



Fitochrom – budowa, mechanizm działania i funkcje

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Animacja](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)

Bibliografia:

- Źródło: *Wpływ składu spektralnego światła na wybrane procesy fizjologiczne mchów w warunkach stresu ozonowego* - Katarzyna Możdżeń, tekst dostępny online: <http://rep.up.krakow.pl>.
- Źródło: *Fotoperiodyczna indukcja kwitnienia roślin krótkiego dnia* – Grażyna Dąbrowska, Anna Goc, Andrzej Tretyn, tekst dostępny online: pbsociety.org.pl.



Fitochrom – budowa, mechanizm działania i funkcje

Fitochrom bierze udział m.in. w kiełkowaniu nasion.

Źródło: Markus Spiske, unsplash.com, domena publiczna.

Reagowanie na bodźce pochodzące ze środowiska zewnętrznego jest możliwe tylko wtedy, gdy istnieje odpowiedni receptor zdolny do odbierania danego bodźca. Fotoperiodyzm to fizjologiczne reakcje roślin na zmianę długości okresu światła i ciemności, a mówiąc prościej – na zmiany długości dnia i nocy. Czym jest i jaką rolę w tych reakcjach odgrywa fitochrom?

Twoje cele

- Wyjaśnisz, czym jest fitochrom, i opisziesz jego budowę.
- Wskażesz, w jakich formach występuje fitochrom, i wyjaśnisz, na czym polega reakcja fotokonwersji.
- Wyjaśnisz, na czym polega reakcja fotoperiodyczna.

Przeczytaj

Fitochrom

Światło może wywoływać określone reakcje fizjologiczne u roślin dzięki obecności w nich **receptora**, którym jest barwnik o nazwie **fitochrom**. Fitochrom reaguje na bodziec świetlny, można więc powiedzieć, że jest rodzajem **fotoreceptora** roślin. Fitochrom pozwala roślinom na odbieranie informacji o długości dnia i nocy, dzięki czemu warunkuje reakcje fotoperiodyczne. Związek ten występuje u wszystkich **roślin wyższych**.

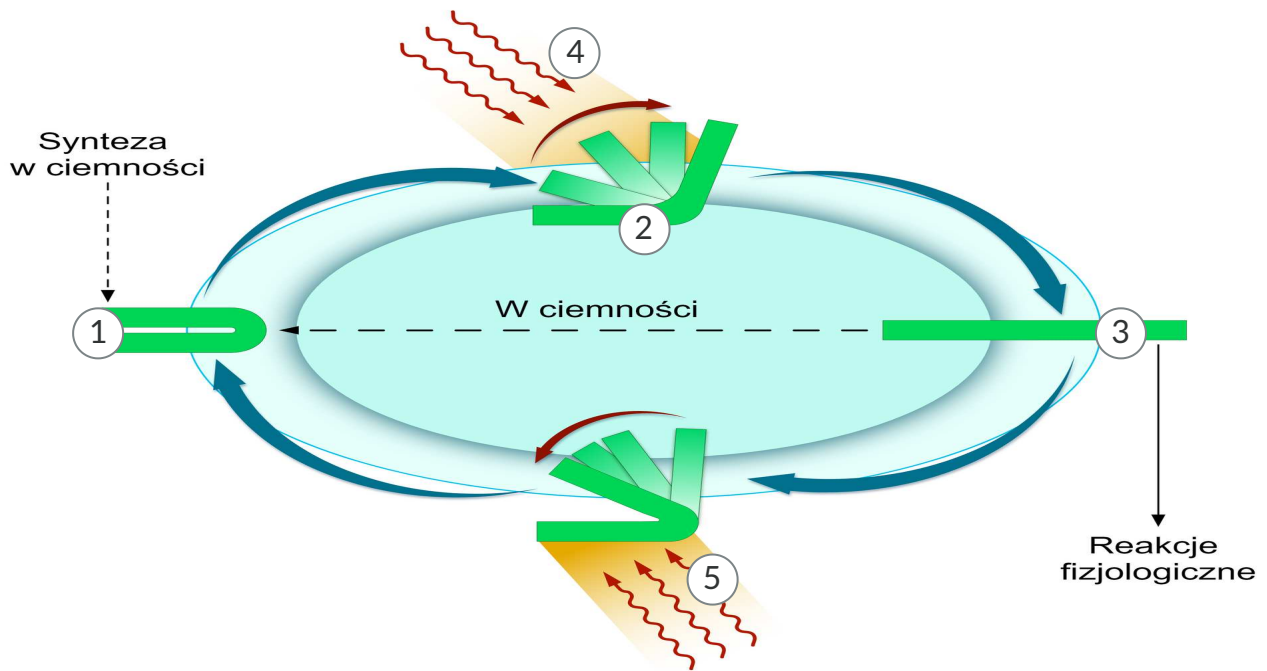
Pod względem biochemicznym fitochrom to **chromoproteina**, której częścią barwną jest barwnik fikobilinowy. Związek ten wiąże się z białkiem fitochromu dzięki jednemu z aminokwasów – **cysteinie**.

Oprócz roli w reakcjach fotoperiodycznych (np. zapoczątkowaniu kwitnienia) fitochrom bierze również udział w innych reakcjach roślin na światło. Przykładem jest **kiełkowanie nasion**, które u niektórych roślin zależy od bodźca świetlnego.

Reakcja fotokonwersji

Fitochrom występuje w **dwóch** formach biochemicznych i ulega odwracalnej reakcji **fotokonwersji**, podczas której dwie jego formy przechodzą w siebie nawzajem.

Formą aktywną biologicznie jest ta, która pochłania światło dalekiej czerwieni o długości fali 730 nm. Nazywamy ją **fitochromem 730** i oznaczamy skrótem P_{fr} (z ang. P – *phytochrome*; fr – *far-red*). Fitochrom 730 pod wpływem światła dalekiej czerwieni przekształca się w drugą, nieaktywną formę fitochromu. Jest to **fitochrom 660** określany jako P_r (z ang. P – *phytochrome*; r – *red*). Z kolei fitochrom 660 pod wpływem światła czerwonego o długości 660 nm może przekształcać się w fitochrom 730. Forma aktywna fitochromu jest **nietrwała** – w ciemności ulega powolnemu przekształceniu do fitochromu 660.



1

Forma nieaktywna fitochromu – P_{660} (P_r)

2

Krótkotrwała forma pośrednia

3

Forma aktywna fitochromu – P_{730} (P_{fr})

4

Światło czerwone (660 nm)

5

Daleka czerwień (730 nm)

Schemat przemian fitochromu.

Źródło: EnglishSquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Dzienne światło słoneczne zawiera zarówno promienie czerwone, jak i promienie dalekiej czerwieni. Przekształcanie fitochromu do formy P_{fr} jest jednak szybsze niż do formy P_r .

Skracanie się okresu ciemności sprawia, że na roślinę w większym zakresie oddziałuje światło czerwone, co skutkuje dominacją formy aktywnej, czyli **fitochromu 730 (P_{fr})**.

Powoduje to kwitnienie **roślin dnia długiego** i zahamowanie kwitnienia **roślin dnia krótkiego**.

Z kolei gdy noc się wydłuża, światło dalekiej czerwieni i ciemność powodują wzrost stężenia **fitochromu 660 (P_r)** i obniżenie stężenia fitochromu 730 (P_{fr}). Niskie stężenie fitochromu 730 (P_{fr}) hamuje kwitnienie roślin dnia długiego, a pobudza kwitnienie roślin dnia krótkiego.

Czynniki	Grupa roślin			
	Rośliny dnia długiego (RDD)		Rośliny dnia krótkiego (RDK)	
Stosunek okresów światła do okresów ciemności	krótka noc	długa noc	krótka noc	długa noc
Poziom fitochromu P_{fr} i P_r	wzrost P_{fr}	spadek P_{fr}	wzrost P_{fr}	spadek P_{fr}
	spadek P_r	wzrost P_r	spadek P_r	wzrost P_r
Reakcja fotoperiodyczna	zakwitną	nie zakwitną	nie zakwitną	zakwitną

Tabela przedstawia rolę fitochromu w reakcji fotoperiodycznej roślin.

Słownik

chromoproteina
białko zawierające cząsteczkę barwnika, dzięki któremu możliwe jest pochłanianie promieniowania elektromagnetycznego w zakresie fal widzialnych; do chromoprotein należą między innymi fitochromy, ale i hemoglobina
receptor
struktura komórkowa, a także komórka lub narząd zdolny do odbierania informacji z otoczenia

rośliny dnia długiego

(RDD) rośliny potrzebujące do indukcji kwitnienia okresu dobowego oświetlenia, który przekroczy pewną krytyczną dla tych roślin wartość; należy do nich np. marchew zwyczajna (*Daucus carota*)

rośliny dnia krótkiego

(RDK) rośliny kwitnące wtedy, gdy przeważa faza ciemna, czyli gdy dobowy okres oświetlenia jest krótszy niż pewna krytyczna wartość; należy do nich np. soja warzywna (*Glycine max*)

Fitochrom – budowa, działanie i funkcje

Film dostępny pod adresem </preview/resource/RXliOYjURDNoS>

Fitochrom – budowa, mechanizm i funkcje.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Film opisuje fitochrom – budowę, mechanizm i funkcje.

Polecenie 1

Na podstawie animacji zaproponuj schemat, na którym zobrazujesz fotokonwersję fitochromu pod wpływem światła czerwonego oraz światła dalekiej czerwieni.

Polecenie 2

Wyjaśnij, dlaczego przerwanie długiego okresu ciemności nawet chwilowym błyskiem światła spowoduje zahamowanie kwitnienia rośliny dnia krótkiego.

Polecenie 3

Zastanów się i wyjaśnij, dlaczego postuluje się używanie pojęć „rośliny długiej nocy” zamiast „rośliny dnia krótkiego” oraz „rośliny krótkiej nocy” zamiast „rośliny dnia długiego”.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Przyporządkuj do podanych rodzajów roślin odpowiadające im opisy.

Rośliny dnia długiego

Kwitną, gdy dobowy okres oświetlenia jest krótszy niż pewna wartość krytyczna.

Rośliny obojętne

Zakwitają przy dobowym okresie oświetlenia przekraczającym pewną wartość krytyczną.

Rośliny dnia krótkiego

Kwitną niezależnie od długości okresów oświetlenia i ciemności.

Ćwiczenie 2



Ułóż w prawidłowej kolejności zmiany zachodzące w roślinie przy zmianie stosunku okresów światła do okresów ciemności. Rozpocznij od skracania się okresu ciemności.

Skracanie się okresu ciemności



Dominacja fitochromu 730 (forma aktywna)



Kwitnienie roślin dnia długiego i zahamowanie kwitnienia roślin dnia krótkiego



Zwiększenie ilości fitochromu 660



Kwitnienie roślin dnia krótkiego i zahamowanie kwitnienia roślin dnia długiego



Wydłużanie okresu ciemności



Większe oddziaływanie światła dalekiej czerwieni



Większe oddziaływanie światła czerwonego



Ćwiczenie 3



Zaznacz wszystkie informacje, które prawidłowo opisują fitochrom.

- ☐ Ulega nieodwracalnej reakcji fotokonwersji.
- ☐ Jego formą aktywną biologicznie jest fitochrom 730.
- ☐ Należy do fotoreceptorów.
- ☐ Występuje w czterech odmianach strukturalnych.
- ☐ Bierze udział w kiełkowaniu nasion.
- ☐ Jest chromoproteiną.

Ćwiczenie 4



Oceń i zaznacz, czy podane stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Fitochrom to barwnik roślinny zdolny do absorbowania światła czerwonego o długości fali ok. 660 nm i dalekiej czerwieni o długości fali ok. 730 nm.	☐	☐
Oprócz roli, jaką fitochrom odgrywa w reakcjach fotoperiodycznych i zapoczątkowaniu kwitnienia, nie pełni on już więcej istotnych funkcji u roślin.	☐	☐
Fitochrom jest chromoproteiną, co oznacza, że zawiera element barwny zdolny do pochłaniania promieniowania elektromagnetycznego w zakresie fal widzialnych.	☐	☐

Ćwiczenie 5



Przyporządkuj podane przykłady roślin do odpowiednich grup.

Rośliny dnia długiego

Szpinak

Soja

Rzodkiew

Gryka

Chryzantema

Gwiazda betlejemska

Groch

Koniczyna

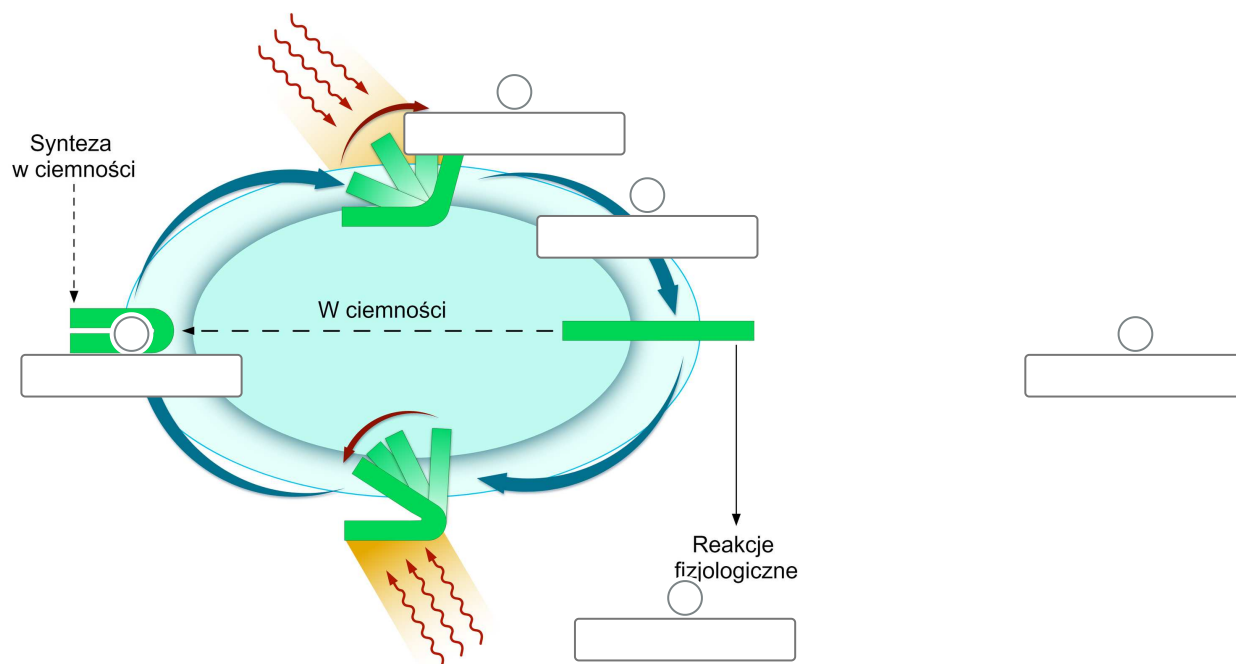
Rośliny dnia krótkiego

Rośliny fotoperiodycznie obojętne

Ćwiczenie 6



Uzupełnij podpisy na schemacie przemian fotochromu.



P₇₃₀ (Pfr)

P₆₆₀ (Pr)

Światło o długości fali 730 nm

Krótkotrwała forma pośrednia

Światło o długości fali 660 nm

Zródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 7



U wielu gatunków roślin najistotniejszym czynnikiem środowiskowym wpływającym na indukcję kwitnienia jest światło, a zwłaszcza stosunek długości dnia do długości nocy zwany fotoperiodem. Fotoperiodyzm jest reakcją roślin na czas trwania i periodyczne następstwo okresów światła i ciemności.

Oceń poprawność zdania: „Mając wpływ na długość okresu ciemności, jesteśmy w stanie pobudzić lub zahamować kwitnienie roślin”. Odpowiedź uzasadnij.



Fitochrom występuje w dwóch fotoodwracalnych formach molekularnych różniących się właściwościami spektralnymi: w konformacji nieaktywnej fizjologicznie – P_r (z ang. *phytochrome red*) i aktywnej – P_{fr} (z ang. *phytochrome far-red*). Pierwsza forma dominuje u roślin rosnących w ciemności i wykazuje maksimum absorpcji w zakresie światła czerwonego (660 nm). Druga zaś występuje u roślin poddawanych działaniu światła i wykazuje maksimum absorpcji w zakresie dalekiej czerwieni (730 nm). W warunkach naturalnych, w zależności od dostępności światła, obie formy współdziałają ze sobą, ulegając fotokonwersji.

Źródło: Katarzyna Możdżeń, *Wpływ składu spektralnego światła na wybrane procesy fizjologiczne mchów w warunkach stresu ozonowego*, rozprawa doktorska, Kraków, 2016.

Wyjaśnij, na czym polega reakcja fotokonwersji.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: biologia

Temat: Fitochrom – budowa, mechanizm działania i funkcje

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

IX. Różnorodność roślin.

6. Wzrost i rozwój roślin. Uczeń:

6) wykazuje związek procesu zakwitania roślin okrytonasiennych z fotoperiodem i temperaturą.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Wyjaśnisz, czym jest fitochrom, i opisziesz jego budowę.
- Wskażesz, w jakich formach występuje fitochrom, i wyjaśnisz, na czym polega reakcja fotokonwersji.
- Wyjaśnisz, na czym polega reakcja fotoperiodyczna.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- rozmowa kierowana;

- ćwiczenia interaktywne;
- analiza animacji;
- gwiazda pytań.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda.

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Fitochrom – budowa, mechanizm działania i funkcje”. Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie ćwiczenia nr 2 (w którym mają za zadanie ułożyć w prawidłowej kolejności zmiany zachodzące w roślinie przy zmianie stosunku okresów światła do okresów ciemności) z sekcji „Sprawdź się” na podstawie treści w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Rozmowa wprowadzająca.** Nauczyciel pyta uczniów: „Skąd rośliny «wiedzą», kiedy zakwitnąć lub wykiełkować?”. Uczniowie swobodnie się wypowiadają na podstawie przeczytanego przed lekcją tekstu.

Faza realizacyjna:

1. **Animacja pt. „Fitochrom – budowa, mechanizm i funkcje”.** Uczniowie zapoznają się z medium w sekcji „Animacja”. Następnie w parach wykonują polecenia od 1 do 3 i konsultują swoje rozwiązania z inną parą uczniów. Wybrane zespoły przedstawiają odpowiedzi na forum klasy.
2. **Gwiazda pytań.** Nauczyciel dzieli uczniów na trzy grupy, a następnie prezentuje na tablicy interaktywnej schemat „gwiazdy pytań” (zob. materiały pomocnicze). Objaśnia uczniom, w jaki sposób powinni pracować ze schematem: na podstawie e-materiału oraz innych źródeł mają opracować zagadnienie dotyczące fitochromu, odpowiadając na pytania widniejące na schemacie. Następnie każdy zespół dopisuje piąte pytanie

i daje je do rozwiązania innej grupie. Nauczyciel sprawdza wykonanie zadania, podchodząc do każdej grupy. Koryguje ewentualne błędy. Wybrani przez nauczyciela uczniowie kolejno prezentują wyniki prac swojego zespołu.

3. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel przechodzi do sekcji „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują indywidualnie ćwiczenie interaktywne nr 7 (w którym mają za zadanie ocenić poprawność zdania: „Mając wpływ na długość okresu ciemności, jesteśmy w stanie pobudzić lub zahamować kwitnienie roślin”), a następnie porównują swoje odpowiedzi z kolegą lub koleżanką.
4. Uczniowie wyszukują w internecie konkretne przykłady zabiegów opisanych w ćwiczeniu nr 7 (np. uprawa chryzantem na Wszystkich Świętych), chętne osoby przedstawiają je na forum klasy.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie wykonują ćwiczenie nr 6 (w którym mają za zadanie uzupełnić tabelę w taki sposób, by prawidłowo opisywała zmiany w poziomie fitochromu 730 i 660 zachodzące u roślin krótkiego i długiego dnia w zależności od stosunku okresów światła do okresów ciemności) z sekcji „Sprawdź się”. Chętne osoby prezentują swoją odpowiedź.
2. Omówienie ewentualnych problemów z rozwiązaniem ćwiczeń z sekcji „Sprawdź się”.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 3 do 5 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Załącznik 1. Gwiazda pytań.

Plik o rozmiarze 80.11 KB w języku polskim

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania animacji:

- Nauczyciel może wykorzystać animację na lekcji „Rośliny dnia krótkiego i długiego”.