KURS

„ BIOLOGIA POD KLUCZ"

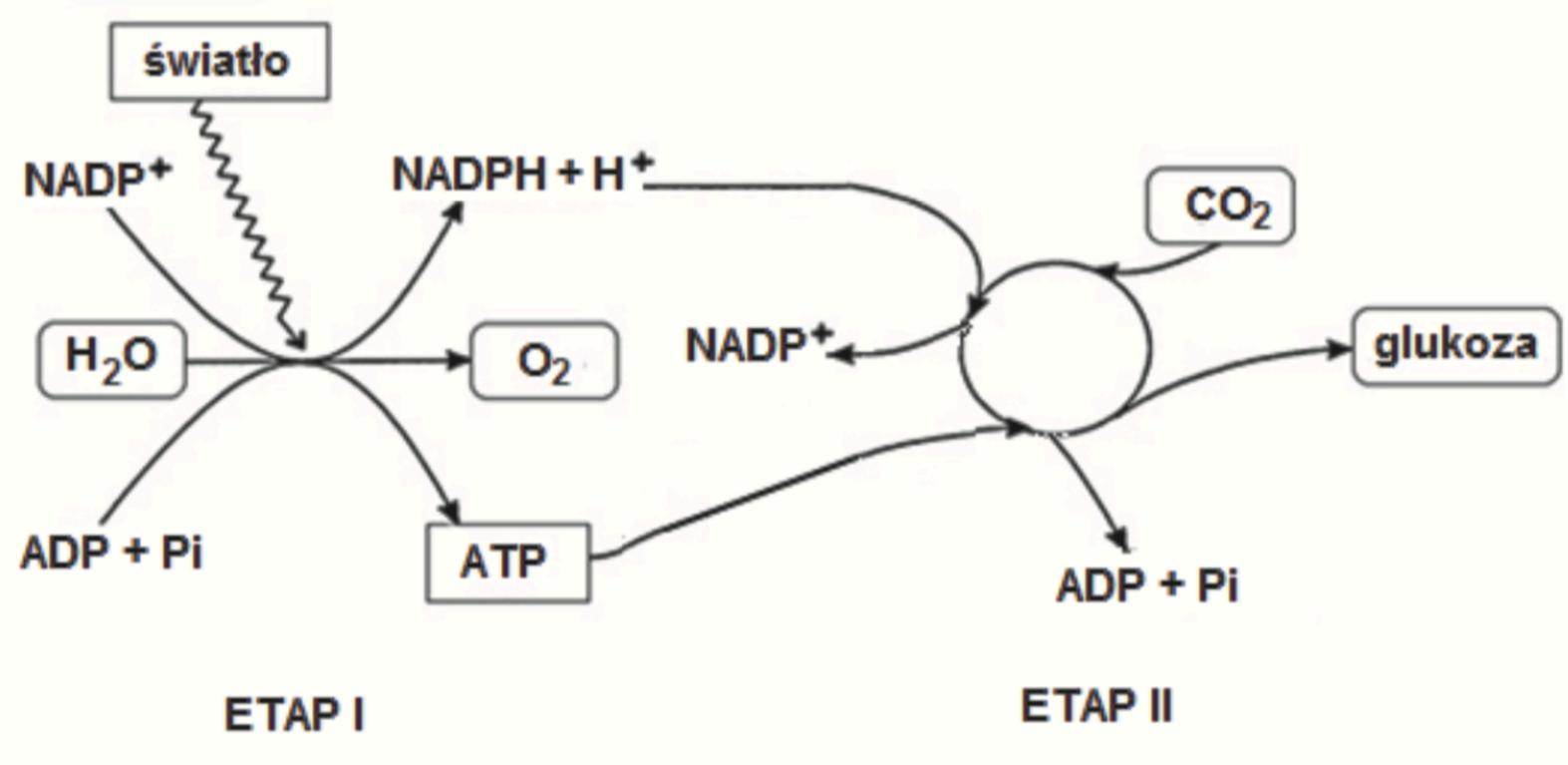
METABOLIZM, CZĘŚĆ II

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.

Na schemacie przedstawiono w uproszczeniu dwa etapy procesu fotosyntezy (I i II).



ZADANIE 1.

Zadanie 1.1. (0-1)

Uzupełnij tabelę — wpisz nazwy I i II etapu fotosyntezy oraz lokalizację każdego z tych etapów w chloroplaście.

Etap syntezy	Nazwa etapu	Lokalizacja w chloroplaście
I	faza zależna od światła / faza jasna / fosforylacja fotosyntetyczna niecykliczna	tylakoidy gran / granum / grana
II	faza niezależna od światła / faza ciemna / cykl Calvina	stroma / stroma chloroplastu

ZADANIE 1.

Zadanie 1.2. (0-1)

Na podstawie schematu uzasadnij, że II etap fotosyntezy ma charakter anaboliczny. W odpowiedzi uwzględnij nazwy lub symbole odpowiednich związków chemicznych.

1 p. – za poprawne sformułowanie argumentu uzasadniającego anaboliczny charakter II etapu fotosyntezy z uwzględnieniem nazw związków chemicznych.

- II etap fotosyntezy ma charakter anaboliczny, ponieważ w tym etapie ze związków prostszych: wodoru z $NADPH + H^+$ i CO_2 jest syntetyzowany związek bardziej złożony - glukoza / $C_6H_{12}O_6$.
- II etap fotosyntezy ma charakter anaboliczny, ponieważ etap ten wymaga dostarczenia ATP.

ZADANIE 1.

Zadanie 1.3. (0-1)

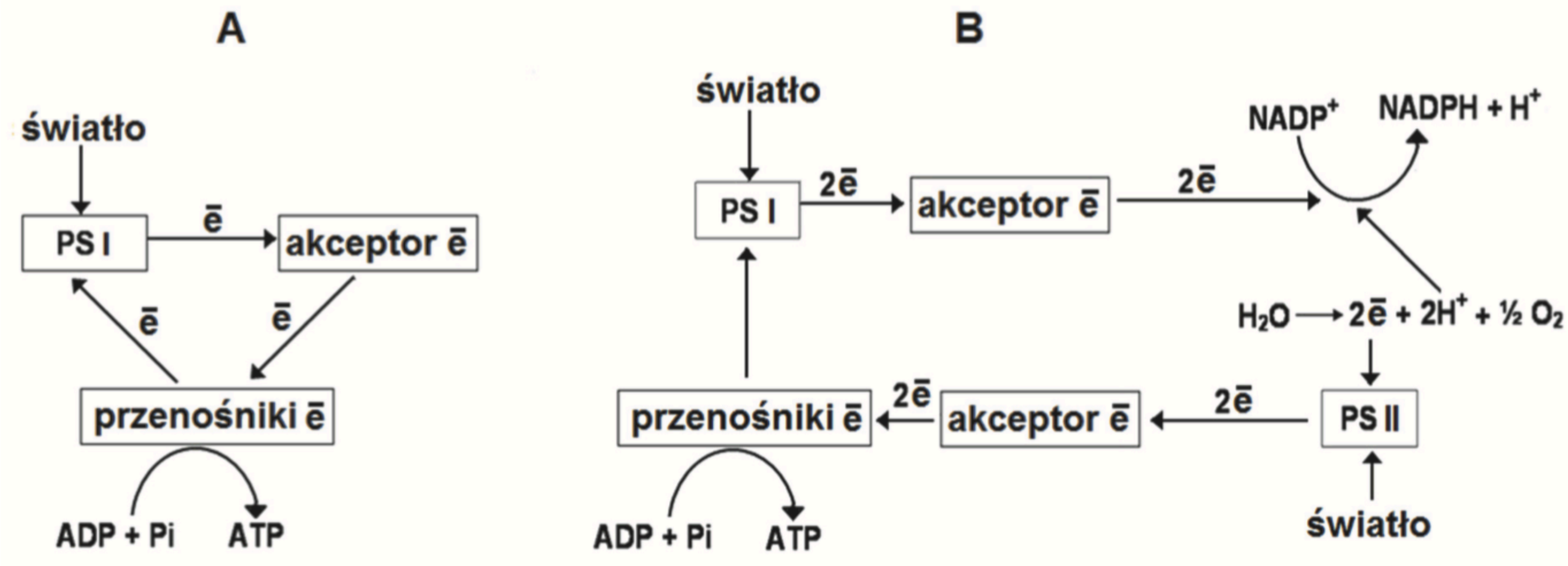
Przedstaw funkcję, jaką pełni woda w I etapie fotosyntezy.

- Woda jest dawcą protonów do redukcji $NADP^+$ do $NADPH + H^+$.
- Woda jest źródłem elektronów, które zapełniają dziurę elektronową w PSII
- Woda jest źródłem cząsteczkowego tlenu.
- Woda umożliwia wytworzenie siły asymilacyjnej / $NADPH + H^+$ i ATP.

ZADANIE 2.

Zadanie 2.

Podczas fazy fotosyntezy zależnej od światła ATP powstaje na drodze fosforylacji. Na schemacie A przedstawiono fosforylację, której towarzyszy cykliczny transport elektronów, a na schemacie B – fosforylację, której towarzyszy niecykliczny transport elektronów.



ZADANIE 2.

Zadanie 2.1. (0-2)

Na podstawie schematów uzupełnij tabelę, w której porównasz oba typy fosforylacji i transportu elektronów zachodzące podczas fotosyntezy.

	Proces na schemacie A	**Proces na schemacie B**
Fotosystemy, które uczestniczą w tych procesach	**PS I / I**	**PS I i PS II / I i II**
Fotoliza wody (*zachodzi / nie zachodzi*)	**nie zachodzi / nie**	**zachodzi / tak**
<u>Wszystkie</u> produkty	**ATP**	**ATP, NADPH + H^+, O_2**

Uwagi: Uznaje się zapisy „NADPH”, „$NADPH_2$” lub „NADPH, H^+” zamiast „NADPH + H^+” oraz „1/2 O_2” zamiast „O_2”. Uznaje się cyfry arabskie w oznaczeniach fotosystemów oraz oznaczenia P700 i P680 zamiast, odpowiednio, PS I i PS II.

Nie uznaje się określenia „siła asymilacyjna” zamiast: „ATP i NADPH + H^+”.

ZADANIE 2.

Zadanie 2.2. (0-1)

Wyjaśnij, dlaczego do zajścia fotosyntezy konieczny jest niecykliczny transport elektronów, a niewystarczający jest sam transport cykliczny. W odpowiedzi uwzględnij produkty fazy zależnej od światła i ich znaczenie w procesie fotosyntezy.

1 p. – za poprawne wyjaśnienie, odnoszące się do powstawania podczas fosforylacji niecyklicznej NADPH + H^+ (zredukowanego przenośnika wodoru) i jego roli w cyklu Calvina.

- Tylko podczas fosforylacji niecyklicznej powstaje NADPH + H^+, który jest potrzebny w fazie ciemnej w etapie redukcji.
- Tylko podczas fosforylacji niecyklicznej powstaje zredukowany NADPH + H^+, który bierze udział w cyklu Calvina w redukcji kwasu 3-fosfoglicerynowego do aldehydu 3-fosfoglicerynowego.
- W transporcie cyklicznym nie powstaje NADPH + H^+, który jest niezbędny do redukcji węgla (CO_2) w cyklu Calvina.
- Tylko podczas fosforylacji niecyklicznej powstaje zredukowany NADPH + H^+, który jest niezbędny w fazie niezależnej od światła do wytworzenia PGAI z PGA.
- Tylko podczas fosforylacji niecyklicznej powstaje pełna siła asymilacyjna, czyli ATP i NADPH + H^+, które są niezbędne do (etapu) redukcji w cyklu Calvina.

Uwaga: Nie uznaje się określenia, że NADPH + H^+ jest niezbędny w procesie regeneracji w cyklu Calvina, np. „ATP i NADPH + H^+ biorą udział w redukcji i regeneracji w cyklu Calvina”.

ZADANIE 2.

Powtarzającym się błędem zdających było **udzielanie odpowiedzi niepełnych**, w których zdający ogólnie odnosili się do wykorzystania zredukowanego przenośnika wodoru w cyklu Calvina lub w fazie fotosyntezy niezależnej od światła, **bez odwoływania się do etapu, w którym ten związek uczestniczy, czyli do etapu redukcji w tym cyklu, np.**
W transporcie cyklicznym powstaje jedynie ATP, a niecyklicznym transporcie elektronów również NADPH + H^+, który umożliwia zajście cyklu Calvina.

Takie niepełne odpowiedzi nie wykazywały w sposób wyczerpujący drogi prowadzącej od przyczyny do skutku, co było oczekiwane w tym zadaniu. Nie pokazywały, że do syntezy związków organicznych ze związków nieorganicznych oprócz ATP potrzebny jest również NADPH + H^+ stanowiący siłę redukcyjną w cyklu Calvina.

Niekiedy zdający błędnie stwierdzali, że NADPH + H^+ jest wykorzystywany w cyklu Calvina zarówno do redukcji, jak i regeneracji, np.
W transporcie cyklicznym elektronów powstaje tylko ATP, które nie wystarczy aby zachodziła faza niezależna od światła, ponieważ bez NADPH + H^+ nie jest możliwe zachodzenie redukcji i regeneracji w cyklu Calvina, podczas gdy NADPH + H^+ uczestniczy wyłącznie w etapie redukcji.

ZADANIE 2.

Zadanie 2.3. (0-2)

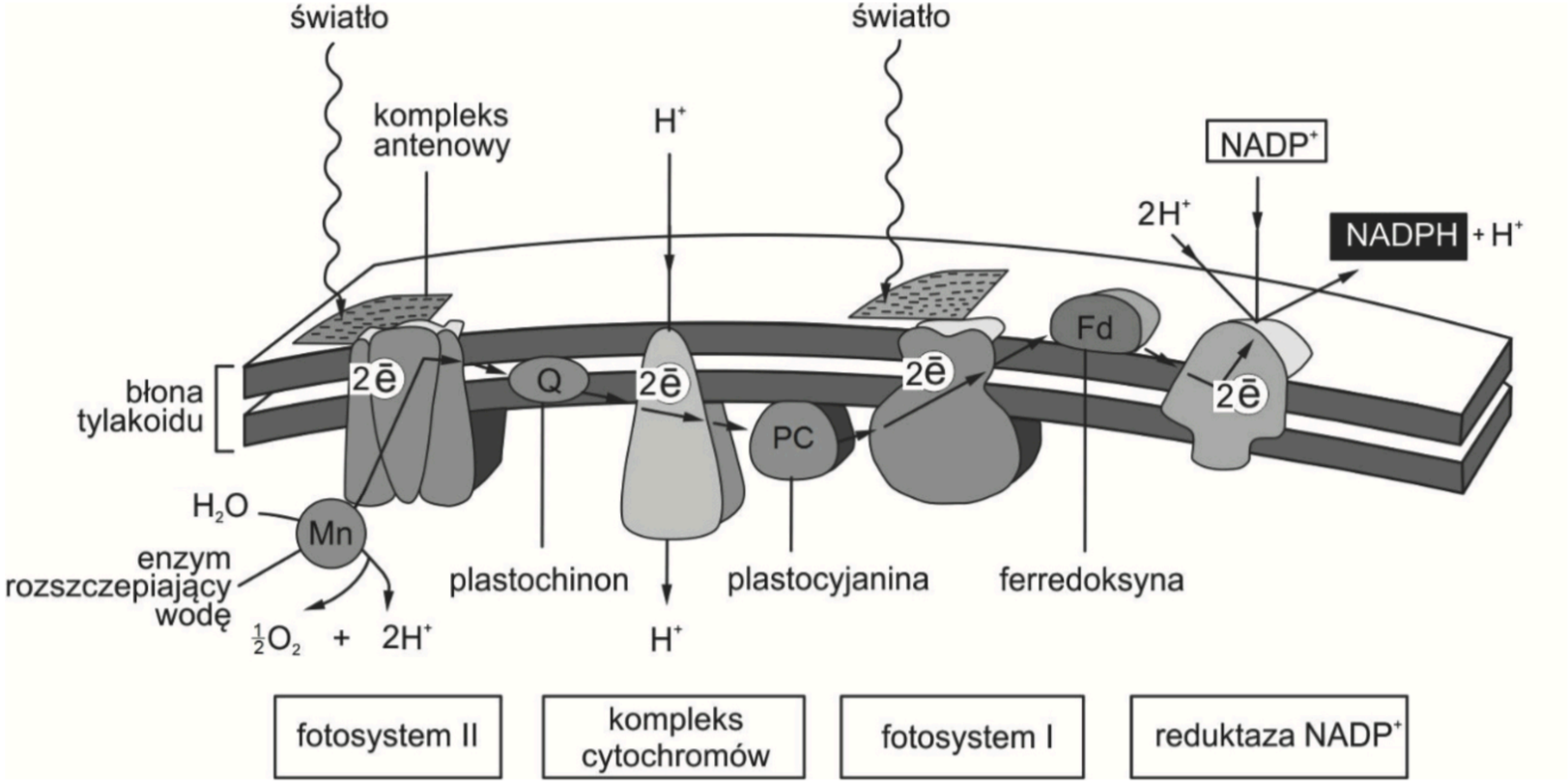
Oceń, czy poniższe informacje dotyczące fazy fotosyntezy zależnej od światła są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1.	Przenośniki elektronów występują w stromie chloroplastu, natomiast barwniki tworzące fotosystemy – w tylakoidach gran.	**P**	**F**
2.	W centrum reakcji fotosystemów znajdują się cząsteczki chlorofilu, z których są wybijane elektrony.	**P**	**F**
3.	W tylakoidy gran wbudowana jest syntaza ATP, która przenosi protony do wnętrza tylakoidu.	**P**	**F**

ZADANIE 3.

Zadanie 3.

Na poniższym schemacie przedstawiono transport elektronów zachodzący podczas reakcji świetlnych fotosyntezy u roślin.



ZADANIE 3.

Zadanie 3.1. (0-1)

Na podstawie schematu opisz, na czym polega udział fotosystemu II w fotolizie wody.

1 p. – za poprawny opis uwzględniający wybicie elektronów ze wzbudzonego chlorofilu i uzupełnianie powstałej „dziury” elektronami pochodzącymi z fotolizy wody, zachodzącej pod wpływem enzymu wchodzącego w skład fotosystemu II.

- Z fotosystemu II są wybijane elektrony, a powstała „dziura” jest zapełniana przez elektrony pochodzące z wody rozszczepionej przez enzym wchodzący w skład PS II.
- Ze wzbudzonego przez światło chlorofilu w fotosystemie II wybijane są elektrony, które przechodzą na łańcuch transportu elektronów w błonie tylakoidu, a brakujące elektrony w fotosystemie II są uzupełniane z cząsteczki wody rozszczepianej przez enzym fotosystemu II.
- Wzbudzony przez światło chlorofil w fotosystemie II pełni funkcję pompy przyciągającej elektrony (zasysa elektrony) z wody, powodując jej enzymatyczny rozkład i przekazuje elektrony układowi przenośników elektronów.

ZADANIE 3.

Zadanie 3.2. (0-1)

Na podstawie schematu i własnej wiedzy uzupełnij poniższe zdania tak, aby zawierały informacje prawdziwe. Podkreśl w każdym nawiasie właściwe określenie.

Kompleks cytochromów znajduje się w (*zewnętrznej błonie otoczki chloroplastu* / ***błonie tylakoidu***). Pompa protonowa transportuje protony (***do wnętrza tylakoidu*** / *na zewnętrz tylakoidu*). Powstaje gradient protonowy, dzięki któremu następuje (*fotoliza wody* / ***synteza ATP*** / *synteza* $NADPH^+$).

ZADANIE 3.

Zadanie 3.3. (0-1)

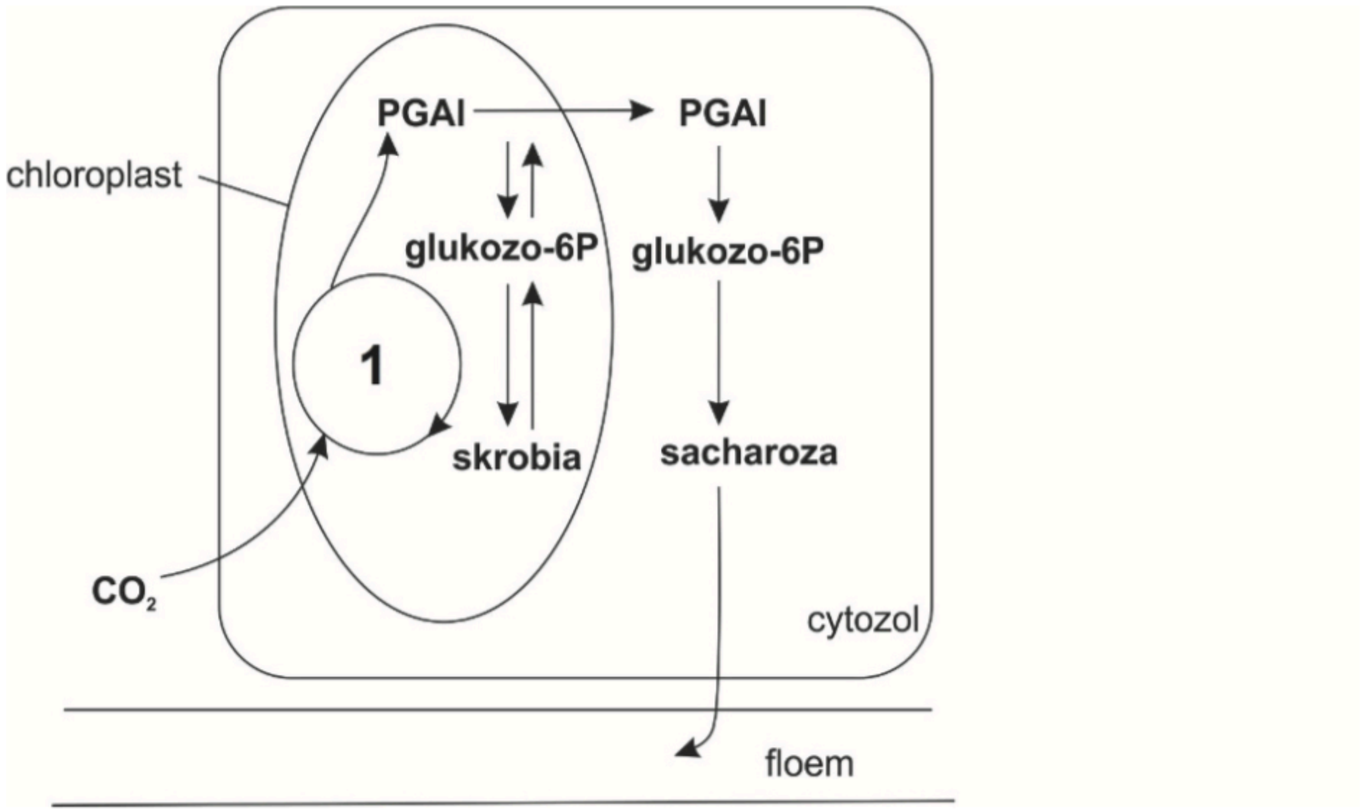
Spośród poniższych odpowiedzi A—D wybierz i zaznacz tę, która zawiera poprawne informacje dotyczące fotosystemów uczestniczących w transporcie elektronów zachodzącym w sposób niecykliczny oraz produktów reakcji towarzyszących temu transportowi.

	Fotosystem/y	**Produkt/y**
A.	tylko PS I	tylko ATP
B.	tylko PS I	ATP oraz NADPH + H^+
C.	PS I i PS II	tylko ATP
D.	PS I i PS II	ATP oraz NADPH + H^+

ZADANIE 4.

Zadanie 4.

Na schemacie przedstawiono proces asymilacji CO_2 oraz przemiany jej produktów zachodzące w komórce mezofilu.



ZADANIE 4.

Zadanie 4.1. (0-1)

Podaj nazwę cyklu oznaczonego na schemacie numerem 1. oraz pełną nazwę triozy, która jest jego produktem.

Nazwa cyklu: **cykl Calvina / cykl Calvina-Bensona**

Nazwa triozy: **aldehyd fosfoglicerynowy / aldehyd 3-fosfoglicerynowy**

Zadanie 4.2. (0-1)

Na podstawie schematu opisz procesy biochemiczne zachodzące w komórkach mezofilu w sytuacji, gdy produkcja PGAl jest tak intensywna, że przewyższa możliwość transportu tego związku do cytozolu.

1 p. – za poprawne przedstawienie procesów zachodzących w chloroplaście uwzględniających syntezę glukozo-6P / glukozy / heksozy /cukru sześciowęglowego z nadmiaru PGAl, oraz syntezę skrobi (asymilacyjnej).

- Z nadmiaru cząsteczek PGAl powstają cząsteczki glukozo-6P, z których w chloroplaście syntetyzowana jest skrobia (asymilacyjna).
- Z nadmiaru PGAl powstają cząsteczki glukozy, z których syntezowana jest skrobia.

ZADANIE 5.

Zadanie 5. (0-1)

W komórkach roślinnych organellami, w których wytwarzane jest ATP, są chloroplasty i mitochondria. W procesach życiowych roślina wykorzystuje energię z obydwu źródeł — powstającą podczas fotosyntezy i w procesie oddychania tlenowego.

Wyjaśnij, dlaczego ATP, które jest wytwarzane w chloroplastach, nie jest wykorzystywane w wymagających nakładu energii procesach przebiegających w cytoplazmie komórki roślinnej.

1 p. – za poprawne wyjaśnienie uwzględniające zużywanie ATP powstające w chloroplastach w fazie redukcji lub redukcji i regeneracji cyklu Calvina, który ma miejsce w chloroplaście

- ATP powstające w chloroplastach wchodzi w skład siły asymilacyjnej, która wykorzystywana jest bezpośrednio w fazie redukcji i regeneracji cyklu Calvina, zachodzącego także w chloroplastach – nie może więc być wykorzystana w cytoplazmie komórki.
- Energię potrzebną do przeprowadzania przez te komórki procesów w cytoplazmie dostarczają mitochondria. ATP produkowane w chloroplastach w fazie zależnej od światła (jasnej) wchodzi w skład siły asymilacyjnej, która wykorzystywana jest do redukcji CO_2 w fazie niezależnej od światła (ciemnej) i tam jest zużywane.

ZADANIE 6.



Zadanie 6. (0-2)

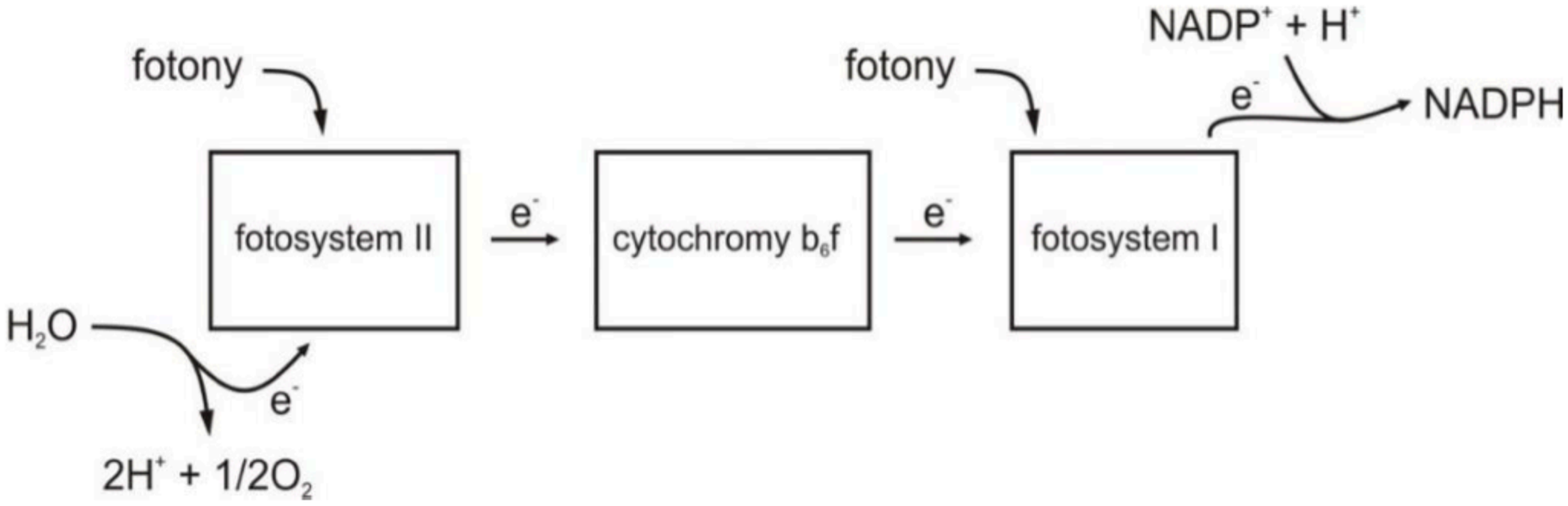
Oceń prawdziwość informacji dotyczących przebiegu procesu fotosyntezy. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F — jeśli jest fałszywa.

1.	Do przebiegu fazy fotosyntezy zależnej od światła (jasnej) niezbędna jest siła asymilacyjna (ATP i $NADPH + H^+$).	**P**	**F**
2.	Faza fotosyntezy niezależna od światła (ciemna) nie może zachodzić na świetle.	**P**	**F**
3.	Zarówno w fazie zależnej od światła, jak i w fazie niezależnej od światła zachodzą reakcje utleniania/redukcji (redoks).	**P**	**F**

ZADANIE 7.

Zadanie 7. (0-2)

Badano wpływ związków A i B na wydajność fazy fotosyntezy zależnej od światła. Po dodaniu związku A zaobserwowano zahamowanie wydzielania tlenu oraz syntezy NADPH. Następnie dodano związek B i stwierdzono wznowienie syntezy NADPH, ale stężenie tlenu pozostało na tym samym poziomie. Poniższy rysunek przedstawia schemat przebiegu fazy jasnej fotosyntezy.



ZADANIE 7.



Zadanie 7. (0-2)

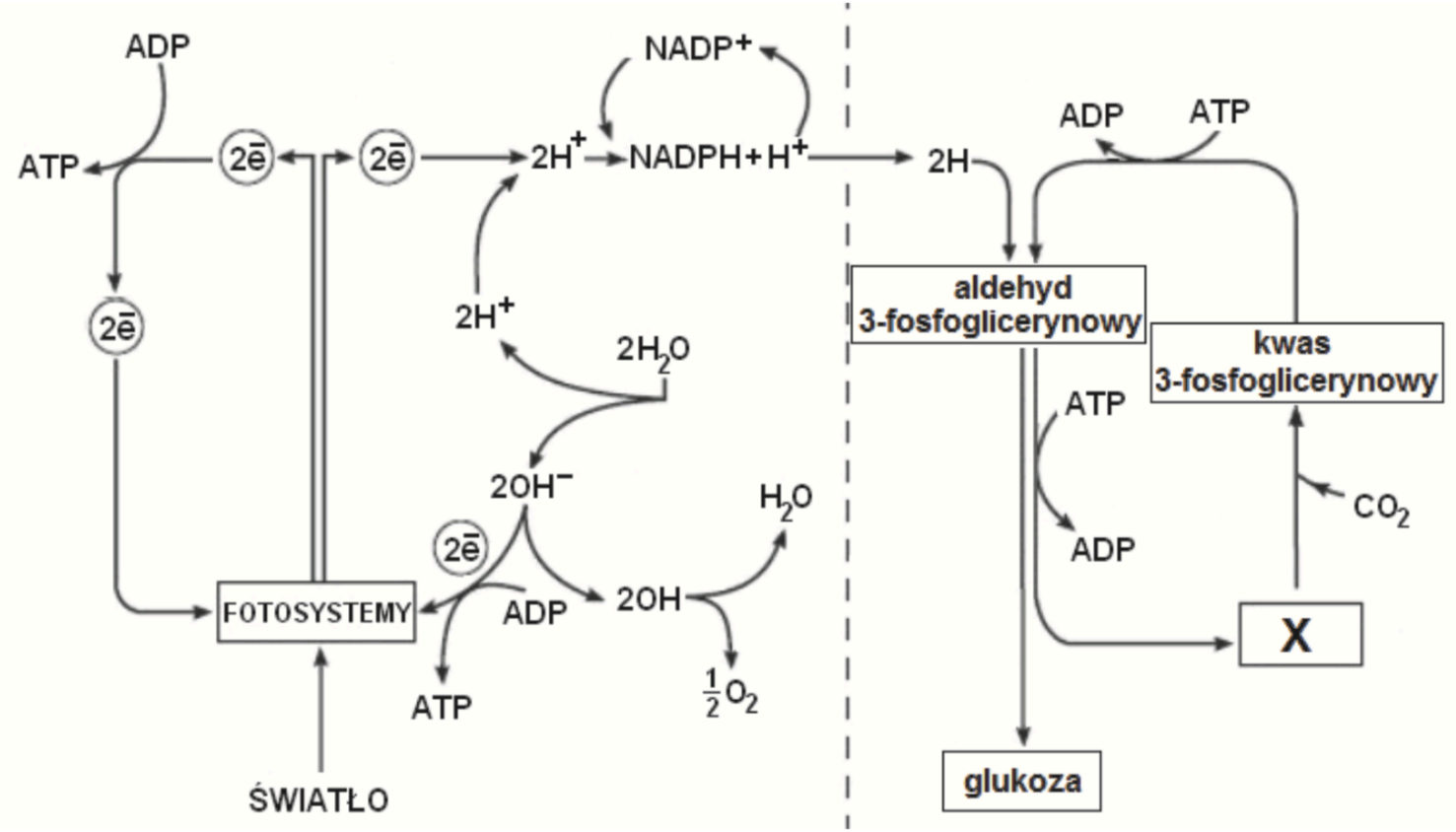
Oceń prawdziwość informacji dotyczących przebiegu procesu fotosyntezy. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F — jeśli jest fałszywa.

1.	Związek A hamuje aktywność fotosystemu II.	**P**	**F**
2.	Związek B jest donorem elektronów dla fotosystemu II.	**P**	**F**
3.	Związek B jest donorem elektronów dla kompleksu cytochromów b6f lub fotosystemu I.	**P**	**F**

ZADANIE 8.

Zadanie 8.

Na uproszczonym schemacie przedstawiono przebieg fotosyntezy. Fazę jasną (zależną od światła) i fazę ciemną (niezależną od światła — cykl Calvina-Bensona) oddzielono przerywaną linią.



ZADANIE 8.



Zadanie 8.1. (0-2)

Oceń prawdziwość informacji dotyczących przebiegu procesu fotosyntezy. Zaznacz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F — jeśli jest fałszywa.

1.	Faza fotosyntezy zależna od światła dostarcza ATP i $NADPH+H^+$, niezbędnych do przebiegu procesów cyklu Calvina-Bensona.	**P**	**F**
2.	Procesy fazy zależnej od światła zachodzą w tylakoidach i stromie chloroplastów, a procesy cyklu Calvina-Bensona — tylko w stromie.	**P**	**F**
3.	Zahamowanie procesów cyklu Calvina-Bensona skutkuje zahamowaniem fosforylacji niecyklicznej ze względu na gromadzenie się ATP i $NADPH+H^+$.	**P**	**F**

ZADANIE 8.

Dla trzeciego zdania były oceniane jako poprawne zarówno odpowiedzi prawda, jak i fałsz. Intencją autora zadania było wskazanie odpowiedzi prawda w myśl tego, że **ATP oraz NADPH + H^+ będące substratami fazy ciemnej, są jednocześnie produktami fazy jasnej**, a zatem brak zużycia tych związków po zahamowaniu fazy ciemnej spowoduje przesunięcie się równowagi reakcji fazy ciemnej w stronę substratów, a więc ograniczenie fosforylacji niecyklicznej.

Jednakże zdający analizujący to zdanie szczegółowo mogli ocenić je jako fałszywe z dwóch powodów. Po pierwsze – **zahamowanie cyklu Calvina spowoduje raczej ograniczenie fosforylacji niecyklicznej niż jej całkowite zahamowanie**. Po drugie – w szkołach ponadgimnazjalnych jest mocno ugruntowane nauczanie, że **ATP nie może być magazynowane**. Należy to jednak rozumieć w tym sensie, że ATP nie jest związkiem zapasowym, jak np. skrobia lub glikogen. Maturzyści są jednak skłonni interpretować to inaczej – twierdząc, że niemożliwy jest wzrost stężenia lub ilości ATP w komórce, choć eksperymentalnie udało się wykazać, że inhibicja cyklu Calvina skutkuje istotnym zwiększeniem stężenia ATP we wszystkich przedziałach komórkowych, w tym w chloroplastach.

ZADANIE 8.

Zadanie 8.2. (0-1)

Określ, jaką funkcję pełnią cząsteczki chlorofilu znajdujące się w centrum reakcji fotosystemów.

1 p. – za odpowiedź uwzględniającą przekazanie energii (świetlnej) na elektron lub emisję elektronu, lub przemianę energii świetlnej w chemiczną.

- Te cząsteczki emitują elektrony pod wpływem energii przekazywanej z innych cząsteczek barwników.
- Z tych cząsteczek są emitowane elektrony o wysokiej energii, która pochodzi ze światła absorbowanego przez barwniki pomocnicze i inne cząsteczki chlorofilu tworzące „anteny”.
- Emitują elektrony o wysokiej energii.
- Wybijane z nich są elektrony.
- W tych cząsteczkach energia świetlna jest przekształcana w energię chemiczną.

Uwaga: Nie uznaje się odpowiedzi: „Cząsteczki te pochłaniają energię i ulegają wzbudzeniu”, „Cząsteczki te są donorami elektronów”.

ZADANIE 8.



Zadanie 8.3. (0-1)

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

W fazie fotosyntezy zależnej od światła ATP może powstawać w drodze fotosyntetycznej fosforylacji cyklicznej lub niecyklicznej. Rozkład cząsteczki wody zachodzi podczas fosforylacji (*cyklicznej* / ***niecyklicznej***). U roślin podczas fazy zależnej od światła mogą zachodzić (*tylko procesy fosforylacji niecyklicznej* / ***oba rodzaje fosforylacji***). W cyklu Calvina-Bensona ATP nie jest zużywane podczas etapu (***karboksylacji*** / *regeneracji*).

ZADANIE 8.

Zadanie 8.4. (0-1)

Podaj nazwę związku oznaczonego na schemacie literą X oraz określ jego rolę w fazie niezależnej od światła.

1 p. – za podanie poprawnej nazwy wskazanego na schemacie związku i określenie, że w fazie niezależnej od światła jest akceptorem CO_2.

Nazwa związku: **rybulozobisfosforan / rybulozo-1,5-bisfosforan / RuBP / RuDP / rybulozodifosforan**.

Rola w fazie niezależnej od światła:

- jest akceptorem CO_2
- do tego związku jest przyłączany dwutlenek węgla
- ulega karboksylacji
- wiąże CO_2
- asymilacja CO_2.

ZADANIE 8.



Bardzo trudne zadanie (poziom wykonania zadania – 18%), wymagające podania nazwy związku oznaczonego na schemacie cyklu Calvina znakiem „X” oraz określenia jego funkcji w fazie fotosyntezy niezależnej od światła.
Pytanie dotyczyło RuBP (rybulozobisfosforanu), który uczestniczy w pierwszym etapie cyklu Calvina – karboksylacji, a więc związku o fundamentalnym znaczeniu z punktu widzenia całego cyklu reakcji.

Najczęstsze błędy dotyczyły samej nazwy związku, gdzie jako nieprawidłowe odpowiedzi pojawiała się cała gama związków występujących w innych reakcjach biochemicznych.

Błędy w drugiej części zadania polegały przede wszystkim na opisywaniu reakcji, w której bierze udział RuBP, a nie określeniu jego roli dla fazy ciemnej fotosyntezy, np.: Umożliwia powstawanie kwasu 3-fosfoglicerynowego lub były to odpowiedzi zbyt ogólne, np.: Jest substratem w cyklu Calvina.

Znów mamy zatem do czynienia ze zdaniami prawdziwymi, ale nieodnoszącymi się do polecenia. **W tym zadaniu nie chodziło o opisanie zjawiska (etapu cyklu), ale o określenie jego znaczenia dla całego procesu.**

ZADANIE 8.

Zadanie 8.5. (0-1)

Wyjaśnij, w jaki sposób stosowanie tzw. suchego lodu, czyli zestalonego dwutlenku węgla, przekłada się na zwiększony przyrost biomasy warzyw uprawianych w szklarniach. W odpowiedzi uwzględnij proces, w którym uczestniczy ten związek chemiczny.

1 p. – za wyjaśnienie uwzględniające przyczynę, czyli zwiększenie stężenia CO_2 lub umieszczenie suchego lodu w szklarni; mechanizm, czyli wzrost intensywności fotosyntezy / asymilacji CO_2 u roślin albo ograniczenie fotooddychania, które zmniejsza plon; skutek zwiększony przyrost biomasy warzyw.

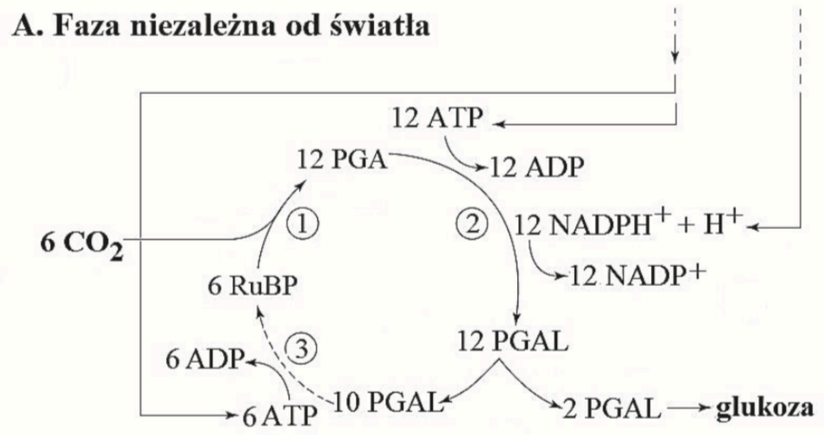
- W powietrzu będzie więcej dwutlenku węgla, a zatem fotosynteza będzie zachodziła z większą intensywnością co przełoży się na zwiększony przyrost biomasy warzyw uprawianych w szklarniach.
- Zwiększy to stężenie dwutlenku węgla w powietrzu w szklarni, co spowoduje wzrost wydajności fotosyntezy i wytworzenie większej ilości jej produktów.
- Suchy lód umieszczony w szklarni ograniczy fotooddychanie, co zmniejszy straty, a tym samym zwiększy plon.

ZADANIE 9.

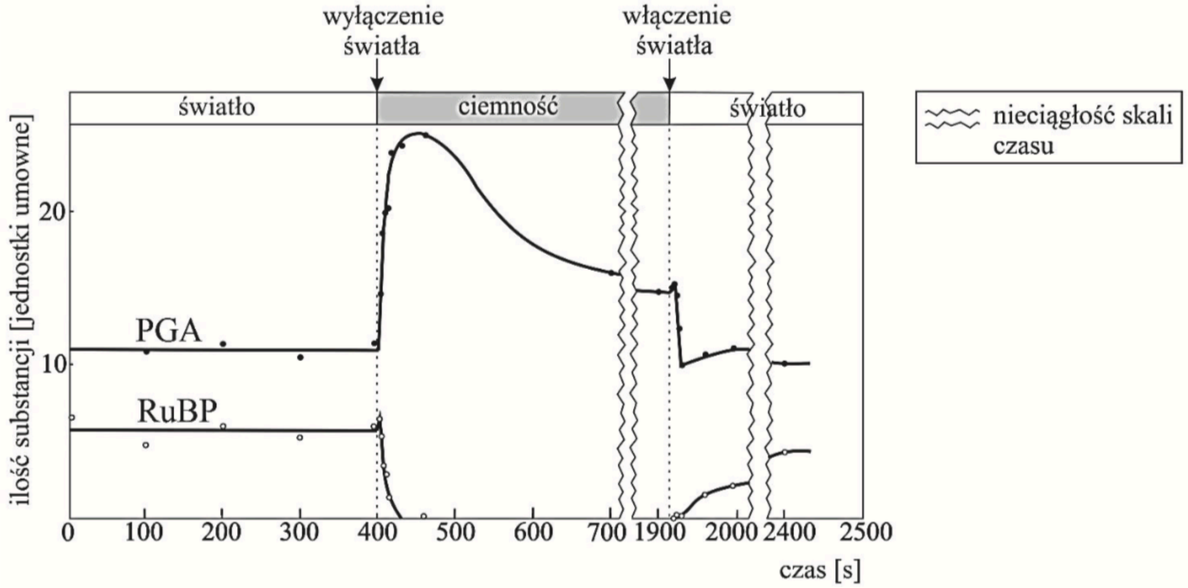
Zadanie 9.

Na schemacie A przedstawiono przebieg jednej z faz fotosyntezy — fazę niezależną od światła (cykl Calvina-Bensona), w której zachodzi asymilacja dwutlenku węgla. W cyklu tym zostają zużyte produkty fazy fotosyntezy zależnej od światła — ATP i NADPH + H^+, tzw. siła asymilacyjna. Poszczególne etapy cyklu Calvina-Bensona zaznaczono cyframi 1-3. Na schemacie B przedstawiono wynik doświadczenia, w którym w komórkach glonu z rodzaju Chlorella badano zmiany stężenia kwasu 3-fosfoglicerynowego (PGA) oraz rybulozo-1,5-bisfosforanu (RuBP), jakie zachodzą podczas tego cyklu na świetle i w ciemności.

A. Faza niezależna od światła



B. Wynik doświadczenia



ZADANIE 9.

Zadanie 9.1. (0-1)

Podaj nazwy etapów cyklu Calvina-Bensona oznaczonych na schemacie A cyframi 1-3 oraz określ lokalizację tego cyklu w chloroplaście.

1. karboksylacja **2.** redukcja **3.** regeneracja

Lokalizacja tego cyklu w chloroplaście: stroma / macierz

Zadanie 9.2. (0-1)

Na podstawie przedstawionych informacji wyjaśnij, dlaczego w ciemności ilość RuBP spada praktycznie do zera, a ilość PGA gwałtownie rośnie i utrzymuje się na wysokim poziomie.

1 p. – za poprawne wyjaśnienie, uwzględniające spadek ilości RuBP przez jego zużycie w procesie karboksylacji i brak regeneracji oraz wzrost ilości PGA przez zatrzymanie jego redukcji z powodu braku siły asymilacyjnej.

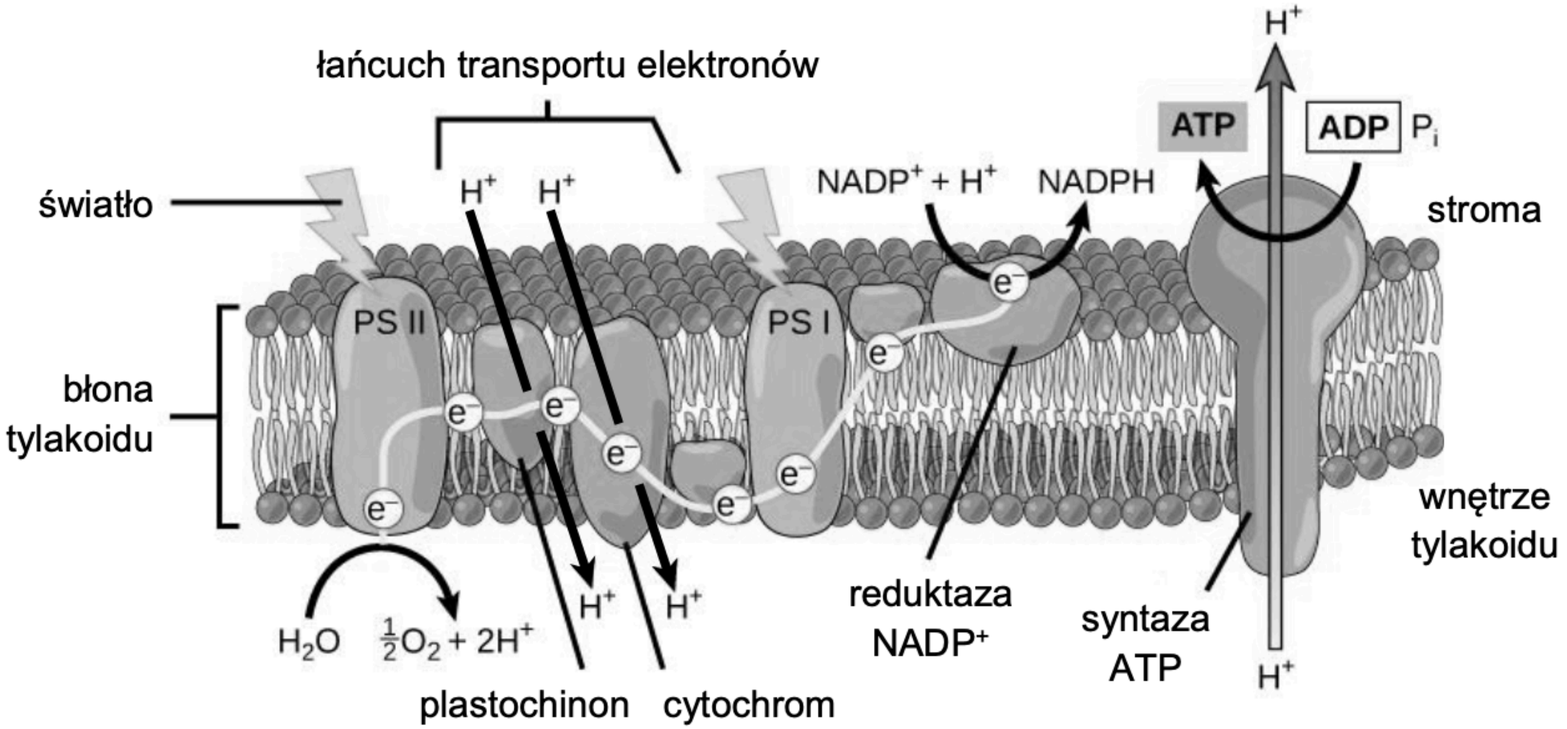
- W ciemności następuje spadek ilości RuBP, który zostaje zużyty w procesie karboksylacji. Natomiast rośnie ilość PGA, który nie może być redukowany do PGAL, gdyż w ciemności nie powstaje ATP i NADPH + H+. Dochodzi więc także do zatrzymania regeneracji RuBP.
- W ciemności następuje spadek ilości RuBP, ponieważ zużyty w procesie karboksylacji RuBP nie regeneruje się, gdyż cykl Calvina zatrzymał się na etapie wytwarzania PGA, którego ilość rośnie, ponieważ nie może on być redukowany do PGAL, gdyż nie jest wytwarzana siła asymilacyjna.

ZADANIE 10.

Zadanie 10.

Atrazyna jest związkiem chemicznym swoiście reagującym z fotosystemem II. Ta substancja prowadzi do zahamowania działania fotosystemu II, co skutkuje zatrzymaniem syntezy ATP w chloroplastach.

Na poniższym schemacie przedstawiono reakcje zachodzące w fazie fotosyntezy zależnej od światła. Symbolami PS I oraz PS II oznaczono – odpowiednio – fotosystemy I i II.



ZADANIE 10.

Zadanie 10.1. (0-1)

Na podstawie schematu wyjaśnij, dlaczego do syntezy ATP w chloroplastach niezbędny jest przepływ elektronów przez łańcuch transportu elektronów w błonie tylakoidu.

1 pkt – za poprawne wyjaśnienie, uwzględniające wytworzenie gradientu protonów, co jest konieczne do działania syntazy ATP.

- Elektrony przekazywane przez elementy łańcucha przenośników elektronów umożliwiają powstanie gradientu protonów. Dzięki temu gradientowi może działać syntaza ATP.
- Ponieważ skutkuje to przeniesieniem H^+ do wnętrza tylakoidów. To powoduje, że jony H^+ przepływają przez syntazę ATP do stromy, co umożliwia przekształcenie ADP w ATP.
- Energia elektronów przenoszonych przez przekaźniki w błonie tylakoidów umożliwia przeniesienie protonów i wytworzenie ich gradientu. W ten sposób skumulowana energia jest przez syntazę ATP przetwarzana w energię chemiczną.
- W czasie przepływu elektronów generowana jest różnica stężeń protonów między wnętrzem tylakoidu a stromą, a następnie przepływ zwrotny jonów przez syntazę ATP dostarcza energii do przekształcenia ADP w ATP.

Uwaga: Nie uznaje się odpowiedzi zaprzeczających I zasadzie termodynamiki (zasadzie zachowania energii).

ZADANIE 10.

Zadanie 10.2. (0-1)

Określ, czy atrazyna zaburza syntezę ATP również w mitochondriach. Odpowiedź uzasadnij.

1 pkt – za poprawne określenie, że atrazyna nie zaburza syntezy ATP, wraz z poprawnym uzasadnieniem, odnoszącym się do braku fotosystemów w mitochondriach.

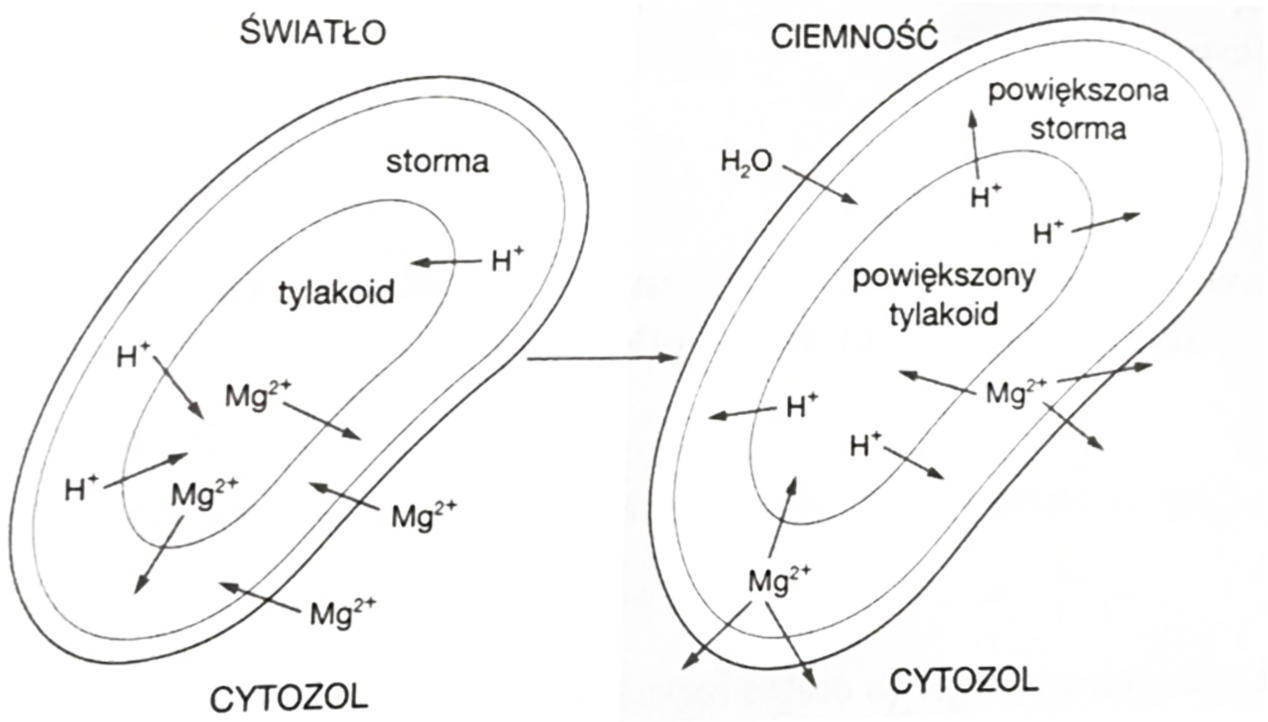
- Nie wpływa na syntezę ATP w mitochondriach, ponieważ nie ma w nich fotosystemów.
- Nie, ponieważ atrazyna hamuje działanie tylko fotosystemu II, który nie bierze udziału w oddychaniu tlenowym.
- Nie zaburza ze względu na to, że atrazyna jest swoistym inhibitorem fotosystemu II, a nie ma go w mitochondriach.
- Atrazyna nie zaburza syntezy ATP w mitochondriach, ponieważ łączy się swoiście tylko z PSII, a nie – z białkami łańcucha oddechowego odpowiadającego za transport elektronów w błonie wewnętrznej mitochondrium.

<u>Nie uznaje się</u> odpowiedzi, z których wynika, że atrazyna reaguje ogólnie z fotosystemami, a nie – swoiście z fotosytemem II.

ZADANIE 11.

Zadanie 11.

Proces fotosyntezy składa się z dwóch faz: zależnej od światła i niezależnej od światła. W fazie niezależnej od światła uczestniczy enzym RuBisCo: karboksylaza rybulozo-1,5-bisfosforanu, której powinowactwo do substratu zwiększa się wraz ze wzrostem stężenia jonów Mg^{2+}. Aktywność RuBisCo wzrasta znacznie pod wpływem światła. Schemat przedstawia wpływ światła i ciemności na przemieszczanie się protonów i jonów Mg^{2+} w chloroplastach.



ZADANIE 11.



Zadanie 11.1. (0-1)

Wyjaśnij , dlaczego ciemność hamuje aktywność enzymu RuBisCo.

1 pkt – za prawidłowe wyjaśnienie uwzględniające 1. spadek stężenia jonów magnezu w stromie podczas ciemności, 2. konieczność tych jonów do funkcjonowania RuBisCo, 3. lokalizację RuBisCo

- W ciemności jony magnezu przemieszczają się ze stromy do cytozolu i wnętrza tylakoidu, co prowadzi do spadku aktywności enzymu RuBisCo, obecnego w stromie, ponieważ enzym ten do prawidłowego działania potrzebuje dużego stężenia jonów magnezu.
- W ciemności dochodzi do spadku stężenia jonów magnezu w stromie chloroplastu, przez co aktywność działającego w niej enzymu RuBisCo spada, gdyż enzym ten do prawidłowego funkcjonowania wymaga obecności tych jonów.

ZADANIE 11.



Zadanie 11.2. (0-2)

Oceń, czy poniższe stwierdzenia są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F - jeśli jest fałszywe.

1.	Światło powoduje zakwaszenie stromy.	**P**	**F**
2.	Oświetlenie chloroplastów powoduje spadek pH w tylakoidzie i wzrost pH w stromie.	**P**	**F**
3.	Światło powoduje nagromadzenie się w stromie jonów magnezu, które pochodzą z wnętrza tylakoidu oraz cytozolu.	**P**	**F**

ZADANIE 12.

Zadanie 12. (0-2)

Fotosynteza i chemosynteza są procesami umożliwiającymi wytwarzanie substancji organicznych przez organizmy autotroficzne.

Uzupełnij tabelę. Wpisz znak X we właściwych miejscach. Uwaga: w niektórych wierszach należy wpisać więcej niż jeden znak X.

Charakterystyka procesu	Fotosynteza oksygeniczna	Fotosynteza anoksygeniczna	Chemosynteza
Substraty są mniej zasobne w energię niż produkty.	X	X	X
Źródłem energii potrzebnej do syntezy związków organicznych jest światło.	X	X	
Produktem w prowadzonej reakcji jest tlen.	X		X
Produktem procesu są związki organiczne.	X	X	X
Jest to proces anaboliczny.	X	X	X
Siła asymilacyjna jest niezbędnym czynnikiem do syntezy związków organicznych.	X	X	X

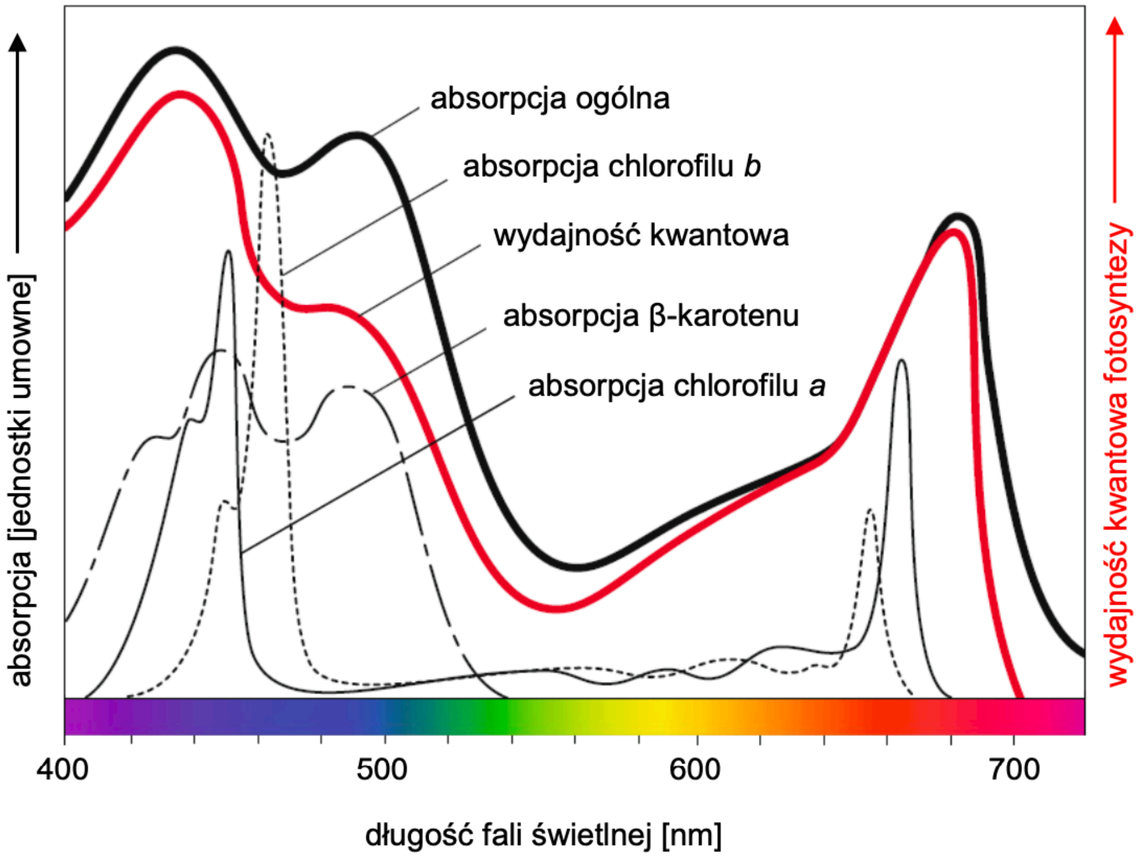
ZADANIE 13.

Zadanie 13.

W wewnętrznej błonie chloroplastów występują kompleksy białek i barwników fotosyntetycznych tworzące dwa układy fotosyntetyczne zawierające nieco inny zestaw cząsteczek chlorofilu: fotosystem I i fotosystem II.

Na wykresie przedstawiono całościowe widmo absorpcyjne barwników chloroplastowych zielenicy *Chlorella* (czarna pogrubiona krzywa) oraz widma absorpcyjne poszczególnych barwników: chlorofilu *a*, chlorofilu *b* oraz β-karotenu – dominującego karotenoidu.

Czerwona krzywa ilustruje wydajność kwantową fotosyntezy, czyli zależność intensywności fotosyntezy od długości fali świetlnej, wyznaczoną jako stosunek liczby atomów fotosyntetycznie asymilowanego węgla do liczby kwantów promieniowania słonecznego absorbowanego przez komórki.



ZADANIE 13.

Zadanie 13.1. (0-1)

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

Niebieskozielone światło o długości fali 500 nm jest absorbowane głównie przez (***β-karoten*** / *chlorofile*). Energia światła niebieskozielonego jest wykorzystywana (*w całości* / ***częściowo***) do przeprowadzania reakcji fazy jasnej fotosyntezy.

Zadanie 13.2. (0-1)

Opisz funkcję pełnioną przez cząsteczki karotenoidów występujące w błonach chloroplastów.

1 pkt – za poprawne opisanie funkcji karotenoidów polegającej na fotoprotekcji lub absorpcji światła wykorzystywanego do fotosyntezy.

- Absorbują one światło i przekazują energię na cząsteczki chlorofilu.
- Wychwytują część energii świetlnej wykorzystywanej do fotosyntezy.
- Chronią fotosystemy przed nadmiarem światła.
- Karotenoidy absorbują i rozpraszają nadmiar energii świetlnej, która mogłaby uszkodzić cząsteczki chlorofilu.
- Karotenoidy chronią cząsteczki innych barwników przed procesami fotooksydacji.

ZADANIE 13.

Zadanie 13.3. (0-2)

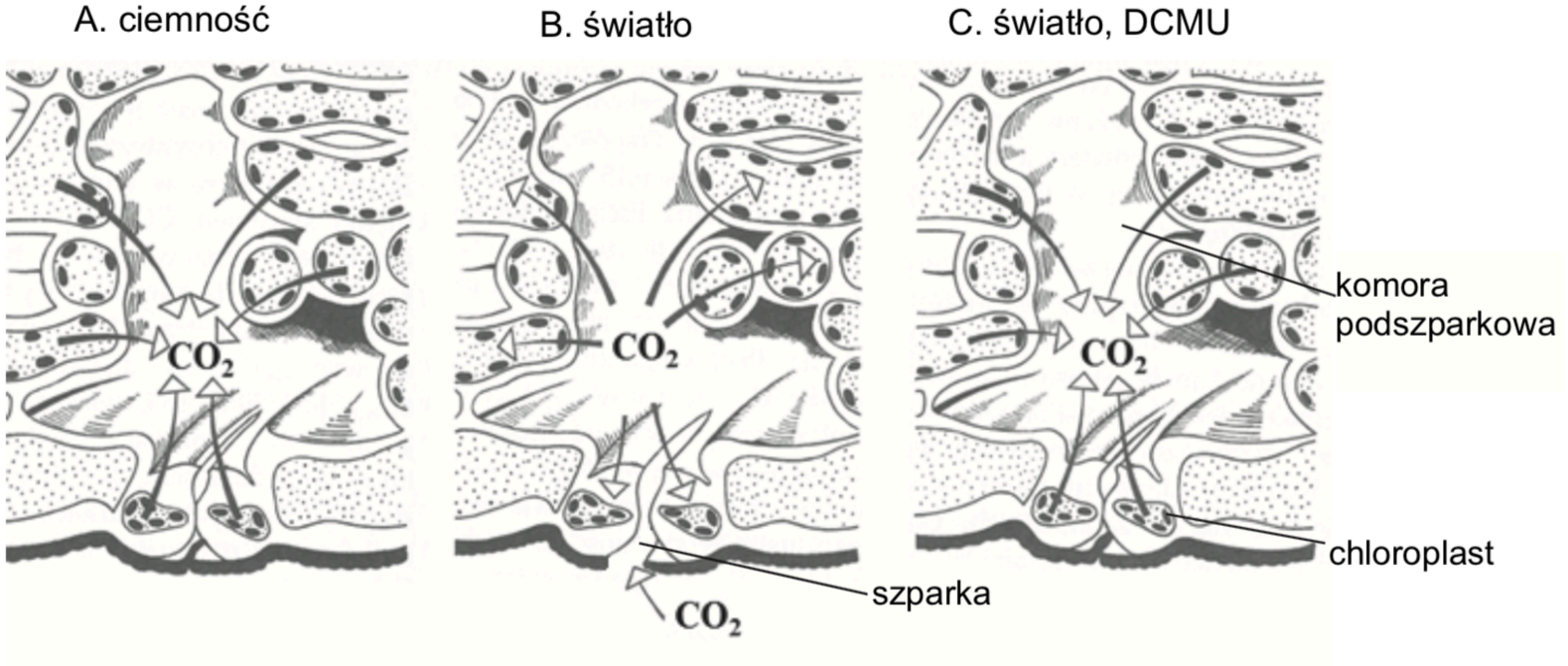
Oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące fotosystemów są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	W kompleksach antenowych fotosystemów cząsteczki chlorofilu *a* i chlorofilu *b* oraz karotenoidów są związane z białkami.	**P**	**F**
2.	Fotosystem I i fotosystem II, mimo innego zestawu cząsteczek chlorofilu, absorbują światło o takiej samej długości fali.	**P**	**F**
3.	U roślin nasiennych zachodzi jedynie niecykliczny transport elektronów, w którym biorą udział fotosystem I i fotosystem II.	**P**	**F**

ZADANIE 14.

Zadanie 14.

Aparat szparkowy składa się z komórek przyszparkowych oraz komórek szparkowych zawierających chloroplasty, pomiędzy którymi tworzy się szparka, łącząca środowisko zewnętrzne rośliny z komorą podszparkową i dalej — z przestworami między-komórkowymi. W doświadczeniu badano wpływ DCMU na stopień otwarcia aparatów szparkowych. DCMU to organiczny związek hamujący transport elektronów pomiędzy fotosystemem II a fotosystemem I. Na schematach przedstawiono kierunek dyfuzji cząsteczek dwutlenku węgla oraz stan aparatów szparkowych skórki dolnej liścia w kolejnych próbach (A—C).



ZADANIE 14.

Zadanie 14.1. (0-1)

Na podstawie przedstawionych informacji uzupełnij poniższe zdanie tak, aby powstał poprawny wniosek z tego eksperymentu. Podkreśl w każdym nawiasie właściwe określenie.

Pod wpływem DCMU stężenie CO_2 w komorze podszparkowej (***wzrasta*** / *maleje*), w wyniku czego aparaty szparkowe się (***zamykają*** / *otwierają*).

Zadanie 14.2. (0-1)

Wyjaśnij, uwzględniając procesy metaboliczne zachodzące w komórkach roślin, dlaczego dodanie związku DCMU w próbie C wywołało zmianę stężenia CO_2 w jamie pod szparkowej.

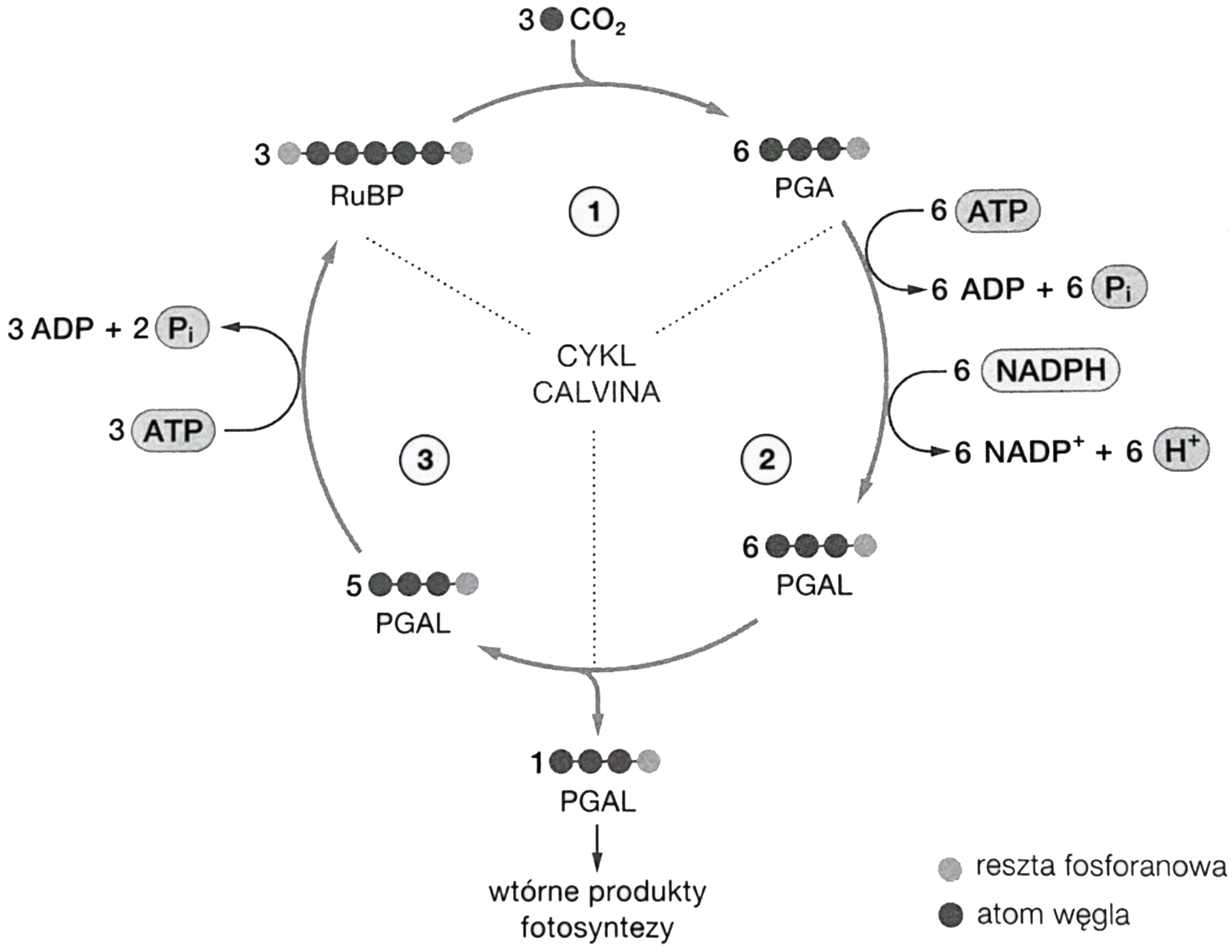
1 p. – za prawidłowe wyjaśnienie wzrostu stężenia CO_2 w jamie podszparkowej odnoszące się do zahamowania procesów fotosyntezy i zachodzenia wewnątrzkomórkowego oddychania tlenowego lub zahamowania procesów fotosyntezy i niewykorzystywania CO_2.

- Stężenie CO_2 w jamie podszparkowej wzrosło, ponieważ dodanie DCMU zahamowało zachodzenie procesu fotosyntezy, w której jest on wykorzystywany. Poza tym komórki przeprowadzały wewnątrzkomórkowe oddychanie tlenowe, którego produktem jest CO_2.
- Dodanie DCMU hamuje transport elektronów pomiędzy fotosystemem II a fotosystemem I i uniemożliwia zachodzenie fotosyntezy, w której wykorzystywany jest CO_2, dlatego jego stężenie rośnie.

ZADANIE 15.

Zadanie 15. (0-1)

Schemat przedstawia cykl Calvina — etap fotosyntezy związany z fazą niezależną od światła.



ZADANIE 15.



Zadanie 15. (0-1)

Określ, ile cząsteczek ATP jest zużywanych w ramach cyklu Calvina do wyprodukowania:

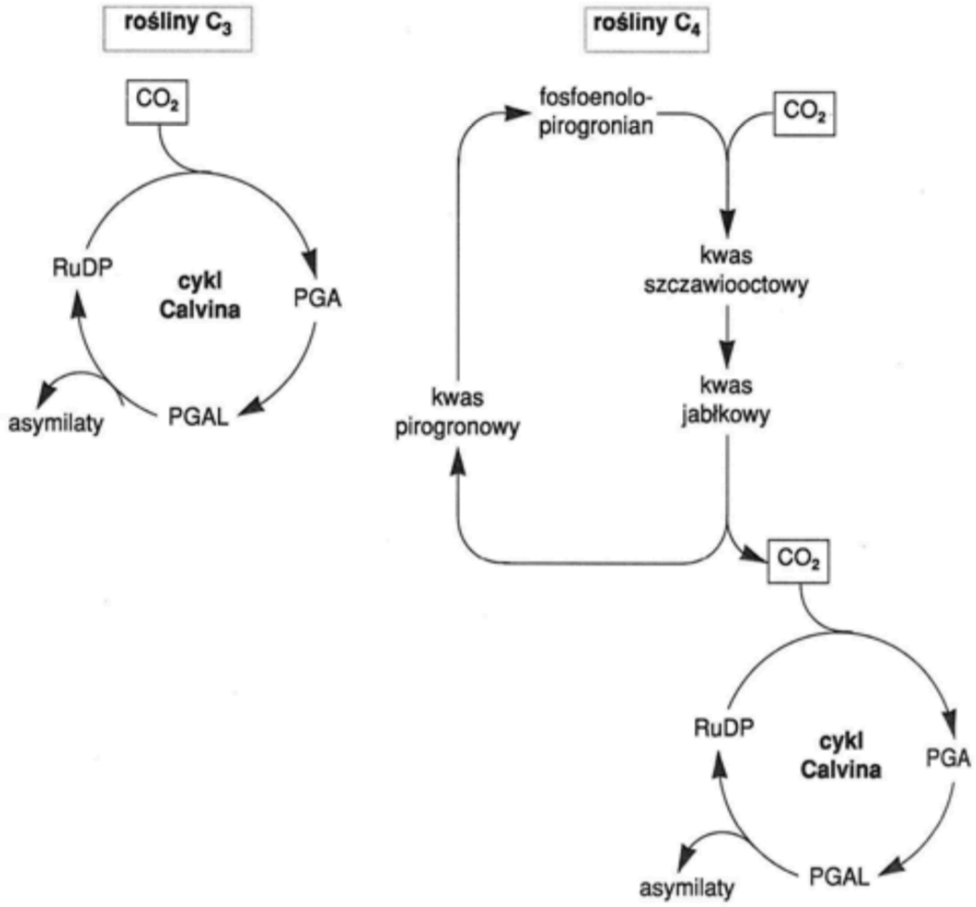
czterech cząsteczek laktozy: **144**

dziesięciu cząsteczek glukozy: **180**

ZADANIE 16

Zadanie 16. (0-2)

Na schemacie przedstawiono wiązanie CO_2 przez dwie grupy roślin (C_3 i C_4).



ZADANIE 16.

Zadanie 16. (0-2)

Na podstawie analizy danych z obu schematów uzupełnij w tabeli informacje dotyczące wiązania CO_2 w cyklach obu rodzajów roślin.

Związek chemiczny \ Typ roślin	Rośliny C_3	Rośliny C_4
Pierwszy akceptor CO_2	RuDP	fosfoenolopirogronian
Pierwszy produkt karboksylacji	PGA	kwas szczawiooctowy

ZADANIE 17.



Zadanie 17.

Anabaena to rodzaj nitkowatych sinic. Większość komórek w nici tej sinicy przeprowadza fotosyntezę. W skład nici wchodzą także wyspecjalizowane komórki o grubych ścianach komórkowych, zwane heterocytami, asymilujące azot atmosferyczny. W heterocytach nie jest aktywny fotosystem II. Biologiczne wiązanie N_2 w heterocytach zachodzi przy udziale złożonego układu enzymatycznego, w skład którego wchodzi nitrogenaza. Enzym ten katalizuje w warunkach beztlenowych reakcję wiązania azotu atmosferycznego, którą sumarycznie można przedstawić następująco:

$$\mathbf{N_2 + 16ATP + 8e^- + 8H^+ \rightarrow 2NH_3 + H_2 + 16ADP + 16P_i}$$

Międzykomórkowe połączenia między poszczególnymi komórkami nici pozwalają heterocytom pozyskiwać węglowodany i transportować do sąsiednich komórek produkty wiązania N_2 w postaci glutaminy.

ZADANIE 17.



Zadanie 17.1. (0-1)

Określ, czy reakcja wiązania azotu atmosferycznego zachodząca w heterocytach sinicy *Anabaena* ma charakter anaboliczny, czy — kataboliczny. Odpowiedź uzasadnij, odnosząc się do jednej z cech tej klasy reakcji.

1 p. – za określenie anabolicznego charakteru przedstawionej reakcji wraz z prawidłowym uzasadnieniem odnoszącym się do wzrostu stopnia złożoności produktu względem substratu lub zapotrzebowania energetycznego.

- Jest to reakcja syntezy, a zatem anaboliczna.
- Jest to anabolizm – ze związków prostszych powstają związki bardziej złożone.
- Jest to reakcja anaboliczna, ponieważ wymaga dostarczenia energii / ATP.

Uwaga: Mimo że podczas tej reakcji wydziela się ciepło, dopuszcza się w odpowiedzi określenie „reakcja endoergiczna / endoenergetyczna”, ponieważ dla organizmu reakcja ta wymaga dużego nakładu energii w postaci ATP, potrzebnej do pokonania energii aktywacji reakcji. Nie uznaje się odpowiedzi dotyczących wyższego poziomu energetycznego produktów niż substratów, ponieważ w tym wypadku poziom energetyczny produktów jest niższy (podczas reakcji wydziela się ciepło, a w komórce nie dochodzi do zmian ciśnienia i objętości – nie jest wykonywana praca objętościowa, zatem energia układu zostaje obniżona).

ZADANIE 17.

Zadanie 17.2. (0-1)

Wyjaśnij, dlaczego w heterocytach sinicy *Anabaena* nie może być aktywny fotosystem II. W odpowiedzi uwzględnij funkcję heterocytów oraz proces zachodzący w fotosystemie II.

1 pkt. – za wyjaśnienie wskazujące na sprzeczność między warunkami beztlenowymi niezbędnymi do wiązania azotu atmosferycznego a wydzielaniem się tlenu w fotosystemie II.

- Jeśli działałby fotosystem II, to wydzielałby się tlen, co zaburzałoby wiązanie azotu.
- Asymilacja azotu atmosferycznego (w heterocytach) musi się odbywać w warunkach beztlenowych, a w działającym fotoukładzie II wydziela się tlen.
- W heterocytach fotosystem II nie może być aktywny, ponieważ przeprowadza on fotolizę wody, a reakcje wiązania azotu atmosferycznego katalizowane przez nitrogenazę zachodzą wyłącznie w warunkach beztlenowych.
- W fotoukładzie II zachodzi fotoliza wody, w której produkowany jest tlen zaburzający w heterocytach pracę nitrogenazy.

Uwaga: Dopuszcza się określenie „heterocysty” zamiast „heterocyty”.

ZADANIE 17.

Zadanie 17.3. (0-1)

Wyjaśnij znaczenie połączeń między komórkami fotosyntetyzującymi a heterocytami u sinic *Anabaena* dla efektywnego zachodzenia fotosyntezy. W odpowiedzi uwzględnij procesy zachodzące w obu rodzajach komórek.

1 p. – za wyjaśnienie uwzględniające wykorzystanie związanego w heterocytach azotu do syntezy konkretnych związków azotowych niezbędnych w procesie fotosyntezy, np. chlorofilu, białek enzymatycznych, nukleotydów.

- Heterocyty wiążą azot, który inne komórki wykorzystują do syntezy aparatu fotosyntetycznego, np. enzymów.
- Do komórek, w których zachodzi fotosynteza, transportowana jest powstająca w heterocytach glutamina, która jest źródłem azotu do syntezy chlorofilu.
- Heterocyty dostarczają do fotosyntetyzujących komórek przyswojony azot konieczny do budowy białek, biorących udział w procesie fotosyntezy, np. enzymów, białek strukturalnych fotosystemów.
- Azot wiązany przez heterocyty jest składnikiem $NADP^+$, który bierze udział w cyklu Calvina.

Uwaga: Nie uznaje się odpowiedzi, w których występuje stwierdzenie o obecności chloroplastów w komórkach sinic lub odnoszących się do transportu ADP z heterocytów do komórek fotosyntezujących.

ZADANIE 18.



Zadanie 18.

Podczas rozkładu materii organicznej w glebie tworzy się amoniak, który jest stosunkowo lotną substancją. Związek ten może pozostać w glebie związany w postaci soli amonowych, może także być utleniony w procesie chemosyntezy. Ten proces przeprowadzają (w dwóch etapach) bakterie glebowe z rodzaju *Nitrosomonas* i *Nitrobacter*. Bakterie z obu rodzajów występują w glebie zawsze razem, w związku zwanym parabiozą. Poniżej zapisano reakcje obu etapów tego procesu.

I etap przeprowadzany przez bakterie z rodzaju *Nitrosomonas*:

$$2NH_4^+ + 3O_2 \rightarrow 2NO_2^- + 4H^+ + 2H_2O + \text{energia}$$

II etap przeprowadzany przez bakterie z rodzaju *Nitrobacter*:

$$2NO_2^- + O_2 \rightarrow 2NO_3^- + \text{energia}$$

ZADANIE 18.

Zadanie 18.1. (0-1)

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

Bakterie *Nitrosomonas* i *Nitrobacter* to bakterie (***nitryfikacyjne*** / *wiążące wolny azot atmosferyczny*). Należą one do (***aerobów*** / *anaerobów*) i są (***autotroficzne*** / *heterotroficzne*). Ich wspólne występowanie w glebie (***chroni przed nagromadzeniem związków azotowych powstałych w pierwszym etapie nitryfikacji*** / *sprawia, że w glebie jest więcej jonów* NO_2^-).

ZADANIE 18.

Zadanie 18.2. (0-1)

Określ, jakie znaczenie ma przedstawiony proces dla bakterii *Nitrosomonas i Nitrobacter*, a jakie – dla roślin rosnących na glebach, w których te bakterie żyją.

2 p. – za poprawne określenie znaczenia opisanego procesu dla bakterii odnoszącego się do uzyskiwania energii koniecznej do asymilacji dwutlenku węgla oraz dla roślin odnoszącego się do uzyskania lepiej przyswajalnych form azotu.

1. Dla bakterii:
- uzyskują ATP niezbędny do wytwarzania związków organicznych.
- uzyskują energię niezbędną do drugiego etapu chemosyntezy.

2. Dla roślin:
- Bakterie te utleniają amoniak do lepiej przyswajalnych przez rośliny związków azotowych.
- Azotany wytworzone przez bakterie nie są lotne w przeciwieństwie do amoniaku, dzięki czemu azot zatrzymywany jest w glebie i jest dostępny dla roślin.

Uwaga: Nie uznaje się w przypadku bakterii odpowiedzi zbyt ogólnych, odnoszących się do dostarczania energii niezbędnej do życia lub do procesów metabolicznych.

ZADANIE 18.



Zadanie 18.3. (0-1)

Podaj, jaki poziom troficzny zajmują bakterie *Nitrosomonas i Nitrobacter* w ekosystemie.

poziom producentów / producenci / I poziom troficzny