania zaledwie 2 cz. ATP, a w efekcie całkowitego utlenienia podczas oddychania tlenowego otrzymuje się aż 30 cz. ATP.**
2. **Oddychanie beztlenowe prowadzi do gromadzenia mleczanu, produktu ubocznego, który musi być usunięty z komórki i zneutralizowany, co również wymaga wkładu energii.**

Na schemacie przedstawiono pewien proces biochemiczny.



a) Podaj pełną nazwę przedstawionego na schemacie procesu i określ jego znaczenie w życiu tych organizmów, które go przeprowadzają.

..... Jest to fermentacja alkoholowa, którą prowadzą drożdże.

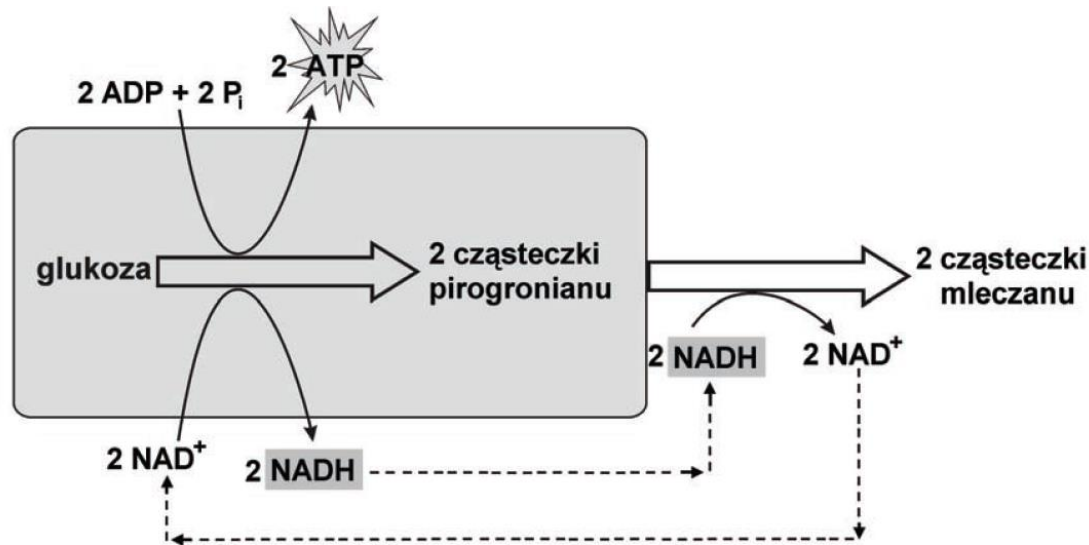
b) Wyjaśnij znaczenie procesu regeneracji NAD⁺.

Podczas fermentacji zużywany jest NADH, a odtwarzany NAD⁺, który jest konieczny w procesie glikolizy. Dzięki regeneracji NAD⁺ może być tworzona energia w postaci ATP.

Zadanie domowe

Niektóre bakterie i grzyby uzyskują energię w procesie fermentacji mleczanowej (mlekowej). Pierwszym etapem fermentacji jest glikoliza, w czasie której glukoza jest przekształcana do pirogronianu i zostaje uwolniona energia. W następnym etapie pirogronian jest przekształcany w mleczan. Mleczan jest związkiem szkodliwym dla komórki, natomiast pirogronian to związek kluczowy w przemianach metabolicznych.

Na schemacie przedstawiono przebieg fermentacji mleczanowej.



Na podstawie: E. Solomon, L. Berg, D. Martin, C. Villee, *Biologia*, Warszawa 1996.

Wyjaśnij, jakie znaczenie dla przebiegu fermentacji mleczanowej ma przekształcanie pirogronianu w mleczan podczas tego procesu.

.....

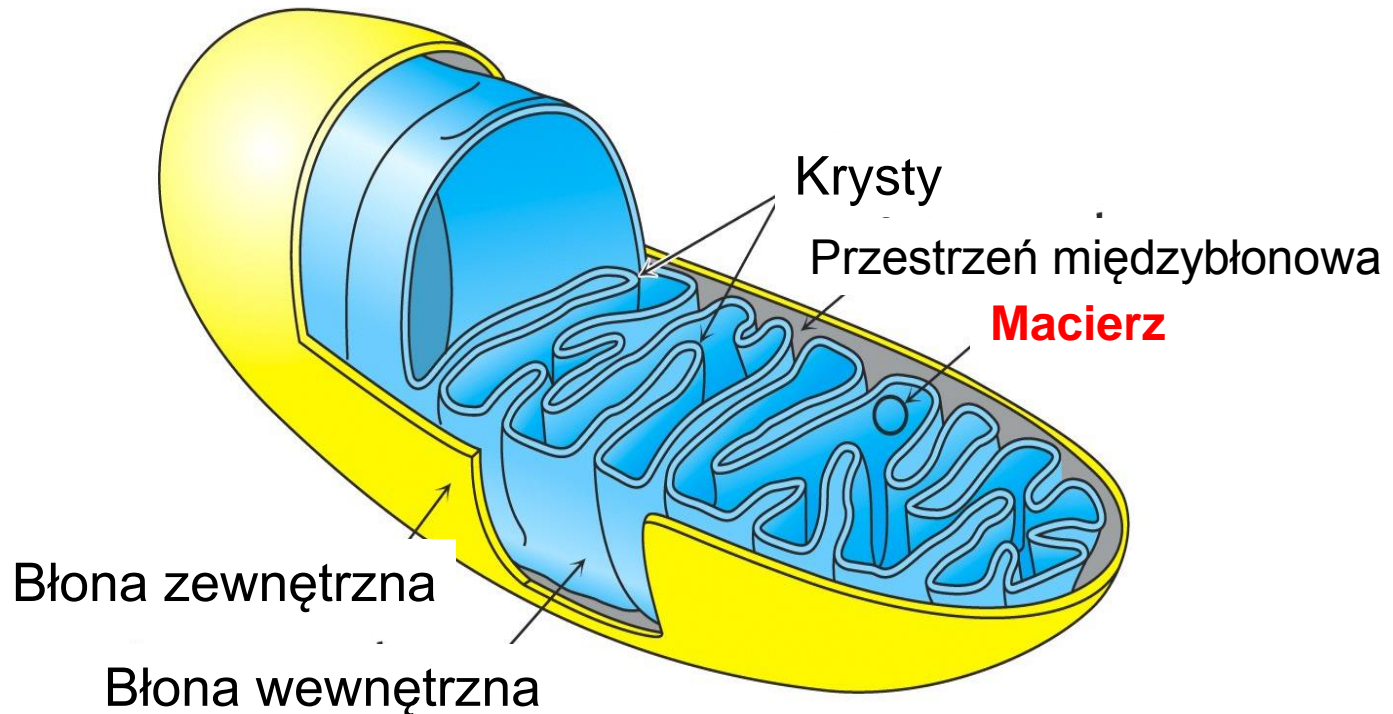
.....

.....

Metabolizm tlenowy

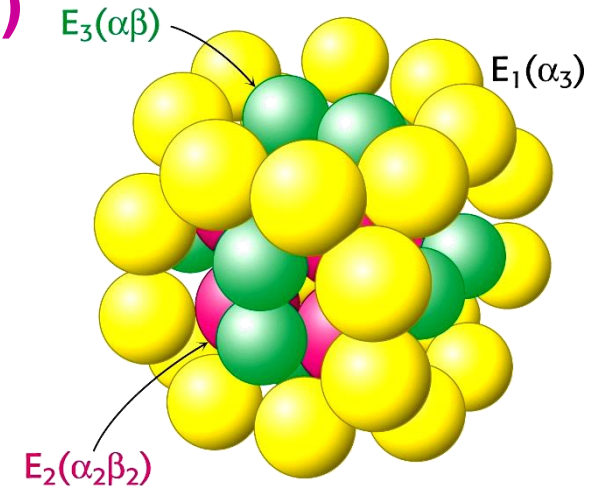
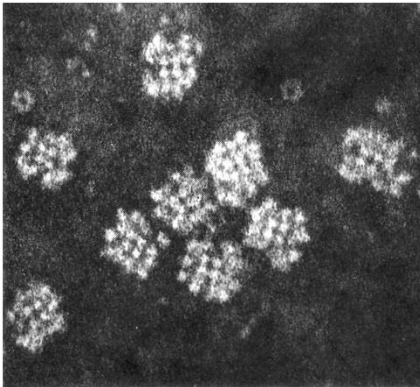
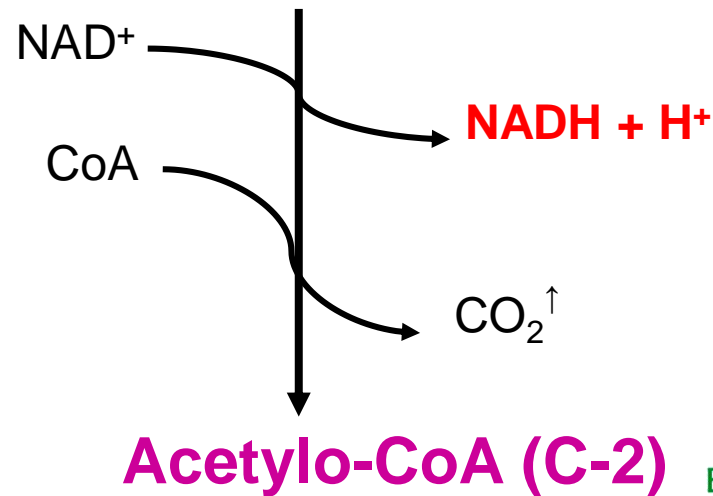
Oksydacyjna dekarboksylacja pirogronianu - drugi etap

Cykl Krebsa (cykl kwasu cytrynowego) - trzeci etap

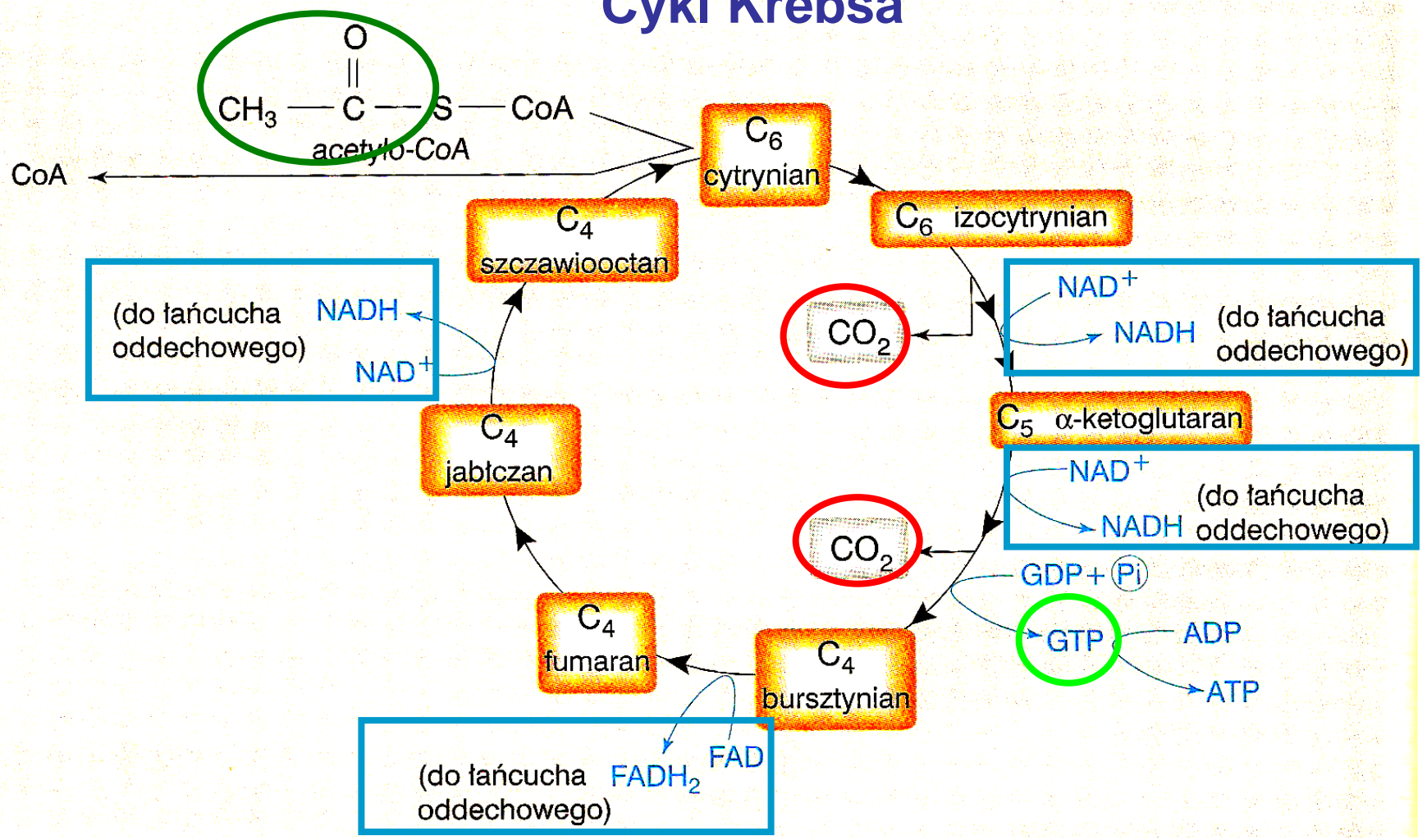


Oktydacyjna dekarboksylacja pirogronianu- drugi etap (metabolizm tlenowy) zachodzący w mitochondriach

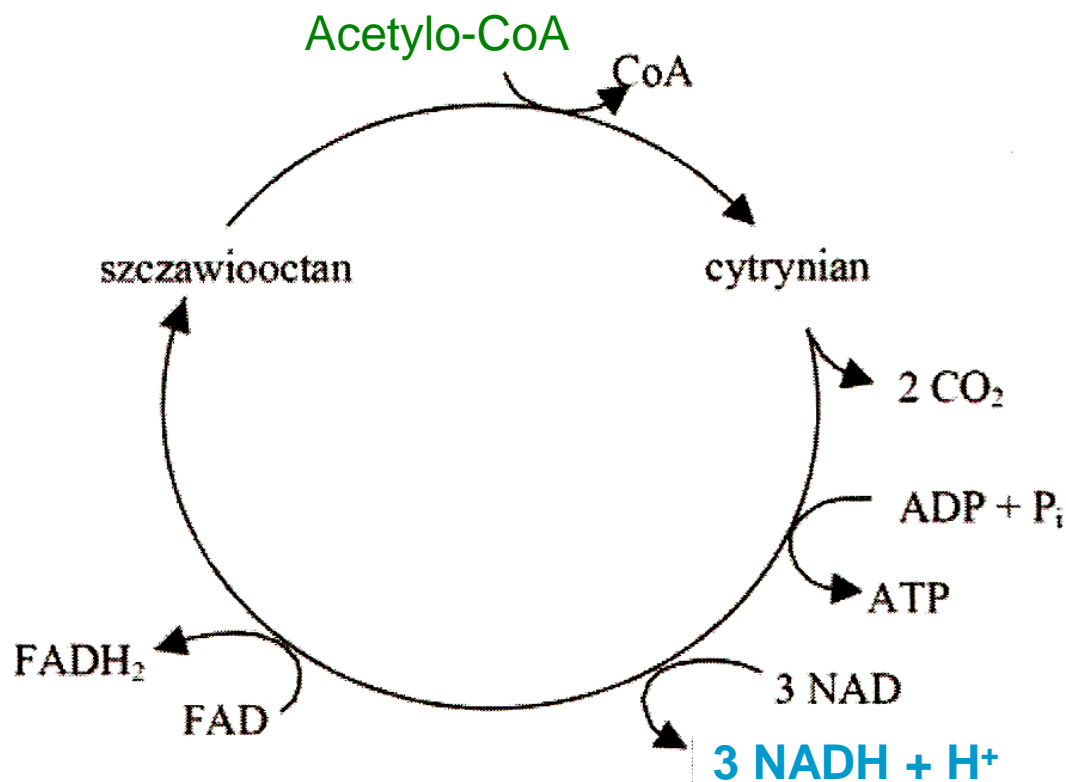
Pirogronian (C-3)



Cykl Krebsa



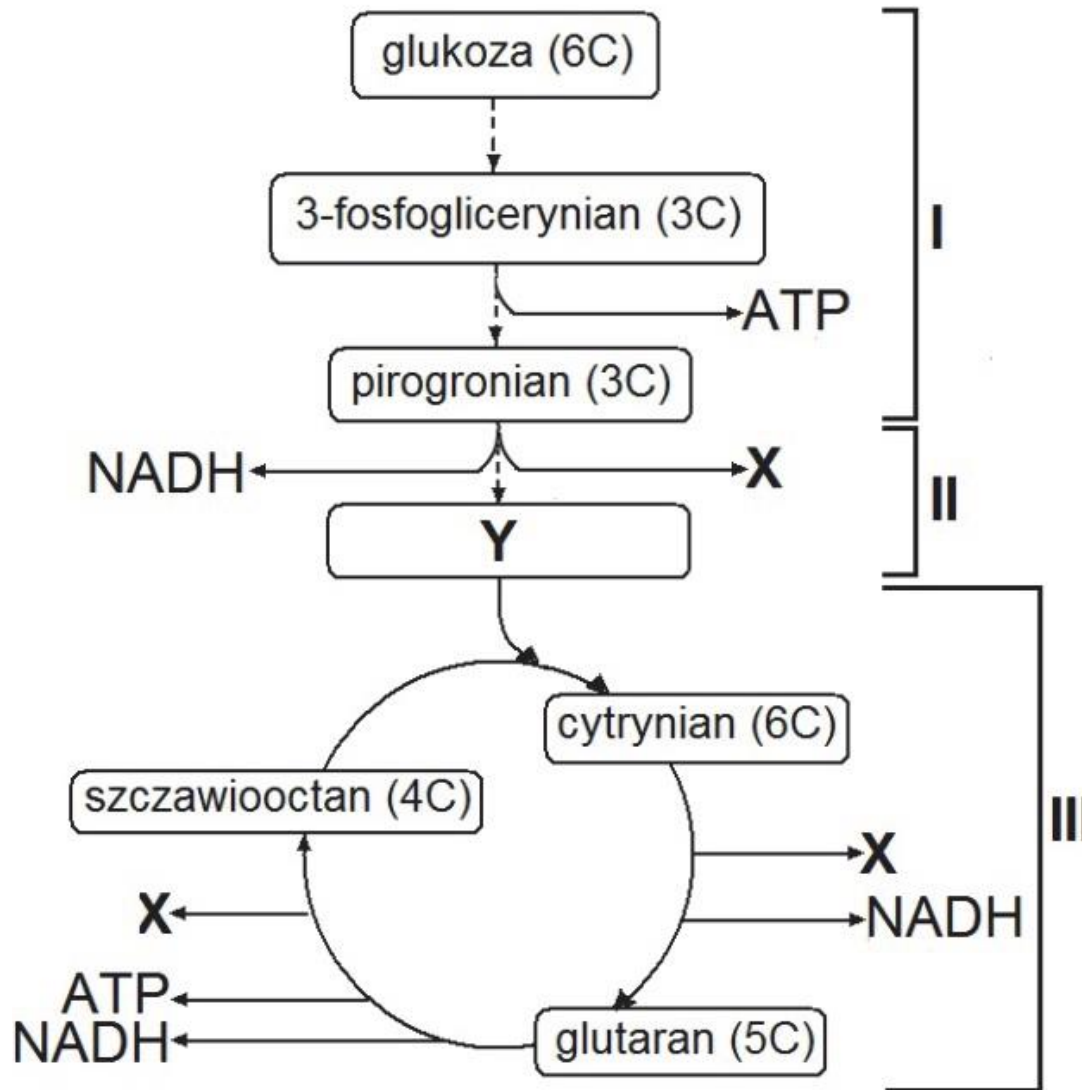
Rysunek przedstawia uproszczony schemat przebiegu cyklu Krebsa, jednego z etapów oddychania tlenowego.



Podaj nazwy (pełne lub skrócone) związków, które powinny być wpisane w miejsce liter X i Y.

Matura 2016, poziom rozszerzony

Na schemacie w sposób uproszczony przedstawiono wybrane etapy tlenowego oddychania komórkowego.



Na podstawie: M. Barbor, M. Boyle, K. Senior, *Biology*, London 2000.

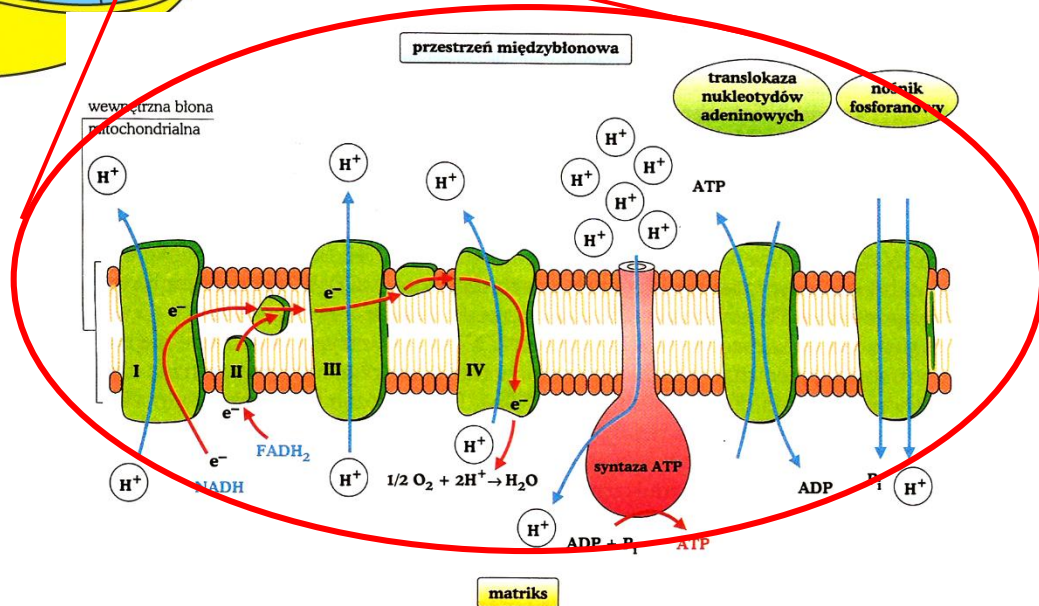
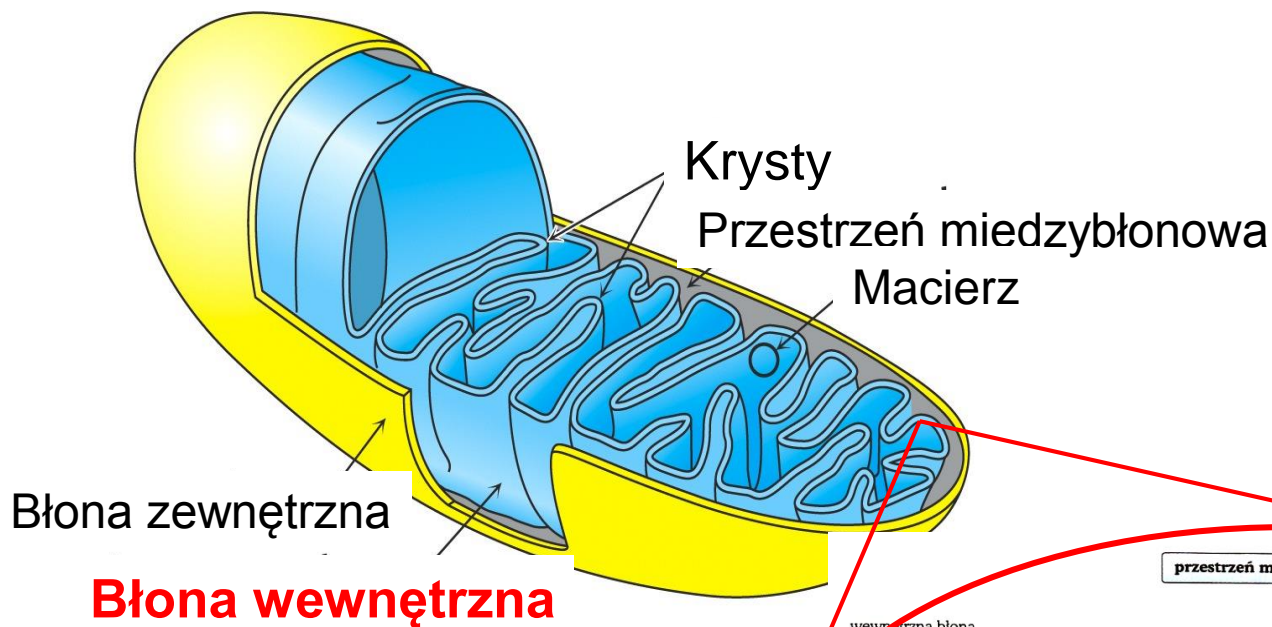
a) Podaj nazwy związków chemicznych oznaczonych na schemacie literami X i Y.

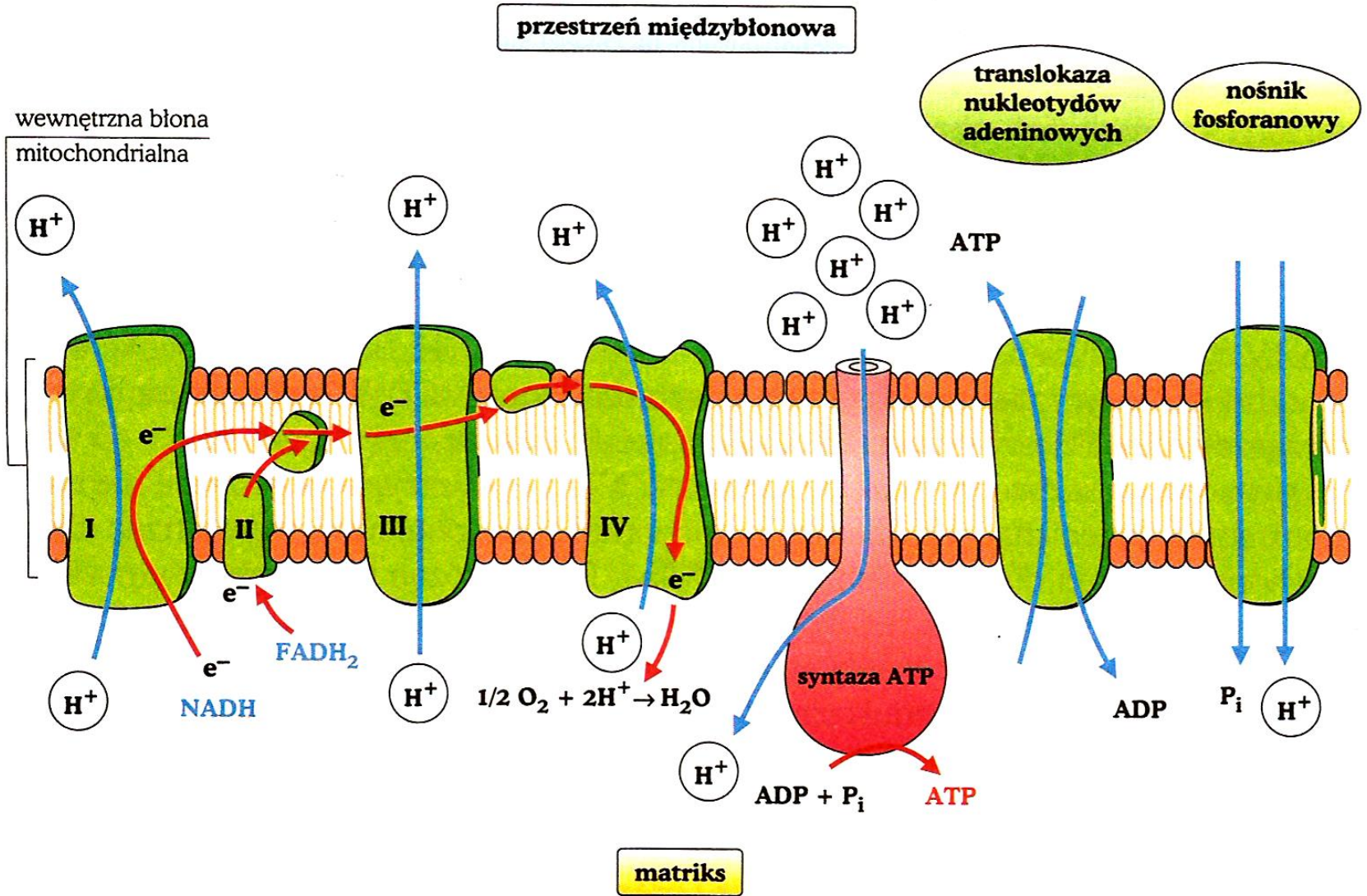
X CO₂ Y Acetylo-CoA

b) Uzupełnij tabelę, w której określisz lokalizację w komórce wskazanych na schemacie etapów oddychania tlenowego (I–III).

Etapy oddychania	Lokalizacja w komórce
I	Cytozol
II	Macierz mitochondrialna
III	Macierz mitochondrialna

Łańcuch oddechowy i fosforylacja oksydacyjna - czwarty etap zachodzący na wewnętrznej błonie mitochondrialnej

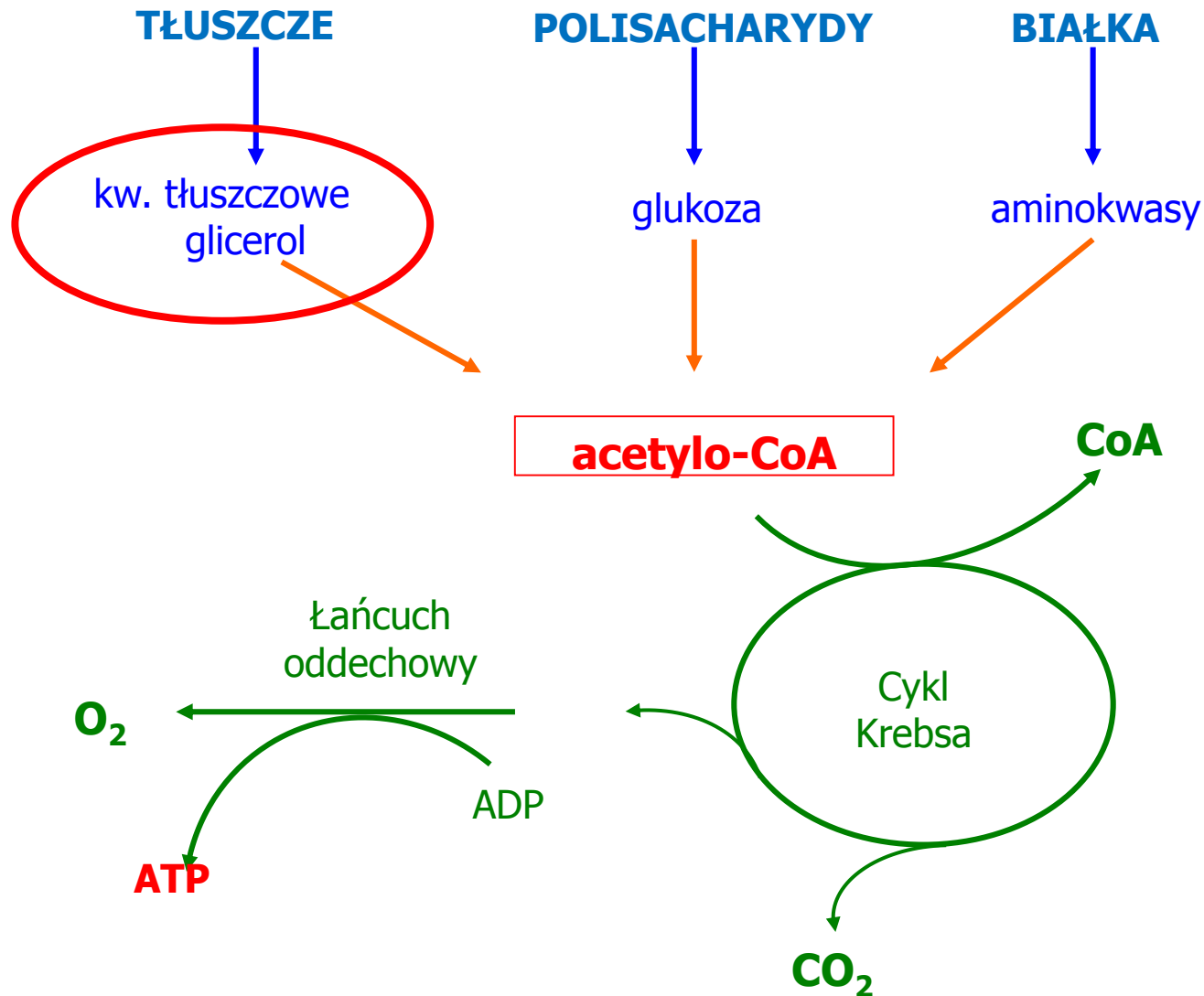




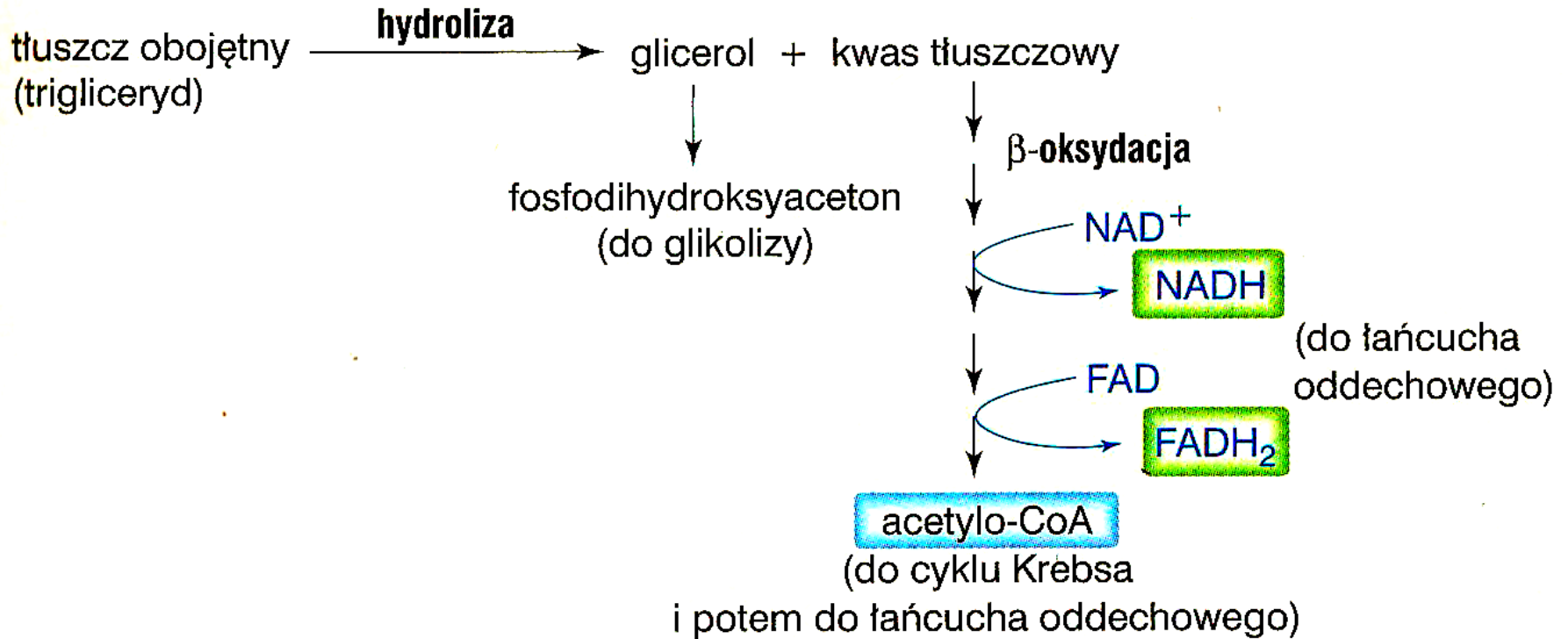
Mechanizm transportu elektronów i syntezy ATP z udziałem mitochondrialnej syntazy ATP

<http://www.youtube.com/watch?v=xbJ0nbzt5Kw&NR=1>

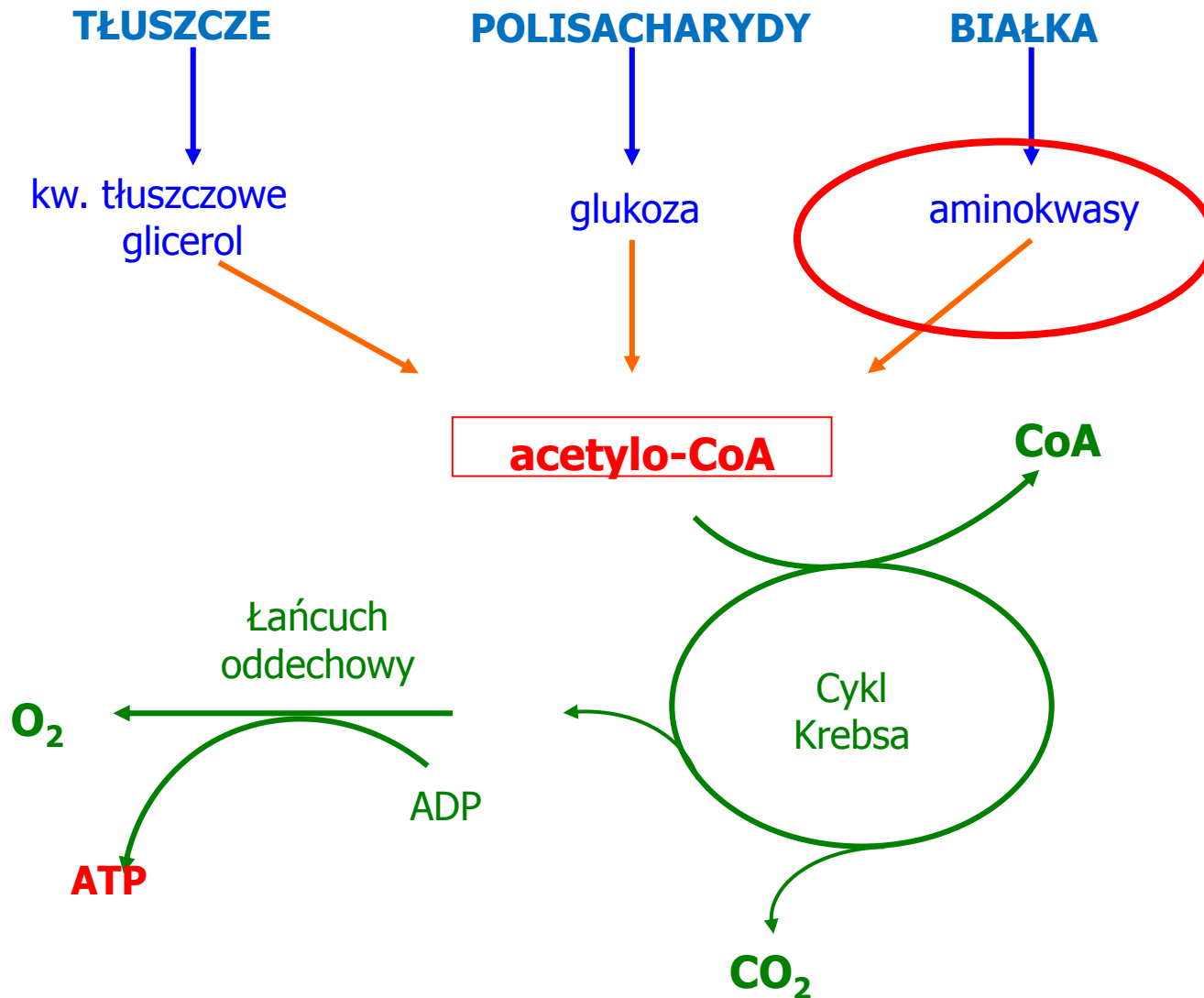
Podstawowe szlaki kataboliczne



β -oksydacja – metabolizm tlenowy tłuszczu obojętnych



Podstawowe szlaki kataboliczne



Degradacja aminokwasów

aminokwas

deaminacja



ketokwas

utlenianie łańcuchów
węglowych



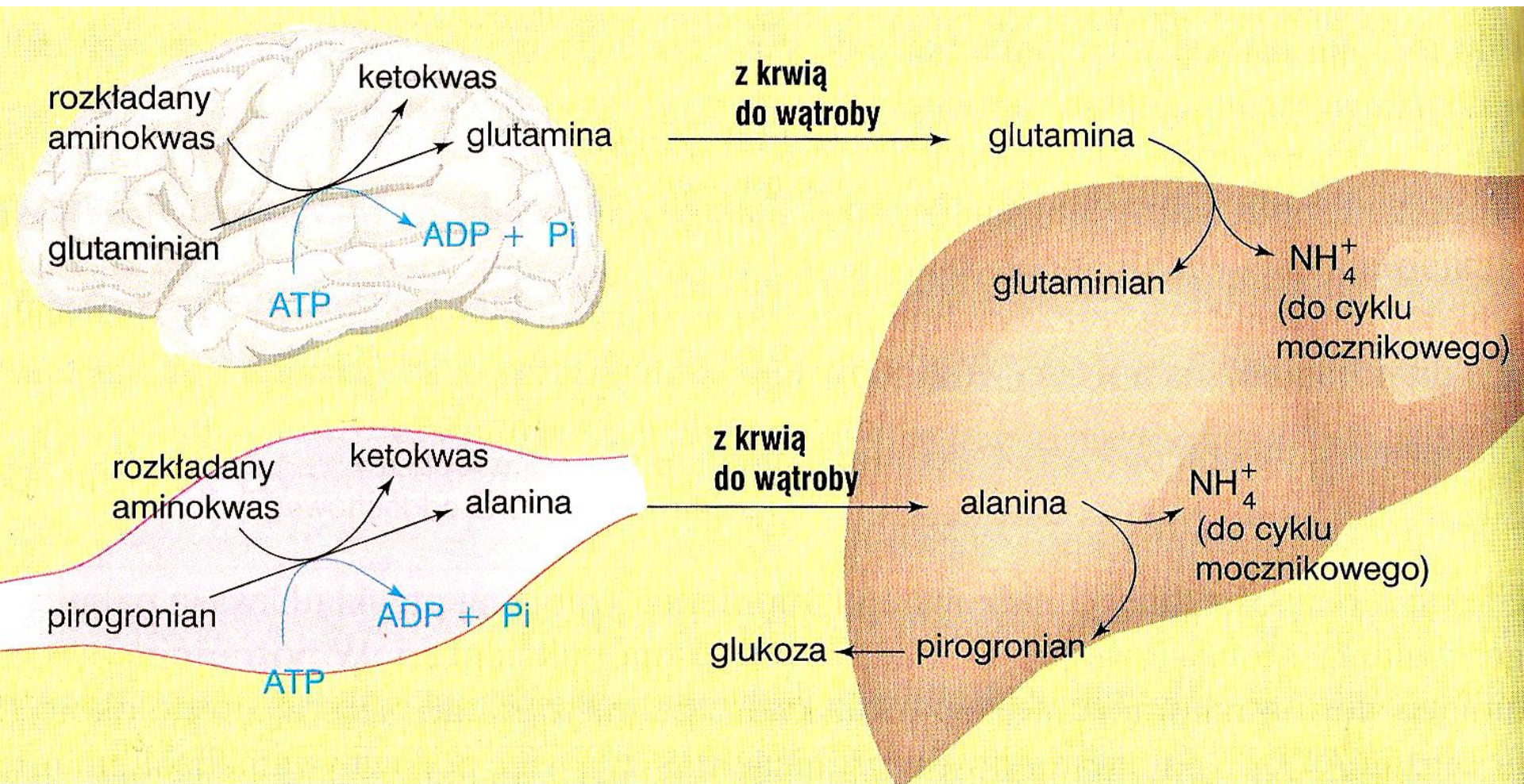
acetylo-CoA
pirogonian

związki pośrednie cyklu Krebsa

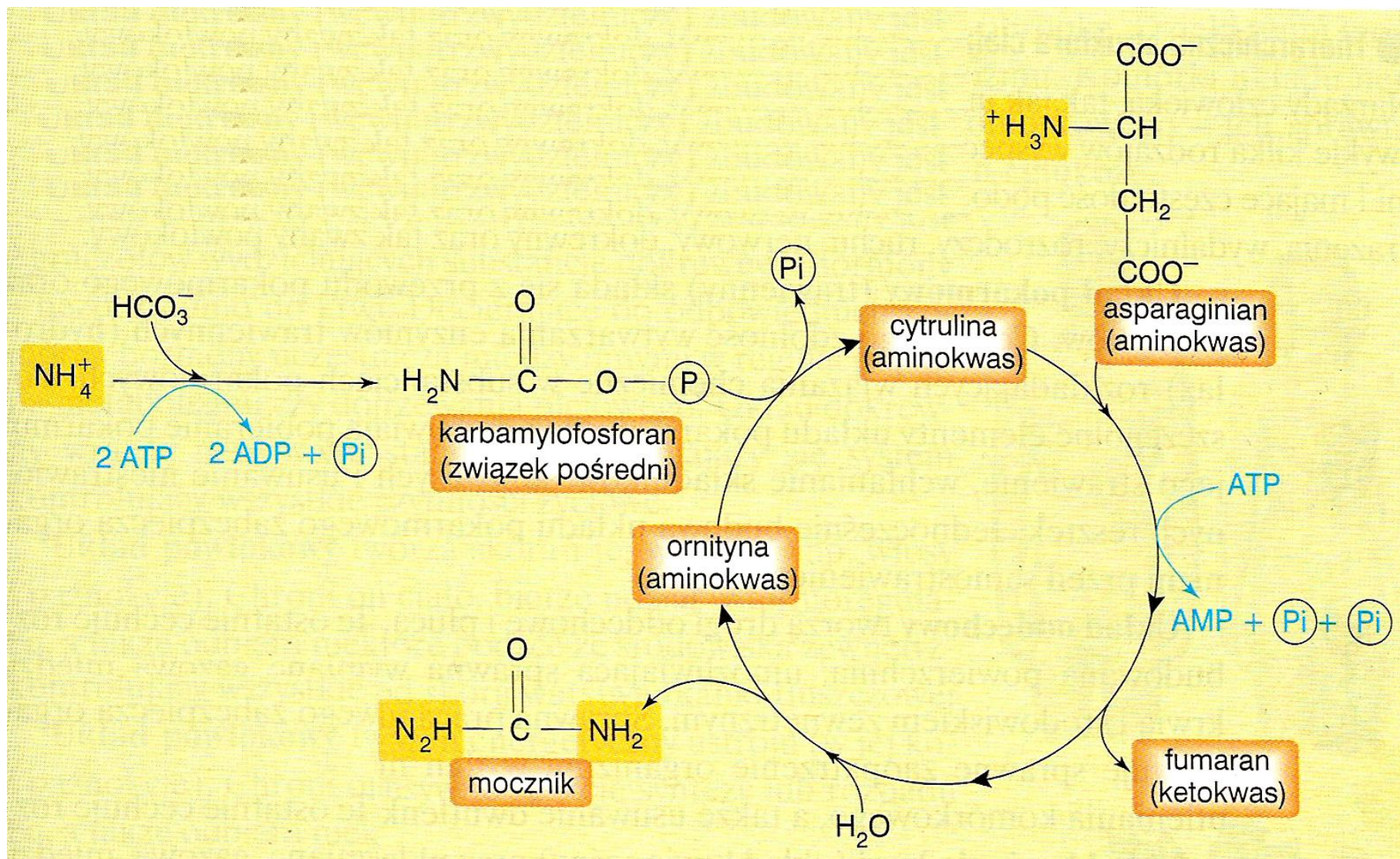


glukoza

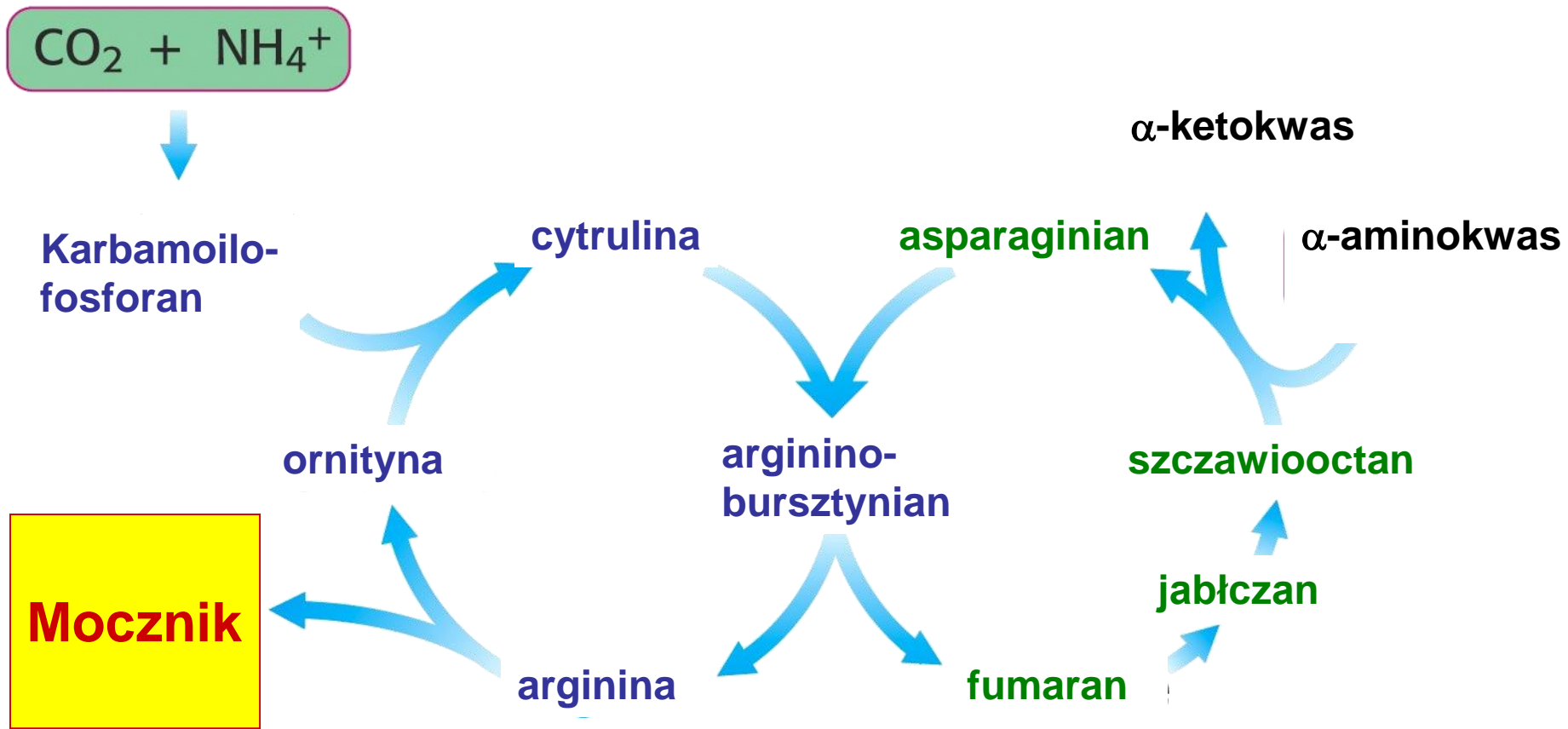
Deaminacja aminokwasów



Neutralizacja amoniaku – cykl mocznikowy



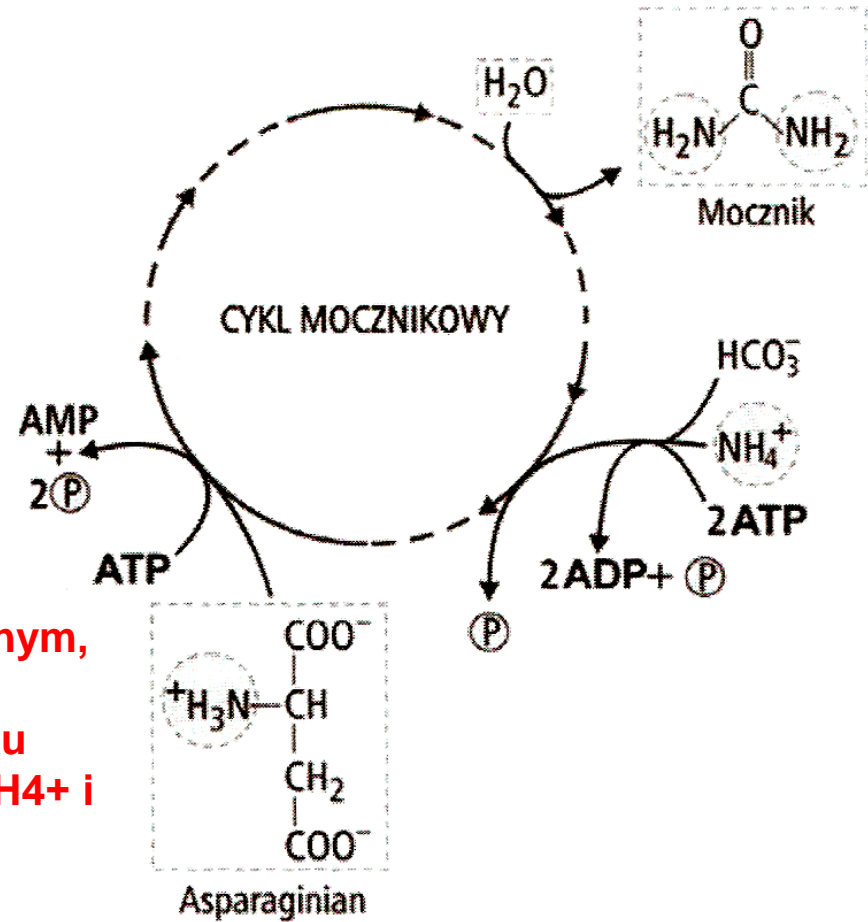
Powiązanie cyklu mocznikowego z cyklem Krebsa



Uproszczony schemat cyklu mocznikowego.

Ustal, czy cykl mocznikowy ma charakter anaboliczny czy kataboliczny. Uzasadnij swoją opinię, podając jeden argument.

Cykl mocznikowy jest procesem anabolicznym, ponieważ podczas cyklu mocznikowego prowadzona jest synteza złożonego związku (mocznik) ze związków mniej złożonych (NH_4^+ i HCO_3^-) z jednoczesnym zużyciem energii wiązań ATP.



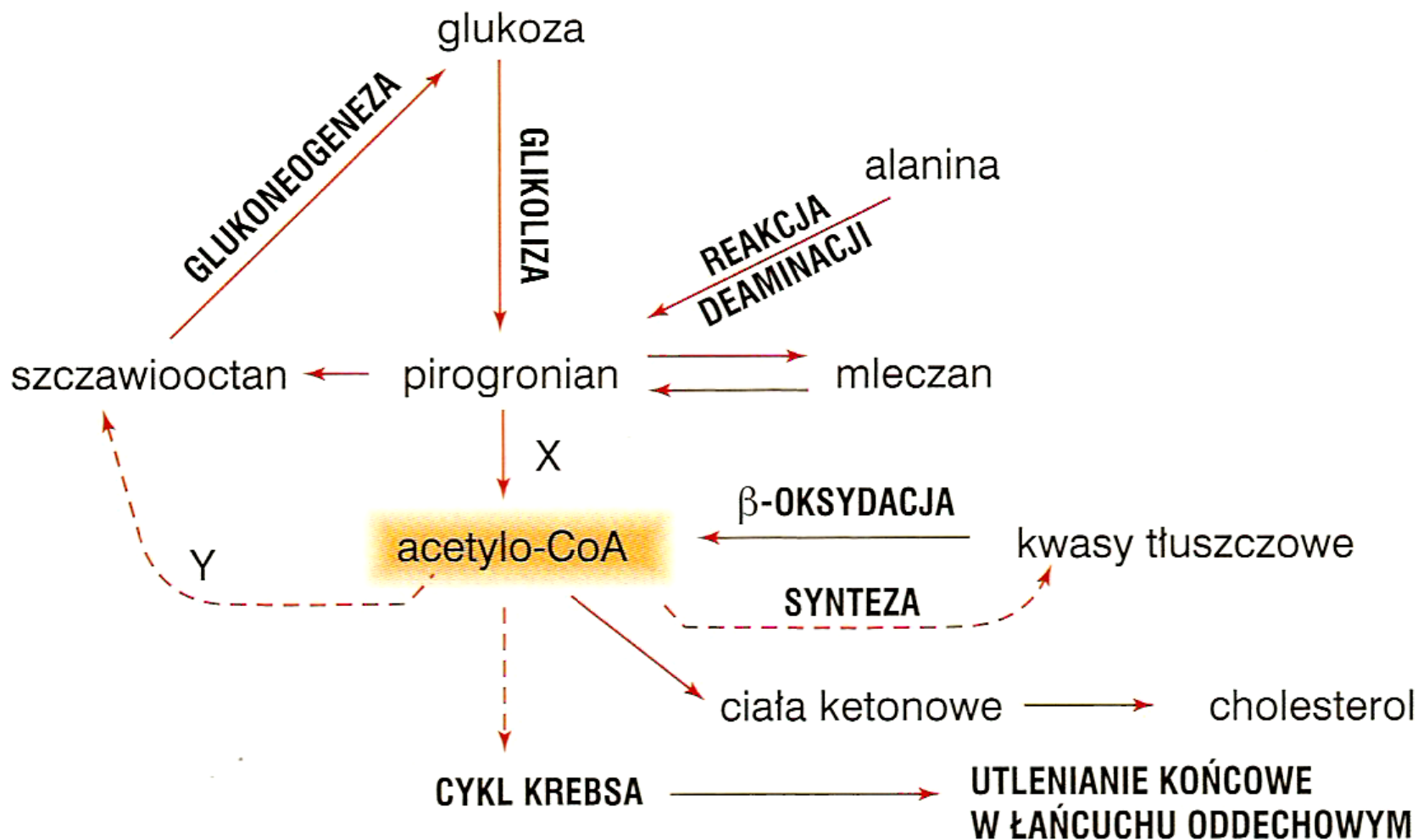
Reakcje cyklu mocznikowego zazębiają się z:

- A. Glikolizą
- B. Cyklem Calvina
- C. Cyklem Krebsa
- D. Biosynteza białka

Mocznik, który jest końcowym produktem przemian nadwyżki związków azotowych u ssaków łóżyskowych może pochodzić z przemian:

- A. białek
- B. cukrów prostych
- C. kwasów tłuszczowych
- D. wszystkich wymienionych związków

Acetylo-CoA - kluczowy związek metabolizmu



PODSUMOWANIE

1. Na metabolizm składają się reakcje kataboliczne i anaboliczne
2. Reakcje metaboliczne zachodzą z udziałem katalizatorów biologicznych - enzymów
3. Podstawowym przenośnikiem energii swobodnej jest ATP
4. Źródłem energii metabolicznej jest oddychanie komórkowe
5. Oddychanie tlenowe dostarcza wielokrotnie więcej energii niż oddychanie beztlenowe
6. Głównym źródłem energii komórkowej jest glukoza, utleniana na szlaku glikolizy, a następnie w cyklu Krebsa
7. Kwasy tłuszczowe są utleniane podczas β -oksydacji do acetylo-CoA
8. Aminokwasy ulegają deaminacji. Grupy aminowe są usuwane w cyklu moczniowym, a łańcuchy węglowe są rozkładane w cyklu Krebsa
9. Acetylo-CoA jest związkiem kluczowym metabolizmu