

**NOWOŚĆ
EDYCJA 2024**

NOWA Biologia na czasie

1

PODRĘCZNIK • LICEUM • TECHNIKUM

ZAKRES ROZSZERZONY

**ZMIANY
W PODSTAWACH
2024**
 **oznaczenia
usuniętych
treści**

WERSJA DEMONSTRACYJNA

**nowa
era**

NOWA Biologia na czasie

1

PODRĘCZNIK • LICEUM • TECHNIKUM

ZAKRES ROZSZERZONY

MAREK GUZIK

RYSZARD KOZIK

AGNIESZKA KROTKE

RENATA MATUSZEWSKA

ANNA TYC

WŁADYSŁAW ZAMACHOWSKI



Twoje mocne strony

Spis treści

► 1. Badania biologiczne

1.1. Metody badawcze w biologii	6
1.2. Obserwacje mikroskopowe	13
1.3. Proste analizy statystyczne w biologii	19
1.4. Analiza materiałów źródłowych	26
Podsumowanie	32
Sposób na zadania	35
Zadania powtórzeniowe	36

► 2. Chemiczne podstawy życia

2.1. Skład chemiczny organizmów	40
2.2. Budowa i funkcje sacharydów	51
2.3. Budowa i funkcje lipidów	59
2.4. Aminokwasy. Budowa i funkcje białek ..	66
2.5. Właściwości i wykrywanie białek	77
2.6. Budowa i funkcje nukleotydów oraz kwasów nukleinowych	81
Podsumowanie	86
Sposób na zadania	96
Zadania powtórzeniowe	97

► 3. Komórka – podstawowa jednostka życia

3.1. Budowa i funkcje komórki. Rodzaje komórek	102
3.2. Błony biologiczne	112
3.3. Transport przez błony biologiczne	115
3.4. Jądro komórkowe. Cytozol	123
3.5. Mitochondria i plastydy. Teoria endosymbiozy	131
3.6. Struktury komórkowe otoczone jedną błoną i rybosomy	137
3.7. Ściana komórkowa	146
3.8. Cykl komórkowy. Mitoza	149
3.9. Mejosa	159
Podsumowanie	165
Sposób na zadania	173
Zadania powtórzeniowe	176

► 4. Metabolizm

4.1. Podstawowe zasady metabolizmu	180
4.2. Budowa i działanie enzymów	184
4.3. Regulacja aktywności enzymów	192
4.4. Autotroficzne odżywianie się organizmów – fotosynteza	203
4.5. Czynniki wpływające na intensywność fotosyntezy	214
4.6. Autotroficzne odżywianie się organizmów – chemosynteza	220
4.7. Oddychanie komórkowe. Oddychanie tlenowe	222
4.8. Procesy beztlenowego uzyskiwania energii	231
4.9. Metabolizm głównych substratów energetycznych	235
Podsumowanie	240
Sposób na zadania	248
Zadania powtórzeniowe	251
Sposób na zadania – odpowiedzi	255
Doświadczenia i obserwacje – odpowiedzi (fragment)	256
Tablice biologiczne	259
Przydatne terminy	264
Indeks	268
Literatura uzupełniająca	272

Klasa 2

- Rożnorodność organizmów

Klasa 3

- Człowiek

Klasa 4

- Genetyka
- Ewolucjonizm
- Ekologia
- Ochrona przyrody

Formułowanie problemu badawczego i hipotezy badawczej

Poprawnie sformułowane problem badawczy i hipoteza badawcza zawierają: badany czynnik, przedmiot badań oraz obiekt badań.

	Badany czynnik (zmienna niezależna) Czynnik, którego wpływ na przedmiot badań chce się poznać. natężenie światła 	Przedmiot badań (zmienna zależna) Zjawisko lub proces, na które ma wpływ badany czynnik. intensywność fotosyntezy 	Obiekt badań Materiał biologiczny lub organizmy, na których prowadza się badanie. stokrotka pospolita 
Problem badawczy:	Wpływ natężenia światła na Czy natężenie światła wpływa na	intensywność fotosyntezy intensywność fotosyntezy	u stokrotki pospolitej. u stokrotki pospolitej?
Hipoteza:	Natężenie światła wpływa na	intensywność fotosyntezy	u stokrotki pospolitej.



Postawienie hipotezy badawczej

Po sformułowaniu problemu badawczego należy postawić **hipotezę badawczą**, czyli ustalić wstępne założenia dotyczące wyniku badań. Hipoteza może mieć formę zdania oznajmującego twierdzącego lub przeczącego. Hipotezę trzeba następnie zweryfikować za pomocą odpowiednio zaplanowanych badań.

Przykład hipotezy badawczej:

Dostęp do światła umożliwia kiełkowanie nasion sałaty.



Zweryfikowanie hipotezy

Ten etap polega na sprawdzeniu, czy postawiona hipoteza jest prawdziwa. Aby to zrobić, badający przygotowuje tzw. próby, czyli zestawy doświadczalne. Wyróżnia się dwa rodzaje prób: próbę badawczą (badaną) i próbę kontrolną.

Próba badawcza i próba kontrolna

W **doświadczeniu** próba badawcza to zestaw doświadczalny, w którym **wynik badania nie**

jest **znany** badaczowi. Dzięki przeanalizowaniu tego wyniku można odpowiedzieć na pytanie zawarte w problemie badawczym. Próbą badawczą jest zwykle materiał biologiczny, organizm lub proces, w którym **występuje badany czynnik**.

Próba kontrolna to zestaw doświadczalny, w którym **wynik badania jest znany** badaczowi. Wynik uzyskany w tej próbie stanowi więc punkt odniesienia dla wyniku uzyskanego w próbie badawczej. Próbą kontrolną jest zwykle materiał biologiczny, organizm lub proces, w którym **nie występuje badany czynnik**. W pewnych doświadczeniach nie można usunąć badanego czynnika w próbie kontrolnej (→ np. s. 196).

Próba badawcza i próba kontrolna powinny różnić się wyłącznie obecnością bądź wartością badanego czynnika. Pozostałe parametry powinny być jednakowe. Dzięki temu obserwowany w próbie badawczej efekt będzie wynikał tylko z działania badanego czynnika. Porównanie wyników próby badawczej i próby kontrolnej pozwala zweryfikować hipotezę i wyciągnąć odpowiednie wnioski.

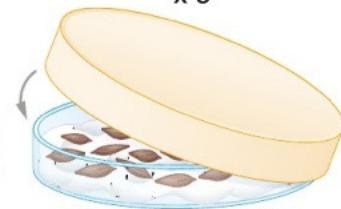
Przykład próby badawczej: 60 nasion sałaty wysianych na 3 szalkach (po 20 nasion na każdej), które umieszczone na stanowiskach z dostępem do światła, np. na parapeticie.

Przykład próby kontrolnej: 60 nasion sałaty wysianych na 3 szalkach (po 20 nasion na każdej), które umieszczone na stanowiskach bez dostępu do światła, np. przykryte kartonami.

Próba badawcza:
x 3



Próba kontrolna:
x 3



W **obserwacji** (metodzie badawczej) próbą badawczą są organizmy lub obiekty, dla których nie jest znany efekt obserwacji, np. produkty spożywcze o nieznanej zawartości skrobi. Próbą kontrolną są zaś organizmy lub obiekty, dla

których efekt obserwacji jest znany z góry, np. próbki laboratoryjne o znanej zawartości skrobi.

Jak zaplanować przebieg badań?

W badaniach biologicznych trzeba wykonać serię powtórzeń dla każdej próby. Następnie otrzymane wyniki należy przeanalizować z wykorzystaniem metod statystycznych (przykład przebiegu badania → s. 10–11, przykład analizy wyników → s. 19–25).



Sformułowanie wniosku

Ostatnim etapem badań jest wyciągnięcie wniosku i potwierdzenie lub odrzucenie hipotezy badawczej. Podczas pisania wniosku zawsze używa się czasu teraźniejszego. Ponadto we wniosku należy uwzględnić sposób, w jaki badany czynnik wpływa na przedmiot badań (przykład wniosku → s. 11).

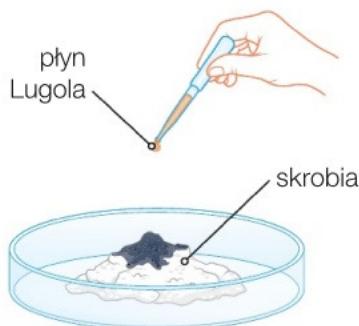
Kontrola negatywna i kontrola pozytywna

W badaniach biologicznych często stosuje się dwa rodzaje prób kontrolnych:

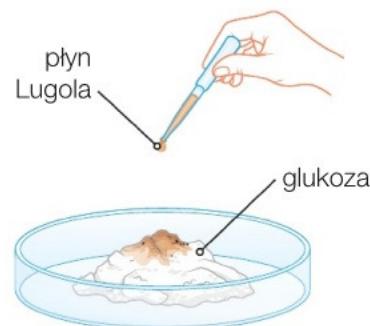
- ▶ **próbę kontrolną pozytywną** (kontrolę pozytywną), czyli zestaw doświadczalny, w którym spodziewamy się zaobserwować badane zjawisko lub proces,
- ▶ **próbę kontrolną negatywną** (kontrolę negatywną), czyli zestaw doświadczalny, w którym nie spodziewamy się zaobserwować badanego zjawiska lub procesu.

Z wynikami obu prób porównuje się wynik uzyskany w próbie badawczej – w ten sposób można sprawdzić, czy badanie przeprowadzono poprawnie.

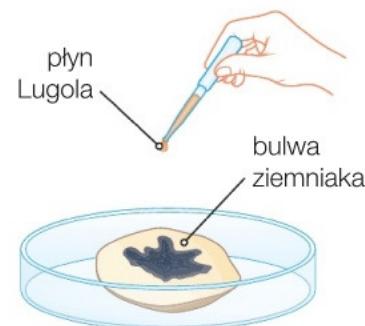
Przykładem badania wykorzystującego próbę kontrolną pozytywną i próbę kontrolną negatywną jest wykrywanie skrobi w bulwie ziemniaka. Do wykrywania skrobi stosuje się płyn Lugola, który barwi skrobię na granatowo.



Próba kontrolna pozytywna zawiera skrobię, dlatego pod wpływem płynu Lugola próbka zabarwi się na granatowo.



Próba kontrolna negatywna nie zawiera skrobi, dlatego pod wpływem płynu Lugola próbka się nie zabarwi.



Próba badawcza pod wpływem płynu Lugola zabarwi się na granatowo – oznacza to, że bulwa ziemniaka zawiera skrobię.

Etapy doświadczenia biologicznego

Każde doświadczenie biologiczne składa się z pięciu etapów: zaobserwowania zjawiska lub procesu, sformułowania problemu badawczego, postawienia hipotezy badawczej, zweryfikowania hipotezy oraz sformułowania wniosku.

Doświadczenie dotyczące wpływu jednostronnego oświetlenia na wzrost siewek pieprzycy siewnej (*Lepidium sativum*)



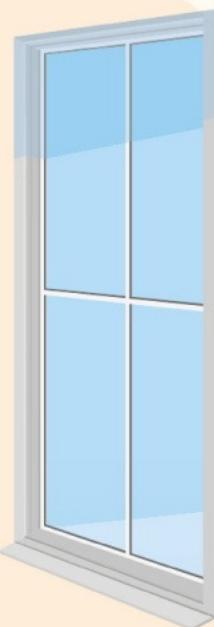
1 Zaobserwowanie zjawiska lub procesu

Zaobserwowane przez badacza nieznane zjawisko lub niezrozumiałą proces skłania go do zadawania pytań.

Zazwyczaj siewki pieprzycy siewnej rosną pionowo. Dlaczego siewki, które rosną na parapecie, wyginają się w stronę okna? Czy odpowiada za to ruch powietrza?

A może dzieje się tak dlatego, że siewki wyginają się w kierunku źródła światła?

Zacznę od sprawdzenia drugiej możliwości.



Pieprzycę siewną potocznie nazywa się **rzeżuchą**.



2 Sformułowanie problemu badawczego

Badacz określa cel badania.

Problem badawczy:

Czy jednostronne oświetlenie wpływa na kierunek wzrostu pędów siewek pieprzycy siewnej?

lub

Wpływ jednostronnego oświetlenia na kierunek wzrostu pędów siewek pieprzycy siewnej.

Problem badawczy i hipoteza muszą zawierać badany czynnik, przedmiot badań oraz obiekt badań.

badany czynnik
(zmienna niezależna)

przedmiot badań
(zmienna zależna)
obiekt badań



3 Postawienie hipotezy badawczej

Badacz formułuje prawdopodobną odpowiedź na pytanie zawarte w problemie badawczym.

Hipoteza:

Jednostronne oświetlenie siewek pieprzycy siewnej powoduje wzrost ich pędów w kierunku źródła światła.





4

Zweryfikowanie hipotezy

Główny etap doświadczenia przeprowadzanego przez badacza. Składa się z trzech kroków.

Jeśli czynnikiem, który chcę zbadać, jest jednostronne oświetlenie, to w próbie kontrolnej muszę oświetlić siewki równomiernym światłem.

1. Planowanie badań (określenie prób badawczych i prób kontrolnych)

Próba badawcza: 3 szalki zawierające po 20 wykielekowanych nasion pieprzycy siewnej, które umieszczone na wilgotnej bibule w temperaturze ok. 20°C i oświetlano **jednostronnym światłem** przez 2 dni.

Próba kontrolna: 3 szalki zawierające po 20 wykielekowanych nasion pieprzycy siewnej, które umieszczone na wilgotnej bibule w temperaturze ok. 20°C i oświetlano **równomiernym światłem** przez 2 dni.



2. Przeprowadzenie badań



3. Dokumentacja badań i analiza wyników

Wynik:



próba badawcza



próba kontrolna

Pierwszego i ostatniego dnia badania zrobię zdjęcia wszystkich prób. Na koniec zmierz odchylenie pędów siewek od pionu w każdej próbie.



5

Sformułowanie wniosku

Badacz potwierdza lub odrzuca hipotezę sformułowaną na początku doświadczenia. W przypadku odrzucenia postawionej hipotezy badający stawia nową hipotezę i kontynuuje badania.

We wniosku użyję czasu teraźniejszego. Wniosek powinien odnosić się zarówno do postawionej hipotezy badawczej, jak i do uzyskanych wyników badań.

We wniosku muszę podać sposób, w jaki badany czynnik wpływa na przedmiot badań.



Wniosek:

Kierunkowe oświetlenie siewek pieprzycy siewnej powoduje wzrost pędów w kierunku światła.

Przykładowa obserwacja

Uczniowie pewnej szkoły postanowili sprawdzić, czy liczba gatunków ptaków odwiedzających karmnik zależy od miejsca ustawienia karmnika.

- 1 Problem badawczy:** Czy liczba gatunków ptaków przylatujących do karmnika różni się w zależności od miejsca ustawienia karmnika?
- 2 Hipoteza badawcza:** Liczba gatunków ptaków przylatujących do karmnika zależy od miejsca ustawienia karmnika.
- 3 Weryfikacja hipotezy:** Uczniowie prowadzili obserwacje zgodnie z poniższym planem i zapisywali otrzymane wyniki.

Plan przeprowadzenia obserwacji

Element obserwacji	Obserwacja
Obiekt badań	Przedstawiciele różnych gatunków ptaków odwiedzających karmnik.
Cel badań	Określenie liczby gatunków ptaków odwiedzających szkolny karmnik oraz karmnik ustawiony w lesie.
Miejsce	Miejsce w pobliżu szkolnego karmnika oraz karmnika ustawionego w lesie (obserwacje należy prowadzić w takiej odległości od karmnika, by nie niepokoić ptaków).
Czas	Termin prowadzenia obserwacji: ostatni tydzień stycznia. Obserwacje należy prowadzić codziennie w godz. 7.00–8.00.
Sposób wykonania obserwacji	Uczniowie dzielą się na dwie grupy: pierwsza grupa obserwuje karmnik szkolny, a druga – karmnik ustawiony w lesie. Obie grupy notują wszystkie gatunki ptaków, które przylatują do karmników. Aby zidentyfikować poszczególne gatunki, wykonują zdjęcia i porównują je ze zdjęciami znalezionymi w internecie.
Dokumentacja i analiza wyników	Zapisywanie danych w tabeli. Po zakończeniu obserwacji opracowanie wyników (przygotowanie tabeli zbiorczej i wykresu).

- 4 Wyniki:** Szkolny karmnik odwiedzili przedstawiciele 4 gatunków ptaków, a karmnik ustawiony w lesie – przedstawiciele 12 gatunków ptaków.
- 5 Wniosek:** Liczba gatunków ptaków przylatujących do karmnika różni się w zależności od miejsca ustawienia karmnika. Szkolny karmnik odwiedza mniej gatunków ptaków niż karmnik ustawiony w lesie.

Polecenia kontrolne

1. Zaplanuj doświadczenie, które pozwoli określić wpływ wyciągu z czosnku na kiełkowanie nasion fasoli. W tym celu:
 - a. sformułuj problem badawczy i hipotezę badawczą,
 - b. zaplanuj próbę badawczą i próbę kontrolną,
 - c. zaproponuj sposób dokumentowania wyników i ich analizy.
2. Opisz próbę badawczą i próbę kontrolną w doświadczeniu, którego problem badawczy brzmi: wpływ dostępu do światła na tempo wzrostu rozłożka czerniejącego (pospolitego gatunku grzyba, który powoduje pleśnienie produktów spożywczych).

1.2. Obserwacje mikroskopowe

Ważne w tym temacie!

- rodzaje mikroskopów
- przygotowywanie świeżego preparatu mikroskopowego
- przeprowadzanie obserwacji mikroskopowych

Obserwacje biologiczne dzieli się na:

- ▶ **obserwacje makroskopowe** – dotyczą obiektów o wielkości powyżej 0,01 mm, które można zobaczyć gołym okiem lub za pomocą lupy (np. obserwacja mrówek) bądź lornetki (np. obserwacja ptaków w lesie),
- ▶ **obserwacje mikroskopowe** – dotyczą obiektów o wielkości poniżej 0,01 mm, których nie można zobaczyć gołym okiem, przez co konieczne jest użycie mikroskopu (np. obserwacja komórek lub organelli komórkowych).

■ Techniki mikroskopowe

W badaniach biologicznych korzysta się m.in. z mikroskopów optycznych (świetlnych) i mikroskopów elektronowych. Oba rodzaje mikroskopów różnią się np. powiększeniem obrazu.

Mikroskopy optyczne

W mikroskopach optycznych do uzyskania obrazu wykorzystuje się światło. Najlepsze mikroskopy optyczne pozwalają na mniej więcej **1000-krotne** powiększenie obrazu. Dzięki temu możliwe jest przyjrzenie się bardzo małym obiektem, takim jak pojedyncze komórki lub niektóre organelle.



Mikroskop fluorescencyjny jest odmianą mikroskopu optycznego. Umożliwia obserwację struktur komórkowych, które wybarwia się substancjami fluorescencyjnymi (emitującymi światło pod wpływem wzbudzenia).

Mikroskopy optyczne umożliwiają obserwowanie komórek – zarówno **żywych, jak i martwych**. Żywe komórki oglądane przez mikroskop zachowują naturalne kolory, jednak szczegóły ich budowy nie są dobrze widoczne. Z tego względu do obserwacji poszczególnych struktur komórkowych wykorzystuje się martwe komórki, które są specjalnie barwione i utrwalone chemicznie.

Samouczek

Obliczanie powiększenia obrazu widzianego przez mikroskop optyczny

Aby określić, ile razy został powiększony obraz widziany pod mikroskopem optycznym, należy pomnożyć powiększenie okularu przez powiększenie obiektywu.

Przykład:

Powiększenie okularu: $10 \times$

Powiększenie obiektywu: $40 \times$

Powiększenie obrazu: $10 \times 40 = 400 \times$

powiększenie obrazu obserwowanego obiektu = powiększenie okularu \times powiększenie obiektywu

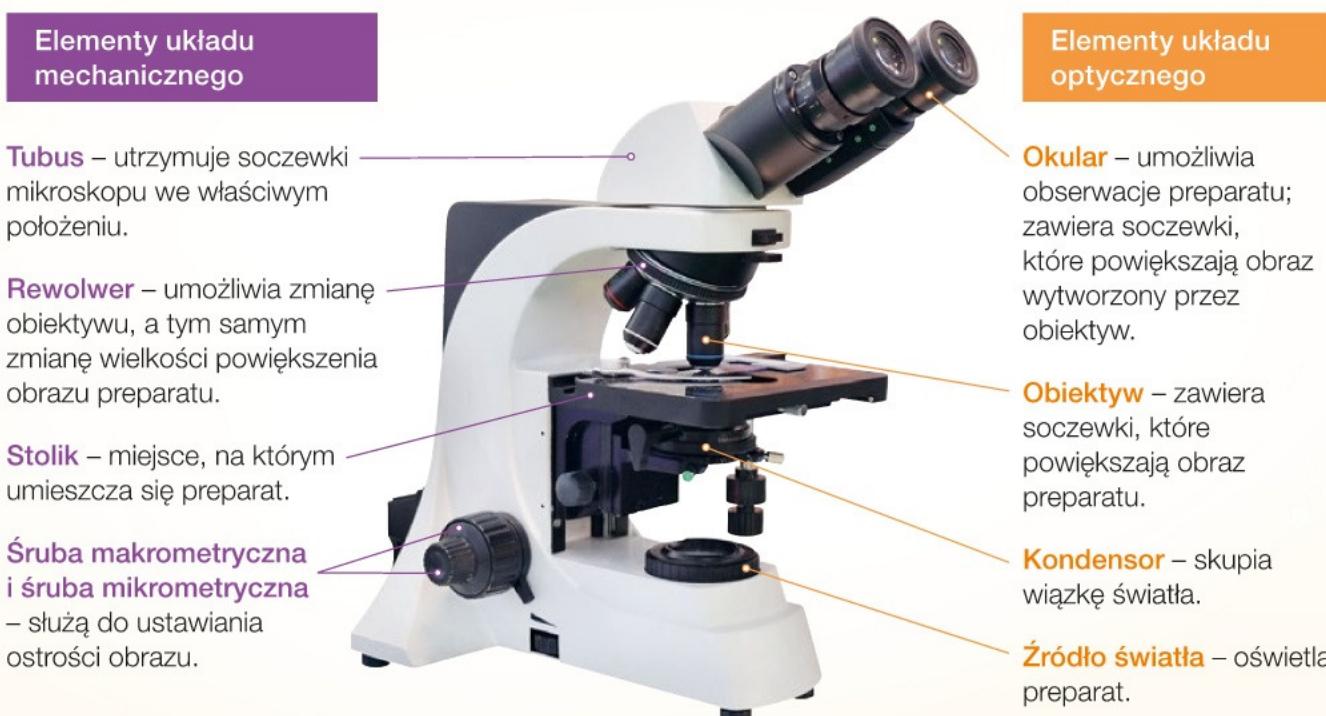
Budowa i zasada działania mikroskopu optycznego

Mikroskopy optyczne (świetlne) są wykorzystywane do obserwowania m.in. budowy tkanek i komórek.

■ Budowa mikroskopu optycznego

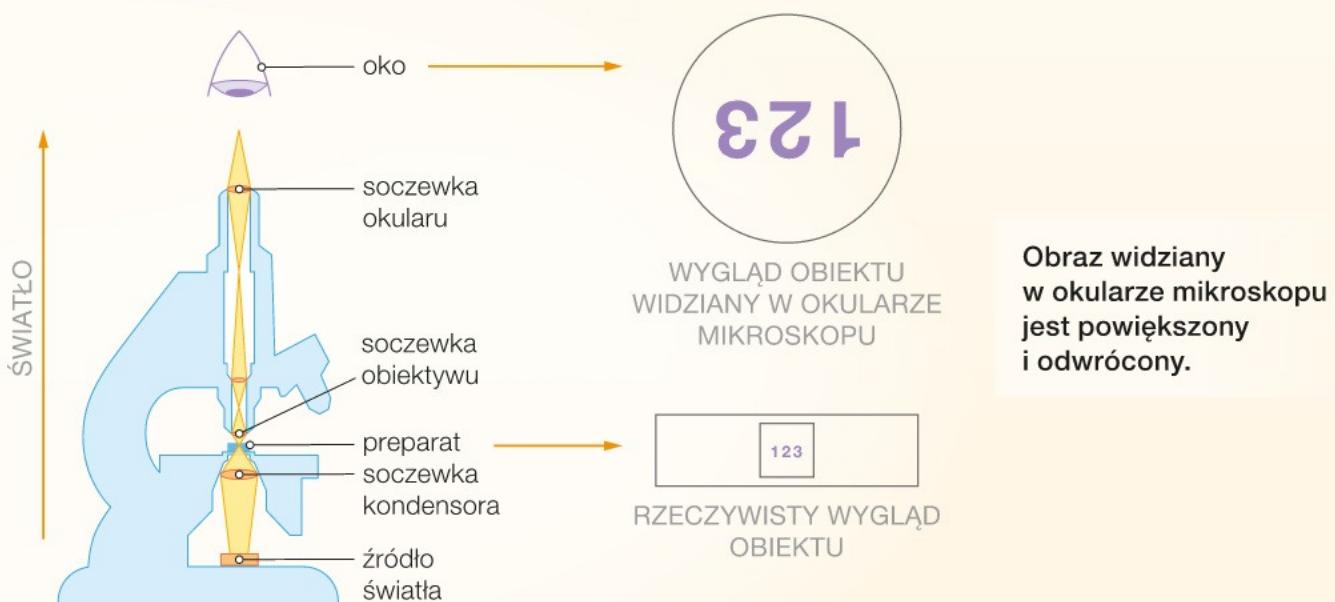
Mikroskop optyczny jest wyposażony w elementy układu optycznego i układu mechanicznego.

Układ optyczny służy do oświetlenia preparatu itworzenia jego obrazu. Z kolei układ mechaniczny umożliwia m.in. przesuwanie preparatu.



■ Zasada działania mikroskopu optycznego

Obraz w mikroskopie optycznym powstaje dzięki skierowaniu – za pomocą soczewek kondensora – wiązki światła na preparat. Gdy światło przejdzie przez preparat, obraz zostanie najpierw powiększony przez soczewki obiektywu i okularu, a następnie zogniskowany w oku obserwatora.



DEFINICJA

Średnia ważona to średnia, która uwzględnia różną wagę (ważność) poszczególnych wyników.

PRZYKŁAD

Średnią ważoną najłatwiej zrozumieć na przykładzie obliczania oceny końcowej z różnych przedmiotów, np. z biologii.

OCENY	Aktywność na lekcji	Odpowiedź ustna	Kartkówka	Praca klasowa
WAGI OCEN	4, 5 1	3 2	3 2	4 3
Ustala się je indywidualnie w każdej szkole.				

Każdą ocenę mnoży się przez jej wage, a otrzymane wyniki się sumuje.

$$\text{średnia ważona} = \frac{(4 \cdot 1) + (5 \cdot 1) + (3 \cdot 2) + (3 \cdot 2) + (4 \cdot 3)}{1 + 1 + 2 + 2 + 3} = \frac{33}{9} = 3,67$$

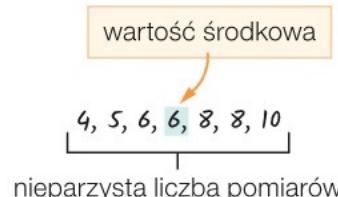
Dodajemy wagi poszczególnych ocen.

Medianą to środkowa wartość w uporządkowanym szeregu danych.

Obliczanie mediany jest szczególnie przydatne w tych próbach, w których występują wartości skrajnie niskie i skrajnie wysokie. Jest tak, ponieważ wartości te – w odróżnieniu od średniej arytmetycznej – nie wpływają na medianę.

Nieparzysta liczba pomiarów

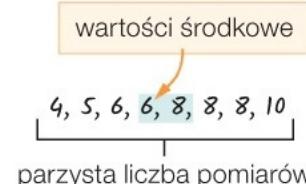
Jeśli liczba pomiarów jest nieparzysta, to medianą jest liczba środkowa.



$$\text{mediana} = 6$$

Parzysta liczba pomiarów

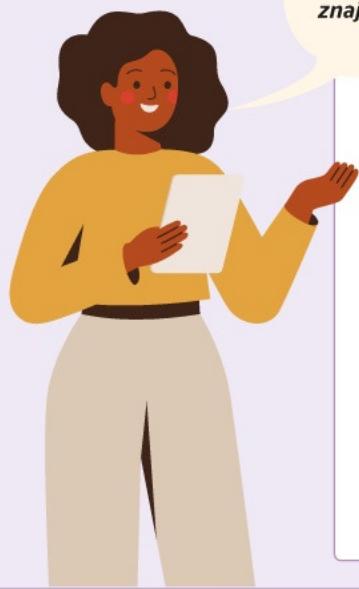
Jeśli liczba pomiarów jest parzysta, to medianą jest średnia arytmetyczna dwóch środkowych pomiarów.



$$\text{mediana} = \frac{6 + 8}{2} = 7$$

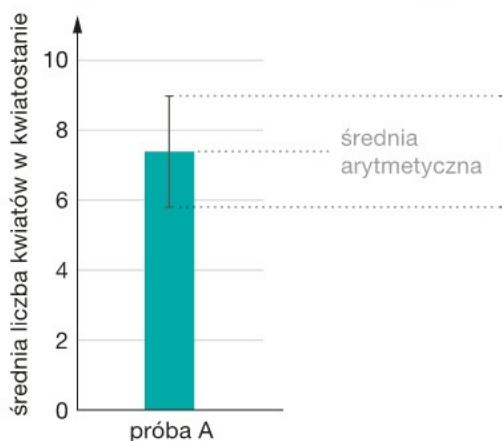
**DEFINICJA**

Odchylenie standardowe to miara rozrzutu wyników wokół wartości średniej arytmetycznej.

**PRZYKŁAD**

- Wysoka wartość odchylenia standardowego oznacza, że wartości pomiarów w próbie są oddalone od wartości średniej.
- Niska wartość odchylenia standardowego oznacza, że wartości pomiarów w próbie są zbliżone do wartości średniej.

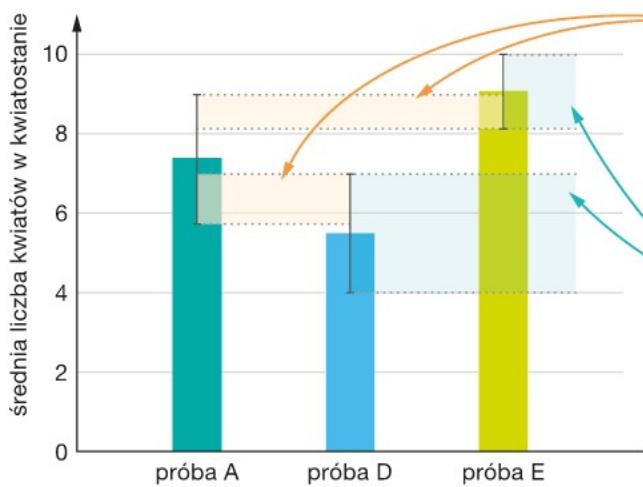
Na wykresie odchylenie standardowe najczęściej przedstawia się za pomocą tzw. wąsów, czyli pionowych linii zaznaczających obszar obejmujący wartości znajdujące się nad i pod wartością średniej arytmetycznej. Do obliczenia odchylenia standardowego wykorzystuje się programy statystyczne.



Wąs odchylenia standardowego zaznacza się nad wartością średnią oraz pod nią.

Dlaczego warto analizować wąsy odchylenia standardowego?

Analiza odchylenia standardowego dostarcza informacji, których nie można pozyskać dzięki analizie wartości średnich arytmetycznych. Porównanie odchylenia standardowego badanych prób pozwala określić, czy między próbami występują znaczące różnice. Dzięki temu można wyciągnąć poprawne wnioski z prowadzonych badań.



Jeśli przedział wąsów w jednej próbie zazębia się lub pokrywa z przedziałem wskazanym przez wąsy w drugiej próbie, to nie można stwierdzić, że występują znaczące różnice między wartościami uzyskanymi w obu próbach. Oznacza to, że między próbą A a próbą B oraz między próbą A a próbą C nie występują istotne różnice.

Jeśli przedział wąsów w porównywanych próbach się nie pokrywa, to można przypuszczać, że między wartościami uzyskanymi w obu próbach występują znaczące różnice. Oznacza to, że między próbą B a próbą C występują istotne różnice.



Wykorzystanie analizy statystycznej do interpretacji wyników doświadczenia

Uczniowie chcieli sprawdzić, czy ograniczenie liczby kwiatów w kwiatostanie jabłoni do jednego wpływa na masę owocu powstającego w tym kwiatostanie.



- 1 Problem badawczy:** Wpływ ograniczenia liczby kwiatów w kwiatostanie jabłoni do jednego na masę dojrzałego owocu.
- 2 Hipoteza badawcza:** Ograniczenie liczby kwiatów w kwiatostanie jabłoni do jednego powoduje, że dojrzały owoc osiąga większą masę.
- Próba badawcza:** pięć owoców jabłoni wytworzonych z kwiatostanów, w których usunięto wszystkie kwiaty poza jednym.
- Próba kontrolna:** pięć owoców jabłoni wytworzonych z kwiatostanów, w których pozostawiono wszystkie kwiaty.
- 3 Wyniki doświadczenia:**

Rodzaj próby	Masa owocu [g]				
	owoc 1	owoc 2	owoc 3	owoc 4	owoc 5
Próba badawcza	165,0	186,6	190,5	201,5	205,2
Próba kontrolna	95,8	98,6	102,2	105,0	110,1

Próba badawcza

- Średnia arytmetyczna:

$$\bar{x} = \frac{165,0 + 186,6 + 190,5 + 201,5 + 205,2}{5} = 189,8 \text{ g}$$

- Odchylenie standardowe: 15,8 g

Próba kontrolna

- Średnia arytmetyczna:

$$\bar{x} = \frac{95,8 + 98,6 + 102,2 + 105,0 + 110,1}{5} = 102,3 \text{ g}$$

- Odchylenie standardowe: 5,6 g

Wpływ ograniczenia liczby kwiatów w kwiatostanie jabłoni do jednego na masę dojrzałego owocu



- 4 Wniosek:** Ograniczenie liczby kwiatów w kwiatostanie jabłoni do jednego powoduje zwiększenie masy dojrzałego owocu. Oznacza to, że hipoteza badawcza została potwierdzona.

Polecenia kontrolne

- Określ, za pomocą jakiego typu wykresu (liniowego, kolumnowego czy kołowego) można przedstawić porównanie liczby gatunków ryb występujących w trzech potokach górskich. Odpowiedź uzasadnij.
- Podaj różnicę między średnią arytmetyczną a medianą.

1.4. Analiza materiałów źródłowych w badaniach biologicznych

Ważne w tym temacie!

- odróżnianie faktów od opinii
- krytyczne podejście do informacji pozyskanych z różnych źródeł, w tym ze źródeł internetowych
- odróżnianie wiedzy potocznej od wiedzy zdobytej za pomocą metod naukowych

Rozwój mediów i internetu sprawił, że każdego dnia ludzie mają dostęp do ogromnej liczby informacji. Niektóre informacje są prawdziwe, inne zaś mogą być fałszywe, np. wskutek niewiedzy osoby, która je przedstawia, lub chęci przekonania do określonych poglądów czy idei.

Ponadto media często stosują różne techniki manipulacji, których celem jest wpłynięcie na odbiorcę i wprowadzenie go w błąd. Jak więc odróżnić wiarygodne informacje od nieprawdy?

■ Fakty a opinie

Do oceny wiarygodności informacji niezbędna jest umiejętność odróżniania faktów od opinii. **Fakt** to coś, co zaszło lub zachodzi w rzeczywistości. Fakty zawsze są prawdziwe, dlatego można je sprawdzić i potwierdzić. Z kolei **opinia** to ocena danego obiektu, zjawiska lub sytuacji. Opinie są zawsze subiektywne i stanowią wyraz poglądów mówiącego. Oznacza to, że mogą różnić się w zależności od tego, jakie przekonania ma osoba, które je wygłasza.

Fakt czy opinia?

Fakty i opinie różnią się czterema głównymi cechami.

■ Fakt

- coś, co wydarzyło się w rzeczywistości
- jest obiektywny i uniwersalny
- można go udowodnić
- nie zawiera oceny i słownictwa wartościującego (np. najlepszy, najgorszy)

Pędy skrzypu polnego zawierają krzemionkę, a krzem jest jednym z pierwiastków obecnych we włosach.



■ Opinia

- pogląd lub przekonanie na dany temat
- jest subiektywna
- trudno ją udowodnić
- zawiera ocenę i słownictwo wartościujące (np. najlepszy, najgorszy)

Stosowanie preparatów na bazie skrzypu polnego to najlepszy sposób na piękne włosy.



■ Techniki manipulacji informacjami

Aby ustrzec się przed fałszywymi informacjami, należy zwracać uwagę na to, w jaki sposób są one przedstawiane. Niektórzy ludzie

stosują techniki, których celem jest wywołanie u odbiorcy określonych uczuć. Do technik manipulacji informacjami należą m.in. fake newsy, bańki informacyjne oraz clickbaity.

Techniki manipulacji informacjami oraz sposoby ochrony przed nimi

CO MOŻE WPROWADZAĆ NAS W BŁĄD?



Fake news [wym. fejk nius]

Fałszywa informacja rozpoznawcza dla żartu lub w celu wywołania określonej reakcji. Sprawia wrażenie prawdziwej informacji, dlatego trudno ją od niej odróżnić.



Chityna zawarta w jadalnych owadach to trucizna!

Przykładem fake newsa jest informacja o toksyczności jadalnych owadów z powodu zawartej w nich chityny. Tymczasem chityna występuje również we wszystkich jadalnych grzybach.



Baćka informacyjna

Zjawisko związane z działaniem internetowych algorytmów. Polega na dopasowywaniu treści do konkretnej osoby na podstawie wcześniejszej aktywności w sieci. W efekcie do użytkownika docierają tylko takie informacje, które są zgodne z jego poglądami.



To cudowny lek na wszystkie choroby!

Przykładem zamknięcia w bańce informacyjnej może być podejście do homeopatii. Niektórzy ludzie są przekonani, że istnieją liczne dowody na jej działanie, ponieważ tylko takie artykuły podsuwają im internetowe algorytmy.



Clickbait [wym. klikbajt]

Kontrowersyjny lub sensacyjny tytuł, który zachęca do kliknięcia. Po przejściu do artykułu często okazuje się, że doniesienie zawarte w nagłówku jest nieprawdziwe lub artykuł jest sponsorowany.



**Leczenie raka nigdy nie było tak proste!
Wystarczy zastosować te trzy domowe sposoby.**



Jak się bronić?

- Sprawdzaj autorów artykułów oraz dane, na które się powołują.
- Weryfikuj źródło, w którym pojawia się dana informacja.



Jak się bronić?

- Szukaj informacji w wielu różnych źródłach.



Jak się bronić?

- Unikaj czytania artykułów o sensacyjnych tytułach.
- Weryfikuj informacje pozyskane z niepewnych źródeł – w tym celu sięgaj po publikacje naukowe.



Podsumowanie



1 Metody prowadzenia badań naukowych w biologii

Metody badawcze w biologii	
obserwacja	doświadczenie
<ul style="list-style-type: none">w jej przebiegu badacz nie wpływa na obserwowany organizm, proces czy zjawisko, lecz przeprowadza bezpośrednią analizę za pomocą zmysłów oraz dokonuje pomiarów	<ul style="list-style-type: none">w jej przebiegu badacz celowo i w kontrolowanych warunkach zmienia jeden lub kilka czynników wpływających na przedmiot doświadczenia

2 Rodzaje zmiennych

Podział zmiennych		
zmienna niezależna	zmienna zależna	zmienna kontrolowana
Jej wartość jest zmieniana przez badacza, np. temperatura.	Jej wartość zmienia się pod wpływem zmiennej niezależnej, np. intensywność transpiracji.	Jej wartość jest kontrolowana przez badacza, tak aby nie wpływała na wynik badań, np. częstotliwość podlewania.

3 Elementy badań naukowych

Badany czynnik – czynnik, którego wpływ na przedmiot badań chce się poznać, np. kierunek padania promieni świetlnych. Stanowi zmienną niezależną w badaniu.

Przedmiot badań – zjawisko (lub proces), który chce się poznać i na który ma wpływ badany czynnik, np. kierunek wzrostu pędu. Stanowi zmienną zależną w badaniu.

Obiekt badań – materiał biologiczny lub organizm, na którym przeprowadza się badanie, np. siewki owsa.

4 Etapy badań biologicznych

Etap badania	Wykonywane czynności
Zaobserwowanie zjawiska lub procesu	Zaobserwowanie przez badacza nieznanego organizmu, niewytłumaczonego procesu lub niezrozumiałego zjawiska.
Sformułowanie problemu badawczego	Określenie celu badania – problem badawczy powinien zawierać informacje na temat przedmiotu badań, obiektu badań i badanego czynnika. Przyjmuje on postać zdania pytającego lub równoważnika zdania.
Postawienie hipotezy badawczej	Udzielenie przewidywanej (niekoniecznie właściwej) odpowiedzi na pytanie sformułowane w problemie badawczym. Hipoteza badawcza ma formę zdania oznajmującego (twierdzącego lub przeczącego).
Zweryfikowanie hipotezy	Sprawdzenie prawdziwości hipotezy badawczej za pomocą obserwacji lub doświadczenia. Etap ten obejmuje: <ul style="list-style-type: none">• zaplanowanie badań, w tym określenie prób badawczych i prób kontrolnych,• przeprowadzenie i dokumentację badań, a także analizę ich wyników.
Sformułowanie wniosku	Określenie, czy hipoteza badawcza została potwierdzona czy odrzucona.

5 Podział prób w doświadczeniu biologicznym

Rodzaje prób w doświadczeniu biologicznym	
próba badawcza	próba kontrolna
Próba, w której przedmiot badań jest poddany działaniu czynnika wymienionego w problemie badawczym.	Próba, w której przedmiot badań nie jest poddany działaniu czynnika wymienionego w problemie badawczym. Wyróżnia się: <ul style="list-style-type: none"> • próbę kontrolną pozytywną (próbę, w której – na podstawie dotychczasowej wiedzy – spodziewamy się zaobserwować badane zjawisko lub proces), • próbę kontrolną negatywną (próbę, w której nie spodziewamy się zaobserwować badanego zjawiska lub procesu).

6 Powiększenie mikroskopu – stosunek rozmiaru obrazu obiektu do jego rzeczywistej wielkości.

powiększenie obrazu obserwowanego obiektu = powiększenie okularu × powiększenie obiektywu

7 Porównanie rodzajów mikroskopów

Cecha	Mikroskop optyczny	Skaningowy mikroskop elektronowy (SEM)	Transmisyjny mikroskop elektronowy (TEM)
Maksymalne powiększenie obrazu	ok. 1000 razy	ok. 100 000 razy	ok. 1 000 000 razy
Uzyskiwanie obrazu	światło widzialne	wiązka elektronów	wiązka elektronów
Możliwość obserwacji żywych obiektów	tak	nie	nie
Obraz	dwuwymiarowy	trójwymiarowy	dwuwymiarowy
Przykład zastosowania	obserwacje kształtów komórek i niektórych ich organelli	uzyskanie trójwymiarowego obrazu powierzchni komórek	szczegółowe obserwacje wnętrza komórki

8 Etapy przygotywania świeżego preparatu mikroskopowego

1. Nanieś kroplę wody na wyczyszczone szkiełko podstawnego.
2. Umieść w kropli wody odpowiednio przygotowany obiekt badawczy.
3. Przykryj czystym szkiełkiem nakrywkowym kroplę wody wraz z obiektem badawczym.

9 Etapy przeprowadzania obserwacji mikroskopowej

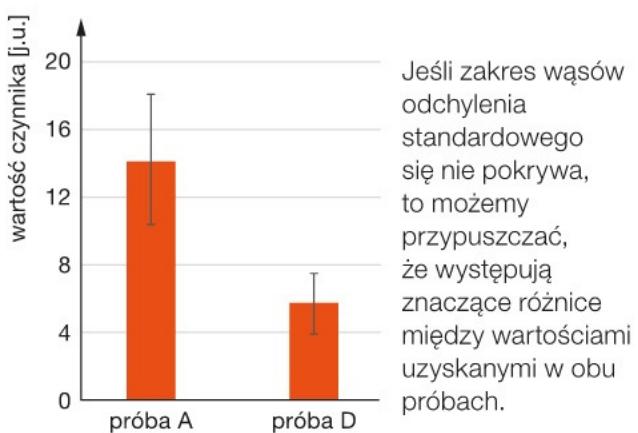
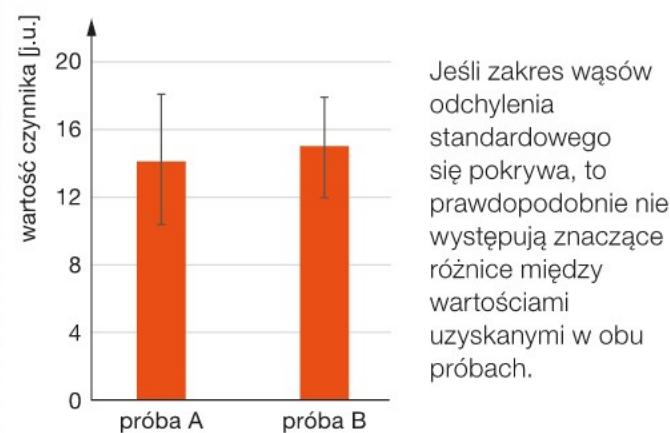
1. Wyczyść części optyczne mikroskopu i ustaw obiektywy o najmniejszym powiększeniu.
2. Umieść preparat na stoliku i włącz źródło światła.
3. Ustaw ostrość obrazu za pomocą śrub makrometrycznej i mikrometrycznej.
4. Aby obejrzeć preparat pod większym powiększeniem, zmień obiektywy, a następnie ustaw ostrość obrazu za pomocą śruby mikrometrycznej.
5. Udokumentuj obserwację – wykonaj rysunek lub zrób zdjęcie.
6. Po zakończeniu obserwacji ustaw ponownie obiektywy o najmniejszym powiększeniu, wyłącz źródło światła i usuń preparat ze stolika.



10 Podstawowe parametry statystyczne wykorzystywane w badaniach biologicznych

Parametr statystyczny	Opis
Minimum	• Najniższa wartość w próbie.
Maksimum	• Najwyższa wartość w próbie.
Zakres zmienności	• Przedział wartości znajdujący się między minimum a maksimum.
Dominanta	• Wartość, która jest najczęstsza w badanej próbie i występuje więcej niż raz.
Mediana	• Wartość środkowa w uporządkowanym szeregu danych. – Jeśli liczba pomiarów jest nieparzysta, to medianę stanowi wartość środkowa. – Jeśli liczba pomiarów jest parzysta, to medianę wyznacza się przez obliczenie średniej arytmetycznej z dwóch środkowych pomiarów.
Średnia arytmetyczna	• Suma wartości wszystkich pomiarów podzielona przez liczbę pomiarów.
Średnia ważona	• Średnia wyników, która uwzględnia różną ważność (wagę) poszczególnych wyników. • Wyniki pomiarów o większej wagie mają większy wpływ na wartość średniej.
Odchylenie standardowe	• Wartość określająca, w jakim stopniu wyniki pomiarów w próbie odbiegają od wartości średniej arytmetycznej. – Wysoka wartość odchylenia standardowego oznacza, że wartości pomiarów w próbie są oddalone od wartości średniej. – Niska wartość odchylenia standardowego oznacza, że wartości pomiarów w próbie są zbliżone do wartości średniej.

11 Analiza wykresu z wąsami wyznaczającymi odchylenie standardowe



12 Porównanie źródeł wiedzy

Źródła wiedzy	
wiarygodne	niewiarygodne
<ul style="list-style-type: none"> • przedstawiają fakty • przedstawiają dowody naukowe • są oparte na dobrze zaplanowanych doświadczeniach lub obserwacjach, które można powtórzyć 	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawiają opinie • przywołują dowody anegdotyczne • są oparte na niewłaściwie zaplanowanych doświadczeniach lub obserwacjach



Sposób na zadania

WYKONAJ W ZESZTYCIE

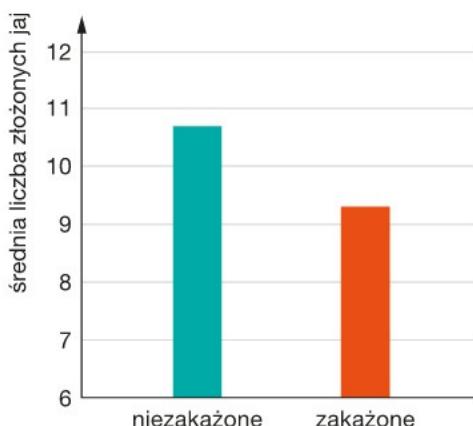


- 1 W Kalifornii w Stanach Zjednoczonych 1/4 populacji jaszczurki *Sceloporus occidentalis* jest zakażona pasożytem wywołującym jaszczurczą malarię. W latach 1978–1982 zbadano liczbę jaj składanych przez samice jaszczurek zakażonych malarią oraz liczbę jaj składanych przez samice niezakażone tą chorobą. Wyniki badań przedstawiono na poniższym wykresie.

Określ badany czynnik (X).

Odszukaj obiekt badań (Z).

Odszukaj przedmiot badań (Y).

Na podstawie: Ch.J. Krebs, *Ekologia*, Warszawa 2011, s. 244–245.

- a) Sformułuj problem badawczy do przedstawionych badań.

Problem badawczy możesz opisać na dwa sposoby:
Czy X wpływa na Y u Z? lub Wpływ X na Y u Z.

Rozwiązańe:

Wpływ zakażenia malarią jaszczurczą na liczbę jaj składanych przez jaszczurki *Sceloporus occidentalis*. / Czy malaria jaszczurcza wpływa na liczbę jaj składanych przez jaszczurki *Sceloporus occidentalis*?

- b) Podaj, które samice – zakażone malarią czy niezakażone malarią – stanowiły próbę kontrolną w opisanych badaniach.

Zastanów się, jaką jest różnica między próbą badawczą a próbą kontrolną. Sprawdź, w której próbie nie ma X.

Rozwiązańe:

Próba kontrolna: samice niezakażone malarią.

- c) Sformułuj wniosek na podstawie wyników przedstawionych badań.

Wniosek powinien odnosić się zarówno do problemu badawczego, jak i do uzyskanych wyników badań. Pamiętaj, żeby zawrzeć w nim X, Y i Z.

Rozwiązańe:

Jaszczurki *Sceloporus occidentalis* zakażone pasożytem wywołującym jaszczurczą malarię składają mniej jaj niż jaszczurki niezakażone. / Zakażenie pasożytem wywołującym jaszczurczą malarię powoduje zmniejszenie liczby jaj składanych przez jaszczurki *Sceloporus occidentalis*.



Zadanie analogiczne

[WYKONAJ W ZESZYCIE](#)

- 1 Poniższe rysunki przedstawiają wyniki doświadczenia, podczas którego sprawdzano, czy obecność światła wpływa na rozwój młodych roślin z bulw ziemniaka (*Solanum tuberosum*). Roślina przedstawiona po lewej stronie wyrosła w ciemności, a roślina po prawej stronie – w świetle.



Na podstawie: S. Lewak, J. Kopcewicz, K. Jaworski, *Fizjologia roślin. Wprowadzenie*, Warszawa 2019, s. 126.

- Sformułuj problem badawczy do przedstawionych badań.
- Podaj, które rośliny – rosnące w ciemności czy roszące w świetle – stanowiły próbę kontrolną w opisanych badaniach.
- Sformułuj wniosek na podstawie wyników przedstawionych badań.

Zadania powtórzeniowe

[WYKONAJ W ZESZYCIE](#)

- 1 W latach 1990–2020 badano liczbę par lęgowych dwóch gatunków ptaków żyjących w parku – mazurka (*Passer montanus*) i zięby (*Fringilla coelebs*). Wyniki badań przedstawiono w tabeli.

Gatunek	Liczba par lęgowych w danym roku						
	1990 r.	1995 r.	2000 r.	2005 r.	2010 r.	2015 r.	2020 r.
Mazurek	18	20	15	9	10	7	3
Zięba	10	9	12	11	10	20	24

- Określ przedmiot oraz obiekt przedstawionych badań.

- b) Rozstrzygnij, dla którego gatunku ptaka – mazurka czy zieby – zakres zmienności liczby par lęgowych w latach 1990–2020 był większy. Odpowiedź uzasadnij.
- c) Korzystając z danych przedstawionych w tabeli, narysuj wykres słupkowy porównujący zmiany liczby par lęgowych mazurka i zieby w latach 1990–2020.

2 „W Polsce na naturalnych stanowiskach rodzaj *Iris* [kosaciec – przyp. red.] jest reprezentowany przez trzy gatunki. [...] *Iris pseudacorus* występuje pospolicie na terenie całego kraju [...] i nie podlega ochronie. *Iris sibirica* i *Iris aphylla* są o wiele rzadsze, w związku z czym zostały objęte całkowitą ochroną [...]. Ponadto należą do taksonów [grup systematycznych – przyp. red.] narażonych na wyginięcie [...]. [...] Kosaćce są narażone nie tylko na presję roślinożerców, ale także mogą być porażone przez drobnoustroje. [...] Owoce kosaćców atakuje [...] grzyb *Alternaria alternata*. [...] Zainfekowane owoce pokrywają się brązowymi plamami, a chore nasiona są mniejsze od zdrowych i zniekształcone. Badania nad wpływem grzyba na populację *Iris sibirica* prowadzono w Opatkowicach koło Krakowa. W obserwowanej populacji zaatakowanych zostało około 90% torebek, a procent uszkodzonych nasion w torebce wahał się od 6–43 [...].”

W poniższej tabeli przedstawiono liczbę i procent (odsetek) nasion kosaćca syberyjskiego *Iris sibirica*, które zostały zaatakowane przez grzyba *Alternaria alternata* na stanowisku w Opatkowicach w 2000 r. Uszkodzenia zbadano w 15 owocach (torebkach) kosaćca.

Stanowisko	Numer torebki	Liczba uszkodzonych nasion	Procent uszkodzonych nasion
Opatkowice	1	9	6
	2	11	27
	3	14	15
	4	17	15
	5	20	14
	6	21	22
	7	21	23
	8	21	33
	9	27	33
	10	27	30
	11	28	38
	12	31	28
	13	32	30
	14	33	36
	15	43	42

Źródło: K. Kostrakiewicz, *Wpływ zwierząt i drobnoustrojów na populacje kosaćców*, „Chrońmy Przyrodę Ojczystą” 2004, nr 2 (60), s. 34–35, 38–39.

- a) Wykaż, że przedstawione badania zostały przeprowadzone metodą obserwacji.
- b) Oblicz średnią arytmetyczną procenta uszkodzonych nasion kosaćca syberyjskiego.

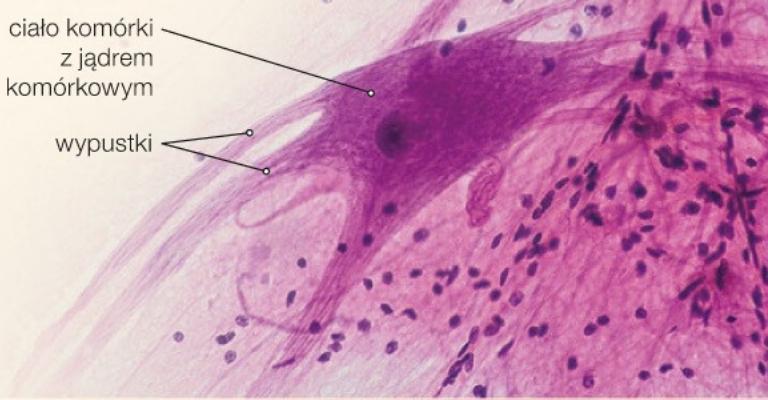
Komórki wyspecjalizowane

Większość komórek organizmów tkankowych w trakcie rozwoju ulega **specjalizacji**. Proces ten polega na przystosowywaniu budowy i właściwości komórek do pełnienia określonych funkcji w organizmie.

■ Komórki zwierzęce

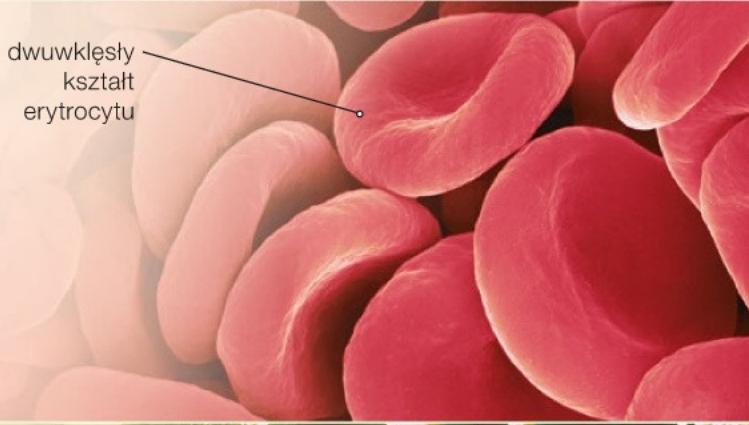
► Neurony

Są przystosowane do przewodzenia impulsów w układzie nerwowym. Mają wydłużony kształt i liczne wypustki o długości nawet 1 m. Neurony łączą się wypustkami, tworząc gęstą sieć, przez którą przekazują informacje – zarówno między sobą, jak i między komórkami różnych narządów.



► Krwinki czerwone

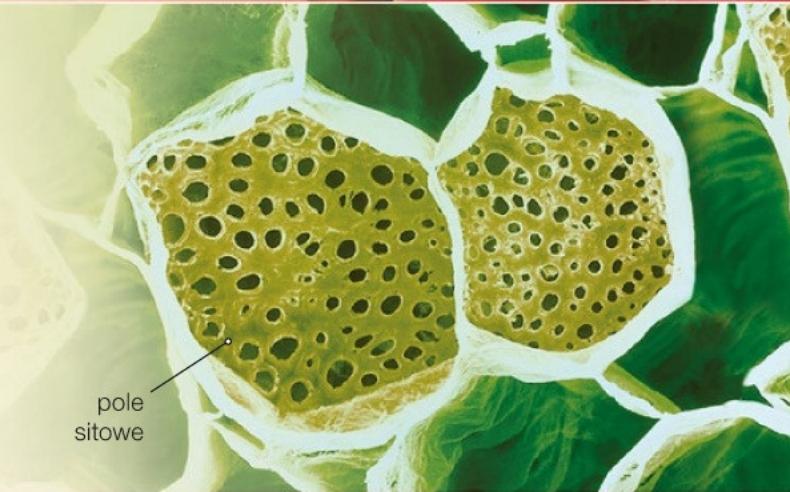
Są przystosowane do transportu tlenu w organizmie. U ssaków nie mają jądra komórkowego i większości organelli, dzięki czemu niemal w całości są wypełnione hemoglobiną. U większości ssaków krwinki czerwone mają dwuwklęsły kształt, który zwiększa powierzchnię wymiany gazowej.



■ Komórki roślinne

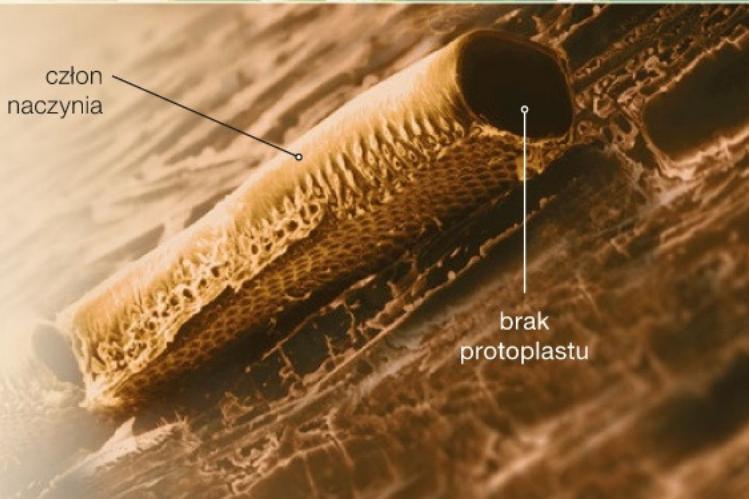
► Człony rurek sitowych

Są przystosowane do przewodzenia asymilatów (produktów fotosyntezy). Mają wydłużony kształt i charakteryzują się brakiem większości organelli. W ścianach komórkowych członów rurek sitowych występują pola sitowe, czyli skupienia otworów, przez które przechodzą pasma cytozolu bogatego w sacharozę. Człony rurek sitowych łączą się ze sobą poprzecznymi ścianami komórkowymi, tworząc długie ciągi – rurki sitowe.



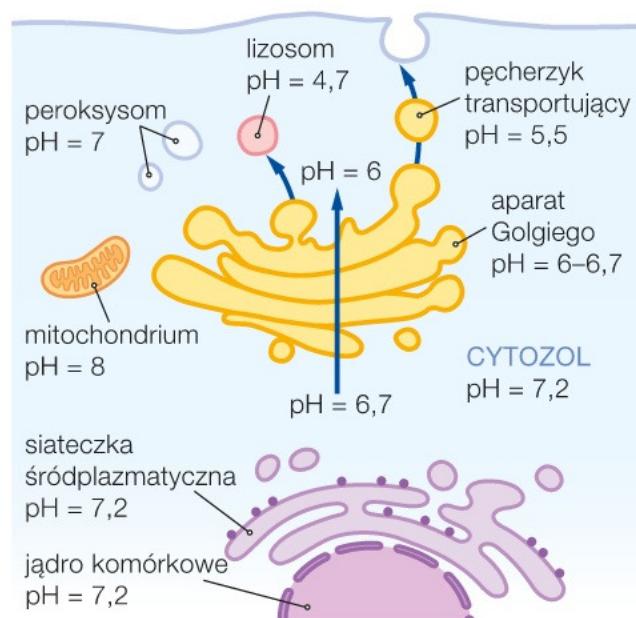
► Człony naczyń

Są przystosowane do przewodzenia wody z solami mineralnymi. Mają wydłużony kształt i składają się wyłącznie z podłużnych, silnie zdrewniałych ścian komórkowych. Człony naczyń są martwe, ponieważ w trakcie ich specjalizacji dochodzi do całkowitej utraty protoplastu (cytoplazmy oraz błony komórkowej). Człony łączą się ze sobą, tworząc długie ciągi – naczynia.



■ Przedziały komórkowe

Przedziały komórkowe to współpracujące ze sobą obszary komórki, które są ograniczone błonami biologicznymi. Zróżnicowanie komórek eukariotycznych na przedziały komórkowe nosi nazwę **kompartmentacji**. Do przedziałów komórkowych – kompartmentów – zalicza się zarówno cytozol, jak i wszystkie organelle otoczone błonami śródplazmatycznymi. W różnych typach przedziałów panują odmienne warunki i odbywają się inne procesy. Często procesy te mają przeciwny charakter, np. w chloroplastach zachodzi synteza związków organicznych z dwutlenkiem węgla i wody, a w mitochondriach – rozkład związków organicznych do dwutlenku węgla i wody. Przedziały komórkowe zapewniają rozdział przestrzenny procesów metabolicznych, dzięki czemu komórka może funkcjonować bez zakłóceń.



Przedziały komórkowe różnią się m.in. wartością pH. Od wartości pH zależy np. funkcjonowanie enzymów – białek, które przyspieszają przebieg procesów metabolicznych.



Obserwacja różnorodności form i kształtów komórek

Wykonaj obserwacje mikroskopowe komórek roślinnych i zwierzęcych. Skorzystaj z samodzielnie przygotowanych preparatów mikroskopowych (np. z miąższu owocu pomidora, z liści moczariki kanadyjskiej, ze skórki liścia spichrzowego cebuli) oraz z trwałych preparatów tkanek roślinnych i zwierzęcych, które są dostępne w pracowni biologicznej. Porównaj rozmiary i kształty obserwowanych komórek, a następnie narysuj w zeszycie wybrane komórki (roślinną i zwierzęcą). Podpisz zaobserwowane struktury komórkowe.

Komórki skórki liścia spichrzowego cebuli
(obraz spod mikroskopu optycznego, preparat barwiony).

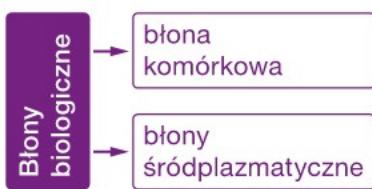


Obserwacja

Polecenia kontrolne

1. Wyjaśnij, dlaczego duże rozmiary komórek ograniczałyby wydajny transport substancji między komórką a środowiskiem zewnętrznym.
2. Określ, jaki rodzaj komórki opisuje poniższy tekst. Odpowiedź uzasadnij za pomocą dwóch argumentów.
Komórka jest oddzielona od otoczenia ścianą komórkową, zbudowaną głównie z celulozy. Wewnętrz komórki znajduje się duża wakuola, wypełniona wodnym roztworem różnych substancji. Obecne w komórce chloroplasty mają w środku ziarna substancji zapasowej, która pod wpływem jodyny barwi się na granatowo.
3. Wymień dwa podobieństwa i dwie różnice w budowie komórki bakteryjnej i komórki eukariotycznej.

3.2. Błony biologiczne



Ważne w tym temacie!

- związek między budową a funkcjami błon biologicznych
- właściwości błon biologicznych

Błony biologiczne są jednym z podstawowych elementów budulcowych komórek. Większość komórek prokariotycznych ma tylko błonę komórkową, natomiast komórki eukariotyczne mają zarówno błonę komórkową, jak i błony śródplazmatyczne.

Funkcje błon biologicznych

Błona komórkowa oddziela wnętrze komórek od środowiska zewnętrznego, a błony śródplazmatyczne tworzą w komórkach odrębne przeźroczyste o różnych właściwościach.

Funkcje błon biologicznych:

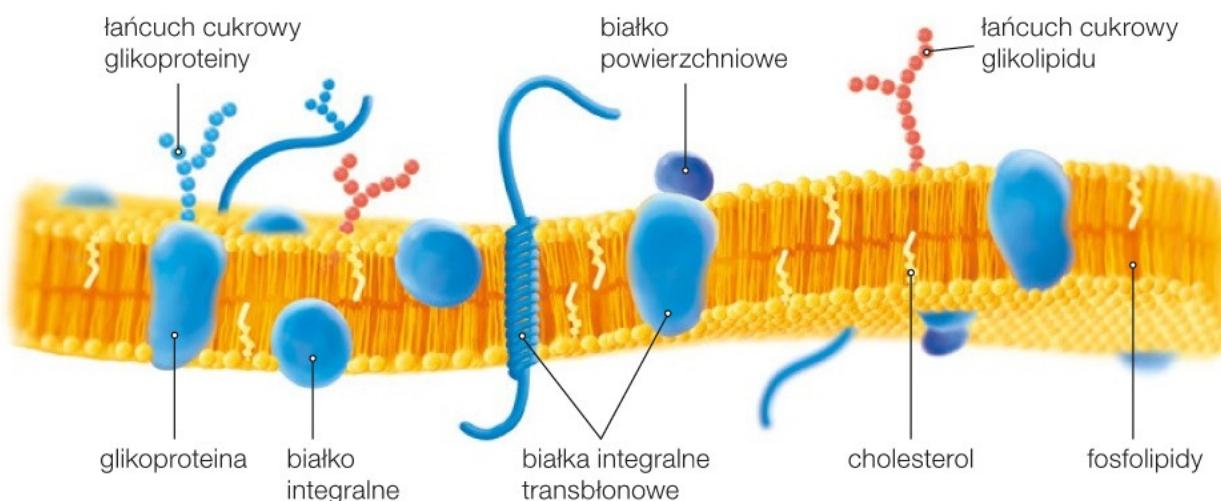
- ▶ **są naturalnymi barierami ochronnymi**, które zabezpieczają komórki i organelle przed zmianami składu chemicznego, uszkodzeniami mechanicznymi oraz wnikaniem drobnoustrojów chorobotwórczych,
- ▶ **odbierają sygnały** z otoczenia i przekazują je do wnętrza komórek lub organelli,
- ▶ **pośredniczą w wymianie substancji** między środowiskami, które rozdzielają.

Budowa błon biologicznych

Wszystkie błony biologiczne mają podobną budowę. Składają się głównie z białek i lipidów, dlatego nazywa się je błonami białkowo-lipidowymi.

Podstawową strukturą błon biologicznych jest **dwuwarstwa lipidowa**, zbudowana głównie z fosfolipidów oraz – w mniejszym stopniu – z glikolipidów. Lipidy te są zwrócone hydrofobowymi ogonami w kierunku wnętrza dwuwarstwy, a hydrofilowymi głowami – w kierunku wodnych roztworów znajdujących się wewnętrz i na zewnątrz komórki lub organellum.

W skład błony komórkowej komórek zwierzęcych – oprócz lipidów złożonych – wchodzi również **cholesterol**. Jego cząsteczki wbudowują się między hydrofobowe reszty kwasów tłuszczowych, dzięki czemu usztywniają i uszczelniają dwuwarstwę. W błonie komórkowej komórek bakterii, roślin i grzybów nie ma cholesterolu, mogą w niej jednak występować inne lipidy izoprenowe.



Budowa błony białkowo-lipidowej – model płynnej mozaiki. W modelu tym dwuwarstwę lipidową porównuje się do morza, a cząsteczki białek – do pływających w nim gów lodowych.

■ Białka błonowe

W skład błon biologicznych wchodzą głównie białka proste, lipoproteiny i glikoproteiny. W zależności od położenia w błonie oraz sposobu związania z dwuwarstwą lipidową białka błonowe dzieli się na integralne i powierzchniowe.

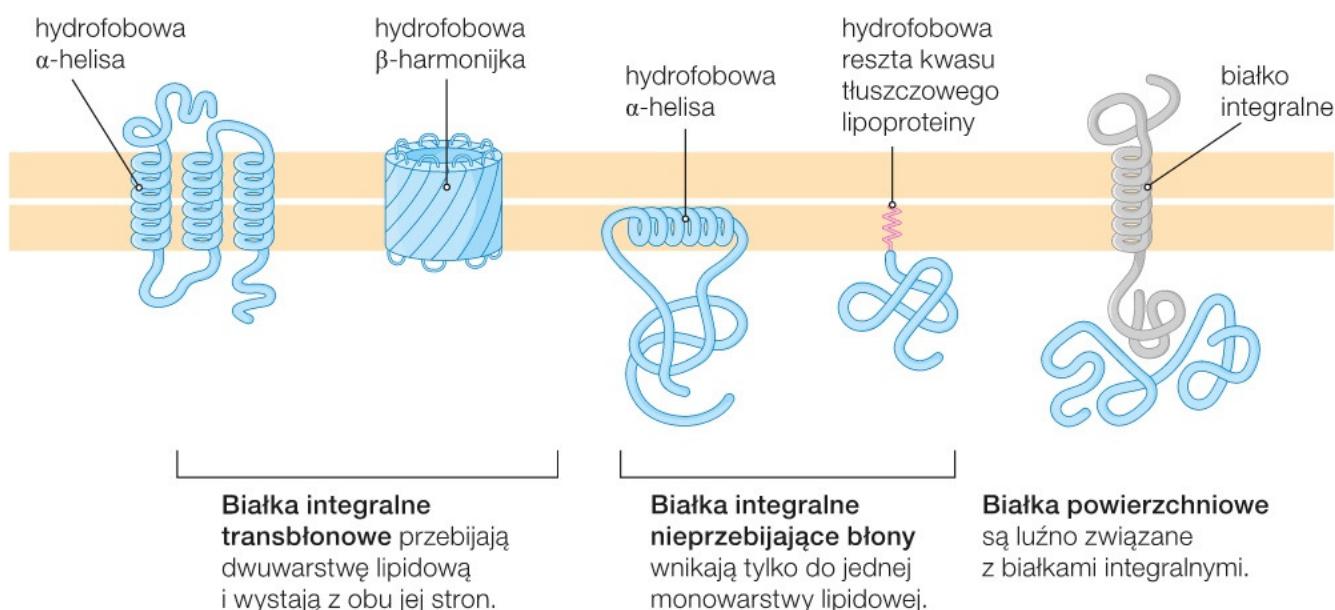
▶ **Białka integralne** mają części hydrofobowe, które wnikają do wnętrza dwuwarstwy lipidowej, oraz części hydrofilowe, które kontaktują się ze środowiskiem wodnym po jednej lub po obu stronach dwuwarstwy.

▶ **Białka powierzchniowe** (peryferyczne) mają właściwości hydrofilowe, dlatego nie wnikają w głęb dwuwarstwy lipidowej. Są one luźno związane z białkami integralnymi, m.in. za pomocą wiązań jonowych oraz wiązań wodorowych.

Podział białek błonowych ze względu na pełnione funkcje:

- ▶ **białka transportujące** umożliwiają wymianę substancji między komórką a otoczeniem oraz między różnymi przedziałami komórki,
- ▶ **białka kotwiczące** zwiększą wytrzymałość mechaniczną błony,
- ▶ **białka receptorowe** odbierają sygnały ze środowiska zewnętrznego lub sygnały docierające od innych komórek,
- ▶ **białka enzymatyczne** przyspieszają niektóre reakcje zachodzące w komórce.

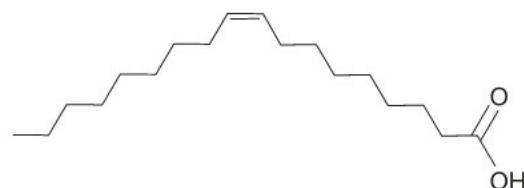
Podział białek błonowych ze względu na sposób związania z dwuwarstwą lipidową



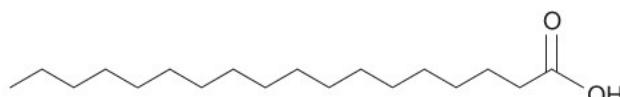
■ Właściwości błon biologicznych

Błony mają charakter płynny. Dzięki nieustannym ruchom cząsteczek fosfolipidów ich konsystencja przypomina olej. Cząsteczki te przemieszczają się głównie w obrębie poszczególnych monowarstw, choć zdarza się, że do wymiany dochodzi między jedną a drugą monowarstwą. Stopień płynności błon zależy od rodzaju fosfolipidów, które budują dwuwarstwę:

- ▶ lipidy o krótkich i nienasyconych łańcuchach węglowodorowych zwiększą płynność błon,
- ▶ lipidy o długich i nasyconych łańcuchach węglowodorowych, a także steroidy zmniejszą płynność błon.



Cząsteczki nienasyconych kwasów tłuszczykowych są wygięte, dlatego ściśle do siebie nie przylegają. W ten sposób zwiększą płynność błon.

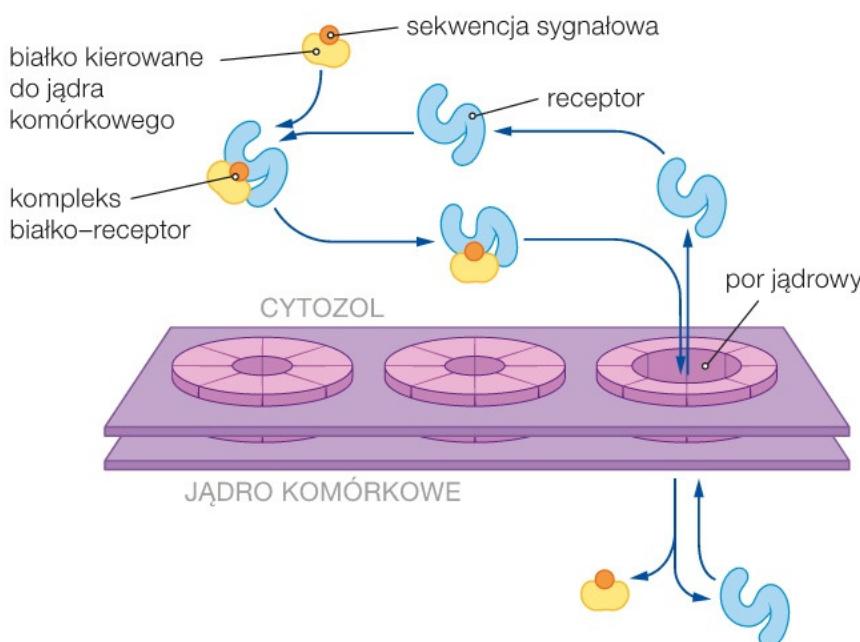


Cząsteczki nasyconych kwasów tłuszczykowych są proste, dlatego ściśle do siebie przylegają. W ten sposób zmniejszą płynność błon.

Dowiedz się więcej

Skąd białko wie, dokąd ma iść?

Na rybosomach cytozolowych powstaje olbrzymia liczba różnych białek. Część z nich pozostaje w cytozolu komórki, a część jest kierowana do organelli komórkowych: jądra komórkowego, mitochondriów, chloroplastów i peroksysemów. Za kierowanie białek do poszczególnych organelli odpowiadają sekwencje sygnałowe, czyli krótkie końcowe fragmenty tych białek. Białka kierowane do jądra komórkowego mają inne sekwencje sygnałowe niż białka kierowane do mitochondriów czy chloroplastów. Brak sekwencji sygnałowej powoduje, że białko pozostaje w cytozolu komórki.



Jeśli białko ma trafić do jądra komórkowego, to jego sekwencja sygnałowa zostaje rozpoznana przez odpowiedni receptor znajdujący się w cytozolu. W efekcie tworzy się kompleks białko–receptor, który przechodzi przez por jądrowy do wnętrza jądra. Tam białko się odłącza, a receptor wraca do cytozolu, gdzie może przyłączyć kolejną cząsteczkę białka kierowanego do jądra komórkowego.

Aparat Golgiego

Aparat Golgiego (AG) powstaje z siateczki śródplazmatycznej. Składa się z wielu płaskich, rozszerzonych na końcach cystern (woreczków), które układają się w stos. Na brzegach stosu tworzą się różnej wielkości pęcherzyki.

Funkcjonowanie aparatu Golgiego wiąże się ściśle z działaniem siateczki śródplazmatycznej. Od cystern i kanalików siateczki odrywają się bowiem pęcherzyki transportujące, które przenoszą białka, fosfolipidy i cholesterol do aparatu Golgiego. W cysternach aparatu Golgiego niektóre z tych związków ulegają modyfikacjom – w ten sposób powstają m.in. glikoproteiny i glikolipidy. Gotowe substancje są następnie sortowane i pakowane do pęcherzyków transportujących, które przenoszą je do miejsca przeznaczenia, czyli:

- ▶ na zewnątrz komórki (np. hormony, enzymy trawienne przewodu pokarmowego, składniki substancji międzykomórkowej),
- ▶ do błony komórkowej oraz błon niektórych organelli (np. fosfolipidy, glikolipidy, cholesterol, białka błonowe lizosomów, peroksysemów i wakuol),
- ▶ do wnętrza organelli (np. enzymy trawienne lizosomów, białka zapasowe wakuol).

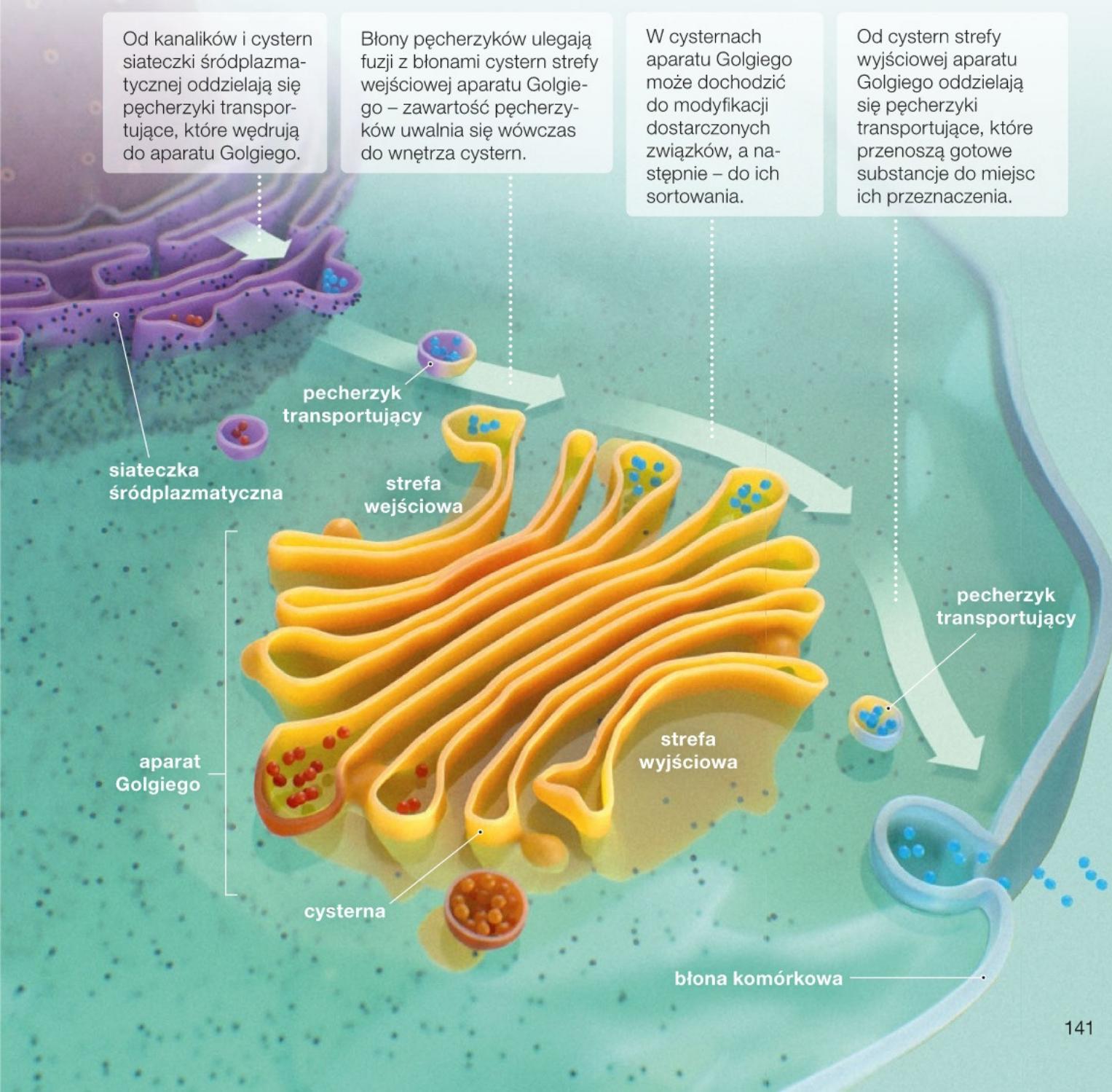
U roślin w cysternach aparatu Golgiego są syntetyzowane polisacharydy (pektyny i hemicyelulozy), wykorzystywane do budowy ściany komórkowej.

U zwierząt aparat Golgiego jest szczególnie dobrze rozwinięty w komórkach wydzielniczych, m.in. w komórkach gruczołów dokrewnych (np. tarczycy) oraz w komórkach gruczołów wydzielania zewnętrznego (np. ślinianek).

Budowa aparatu Golgiego i jego rola w transporcie pęcherzykowym

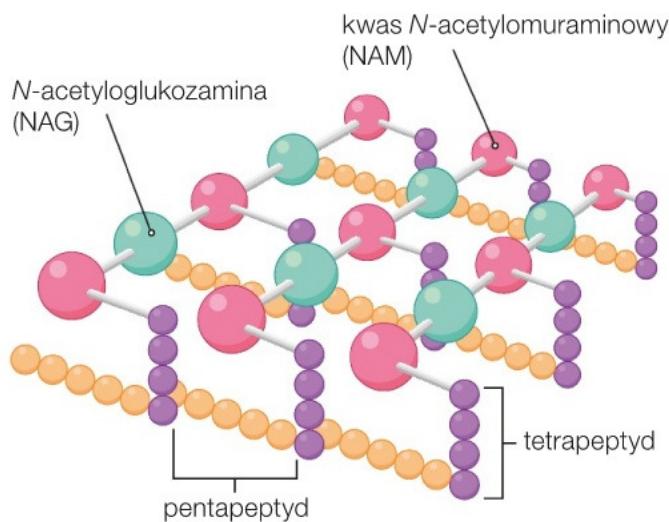
Aparat Golgiego jest zbiorem od 3 do 20 błoniastych cystern ułożonych w stos. Poszczególne cysterny komunikują się ze sobą za pośrednictwem pęcherzyków transportujących. W aparacie Golgiego wyróżnia się dwie strefy:

- ▶ **strefę wejściową (cis)**, zwróconą w kierunku siateczki śródplazmatycznej; cysterny tej strefy odbierają pęcherzyki transportujące, które oddzieliły się od siateczki śródplazmatycznej,
- ▶ **strefę wyjściową (trans)**, zwróconą w kierunku błony komórkowej; od cystern tej strefy oddzielają się pęcherzyki transportujące, które wędrują do błony komórkowej lub tworzą lisosomy (u zwierząt) bądź wakuole (u roślin).



Budowa ściany komórkowej komórek bakterii

Najważniejszym składnikiem ściany komórkowej komórek bakterii jest mureina – peptydoglikan zbudowany z sacharydów i krótkich peptydów. Do sacharydów mureiny należą: *N*-acetyloglukozamina (NAG) oraz kwas *N*-acetylmuramowy (NAM). Peptydy występujące w ścianie komórkowej bakterii składają się z czterech aminokwasów (tetrapeptydy) lub z pięciu aminokwasów (pentapeptydy). Naprzemiennie ułożone cząsteczki NAG i NAM tworzą długie łańcuchy połączone za pomocą peptydów. Ściana komórkowa bakterii jest sztywna i mocna – m.in. chroni komórki przed pęknięciem w środowisku hipotonicznym.



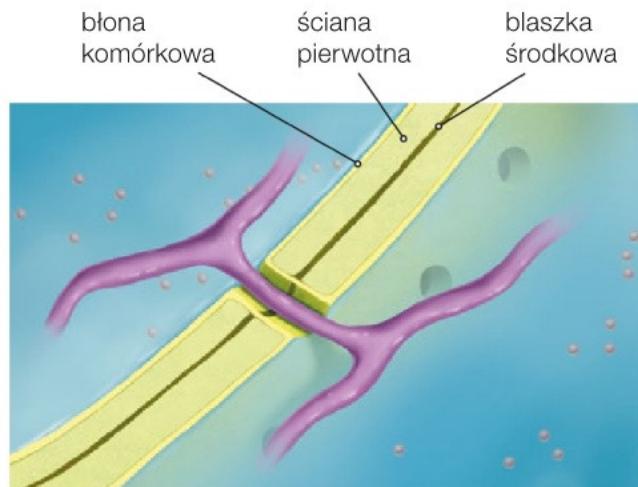
Połączenia międzykomórkowe

Komórki wchodzące w skład tkanek stanowią funkcjonalną całość dzięki występowaniu połączeń międzykomórkowych. Połączenia te zapewniają integralność (spójność) tkanek, a także umożliwiają kontakt między poszczególnymi komórkami.

Za integralność tkanek roślinnych odpowiada **blaszka środkowa**, która spaja ze sobą ściany pierwotne sąsiadujących komórek. Blaszka środkowa jest zbudowana z pektyn – kiedy ulega ona rozpuszczeniu, komórki się rozsuwają. Proces taki zachodzi m.in. w dojrzewających owocach mięsistych, których tkanki stopniowo miękną i kruszczą.

Za kontakt sąsiadujących komórek roślinnych odpowiadają **plazmodesmy**. Są to cienkie pasma cytoplazmy, przenikające z komórki do komórki przez jamki zlokalizowane w ścianach komórkowych. Przez plazmodesmy zachodzi

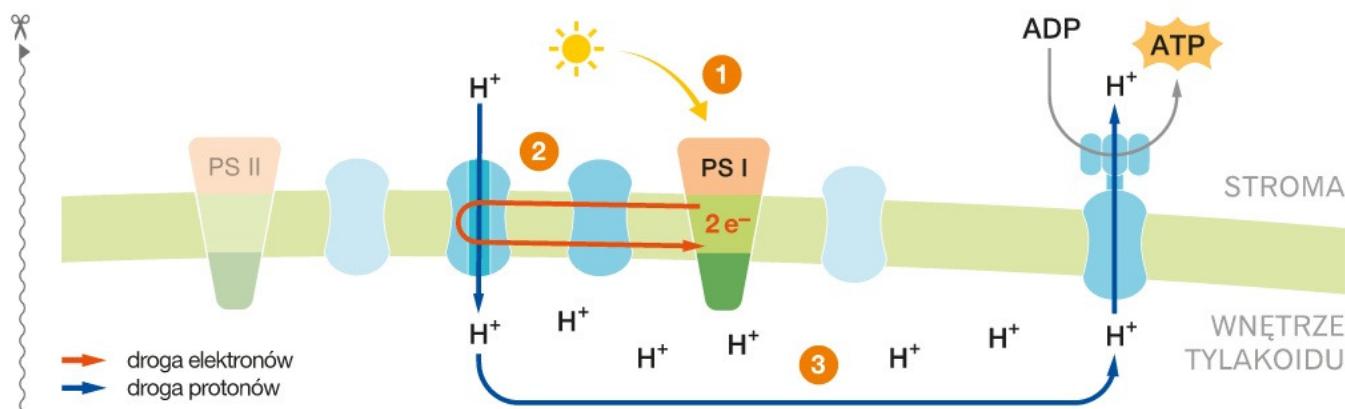
transport wielu substancji, m.in. jonów i niewielkich cząsteczek. Tą drogą mogą również przenikać wirusy powodujące choroby roślin.



Plazmodesmy są otoczone błoną komórkową. Łączą one zarówno cytozol, jak i siateczki śródplazmatyczne sąsiadujących komórek roślinnych.

Polecenia kontrolne

- Podaj trzy funkcje ściany komórkowej.
- Omów budowę ściany komórkowej komórek roślinnych.
- Określ, czym się różni pierwotna ściana komórkowa od wtórnej ściany komórkowej.
- Określ, w jaki sposób są ze sobą połączone komórki tkanek roślinnych.



Fosforylacja fotosyntetyczna cykliczna.

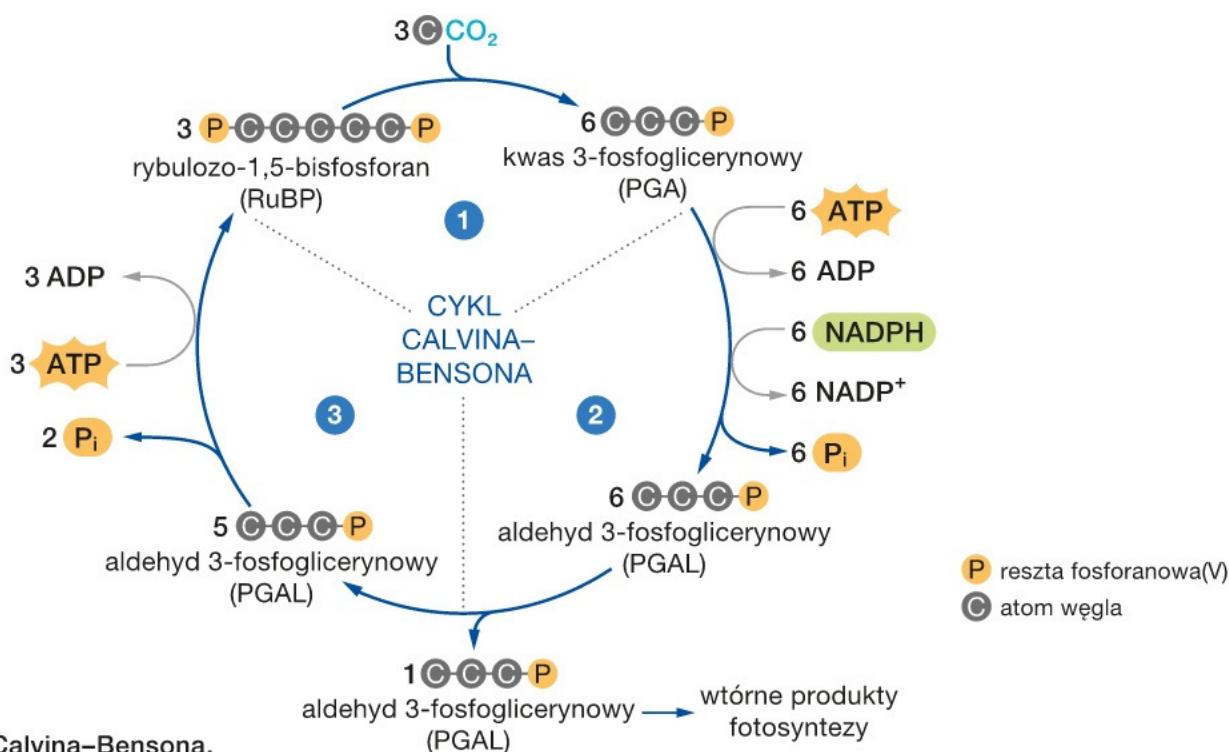
■ Przebieg fazy niezależnej od światła

Faza niezależna od światła (cykl Calvin–Benson) polega na wykorzystaniu siły asymilacyjnej do syntezy związków organicznych z dwutlenku węgla. Na cykl Calvin–Benson składają się trzy etapy:

1 karboksylacja, czyli przyłączenie dwutlenku węgla do pięciowęglowego akceptora – ryбуłozo-1,5-bisfosforanu (RuBP). Etap ten katalizuje enzym karboksylaza ryбуłozo-1,5-bisfosforanu (rubisco). W wyniku karboksylacji RuBP powstaje nietrwały sześciowęglowy związek, który rozkłada się na dwie cząsteczki kwasu 3-fosfoglicerynowego (PGA);

2 redukcja kwasu 3-fosfoglicerynowego do aldehydu 3-fosfoglicerynowego (PGAL) za pomocą elektronów pochodzących z NADPH z udziałem energii z rozkładu ATP. Jedna z sześciu wytworzonych cząsteczek aldehydu stanowi **pierwotny produkt fotosyntezy**, wykorzystywany do syntezy produktów wtórnego, czyli wszystkich związków organicznych niezbędnych roślinie;

3 regeneracja, która polega na odtworzeniu akceptora dwutlenku węgla. Substratem do syntezy ryбуłozo-1,5-bisfosforanu jest aldehyd 3-fosfoglicerynowy.



Cykl Calvin–Benson.

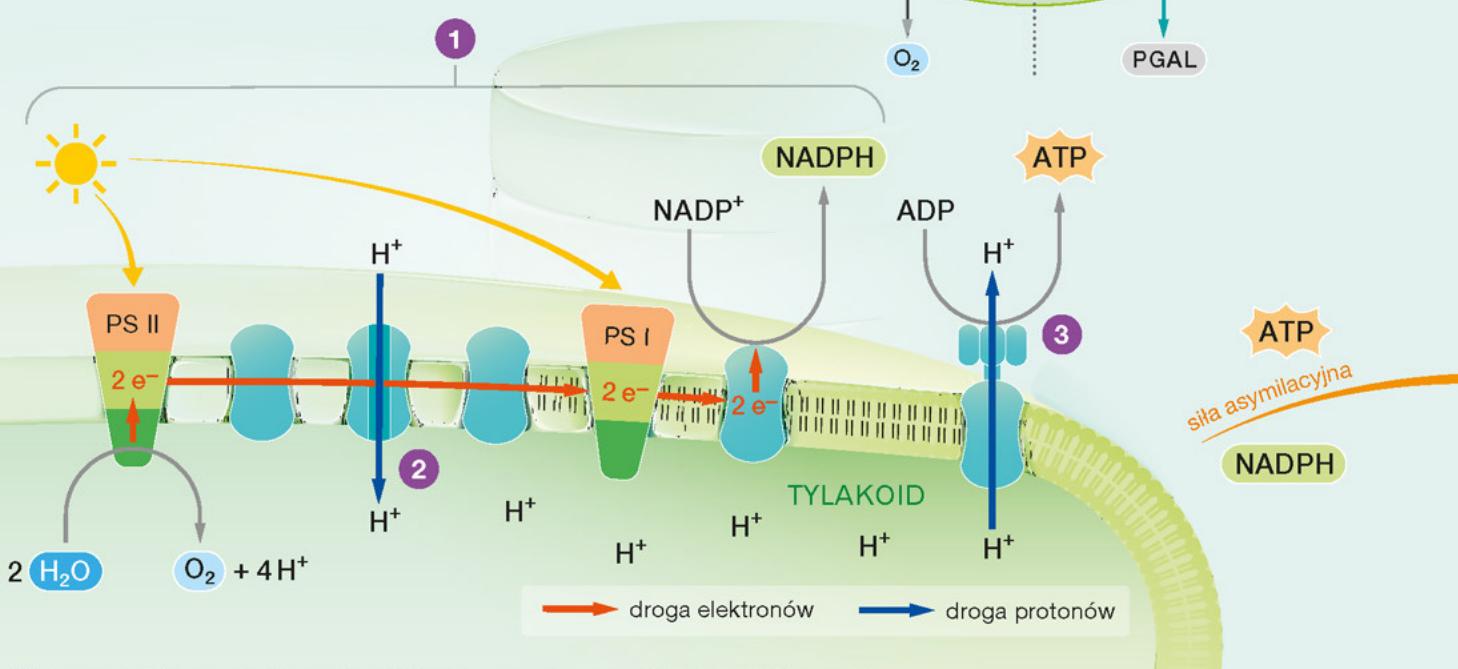
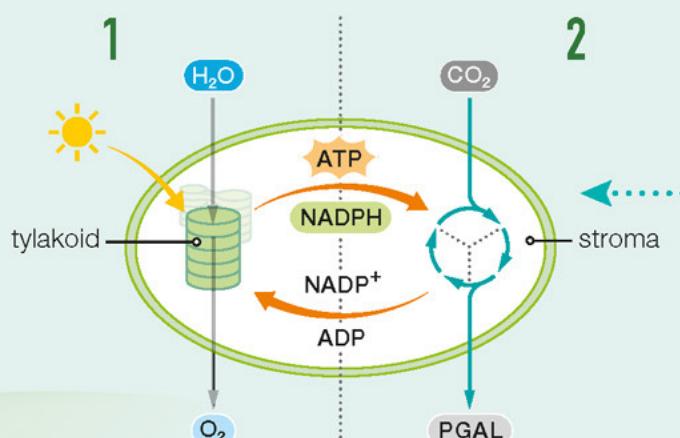


PRZEBIEG FOTOSYNTEZY

W przebiegu fotosyntezy wyróżnia się dwie fazy: fazę zależną od światła oraz fazę niezależną od światła.

1 Faza zależna od światła

Faza zależna od światła prowadzi do wytworzenia siły asymilacyjnej (ATP i NADPH). U roślin głównym sposobem wytwarzania siły asymilacyjnej jest **fotofosforylacja niecykliczna**.

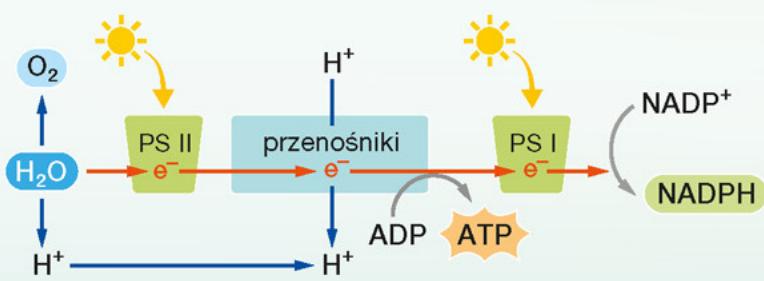


Główne etapy fosforylacji fotosyntetycznej niecyklicznej

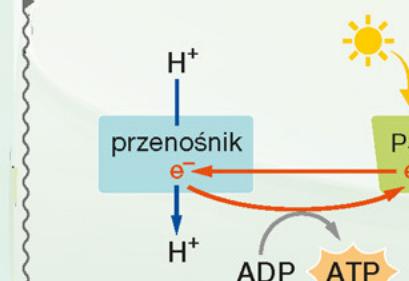
- 1 Elektryny pochodzące z fotolizy wody przepływają przez fotosystemy PS II i PS I oraz przenośniki elektronów na NADP⁺. Wskutek tego tworzy się NADPH.
- 2 Przepływowi elektronów towarzyszy pompowanie protonów ze stromy chloroplastu do wnętrza tylakoidu. Dzięki temu powstaje gradient protonowy.
- 3 Gradient protonowy jest wykorzystywany przez syntazę ATP do syntezy ATP z ADP i P_i.

Rodzaje fosforylacji fotosyntetycznej

Fosforylacja niecykliczna



Fosforylacja cykliczna

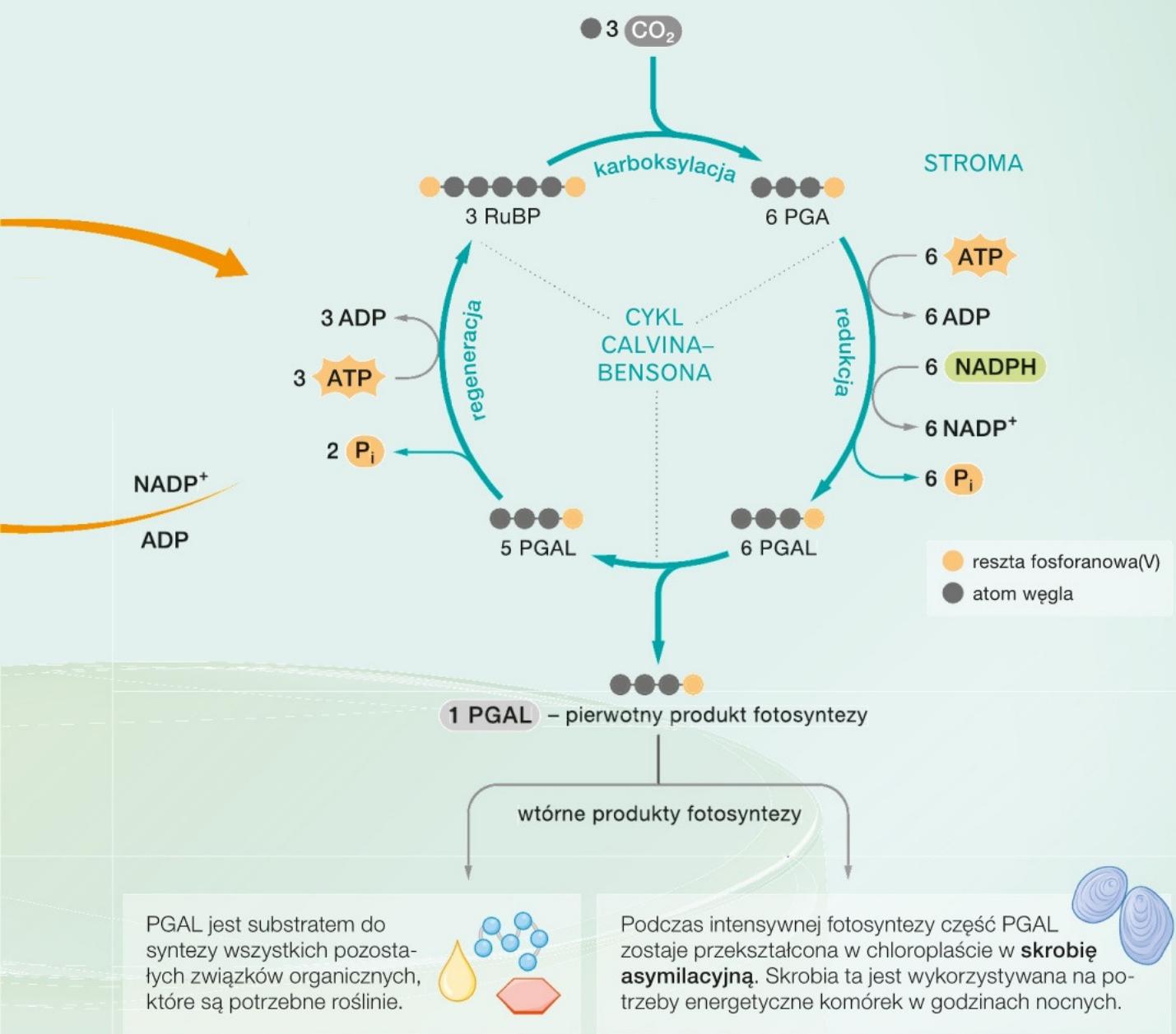




CHLOROPLAST

2 Faza niezależna od światła

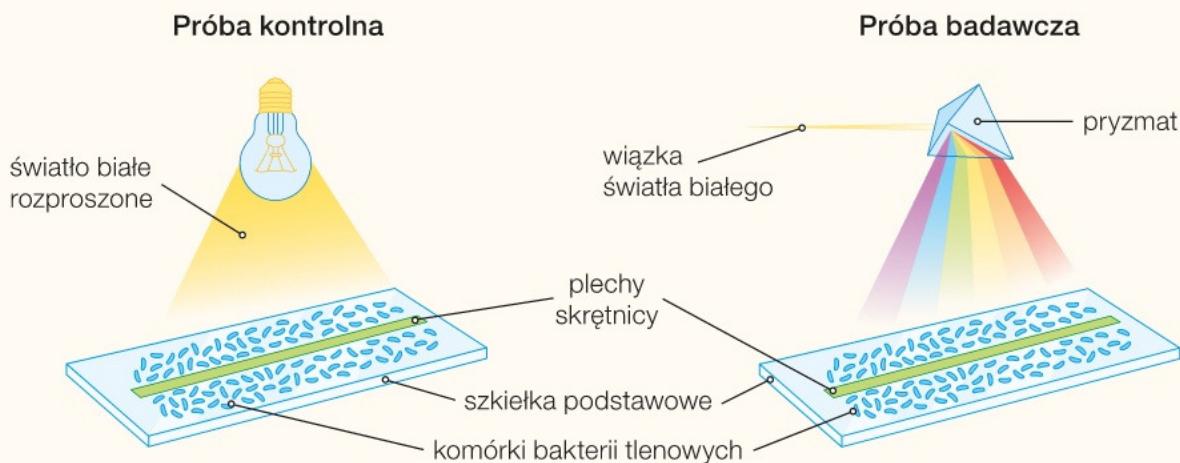
Faza niezależna od światła (cykl Calvin–Benson) polega na wykorzystaniu siły asymilacyjnej do syntezy związków organicznych z dwutlenku węgla. Pierwotnym produktem cyklu Calvin–Benson jest trójwęglowy cukier – aldehyd 3-fosfoglicerynowy (PGAL).



Badanie wpływu barwy światła na intensywność fotosyntezy

W 1883 r. Theodor Wilhelm Engelmann [wym. teodor wilhelm engelmann] przeprowadził doświadczenie dotyczące wpływu barwy światła na intensywność fotosyntezy. Obiektem jego badań była skrętnica (*Spirogyra* sp.) należąca do zielenic – roślin pierwotnie wodnych. Roślina ta tworzy nitkowate plechy złożone z wielu jednakowych komórek. W komórkach skrętnicy znajdują się długie, taśmowate, helikalnie skręcone chloroplasty.

- 1 Problem badawczy:** Czy intensywność fotosyntezy u skrętnicy zależy od barwy światła?
- 2 Hipoteza badawcza:** Intensywność fotosyntezy u skrętnicy zależy od barwy światła.
- 3 Przebieg doświadczenia:** Engelmann obserwował skrętnicę pod mikroskopem. Na szkiełkach podstawowych umieszczał jej plechy oraz komórki bakterii oddychających tlenowo. Preparaty przykrywał szkiełkami nakrywkowymi. Następnie naświetlał obiekty badań światłem białym rozproszonym oraz światłem białym rozszczepionym na pryzmacie. Podczas naświetlania obserwował zachowanie bakterii tlenowych.



- 4 Wynik doświadczenia:** Po naświetleniu światłem białym rozproszonym bakterie tlenowe układają się równomiernie wzdłuż całej plechy. Po naświetleniu światłem rozszczepionym na pryzmacie bakterie tlenowe skupiały się w tych miejscach plechy, które były naświetlane światłem niebieskim i światłem czerwonym.



- 5 Wniosek:** Fotosynteza u skrętnicy przebiega najintensywniej w świetle niebieskim i w świetle czerwonym. Świadczy o tym uwalnianie się dużej ilości tlenu – jednego z produktów fotosyntezy.

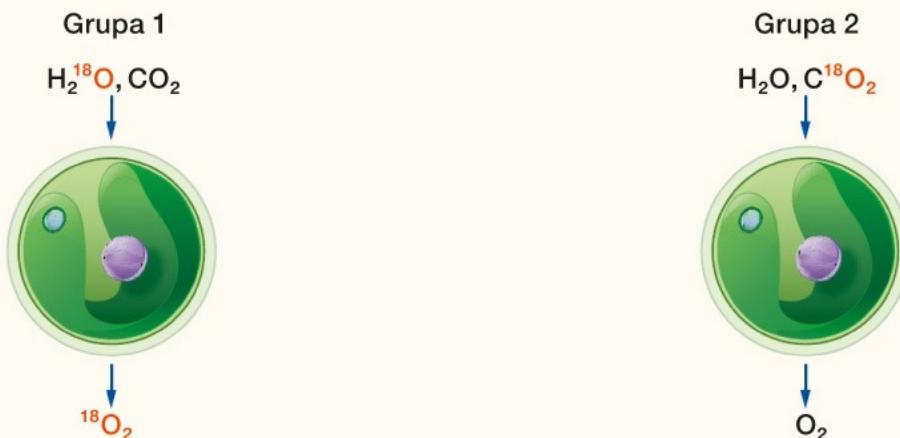
Wyjaśnienie: Wynik otrzymany przez Engelmanna jest zgodny z widmem czynnościowym fotosyntezy u roślin (→ s. 206). Z analizy widma czynnościowego wynika, że fotosynteza zachodzi najszybciej w świetle niebieskim i w świetle czerwonym. W warunkach naświetlania tymi barwami światła ilość tlenu uwalnianego przez skrętnicę jest największa.



Badanie źródła tlenu uwalnianego w procesie fotosyntezy

W 1941 r. Samuel Ruben i Martin Kamen przeprowadzili doświadczenie, dzięki któremu zidentyfikowali źródło tlenu uwalnianego w procesie fotosyntezy. Obiektem ich badań była chlorella (*Chlorella* sp.) należąca do zielenic – roślin pierwotnie wodnych.

- 1 Problem badawczy:** Który z substratów – woda czy dwutlenek węgla – jest źródłem tlenu uwalnianego w procesie fotosyntezy?
- 2 Hipoteza badawcza:** Źródłem tlenu uwalnianego w procesie fotosyntezy jest woda.
- 3 Przebieg doświadczenia:** Badacze zastosowali w doświadczeniu ciężki izotop tlenu (^{18}O), którym znakowali wodę (H_2^{18}O) oraz dwutlenek węgla (C^{18}O_2). Jedną grupę komórek chlorelli hodowali na podłożu zawierającym H_2^{18}O i CO_2 , a drugą – na podłożu zawierającym C^{18}O_2 i H_2O . Następnie w obu grupach badali, który izotop tlenu uwalnia się z komórek chlorelli.



- 4 Wynik doświadczenia:** Ciężki izotop tlenu uwolnił się tylko w grupie 1.
- 5 Wniosek:** Źródłem tlenu uwalnianego w procesie fotosyntezy jest woda.

Znaczenie fotosyntezy

Fotosynteza jest źródłem większości materii organicznej Ziemi oraz niemal całego tlenu obecnego w atmosferze. Związki organiczne wytworzone w procesie fotosyntezy są pokarmem zarówno fotoautotrofów, jak i heterotrofów. Na lądach głównymi producentami materii organicznej oraz tlenu są rośliny naczyniowe. W zbiornikach wodnych funkcję tę pełni przede wszystkim fitoplankton, czyli mikroskopijne fotosyntetyzujące organizmy, które dryfują swobodnie w toni wodnej.



Tlen wytwarzany przez fotoautotrofy uwalnia się do atmosfery. Korzystają z niego wszystkie organizmy oddychające tlenowo.

Polecenia kontrolne

1. Wyjaśnij, na czym polega różnica między autotrofizmem a heterotrofizmem.
2. Skonstruuj tabelę, w której porównasz obie fazy fotosyntezy pod względem: znaczenia, substratów i produktów, miejsca zachodzenia.
3. Podaj nazwę bezpośredniego produktu fazy niezależnej od światła.

4.5. Czynniki wpływające na intensywność fotosyntezy

Ważne w tym temacie!

- wpływ czynników zewnętrznych i czynników wewnętrznych na przebieg fotosyntezy

Intensywność fotosyntezy zależy od czynników środowiska zewnętrznego oraz od budowy i przystosowań metabolicznych organizmów fotosyntetyzujących.

Czynniki wpływające na intensywność fotosyntezy	
zewnętrzne	wewnętrzne
<ul style="list-style-type: none">• światło• dwutlenek węgla• temperatura• woda• sole mineralne	<ul style="list-style-type: none">• przystosowania morfologiczne, anatomiczne i metaboliczne organizmów fotosyntetyzujących

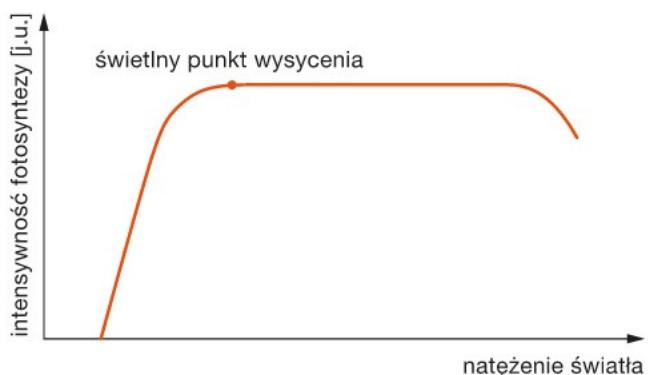
Czynniki zewnętrzne wpływające na intensywność fotosyntezy

Czynniki zewnętrzne wpływające na intensywność fotosyntezy to czynniki środowiska, które zmniejszają lub zwiększają tę intensywność.

Światło

Światło jest podstawowym czynnikiem umożliwiającym zachodzenie fazy zależnej od światła fotosyntezy, przy czym istotne znaczenie ma zarówno jego barwa, jak i natężenie. W słabym oświetleniu intensywność fotosyntezy rośnie wraz ze wzrostem natężenia światła. Gdy natężenie światła osiągnie określoną wartość (zależną od gatunku rośliny), jego wpływ na intensywność fotosyntezy staje się coraz mniejszy. Następnie intensywność fotosyntezy uzyskuje wartość maksymalną, nazywaną **świetlnym punktem wysycenia**. Zwiększenie natężenia światła powyżej tej wartości powoduje zahamowanie wzrostu intensywności fotosyntezy, a następnie jej spadek. Przyczyniają się do tego dwa procesy:

- ▶ **fotooksydacja chlorofilu**, czyli wzbudzenie zbyt wielu cząsteczek chlorofilu, które sprawia, że barwnik ulega inaktywacji i przestaje spełniać swoją funkcję,
- ▶ **intensywna transpiracja**, która powoduje spadek turgoru, zamknięcie aparatów szparkowych, a w efekcie – brak dopływu dwutlenku węgla, który jest substratem fotosyntezy.



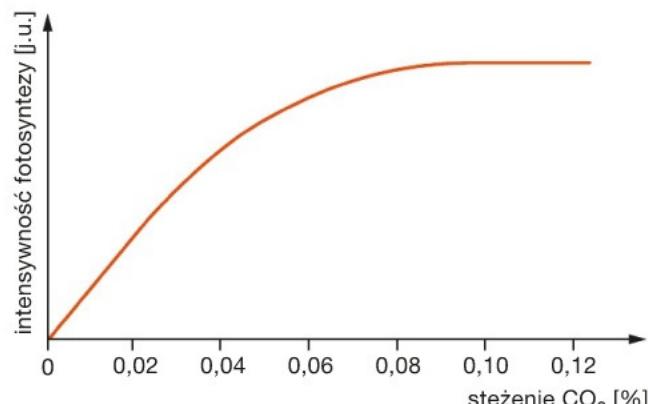
Zależność intensywności fotosyntezy od natężenia światła.

Światło wpływa na przebieg fotosyntezy również w sposób pośredni, ponieważ przyczynia się do rozwoju miękiszku asymilacyjnego liści, a także do powstawania chloroplastów i chlorofilu. Bez dostępu do światła siewki roślin przyjmują żółtą barwę, która pochodzi od etioplastów, czyli plastydów zawierających żółty barwnik – protochlorofilid. Gdy ilość światła jest wystarczająca, etioplasty przekształcają się w chloroplasty.

Dwutlenek węgla

Dwutlenek węgla jest jednym z substratów fotosyntezy wykorzystywanych w fazie niezależnej od światła. Rośliny lądowe pobierają go w postaci gazowej (CO_2), a rośliny wodne – w formie jonów wodorowęglanowych (HCO_3^-).

Zawartość dwutlenku węgla w środowisku lądowym i środowisku wodnym jest znacznie mniejsza od optymalnej wartości tego związku, w której fotosyntezą osiąga największą intensywność. Obecnie w atmosferze znajduje się ok. 0,04% tego gazu. Wraz ze zwiększeniem się jego stężenia – zwykle do ok. 0,1% – zwiększa się intensywność fotosyntezy. Zależność tę wykorzystuje się m.in. w szklarniowej uprawie niektórych roślin. W szklarniach umieszcza się bryły suchego lodu (zestalonego dwutlenku węgla), które są źródłem gazowego dwutlenku węgla wykorzystywanego do fotosyntezy.



Zależność intensywności fotosyntezy od stężenia dwutlenku węgla.



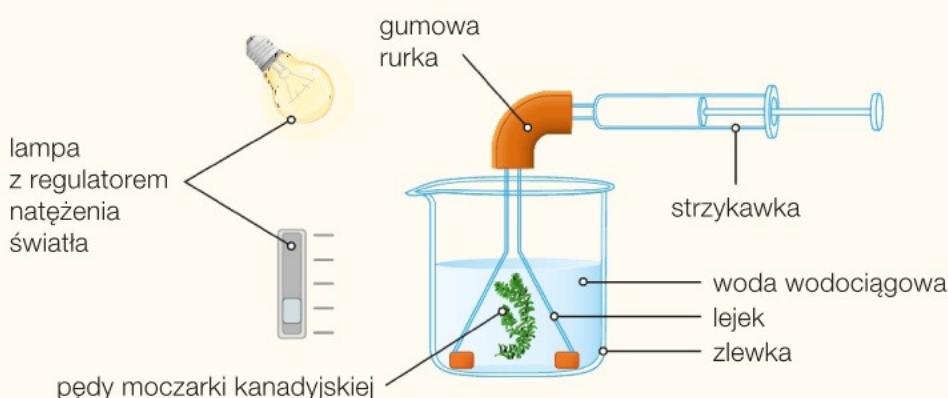
Badanie wpływu natężenia światła na intensywność fotosyntezy

- 1 **Problem badawczy:** Wpływ natężenia światła na intensywność fotosyntezy u moczarki kanadyjskiej.
- 2 **Hipoteza badawcza:** Wzrost natężenia światła powoduje wzrost intensywności fotosyntezy u moczarki kanadyjskiej.
- 3 **Przebieg doświadczenia:**

Przygotuj dwie zlewki z wodą wodociągową o temperaturze ok. 20°C. Następnie umieść w każdej z nich jednakowej wielkości pędy moczarki kanadyjskiej i przykryj je lejkami. Wyloty lejków połącz gumową rurką ze strzykawką, zgodnie z przedstawionym rysunkiem. Jedną próbę oświetlaj przez pół godziny światłem o różnym natężeniu – od najmniejszego do największego. Drugą próbę oświetlaj przez taki sam czas światłem o stałym najniższym natężeniu.

Próba badawcza: Zlewka z moczarką kanadyjską zanurzoną w wodzie wodociągowej o temperaturze 20°C, oświetlana światłem o różnym natężeniu.

Próba kontrolna: Zlewka z moczarką kanadyjską zanurzoną w wodzie wodociągowej o temperaturze 20°C, oświetlana światłem o stałym najniższym natężeniu.



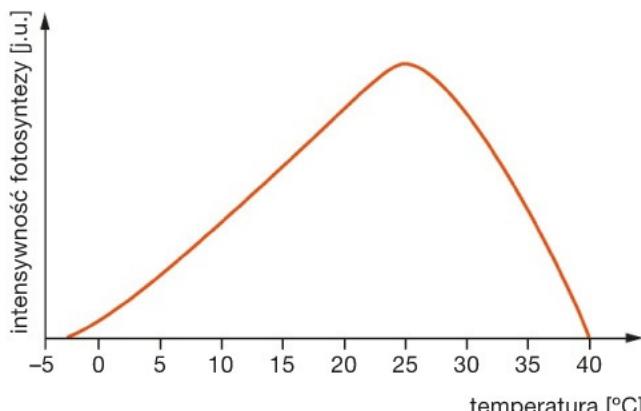
- 4 **Wynik doświadczenia:** Obserwuj wydzielanie się pęcherzyków gazu z liści moczarki kanadyjskiej oraz objętość gazu w strzykawce.
- 5 **Wniosek:** Sformułuj wniosek.





Temperatura

Temperatura wpływa na aktywność enzymów biorących udział w procesie fotosyntezy. Wymagania roślin wobec temperatury warunkującej reakcje fotosyntezy są odmienne w różnych strefach klimatycznych. Na przykład u roślin strefy okołobiegunowej fotosynteza może zachodzić w temperaturze poniżej 0°C, a u roślin strefy okołorównikowej – w temperaturze ok. 50°C. Rośliny strefy umiarkowanej wykazują największą intensywność fotosyntezy w przedziale temperatury między 20 a 30°C.



Zależność intensywności fotosyntezy od temperatury u roślin strefy umiarkowanej.

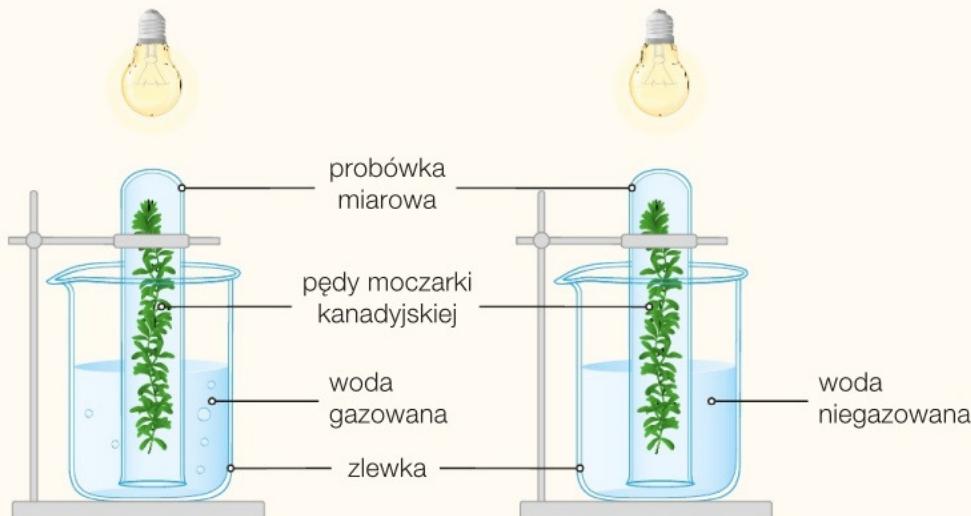
Badanie wpływu stężenia dwutlenku węgla na intensywność fotosyntezy

- 1 **Problem badawczy:** Wpływ stężenia dwutlenku węgla na intensywność fotosyntezy u moczarki kanadyjskiej.
- 2 **Hipoteza badawcza:** Podwyższone stężenie dwutlenku węgla powoduje wzrost intensywności fotosyntezy u moczarki kanadyjskiej.
- 3 **Przebieg doświadczenia:**

Przygotuj dwie zlewki – jedną z wodą gazowaną, a drugą z wodą niegazowaną (obie o jednakowej temperaturze i zawartości soli mineralnych). Następnie napełnij wodą o takich samych parametrach dwie probówki miarowe i umieść w nich jednakowej wielkości pędy moczarki kanadyjskiej. Probówki włożyć do odpowiednich zlewek i ustawić oba zestawy w oświetlonym miejscu.

Próba badawcza: Probówka z moczarką kanadyjską zanurzoną w gazowanej wodzie mineralnej.

Próba kontrolna: Probówka z moczarką kanadyjską zanurzoną w niegazowanej wodzie mineralnej.



- 4 **Wynik doświadczenia:** Obserwuj wydzielanie się pęcherzyków gazu z liści moczarki kanadyjskiej oraz objętość gazu w probówkach miarowych.
- 5 **Wniosek:** Sformułuj wniosek.

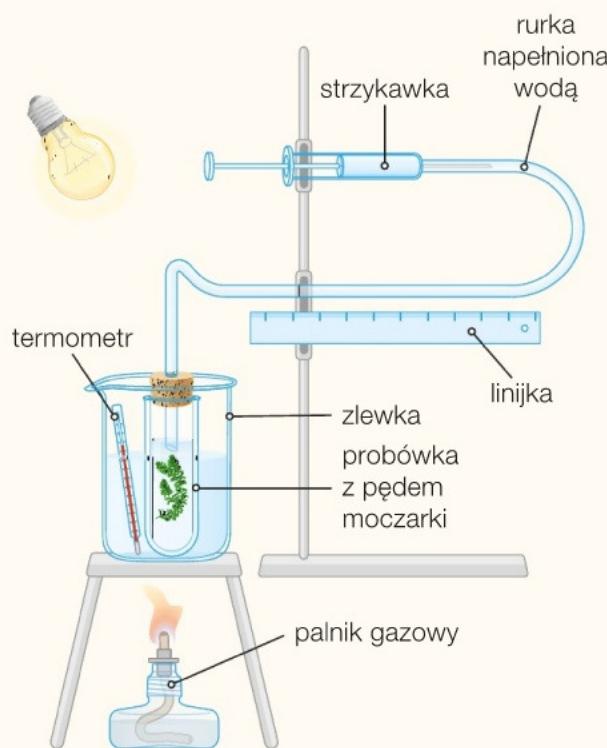


Badanie wpływu temperatury na intensywność fotosyntezy

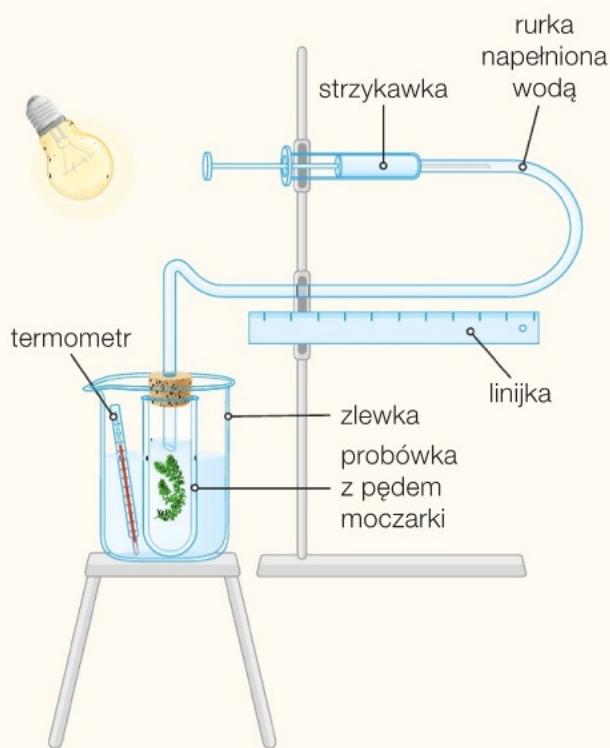
- 1 Problem badawczy:** Wpływ temperatury na intensywność fotosyntezy u moczarki kanadyjskiej.
- 2 Hipoteza badawcza:** Wraz ze wzrostem temperatury rośnie intensywność fotosyntezy u moczarki kanadyjskiej.
- 3 Przebieg doświadczenia:**

Przygotuj dwa zestawy – zgodnie z przedstawionymi rysunkami. W probówkach z wodą wodociągową umieść jednakowej wielkości pędy moczarki kanadyjskiej. Probówki włożyć do zlewek wypełnionych wodą wodociągową o temperaturze 20°C. Probówki połącz gumowymi przezroczystymi rurkami ze strzykawkami. Pod rurkami umieść linijki, a w zlewkach z wodą – termometry. Rozstaw oba zestawy w takiej samej odległości od źródła światła. Następnie jedną zlewkę z probówką podgrzewaj nad palnikiem gazowym do temperatury: 30°C, 40°C i 50°C. Drugiej zlewki z probówką nie podgrzewaj.

Próba badawcza: Probówka z moczarką kanadyjską zanurzoną w wodzie wodociągowej, podgrzewana stopniowo od temperatury 20°C do temperatury 50°C.



Próba kontrolna: Probówka z moczarką kanadyjską zanurzoną w wodzie wodociągowej o temperaturze 20°C.



- 4 Wynik doświadczenia:** Obserwuj szybkość przemieszczania się pęcherzyków gazu w gumowych rurkach oraz objętość gazu w strzykawkach.
- 5 Wniosek:** Sformułuj wniosek.

Wyjaśnienie: Rośliny przeprowadzają fotosyntezę oksygeniczną. Parametrami, które świadczą o intensywności fotosyntezy, są ilość ulatniających się pęcherzyków tlenu (można je zaobserwować w gumowej rurce) oraz objętość tlenu w strzykawce.

Woda

Woda jest niezbędna do zajścia fotosyntezy, ponieważ stanowi jeden z jej substratów – jest dawcą elektronów i protonów w fazie zależnej od światła. Ponadto woda zapewnia żywotność organów roślinnych oraz odpowiedni turgor komórek roślinnych. Wysoki turgor komórek szparkowych umożliwia otwieranie się aparatów szparkowych, przez które dokonuje się wymiana gazowa, czyli pobieranie dwutlenku węgla i uwalnianie tlenu.

Sole mineralne

Do prawidłowego przebiegu fotosyntezy niezbędne są m.in. sole magnezu, potasu, cynku i manganu. Magnez wchodzi w skład pierścienia porfirynowego chlorofilu, dlatego jest potrzebny do syntezy tego barwnika. Z kolei jony potasu i cynku warunkują aktywność enzymów fotosyntetycznych, a mangan uczestniczy w fotolizie wody. Niedobór choćby jednego z tych pierwiastków, mimo optymalnej

ilości pozostałych, powoduje zmniejszenie intensywności fotosyntezy, a w skrajnych przypadkach – jej całkowite zahamowanie.

■ Czynniki wewnętrzne wpływające na intensywność fotosyntezy

Czynniki wewnętrzne wpływające na intensywność fotosyntezy to przystosowania morfologiczne, anatomiczne i metaboliczne organizmów fotosyntetyzujących do określonych warunków środowiska. Do czynników wewnętrznych należą:

- ▶ wielkość blaszki liściowej,
- ▶ stosunek powierzchni liścia do jego objętości,
- ▶ liczba i rozmieszczenie aparatów szparkowych w skórze liścia,
- ▶ grubość kutykuli na powierzchni liścia,
- ▶ wielkość przestrzeni międzykomórkowych w miękkiszku asymilacyjnym,
- ▶ rozmieszczenie chloroplastów w komórkach miękkiszku asymilacyjnego,
- ▶ zawartość chlorofilu w chloroplastach.

Rozmieszczenie chloroplastów w zależności od warunków świetlnych

Dla organizmów fotosyntetyzujących niekorzystny jest zarówno niedobór, jak i nadmiar światła (→ s. 214). Z tego względu w komórkach wielu z nich, np. w komórkach niektórych roślin i protistów roślinopodobnych, chloroplasty mogą się przemieszczać. Dzięki temu ustaważą się w sposób, który zwiększa lub zmniejsza powierzchnię kontaktu ze światłem. Za ruch chloroplastów odpowiadają prawdopodobnie włókna cytoskieletu.



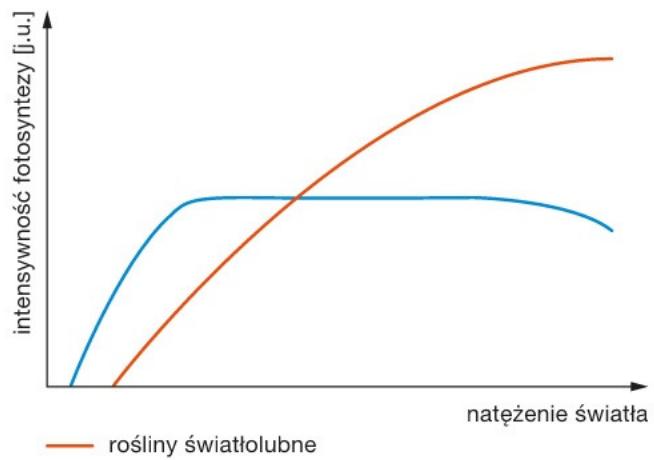
Duże natężenie światła powoduje spadek intensywności fotosyntezy wskutek m.in. fotooksydacji chlorofilu. Aby zmniejszyć ilość pochłanianego światła, chloroplasty ustaważą się przy ścianach komórkowych równoległych do kierunku padania promieni świetlnych.

Umiarkowane natężenie światła sprawia, że fotosynteza zachodzi z optymalną intensywnością. W takich warunkach świetlnych chloroplasty rozkładają się w komórce równomiernie.

Słabe natężenie światła powoduje, że intensywność fotosyntezy jest mała. W tej sytuacji chloroplasty ustaważą się przy ścianach komórkowych prostopadłych do kierunku padania promieni świetlnych, co zwiększa ilość pochłanianego przez nie światła.

■ Przystosowania roślin światłolubnych i cieniolubnych do fotosyntezy

Rośliny światłolubne są przystosowane do wykorzystywania dużej ilości światła i radzenia sobie z jego nadmiarem oraz z brakiem wody. Z kolei rośliny cieniolubne są przystosowane do życia w środowisku ubogim w światło. Obu grupom roślin funkcjonowanie w środowisku umożliwiają adaptacje w budowie liści, łodyg i komórek miękkiszu asymilacyjnego, a także struktura aparatu fotosyntetycznego¹. Różnice w budowie aparatu fotosyntetycznego mogą też występuwać w obrębie tej samej rośliny, jeśli jej liście znajdują się w różnych warunkach świetlnych.



Zależność intensywności fotosyntezy od natężenia światła u roślin światłolubnych i cieniolubnych.

Przystosowania roślin światłolubnych i cieniolubnych do fotosyntezy

Porównywana cecha	Rośliny światłolubne	Rośliny cieniolubne
Budowa liści i łodyg	mięsiste liście lub łodygi magazynujące wodę, które są okryte grubą warstwą kutykuli	liście o cienkiej blaszce liściowej, która jest pokryta cienką warstwą kutykuli; komórki skórki tych roślin często są zaopatrzone w chloroplasty
Budowa miękkiszu asymilacyjnego	miękkisz palisadowy tych roślin jest silnie rozwinięty i często wielowarstwowy; w miękkiszku gąbczastym znajduje się niewiele przestworów międzykomórkowych	stosunkowo krótkie komórki miękkiszku palisadowego
Budowa aparatu fotosyntetycznego	mniejsza niż u roślin cieniolubnych zawartość barwników antenowych	większa niż u roślin światłolubnych zawartość barwników antenowych, głównie chlorofili b
Przykład gatunku	 <p>Agawa amerykańska (<i>Agave americana</i>) jest rośliną światłolubną, która gromadzi wodę w liściach. Pokrywa je gruba warstwa kutykuli i wosku, zabezpieczająca roślinę przed nadmiernym parowaniem wody i przegrzaniem.</p>	 <p>Przylaszczka pospolita (<i>Hepatica nobilis</i>) jest rośliną cieniolubną. Ze względu na dużą zawartość chlorofilu jej młode liście z czasem stają się ciemnozielone.</p>

¹ Aparat fotosyntetyczny – zespół wszystkich elementów uczestniczących w fotosyntezy.

Polecenia kontrolne

1. Wyjaśnij, jak natężenie światła wpływa na intensywność fotosyntezy.
2. Wyjaśnij, jakie znaczenie dla ogrodnictwa ma znajomość czynników wpływających na intensywność fotosyntezy.
3. Zaplanuj doświadczenie, w którym zbadasz, jaki gaz jest wydzielany podczas fotosyntezy.