Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 5

Fotosynteza

Budowa chloroplastu a fotosynteza, barwniki i fotosystemy, faza zależna i niezależna od światła, siła asymilacyjna, chemiosmoza i fotofosforylacja niecykliczna. Dziewięć kart: najważniejsze wiadomości z przykładami, ćwiczenia, zadania typu maturalnego, dwie kartkówki i sprawdzian w grupach A i B – z kluczem i zasadami oceniania.



Biologia | klasa 1 LO i technikum | Dział 5 | zakres rozszerzony (ZR)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Fotosynteza – najważniejsze wiadomości** Teoria, przykłady z wyjaśnieniem, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZR	3 zad. · 10 pkt
2	**Fotosynteza – ćwiczenia** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZR	8 zad. · 23 pkt
3	**Fotosynteza – zadania typu maturalnego** Polecenia, wiązki i punktacja jak na maturze 2027	Zadania typu maturalnego	ZR	5 zad. · 14 pkt
4	**Kartkówka 1: chloroplast, barwniki i fotosystemy – grupa A** 15 minut · 6 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 6 pkt 15 min
5	**Kartkówka 1: chloroplast, barwniki i fotosystemy – grupa B** 15 minut · 6 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 6 pkt 15 min
6	**Kartkówka 2: fazy fotosyntezy, chemiosmoza i fotofosforylacja niecykliczna – grupa A** 15 minut · 6 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 6 pkt 15 min
7	**Kartkówka 2: fazy fotosyntezy, chemiosmoza i fotofosforylacja niecykliczna – grupa B** 15 minut · 6 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 6 pkt 15 min
8	**Sprawdzian: Fotosynteza – grupa A** 45 minut · 20 pkt	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 20 pkt 45 min
9	**Sprawdzian: Fotosynteza – grupa B** 45 minut · 20 pkt	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 20 pkt 45 min

Jak korzystać z zestawu

- Karta 1 to najważniejsze wiadomości z działu, przykłady z wzorcową odpowiedzią i krótka rozgrzewka – od niej warto zacząć.
- Karta 2 to ćwiczenia, karta 3 – zadania typu maturalnego – polecenia, wiązki i punktacja jak w arkuszach CKE.
- Karty 4–7 to dwie kartkówki (po 15 minut), karty 8–9 – sprawdzian (45 minut). Każde w grupach A i B: te same typy zadań i ta sama punktacja, inne treści.
- Klucz na końcu zawiera odpowiedzi i zasady oceniania zadań otwartych w stylu CKE: przykładowa odpowiedź, za co jest punkt i czego się nie uznaje.
- Osobny plik „Powtórka" zbiera pojęcia i schematy działu, typowe błędy i test „Sprawdź się" z odpowiedziami.

Oznaczenia

ZP	zakres podstawowy
ZR	zakres rozszerzony (treści tylko dla ZR)
(0–2 pkt)	liczba punktów możliwych do zdobycia za zadanie
Zadanie 4.1.	wiązka zadań do wspólnego materiału źródłowego
Jak to sprawdza CKE	typ zadania i typowy błąd ze sprawozdań CKE
Na maturze	wymagania z podstawy programowej, których dotyczy temat

Wymagania z podstawy programowej (Dz.U. 2024 poz. 1019)

- **III.4.1** wykazuje związek budowy chloroplastu z przebiegiem procesu fotosyntezy
- **III.4.2** przedstawia rolę barwników i fotosystemów w procesie fotosyntezy
- **III.4.3** analizuje na podstawie schematu przebieg fazy zależnej od światła oraz fazy niezależnej od światła; wyróżnia substraty i produkty obu faz; wykazuje rolę składników siły asymilacyjnej w fazie niezależnej od światła
- **III.4.4** wyjaśnia mechanizm powstawania ATP w procesie chemiosmozy w chloroplaście
- **III.4.5** opisuje na podstawie schematu fotofosforylację niecykliczną

Materiał oryginalny – nie jest kopią materiałów CKE ani podręczników. Podstawa programowa LO i technikum, zakres rozszerzony (Dz.U. 2018 poz. 467 w brzmieniu Dz.U. 2024 poz. 1019). Wymagania: I.2, I.3 / III.4.1–III.4.5. Do użytku własnego i pracy z własnymi uczniami.

Fotosynteza – najważniejsze wiadomości

Teoria, przykłady z wyjaśnieniem, rozgrzewka

ZR KARTA 1/9

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 10 pkt

Najważniejsze wiadomości · 10 pkt

Przypomnij sobie

- **Fotosynteza** to proces, w którym organizmy samożywne przekształcają energię światła w energię chemiczną związków organicznych. U roślin i glonów zachodzi w **chloroplastach**. Sumarycznie: $6\ CO_2 + 12\ H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 + 6\ H_2O$ (energia światła). Tlen pochodzi z **wody**, a nie z CO_2.

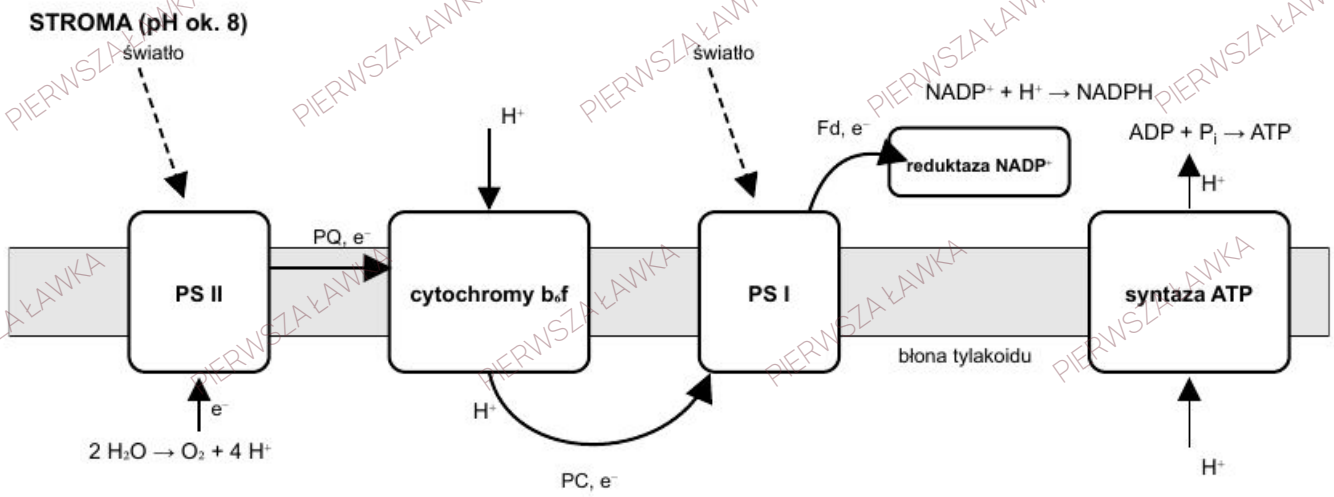
Element budowy chloroplastu	Co się w nim znajduje	Związek z przebiegiem fotosyntezy
otoczka (dwie błony)	białka transportowe	oddziela stromę od cytozolu; przez nią przechodzą CO_2, triozafosforany, jony
tylakoidy (część ułożona w stosy – grana)	barwniki, fotosystemy, przenośniki elektronów, syntaza ATP	duża powierzchnia błon = dużo kompleksów pochłaniających światło; tu zachodzi faza zależna od światła
wnętrze tylakoidu	roztwór wodny; tu rozkładana jest woda	mała objętość zamknięta błoną słabo przepuszczalną dla H^+ – gromadzą się w niej protony (gradient)
stroma	enzymy cyklu Calvina (m.in. RuBisCO), DNA, rybosomy 70S, ziarna skrobi	faza niezależna od światła; ATP i NADPH powstają po stronie stromy, więc od razu trafiają do cyklu Calvina

- **Barwniki fotosyntetyczne** są związane z białkami w błonach tylakoidów. Każdy barwnik pochłania światło o określonej długości fali; światło zielone jest pochłaniane słabo i w dużej części odbijane – dlatego liście są zielone.

Barwnik	Barwa	Światło pochłaniane najsilniej	Rola
chlorofil a	niebieskozielona	niebieskie (ok. 430 nm) i czerwone (ok. 660 nm)	w antenach i w centrach reakcji obu fotosystemów (P680, P700)
chlorofil b	żółtozielona	niebieskie (ok. 450 nm) i czerwonopomarańczowe (ok. 640 nm)	barwnik antenowy – poszerza zakres pochłanianego światła
karotenoidy (karoteny, ksantofile)	żółta, pomarańczowa	niebieskie i niebieskozielone (ok. 400–500 nm)	barwniki antenowe; chronią chlorofil przed uszkodzeniem przy nadmiarze światła

- **Fotosystem** to kompleks barwników i białek w błonie tylakoidu. Składa się z **anteny** (kompleksu zbierającego światło: setki cząsteczek chlorofilu a i b oraz karotenoidów) i **centrum reakcji**. Antena przekazuje energię wzbudzenia do centrum reakcji, gdzie **para cząsteczek chlorofilu a** oddaje wzbudzony elektron na pierwotny akceptor. **Fotosystem II** ma centrum reakcji P680, **fotosystem I** – P700 (liczby to długość fali w nm, przy której centrum pochłania światło najsilniej).
- **Kluczowe:** Tylko centrum reakcji oddaje elektron. Barwniki anteny nie tracą elektronów – przekazują dalej energię pochłoniętego światła.
- **Fotofosforylacja niecykliczna** (faza zależna od światła): światło wzbudza P680 w PS II; wybity elektron przechodzi przez plastochinon (PQ), kompleks cytochromów b_6f i plastocyjaninę (PC) do PS I. Lukę elektronową w P680 uzupełniają elektrony z **wody**, rozkładanej przy PS II (**fotoliza**: $2\ H_2O \rightarrow O_2$

+ 4 H^+ + 4 e^-). W PS I światło wzbudza P700; elektron przez ferredoksynę (Fd) trafia do **reduktazy NADP⁺**, która po stronie stromy redukuje $NADP^+$ do **NADPH**. Przepływ elektronów jest jednokierunkowy (od wody do $NADP^+$) – stąd nazwa „niecykliczna”.



Fotofosforylacja niecykliczna i chemiosmoza w błonie tylakoidu (schemat uproszczony, rysunek własny). PQ – plastochinon, PC – plastocyjanina, Fd – ferredoksyna; e^- – droga elektronów.

- **Chemiosmoza w chloroplaście.** W świetle protony gromadzą się we wnętrzu tylakoidu z dwóch źródeł: (1) z fotolizy wody, (2) z pompowania H^+ ze stromy przez kompleks cytochromów b_6f podczas przepływu elektronów; dodatkowo w stromie H^+ są zużywane przy redukcji $NADP^+$. Powstaje **gradient protonów** (wnętrze tylakoidu ok. pH 5, stroma ok. pH 8 – wartości orientacyjne; pomiary w liściach dają mniejszą różnicę). Błona tylakoidu słabo przepuszcza H^+, dlatego główną drogą ich powrotu jest kanał **syntazy ATP**; przepływ protonów dostarcza energii, którą enzym zużywa po stronie stromy na łączenie ADP z P_i.
- **Pułapka:** W chloroplaście H^+ są pompowane **do wnętrza tylakoidu**, a ATP powstaje **w stromie**, bo część katalityczna syntazy ATP jest po stronie stromy. Odpowiedź z odwróconym kierunkiem przepływu H^+ przez syntazę ATP jest błędna.
- **Pułapka:** Różnica 3 jednostek pH oznacza $10^3 = 1000$ razy większe stężenie H^+ we wnętrzu tylakoidu niż w stromie (skala pH jest logarytmiczna).
- W **fotofosforylacji cyklicznej** działa tylko PS I: elektron wraca przez cytochromy b_6f do PS I. Powstaje gradient H^+ i ATP, ale nie powstaje NADPH i nie wydziela się O_2. Uzupełnia ona ATP, bo cykl Calvina zużywa więcej ATP niż NADPH.
- **Siła asymilacyjna** to ATP i NADPH powstałe w fazie zależnej od światła i zużywane w fazie niezależnej od światła (cyklu Calvina, w stromie).

Cecha	Faza zależna od światła	Faza niezależna od światła (cykl Calvina)
miejsce	błony tylakoidów (i wnętrze tylakoidu)	stroma
substraty	H_2O, $NADP^+$, ADP + P_i (energia światła)	CO_2, ATP, NADPH (oraz RuBP odtwarzany w cyklu)
produkty	O_2, ATP, NADPH	triozofosforan (aldehyd 3-fosfoglicerynowy), ADP + P_i, $NADP^+$
przemiana energii	energia światła → energia chemiczna ATP i NADPH	energia ATP i NADPH → energia wiązań związków organicznych

Fotosynteza – ćwiczenia

Ćwiczę umiejętności z działu

ZR KARTA 2/9

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 23 pkt

Ćwiczenia · 23 pkt

Zadanie 1. (0–6 pkt) ..... / 6

Przyporządkuj substancje do fazy fotosyntezy, w której są substratem. Wpisz je w odpowiednie kolumny.

H_2O CO_2 $NADP^+$ NADPH ADP RuBP

substrat fazy zależnej od światła	substrat fazy niezależnej od światła

Zadanie 2. (0–4 pkt) ..... / 4

Uzupełnij zdania wyrazami z ramki (dwa wyrazy są zbędne).

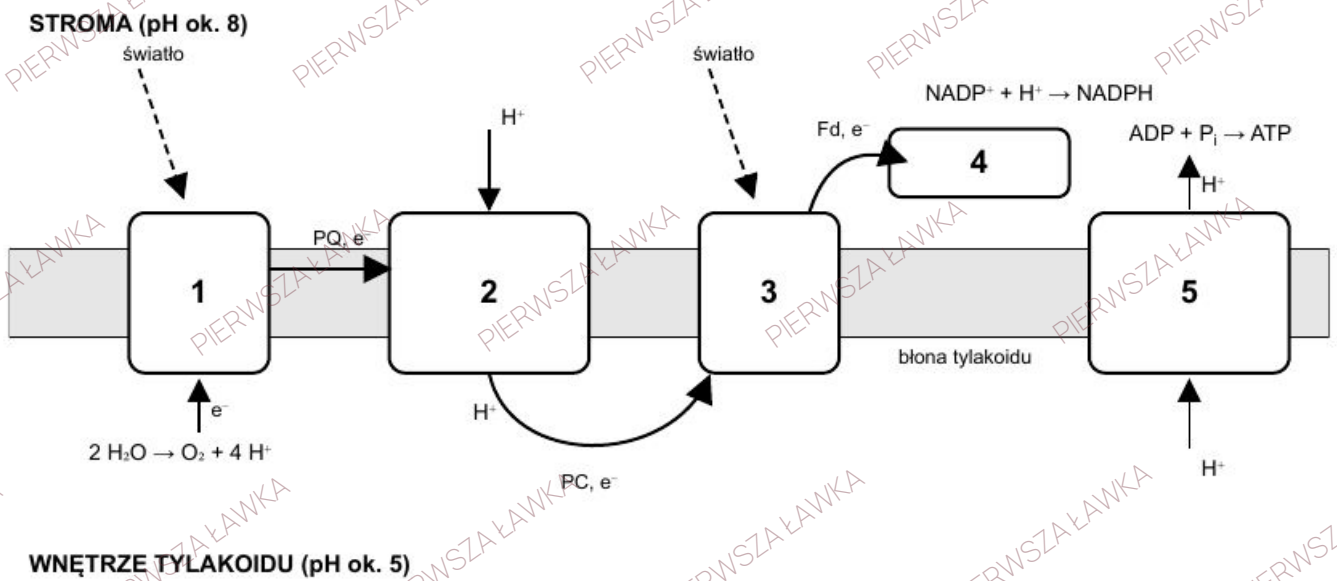
syntazę ATP $NADP^+$ RuBisCO wody cytochromów b_6f CO_2

1. Elektron wybity z P680 przechodzi przez plastochinon i kompleks _____ do fotosystemu I.
2. Lukę elektronową w P680 uzupełniają elektrony z _____.
3. Elektrony z PS I przez ferredoksynę trafiają do reduktazy, która redukuje _____.
4. Powrót H^+ do stromy przez _____ dostarcza energii do syntezy ATP.

Zadanie 3. (0–2 pkt) ..... / 2

Na schemacie numerami 1–5 oznaczono kompleksy białkowe błony tylakoidu. Podaj nazwy kompleksów 1–5 i wskaż numer kompleksu, który pompuje protony ze stromy do wnętrza tylakoidu.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 4. (0–4 pkt) ..... / 4

Oceń prawdziwość zdań o barwnikach i fotosystemach.

1. Antena fotosystemu zawiera chlorofil a, chlorofil b i karotenoidy.	P	F
2. Elektron oddaje każda cząsteczka chlorofilu, która pochłonie światło.	P	F
3. Fotosystemy znajdują się w błonach tylakoidów.	P	F
4. Chlorofil b poszerza zakres światła wykorzystywanego w fotosyntezie.	P	F

Zadanie 5. (0–2 pkt) ..... / 2

Porównaj fotofosforylację niecykliczną i cykliczną pod względem udziału fotosystemów i produktów.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 6. (0–1 pkt) ..... / 1

Wnętrze tylakoidu ma pH 5,0, a stroma pH 8,0. Oblicz, ile razy stężenie jonów H^+ we wnętrzu tylakoidu jest większe niż w stromie.

Miejsce na rozwiązanie

Fotosynteza – zadania typu maturalnego

Polecenia, wiązki i punktacja jak na maturze 2027

ZR KARTA 3/9

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 14 pkt

Zadania typu maturalnego · 14 pkt

Zadanie 1. (0–4 pkt)

Wykonaj polecenia 1.1–1.3 na podstawie opisu doświadczenia.

Chloroplasty i niebieski barwnik

Z liści szpinaku wyizolowano chloroplasty i przygotowano cztery probówki z buforem. Do każdej dodano DCPIP – barwnik, który jest niebieski, a po przyjęciu elektronów staje się bezbarwny. Probówki pozostawiono na 10 minut w świetle albo w ciemności i mierzono absorbancję przy 600 nm (im mniejsza absorbancja, tym mniej niebieskiego DCPIP). W probówce 1 pojawiły się drobne pęcherzyki gazu.

Próba	Zawartość probówki	Warunki	Absorbancja przy 600 nm na początku	… po 10 min
1	chloroplasty + bufor + DCPIP	światło	0,80	0,12
2	chloroplasty + bufor + DCPIP	ciemność	0,80	0,78
3	chloroplasty ogrzane 5 min we wrzącej wodzie + bufor + DCPIP	światło	0,80	0,79
4	bufor + DCPIP (bez chloroplastów)	światło	0,80	0,80

Opracowanie własne, wyniki przykładowe.

Zadanie 1.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Która próba pozwala wykluczyć, że DCPIP odbarwia się pod wpływem samego światła, bez udziału jakichkolwiek składników chloroplastów?

A. próba 4 B. próba 3 C. próba 2 D. próba 1

Zadanie 1.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Wyjaśnij, dlaczego w próbie 1 DCPIP się odbarwił, a w próbie 2 – nie. W odpowiedzi uwzględnij źródło elektronów.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 1.3. (0–1 pkt) ..... / 1

Podaj nazwę gazu, który wydzielał się w probówce 1, i uzasadnij odpowiedź, odnosząc się do przebiegu fazy zależnej od światła.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 2. (0–4 pkt)

Wykonaj polecenia 2.1–2.3 na podstawie tekstu i tabeli.

Protony we wnętrzu tylakoidów

Izolowane tylakoidy w roztworze z ADP i fosforanem badano w czterech wariantach. Substancja X zwiększa przepuszczalność błon dla jonów H^+. Substancja Y blokuje kanał protonowy syntazy ATP. Zmierzono pH wnętrza tylakoidów, szybkość syntezy ATP i szybkość wydzielania tlenu.

Wariant	pH wnętrza tylakoidów	pH roztworu na zewnątrz	Synteza ATP [% wariantu 1]	Wydzielanie O_2 [% wariantu 1]
1. światło	5,0	8,0	100	100
2. ciemność	7,8	8,0	3	0
3. światło + substancja X	7,6	8,0	5	140
4. światło + substancja Y	4,6	8,0	4	100

Opracowanie własne, wyniki przykładowe.

Zadanie 2.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Oceń prawdziwość stwierdzeń na podstawie tabeli.

1. W wariancie 1 stężenie H^+ we wnętrzu tylakoidów jest ok. 1000 razy większe niż w roztworze na zewnątrz.	**P**	**F**
2. Substancja X hamuje przepływ elektronów od wody do fotosystemu I.	**P**	**F**
3. Synteza ATP w świetle wymaga różnicy pH między wnętrzem tylakoidów a roztworem zewnętrznym.	**P**	**F**

Zadanie 2.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Wyjaśnij, dlaczego w wariancie 3 synteza ATP prawie ustała, chociaż tylakoidy były oświetlone i wydzielały tlen.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 2.3. (0–1 pkt) ..... / 1

W wariancie 4 synteza ATP prawie ustała, a pH wnętrza tylakoidów (4,6) jest niższe niż w wariancie 1 (5,0). Wyjaśnij, dlaczego pH wnętrza tylakoidów spadło.

Miejsce na odpowiedź

PIERWSZA ŁAWKA

Sprawdzian: Fotosynteza – grupa A

45 minut · 20 pkt

ZR

KARTA 8/9

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 20 pkt

Sprawdzian · 45 minut · 20 pkt

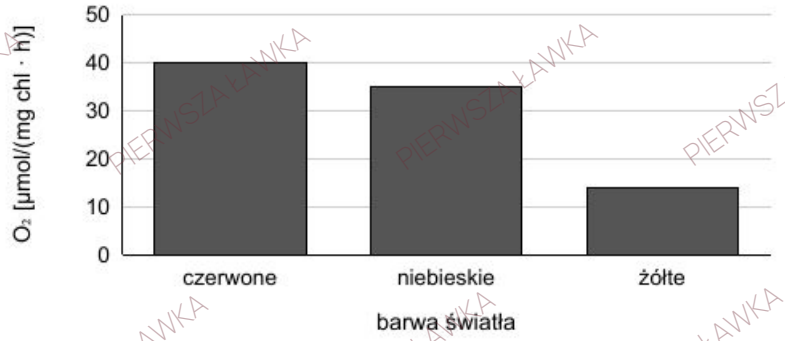
Zadanie 1. (0–4 pkt)

Wykonaj polecenia 1.1–1.3 na podstawie opisu doświadczenia i wykresu.

Chlorella w kolorowym świetle

Zawiesinę zielenicy Chlorella rozlano do czterech jednakowych naczyń z elektrodą tlenową. Trzy naczynia oświetlano diodami o tej samej mocy, o barwie czerwonej, niebieskiej i żółtej, a czwarte trzymano w ciemności. Mierzono szybkość wydzielania tlenu. W ciemności glony nie wydzielały tlenu, lecz go pobierały.

Opracowanie własne, wyniki przykładowe.



Zadanie 1.1. (0–1 pkt) ..... / 1

W świetle żółtym glony wydzielały najmniej tlenu, ponieważ

A. barwniki fotosyntetyczne słabo pochłaniają światło żółte.

B. w świetle żółtym nie działa syntaza ATP.

C. światło żółte niszczy chlorofil.

D. światło żółte pochłaniają tylko centra reakcji.

Zadanie 1.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Wyjaśnij, dlaczego w świetle niebieskim glony wydzielały tlen. W odpowiedzi uwzględnij przebieg fazy zależnej od światła.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 1.3. (0–1 pkt) ..... / 1

Podaj, czemu służyło naczynie trzymane w ciemności.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 2. (0–1 pkt) ..... / 1

Elektrony uzupełniające lukę w centrum reakcji fotosystemu II pochodzą z

A. wody.
B. dwutlenku węgla.
C. ferredoksyny.
D. NADPH.

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących budowy chloroplastu.

1. Chloroplast otaczają dwie błony.	P	F
2. Enzymy cyklu Calvina znajdują się we wnętrzu tylakoidów.	P	F
3. Fotosystemy znajdują się w błonach tylakoidów.	P	F

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Przyporządkuj substancje do kategorii.

H_2O $NADP^+$ CO_2 NADPH

substrat fazy zależnej od światła	substrat fazy niezależnej od światła

Zadanie 5. (0–2 pkt) ..... / 2

Wykaż związek budowy chloroplastu z przebiegiem fazy zależnej od światła, odnosząc się do położenia syntazy ATP w błonie tylakoidu.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 6. (0–2 pkt) ..... / 2

Wyjaśnij, dlaczego roślina, w której zablokowano reduktazę $NADP^+$, przestaje wiązać CO_2.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 7. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz, ile cząsteczek ATP i NADPH zużywa cykl Calvina na związanie 18 cząsteczek CO_2.

Miejsce na rozwiązanie

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Fotosynteza – kartkówki, sprawdzian i karty pracy z powtórką, biologia, klasa 1 LO i technikum (zakres rozszerzony)

Podgląd pokazał 10 z 33 stron. Pełna wersja: 33 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Fotosynteza – najważniejsze wiadomości – 3 zadania, 10 pkt
- Karta 2: Fotosynteza – ćwiczenia – 8 zadań, 23 pkt
- Karta 3: Fotosynteza – zadania typu maturalnego – 5 zadań, 14 pkt
- Karta 4: Kartkówka 1: chloroplast, barwniki i fotosystemy – grupa A – 4 zadania, 6 pkt
- Karta 5: Kartkówka 1: chloroplast, barwniki i fotosystemy – grupa B – 4 zadania, 6 pkt
- Karta 6: Kartkówka 2: fazy fotosyntezy, chemiosmoza i fotofosforylacja niecykliczna – grupa A – 4 zadania, 6 pkt
- Karta 7: Kartkówka 2: fazy fotosyntezy, chemiosmoza i fotofosforylacja niecykliczna – grupa B – 4 zadania, 6 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Fotosynteza – grupa A – 10 zadań, 20 pkt
- Karta 9: Sprawdzian: Fotosynteza – grupa B – 10 zadań, 20 pkt Karta 1 to teoria z przykładami i wzorcowymi odpowiedziami, karta 2 – ćwiczenia, karta 3 – zadania typu maturalnego (w

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail
pierwszalawka.pl/material/biologia-liceum-klasa-1-zr-dzial-05-fotosynteza