KURS

„ BIOLOGIA POD KLUCZ"

live

METABOLIZM

Prezentacja jest chroniona prawnie przed kopiowaniem bez pisemnej zgody autora i stanowi „utwór" i w myśl Ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. z 1994 r., Nr 24, poz. 83 z późn. zm.).

ZADANIE 1.



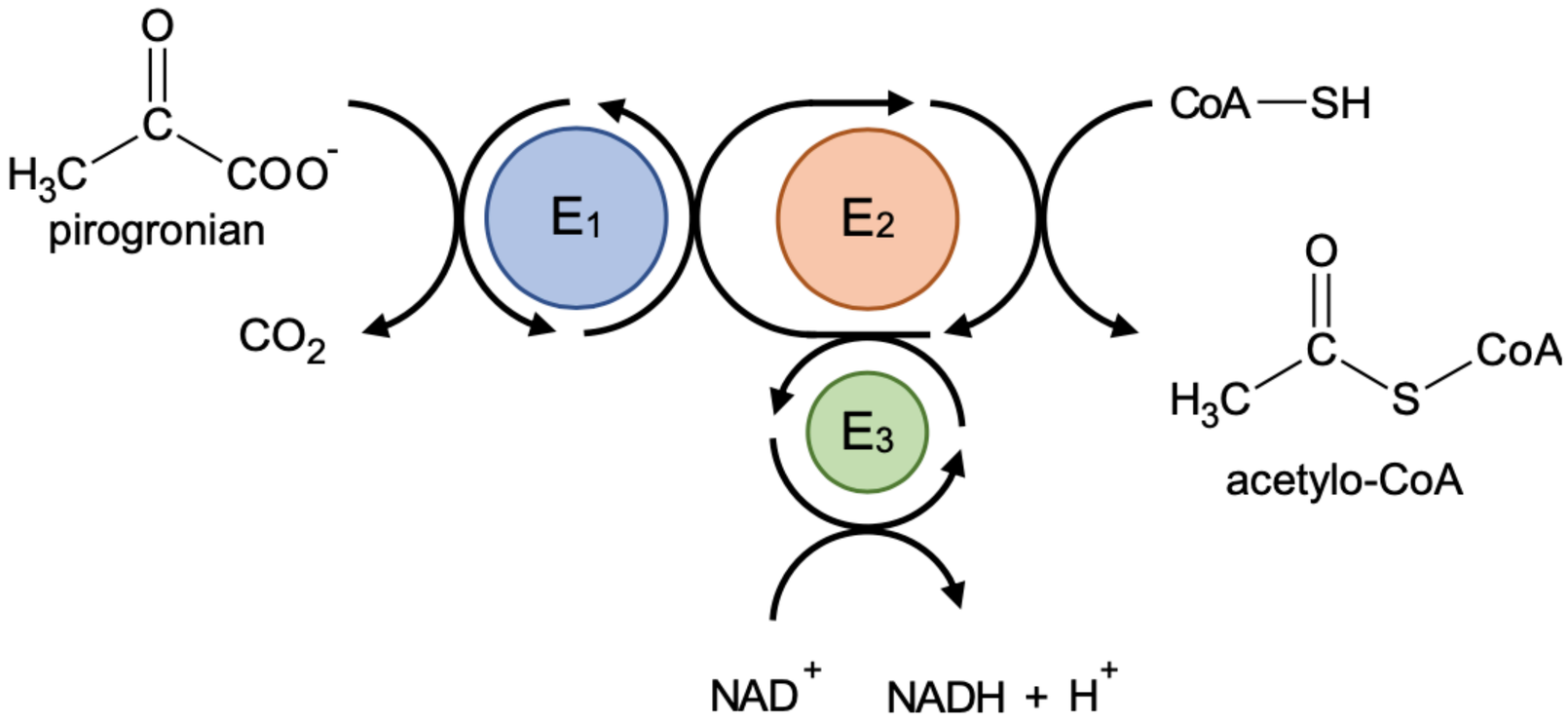
Zadanie 1.

Kolejnymi etapami oddychania tlenowego są: glikoliza, reakcja pomostowa, cykl Krebsa oraz łańcuch oddechowy. Reakcję pomostową – oksydacyjną dekarboksylację pirogronianu do acetylo-CoA – katalizuje kompleks dehydrogenazy pirogronianowej, zawierający trzy enzymy: E_1, E_2 i E_3. Sumaryczna reakcja katalizowana przez ten kompleks w warunkach tlenowych jest następująca:

$$\text{pirogronian} + \text{CoA-SH} + NAD^+ \rightarrow \text{acetylo-CoA} + CO_2 + NADH + H^+$$

Na schemacie przedstawiono współdziałanie trzech enzymów wchodzących w skład kompleksu dehydrogenazy pirogronianowej.

ZADANIE 1.



Na podstawie: B. Alberts i in., *Podstawy biologii komórki*, Warszawa 2016.

ZADANIE 1.

Zadanie 1.1. (0-2)

Uzupełnij tabelę – do każdego wymienionego typu reakcji zachodzącej podczas przekształcania pirogronianu do acetylo-CoA przyporządkuj odpowiednie oznaczenie enzymu (E_1, E_2 albo E_3), który tę reakcję przeprowadza.

Typ reakcji	Oznaczenie enzymu (E_1 / E_2 / E_3)
transacetylacja	E_2
dehydrogenacja	E_3
dekarboksylacja	E_1

ZADANIE 1.

Zadanie 1.2. (0-1)

W której części komórki eukariotycznej znajduje się aktywny kompleks dehydrogenazy pirogronianowej? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

A. cytozol

B. macierz mitochondrialna

C. zewnętrzna błona mitochondrium

D. wewnętrzna błona mitochondrium

E. przestrzeń międzybłonowa w mitochondrium

ZADANIE 1.

Zadanie 1.3. (0-1)

Wykaż, że funkcjonowanie kompleksu dehydrogenazy pirogronianowej jest konieczne do połączenia szlaku glikolizy z cyklem Krebsa.

1 pkt – za poprawne wykazanie, że funkcjonowanie dehydrogenazy pirogronianowej jest konieczne do połączenia szlaku glikolizy z cyklem Krebsa, uwzględniające produkt glikolizy – pirogronian i substrat cyklu Krebsa – acetylo-CoA.

- Dehydrogenaza pirogronianowa umożliwia wytworzenie z pirogronianu acetylo-CoA. Pirogronian jest produktem glikolizy, a acetylo-CoA – substratem cyklu Krebsa.
- Umożliwia to przekształcenie pirogronianu powstającego w glikolizie do acetylo-CoA, który jest substratem cyklu Krebsa.
- Produktem glikolizy jest pirogronian, a substratem cyklu Krebsa – acetylokoenzym A, który powstaje w wyniku przemian pirogronianu katalizowanych przez dehydrogenazę pirogronianową.
- Powstający w glikolizie pirogronian nie może być bezpośrednio włączony do cyklu Krebsa, ale musi być przekształcony przez dehydrogenazę pirogronianową do acetylo-CoA.

ZADANIE 1.



Uwagi:

- ***Uznaje się odpowiedzi, w których użyto alternatywnych określeń cyklu Krebsa, np.: cykl kwasów trójkarboksylowych, cykl kwasu cytrynowego, CKT.***

- ***Uznaje się odpowiedzi, w których użyto alternatywnych określeń acetylo-CoA, np.: aktywny octan, czynny octan.***

- ***Nie uznaje się odpowiedzi odnoszących się do reszty acetylowej (zamiast acetylo-CoA) jako produktu reakcji pomostowej lub substratu cyklu Krebsa.***

ZADANIE 1.

Zadanie 1.4. (0-1)

Wykaż, że zmniejszenie aktywności kompleksu dehydrogenazy pirogronianowej prowadzi do wzrostu stężenia mleczanu w komórce mięśnia szkieletowego.

Warunkiem prawidłowego rozwiązania zadania było zrozumienie, że pirogronian – jako produkt glikolizy – **powstaje nieustannie w komórce mięśnia szkieletowego**. Z tego powodu pirogronian jest ciągle przekształcany w inne związki chemiczne. W warunkach fizjologicznych przede wszystkim jest on włączany do reakcji pomostowej (reakcji oksydacyjnej dekarboksylacji kwasu pirogronowego), której produktem jest **acetylo-CoA**. Ta reakcja jest katalizowana przez **kompleks dehydrogenazy pirogronianowej**. Zdający powinien zauważyć, że zmniejszenie aktywności kompleksu dehydrogenazy pirogronianowej powoduje przekształcanie mniejszej ilości pirogronianu do acetylo-CoA, czego konsekwencją jest zwiększenie stężenia pirogronianu w komórce i przekształcanie go w **alternatywnym szlaku metabolicznym** – fermentacji mleczanowej, której produktem jest m.in. mleczan.

1 pkt – za poprawne wykazanie, że zmniejszenie aktywności kompleksu dehydrogenazy pirogronianowej prowadzi do wzrostu stężenia mleczanu w komórce, uwzględniające powstawanie pirogronianu (w glikolizie), który nie może być w całości utleniony w reakcji pomostowej, i przekształcanie ciągle powstającego pirogronianu (nadmiaru pirogronianu) w mleczan

ZADANIE 1.



- Zmniejszenie aktywności kompleksu dehydrogenazy pirogronianowej powoduje, że reakcja pomostowa zachodzi z mniejszą wydajnością, dlatego część kwasu pirogronowego powstającego w glikolizie zostaje przekształcona w mleczan. Z tego powodu zmniejszenie aktywności kompleksu dehydrogenazy pirogronianowej prowadzi do wzrostu stężenia mleczanu w komórce mięśnia szkieletowego.
- Zmniejszenie aktywności kompleksu dehydrogenazy pirogronianowej powoduje przekształcanie mniejszej ilości pirogronianu do acetylo-CoA, mniejszą intensywność procesu oddychania tlenowego, więc niewykorzystany w tym procesie pirogronian będzie wykorzystywany do procesu fermentacji mlekowej zachodzącej w komórce mięśnia szkieletowego, a jako, że więcej pirogronianu będzie stanowić substrat, to będzie więcej również produktu, czyli mleczanu, i jego stężenie w komórce wzrośnie.
- Powstający w glikolizie pirogronian jest przetwarzany przez kompleks dehydrogenazy pirogronianowej do acetylo-CoA. Jeżeli ta reakcja jest ograniczona, to nadmiar pirogronianu zostaje przekształcony w mleczan.
- Ograniczenie tlenowych przemian pirogronianu powoduje, że w komórce rośnie jego stężenie ze względu na stale zachodzącą glikolizę. Nadmiar pirogronianu w komórce zostaje zredukowany do mleczanu.

ZADANIE 1.



- Ograniczenie utleniania pirogronianu w reakcji pomostowej doprowadzi do wzrostu w cytozolu stężenia pirogronianu, który cały czas powstaje z glukozy. Duża część tego pirogronianu zostanie skierowana na beztlenowy szlak metaboliczny, przekształcający ten związek w mleczan.
- Zmniejszenie aktywności dehydrogenazy pirogronianowej jest przyczyną zwiększonego stężenia pirogronianu w komórce. Część pirogronianu jest przekształcana w mleczan, co prowadzi do wzrostu stężenia mleczanu w komórce.
- Prowadzi to do zmniejszenia wydajności reakcji pomostowej. Mniejsza ilość pirogronianu będzie przekształcana do acetylo-CoA, co przełoży się na spadek intensywności zachodzenia cyklu Krebsa i łańcucha oddechowego. Aby uzyskać NAD^+, niezbędny do zajścia glikolizy, na drodze której komórka może uzyskać ATP, powstający pirogronian będzie redukowany do mleczanu – stężenie mleczanu w tej komórce wzrośnie.

ZADANIE 1.

Uwagi:

Nie uznaje się odpowiedzi odnoszących się do całkowitej utraty aktywności przez kompleks dehydrogenazy pirogronianowej.

Błędem popełnianym przez maturzystów było założenie, że **zmniejszenie aktywności kompleksu dehydrogenazy pirogronianowej powoduje całkowity brak przekształcania pirogronianu w acetylo-CoA**. Z samego polecenia wynika, że występuje „zmniejszenie aktywności" enzymu, a nie – całkowity brak jego aktywności. Kompleks dehydrogenazy pirogronianowej występuje w przebiegu kluczowego procesu warunkującego funkcjonowanie komórek oddychających tlenowo, dlatego całkowity blok metaboliczny tego kompleksu uniemożliwiłby ich przeżycie.

Przykładowe odpowiedzi nieprawidłowe:

- ***Zahamowanie powstawania acetylo-CoA spowoduje redukcję pirogronianu do mleczanu.***
- ***Zmniejszenie aktywności tego kompleksu uniemożliwia dekarboksylację pirogronianu i przekształcanie go w acetylo-CoA, zamiast tego powstaje mleczan którego stężenie wzrasta w komórce gdyż hamowany jest cykl Krebsa.***
- ***Po zmniejszeniu aktywności kompleksu dehydrogenazy pirogronian nie jest przeprowadzany w acetylo-CoA, tylko staje się substratem do produkcji mleczanu.***

ZADANIE 1.



Uwagi:

- ***Nie uznaje się odpowiedzi odnoszących się wyłącznie do znaczenia adaptacyjnego fermentacji mleczanowej, np. „Zmniejszenie aktywności tego kompleksu powoduje zmniejszenie wydajności oddychania tlenowego. Dlatego mięsień pracujący w takich warunkach pozyskuje energię także w sposób beztlenowy, czyli przeprowadzając fermentację mleczanową, której produktem jest mleczan”.***

ZADANIE 2.



Zadanie 2.

RuBisCO, czyli karboksylaza/oksygenaza rybulozo-1,5-bisfosforanowa, jest enzymem katalizującym pierwszy etap cyklu Calvina w fazie ciemnej fotosyntezy. W skład RuBisCO wchodzą dwa rodzaje podjednostek:

- mniejsze – określane jako łańcuchy S – są kodowane przez jądrowy gen rbcS
- większe – określane jako łańcuchy L – są kodowane przez chloroplastowy gen rbcL

i tworzą centra katalityczne enzymu.

Nowo powstałe łańcuchy S są transportowane do stromy chloroplastów w celu połączenia z łańcuchami L. W pełni funkcjonalny kompleks białkowy RuBisCO składa się z czterech dimerów podjednostek L i czterech dimerów podjednostek S.

ZADANIE 2.

Zadanie 2.1. (0-2)

Na podstawie przedstawionych informacji oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące RuBisCO są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	W pełni funkcjonalny kompleks białkowy RuBisCO składa się z 8 łańcuchów polipeptydowych.	**P**	**F**
2.	Łańcuchy L enzymu RuBisCO są syntezowane w stromie chloroplastu.	**P**	**F**
3.	Jednym z substratów reakcji katalizowanej przez RuBisCO w cyklu Calvina jest rybulozo-1,5-bisfosforan.	**P**	**F**

ZADANIE 2.

Zadanie 2.2. (0-1)

Na przykładzie budowy RuBisCO wykaż, że chloroplasty są organellami półautonomicznymi.

1 pkt – za poprawną odpowiedź, odnoszącą się do kodowania części białek budujących RuBisCO przez geny występujące w DNA jądrowym lub przez geny znajdujące się w DNA chloroplastowym.

- Chloroplasty są organellami półautonomicznymi, ponieważ pomimo własnego DNA i obecności rybosomów część białek budujących RuBisCO jest kodowana przez geny występujące w DNA jądrowym.
- Tylko część białek budujących Rubisco jest kodowana przez genom chloroplastowy, dlatego chloroplasty należy uznać za półautonomiczne.
- Chloroplasty są częściowo autonomiczne ze względu na to, że mają one swój kolisty genom zawierający gen rbcL, kodujący większy łańcuch RuBisCO.

Uwaga: Nie uznaje się odpowiedzi zbyt ogólnych, nieodnoszących się do RuBisCO, a podających jedynie definicję organellów półautonomicznych.

ZADANIE 3.

Zadanie 3. (0-2)

Do każdego z wymienionych poniżej procesów metabolicznych przyporządkuj odpowiedni produkt, wpisując odpowiadającą mu literę (A-E).

A. glukoza
B. pirogronian
C. acetylo-CoA
D. mleczan
E. aldehyd 3-fosfoglicerynowy

1. fermentacja mleczanowa: **D**
2. cykl Calvina: **E**
3. glukoneogeneza: **A**
4. rozkład kwasów tłuszczowych: **C**

ZADANIE 4.

Zadanie 4.

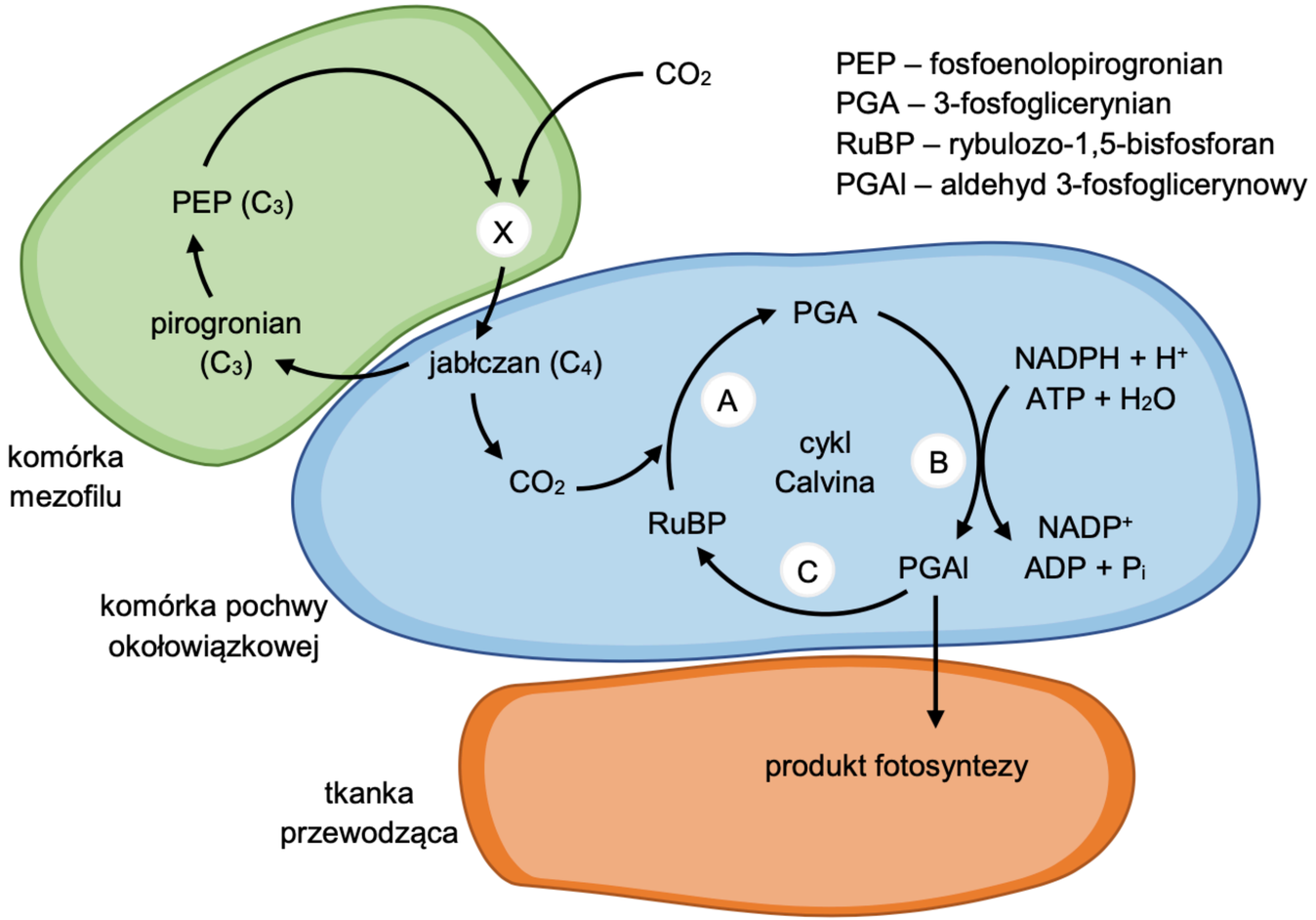
Główną funkcją enzymu RuBisCO (karboksylaza/oksygenaza rybulozo-1,5-bisfosforanowa) jest przyłączanie dwutlenku węgla do rybulozo-1,5-bisfosforanu (RuBP) w cyklu Calvina. Jednak w wysokiej temperaturze i przy wysokim stężeniu O_2 znacznie wzrasta aktywność RuBisCO polegająca na przyłączaniu tlenu do RuBP, co daje początek fotooddychaniu. Skutkiem tego procesu jest znaczne zmniejszenie wydajności wiązania CO_2 przez roślinę.

U roślin rejonów tropikalnych i subtropikalnych przeprowadzających fotosyntezę typu C4 proces fotooddychania jest ograniczony. Jest to związane z dwustopniowym mechanizmem wiązania dwutlenku węgla. Pierwotna asymilacja CO_2 z wytworzeniem szczawiooctanu zachodzi w komórkach mezofilu, natomiast włączanie CO_2 do cyklu Calvina zachodzi w komórkach pochwy okołowiązkowej. U niektórych roślin C4 w komórkach pochwy okołowiązkowej nie ma fotosystemu II (PS II).

Na schemacie przedstawiono w uproszczeniu przebieg fazy fotosyntezy niezależnej od światła (fazy ciemnej) u roślin C4.

Uwaga: nie zachowano stechiometrii przedstawionych reakcji.

ZADANIE 4.



Na podstawie: W. Czechowski i in., *Biologia*, Warszawa 1994;
N.A. Campbell, *Biologia*, Poznań 2013.

ZADANIE 4.

Zadanie 4.1. (0-2)

Podaj nazwy etapów cyklu Calvina oznaczonych na schemacie literami A, B i C.

A. **karboksylacja** (RuBP); odpowiedź dopuszczalna: asymilacja węgla / asymilacja CO_2

B. **redukcja** (PGA); odpowiedź dopuszczalna: hydrogenacja PGA / uwodornienie PGA

C. **regeneracja** (akceptora CO_2 – RuBP); odpowiedź dopuszczalna: odtworzenie RuBP

ZADANIE 4.

Zadanie 4.2. (0-1)

Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A, B albo C oraz odpowiedź 1., 2. albo 3.

Literą X na schemacie oznaczono

A.	enzym RuBisCO,	który jest	**1.**	pierwotnym produktem karboksylacji u roślin C4.
B.	acetylo-CoA		**2.**	kompleksem enzymatycznym odpowiadającym za karboksylację.
C.	szczawiooctan		**3.**	pierwotnym akceptorem CO_2 u roślin C4 podobnie jak RuBP u roślin C3.

ZADANIE 4.

Zadanie 4.3. (0-2)

Oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące fotosyntezy typu C4 są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	CO_2 jest transportowany do komórek pochwy okołowiązkowej w postaci 3-węglowego pirogronianu	**P**	**F**
2.	Ze względu na obecność RuBisCO następuje utlenianie RuBP, co daje początek intensywnemu fotooddychaniu u roślin C4.	**P**	**F**
3.	Redukcja 3-fosfoglicerynianu do aldehydu 3-fosfoglicerynowego zachodzi w komórkach mezofilu	**P**	**F**

ZADANIE 4.

Zadanie 4.4. (0-2)

Wykaż związek między ograniczeniem procesu fotooddychania u roślin C4 a:

1. dwuetapowym mechanizmem wiązania dwutlenku węgla

1 pkt – za poprawne wykazanie związku między ograniczeniem procesu fotooddychania a dwuetapowym mechanizmem wiązania dwutlenku węgla z uwzględnieniem wysokiej dostępności CO_2 dla RuBisCO

- To pozwala na znaczne zwiększenie stężenia CO_2 w komórkach, gdzie znajduje się **RuBisCO** wiążące CO_2.
- Dwuetapowy mechanizm wiązania CO_2 umożliwia wzrost stężenia CO_2 w komórkach pochwy okołowiązkowej, przez co **RuBisCO** częściej łączy się z CO_2 niż z O_2.
- Dzięki temu jest wysokie stężenie CO_2 w komórkach z **RuBisCO**

W odpowiedziach często brakowało odniesienia do wysokiej dostępności CO_2 dla RuBisCO.
Przykładowa odpowiedź nieprawidłowa:

- **Dwuetapowy mechanizm wiązania dwutlenku węgla polega na wytworzeniu szczawiooctanu, przekształconego następnie w jabłczan, który dostarcza dwutlenek węgla dla RuBP. W wyniku tego ograniczony jest proces fotooddychania.**

ZADANIE 4.

2. brakiem PS II w komórkach pochew okołowiązkowych.

1 pkt – za poprawne wykazanie związku między ograniczeniem procesu fotooddychania a brakiem PSII w komórkach pochew okołowiązkowych z uwzględnieniem niskiej dostępności O_2 dla RuBisCO.

- Dzięki temu nie jest wytwarzany tlen, który konkurowałby z CO_2 o miejsce aktywne **RuBisCO**.
- Ponieważ w komórce brak jest PS II, nie powstaje tlen z fotolizy wody, który przy wysokiej temperaturze otoczenia częściej niż CO_2 przyłączyłby się do **RuBisCO**, czyli wzmagałoby to fotooddychanie.
- Powoduje to niskie stężenie O_2 tam, gdzie działa **RuBisCO**.

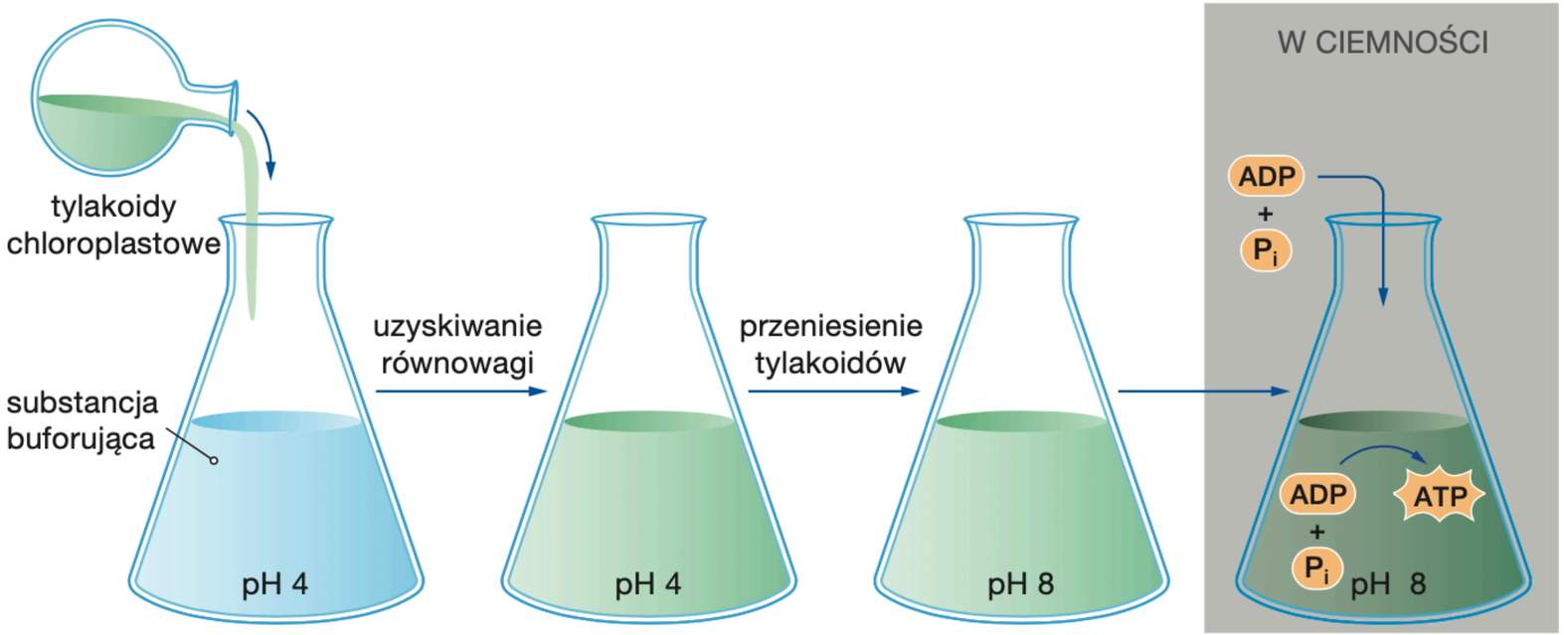
W odpowiedziach często brakowało odniesienia do niskiej dostępności O_2 dla RuBisCO.
Przykładowa odpowiedź nieprawidłowa:

- **Brak fotosystemu II w komórkach pochwy okołowiązkowej uniemożliwia zachodzenie procesu fotolizy wody, której produktem jest tlen. Wysoka temperatura i wysokie stężenie tlenu jest przyczyną procesu fotooddychania.**

ZADANIE 5.

Zadanie 5.

Na schemacie przedstawiono doświadczenie wykonane z użyciem tylakoidów wyizolowanych z chloroplastów. Tylakoidy najpierw wprowadzono do buforu o pH 4 i pozostawiono na tyle długo, by stężenia substancji po obu stronach ich błon były takie same. Następnie przeniesiono tylakoidy do buforu o pH 8. Po dodaniu do tej zawiesiny ADP oraz ortofosforanu (P_i) i umieszczeniu jej w ciemności zaobserwowano powstawanie cząsteczek ATP.



ZADANIE 5.



Zadanie 5.1. (0-2)

Oceń, czy poniższe informacje dotyczące przeprowadzonego doświadczenia są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1.	Po umieszczeniu tylakoidów w buforze o pH 8 stężenie protonów było wyższe we wnętrzu tylakoidów niż w środowisku zewnętrznym.	**P**	**F**
2.	W trakcie przedstawionego doświadczenia wydzielił się tlen cząsteczkowy.	**P**	**F**
3.	W procesie fotosyntezy, tak jak w przedstawionym doświadczeniu, ATP powstaje bez udziału światła.	**P**	**F**

ZADANIE 5.

Zadanie 5.2. (0-1)

Wyjaśnij, dlaczego przeniesienie tylakoidów z buforu o pH 4 do buforu o pH 8 było warunkiem koniecznym do rozpoczęcia syntezy ATP.

1 pkt – poprawne wyjaśnienie, odnoszące się do wytworzenia gradientu protonowego w celu wymuszenia przepływu protonów przez syntazę ATP z wnętrza tylakoidów do środowiska, co skutkuje powstaniem ATP.

- Przeniesienie tylakoidów z buforu o pH 4 do buforu o pH 8 umożliwiło wytworzenie gradientu protonowego. Przepływ protonów zgodnie z gradientem przez syntazę ATP z wnętrza tylakoidów do środowiska skutkuje powstaniem ATP / fosforylacją ADP.

ZADANIE 6.



Zadanie 6. (0-2)

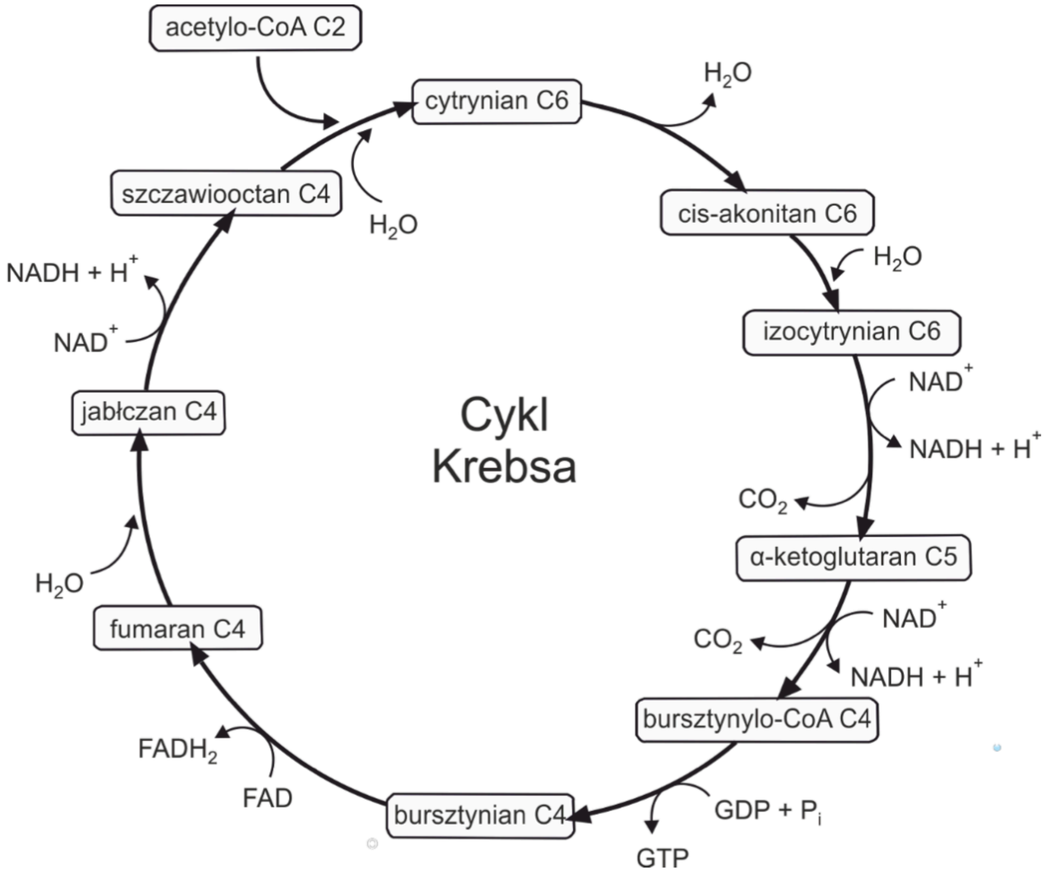
Określ, które stwierdzenia dotyczące fotosyntezy typu C3 i C4 są prawdziwe, a które – fałszywe.

1.	U roślin C4 pierwotne wiązanie CO_2 i cykl Calvina są rozdzielone przestrzennie.	**P**	**F**
2.	Proces fotooddychania zachodzi z większą intensywnością u roślin typu C3 niż u roślin typu C4.	**P**	**F**
3.	W fotosyntezie C3 i w fotosyntezie C4 występuje ten sam pierwotny akceptor CO_2, którym jest RuBP.	**P**	**F**

ZADANIE 7.

Zadanie 7. (0-2)

Poniżej przedstawiono schemat cyklu Krebsa (cyklu kwasu cytrynowego).



ZADANIE 7.



Określ, które stwierdzenia dotyczące cyklu Krebsa są prawdziwe, a które – fałszywe.

1.	Akceptorem acetylo-CoA w cyklu Krebsa jest cytrynian.	**P**	**F**
2.	Podczas jednego obrotu cyklu Krebsa powstają: 3 NADH + $3H^+$, 1 $FADH_2$ oraz 1 GTP.	**P**	**F**
3.	W cyklu Krebsa zachodzi fosforylacja oksydacyjna.	**P**	**F**

ZADANIE 8.

Zadanie 8. (0-2)

Określ, które stwierdzenia dotyczące roślinnej wakuolarnej H^+-ATPazy są prawdziwe, a które – fałszywe.

1.	Wytwarza gradient potencjału elektrochemicznego H^+ w poprzek tonoplastu.	**P**	**F**
2.	Jest integralnym białkiem błonowym.	**P**	**F**
3.	Bierze udział w wytwarzaniu siły asymilacyjnej.	**P**	**F**

ZADANIE 9.



Zadanie 9. (0-1)

Uzupełnij poniższe zdania tak, aby zawierały informacje prawdziwe. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.

Glikoliza jest szlakiem metabolicznym zachodzącym w komórkach eukariotycznych w (***cytozolu*** / *mitochondrium*). Substratem glikolizy jest (*glikogen* / ***glukoza***), a końcowym produktem – (***pirogronian*** / *mleczan*).

ZADANIE 10.



Zadanie 10. (0-1)

Zbadano zależność szybkości reakcji od stężenia substratu dla trzech różnych związków chemicznych stanowiących substrat dla enzymu – fosfatazy kwaśnej. Na podstawie otrzymanych wyników obliczono wartość stałej Michaelisa (K_m) – stężenie substratu, przy którym reakcja osiąga prędkość równą połowie prędkości maksymalnej.

W poniższej tabeli przedstawiono wyniki obliczeń wraz z uwagami dotyczącymi przebiegu doświadczenia.

Substrat	Stała Michaelisa [mM]	Uwagi
AMP	0,2	
fosforan tyrozyny	1,3	Preparat enzymu rozcieńczono 10×
fosforan nitrokatecholu	3,0	

ZADANIE 10.

Wybierz prawidłowe dokończenie zdania.

Spośród przebadanych substratów fosfataza kwaśna ma największe powinowactwo do

A. **AMP.**

B. fosforanu tyrozyny.

C. fosforanu nitroketacholu.

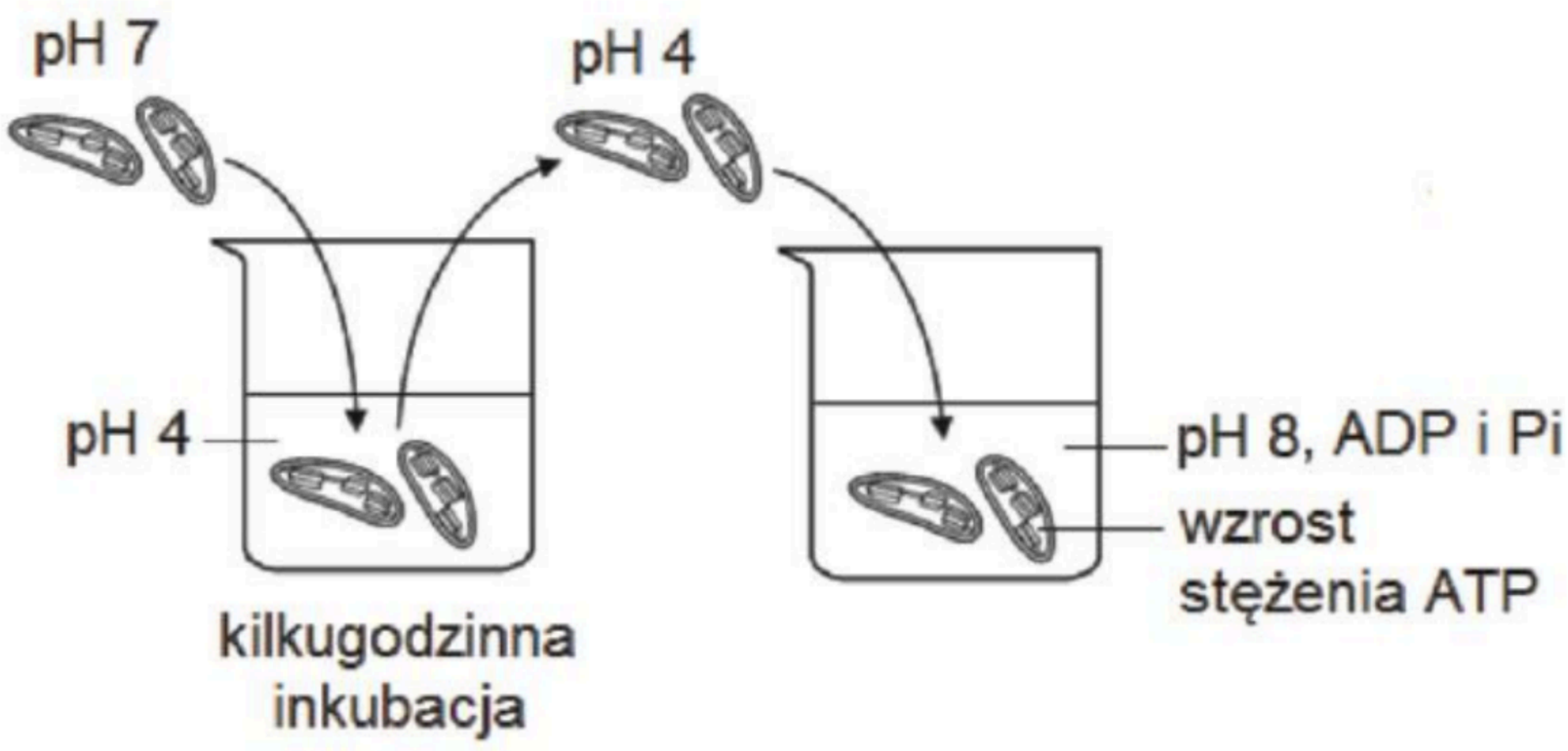
Stała Michaelisa (Km) jest parametrem charakterystycznym dla określonej pary enzym-substrat i nie zależy ona od stężenia preparatu enzymu zastosowanego podczas wyznaczania wartości Km. W związku z tym informacja o 10-krotnym rozcieńczeniu preparatu enzymu kwaśnej fosfatazy, w przypadku użycia fosforanu tyrozyny jako substratu, nie wpływa na wartość Km. Wartość Km jest najmniejsza dla AMP, a więc to ten substrat ma największe powinowactwo do kwaśnej fosfatazy. Uwaga w treści zadania została wprowadzona celowo jako dystraktor.

ZADANIE 11.

Zadanie 11.

W procesie fotosyntezy ATP jest wytwarzany w fazie zależnej od światła. Na rysunku zilustrowano przebieg doświadczenia, przeprowadzonego w całkowitej ciemności, w którym wyizolowane z komórki chloroplasty zakwaszano przez zanurzenie ich w fizjologicznym roztworze o wartości pH równej 4. Gdy pH wnętrza tylakoidu chloroplastu osiągnęło wartość pH równą 4, chloroplasty przenoszono do roztworu zasadowego o wartości pH równej 8, zawierającego ADP i Pi. W tych warunkach wartość pH stromy chloroplastu wzrastała szybko do 8, natomiast pH wnętrza tylakoidów przez pewien czas pozostawało na poziomie wartości pH równej 4. Po takim potraktowaniu chloroplastów wzrastało w nich stężenie ATP.

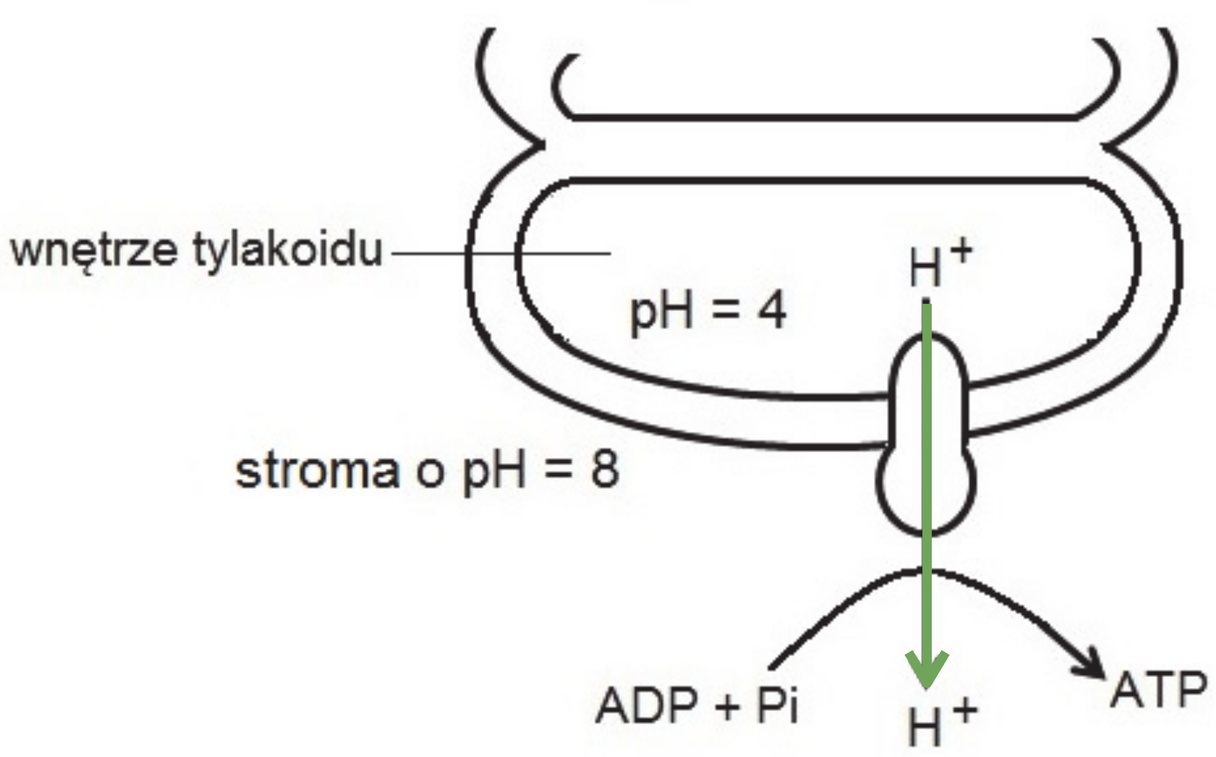
ZADANIE 11.


pH 7
pH 4
pH 4
pH 8, ADP i Pi
wzrost stężenia ATP
kilkugodzinna inkubacja

ZADANIE 11.

Zadanie 11.1. (0-1)

Dorysuj grot strzałki ilustrującej transport protonów (H^+) pomiędzy wnętrzem tylakoidu a stromą chloroplastu w tym doświadczeniu.



ZADANIE 11.

Zadanie 11.2. (0-1)

Wyjaśnij, dlaczego chloroplasty były zdolne do syntezy ATP w ciemności.

1 pkt – za wyjaśnienie uwzględniające wytworzenie gradientu protonów warunkującego syntezę ATP

- W doświadczeniu został stworzony sztuczny gradient protonów w poprzek błony tylakoidów i dlatego chloroplasty były w stanie syntetyzować ATP w ciemności.
- Chloroplasty były w stanie syntetyzować ATP w ciemności, ponieważ w doświadczeniu został stworzony gradient protonów w poprzek błony tylakoidów, a przepływ protonów ze światła tylakoidu do stromy chloroplastu przez kompleks syntazy ATP stanowi siłę napędową syntezy ATP.
- W doświadczeniu powstał gradient protonów w poprzek błony tylakoidu warunkujący syntezę ATP, a syntezie ATP towarzyszy spadek tego gradientu.

ZADANIE 11.

Zadanie 11.3. (0-1)

Wyjaśnij rolę światła w produkcji ATP w procesie fotosyntezy.

1 pkt – za wyjaśnienie uwzględniające wybicie elektronów z chlorofilu przez światło, ich transport przez przenośniki w błonie tylakoidu warunkujący powstanie gradientu protonowego niezbędnego do syntezy ATP

- Światło wybija z cząsteczek chlorofilu elektrony, które, wędrując przez system przenośników, tracą energię, a część tej energii jest wykorzystywana do powstania gradientu protonów, który warunkuje syntezę ATP.
- Światło wybija z cząsteczek chlorofilu elektrony, które wędrują przez system przenośników. Łańcuch transportu elektronów odpowiada za pompowanie protonów w poprzek błony tylakoidu. Powstający gradient protonów umożliwia syntezę ATP.
- Podczas wędrówki elektronów (wybitych przez światło) przez łańcuch przenośników, ulokowanych w błonie tylakoidu, następuje przepompowanie (przez kompleks cytochromów) protonów (H^+) ze stromy do światła tylakoidu, co prowadzi do powstania gradientu protonów w poprzek błony tylakoidu. Powstający gradient protonów umożliwia syntezę ATP.

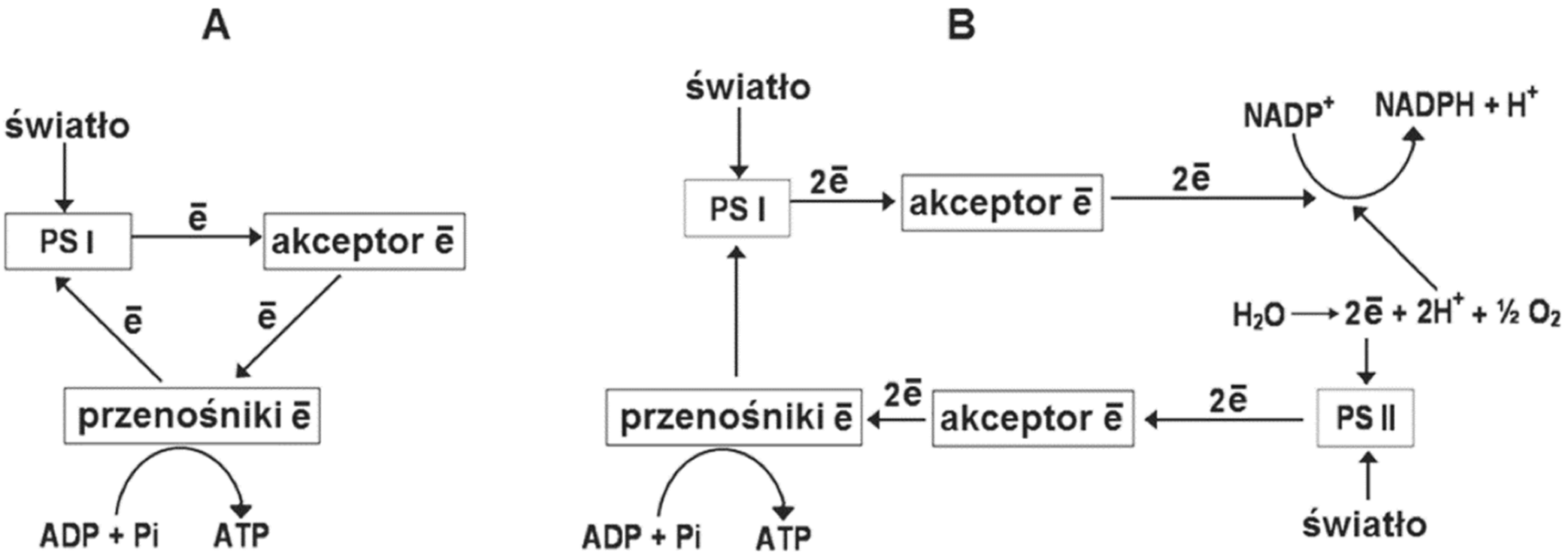
ZADANIE 12.

Zadanie 12.

Pierwsza reakcja cyklu Calvina polega na przyłączeniu do pięciowęglowego rybulozo-1,5-bisfosforanu cząsteczki dwutlenku węgla. Enzym katalizujący tę reakcję – karboksylaza/oksygenaza rybulozo-1,5-bisfosforanowa (RuBisCO) – wykorzystuje także jako substrat tlen zamiast dwutlenku węgla. Jest to proces niekorzystny z punktu widzenia wydajności fotosyntezy, ponieważ powstaje wtedy tylko jedna cząsteczka trójwęglowego kwasu 3-fosfoglicerynowego wykorzystywanego bezpośrednio w cyklu Calvina oraz produkt uboczny – cząsteczka 3-fosfoglikolanu podlegającego dalszym przemianom w peroksysomach i mitochondriach. Przekształcenie 3-fosfoglikolanu do kwasu 3-fosfoglicerynowego wymaga NADPH + H^+ oraz nakładów energii w postaci ATP. Ze względu na to, że procesy te prowadzą do zużycia tlenu i wydzielenia dwutlenku węgla nazwano je fotooddychaniem

Jednym ze sposobów ochrony przed fotooddychaniem jest aktywacja szlaku cyklicznego transportu elektronów w fazie zależnej od światła. Poniższy schemat przedstawia porównanie fosforylacji cyklicznej – A oraz niecyklicznej – B.

ZADANIE 12.


A
światło
PS I
ē
akceptor ē
ē
ē
przenośniki ē
ADP + Pi
ATP
B
światło
PS I
2ē
akceptor ē
2ē
NADP+
NADPH + H+
H2O → 2ē + 2H+ + ½ O2
PS II
2ē
akceptor ē
2ē
przenośniki ē
światło
ADP + Pi
ATP

ZADANIE 12.

Zadanie 12.1. (0-1)

Wyjaśnij, dlaczego aktywacja cyklicznego transportu elektronów kosztem transportu niecyklicznego chroni roślinę przed fotooddychaniem. W odpowiedzi uwzględnij właściwości enzymu RuBisCO.

1 pkt. – za prawidłowe wyjaśnienie, uwzględniające bezpośrednio lub pośrednio kompetycyjne wiązanie tlenu i dwutlenku węgla przez RuBisCO oraz ograniczenie podaży tlenu poprzez hamowanie fosforylacji niecyklicznej.

- W czasie cyklicznego transportu elektronów nie jest wydzielany tlen będący jednym z dwóch substratów dla RuBisCO. Przy jego zmniejszonym stężeniu enzym ten przyłącza efektywniej dwutlenek węgla i dochodzi do ograniczenia fotooddychania.
- Podczas transportu cyklicznego nie dochodzi do fotolizy wody, a zatem nie wydziela się tlen, który współzawodniczy z dwutlenkiem węgla o miejsce aktywne RuBisCO.

ZADANIE 12.

Zadanie 12.2. (0-2)

Określ, które stwierdzenia dotyczące fotooddychania są prawdziwe, a które – fałszywe.

1.	Fotooddychanie jest konsekwencją niskiej specyficzności substratowej RuBisCO.	**P**	**F**
2.	Reakcje fotooddychania zachodzą w trzech organellach: chloroplastach, peroksysomach i mitochondriach.	**P**	**F**
3.	Fotooddychanie jest obok oddychania komórkowego drugim szlakiem dostarczającym komórce ATP.	**P**	**F**

ZADANIE 12.

Zadanie 12.3. (0-1)

Wyjaśnij, dlaczego przebieg cyklu Calvina – fazy fotosyntezy niezależnej od światła – zostaje zahamowany dość szybko po nastaniu ciemności mimo dostępności CO_2 w komórce.

1 pkt. – za prawidłowe wyjaśnienie, uwzględniające SZYBKIE zużywanie siły asymilacyjnej (ATP oraz NADPH + H^+) i brak możliwości jej odtworzenia w ciemności.

- W wyniku fazy fotosyntezy zależnej od światła powstaje siła asymilacyjna, która jest na bieżąco wykorzystywana. W ciemności brak jest energii świetlnej niezbędnej do uzupełniania wykorzystanej siły asymilacyjnej, a jest ona niezbędna do zachodzenia cyklu Calvina (redukcji i regeneracji w fazie niezależnej od światła).
- Po nastaniu ciemności siła asymilacyjna powstająca w fazie jasnej szybko się wyczerpuje – komórka nie może jej zgromadzić na zapas, a jest konieczna do zachodzenia fazy ciemnej.
- W fazie fotosyntezy zależnej od światła produkowane są cząsteczki ATP potrzebne w fazie ciemnej, a jako że ATP jest krótkotrwały, w komórce po nastaniu ciemności i zahamowaniu jego produkcji cykl Calvina nie może zachodzić.

ZADANIE 12.

Przykładowe odpowiedzi niepoprawne:

- Ponieważ produkty fazy jasnej fotosyntezy są konieczne do zachodzenia fazy ciemnej.

Odpowiedź nieprecyzyjna – produktem fazy jasnej jest m.in. tlen niebędący substratem fazy ciemnej.

- Ponieważ w trakcie fazy jasnej powstaje siłą asymilacyjna (ATP, NADPH + H^+) niezbędna do zajścia cyklu Calvina.

Brak wyjaśnienia dlaczego przebieg cyklu Calvina zostaje zahamowany dość szybko – z odpowiedzi nie wynika, że siła asymilacyjna nie może być gromadzona na zapas, ale jest na bieżąco zużywana.

ZADANIE 13.



Zadanie 13. (0-1)

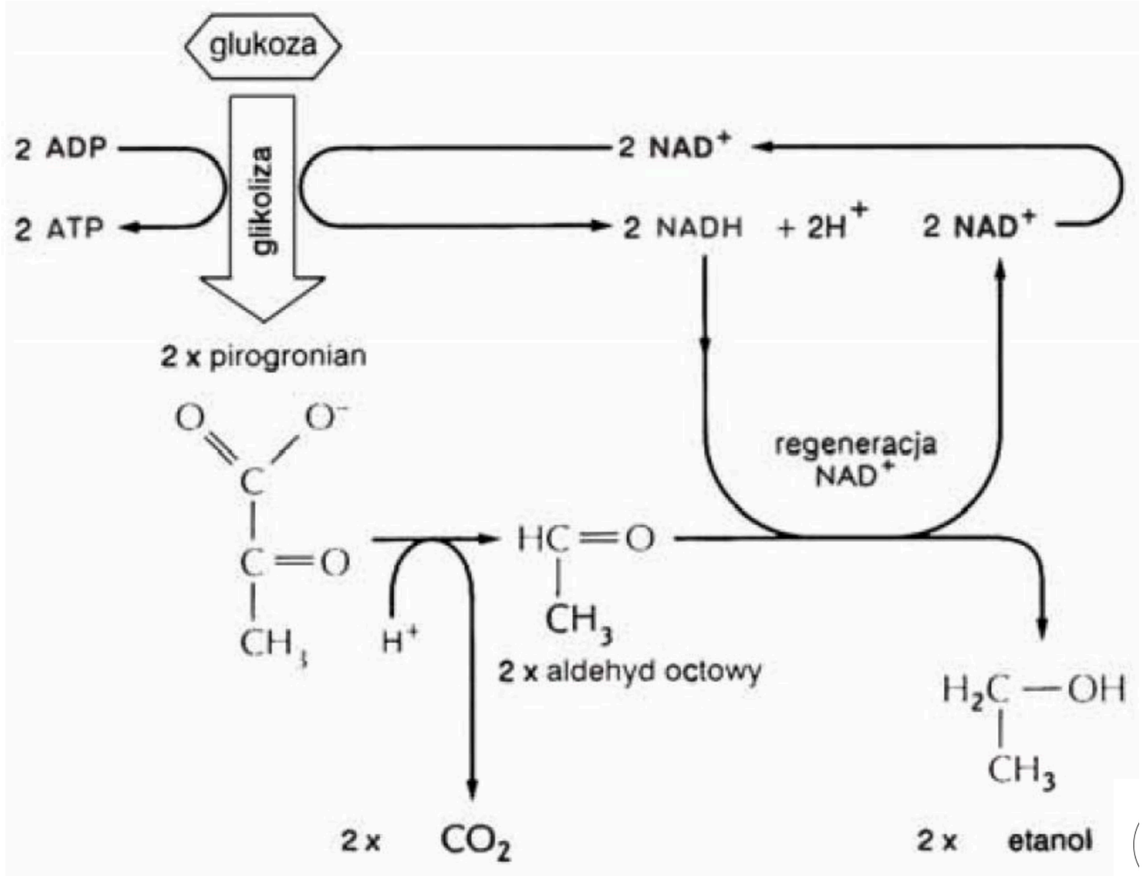
Przeczytaj poniższy tekst i podkreśl właściwe wyrażenie, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

Preferowanym sposobem uzyskania energii przez pracujący ludzki mięsień szkieletowy jest proces nazywany (*fermentacją mleczanową* / ***oddychaniem tlenowym***), który wymaga obecności glukozy oraz (***tlenu*** / *kwasu mlekowego*) spełniającego funkcję ostatecznego akceptora elektronów. Pierwszy etap tego procesu zachodzi w cytozolu i nosi nazwę (***glikolizy*** / *glukoneogenezy*), po nim zaś następuje tak zwana reakcja pomostowa, której produktem jest dwutlenek węgla, NADH + H^+ i acetylo-CoA, który zostaje wprowadzony do zachodzącego w mitochondriach cyklu (*Calvina* / ***Krebsa***). Powstałe w wyniku tego cyklu NADH + H^+ oraz $FADH_2$ zostają (***utlenione*** / *zredukowane*) podczas wędrówki na łańcuch oddechowy, a elektrony są przekazywane na ostateczny akceptor elektronów.

ZADANIE 14.

Zadanie 14.

Na schemacie przedstawiono pewien proces biochemiczny.



ZADANIE 14.

Zadanie 14.1. (0-1)

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

Nazwa procesu: **Fermentacja alkoholowa**

Znaczenie procesu: **Umożliwia tym organizmom wytwarzanie ATP przy braku tlenu / w warunkach beztlenowych.**

ZADANIE 14.

Zadanie 14.2. (0-1)

Wyjaśnij znaczenie procesu regeneracji NAD^+.

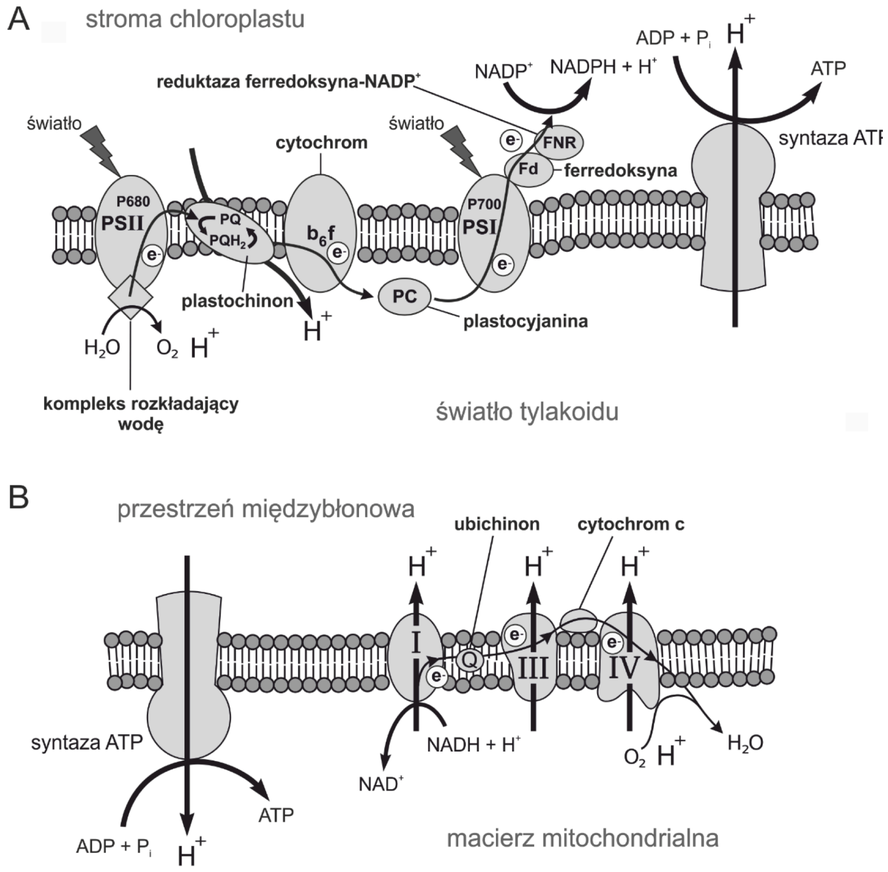
1 p. - za wyjaśnienie uwzględniające konieczność odtwarzania NAD+, który jest substratem w pierwszym etapie fermentacji / glikolizie

- W etapie redukcji aldehydu octowego (etanalu) jednocześnie zachodzi proces utlenienia NADH + H^+ do NAD^+/odtwarzania NAD^+ / regeneracji NAD^+, który jest związkiem niezbędnym do zajścia kolejnej reakcji glikolizy - umożliwia ciągłe zachodzenie reakcji glikolizy.
- W etapie redukcji aldehydu octowego (etanalu) jednocześnie zachodzi proces utlenienia NADH + H^+ do NAD^+/odtwarzania NAD^+ / regeneracji NAD^+, który jest związkiem niezbędnym do utleniania nowych cząsteczek glukozy w etapie glikolizy.

ZADANIE 15.

Zadanie 15.

Poniższy schemat przedstawia transport elektronów podczas fazy jasnej fotosyntezy (A) oraz łańcucha oddechowego (B). Cyfry rzymskie na rysunku B oznaczają numery transbłonowych kompleksów enzymatycznych.



ZADANIE 15.



Zadanie 15.1. (0-2)

Oceń prawidłowość stwierdzeń dotyczących niecyklicznego transportu elektronów podczas fazy jasnej, zaznaczając literę P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub literę F, jeśli jest fałszywe.

1.	Donorem elektronów jest tlen.	**P**	**F**
2.	Wymaga udziału fotosystemu I (PS I) oraz ferredoksyny.	**P**	**F**
3.	Może zachodzić w obecności herbicydów hamujących działanie fotosystemu II (PS II)	**P**	**F**

ZADANIE 15.

Zadanie 15.2. (0-1)

Określ po której stronie błony mitochondrialnej - w przestrzeni międzybłonowej czy w macierzy mitochondrialnej - panuje niższe pH. Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do procesów zachodzących podczas transportu elektronów w łańcuchu oddechowym lub zjawiska chemiosmozy. Odpowiedź uzasadnij.

1 pkt. – za wskazanie przestrzeni międzybłonowej i prawidłowe uzasadnienie, uwzględniające aktywny transport protonów z macierzy mitochondrialnej do przestrzeni międzybłonowej przez łańcuch oddechowy lub do kierunku przepływu protonów przez syntazę ATP i wykorzystanie ich energii do syntezy ATP.

- W przestrzeni międzybłonowej, ponieważ podczas transportu elektronów kompleksy białkowe w błonie aktywnie wypompowują protony z macierzy mitochondrialnej.
- Protony przepływają przez syntazę ATP w kierunku z przestrzeni międzybłonowej do macierzy mitochondrialnej, a ich energia służy syntezie ATP. Oznacza to, że musi być ich wyższe stężenie w przestrzeni międzybłonowej, a więc to tam panuje niższe pH.
- Niższe pH występuje w przestrzeni międzybłonowej mitochondrium, do której transportowane są jony H^+ z wykorzystaniem energii elektronów. Ten stan utrzymuje się z powodu niemożliwości pokonania przez jony H^+ wewnętrznej błony mitochondrialnej na zasadzie dyfuzji prostej.

ZADANIE 15.



Zadanie 15.3. (0-2)

Określ, które z wymienionych cech są wspólne dla mitochondrialnego łańcucha oddechowego i chloroplastowego łańcucha transportu elektronów.

1.	Wytwarzanie siły protonometrycznej.	**T**	**N**
2.	Lokalizacja w błonach biologicznych.	**T**	**N**
3.	Zachodzenie fosforylacji oksydacyjnej.	**T**	**N**
4.	Zachodzenie reakcji redoks.	**T**	**N**