

# BIOLOGIA

PODRECZNIK DLA KLASY 6.  
SZKÓŁ OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH  
Z POLSKIM JĘZYKIEM NAUCZANIA



*Zalecany przez  
Ministerstwo Oświaty i Nauki Ukrainy*

Львів  
Видавництво „Світ”  
2014

УДК 57(075.3)  
ББК 28я721  
Б63

**Перекладено за виданням:**

**Костіков І. Ю.** Біологія : підруч. для 6 кл. загальноосвіт. навч. закл. / І. Ю. Костіков та ін. – К. : Видавничий дім «Освіта», 2014

Авторський колектив:

*Костіков І. Ю., Волгін С. О., Додь В. В., Сиволоб А. В., Довгаль І. В.,  
Жолос О. В., Скрипник Н. В., Ягенська Г. В., Толстанова Г. М., Ходосовцев О. Є.*

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
(наказ Міністерства освіти і науки України від 07.02.2014 р. № 123)

**ВИДАНО ЗА РАХУНОК ДЕРЖАВНИХ КОШТІВ. ПРОДАЖ ЗАБОРОНЕНО**

Наукову експертизу здійснював Інститут ботаніки  
ім. М. Г. Холодного НАН України

Рецензент – *С. Л. Мосякін*, директор Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного,  
член-кореспондент НАН України, доктор біологічних наук, професор

Психолого-педагогічну експертизу здійснював Інститут педагогіки  
Національної академії педагогічних наук України

Рецензент – *Т. В. Коршевнік*, старший науковий співробітник  
Інституту педагогіки НАПН України, кандидат педагогічних наук

Відповідальні за підготовку підручника до видання:

*С. С. Фіцайло*, головний спеціаліст департаменту загальної середньої  
та дошкільної освіти МОН України;

*О. В. Белявська*, методист вищої категорії відділу науково-методичного  
забезпечення змісту освіти основної і старшої школи Інституту інноваційних  
технологій і змісту освіти МОН України.

**Біологія** : підруч. для 6 кл. загальноосвіт. навч.  
Б63 закл. з навч. польською мовою / І.Ю. Костіков, С.О. Волгін,  
В.В. Додь, А.В. Сиволоб, І.В. Довгаль, О.В. Жолос,  
Н.В. Скрипник, Г.В. Ягенська, Г.М. Толстанова, О. Є. Хо-  
досовцев ; пер. В.Т. Ільчук, І.Ф. Кресович. – Львів : Світ,  
2014. – 256 с. : іл.

ISBN 978-966-603-887-9

**УДК 57(075.3)  
ББК 28я721**

© Костіков І.Ю., Волгін С.О., Додь В.В.,  
Сиволоб А.В., Довгаль І.В., Жолос О.В.,  
Скрипник Н.В., Ягенська Г.В.,  
Толстанова Г.М., Ходосовцев О.Є., 2014

© Видавничий дім «Освіта», 2014

© Ільчук В.Т., Кресович І.Ф., переклад  
польською мовою, 2014

ISBN 978-966-603-887-9 (польськ.)  
ISBN 978-617-656-308-2 (укр.)

**Wstęp**

# 1. CO TO JEST ŻYCIE I JAK JE BADAMY

Ucząc się tego tematu poznasz:

- ✓ tajemnicę życia;
- ✓ różnorodność organizmów żywych  
na naszej Ziemi oraz sposoby ich badania.



## § 1. CECHY ŻYWEGO ORGANIZMU



Poznasz najważniejsze cechy istot żywych, które umożliwiają ich odróżnienie od przedmiotów.



Chciałbym dowiedzieć się więcej o życiu i rozwoju organizmów w przyrodzie.

Popatrz na świat, który cię otacza. Wszędzie możesz zobaczyć elementy przyrody ożywionej i nieożywionej. Czym one się różnią? Na czym polega istota życia? W ciągu wielu stuleci ludzkość szuka odpowiedzi na te proste pytania, ale wciąż styka się z nowymi tajemnicami żywej przyrody – i poszukiwania odpowiedzi trwają nadal. Przyrodę żywą poznawać będziesz dokładniej na lekcjach **biologii**. Nazwa biologia pochodzi od greckiego słowa *bios* – życie i *logos* – słowo, nauka. Zrozumieć, czego uczy biologia, pomogą ci żywe organizmy, które cię otaczają. Wielkie znaczenie w poznawaniu zjawisk przyrodniczych ma umiejętność poprawnej obserwacji. Dobry obserwator – to człowiek cierpliwy, sumienny, systematyczny, spostrzegawczy i dokładny.

Jedną z najważniejszych cech istot żywych w odróżnieniu od przyrody nieożywionej jest zdolność do *rozmnażania*. **Rozmnażanie** – właściwy wszystkim organizmom proces życiowy polegający na wytwarzaniu potomstwa przez organizmy rodzicielskie.

Każdy organizm istnieje przez określoną ilość czasu, lecz dzięki rozmnażaniu życie nieprzerwanie przekazuje się z pokolenia na pokolenie. Na naszej planecie ten proces nie przerywa się już ponad 3 mld lat. Wszystkie procesy, które odbywają się w żywym organizmie, skierowane są na zapewnienie przekazania życia następnym pokoleniom.



Wzrost rośliny

Organizm może wydać na świat potomstwo po osiągnięciu pewnych rozmiarów, masy, zmagazynowaniu określonej ilości substancji, które będą wykorzystane do budowy organizmu potomnego. Organizm *rośnie*. **Wzrost** – to jeszcze jedna ważna cecha żywego organizmu, która polega na zwiększeniu się jego rozmiarów. Aby rosnąć, organizm pobiera z otaczającego środowiska różne substancje – „materiał budulcowy”. Po-

bieranie substancji z otaczającego środowiska i ich przyswajanie nazywa się *odżywianiem*.

Spożyty pokarm organizm przekształca na substancje, z których buduje swoje ciało. Przy tym wytwarza się pewna ilość zbędnych i szkodliwych substancji, które są usuwane z organizmu. Usuwanie z organizmu zbędnych i szkodliwych substancji nazywa się *wydalaniem*. Tak więc, w procesie odżywiania się i wydalania organizm dokonuje **wymiany substancji** z otaczającym środowiskiem.

Wymiana substancji odbywa się ciągle. Właśnie dzięki temu chemiczny skład organizmu co jakiś czas całkowicie odnawia się nawet wtedy, gdy istota żywa nie zmienia swej masy i rozmiaru.

Pobieranie substancji, ich przekształcanie i wchłanianie, wydalanie substancji szkodliwych – wszystko to wymaga energii. Organizmy żywe otrzymują ją z otaczającego środowiska w postaci światła lub substancji organicznych. Część energii organizm zużywa na zapewnienie wzrostu i rozmnażania, reszta wydziela się w postaci ciepła. Tak więc oprócz wymiany substancji organizm dokonuje wymiany **energii** z otaczającym środowiskiem.

**Przystosowanie się do otaczającego środowiska** – to takie zmiany żywego organizmu w zmiennym środowisku, które pozwalają przetrwać i pozostawić po sobie potomstwo.

Na przykład rośliny zamieszkujące tereny suche mają korzenie przenikające na znaczną głębokość (*bożodajnia*), gdzie znajdują się wody gruntowe. Natomiast niektóre rośliny (*kaktus*, *aloes*) mają zdolność do magazynowania w swoich narządach wody, którą potem oszczędnie wykorzystują.



Światło słoneczne i substancje organiczne – podstawowe źródła energii niezbędnej do życia organizmów

1. Podstawowa cecha organizmów żywych – zdolność do rozmnażania, która zapewnia ciągłość życia na Ziemi.
2. Inne ważne cechy organizmów żywych – wzrost i współdziałanie z otaczającym środowiskiem – skierowane są na zapewnienie procesu rozmnażania.
3. Współdziałanie organizmów żywych z otaczającym środowiskiem polega na wymianie substancji i energii oraz na przystosowaniu się do zmian otaczającego środowiska.

## TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Wzrost, rozmnażanie, wymiana substancji i energii, przystosowanie się do otaczającego środowiska.

## PYTANIA KONTROLNE

1. Jaka jest podstawowa cecha odróżniająca organizm żywy od nieżywego?
2. Dzięki jakim procesom odbywa się wymiana substancji?
3. Wiadomo, że kryształ rośnie. Dlaczego nie zaliczamy ich do organizmów żywych?

## ZADANIE

Niektóre urządzenia elektryczne zasilane są przez baterie słoneczne i w procesie pracy nagrzewają się. Na czym polega ich podobieństwo do organizmów żywych, a na czym – różnica?

## § 2. RÓŻNORODNOŚĆ ŻYCIA



Dowiedz się, jakie podstawowe grupy organizmów żywych zamieszkują naszą Ziemię, ile jest wśród nich znanych gatunków oraz o tych formach życia, które znajdują się na granicy między żywym a nieżywym.



Ile gatunków żywych organizmów istnieje na Ziemi? Ile gatunków roślin, grzybów i zwierząt istnieje w przyrodzie?

Od dawnych czasów do XVIII w. biolodzy rozróżniali tylko dwie wielkie grupy żywych istot – *rośliny* i *zwierzęta*. Jednak badania organizmów żywych przekonały ich, że tych grup nie wystarcza, aby opisać różnorodność życia. Po pierwsze, w przyrodzie znajdowano gatunki o dziwnym połączeniu cech roślin i zwierząt, na przykład *grzyby*. Po drugie, niektóre gatunki posiadały cechy, których nie miały ani rośliny, ani zwierzęta. Do

7 takich gatunków należy między innymi ogromna ilość organizmów niewidzialnych bez pomocy przyrządów powiększających. Dlatego też w II połowie XX w. biolodzy wyróżniali w przyrodzie żywej już cztery podstawowe grupy – *rośliny*, *zwierzęta*, *grzyby* i *bakterie* istoty, które są bardzo małe i niewidzialne bez pomocy przyrządów powiększających – *bakterie*.

Obecnie uczeni podliczyli, że ogólna liczba znanych człowiekowi gatunków organizmów żywych, które istnieją na Ziemi, wynosi ponad 1,9 mln. Z tego 1,4 mln – to zwierzęta, 250 tys. gatunków – rośliny, ponad 100 tys. gatunków – grzyby. Około 150 tys. gatunków przypada na inne różnorodne organizmy, z których 30 tys. gatunków to bakterie. Znaczna ilość gatunków żywych organizmów (szczególnie bakterii) nie jest jeszcze znana.

Na Ziemi, z wyjątkiem kominów wulkanicznych i niektórych stworzonych przez człowieka wysypisk toksycznych odpadów, nie ma żadnego kwadratowego metra, na którym nie byłoby przynajmniej jednego żywego organizmu. Na gorących pustyniach grunt jest nasycony wieloma mikroskopijnymi istotami. Śniegi i lodowce są „przytułkiem” dla bakterii lubiących chłód oraz glonów i grzybów, które są niewidoczne bez przyrządów powiększających. Żywe istoty zamieszkują gorące źródła i martwe na pierwszy rzut oka, bardzo słone jeziora, a także gołe, niedostępne górskie skały. Życie wre w przezroczystej morskiej wodzie i w czarnej otchłani najgłębszych oceanicznych zapadlin.

Żywe organizmy ustawicznie zmieniają oblicze Ziemi. Rujną górskie masywy, przekształcają piaski, glinę i kamienie na urodzajny grunt. One też „opiekują się” Ziemią – sprzątają obumarłe resztki, kontrolują pojemność gazów w atmosferze, oczyszczają zabrudzoną wodę, stale uczestniczą w poruszaniu się substancji nieorganicznych w skorupie ziemskiej.

Już wkrótce dowiesz się, że wszystkie istoty żywe składają się z najmniejszych żywych „cegiełek” – *komórek*. Ale biologia uczy też o wirusach. Wirusy nie są organizmami, one są niekomórkowymi formami życia, bytami z pogranicza świata żywego i materii nieożywionej. **Wirusy** to podobne do kryształów struktury, które trafiwszy do organizmu, zmuszają go, by tworzył nowe pokolenia wirusów. Wirus kontroluje i ukierunkowuje ten proces. Przy tym on sam nie rośnie, nie odżywia się, nie wydziela produktów wy-



Rośliny



Zwierzęta



Grzyby



Bakterie



Wirus grypy przy powiększeniu o 230 tys. razy

miany. Wiele wirusów po dostaniu się do organizmu wywołuje ciężkie choroby. Na przykład różyczkę i grypę, ospę wietrzną i AIDS wywołują właśnie wirusy. Wirusy są też przyczyną wielu chorób roślin. Obecnie znanych jest około 10 tys. gatunków wirusów.

Ogromna różnorodność organizmów i wirusów jest skutkiem trwałego historycznego rozwoju życia na Ziemi, podczas którego jedne gatunki żywych organizmów przekształcają się w inne. Ten proces nazywa się **ewolucją**.

#### WNIOSKI

1. Żywe organizmy są bardzo różnorodne.
2. Podstawowe grupy żywych organizmów stanowią bakterie, rośliny, zwierzęta i grzyby.
3. Obecnie znanych jest na Ziemi ponad 1,9 mln gatunków żywych istot.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Wirusy, ewolucja.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Jakie znasz podstawowe grupy organizmów?
2. Dlaczego wirusy nie są zaliczane do organizmów żywych, chociaż one „umieją” się rozmnażać?

#### ZADANIE

Wymień podstawowe grupy organizmów w porządku wzrastania ilości ich gatunków.

### § 3. PODSTAWOWE DZIAŁY BIOLOGII



Dowiedz się, jakie nauki badają życie.

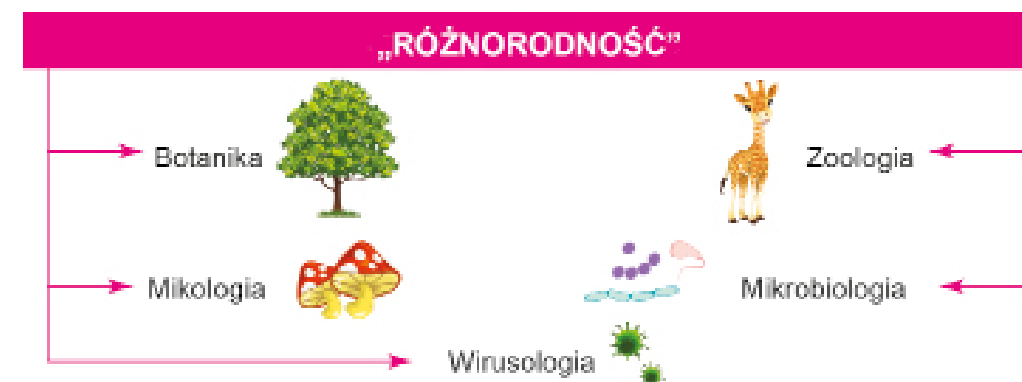


Z jakich działów składa się biologia?

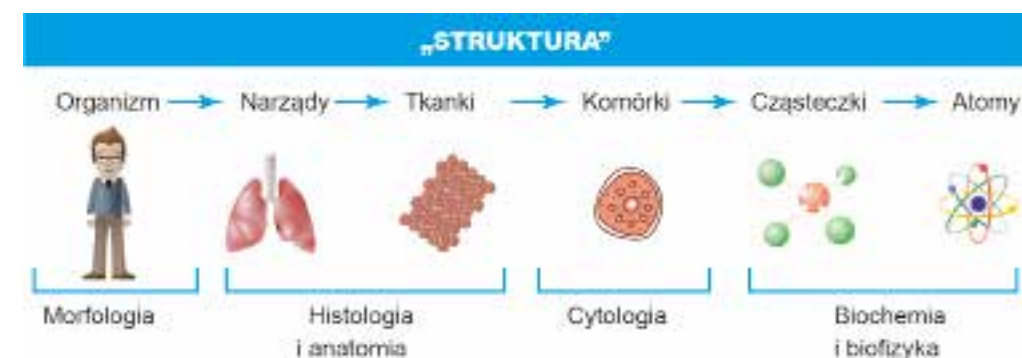
Biologia bada życie we wszystkich jego przejawach. Istnieje wiele podporządkowanych jej nauk, które można połączyć w trzy wielkie działy: „Różnorodność”, „Struktura”, „Funkcje”. Każdy z tych działów szuka odpowiedzi na jedno z trzech podstawowych pytań: 1. Jak róż-

norodny jest świat organizmów żywych? 2. Z czego się składają i jak są zbudowane organizmy? 3. Jakie procesy i w jaki sposób zachodzą w żywej substancji?

Do nauk, które badają różnorodność organizmów, należą: botanika, zoologia, mikologia, mikrobiologia i wirusologia. Najstarszymi są: **botanika** (nauka o roślinach) i **zoologia** (nauka o zwierzętach). W XIX w. powstała **mikologia** (nauka o grzybach) i **mikrobiologia** (nauka o bakteriach). Na początku XX w. powstała nauka o niekomórkowych formach życia – **wirusologia**.



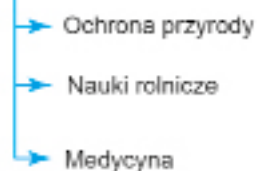
Większość organizmów wielokomórkowych (do takich należy też człowiek) składa się z narządów, narządy – z tkanek, tkanki – z komórek, komórki – z cząsteczek, a cząsteczki – z atomów. Są to *poziomy organizacji życia*. Atomowy i cząsteczkowy poziom organizacji jest jednakowy dla przyrody ożywionej i nieożywionej. Te poziomy badają nauki niebiologiczne – fizyka i chemia. Pomostem łączącym chemię z biologią jest **biochemia**, a fizykę z biologią – **biofizyka**. Bardziej wysokie poziomy organizacji, zaczynając od komórkowego, są właściwe dla istot żywych. Komórki bada **cytologia**, tkanki i narządy – **histologia** i **anatomia**, a organizm w całości – **morfologia**.



## „FUNKCJE”



## NAUKI STOSOWANE



- ✓ *ochrona przyrody* – obejmuje działania, które zmierzają do zachowania, zrównoważonego użytkowania oraz odnawiania zasobów przyrody;
- ✓ *nauki rolnicze* – rozwijają i udoskonalają produkcję rolną;
- ✓ *medycyna* – bada choroby człowieka, zasady zachowania pozwalające im zapobiec oraz sposoby walki z chorobami.

## WNIOSKI

1. Biologia – to nauka o życiu, która składa się z wielu podporządkowanych nauk połączonych w kilka działów.
2. Podstawowe działy biologii badają różnorodność, strukturę i funkcje organizmów.
3. Nauki stosowane pomagają wykorzystać zdobycze biologii w działalności praktycznej człowieka.

## PYTANIA KONTROLNE

1. Według jakich zasad biologia dzieli się na oddzielne nauki?
2. Jakie nauki badają różnorodność organizmów? Czego uczy każda z tych nauk?
3. Jakie nauki badają strukturę żywych organizmów?
4. Czego uczy fizjologia, genetyka, ekologia?

Nauki, które wchodzi do działu „Funkcje”, powiązane są dwiema podstawowymi cechami, którymi organizm żywy różni się od nieżywego. Po pierwsze, żywe organizmy rosną, a po drugie – rozmnażają się. Procesy, zapewniające wzrost, bada **fizjologia**, a procesy, zapewniające rozmnażanie – **genetyka**. Prócz tego, organizmy współdziałają z otaczającym środowiskiem i innymi organizmami. Wskutek tego przyroda ożywiona i nieożywiona oraz różnorodne organizmy są między sobą powiązane i współzależne od siebie. Takie współdziałania i związki bada **ekologia**.

Zdobycze biologii są szeroko wykorzystywane przez człowieka w jego działalności praktycznej. Zajmują się tym nauki stosowane:

## § 4. METODA NAUKOWA W BIOLOGII



Dowiesz się, co to jest metoda naukowa, przypuszczenie naukowe, hipoteza naukowa i teoria naukowa.



Jak pracują uczeni?

Badanie organizmów zawsze zaczyna się od **obserwacji**. Jeżeli obserwator spostrzeże niezrozumiałe lub nieznanne mu właściwości organizmu, dokładnie je **opisuje** i próbuje odnaleźć podobne, zbadane już cechy w innych organizmach. Podczas takich poszukiwań badacz **porównuje** swoje dane z już znanymi i w trakcie porównania formułuje **przypuszczenia** dotyczące istoty zaobserwowanych przez niego nowych właściwości.

Każde naukowe przypuszczenie wymaga sprawdzenia. W tym celu na podstawie przypuszczenia wysuwa się **hipotezę**, która powinna być sprawdzona drogą **doświadczenia** lub **wielokrotnych nowych obserwacji**. Jeżeli w trakcie sprawdzania, hipotezę potwierdza się, przypuszczenie można uznać za udowodnione i naukowo uzasadnione. Jeśli nie, to przypuszczenie jest uznawane za błędne.

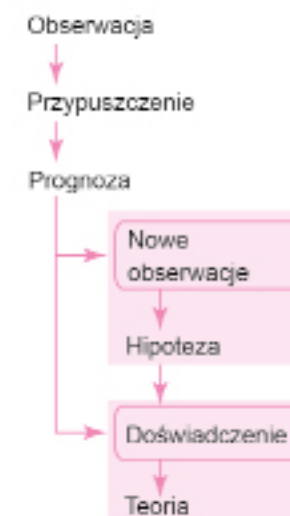
Taka metoda badań nazywa się metodą **naukową**, a wiadomości uzyskane za jej pomocą uznawane są za naukowe.

Przypuszczenia, które zostały potwierdzone za pomocą wielokrotnych nowych obserwacji, ale nie potwierdziły się za pomocą doświadczenia, nazywają się **hipotezami naukowymi**. Hipotezy które zostały potwierdzone poprzez doświadczenia naukowe, stają się **teoriami**.

Zastosowanie metody naukowej przez uczonych biologów można wytłumaczyć na przykładzie badań drzew, które zrzucają lub nie zrzucają w zimie liści.

Otoczają nas różnorodne rośliny. U niektórych (na przykład u brzozy) w niesprzyjających dla wzrostu warunkach (skracanie się dnia świetlnego i obniżanie temperatury w zimie) zachodzi obumieranie i opadanie wszystkich listków. Są to rośliny zrzucające liście.

## METODA NAUKOWA



Istnieją również rośliny *wiecznie zielone*, które zrzucają liście (igły) stopniowo. W okresie wieloletnim one nigdy nie tracą wszystkich liści (na przykład *sosna*).

Pierwszym etapem naukowego badania procesów opadania liści drzew były długotrwałe **obserwacje** brzoź i sosen rosnących w naszych warunkach klimatycznych.

Jednocześnie uczeni badali to zjawisko u innych roślin naszego kraju i dokładnie *opisywali wyniki swoich obserwacji*.

Następnie badali to zjawisko u roślin rosnących w innych szerokościach geograficznych, opisywali podobieństwa i różnice. Wyniki badań porównywali z wynikami, które były otrzymane podczas obserwacji roślin naszego regionu. *Porównywanie wyników obserwacji* – to kolejny etap badania naukowego.

Na podstawie swoich obserwacji, opisów i porównań uczeni wysunęli **przypuszczenie** dotyczące przyczyn występowania tych zjawisk u roślin zrzucających liście i roślin wiecznie zielonych.

Na podstawie przypuszczeń sformułowano **prognozy** wyników nowych badań.

Te prognozy najpierw były sprawdzone poprzez **wielokrotne nowe obserwacje**, co doprowadziło do powstania **hipotezy** o przyczynach istnienia roślin zrzucających liście i roślin wiecznie zielonych.

Później prognozy były potwierdzone wielokrotnymi **doświadczeniami**, podczas których uczeni zbadali, dlaczego i pod wpływem jakich czynników przyrody zachodzą zjawiska opadania liści i wysunięta wcześniej przez nich hipoteza stała się **teorią** naukową.

#### WNIOSKI

1. Biologia opiera się na metodzie naukowej.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Metoda naukowa, hipoteza, teoria.

#### PYTANIA KONTROLNE

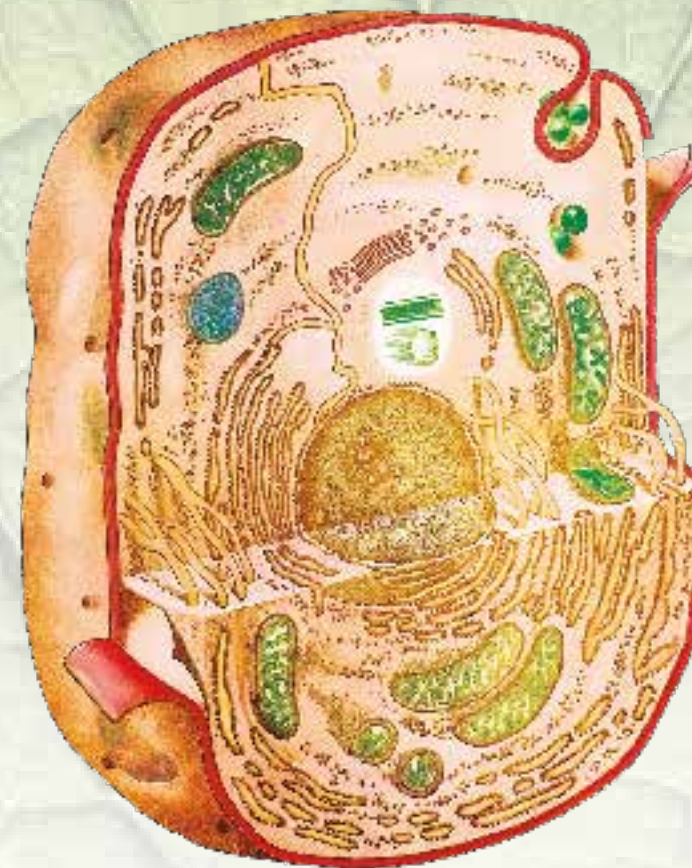
1. Podjęcia jakich „kroków” wymaga metoda naukowa?
2. Czym hipoteza różni się od teorii?

## Temat 1.

# KOMÓRKA

Ucząc się tego tematu, dowiesz się:

- ✓ z jakich najmniejszych żywych cegiełek składają się organizmy, jak one są zbudowane i jak pracują;
- ✓ o istocie procesów odżywiania się, trawienia, fotosyntezy, oddychania i wydalania;
- ✓ jak prawidłowo pracować z mikroskopem.



## § 5. MIKROSKOP I BADANIE KOMÓRKI: WYCIECZKA W HISTORIĘ



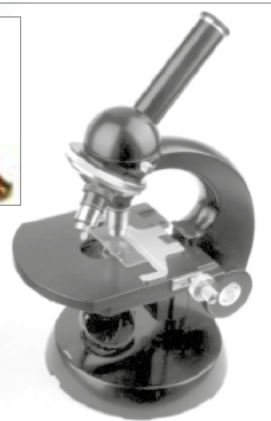
Dowiedz się, jak dzięki wynalezieniu i udoskonaleniu mikroskopu odkryto najmniejsze żywe cegiełki, z których zbudowane są wszystkie istoty żywe – komórki.



Z czego składają się rośliny? Z czego składają się zwierzęta? Czy bakterie posiadają komórki? Jakie cechy wspólne ma roślina i człowiek?



Ryc.1. Lupa



Ryc. 2. Mikroskop optyczny

**Optyka** – dział fizyki, który bada światło i związane z nim zjawiska. Przyrządy, których praca opiera się na wykorzystaniu właściwości światła, nazywają się *optycznymi*.

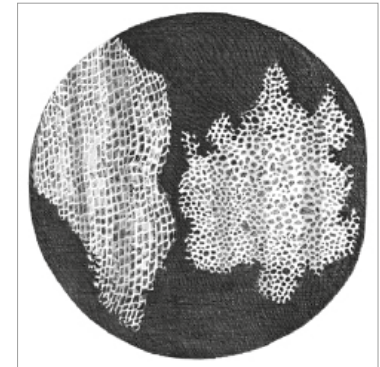
Pytanie „Z czego zbudowany jest organizm żywy?” długo pozostawało bez odpowiedzi, ponieważ struktury, które są wspólne dla organizmów żywych, są bardzo małe i niewidoczne gołym okiem. Odpowiedź dano po wynalezieniu *mikroskopu*. Jego poprzednikiem jest najprostszy przyrząd optyczny – *lupa*, czyli szkło powiększające (ryc. 1).

**Mikroskop**, który stał się prototypem współczesnego (ryc. 2), został wynaleziony w końcu XVI w. Od XVII w. mikroskop stał się jednym z podstawowych instrumentów biologów.

Pierwsze badania naukowe obiektów biologicznych za pomo-

cą mikroskopu wykonał w połowie XVII w. angielski fizyk i naturalista Robert Hook (1635–1703). Między innymi oglądał przekrój *korka* z dębu korkowego. Ujrzał wtedy i narysował liczne siatkowate struktury podobne do plastra pszczelego. Nazwał je *komórkami* (ryc. 3). W 1665 r. w książce „Mikrografia” opublikował ten rysunek wraz z innymi obrazami mikroskopowych struktur kamieni, różnorodnych materiałów, roślin i zwierząt. Struktury, które R. Hook nazwał komórkami, w rzeczywistości były ich próżnymi ścianami. Jednak z czasem zaczęto używać właśnie tego terminu.

Książka R. Hooke'a wywarła ogromne wrażenie na holenderskim naturaliście A. Leeuwenhoek'u. Za pomocą mikroskopu on odkrył cały świat mikroskopijnych organizmów, które nazwał „żyjątkami”. Wśród znanych „żyjątek” A. Leeuwenhoek'a (ryc. 4) były mikroskopijne glony i zwierzęta, jednokomórkowe mikroskopijne grzyby – *drożdże*. Leeuwenhoek odkrył też komórki krwi, opisał martwe komórki skóry oraz budowę mięśnia człowieka, części oka owadów i komórkową budowę korzenia wodnej rośliny *rzęsy*.



Ryc. 3. Mikroskop R.Hooke'a, przekrój korka



1665

R. Hook wprowadził termin komórka



1673–1683

A. Leeuwenhoek odkrył świat mikroskopijnych organizmów, w tym bakterii, zwierząt jednokomórkowych, glonów i grzybów



1838–1839

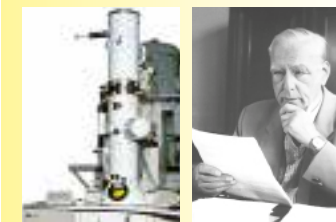
M. Schleiden i Th. Schwann sformułowali teorię, według której zwierzęta i rośliny mają budowę komórkową; komórka jest najmniejszą jednostką życia

Omnis Cellula e cellula



1858

R. Virchow ugruntował wypowiedź: „Każda komórka pochodzi z komórki”



1931

E. Ruska opracował prototyp mikroskopu elektronowego. W 1986 r. otrzymał Nagrodę Nobla



1950–1963

G. Palade, A. Claude, Ch. de Duve stworzyli strukturalno-funkcyjny model komórki. W 1974 r. otrzymali Nagrodę Nobla

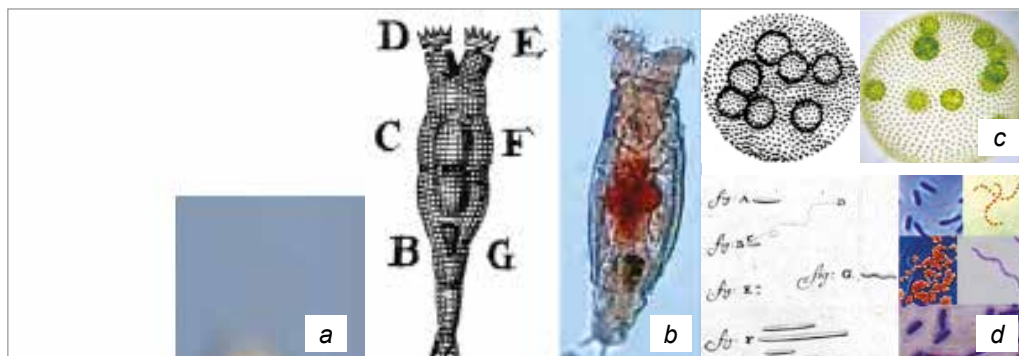


Na przełomie XVIII i XIX w. wynaleziono sposób produkcji bardzo dobrych jakościowo obiektywów, które przy dużym powiększeniu nie zniekształcały obrazu. Za pomocą takiego udoskonalonego obiektywu angielski botanik Robert Braun w 1831 r. odkrył w komórkach roślinnych nową strukturę – *jądro*. Ówczesni biologowie zwrócili też uwagę na to, że jądro znajduje się w galaretowatej substancji, którą wypełniona jest komórka. Ta substancja, która tworzy środowisko wewnętrzne komórki, otrzymała nazwę – **cytoplazma** (od greckiego słowa *cytos* – komórka i *plazma* – zawartość).

W 1838–1839 r. botanik Matias Schleiden i zoolog Teodor Schwann doszli do wniosku, że podstawowym i niezbędnym elementem organizmu żywego jest komórka. Sformułowali cztery tezy, które legły u podstaw zaproponowanej przez nich **teorii komórkowej**:

1. Wszystkie rośliny i zwierzęta zbudowane są z komórek.
2. Rośliny i zwierzęta rosną na skutek tworzenia się nowych komórek.
3. **Komórka** jest najmniejszą żywą jednostką; poza komórką życie nie istnieje.
4. Komórki różnych organizmów są do siebie podobne pod względem budowy.

Autorzy teorii komórkowej nie potrafili poprawnie wytłumaczyć, w jaki sposób tworzą się nowe komórki. Na to pytanie w 1858 r. odpowiedział wybitny niemiecki uczyony Rudolf Virchow (1821–1902). On doszedł do wniosku, że nowe komórki powstają wyłącznie na skutek podziału już istniejących komórek. Do niego należy znana wypowiedź, która w tłumaczeniu z łaciny brzmi: „Każda komórka pochodzi z komórki”.



Ryc. 4. Niektóre „żyjątka”, odkryte i narysowane przez A. Leeuwenhoeka (XVII w.) i ich mikrofotografie zrobione za pomocą współczesnych mikroskopów optycznych (XXI w.):  
 a – słodkowodne mikroskopijne jednokomórkowe zwierzę (pantofelek);  
 b – słodkowodne mikroskopijne wielokomórkowe zwierzę (wrotek);  
 c – słodkowodny mikroskopijny zielony glon (toczek);  
 d – różnorodne bakterie

Wraz z powstaniem teorii komórkowej powstała nowa nauka – **cytologia** (od greckiego słowa *cytos* – komórka i *logos* – słowo, nauka), czyli nauka o komórce.

W drugiej połowie XIX w. cytologia bardzo szybko się rozwijała, udoskonalaly się mikroskopy optyczne pozwalające badać struktury, których rozmiar wynosił zaledwie 0,2  $\mu\text{m}$ , około 400 razy mniejsze od grubości ludzkiego włosa.

W 1931 r. w Niemczech fizyk E. Ruska znalazł prototyp mikroskopu elektronowego. To pozwoliło zobaczyć struktury tysiąc razy mniejsze od tych, które były widoczne za pomocą mikroskopu optycznego.

Dzięki mikroskopowi elektronowemu (ryc. 5) w latach 50–60. XX w. odbyła się prawdziwa rewolucja: odkryto wewnętrzną budowę komórki, ukazano wspólne i odmienne cechy komórek roślin, zwierząt, grzybów i bakterii.

Te badania dały możliwość zobaczenia nie tylko budowy komórki, ale też zrozumienia, jak ona funkcjonuje.

#### WNIOSKI

1. Udoskonalenie metod mikroskopii było niezbędnym warunkiem rozwoju biologii.
2. Mikroskop optyczny pozwolił na obserwację komórki.
3. Dzięki mikroskopowi optycznemu udowodniono, że komórka jest najmniejszą jednostką organizmu żywego; wszystkie organizmy żywe zbudowane są z komórek.
4. Dzięki mikroskopowi elektronowemu udało się poznać budowę wewnętrzną komórki i zbadać, jak ona funkcjonuje.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Komórka, cytoplazma, cytologia.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Kto pierwszy zobaczył komórkę?
2. Kto odkrył świat mikroskopijnych organizmów?
3. Jakie tezy teorii komórkowej sformułowali M. Schleiden i T. Schwann?

**Mikrometr** lub **mikron** ( $\mu\text{m}$ ) – jednostka długości, która dorównuje jednej milionowej części metra.



Ryc. 5. Mikroskop elektronowy

Przyszykuj odpowiedzi na pytania uczniów, które były przytoczone na początku paragrafu.

## DLA DOCIEKLIWYCH

## Pierwsze fotografie komórki pod mikroskopem elektronowym

Pierwszy mikroskop elektronowy dla badań biologicznych został skonstruowany przez firmę SIEMENS i w 1944 r. znalazł się w Instytucie Badań Medycznych Rockefellera w Nowym Jorku. W 1945 r. trzech biologów pod kierunkiem K. Portera opublikowało pierwsze fotografie komórek zwierzęcych, które były zrobione za pomocą tego przyrządu. Na tych zdjęciach był dobrze widoczny ogólny kontur komórki, jej niejednorodna zawartość, w której można było odróżnić jądro i niektóre pałeczkowate struktury – mitochondria. W latach 60. XX w. grupa uczonych z Instytutu Rockefellera dokładnie zbadała budowę komórek zwierząt, roślin i grzybów oraz niektórych mikroskopijnych organizmów jednokomórkowych, odkrytych swego czasu przez A. Leeuwenhoek'a. W tym samym czasie inna grupa uczonych tegoż Instytutu zbadała budowę dziwnych obiektów, które nie były widoczne przez mikroskop optyczny – wirusów, odkrywając przy tym, że wirusy nie mają budowy komórkowej, a więc znajdują się na granicy między żywym i nieżywym.

## § 6. BUDOWA MIKROSKOPU



Poznasz budowę mikroskopu i dowiesz się, jak obliczać jego powiększenie.



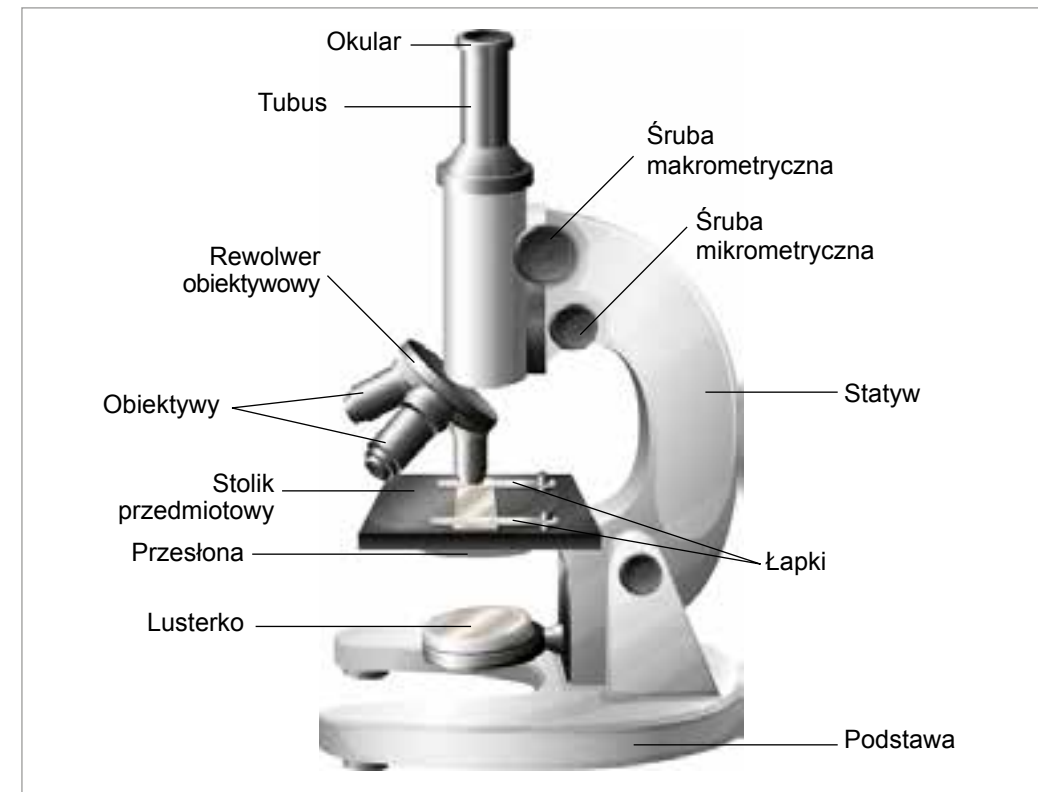
Czy będziemy pracować z mikroskopem?  
Co, oprócz bakterii, można zobaczyć pod mikroskopem?

**Mikroskop** (od greckiego słowa *mikros* – mały i *skopeo* – patrzeć, obserwuję) – to powiększający przyrząd, który pozwala rozpatrywać bardzo małe przedmioty. Budowa mikroskopu szkolnego jest prawie taka sama, jak najlepszych mikroskopów badawczych pierwszej połowy XX w. (ryc. 6). Przy prawidłowym ustawieniu mikroskop szkolny pozwala zobaczyć nie tylko komórkę, lecz również jej poszczególne struktury wewnętrzne. Mając pewne doświadczenie, możemy nawet wykonać niektóre ciekawe eksperymenty.

Mikroskop zbudowany jest z *korpusu* (układu mechanicznego) oraz *układu optycznego*, przez który przechodzi światło.

## Części mechaniczne mikroskopu:

✓ podstawa;



Ryc. 6. Wygląd zewnętrzny i podstawowe części mikroskopu szkolnego

- ✓ stolik przedmiotowy, na którym umieszcza się preparat, przytrzymywany za pomocą dwóch łapek;
- ✓ statyw ze zmiennym kątem nachylenia, na którym znajduje się śruba makrometryczna (służy do wstępnej regulacji ostrości) i śruba mikrometryczna (służy do precyzyjnego ustalenia ostrości);
- ✓ tubus – na jego dolnym końcu znajduje się rewolwer z obiektywami, a w górnej części – okular.

Części **optyczne** mikroskopu:

- ✓ lusterko wklęsłe, które można obracać;
- ✓ przesłona, która znajduje się pod stolikiem przedmiotowym;
- ✓ rewolwer z obiektywami o różnych powiększeniach;
- ✓ okular.

Lusterko służy do oświetlenia preparatu. Przesłona pozwala na regulację jasności pola widzenia i kontrastowości obrazu: przy zamkniętej przesłonie obraz będzie kontrastowy, ale ciemny; przy całkowicie otwartej przesłonie – mniej kontrastowy i za jasny.



Ryc. 7. Obiektywy (a), okular (b) mikroskopu szkolnego i ich oznaczenia

**Obiektyw.** Mikroskop szkolny ma trzy obiektywy: o bardzo małym powiększeniu (4x), o małym powiększeniu (10x) i dużym powiększeniu (40x). W celu ich łatwiejszej wymiany zostały one wkręcone w tarczę rewolwerową. Obiektyw skierowany pionowo w dół, w kierunku do preparatu, jest włączony do układu optycznego, inne zaś – wyłączone. Gdy chcemy uzyskać inne powiększenie, rewolwer należy przekręcić w lewo lub w prawo, a wraz z nim przesuwają się odpowiednie obiektywy. Lekkie stuknięcie rewolweru przy przekręcaniu wskazuje, że obiektyw znalazł się na właściwym miejscu.

**Obiektyw** jest najważniejszą częścią optyczną mikroskopu. Na obiektywie za pomocą cyfr zaznaczone są jego dane techniczne. W górnym rzędzie pierwsza cyfra oznacza powiększenie obiektywu (ryc. 7).

Mnożąc powiększenie obiektywu przez powiększenie okularu, otrzymamy **powiększenie oglądanego obiektu**. Na przykład powiększenie własne obiektywu = 4x, powiększenie własne okularu = 10x, powiększenie obrazu wynosi:  $10 \cdot 4 = 40$  (razy).

Podczas pracy z mikroskopem umieść preparat na stoliku przedmiotowym, połóż łapki przytrzymujące preparat, ustaw obiektyw o małym powiększeniu (10x). Obracając lustro, skieruj światło na preparat. Za pomocą śruby makrometrycznej nastaw obraz na ostrość. By zobaczyć więcej szczegółów, nastaw większe powiększenie, śrubą mikrometryczną nastaw obraz na ostrość i skontrastuj obraz przesłoną.

#### Podczas pracy z mikroskopem należy przestrzegać następujących reguł:

1. Soczewki okularu i obiektywu należy chronić przed zabrudzeniem i uszkodzeniami mechanicznymi: nie dotykać palcami i twardymi przedmiotami, nie dopuszczać do kontaktu z wodą i innymi substancjami.
2. Nie wolno rozkręcać oprawy okularu i obiektywu, mechanicznych części mikroskopu – one mogą być naprawiane wyłącznie w zakładach napraw sprzętu optycznego.

3. Przenosić mikroskop należy dwoma rękami w pozycji pionowej, trzymając przyrząd jedną ręką za statyw, a drugą – za jego podstawę.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Obiektyw, ogólne powiększenie mikroskopu.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Z jakich części optycznych zbudowany jest mikroskop?
2. Jakie części optyczne mikroskopu zapewniają ogólne powiększenie?
3. W jakim celu wykorzystujemy lustro wklęsłe?
4. Jaką rolę spełnia przesłona?
5. Jaki obiektyw ustawiamy na początku pracy z mikroskopem?
6. Jakie maksymalne powiększenie możemy uzyskać wykorzystując obiektywy i okular przedstawione na ryc. 7?
7. Jakich reguł należy przestrzegać podczas pracy z mikroskopem?

#### ZADANIE

Uważnie rozpatrz budowę mikroskopu szkolnego, znajdź wszystkie jego części składowe. Zapisz powiększenie okularu i obiektywów. Oblicz powiększenie mikroskopu dla każdego obiektywu. Wyniki zapisz do tabelki w zeszyście.

Powiększenie obiektywu	Powiększenie okularu	Ogólne powiększenie mikroskopu

#### DLA DOCIEKLIWYCH

#### Jak wyznaczyć wielkość najmniejszych obiektów, które można obserwować pod mikroskopem optycznym?

Wielkość najmniejszego obiektu, który możemy obserwować, zależy od zdolności rozdzielczej przyrządu optycznego.

**Zdolność rozdzielcza** – to najmniejsza odległość między dwoma punktami, które w obrazie mikroskopowym są dostrzegalne oddzielnie.

Zdolność rozdzielcza oka ludzkiego wynosi 200  $\mu\text{m}$  (0,2 mm), mikroskopu optycznego – 0,2  $\mu\text{m}$  (0,0002 mm), mikroskopu elektronowego – 0,0002  $\mu\text{m}$  (0,0000002 mm). Jeżeli wielkość obiektu jest mniejsza od zdolności rozdzielczej, to nie możemy go rozpatrzeć, i na odwrót. Tak więc od wartości zdolności rozdzielczej zależy, co możemy zobaczyć pod mikroskopem, a czego – nie.

Liczbową miarą maksymalnej zdolności rozdzielczej obiektywu jest współczynnik zwany **aperturą** obiektywu, jest on z reguły wygrawerowany na obiektywie po wskaźniku powiększenia obiektywu.

Na podstawie apertury obiektywu obliczamy zdolność rozdzielczą obiektywu:

Zdolność rozdzielcza (w  $\mu\text{m}$ ) = 0,3355 / apertura obiektywu.

Otrzymaną wartość zaokrąglamy do dziesiątych.

Przykład: na obiektywie z czerwonym kółkiem (ryc. 7) w górnym rzędzie naniesiono oznaczenie: „4/ 0,10”. Liczba „4” wskazuje na powiększenie obiektywu – czterokrotne, a „0,10” – aperturę. Zdolność rozdzielcza tego obiektywu wynosi:

$$0,3355 / 0,10 = 3,355 \approx 3,4 (\mu\text{m}).$$

## § 7. BUDOWA KOMÓRKI



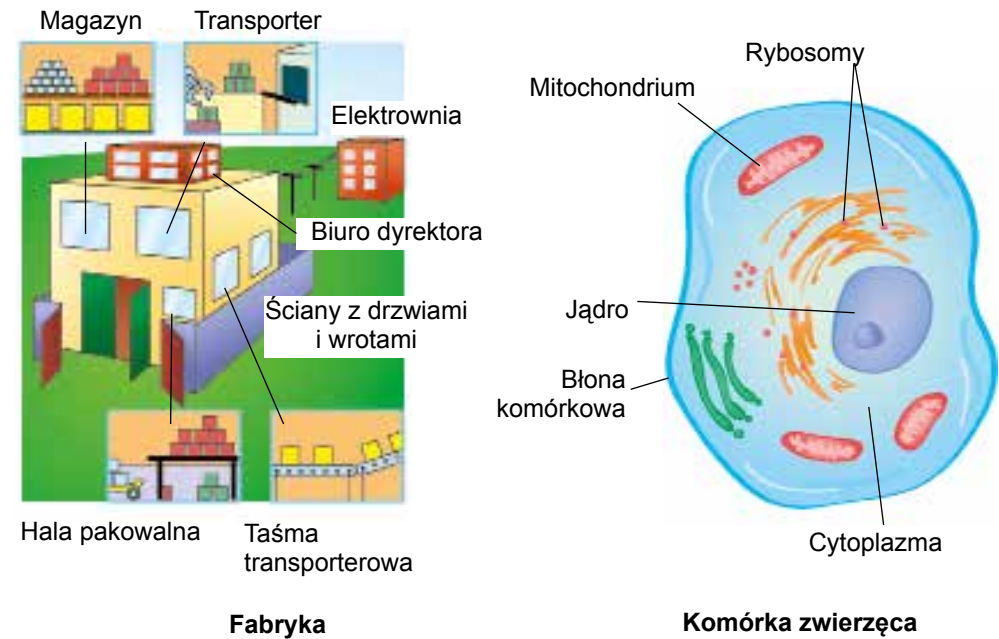
Będziesz mógł zajrzeć do tajemniczego świata komórki oraz zapoznać się z jej budową i funkcjonowaniem.



Słyszałem, że człowiek zbudowany jest z komórek. Czy komórka ma coś w środku i jak ona funkcjonuje?

Wszystkie organizmy żywe zbudowane są z komórek. Komórki czasami nazywane są „fabryką życia”. Każda fabryka coś produkuje. Fabryka włókiennicza – tkaniny, fabryka mebli – meble, fabryka cukierków – słodycze i cukierki. Cóż produkuje komórka? **Komórka produkuje substancje złożone, z których powstają nowe komórki.** Porównajmy komórkę z fabryką (ryc. 8).

Hale produkcyjne fabryki mają ściany z drzwiami i wrota. Każda komórka otoczona jest błoną komórkową, która rozpoznaje i przepuszcza do niej wszystko, co jest surowcem niezbędnym do jej pracy, zapewniając proces odżywiania komórek. Błona również rozpoznaje zbędne substancje i zapewnia ich wydalanie.



Ryc. 8. Fabryka i komórka zwierzęca

A więc, błona komórkowa – to ściana z wrotami, która pełni funkcję kontroli i przepuszczalności.

Podobnie jak fabryka ma swoją przestrzeń wewnętrzną, komórka posiada *cytoplazmę*. Ale podstawą cytoplazmy nie jest powietrze, lecz półpłynna galaretowata masa, która pod względem składu chemicznego podobna jest do wody morskiej. Zawiera ona około 90% wody, w której rozpuszczone są sole (substancje nieorganiczne) i proste substancje organiczne.

W fabryce jest wiele różnych pomieszczeń: hal, magazynów, sieci transportowych. Cytoplazma również dzieli się na różne części – *organelle*. Niektóre organelle otoczone są własnymi błonami podobnymi do błony komórkowej.

W fabryce jest główne biuro, w którym zasiada dyrektor. Podstawową strukturą komórki jest **jądro**, które zawiera *DNA*. Podobnie jak dyrektor kieruje pracą fabryki, *DNA* kieruje pracą komórki.

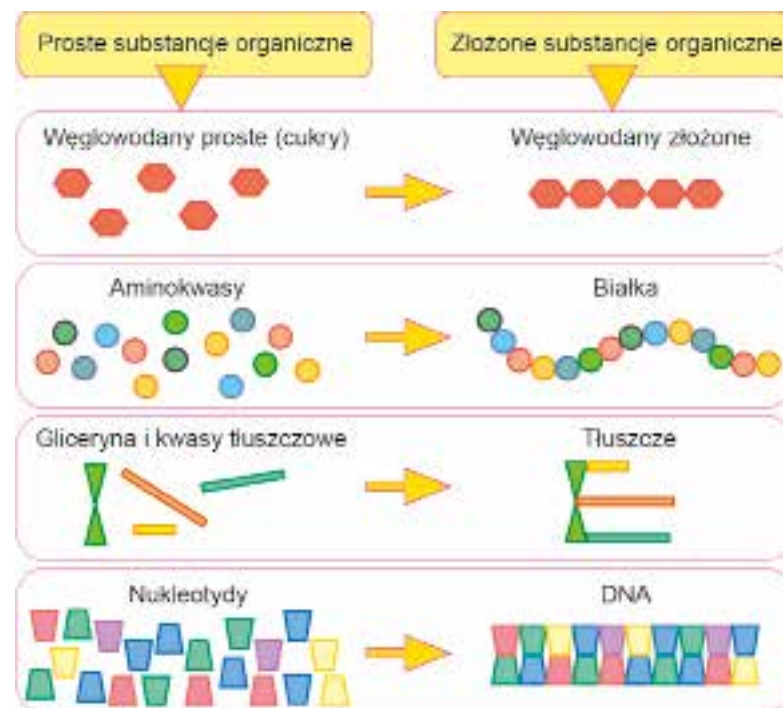
Otóż rozpatrzyliśmy podstawowe części składowe komórki. Te oraz inne części składowe komórki i ich funkcje zostały przytoczone w tabelce porównawczej 1.

**Organelle** – stałe struktury cytoplazmy, które spełniają w komórce określone funkcje.

## Porównanie części składowych komórki i fabryki

Części fabryki	Funkcja	Struktury i organelle komórki
Budowla fabryczna z drzwiami i wrotami	Ograniczenie przestrzeni produkcyjnej i ochrona zasad wpuszczania i wypuszczania	Błona komórkowa
Wewnętrzna przestrzeń fabryki	Rozmieszczenie pomieszczeń i hal produkcyjnych	Cytoplazma
Gabinet dyrektora	Kierowanie	Jądro
Transporter zbierający	Zbieranie podstawowego produktu	Rybosomy
Elektrownia	Zapewnienie energii	Mitochondria

Podstawowe substancje, z których zbudowana jest komórka – to białka, tłuszcze i węglowodany. Na początku wszystkie te związki chemiczne komórka spożywa sama – włącza je w swoje ciało i dlatego *rośnie*. W końcu wyrasta i nie może się już zwiększać. Wtedy *się dzieli* – i z jednej komórki powstają dwie.



Ryc. 9. Złożone substancje organiczne w komórce powstają z substancji prostych

„Proces produkcyjny” w komórce – to ogromna ilość określonych reakcji chemicznych. Podczas jednych reakcji z substancji prostych tworzą się złożone, a podczas innych – złożone substancje rozpadają się na proste lub przekształcają się na inne substancje złożone. W różnych halach fabryki odbywają się określone procesy produkcyjne, a w różnych częściach komórki – reakcje chemiczne. Za każdą reakcję odpowiadają specjalne *białka*. Jeśli komórka jest fabryką życia, to białka – jej pracownikami. Prawie każda reakcja chemiczna w komórce odbywa się za pomocą jakiegoś białka.

Podstawowe złożone substancje organiczne, które produkuje komórka, to – białka, tłuszcze, węglowodany, DNA oraz niektóre inne cząsteczki. Z nich zbudowane jest ciało komórki.

Komórki są budowane ze złożonych substancji organicznych i z prostych substancji organicznych (ryc. 9). Na przykład cząsteczki prostego węglowodanu – glukozy – łączą się w długie łańcuszki – złożone węglowodany. Cząsteczki prostych substancji organicznych – aminokwasów – na rybosomach łączą się w długie łańcuszki i tworzą białka.

W różnych narządach komórki z prostych substancji organicznych przekształcają się w złożone związki organiczne – tłuszcze. Łańcuszek z prostych substancji organicznych – nukleotydów – tworzy złożoną cząsteczkę organiczną – DNA, która zawiera informacje genetyczne.

### WNIOSKI

1. Komórka składa się z wody, substancji organicznych i nieorganicznych.
2. Podstawowe części składowe komórki – struktury i organelle, które współdziałają między sobą w procesie działalności życiowej komórki.
3. W wyniku współdziałania struktur i organelli powstają złożone substancje organiczne.
4. Złożone substancje organiczne są niezbędne do wzrostu komórki, który kończy się jej podziałem.

### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Organelle, błona komórkowa, jądro.

### PYTANIA KONTROLNE

1. Co to jest organella?
2. Jaką funkcję spełnia błona komórkowa?
3. Z jakich substancji zbudowana jest komórka.

## § 8. WSPÓLNE CECHY KOMÓRKI ROŚLINNEJ I ZWIERZĘCEJ



Dowiesz się, że komórki roślin i zwierząt są podobne pod względem tych struktur, które kierują pracą komórki, zachowują informację dziedziczną, uwarunkowują wzrost komórki i dostarczają komórce energii.

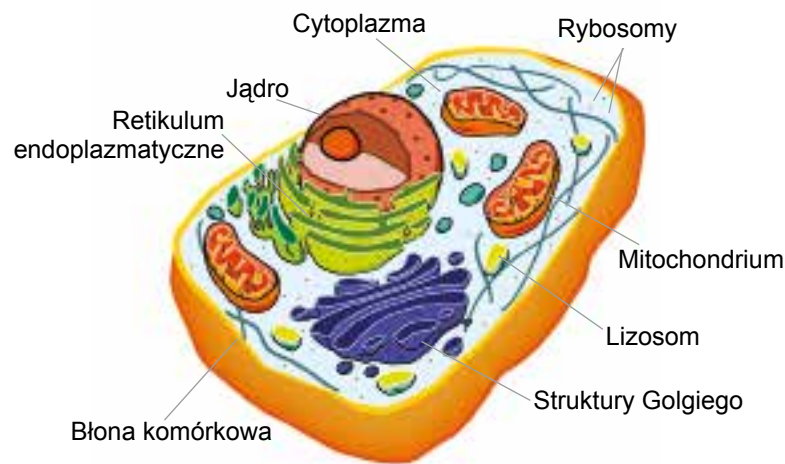


Co to jest DNA? Czy zwierzęta posiadają DNA? Czy rośliny oddychają?

Na ryc. 10 i 11 podano schemat budowy komórki roślinnej i zwierzęcej. Nie zważając na różnicę w wyglądzie, obydwie typy komórek mają wiele cech wspólnych: *błone komórkową, jądro, rybosomy, mitochondria*. Te struktury i organelle pełnią funkcje, które są wspólne zarówno dla roślin jak i dla zwierząt.

**Błona komórkowa** – to struktura, którą posiada każda komórka. Jest ona bardzo cienka i niewidoczna pod mikroskopem optycznym. Błone tworzy powłoka składająca się z cząsteczek tłuszczopodobnych, w którą „wbudowane” są cząsteczki białek. Tłuszczopodobne cząsteczki sprzyjają temu, że błona jest nieprzepuszczalna. Natomiast białka decydują, jakie substancje mogą dostać się do wnętrza, a jakie – wydostać się na zewnątrz.

Każda komórka wypełniona jest **cytoplazmą**. Cytoplazma jest ruchoma. Jej ruch ułatwia dostarczanie substancji nieorganicznych i prostych substancji organicznych do różnych organeli.



Ryc.10. Komórka zwierzęca

Zarówno komórka roślinna, jak i zwierzęca ma jądro, które widoczne jest pod mikroskopem optycznym. Jądro – to struktura, która oddzielona jest od cytoplazmy błoną jądrową i zawiera cząsteczki DNA.

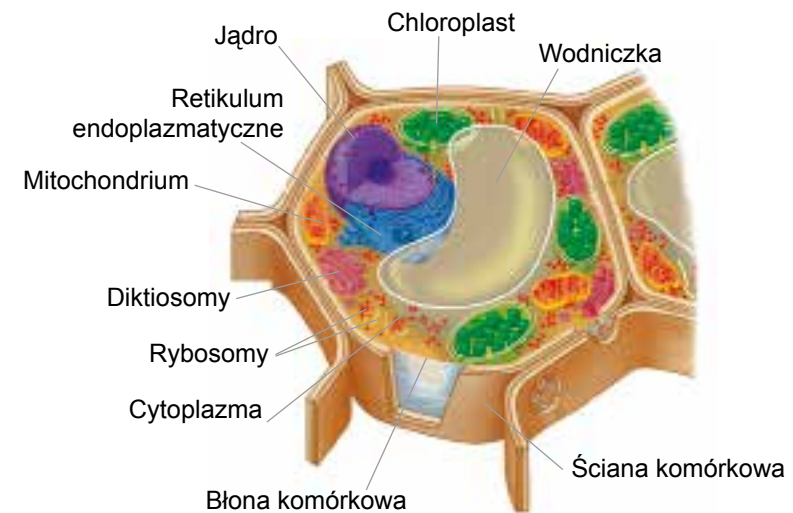
DNA – to długa cząsteczka, która zawiera informację o wszystkich procesach zachodzących w komórce z udziałem białek. Odcinek DNA, który zawiera informację o jednym białku, nazywa się **genem**. Przy każdym podziale komórki potomne dziedziczą kopię DNA komórki macierzystej, dlatego też *cząsteczka DNA* nie tylko kieruje pracą komórki, lecz jest również nośnikiem informacji dziedzicznej.

Tak więc *jądro* nadzoruje pracę komórki oraz jest miejscem przechowywania nośników informacji dziedzicznej – cząsteczek DNA.

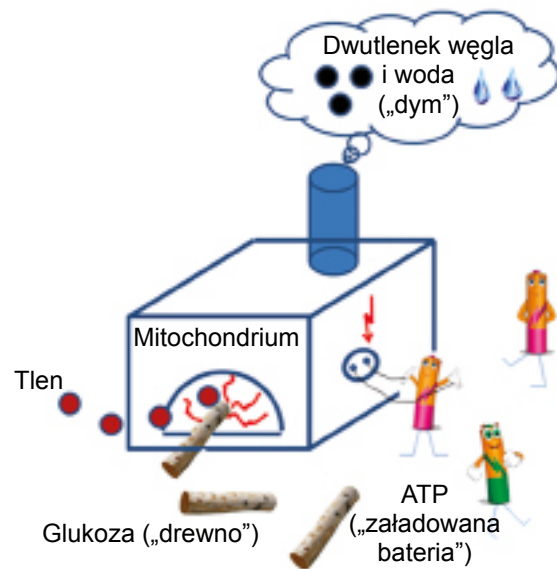
Wszystkie komórki zawierają **rybosomy** – organelle, których główną funkcją jest synteza białek. Możemy je obserwować wyłącznie pod mikroskopem elektronowym. A więc, rybosomy – to swoisty transporter komórkowy, na którym odbywa się synteza białek.

Komórka roślinna i zwierzęca zawiera też *mitochondria*. **Mitochondrium** – to organelle, która dostarcza komórce energii. Jest ono dość duże i dlatego widoczne pod mikroskopem optycznym.

**Synteza** – to proces łączenia się prostych pojedynczych cząsteczek w złożoną całość. Na przykład synteza białek – to proces, podczas którego substancje proste, (aminokwasy) łącząc się ze sobą w pewnej kolejności, tworzą związek złożony – białko.



Ryc. 11. Komórka roślinna



Ryc.12. Schemat pracy mitochondrium

Mitochondrium funkcjonuje podobnie jak elektrownia ciepła: w nim „paliwo” współdziała z tlenem. Ten proces nazywa się **oddychaniem** jest on podobny do palenia się, ale bez płomienia. Energia, która się wydziela, częściowo ładuje „baterie chemiczne” – cząsteczki, które nazywają się ATP. Nadmiar energii rozprasza się w postaci ciepła. „Paliwem” dla mitochondrium w odróżnieniu od elektrowni ciepłej jest nie węgiel, lecz węglowodan – glukoza. Przy współdziałaniu z tlenem glukoza w mitochondrium rozpada się na dwutlenek węgla i wodę. (ryc. 12).

Jednak istnieją znaczące różnice w pracy elektrowni i mitochondrium. Elektrownia produkuje energię elektryczną, a mitochondrium – chemiczną. Pracy mitochondrium, w odróżnieniu od elektrowni, nie wolno zatrzymać, ponieważ komórka prawie od razu ginie.

### WNIOSKI

Wspólnymi organellami i strukturami dla komórki zwierzęcej i roślinnej są takie, które:

- ✓ nadzorują pracę komórki i przechowują informację dziedziczną (jądro z DNA);
- ✓ w procesie oddychania dostarczają komórce energii (mitochondrium);
- ✓ zapewniają syntezę białek (rybosomy);
- ✓ kontrolują pochłanianie i wydzielanie przez komórkę substancji oraz oddzielają cytoplazmę od środowiska zewnętrznego (ściana komórkowa).

### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Mitochondria, DNA, rybosomy.

### PYTANIA KONTROLNE

Nazwij organellę lub strukturę, która:

- produkuje energię dla zapewnienia procesów komórkowych;
- pozwala potrzebным substancjom dostać się do komórki oraz zapobiega dostaniu się substancji zbędnych lub szkodliwych;
- nadzoruje pracę komórki i przechowuje informację dziedziczną;
- zapewnia syntezę białek.

### DLA DOCIEKLIWYCH

#### Organelle, które zapewniają komórce dostarczenie substancji

Za funkcję transportującą w komórce roślinnej i zwierzęcej odpowiedzialne są przede wszystkim: retikulum endoplazmatyczne i diktiosomy. **Retikulum endoplazmatyczne** (siateczka endoplazmatyczna) – to rozgałęziony system cienkich kanalików (ryc. 10, 11). Kanaliki retikulum endoplazmatycznego są swoistymi wewnątrzkomórkowymi drogami, które wyznaczają kierunek ruchu różnych substancji organicznych, przede wszystkim – białek. Zewnętrzne ścianki kanalików retikulum endoplazmatycznego są też miejscem przymocowania się rybosomów. Retikulum endoplazmatyczne widoczne jest tylko pod mikroskopem elektronowym.

**Diktiosomy** – to organelle, które otrzymują substancje od retikulum endoplazmatycznego, segregują je, szykują do transportowania i „pakują” w małe pęcherzyki (ryc. 10, 11). Następnie te pęcherzyki wędrują albo do innych części komórki, albo do ściany komórkowej, skąd są wydalane na zewnątrz.

Obecność diktiosomów jest wspólną cechą komórki roślinnej i zwierzęcej, jednak u zwierząt diktiosomy tworzą dość złożoną strukturę – zespół Golgiego. Diktiosomy widoczne są pod mikroskopem optycznym, ale ich budowę można poznać wyłącznie za pomocą mikroskopu elektronowego.

#### Ile różnych białek pracuje w fabryce życia?

Aby komórka była żywa, czyli mogła rosnąć i rozmnażać się, potrzebuje ona wiele różnorodnych białek. W II połowie XX w. powstała hipoteza „minimalnej komórki”, według której komórka, aby żyć, musi syntezować 800–1000 różnych rodzajów białek. Obecnie uważa się, że komórka może być żywa, jeżeli jej DNA koduje około 310–380 białek. W 2010 r. cząsteczka DNA z minimalną ilością genów była sztucznie stworzona i wprowadzona do komórki bakterii, z której zabrano jej własne DNA. Taka komórka bakterii w warunkach laboratoryjnych zaczęła rosnąć i dzielić się. W ten sposób udowodniono, że nawet minimalna ilość genów wystarcza do zapewnienia pełnocennej działalności życiowej komórki.

## § 9. RÓŻNICE W BUDOWIE KOMÓRKI ROŚLINNEJ I ZWIERZĘCEJ



Dowiedz się, dlaczego nie zważając na podobieństwa w budowie, komórki roślin i zwierząt znacząco się różnią.



Z czego rośliny produkują tlen? Co to jest fotosynteza? Dlaczego rośliny są zielone? Czy istnieją rośliny, które żywią się promieniami słonecznymi lub powietrzem? Jakie substancje odżywcze otrzymują rośliny od promieni słonecznych? Czy prawda, że rośliny oczyszczają powietrze?

Z §7. dowiedziałeś się, że **proste substancje organiczne – to surowiec, z którego budują się złożone substancje organiczne.** Ale skąd biorą się w komórce proste substancje organiczne? Właśnie na sposobie otrzymywania prostych substancji organicznych polega główna różnica między roślinami i zwierzętami.

**Rośliny same tworzą proste substancje organiczne z nieorganicznych w procesie fotosyntezy.** Podczas fotosyntezy za pomocą światła z dwutlenku węgla i wody tworzą się proste substancje organiczne. Przeważnie jest to cukier.

**Fotosynteza** – to proces tworzenia się prostych substancji organicznych z dwutlenku węgla i wody za pomocą energii światła.

Fotosynteza zachodzi w wyspecjalizowanych organellach – *chloroplastach*.

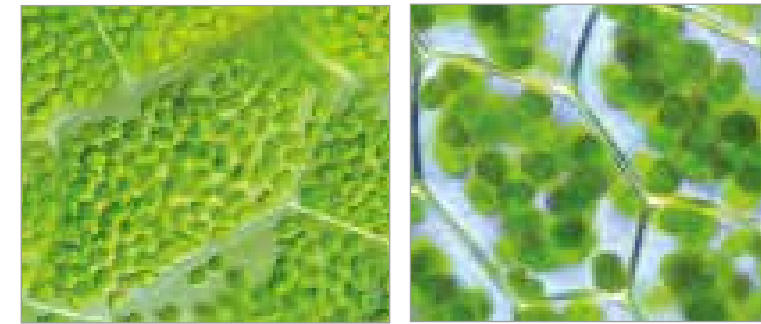
Zwierzęta nie potrafią tworzyć prostych substancji organicznych z nieorganicznych. **Komórki zwierzęce**

**pochłaniają już gotowe substancje organiczne.** Proste związki organiczne są pochłaniane za pomocą ściany komórkowej i od razu mogą być wykorzystane przez komórkę do budowy niezbędnych złożonych substancji organicznych.

Wiele komórek zwierzęcych zdolnych jest do pochłaniania również złożonych związków organicznych. Wtedy substancja złożona z początku rozpada się na proste substancje organiczne. Ten proces odbywa się w komórce i dlatego nazywa się *trawieniem wewnątrzkomórkowym*. Następnie substancje proste są wykorzystywane jako surowiec do syntezy innych złożonych związków organicznych, które w danej chwili są potrzebne komórce. Trawienie wewnątrzkomórkowe w komórkach zwierzęcych odbywa się w *lizosomach*.

Różnice w budowie komórki roślinnej i zwierzęcej uwarunkowane są właśnie różnymi sposobami odżywiania się.

*Komórka roślinna, w odróżnieniu od zwierzęcej, posiada chloroplasty, ścianę komórkową, wielką wodniczkę z soki komórkowym. Komórka zwierzęca, w odróżnieniu od roślinnej, posiada organelle, w których odbywa się trawienie wewnątrzkomórkowe. Są to lizosomy.*



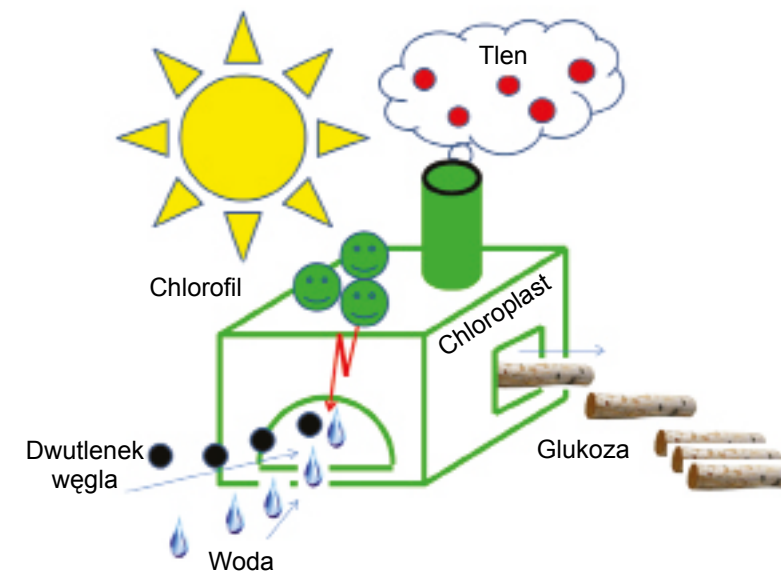
Ryc.13. Komórki z chloroplastami pod mikroskopem optycznym

**Chloroplasty** – jedne z największych organelli komórki roślinnej (ryc. 13). Są one dobrze widoczne pod mikroskopem optycznym. Chloroplasty zawierają substancję, która pochłania światło – chlorofil. Chlorofil zawsze jest zabarwiony na zielono. Właśnie dlatego rośliny są zielone.

Podczas fotosyntezy do chloroplastu wnika dwutlenek węgla i woda. W tym samym czasie chlorofil pochłania światło słoneczne i przekształca je w energię chemiczną, dzięki której z dwutlenku węgla i wody tworzy się glukoza. Przy tym uwalnia się tlen (ryc. 14).

Glukoza, która powstała podczas fotosyntezy, może być wykorzystana do:

- ✓ tworzenia wielocukrów (na przykład substancji zapasowej – *skrobi*);
- ✓ przekształcenia na inne proste substancje organiczne, z których potem powstają białka, tłuszcze, DNA itd.;
- ✓ produkcji w mitochondriach energii, która jest niezbędna komórce.



Ryc. 14. Proces fotosyntezy



Tlen, który powstaje podczas fotosyntezy, jest „odpadem produkcji”. Jest on niebezpieczny dla komórki, ponieważ może „spalić” wiele potrzebnych substancji, uszkodzić struktury komórkowe i organelle. Dlatego też większa część tlenu, z wyjątkiem spożywanego przez mitochondria, wydalana jest z komórki i trafia w powietrze. Właśnie dzięki tlenowi, który powstał w procesie fotosyntezy, nasza planeta ma atmosferę tlenową.

### To ciekawe

W komórce roślinnej podczas fotosyntezy powstaje tak dużo tlenu, że może on uszkodzić chloroplast. Ale do tego nie dochodzi, ponieważ w chloroplastach tlen wiąże szczególne substancje ochronne – antyutleniacze. Antyutleniacze pochodzenia roślinnego często są dodawane do różnych produktów spożywczych – one chronią komórki człowieka przed uszkodzeniem tlenem.

**Ściana komórkowa** – to struktura, która zwiększa trwałość komórki. Ściana komórkowa znajduje się na zewnątrz od błony komórkowej. Jest o 20–1000 razy grubsza od błony komórkowej i dlatego dobrze widoczna pod mikroskopem optycznym. Ściana komórkowa zbudowana jest z wielocukru – *celulozy*.

Ściana komórkowa nie przepuszcza do błony komórkowej dużych cząsteczek, między innymi złożonych substancji organicznych. Natomiast przepuszcza wodę wraz z rozpuszczonymi w niej solami, dwutlenek węgla i tlen. Ściana komórkowa nie tylko zwiększa trwałość komórki, lecz wspólnie z wodniczką nadaje komórce roślinnej sprężystość.

**Wodniczka (wakuola)** – to jedna z największych komórek organeli, która jest dobrze widoczna pod mikroskopem optycznym. Jest ona ograniczona od cytoplazmy błoną.

Podstawowa substancja, która znajduje się w wodniczce – to woda. Komórka roślinna stale pochłania ją z otaczającego środowiska i gromadzi w wodniczce. Woda stopniowo ją rozciąga, jej ścianki naciskają na cytoplazmę, która z kolei naciska na błonę komórkową. Pod wpływem tego nacisku błona komórkowa nie pęka tylko dlatego, że nad nią znajduje się mocna ściana komórkowa. Wskutek tego komórka nabiera sprężystości. Jeśli zapasy wody w wodniczce zmniejszają się, na przykład podczas posuchy, komórki tracą sprężystość. Przejawem tego zjawiska jest *więdnienie roślin*.

Prócz wody w wodniczce tworzą się zapasy prostych cukrów i kwasów organicznych – cytrynowego, jabłkowego, szczawiowego. Właśnie dzięki sokowi komórkowemu, znajdującemu się w wodniczce, owoce i warzywa mają kwaśno-słodkawy smak.

Wodniczka częściowo spełnia też funkcję magazynu, gdzie przechowujemy rzeczy w danej chwili niepotrzebne, ale mogące się jeszcze kiedyś przydać. Jest to również miejsce, do którego roślina usuwa substancje trujące.

**Lizosomy** – to organelle komórki zwierzęcej, w których odbywa się trawienie wewnątrzkomórkowe. Mają one postać drobnych pęcherzyków zawierających komórkowy „sok trawienny” i są oddzielone od cytoplazmy błoną. Pod mikroskopem optycznym są zazwyczaj niewidoczne. W lizosomach złożone substancje organiczne, które zostały pochłonięte przez komórkę zwierzęcą, rozpadają się na proste związki organiczne. Lizosomy są również „zakładem” przeróbki surowców wtórnych – w nich części organeli, które przestały funkcjonować i wymagają wymiany, rozpadają się na proste substancje organiczne, które powtórnie są wykorzystywane przez komórkę.

### WNIOSKI

1. Komórki roślin, w odróżnieniu od komórek zwierzęcych, mają chloroplasty, ścianę komórkową, wodniczkę, a komórki zwierzęce – lizosomy.
2. Różnice w budowie komórki roślinnej i zwierzęcej uwarunkowane są różnymi sposobami odżywiania się.

### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Chloroplasty, wodniczka, ściana komórkowa, lizosom, fotosynteza.

### PYTANIA KONTROLNE

1. Jakie organelle ma komórka roślinna, a nie ma zwierzęca i na odwrót?
2. Które z podanych substancji spożywają komórki roślin, a które – komórki zwierząt: tlen, woda, dwutlenek węgla, białka?
3. Do czego komórkom zwierzęcym niezbędne jest trawienie wewnątrzkomórkowe?
4. Co to jest fotosynteza?

### ZADANIE

1. Ściana komórkowa często jest mylona z błoną komórkową. Znajdź jak najwięcej różnic między ścianą komórkową a błoną komórkową.
2. Komórka roślin otoczona jest ścianą komórkową. Wydawałoby się, że ściana komórkowa nie byłaby też zbędna dla komórki zwierzęcej, ale jest w niej nieobecna. Spróbuj wytłumaczyć dlaczego.
3. Porównaj ryciny, na których przedstawiono zasadę pracy mitochondrium i chloroplastu (ryc. 12 i ryc. 14). Jakie są podobieństwa i różnice w pracy tych struktur?
4. Soki naturalne otrzymujemy z owoców i warzyw. Gdzie w komórce roślinnej znajduje się sok? Dlaczego nie otrzymujemy soków z surowców zwierzęcych (na przykład z mięsa)?

## Odpowiedzi na niektóre pytania uczniów

## „Czy istnieją rośliny, które odżywiają się promieniami słonecznymi lub powietrzem?”

Prawie wszystkie rośliny (z wyjątkiem niektórych roślin – pasożytów) odżywiają się dwutlenkiem węgla z powietrza, wodą i energią promieni słonecznych. Odżywiać się wyłącznie promieniami słonecznymi lub powietrzem rośliny nie mogą.

## „Z czego rośliny produkują tlen?”

Tlen, którego cząsteczki składają się z dwóch atomów tlenu, jest wydzielany przez rośliny jako jeden z produktów fotosyntezy. Do chloroplastu, w którym zachodzi proces fotosyntezy, tlen wnika w związanej postaci w składzie cząsteczki wody. Podczas okresowych reakcji fotosyntezy pod wpływem światła, chlorofilu i niektórych innych substancji tlen uwalnia się i jest wydalany z komórki w składzie wolnego tlenu. W taki sposób wyjściowym źródłem tlenu jest woda.

## „Jakie pożywne substancje rośliny otrzymują z promieni słonecznych?”

Rośliny nie otrzymują substancji odżywczych z promieni słonecznych. Promienie słoneczne – to źródło energii. Światło uaktywnia cząsteczkę chlorofilu, która z kolei zaczyna przekształcać dwutlenek węgla i wodę w cząsteczkę cukru. Jeśli wyobrazimy sobie, że chlorofil jest młotkiem, woda i dwutlenek węgla – gwoździem i deską, a produkt końcowy – drewnianą skrzynią – cukrem, to promień słoneczny jest ręką, która wprawia w ruch młotek. Zrozumiałe jest, że żadnych substancji skrzynia od ręki nie otrzymuje.

## „Czy to prawda, że rośliny oczyszczają powietrze?”

Zależy to od tego, co rozumiemy pod pojęciem brud powietrzny... Jeśli dwutlenek węgla, to prawda. Przecież właśnie dwutlenek węgla rośliny pochłaniają w procesie fotosyntezy. Jednak od innych substancji, które zanieczyszczają powietrze (dwutlenku siarki, czadu, mikroskopijnych cząsteczek sadzy i in.), rośliny nie oczyszczają powietrza i tak samo są przez nie uszkodzane, jak i inne organizmy.

## § 10. PODZIAŁ KOMÓRKI

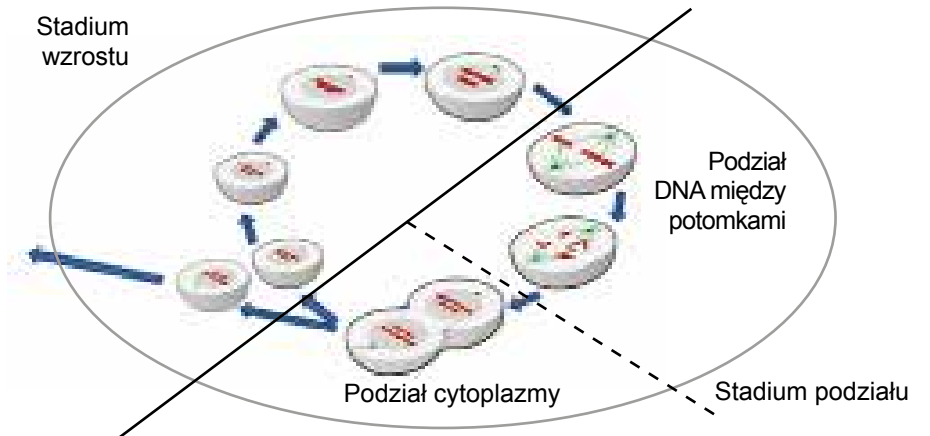


Dowiesz się, jak komórka przygotowuje się do najważniejszego wydarzenia swego życia – podziału i co z nią się dzieje podczas tego wydarzenia.



Dlaczego DNA posiada każdy człowiek? Z czego wynika niebezpieczna choroba – nowotwór?

Wzrost komórki i wszystkie procesy, które go zapewniają (odżywianie, fotosynteza lub trawienie wewnątrzkomórkowe, wydalanie, oddychanie), są przygotowaniem komórki do najważniejszego wydarzenia w jej życiu – podziału komórkowego. Podczas podziału z jednej komórki powstają dwie



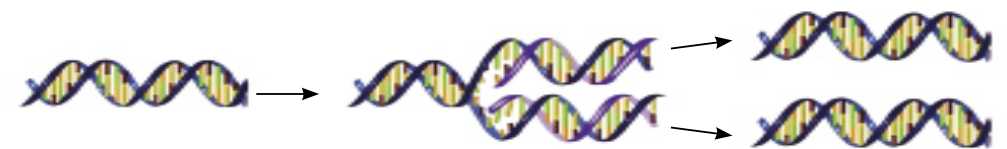
Ryc. 15. Cykl komórkowy

„nowe” – potomne. A więc, **biologiczne znaczenie podziału komórek polega na przekazaniu życia nowym pokoleniom komórek.**

Rozwój komórki od jej powstania (po podziale komórki macierzystej) do zakończenia własnego podziału – nazywa się **cyklem komórkowym**. Składa on się z dwóch stadiów: *stadium wzrostu* i *stadium podziału* (ryc. 15). W ciągu większej części cyklu komórkowego komórka znajduje się w stadium wzrostu. To stadium w zależności od typu komórki może trwać od kilku godzin do kilku miesięcy. Stadium podziału jest krótkotrwałe – od 30 minut do 2 godzin.

W *stadium wzrostu* komórka syntetyzuje złożone substancje organiczne, wskutek czego się zwiększa.

Następnie w jądrze podwaja się ilość cząsteczek DNA, które są nosicielami informacji dziedzicznej (ryc. 16).



Ryc. 16. W stadium wzrostu cząsteczki DNA podwajają się

Cząsteczka DNA ma postać cienkiej, ale bardzo długiej nici. Składa się ona z dwóch spiralnie skręconych łańcuszków. Jedna cząsteczka DNA, wypełniona specjalnymi białkami, nazywa się **chromosomem** (ryc. 17). Na początku podziału komórki chromosomy znajdują się w jądrze w postaci splątanych nitczek. Oddzielna taka nić pod mikroskopem optycznym nie jest widoczna.

### To ciekawe

Jeśli rozciągniemy w jedną linię cząsteczki DNA mieszczące się w chromosomach jednej komórki człowieka, to jej długość przekroczy 2 m; przy czym średnica jądra, w którym znajdują się cząsteczki DNA, wynosi średnio 5 mm. Jeśli zaś rozciągnąć wszystkie cząsteczki DNA, które znajdują się w komórkach organizmu jednego dorosłego człowieka (około jednego kwadrylionu komórek), to ta odległość będzie 10 tys. razy większa niż odległość Ziemi do Słońca.

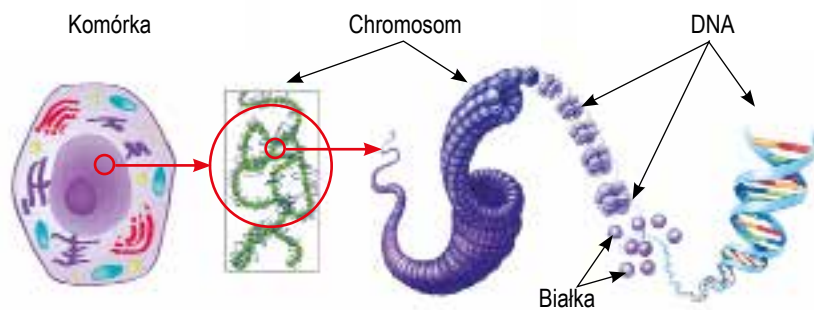
Każda cząsteczka DNA podwaja się drogą kopiowania, wskutek czego zamiast jednej macierzystej cząsteczki DNA w chromosomie powstają dwie jej kopie.

Ilość cząsteczek DNA w komórce jest różna dla różnych gatunków roślin. Na przykład komórki ciała człowieka zawierają w jądrze 46 chromosomów, czyli 46 cząsteczek DNA. Jednak pod koniec fazy wzrostu ilość cząsteczek DNA w chromosomie podwaja się i 46 chromosomów zawiera już 92 cząsteczki DNA.

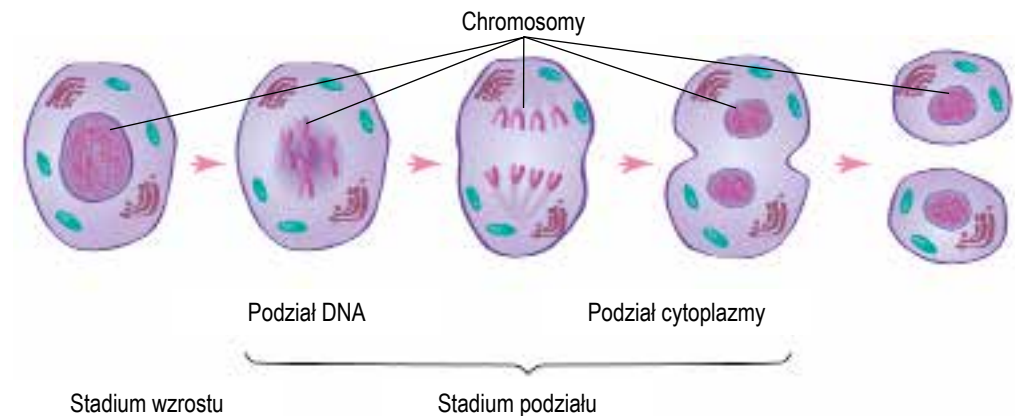
**Stadium podziału** zaczyna się po ukończeniu procesu wzrostu komórki oraz podwojeniu się jej DNA i kończy się powstaniem dwóch komórek potomnych. Od początku chromosomy coraz silniej skręcają się i stają się widoczne pod mikroskopem optycznym.

Bez skondensowanych chromosomów podział kopii DNA między komórkami potomnymi przypominałby próbę rozdzielania dwóch bezładnie splecionych w kłębek nitki w taki sposób, by nitki się nie porwały i nie powstały węzły. **Rola szczelnie skondensowanych chromosomów podczas podziału komórki polega na zapewnieniu podziału kopii DNA.**

W stadium podziału chromosom ma dwie pałeczkopodobne części, połączone wspólnym odcinkiem – to dwie połączone ze sobą kopie macierzystej cząsteczki DNA. Chromosom dzieli się na wspólnym odcinku i każda cząstka staje się samodzielnym chromosomem potomnym. Rozchodzą się



Ryc. 17. W jądrze cząsteczka DNA skondensowana jest za pomocą specjalnych białek i tworzy strukturę, która nazywa się chromosomem



Ryc. 18. Podział komórki

one do przeciwnych biegunów komórki. Tak więc **przy podziale jądra kopie DNA rozdzielają się między dwiema przyszłymi komórkami potomnymi** (ryc. 18).

Następnie błona komórkowa dzieli cytoplazmę na dwie części. Na tym podział się kończy i każda komórka potomna rozpoczyna swój własny cykl komórkowy.

**Los komórek potomnych.** Wszystkie komórki „rodzą się” wskutek podziału komórki macierzystej. Jednak nie wszystkie komórki potomne swój własny cykl komórkowy kończą podziałem.

Wiele komórek organizmów wielokomórkowych, szczególnie tych, które mają złożoną budowę i są dobrze widoczne nawet bez pomocy przyrządów powiększających, w ciągu swego życia pozostaje w stadium wzrostu i pracuje na korzyść innych komórek swego organizmu. Na przykład nie są zdolne do podziału czerwone ciała krwi – *erytrocyty*, nie dzieli się większość komórek kości, mózgu, mięśni. Takie komórki są *wyspecjalizowane* do wykonywania określonych funkcji. One nie mogą się dzielić i tworzyć komórek potomnych. Życie komórek wyspecjalizowanych kończy się nie podziałem, a obumieraniem. Natomiast nowe komórki w organizmach powstają na skutek podziału osobliwych komórek, które u ludzi i zwierząt nazywają się *komórkami macierzystymi*.

### WNIOSKI

1. Podział komórek zapewnia nieprzerwany ciąg przekazywania życia następnym pokoleniom.
2. Na skutek podziału komórki potomne dzięki chromosomom dziedziczą program wzrostu i rozwoju – cząsteczki DNA.
3. Na skutek podziału cytoplazmy komórki potomne dziedziczą wszystkie organelle i struktury, które są niezbędne do wykonania programu zapisanego w cząsteczce DNA.

Cykl komórkowy, stadium wzrostu, stadium podziału, chromosom.

### PYTANIA KONTROLNE

1. Jakie podstawowe procesy zachodzą w komórce w stadium wzrostu?
2. Jakie podstawowe procesy zachodzą w komórce w stadium podziału?
3. Jaką rolę odgrywają chromosomy w podziale komórki?
4. W jakiej kolejności zachodzą procesy w cyklu komórkowym: podział cytoplazmy, podwojenie się DNA, wzrost, podział jądra?
5. Na czym polega biologiczne znaczenie podziału komórek?

### ZADANIE

W środkach masowego przekazu często wykorzystuje się wyrażenia: „Ziemia – to żywa planeta”, „żywy ocean”, „żywa istota”, „żywa woda”, „żywa roślina”. Które z tych wyrażen z punktu widzenia biologii są prawdziwe, a które – nie? Odpowiedź uzasadnij.

### DLA DOCIEKLIWYCH

#### Odpowiedź na pytanie ucznia

#### „Co jest przyczyną powstania niebezpiecznej choroby – nowotworu?”

Wyspecjalizowane komórki, które obumierają, są zamieniane na nowe komórki, które powstają w wyniku podziału niewyspecjalizowanych komórek i następnie zdobywają określony „zawód”. Jeśli komórka, która miała zastąpić obumarłą wyspecjalizowaną komórkę, nie wyspecjalizuje się to skończy cykl komórkowy podziałem i przekaże tę zdolność swoim potomkom. Takie komórki zaczynają się niekontrolowanie dzielić, tworząc **guzy**. Rozwija się choroba – **nowotwór**. Oddzielna komórka z nowotworu może się oddzielić i być przeniesiona przez układ krwionośny do innych zdrowych części ciała, dając początek nowemu nowotworowi – **przerzutowi**.

Na razie wiadomo, że dla przekształcenia się zdrowej komórki w komórkę nowotworową niezbędne jest, aby przy kopiowaniu DNA w niektórych jego odcinkach – pewnych genach – powstały błędy, czyli informacja dziedziczna podczas kopiowania byłaby zniekształcona. Takie błędy (one są nazywane **mutacjami**) trafiają się przypadkowo i bardzo rzadko (na przykład mutacja w jednym genie, która powoduje rozwój nowotworu, trafia się 1 raz na 1mln–1mld podziałów).

Jednak pod wpływem niektórych czynników, które są nazywane **kancerogenami**, mutacje zachodzą dziesiątki, setki, tysiące razy częściej. Odpowiednio, wiarygodność powstania niewyspecjalizowanych komórek zamiast wyspecjalizowanych wzrasta w dziesiątki, setki i tysiące razy i biorąc pod uwagę wielką ilość komórek, z których zbudowane jest ciało człowieka (w przybliżeniu 1 000 000 000 000 000 komórek – jeden kwadrylion), z mało wiarygodnej staje się dość wysoka.

Kancerogenami są: produkty spalania plastyku, promieniowanie radioaktywne, wyparowywanie benzyny i podobnych do niej substancji, dym papierosów. Związki kancerogenne znajdują się też w przypalonym mięsie, oleju, słoninie, tworzą się podczas spalania śmieci. Kancerogeny mogą powstawać w organizmie przy spożywaniu pokarmów zawierających wysoki poziom azotanów i azotynów itd.

## BUDOWA MIKROSKOPU OPTYCZNEGO I PRACA Z NIM

**Cel pracy:** wykorzystując stały preparat komórek zwierzęcych, nauczyć się pracy z mikroskopem optycznym o małym i dużym powiększeniu.

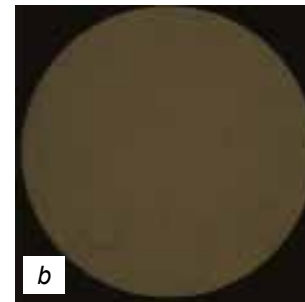
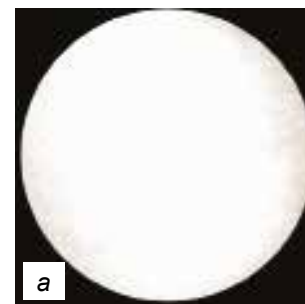
**Przyrządy:** mikroskop.

**Materiały:** stały mikroskopowy preparat komórek zwierzęcych (preparat komórek nabłonka płaskiego).

Preparaty odpowiednie do pracy na dziesięciolecia, wykonane przy użyciu przezrystej żywicy, która twardnieje, nazywają się *trwałe*. Właśnie taki preparat komórek zwierzęcych będziesz wykorzystywać w pracy.

### WYKONANIE PRACY

1. Obejrzyj mikroskop optyczny. Rozpoznaj jego podstawowe części.
2. Przygotuj mikroskop do pracy.



- Ustaw mikroskop na stole przed sobą, żeby przednia część lewego ramienia znajdowała się w odległości około 2–5 cm od brzegu stołu, a lustro było skierowane od siebie.

- Sprawdź, czy mikroskop jest wyposażony we wszystkie elementy potrzebne do mikroskopowania. Przetrzyj delikatnie miękką tkaniną soczewki obiektywu i okularu oraz powierzchnię lusterka, nawilżoną 70% m etanolem lub innym specjalnym płynem do optyki. Potem powycieraj na sucho te powierzchnie suchą częścią tej samej tkaniny.

Pamiętaj: jeśli układ optyczny będzie brudny, nie otrzymasz dobrego obrazu.

- Nachyl statyw pod kątem 10–20°. Przekonaj się, że statyw nie chwieje się. Ustaw obiektyw o małym powiększeniu (10x).

#### 3. Nastawienie mikroskopu.

- Umieść preparat na stoliku tak, by przedmiot badany był w polu widzenia. Połóż delikatnie łapki przytrzymujące preparat.

Ryc.19. Ustawienie oświetlenia:

a – lusterko skierowane jest na promień słoneczny (nieprawidłowo. Zabrania się!);

b – za mało światła (nieprawidłowo);

c – promień światła skierowany jest prawidłowo

- Patrząc z boku na obiektyw, kręć śrubą makrometryczną, aż preparat znajdzie się w odległości około 5 mm od obiektywu.

- Oświetl pole widzenia. W tym celu otwórz całkowicie przesłonę. Za pomocą wklęsłej powierzchni lusterka skieruj promień światła do obiektywu tak, aby pole widzenia było równomiernie oświetlone (ryc. 19).

**Uwaga!** Zabrania się wykorzystywania bezpośredniego promieniowania słonecznego do oświetlania preparatu!

- Patrząc w okular lewym okiem, powoli kręć śrubą makrometryczną, opuszczaj stolik aż do uzyskania ostrego obrazu komórek (ryc. 20, a). Przy tym z początku mogą pojawiać się i znikać ostre obrazy różnych bardzo drobnych cząsteczek. Najpierw będą to mikrocząsteczki brudu, które znajdują się na dolnym boku szkiełka przedmiotowego, następnie – mikrocząsteczki brudu na górnym boku szkiełka przedmiotowego i dopiero potem – komórki zwierzęce w środku preparatu.

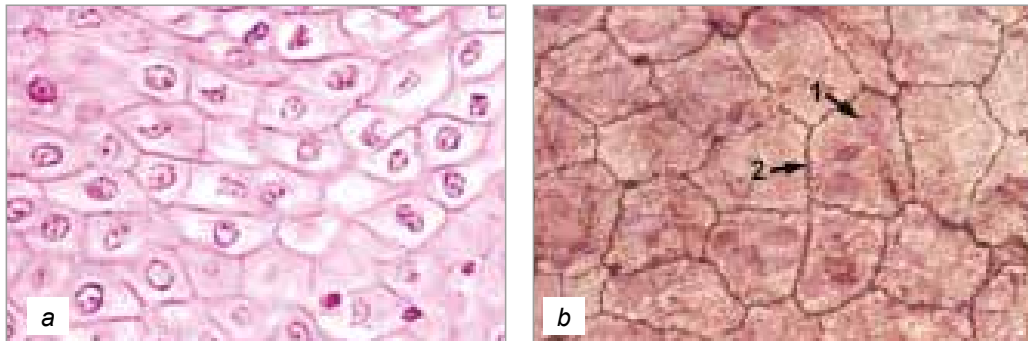
**Uwaga!** Podczas obserwacji przez okular miej oboje oczu otwartych.

- By zobaczyć więcej szczegółów, nastaw większe powiększenie, zmieniając okular lub obiektyw za pomocą rewolweru. Zazwyczaj przy silniejszym powiększeniu trzeba otworzyć szerzej przesłonę oraz nastawić śrubą mikrometryczną obraz na ostrość. Jeśli poprawnie wykonałeś wszystkie polecenia, to otrzymany obraz będzie podobny do tego, który jest pokazany na ryc. 20, b.

#### 4. Obserwowanie preparatu pod mikroskopem.

Obserwując preparat pod mikroskopem, pracujemy samodzielnie. Różni ludzie mają niejednakową ostrość wzroku, dlatego każdy obserwator nastawia ostrość obrazu według siebie.

Przy dużym powiększeniu obserwuj preparat na całej jego powierzchni, obracając lekko śrubę mikrometryczną.



Ryc. 20. Komórki zwierzęce w stałym preparacie w małym (a) i większym (b) powiększeniu (widać cytoplazmę i jądra – 1, granice komórek – 2)

Zobaczysz wiele komórek o nieprawidłowej okrągłej formie. W środku nich widać dość duże ciało – jądro, które znajduje się w cytoplazmie.

Narysuj jedną komórkę przy największym powiększeniu. Zaznacz jądro i cytoplazmę.

Wykonywany rysunek musi być duży. Aby wyznaczyć jego odpowiednią wielkość, przyjmujemy, że średnica pola widzenia dorównuje wysokości uczniowskiego zeszytu (24 cm) i uwzględniając to, obliczamy przybliżoną wielkość rysunku. Jeśli na przykład długość jednej komórki przy dużym powiększeniu wynosi około jednej trzeciej pola widzenia, to na rysunku jej długość powinna wynosić około 8 cm (24 cm : 3). Rysunek wykonujemy ołówkiem ostro zakończonym. Obraz zamalowujemy po wykonaniu czarno-białego szkicu.

#### 5. Zakończenie pracy:

- przestaw obiektyw na małe powiększenie;
- wyjmij preparat;
- oczyść mikroskop i przygotuj do schowania.

#### PYTANIA KONTROLNE

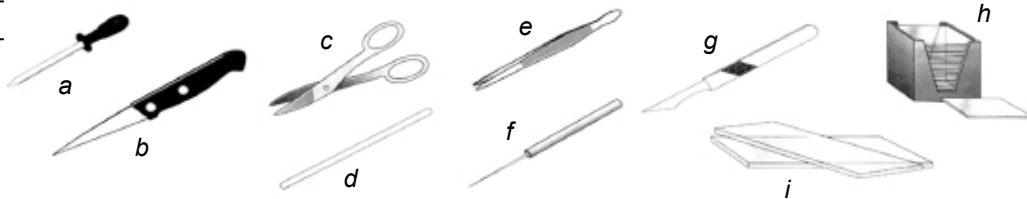
1. Z jakich części zbudowany jest układ optyczny mikroskopu?
2. Jak przygotować mikroskop optyczny do pracy?
3. Jak nastawić obraz w mikroskopie optycznym?
4. Jaki obiektyw ustawiamy na początku pracy z mikroskopem?
5. W jaki sposób obliczamy wielkość rysunku obserwowanego obiektu?
6. Jak należy zakończyć pracę z mikroskopem?

#### Praca praktyczna 2

#### PRZYGOTOWANIE PREPARATU MIKROSKOPOWEGO Z LIŚCIA SPICHRZOWEGO CEBULI I OBSERWOWANIE GO POD MIKROSKOPEM

**Cel pracy:** na samodzielnie przygotowanych tymczasowych preparatach skórki cebuli wyodrębnić w komórce cytoplazmę, jądro, wodniczkę z sokiem komórkowym, ścianę komórkową.

**Przyrządy, instrumenty:** mikroskop, przyrządy do przygotowania tymczasowych preparatów – pipetka, nożyce, skalpel lub ostry nóż, pęseta, dwie igły preparacyjne, szklana pałeczka, szkiełko podstawowe, szkiełko przykrywkowe (ryc. 21),



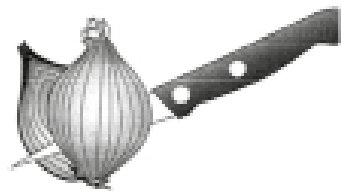
Ryc. 21. Przyrządy do mikroskopowania:  
*a* – pipetka, *b* – nóż, *c* – nożyce, *d* – szklana pałeczka, *e* – pęseta,  
*f* – igła preparacyjna, *g* – skalpel, *h* – szkiełko przykrywkowe w pudełeczku i oddzielne szkiełko,  
*i* – dwa szkiełka przedmiotowe

buteleczka z wodą, kontener na śmieci, podkładka na której będziesz wykonywać preparat, tkanina do przecierania szkiełek i części mechanicznych, bibuła, roztwór jodu.

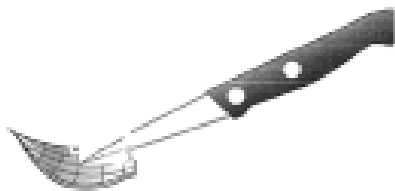
**Materiały:** cebula jadalna.

Preparatów przygotowanych w wodzie długo się nie przechowuje. Nazywamy je preparatami tymczasowymi. Takie preparaty powinienś nauczyć się przygotowywać samodzielnie.

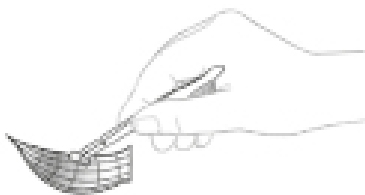
Aby obserwować ścianę komórkową, cytoplazmę i jądro w komórce roślinnej, przygotuj tymczasowy preparat z liścia spichrzowego cebuli jadalnej.



Rozciąć cebulę



Nadciąć powierzchnię łuski na kwadraty o boku około 1 cm



Pęsetą zdjąć jeden kwadrat

Ryc. 22. Preparowanie cebuli

## WYKONANIE PRACY

1. Przygotuj mikroskop do pracy.
2. Sporządź tymczasowy niezabarwiony preparat górnej skórki cebuli:
  - a) na szkiełko przedmiotowe nanieś pipetką kroplę wody. Zdejm z cebuli zewnętrzne suche łuski. Nożem lub skalpelem rozetnij cebulę. Oddziel górną soczystą łuskę (ryc. 22).

**Uwaga!** Bądź ostrożny! Pracując z nożem lub skalpelem, wykonuj tylko poleconą czynność. W razie skaleczenia od razu zgłoś się do nauczyciela i skorzystaj z apteczki;

b) nożem lub skalpelem nadetnij wklęsłą powierzchnię łuski tak, by powstały kwadraty o boku około 1 cm.

Pęsetą zdejm z powierzchni kwadratu skórkę (ona jest cienka i prawie przezroczysta), za pomocą igielki włóż do kropli wody na szkiełku podstawowym, delikatnie rozprostuj, by skórka nie była zawinięta;

c) przykryj preparat szkiełkiem przykrywkowym. Aby do preparatu nie dostały się pęcherzyki powietrza, najpierw oprzyj o szkiełko podstawowe jedną krawędź szkiełka przykrywkowego, potem delikatnie opuść jego drugą krawędź. Kawałkiem bibuły odsącz zbędną ilość wody, wypływającą poza szkiełko przykrywkowe. Jeśli natomiast zajdzie potrzeba, dodaj wody.

3. Umieść preparat na stoliku podstawowym i połóż delikatnie łapki przytrzymujące preparat. Ustaw obiektyw o małym powiększeniu, a zobaczysz obraz komórki.

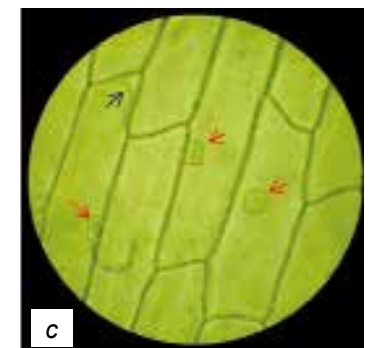
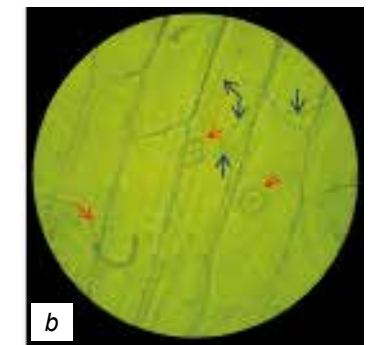
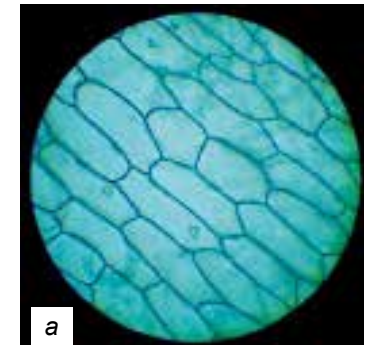
W niezabarwionych preparatach wyraźnie widać szczelnie przylegające do siebie komórki. W jednych komórkach wyraźnie widać tylko ścianę komórkową, w innych – widoczny jest kryształik (błędnie można go przyjąć za jądro). Jądra są zupełnie lub prawie niewidoczne (ryc. 24, a).

4. Ustaw obiektyw o większym powiększeniu. Śrubą mikrometryczną nastaw obraz na ostrość. Obejrzyj komórki.

Ryc. 24. Komórki skórki cebuli w małym (a) i dużym (b) powiększeniu w niezabarwionym preparacie. Przy większym powiększeniu w komórkach możemy obserwować słabo widoczne jądra (czerwone strzałki) i cytoplazmatyczne nici (niebieskie strzałki), które przechodzą przez wodniczkę



Ryc. 23. Wykonanie preparatu i odsączenie zbędnej wody



Przy lekkim obracaniu mikro śruby w każdej komórce (lecz w różnych płaszczyznach preparatu) mają być widoczne wielkie, prawie przezroczyste jądra (ryc. 24, *b*, *c*). W kąciach większości komórek można rozróżnić źle widoczną granicę między cytoplazmą i wodniczką, a obok jądra – cienkie nici cytoplazmatyczne, które przenikają wodniczkę (ryc. 24, *c*).

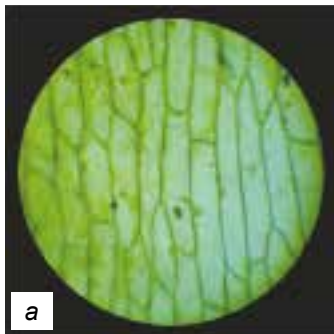
Zwróć uwagę: kiedy w komórce jądro znajduje się pośrodku i jest dobrze widoczne, to ściana komórkowa nie jest wyraźnie widoczna; przy próbie ustawienia śrubą mikrometryczną obrazu ściany komórkowej na ostrość – rozplywa się obraz jądra. Uzyskać jednocześnie ostrość obrazu jądra i ściany komórkowej możemy tylko wtedy, gdy jądro znajduje się z boku, ale wtedy jego kształt nie jest okrągły.

#### 5. Zabarw preparat roztworem jodyny:

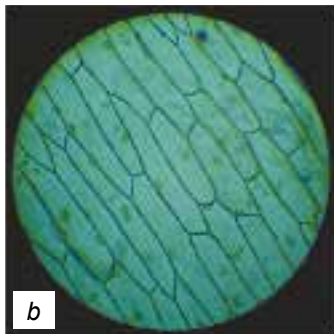
- Ustaw obiektyw o małym powiększeniu, wyjmij preparat i połóż go na stole na białym arkuszu papieru;
- Szklaną pałeczką weź kropelkę jodyny. Ostrożnie nanieś ją na szkiełko podstawowe na granicy z nakrywkowym. Żeby jodyna trafiła pod szkiełko nakrywkowe, do przeciwległego boku tego szkiełka przyłóż skrawek bibuły. Kiedy większa część kropli jodyny trafi pod szkiełko, rozcieńcz jej ostatek jedną lub dwiema kropelkami wody i odsącz je skrawkiem bibuły.

W prawidłowo zabarwionym preparacie cząsteczka skórki cebuli z jednego boku będzie miała żółtawy odcień (tam, gdzie trafił roztwór jodyny), a z innego – pozostanie niezabarwiona.

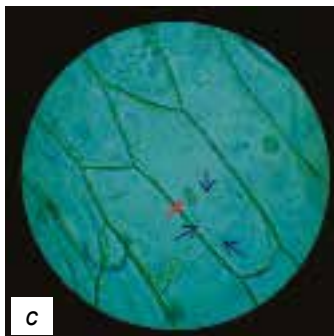
6. Umieść preparat na stoliku przedmiotowym i obserwuj go przy małym powiększeniu. Przesuwaj preparat od zabarwionego kraju do niezabarwionego. Znajdź komórki o różnym stopniu zabarwienia. Porównaj uzyskane obrazy z obrazami na rycinach (ryc. 25, *a*, *b*).



a



b



c

Ryc. 25. Komórki skórki cebuli w preparacie zabarwionym roztworem jodyny: *a* – przy małym powiększeniu na granicy między zabarwioną (z lewej) i niezabarwioną (z prawej) częścią; *b* – przy małym powiększeniu w zabarwionej części preparatu; *c* – przy większym powiększeniu. W komórce dobrze widoczne jest jądro (czerwona strzałka) oraz cienkie nici cytoplazmatyczne (niebieskie strzałki), które przenikają przez wodniczkę

7. Nastaw większe powiększenie, obejrzyj jądro, nici cytoplazmatyczne i ściany komórkowe zabarwionej komórki (ryc. 25, *c*).

8. Narysuj zabarwioną roztworem jodyny komórkę, zaznacz ścianę komórkową, jądro, nici cytoplazmatyczne, wodniczkę.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Jaka struktura na preparacie skórki łuski cebuli jest widoczna najlepiej?
2. Czy we wszystkich komórkach na niezabarwionych preparatach można wyodrębnić jądro?
3. Czy we wszystkich komórkach jest jądro?
4. Dlaczego w jednych komórkach jądro obserwujemy pośrodku, a w innych – z boku, obok ściany komórkowej?
5. Dlaczego podczas pracy z obiektywem o większym powiększeniu stale trzeba kręcić mikro śrubę (do przodu, do tyłu)?

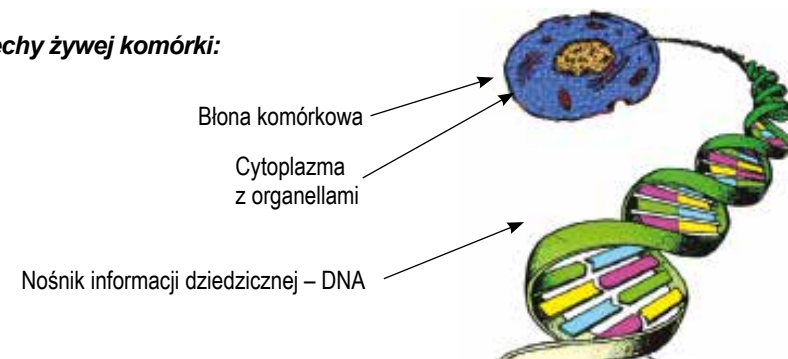
#### PODSUMOWANIE

1. Uświadomiliśmy sobie cztery podstawowe zasady współczesnej teorii komórkowej:

- **komórka jest najmniejszą jednostką życia.** Komórki nie można podzielić na mniejsze żywe jednostki, chociaż zbudowana jest z wielu ściśle powiązanych ze sobą części;
- cechy, które **odróżniają materiężywioną od nieżywioną** (zdolność do rośnięcia i rozmnażania) ujawniają się na poziomie komórki;
- wszystkie **organizmy żywe zbudowane są z jednej lub wielu komórek**;
- komórki powstają **z już istniejących komórek**.

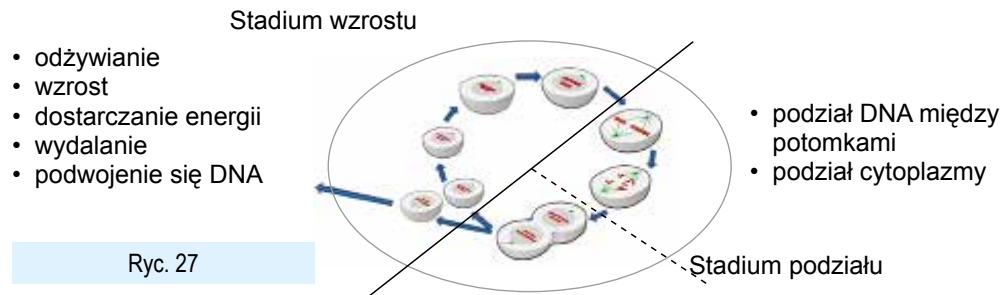
2. Zapamiętaliśmy, że wszystkie komórki **żywe** oddzielone są od otaczającego środowiska **bloną komórkową**, posiadają **cytoplazmę wraz z organelami** i zawierają cząsteczki **DNA**, które nadzorują pracę komórki i zapewniają przekazywanie informacji dziedzicznej następnym pokoleniom (ryc. 26).

#### Cechy żywej komórki:



Ryc. 26

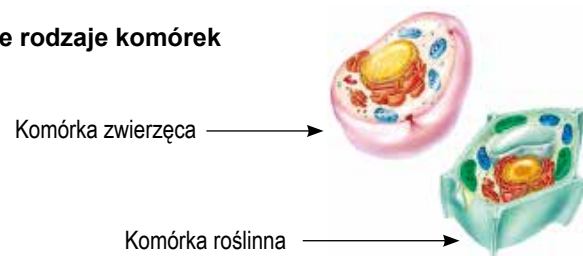
3. Zrozumieliśmy, że praca komórki polega na zapewnieniu ciągłości życia: na przygotowaniu do podziału i na podziale – rozmnażaniu, odbywającym się w ciągu cyklu komórkowego (ryc. 27).



4. Wyjaśniliśmy, że komórki w stadium wzrostu: a) pochłaniają substancje – **odżywiają się**; b) syntetyzują z substancji prostych złożone substancje organiczne, dzięki czemu zwiększają swój rozmiar – **rosną**; c) dostarczają sobie energii w procesie oddychania, przy czym komórki większości organizmów odżywiają się tlenem; d) usuwają szkodliwe produkty działalności życiowej – **wydalają**; e) kopiuje nośnik informacji dziedzicznej – **podwajają ilość cząsteczek DNA**.

5. Zobaczyliśmy, że komórki, nie zważając na podobieństwo, **mogą się różnić**, na przykład komórki roślin i komórki zwierząt (ryc. 28).

#### Różne rodzaje komórek



Ryc. 28

#### Wiem – umiem

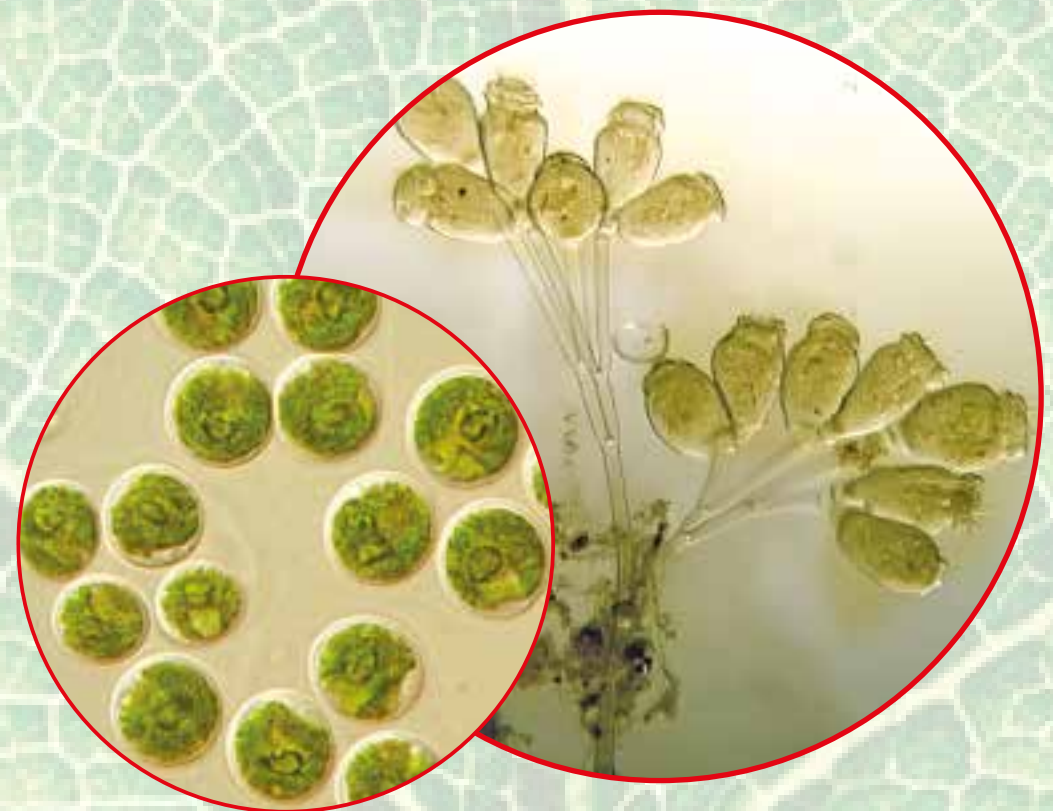
- Znam budowę mikroskopu optycznego i umiem go ustawiać.
- Wiem, co to jest preparat tymczasowy i umiem go przygotować.
- Wiem, z jakich najmniejszych żywych jednostek zbudowany jest organizm i potrafię je nazwać.
- Wiem, z jakich części zbudowana jest komórka i potrafię je rozróżnić.
- Wiem, jakie funkcje pełnią poszczególne organelle i potrafię wytłumaczyć znaczenie tych organeli w życiu komórki.
- Wiem, czym różni się komórka roślinna od komórki zwierzęcej. Potrafię rozróżnić te komórki.

## Temat 2.

# ORGANIZMY JEDNOKOMÓRKOWE. PRZEJŚCIE DO WIELOKOMÓRKOWOŚCI

Ucząc się tego tematu poznasz:

- ✓ świat mikroskopijnych organizmów;
- ✓ budowę i życie bakterii, jednokomórkowych organizmów zwierzęcych oraz glonów;
- ✓ pozytywną i negatywną rolę mikroorganizmów.





## § 11. BAKTERIE – NAJMNIJSZE ORGANIZMY JEDNOKOMÓRKOWE



Dowiedz się, co to są bakterie, na czym polega osobliwość ich budowy, jak one się rozmnażają, ile bakterii nas otacza.



Co to jest bakteria? Jak wyglądają bakterie? Jakie są ich osobliwości? Jaką wielkość ma największa i najmniejsza bakteria? Jaką one mają budowę i jak się rozmnażają?

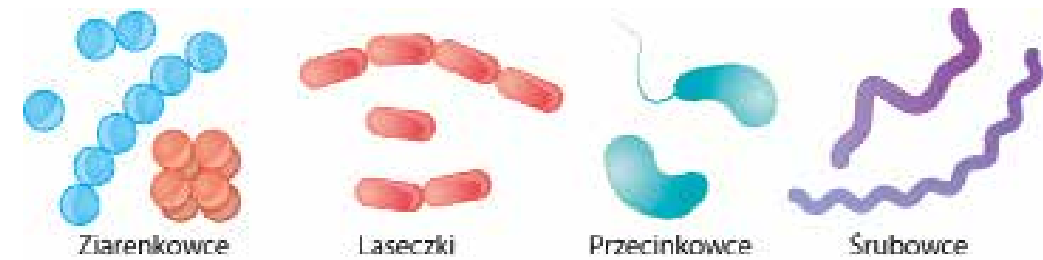
W otaczającym nas świecie istnieje wiele różnych organizmów żywych: roślin, zwierząt, grzybów. Choć trudno w to uwierzyć, otacza nas też różnorodny świat żywych istot, których my nie widzimy. Te organizmy są obecne w każdej grudce ziemi, w każdej kropelce wody, trafiają do naszego organizmu przy każdym wdechu. Żyją one na naszej skórze i nawet w naszym ciele. Znajdziemy ich na łądzie i w oceanach, w gorących źródłach i na lodowcu, w pokładach ropy naftowej i słonych jeziorach. Znajdują się one tam w ogromnych ilościach. Te organizmy – to **bakterie**.

Po raz pierwszy bakterie odkrył Antoni van Leeuwenhoek podczas obserwacji pod mikroskopem wody i osadu zębnego. Fundamenty pod naukę o bakteriach – *mikrobiologię* – położył francuski uczyony Ludwik Pasteur (1822–1895), który opracował metody badania bakterii i doszedł do wniosku, że te organizmy są przyczyną wielu chorób (dur brzuszny, cholera i in.) i niektórych zjawisk (między innymi fermentacji). Ten uczyony też opracował pierwsze metody walki z bakteriami.

Komórki bakterii są bardzo małe. Wielkość komórki bakterii waha się od 0,5 do 2  $\mu$  m. Jest to 10–100 razy mniej, niż średnia wielkość komórki roślinnej czy zwierzęcej.

Małe rozmiary bakterii mają wiele przewag: one potrafią szybko wchłaniać całą powierzchnią dużą ilość substancji, szybko się dzielić, szybko się rozprzestrzeniać (na przykład za pomocą zwierząt lub nawet wiatru), z łatwością przenikać do ciała wielkich organizmów. Jednak małe rozmiary mają również wady – małe komórki łatwo stają się zdobyczą większych pod względem wielkości istot.

Komórki bakterii mogą mieć różne postacie: kształt kulisty (*ziarenkowce*), wydłużony (*laseczki*), spiralny (*przecinkowce* (*wibriony*)) – komórki stanowiące tylko część skrzytu spirali; *śrubowce* – komórki tworzące więcej niż jeden skręt spirali). Komórki bakterii mogą przebywać pojedynczo albo tworzyć pary, czwórki lub skupienia (ryc. 29).



Ryc. 29. Różne postacie bakterii

Komórka bakterii otoczona jest ścianą komórkową, ma cytoplazmę z organelami i nosiciela informacji dziedzicznej – cząsteczkę DNA. Bakterie nie posiadają jądra, a DNA znajduje się bezpośrednio w cytoplazmie (ryc. 30).

Z powodu braku jądra komórki bakterii otrzymały nazwę – *prokariotyczne* (od gr. pros – przed i karyon – orzech, jądro).

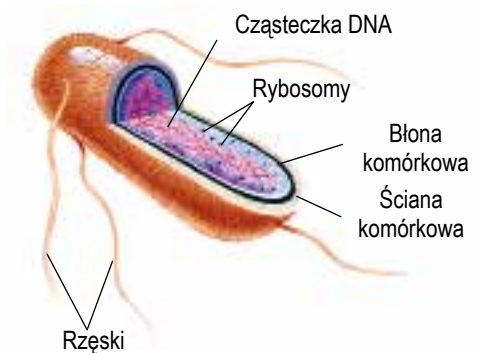
U większości bakterii, podobnie jak w komórce roślinnej, nad błoną komórkową znajduje się mocna ściana komórkowa, ale niektóre bakterie jej nie mają. Komórka bakterii posiada rybosomy. Nie ma natomiast mitochondriów, chloroplastów, lizosomów, wodniczki z sokiem komórkowym. Niektóre bakterie mają kurczliwe *rzęski*, dzięki którym mogą poruszać się w środowisku płynnym. A więc budowa bakterii jest bardzo prosta.

**Rzęski** – to organelle, które umożliwiają organizmom jednokomórkowym poruszanie się.

Nie zważając na prostą budowę, komórki bakterii *odżywiają się* – pochłaniają z otaczającego środowiska substancje, syntetyzują z nich własne substancje organiczne, dzięki którym *rosną*, *wydalają* szkodliwe produkty działalności życiowej do środowiska zewnętrznego, produkują niezbędną energię chemiczną, podwajają DNA i rozmnażają się.

**Prokarioty, czyli dojadrowe organizmy** – to organizmy, których komórki nie mają jądra.

Rozmnażanie się bakterii zachodzi drogą podziału komórki na pół. Czas między podziałami może być bardzo krótki. Na przykład bakteria *pałeczka okrężnicy* w sprzyjających warunkach zdolna jest do podziału w ciągu każdych 20 min. W takim tempie rozmnażania się masa potomków tylko jednej komórki macierzystej mogłaby przekroczyć



Ryc. 30. Budowa komórki bakterii

masę całej naszej planety w ciągu 48 godzin. Tak się nie dzieje, ponieważ sprzyjające warunki są tylko wtedy, gdy nakłada się wiele czynników: obecność wilgoci i korzystnych substancji, dościsie do źródeł energii i sprzyjająca temperatura oraz nieobecność tych, którzy sami odżywiają się tymi bakteriami lub inną drogą hamują ich rozwój.

Przy niesprzyjających warunkach bakterie zdolne są do przechodzenia w stan *anabiozy* – tymczasowego ustania czynności życiowych organizmu. Wiele bakterii, aby przetrwać w niesprzyjających warunkach, jest zdolnych do tworzenia osobliwych komórek, które znajdują się w stanie spoczynku.

Ilość otaczających nas bakterii jest ogromna, mimo że waha się w szerokich granicach. W tabelce 2 w przybliżeniu podano ilość bakterii, które nas otaczają.

Tabela 2

Środowisko	Przybliżona ilość komórek bakterii
Grunty urodzajne	3–6 mln w 1g
Grunty nieurodzajne	0,5–1 mln w 1g
Butelkowa woda pitna	do 20 w 1ml
Kranowa woda pitna	do 50 w 1ml
Czysta woda naturalna	do 100 w 1ml
Bрудna woda*	100 tys. w 1ml
Powietrze nad morzem	10–1000 tys. w 1 m <sup>3</sup>
Powietrze w przewietrzonym pomieszczeniu	3–5 tys. w 1 m <sup>3</sup>
Powietrze w nieprzewietrzonym pomieszczeniu*	300 tys.–1mln w 1m <sup>3</sup>
Posprządana podłoga	500 na 1cm <sup>2</sup>
Powierzchnia ławki lub stołu	20–3000 na 1cm <sup>2</sup>
Papier po rozpakowaniu pudełka	do 10 na 1cm <sup>2</sup>

\* W zależności od stopnia i charakteru zabrudzenia, bakterii może być więcej nawet o 100 razy.

### WNIOSKI

1. Bakterie są najmniejszymi żywymi, przeważnie jednokomórkowymi organizmami.
2. Bakterie należą do prokariotów – ich komórki nie zawierają jądra i wielu organelli.
3. Bakterie są zdolne do szybkiego wzrostu i rozmnażania się.
4. Bakterie rozpowszechniają się praktycznie wszędzie.

### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Bakterie, rzęski, prokariotyki, anabioza.

### PYTANIA KONTROLNE

1. Czym komórki bakterii zasadniczo różnią się od komórek roślin i zwierząt?
2. Dlaczego komórkę bakterii nazywa się prokariotem?
3. Jakie procesy, charakterystyczne dla komórki bakterii, świadczą o tym, że bakterie są organizmami żywymi?

### ZADANIE

Uczniowie zadali szereg pytań:

1. „Jaki jest maksymalny okres życia komórki bakterii?”
2. „Dlaczego bakterie są niewidoczne?”
3. „Czy istnieje takie miejsce, gdzie nie ma bakterii?”
4. „Czy bakterie istnieją w wodzie?”
5. „Czy bakteria umiera, kiedy zalejemy ją wodą?”
6. „Ile bakterii wdychamy podczas jednego wdechu?”

Spróbuj samodzielnie na nie odpowiedzieć. Porównaj swoje odpowiedzi z odpowiedziami, które są podane niżej.

### Odpowiedzi na pytania uczniów

1. Komórka bakterii żyje od podziału do podziału: w sprzyjających warunkach – tylko kilkadziesiąt minut. Jednak w stanie anabiozy bakterie mogą istnieć nieskończenie długo.
2. Z powodu swych mikroskopijnych rozmiarów.
3. Takich miejsc właściwie nie ma. Bakterie są nieobecne wyłącznie w niektórych laboratoriach, gdzie za pomocą specjalnych środków zapewniana jest sterylność.
4. Tak. Ich ilość zależy od czystości wody (tabela 2).
5. Nie, nie umiera. Z reguły jest odwrotnie, ponieważ właśnie niedostateczna ilość wilgoci najczęściej powstrzymuje rozwój bakterii.
6. Przy obliczeniach należy wziąć pod uwagę fakt, że po pierwsze – ilość bakterii w jednostce powietrza zależy od jego czystości, po drugie – objętość powietrza wdychanego jednorazowo średnio wynosi około 0,5l. Wyniki obliczeń: od około 1–2 komórek w dobrze przewietrzonym pomieszczeniu, do 150–500 komórek w niewietrzonym pomieszczeniu.

### DLA DOCIEKLIWYCH

#### Największe i najmniejsze bakterie

Najmniejsza teoretycznie możliwa średnica komórki, przy której ona jest zdolna do rozmnażania się, wynosi 0,15–0,2 μm. Komórce o mniejszych rozmiarach po prostu nie wystarcza miejsca na rybosomy, DNA i minimalny komplet niezbędnych białek.

Wielkość bakterii *mikoplazmy grzybopodobnej*, która powoduje zapalenie płuc u wielkiego bydła rogatego i kóz, zbliżona jest do minimalnej teoretycznie możliwej granicy: jej komórki mają średnicę około 0,25 μm.

Największe wśród znanych bakterii są: *Epulopiscium fishelsoni* i „*Thiomargarita namibiensis*”. Pierwsza żyje w drogach trawiennych pokolca, który jest nazywany „rybą-chirurgiem” i ma komórki o długości do 0,5 mm. Druga została wyizolowana z osadu dennego u wybrzeży Namibii: jej komórki osiągają średnicę prawie 1 mm i są widoczne gołym okiem.



Dowiesz się, jakie bakterie są szkodliwe i przestrzeganie jakich zasad pomoże uniknąć chorób bakteryjnych.



Czy bakterie mogą zabić człowieka? Czy wszystkie bakterie są niebezpieczne? Jaka jest najniebezpieczniejsza bakteria? Ile bakterii znajduje się w ciele zdrowego człowieka? Dlaczego niektóre bakterie są szkodliwe, inne zaś korzystne? Jakie narządy człowieka niszczą bakterie?

Wielu ludzi słowo „bakteria” kojarzy przede wszystkim z chorobą. Jednak ilość chorobotwórczych dla człowieka gatunków w porównaniu z ogólną ilością znanych gatunków bakterii jest nieznacząca.

Dotychczas uczeni opisali około 30 tys. gatunków bakterii. Wśród nich mniej niż 100 gatunków zostało uznanych jako groźny dla człowieka czynnik chorobotwórczy. Takie bakterie trafiają do organizmu, osiedlają się, rozmnażają się w wielkich ilościach i przy tym wydzielają trujące dla organizmu substancje – toksyny. Wskutek tego rozwija się choroba. Pod względem stopnia zagrożenia dla człowieka wyróżniamy cztery grupy bakterii – szczególnie groźne, groźne, umownie groźne i niegroźne.

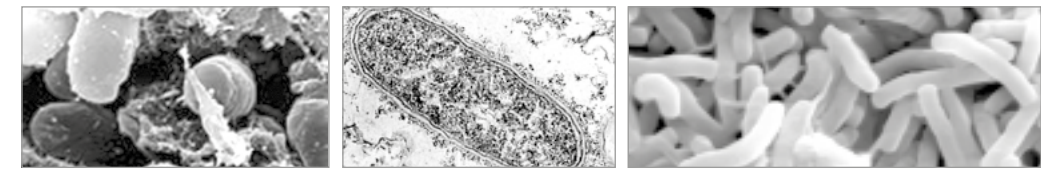
Do **szczególnie groźnych** należą bakterie, które wywołują **dżumę, dur plamisty, cholere, węglik, ornitozę** (ryc. 31). Te bakterie szybko rozprzestrzeniają się i atakują dużą

**Epidemia** – (z gr. epi – na, demos – ludzie) szybkie rozprzestrzenianie się na znacznym terytorium pewnej choroby, przeważnie zakaźnej. Epidemie, które obejmują terytorium wielu państw lub całych kontynentów, nazywamy **pandemiami**.

część populacji – wywołują *epidemie*; „potrafią” pokonywać systemy obronne organizmu, a ich toksyny są bardziej trujące, niż toksyny innych bakterii i dlatego są bardziej groźne.

#### A to ciekawe

W historii ludzkości najwięcej ludzi zginęło nie na wojnach. Między szczególnie niebezpiecznymi bakteriami, głodem i wirusami chorobotwórczymi toczy się walka o pierwsze miejsce na liście najstraszniejszych zabójców. Bakteria dżumy zabrała życie około 300 mln ludzi, bakteria cholery – ponad 40 mln, duru plamistego – ponad 22 mln. Dla porównania: według różnych danych w 15 tysiącach wojen, które ludzkość przeżyła w ciągu swej historii, zginęło od 80 do 100 mln ludzi.



Paleczka dżumy

Rickettsia

Paleczka cholery



Laseczki węglika

Chlamydia papugi

Ryc. 31. Czynniki chorobotwórcze, wywołujące najgroźniejsze choroby bakteryjne człowieka: dżumę, duru plamistego, cholere, węglika, ornitozę

Niektóre bakterie wydzielają groźne toksyny nie w ciele człowieka, lecz w produktach spożywczych niewłaściwie przechowywanych. Wśród nich najgroźniejsza jest bakteria, która wywołuje chorobę zwaną **botulizmem** (zatrucie jadem kiełbasianym). Bez obecności tlenu ta bakteria zdolna jest rozwijać się w konserwach (najczęściej – mięsnych, grzybowych i rybnych), wydzielając poza komórkę jedną z najgroźniejszych trucizn – *botulotoksynę*. Dla dorosłego człowieka śmiertelna dawka tej toksyny wynosi mniej niż 0,1 mg. Dlatego **należy pamiętać, że nie wolno spożywać konserw z puszek, które mają wygięte wieczka**.

**Groźnych** dla człowieka bakterii jest kilkadziesiąt razy więcej niż szczególnie groźnych. Groźne bakterie co jakiś czas trafiają do organizmu człowieka, lecz jeśli ich ilość jest niewielka, a człowiek jest zdrowy, to choroba się nie rozwija.

Jeśli jednak do organizmu trafia duża ilość groźnych bakterii, którym organizm nie potrafi się przeciwstawić – choroba zaczyna się rozwijać. W określonych warunkach groźne bakterie mogą wywoływać epidemie o wysokim poziomie śmiertelności. Do najbardziej znanych groźnych bakterii



należą między innymi te, które wywołują gruźlicę (*prątki gruźlicy*), błonicę (*maczugowiec błonicy*), wrzody żołądka i dwunastnicy (*Helicobacter pylori*), dur brzuszny i salmonellozę (*pałeczki Salmonella*), trąd (*prątek trądu*).

**Umownie groźne** bakterie stanowią liczną grupę. Większość z nich mieszka w ciele człowieka i jest dla organizmu nieszkodliwa. Niektóre bakterie nawet pomagają człowiekowi w trawieniu jedzenia i zdolne są do hamowania rozwoju szkodliwych mikroorganizmów. Większość umownie groźnych bakterii żyje nie tylko w ciele gospodarza, lecz również w otaczającym środowisku. Do nich należy *pałeczka jelitowa*.

Jednak masowe rozmnażanie się tylko jednego gatunku tych bakterii może wywołać różnorodne zapalenia, dolegliwości żołądkowe, ból głowy, osłabienie i in. Umownie groźne bakterie stają się czynnikami chorobotwórczymi pod wpływem:

- raptownego dostania się do organizmu wielkiej ilości tych bakterii ze środowiska zewnętrznego (*przyczyną jest nieprzestrzeganie zasad higieny osobistej, spożywanie zepsutych produktów, zanieczyszczonej wody*);
- osłabienia organizmu (*przyczyną jest niezbalansowane odżywianie się, niedobór witamin, czystego powietrza, brak wysiłku fizycznego, mało ruchliwy tryb życia, niedosypianie, napięcie nerwowe i stres*);
- okresowego zmniejszenia się ilości tych mikroorganizmów, które hamują rozwój umownie niebezpiecznych bakterii.

Często ilość mikroorganizmów, które hamują rozwój umownie niebezpiecznych bakterii, raptownie zmniejsza się wtedy, gdy człowiek w trakcie leczenia zażywa antybiotyki.

Pod względem ekonomicznym niekorzystne są bakterie, które psują produkty spożywcze, powodują gnicie wyrobów z drewna i tkanin, wywołują biologiczne niszczenie wyrobów i materiałów przemysłowych, a także są przyczyną chorób roślin i zwierząt gospodarczych.

#### WNIOSKI

1. Człowiek żyje w otoczeniu bakterii – zarówno korzystnych, jak i szkodliwych.
2. Przestrzeganie zasad higieny znacznie zmniejsza ryzyko infekcji bakteryjnych.
3. Przestrzeganie zasad zdrowego stylu życia i odżywiania się pomaga organizmowi kontrolować umownie niebezpieczne bakterie i częściowo przeciwdziałać czynnikom chorobotwórczym.

4. Ochroną przed szczególnie groźnymi chorobami bakteryjnymi jest higiena osobista i profilaktyka tych chorób. Z pewnymi czynnikami chorobotwórczymi i większością groźnych chorób organizm nie może samodzielnie walczyć: niezbędna jest pomoc lekarza.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

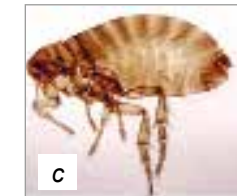
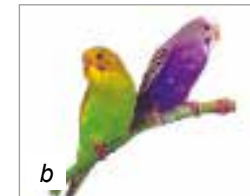
Toksyny, epidemie, pandemia.

#### PYTANIA KONTROLNE

Odpowiedz na pytania uczniów, znajdujące się na początku paragrafu.

#### ZADANIE

1. Poniżej podane są zasady, których przestrzeganie pomoże uchronić się przed szczególnie groźnymi czynnikami chorobotwórczymi. Spróbuj samodzielnie je uzupełnić zasadami dotyczącymi higieny osobistej, zdrowego stylu życia i odżywiania się tak, by powstała lista zasad ochrony przed wszystkimi trzema grupami czynników chorobotwórczych.



#### Niektóre zasady profilaktyki szczególnie groźnych chorób bakteryjnych

1. Nie bierz na ręce dzikich zwierząt (przede wszystkim – myszy, szczurów, susłów, bobaków), szczególnie jeśli one dają się złapać. Ospale zwierzę na pewno jest chore i może być nosicielem różnorodnych chorób zakaźnych, w tym również **dżumy**.
2. Unikaj kontaktu z miejskimi dzikimi ptakami (np. z gołębiami), przede wszystkim ospałymi i osłabionymi. Ptaki są nosicielami **ornitozy**.
3. Dbaj o swoją odzież i włosy. Dżuma jest przenoszona przez **pchły**, a dur plamisty – przez **wszy**.
4. Nie pij surowej wody z otwartych źródeł, nie kap się w jeziorach i stawach, w których woda jest nieprzezroczysta lub ma nieprzyjemny zapach. Brudna woda jest głównym źródłem rozpowszechniania się **wibrionu cholery**.

5. Przed otwarciem puszki z konserwą przekonaj się, że termin jej przydatności do spożycia nie upłynął, a wieczko puszki nie jest wygięte. Pomoże to zmniejszyć ryzyko zachorowania na **botulizm**.
6. Uzupełnij zasady higieny: ...
7. Uzupełnij zasady odżywiania się: ...
2. Wykorzystując materiały poprzedniego zadania, odpowiedz na pytanie: „Jakie groźne dla człowieka choroby mogą być przenoszone przez obiekty przedstawione na rysunku (s. 55)?”.

### § 13. KORZYSTNE BAKTERIE



Ten paragraf poświęcony jest bakteriom, które chronią nasz organizm i są wykorzystywane w działalności gospodarczej człowieka.

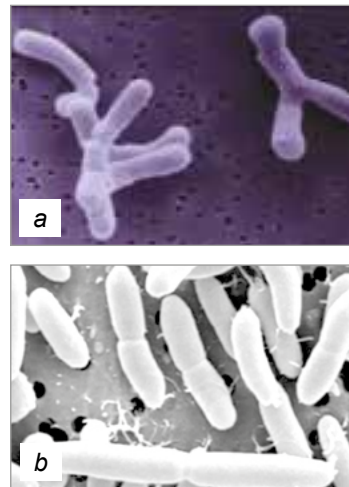


Czy człowiek będzie żył dłużej, jeśli zniszczy wszystkie bakterie w organizmie? Czy istnieją „dobre” bakterie, które pomagają zwalczać „złe”? Czy jogurty, śmietana, kefir zawierają bakterie? Po co produkuje się artykuły spożywcze, które dostarczają organizmowi wszelkie „złe” bakterie? Jakich bakterii na świecie jest więcej: korzystnych czy szkodliwych?

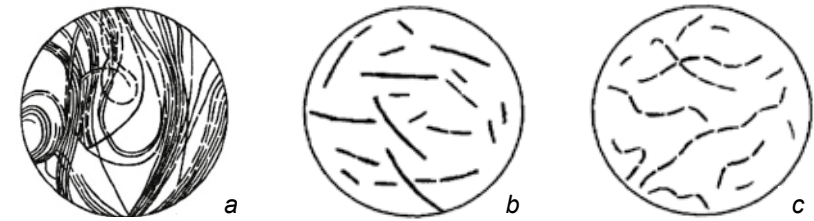
W ciele zdrowego człowieka żyje od 300 do 1000 gatunków bakterii, których ogólna masa wynosi około 1 kg, a liczba komórek – około 10 kwadrylionów. Jest to dziesięć razy więcej niż liczba komórek, z których zbudowane jest ciało dorosłego człowieka. Pod względem ilości przeważają bakterie korzystne – 70–80%. Reszta przypada na umownie groźne bakterie.

Korzystne bakterie sprzyjają trawieniu, dostarczają organizmowi niektórych niezbędnych substancji, hamują rozwój umownie groźnych bakterii, „uczą” organizm człowieka walki z mikroorganizmami chorobotwórczymi.

Najbardziej znanymi korzystnymi bakteriami są *bifidobakterie* i *bakterie mlekowe* (ryc. 32). Najwięcej ich znajduje się w produktach fermentacji mlekowej: kefirze, jogurcie, mleku za-



Ryc. 32. Korzystne bakterie:  
a – bifidobakteria;  
b – bakteria mlekowa



Ryc. 33. Bakterie mlekowe pod mikroskopem optycznym:  
a – pałeczka bułgarska; b – bakteria mlekowa; c – pałeczka serowa

kwaszonym. **Bakterie kwasu mlekowego** mogą się samodzielnie rozwijać w mleku, wywołując jego zsiadanie się – fermentację (ryc. 33). **Bifidobakterie** same nie sfermentują mleka, dodaje się je do mleka specjalnie po to, by zasiedlić nimi jelito człowieka. Innym źródłem dostarczania korzystnych bakterii są kiszone i moczone warzywa i owoce.

Bakterie mają korzystny wpływ nie tylko na zdrowie, lecz i na praktyczną działalność człowieka (ryc. 34). Za pomocą korzystnych bakterii wytwarza się produkty fermentacji mlekowej i produkty kiszone, niektóre lekarstwa, dodatki do karmy zwierząt domowych oraz środki, które zwiększają i odnawiają żyzność gleby. Bakterie są wykorzystywane do obróbki surowców w przemyśle włókienniczym. Prastare bakterie odegrały decydującą rolę w powstaniu kopaliny użytecznych – samorodnej siarki, rudy błotnej, ropy, gazu. Bakterie odgrywają ważną rolę w przeróbce i wykorzystaniu różnorodnych odpadków: za ich pomocą odbywa się oczyszczanie wód stokowych, a nierozpuszczalne resztki organiczne są przerabiane na biogaz.



Ryc. 34. Bakterie i przemysł. Jogurt, kefir, kiszone ogórki – produkty działalności bakterii mlekowych; ocet „produkują” bakterie octowe; samorodna siarka i ruda błotna często są wynikiem działalności prastarych bakterii; gaz naturalny i biogaz – produkt fermentacji bakteryjnej; naturalny nawóz azotowy – to bakterie brodawkowe

1. Zazwyczaj bakterie są bardzo korzystne dla człowieka, ale w określonych warunkach mogą być bardzo groźne.
2. Korzystnych bakterii jest o wiele więcej niż szkodliwych.
3. Szczególnie korzystne dla zdrowia człowieka są bakterie, które hamują rozwój bakterii chorobotwórczych.
4. Bakterie są szeroko wykorzystywane w praktycznej działalności człowieka.

## TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Bakterie mlekowe, bifidobakterie.

## PYTANIA KONTROLNE

Odpowiedz na pytania uczniów, znajdujące się na początku paragrafu.

## DLA DOCIEKLIWYCH

## Probiotyki

Korzystne bakterie, które chronią organizm przed szkodliwymi bakteriami i są dodawane do produktów spożywczych w celach leczniczych lub profilaktycznych, nazywamy probiotykami. Na korzystny wpływ bakterii mlekowych, ich zdolność przeciwdziałania szkodliwym bakteriom i starzeniu się organizmu jako pierwszy zwrócił uwagę wybitny ukraiński profesor Ilija Miecznikow (1845–1916). Stało się to w 1907 r. zanim jeszcze pojawił się termin „probiotyk”.



**Ilija Miecznikow** (1845–1916). Wybitny zoolog, embriolog, immunolog i mikrobiolog. Laureat nagrody Nobla z fizjologii i medycyny (1908 r.). Jeden z twórców mikrobiologii i immunologii. Autor teorii odporności, teorii pochodzenia wielokomórkowości u zwierząt. Urodził się w guberni charkowskiej. Ukończył uniwersytet charkowski. Pracował na uniwersytecie odeskim i w instytucie Paustera w Paryżu. Założyciel Odeskiej Stacji Bakteriologicznej.

## § 14. RÓŻNORODNOŚĆ I ZNACZENIE BAKTERII W PRZYRODZIE



Pogłębisz swą wiedzę o bakteriach, dowiesz się, jak one się odżywiają, oddychają i jaką rolę odgrywają w przyrodzie.



W jaki sposób bakterie się odżywiają i oddychają? Dlaczego bakterie istnieją wszędzie? Co to są sinice? Gdzie możemy je zobaczyć? Czy powstają bakterie na roślinach? Czy wszystko na świecie powstało z bakterii? Kiedy powstały bakterie?

Bakterie pełnią w przyrodzie wiele różnorodnych funkcji. Najważniejsza wśród nich to oczyszczanie planety z resztek innych organizmów i od-

padów, które istoty żywe wydzielają w procesie swej działalności życiowej. Prócz tego wiele bakterii, podobnie jak rośliny, same wytwarzają substancje organiczne z nieorganicznych – z wody i dwutlenku węgla. W niektórych zakątkach naszej planety (głębokich grotach, wielkich głębokościach Światowego Oceanu, gorących źródłach i słonych zbiornikach wodnych) substancja organiczna, wytworzona przez te bakterie, zapewnia istnienie innych organizmów – zwierząt i grzybów.

A więc według sposobu odżywiania się bakterie dzielimy na *heterotrofy* i *autotrofy* (ryc. 35).

## Bakterie odżywiają się

## heterotroficznie:

spożywają gotowe proste substancje organiczne i przekształcają je we własne złożone substancje organiczne

## autotroficznie:

spożywają nieorganiczne substancje i same syntezują z nich własne złożone substancje organiczne

## Bakterie pobierają energię

## z substancji organicznych

odżywianie się (z udziałem tlenu), fermentacja (bez udziału tlenu)

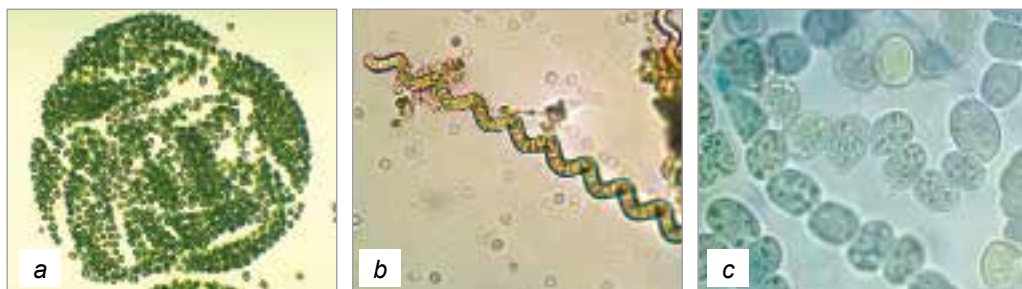
## z substancji nieorganicznych

ze światła

Ryc.35. Sposoby odżywiania się bakterii i pobierania przez nich energii

Większość bakterii, podobnie jak zwierzęta, odżywia się substancją organiczną, czyli są one *heterotrofami*. Bakterie heterotroficzne stanowią czołowy oddział ogromnego wojska malutkich sprzątaczy naszej planety. Spożywając substancje organiczne, bakterie częściowo je przetwarzają w substancje własnych komórek, a częściowo rozkładają na substancje nieorganiczne, pobierając przy tym energię. Niektóre bakterie w trakcie rozpadu substancji organicznych pobierają tlen, czyli *oddychają*. Mimo to wielu bakteriom, aby pobrać energię, tlen nie jest potrzebny: rozkładają one substancje organiczne bez jego udziału, między innymi w procesie *fermentacji*.

W glebie i powierzchniowych warstwach wody (szczególnie – zanieczyszczonej), jest bardzo dużo bakterii, którym dla pobierania energii



Ryc. 36. Jednokomórkowe (a) i wielokomórkowe (b) sinice:  
a – mikroskopijna kolonia *Microcystis* powodująca zakwit wody;  
b – *spirulina*; c – trzęsیدło (*Nostoc*) jadalne

potrzebny jest tlen. Bakterie, które nie potrzebują tlenu, w wielkich ilościach zamieszkują dna zbiorników wodnych, szczególnie – stojących, jest ich też dużo w układach trawiennych różnych zwierząt. Przykładem korzystnych dla człowieka bakterii, które żyją bez tlenu, są *bifidobakterie*, a niebezpiecznych – jad kiełbasiany (*toksyna botulinowa*). Tlen hamuje również rozwój większości innych bakterii chorobotwórczych.

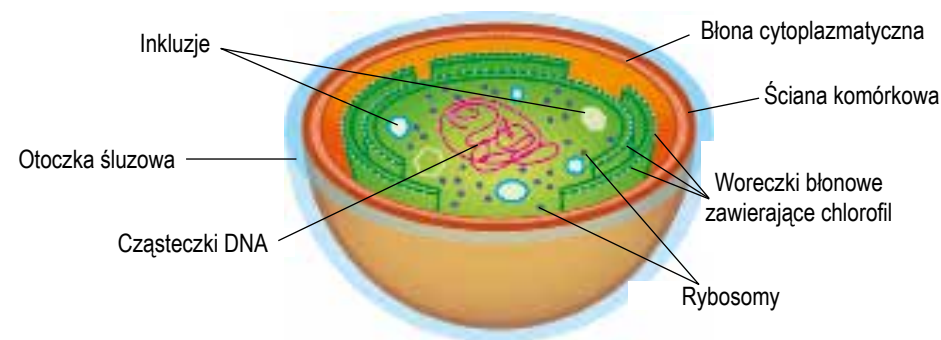
Większość bakterii to **autotrofy**: syntetyzują one substancje organiczne z nieorganicznych – dwutlenku węgla i wody. Niektóre z tych bakterii, podobnie do roślin, wykorzystując energię światła słonecznego, dokonują fotosyntezy. Przy tym zielone i brunatne bakterie nie wydzielają tlenu.

Przykładem bakterii autotroficznych, wydzielających w procesie fotosyntezy tlen, są mikroskopijne organizmy różnie nazywane: *cyjanobakteriami* (*sinicami*), *niebiesko-zielonymi glonami* lub **cyjanoprokariotami**. Cyjanoprokarioty mogą być jednokomórkowe i wielokomórkowe (ryc. 36).

Pod mikroskopem elektronowym komórki cyjanoprokariotów są podobne do bakterii. Jednak istnieje znacząca różnica – w komórkach cyjanoprokariotów znajdują się błonowe spłaszczone woreczki, w których znajdują się cząsteczki chlorofilu (ryc. 37). Dzięki nim cała komórka cyjanoprokariotów jest podobna do organelli komórki roślinnej – chloroplastu.

Cyjanoprokarioty można znaleźć wszędzie, gdzie jest niezbędna do fotosyntezy ilość światła. Szczególnie różnorodne i liczne są one w morzach, słodkich i słonych zbiornikach wodnych, gorących źródłach, a także na gorących i chłodnych pustyniach.

W wyniku fotosyntezy, przeprowadzanej przez cyjanoprokarioty na długo przed pojawieniem się roślin, na Ziemi powstała atmosfera tlenowa. Obecnie rola cyjanoprokariotów polega na wzbogacaniu gleby w azot,



Ryc. 37. Budowa komórki cyjanoprokariotów

który może być przyswajany przez niebiesko-zielone glony bezpośrednio z atmosfery.

Niektóre bakterie są zdolne do pobierania energii w niedostępny dla roślin i zwierząt sposób. Dla syntezy cząsteczek ATP wykorzystują one bogate w energię substancje nieorganiczne: siarkowodór, wodór, amoniak, a nawet niektóre związki żelaza.

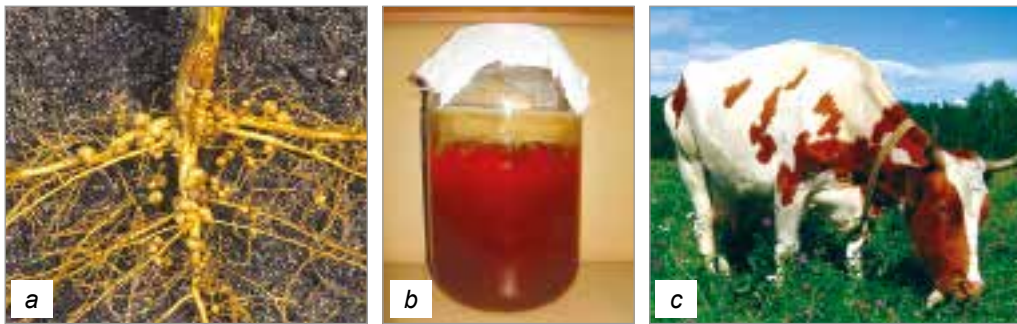
Ciekawym przykładem takich bakterii są te, które żyją na dnie Oceanu Światowego przy temperaturze do  $+300^{\circ}\text{C}$  i ciśnieniu do 300 atmosfer w pobliżu podwodnych gejzerów – tak zwanych „czarnych palaczy”. Przegrzana woda wzbogacona dwutlenkiem węgla i siarkowodorem jest dla nich źródłem pożywienia i energii, a substancja organiczna komórek samych bakterii – źródłem pożywienia i energii dla unikalnych głębokowodnych robaków, mięczaków i ryb. Bakterie, które rozwijają się na dnie Oceanu Światowego obok „czarnych palaczy” stanowią nieliczną, ale bardzo swoistą grupę najstarszych prokariotów naszej planety. Nazwano je *archebakteriami* lub *archeonami*.

Są różne sposoby współdziałania bakterii z innymi organizmami. Większość z nich prowadzi wolny tryb życia. Wiele bakterii – to **parazyty**. Osiedlają się w ciele zwierząt, roślin lub grzybów i żywią się substancjami organicznymi gospodarza, są powodem jego chorób lub nawet śmierci.

**Pasożytnictwo** – forma antagonistycznego współżycia dwóch organizmów, z których jeden czerpie korzyści ze współżycia (pasożyt), a drugi ponosi szkody (gospodarz).

Jednak z wieloma organizmami bakterie żyją w **symbiozie**, z której zarówno bakteria jak i gospodarz

**Symbioza** – współżycie dwóch różnych organizmów. Organizm żyjący w symbiozie z innym nazywa się **symbiontem**.



Ryc. 38. Przykłady obopólnie korzystnej symbiozy bakterii z innymi organizmami

czerpią korzyści (ryc. 38). Prócz symbiozy opartej na obustronnej korzyści istnieją też takie stosunki, które jednej ze stron przynoszą korzyść, a dla drugiej są obojętne. Inny rodzaj symbiozy – to stosunki, które szkodzą jednej ze stron, a dla drugiej – są obojętne.

Przykładem symbiozy opartej na obustronnej korzyści jest współżycie bakterii mlekowych z człowiekiem: organizm ludzki daje bakteriom schronisko i pokarm, a bakterie pomagają człowiekowi w trawieniu i w walce z organizmami chorobotwórczymi.

Przykładem korzystnego dla obu stron symbiotycznego współżycia z roślinami są bakterie brodawkowe. Rozwijają się one w korzeniach roślin strączkowych (*grochu, fasoli, lucerny, koniczyny*) i dostarczają roślinie związków azotowych, pełniąc funkcję żywych nawozów azotowych. W zamian uzyskują część substancji organicznych, które roślina wytwarza w procesie fotosyntezy (ryc. 38, a).

*Grzybek herbaciany* – to symbioza bakterii octowych i grzybów drożdżowych (ryc. 38, b).

Krowa przetrwala pokarm roślinny dzięki bakteriom symbiotycznym, które żyją w części jej żołądka, która nazywa się *żwaczem* (ryc. 38, c).

Robak z gatunku *Olavius*, który zamieszkuje Morze Śródziemne, nie posiada układu trawiennego – wszystkie substancje odżywcze otrzymuje on od symbiotycznych bakterii autotroficznych, które rozwijają się w jego ciele.

Bakterie są najstarszymi żywymi organizmami na Ziemi. Współczesne rośliny, zwierzęta i grzyby są bardzo dalekimi potomkami pradawnych bakterii. Pierwsze resztki bakterii i ślady ich czynności liczą od 3,6 do 3,2 mld lat. Porównaj: wiek naszej planety oszacowano na około 4,6 mld lat; pierwsze prymitywne zwierzęta pojawiły się na niej prawie 1,8–1,5 mld lat temu.

## WNIOSKI

1. Bakterie odgrywają ważną rolę w procesach oczyszczania planety od resztek organicznych i produktów działalności życiowej istot żywych.
2. Różnorodność sposobów odżywiania się i pobierania energii, a także stosunków z innymi organizmami jest główną przyczyną rozpowszechniania się bakterii.
3. Cyjanoprokarioty są organizmami prokariotycznymi, które odżywiają się jak rośliny – drogą fotosyntezy. Zawierają one chlorofil, ale nie zawierają chloroplastów.
4. Dzięki cyjanoprokariotom na Ziemi powstała atmosfera tlenowa.
5. Bakterie są najstarszą grupą organizmów żywych na naszej planecie.

## TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Heterotrofy, autotrofy, oddychanie, fermentacja, cyjanoprokarioty, pasożytnictwo, symbioza.

## PYTANIA KONTROLNE

1. Czy wszystkie bakterie oddychają?
2. Na czym polega różnica między pasożytnictwem a symbiozą?
3. Jakie znasz przykłady obopólnie korzystnej symbiozy bakterii z innymi organizmami?
4. Jaka jest cecha charakterystyczna budowy ciała cyjanoprokariotów, której nie ma większość bakterii?

## DLA DOCIEKLIWYCH

### Bakterie – najwytrwalsze organizmy naszej planety

(Odpowiedzi na pytania uczniów:

*Czy są bakterie w kosmosie? Czy promieniowanie może zabić bakterię?)*

Najbardziej odpornym organizmem na promieniowanie jonizujące jest bakteria *Deinococcus radiodurans*. Wytrzymuje on wypromieniowanie, które 1000-3000 razy przewyższa śmiertelną dla człowieka dawkę. *Deinococcus radiodurans* zdolny jest do przetrwania nawet w chłodzących systemach reaktorów jądrowych. Z powodu wysokiej odporności na promieniowanie istniała nawet hipoteza o „marsjańskim pochodzeniu” tych bakterii. Jednak badania DNA udowodniły ich ziemskie pochodzenie.

Istnieją bakterie zamieszkujące dno oceanu na głębokości około 3 km w pobliżu podwodnych gejzerów – „czarnych palaczy”, które wyrzucają wodę ogrzaną do 300–400°C. Środowisko, w którym żyją, można porównać z warunkami na Wenus, gdzie średnia temperatura wynosi około +450°C, ciśnienie – około 100 atmosfer, „powietrze” składa się z dwutlenku węgla, przesiąkniętego związkami zawierającymi siarkę.

W 2009 r. bakterie (a także niektóre mikroskopijne grzyby) były wykryte w stratosferze, na wysokości 20–41 km, gdzie temperatura wahała się w granicach od –50 do 0°C, a ciśnienie wynosiło zaledwie 0,003–0,06 od normalnego. Jednak jeszcze wcześniej bakterie były wykryte przez radzieckich uczonych na większych wysokościach: 70 km i 84 km.



W 1967 r. na powierzchni Księżyca wylądowała amerykańska bezzałogowa sonda kosmiczna „Surveyor 3”. W 1969 r. obok niego wylądował moduł księżycowy „Apollo 12” z dwoma astronautami na pokładzie. Astronaucci demontowali część przyrządów sondy „Surveyor 3”, zapakowali je i wysłali na Ziemię. W laboratorium na jednym z przyrządów wykryto kilka rodzajów ziemskich bakterii, które trafiły tam przed startem sondy. Komórki tych bakterii wytrzymały prawie trzyletni pobyt poza Ziemią, oddzielone od przestrzeni kosmicznej tylko błoną komórkową i ścianą komórkową, a jeden gatunek – tylko błoną komórkową!

## § 15. EUKARIOTY JEDNOKOMÓRKOWE



Poznasz mikroorganizmy, których ciało zbudowane jest z jednej komórki, ale ta komórka w odróżnieniu od komórki bakterii zawiera jądro.



Euglena zielona – to zwierzę czy roślina? Jakie małe organizmy i glony odgrywają ważną rolę w naszym życiu?

Do **eukariotów** zaliczamy większość gatunków, które zamieszkują naszą planetę i różnią się od bakterii tym, że ich komórki zawierają jądro.

Jądro eukariotów posiada cząsteczki DNA w postaci chromosomów. Charakterystyczną cechą eukariotów jest obecność mitochondriów. Eukarioty, które mają zdolność do fotosyntezy, posiadają chloroplasty. Cytoplazma komórek eukariotycznych zawiera większość innych organelli, między innymi lizosomy i różnorodne wodniczki.

Eukarioty mogą być jednokomórkowe i wielokomórkowe. Przykładem eukariotów mogą być wszystkie zwierzęta, grzyby, rośliny, które możesz obserwować bez pomocy przyrządów powiększających.

**Eukarioty jednokomórkowe** – to organizmy, które są zbudowane z jednej komórki eukariotycznej, która bardzo często nie jest podobna do komórki wielokomórkowych roślin, zwierząt lub grzybów, mimo że wszystkie wielokomórkowe eukarioty pochodzą od jednokomórkowych.

Czasami wielokomórkowe eukarioty, przystosowując się do szczególnych warunków środowiska, „powracają” do budowy jednokomórkowej. Przykładem takich organizmów są znane każdej gospodyni grzyby jednokomórkowe – zwykle *drożdże* piekarskie (ryc. 39, g, h). Obecnie znanych jest ponad 100 tys. gatunków jednokomórkowych eukariotów.

Jednokomórkowe organizmy eukariotyczne znacząco różnią się od siebie pod względem sposobu odżywiania się. Niektóre jednokomórkowe eukarioty

odżywiają się heterotroficznie, inne zaś – autotroficznie. *Heterotroficzne* jednokomórkowe eukarioty mogą pobierać substancje organiczne na sposób zwierzęcy lub sposób typowy dla grzybów. Przy *zwierzęcym* sposobie odżywiania się komórka pobiera twarde cząsteczki pokarmu i następnie przetrawia je w cytoplazmie, często – w osobliwych organellach – *wodniczkach trawiennych*. Przy sposobie odżywiania się typowym dla *grzybów* komórki mogą pobierać wyłącznie rozpuszczone substancje organiczne, pochłaniając je całą powierzchnią. *Autotroficzne* odżywianie się jednokomórkowych eukariotów odbywa się wyłącznie dzięki fotosyntezie.

**Eukarioty jednokomórkowe zwierzęce i roślinne.** Jednokomórkowe eukarioty, które odżywiają się na sposób zwierzęcy, nazywają się **jednokomórkowymi organizmami zwierzęcymi (pierwotniakami)**. Jednokomórkowe eukarioty, które odżywiają się w sposób typowy dla roślin, zaliczamy do **jednokomórkowych glonów**. Prócz tego wiele jednokomórkowych eukariotów (za-

### JEDNOKOMÓRKOWE EUKARIOTY

#### Organizmy zwierzęce jednokomórkowe



a



b



c

#### Glony jednokomórkowe



d



e

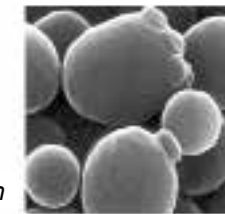


f

#### Grzyby jednokomórkowe



g



h

Ryc. 39. Przykłady eukariotów jednokomórkowych: a – ameba; b – pantofelek; c – wiciowce kołnierzykowe; d – okrzemki; e – glon euglena; f – zielenice; g, h – grzyby jednokomórkowe – drożdże

równy zwierzęcych jak i roślinnych) zdolnych jest do pochłaniania substancji organicznych sposobem typowym dla grzybów – drogą wchłaniania ich całą powierzchnią ciała.

Na przykład jednokomórkowy glon *euglena* (ryc. 39, e), który ma cechy organizmu zwierzęcego i roślinnego, ma zielone chloroplasty i przy dostępie światła może odżywiać się dzięki procesowi fotosyntezy. Jeśli w wodzie jest dużo rozpuszczonych substancji organicznych, ale nie ma dostępu światła, wtedy euglena odżywia się heterotroficznie (w sposób typowy dla grzybów) i może przy tym stawać się bezbarwna. Euglena pochłania wyłącznie rozpuszczone substancje organiczne, wchłaniając je całą powierzchnią ciała. Do pobierania i trawienia twardych cząsteczek pokarmu, czyli do odżywiania się sposobem zwierzęcym, euglena nie jest zdolna. Natomiast, *ameby* i niektóre *pantofelki* (ryc. 39, a, b), które należą do zwierzęcych organizmów jednokomórkowych, pochłaniają substancje organiczne zarówno na sposób zwierzęcy, jak i na sposób typowy dla grzybów, jednak z powodu braku chloroplastów nie mogą odżywiać się jak rośliny.

**Występowanie i znaczenie.** Jednokomórkowe eukarioty występują na całej kuli ziemskiej. Żyją one w oceanach, morzach, wodach słodkich, wiele ich spotykamy też w glebie. Wśród nich są pasożyty i symbionty roślin i zwierząt. Niektóre z nich mogą wywoływać ciężkie choroby człowieka, na przykład malarie lub śpiączkę.

W przyrodzie jednokomórkowe organizmy zwierzęce i glony są pożywnością dla wielu zwierząt, szczególnie tych, które żyją w wodzie. Współczesne przedstawiciele świata eukariotów jednokomórkowych mają bardzo duże znaczenie w procesie samooczyszczania się wody, a szczątki kopalnych jednokomórkowych organizmów zwierzęcych i glonów są wykorzystywane przez uczonych geologów dla określenia wieku skał osadowych i są przydatne przy poszukiwaniach złóż kopalin użytecznych, między innymi ropy naftowej.

#### WNIOSKI

1. Eukarioty mają bardziej skomplikowaną budowę komórki niż prokarioty. Podstawową cechą eukariotów jest obecność jądra.
2. Organizmy eukariotyczne mogą być jednokomórkowe i wielokomórkowe.
3. Jednokomórkowe eukarioty mogą odżywiać się na różne sposoby: zwierzęcy, grzybowy, roślinny i różne ich kombinacje.
4. Jednokomórkowe eukarioty, które odżywiają się na sposób zwierzęcy, nazywane są jednokomórkowymi organizmami zwierzęcymi, a odżywiające się tak samo jak rośliny – jednokomórkowymi glonami.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Eukarioty, jednokomórkowe eukarioty, jednokomórkowe organizmy zwierzęce, glony jednokomórkowe.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Czym odróżniają się jednokomórkowe eukarioty od bakterii i cyjanoprokariontów?
2. Jakie sposoby odżywiania się są charakterystyczne dla eukariot jednokomórkowych?
3. Na czym polega różnica między jednokomórkowymi organizmami zwierzęcymi a glonami jednokomórkowymi?
4. W literaturze często można przeczytać, że euglena w ciemności odżywia się na sposób zwierzęcy. Czy takie stwierdzenie jest całkowicie poprawne?

#### DLA DOCIEKLIWYCH

##### Z czego znane są jednokomórkowe eukarioty?

(Odpowiedź na pytania uczniów:

*Dlaczego morze świeci się? Co nam dają glony i jednokomórkowe zwierzęce organizmy oraz czy one są nam potrzebne?)*

Rozmnażając się w wielkich ilościach, jednokomórkowe eukarioty mogą wywoływać pewne zjawiska, które są znane człowiekowi z dawnych czasów i są opisane w legendach. Do nich należą tzw. „czerwone deszcze” i „czerwony śnieg”, które wywołuje glon jednokomórkowy *zawłotnia śnieżna*, niebezpieczny toksyczny zakwit wody w morzach i oceanach, znany pod nazwą „czerwone przypiływy” wywołują je glony z dalszej rodziny pantofelka – *dinofity*, zielone i czerwone zakwity kory drzew – zjawiska wywołane masowym rozwojem spokrewnionych z *chlorellą* zielonych glonów. W lecie możemy obserwować, jak w morzu za łódką czy pływakiem ciągnie się srebrno-błękitna smużka światła: to świecą się jednokomórkowe *nocoświatliki*.

W oczyszczalniach ścieków cała armia z rodziny *pantofelków*, *ameb* i *euglen* niestrudzenie wylapuje z wody i rozkłada w swych komórkach cząsteczki substancji organicznej, zapewniając tym samym proces samooczyszczania się wód.

Resztki obumarłych jednokomórkowych eukariotów, które zamieszkiwały w oceanie dziesiątki milionów lat temu, utworzyły wiele różnych skał osadowych, które są wykorzystywane przez człowieka. Na przykład zwykła szkolna kreda – to szczątki szkielecików *otwornic* i skorupek *kokolitofor* (ryc. 40).



Ryc.40. Skały, utworzone kopalnymi jednokomórkowymi eukariotami. Kreda (a) i jej skład (szczątki otwornic i kokolitofor (b); współczesne kokolitofofy z wapiennymi kokolitami (c), z których powstała kreda)



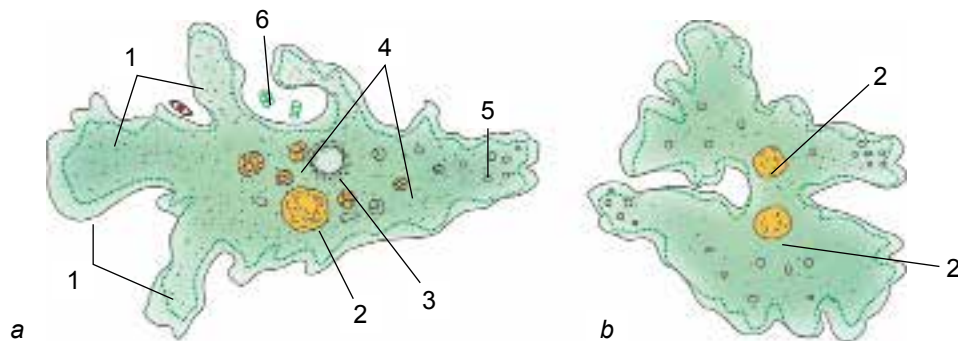
Poznamy pierwotniaki, które pod względem sposobu odżywiania się są podobne do zwierząt. Mimo że pozostały organizmami jednokomórkowymi, nie przeszkodziło to im istnieć wśród bardziej złożonych pod względem budowy bytów wielokomórkowych, a nawet odżywiać się nimi.



Jaki czynnik chorobotwórczy wywołuje malarię?

Jeśli obejrzymy pod mikroskopem muł, zebrany z dna zbiornika wodnego, to zobaczymy mikroskopijne ruchliwe bezbarwne organizmy jednokomórkowe, które są o wiele większe niż bakterie. Są to pierwotniaki. Do nich należy ameba, która jest bardzo rozpowszechniona w zbiornikach słodkowodnych, przeważnie – wodach bieżących.

**Ameba.** Ciało *ameby* zbudowane jest z jednej komórki o długości do 0,25 mm (ryc. 41, a). Jej kształt ciągle się zmienia, dzięki czemu komórka powoli się porusza. Podczas ruchu na przednim boku komórki tworzą się wypustki, do których stopniowo przelewa się cytoplazma ze środkowej i tylnej części komórki. Te wypustki nazywają się *nibynóżkami*.



Ryc.41. Ameba (a): 1 – nibynóżka; 2 – jądro; 3 – wodniczka tętniąca; 4 – cząsteczka pokarmu w wodniczce pokarmowej; 5 – strefa wydalania nieprzetrawionych resztek; 6 – wciąganie pokarmu nibynóżkami; rozmnażanie ameby przez podział komórki na dwie komórki potomne (b).

Kiedy na drodze ameby trafiają się skupiska bakterii lub drobne obumarłe resztki innych organizmów, nibynóżki otaczają je i zamykają w sobie. Tworzy się wodniczka pokarmowa. **Wodniczka pokarmowa** – to organella, do której z cytoplazmy wydziela się sok trawienny, rozkładający złożone substancje organiczne zdobyte na proste. Produkty trawienia są

wchłaniane z wodniczki pokarmowej do cytoplazmy i wykorzystywane przez amebę do syntezy własnych substancji organicznych i zapewnienia komórce energii. Sposób odżywiania się ameby nazywa się *fagocytozą*. Następnie wodniczka pokarmowa z nieprzetrawionymi resztkami okazuje się obok błony komórkowej, łączy się z nią i nieprzetrawiona zawartość wodniczki jest wydalana na zewnątrz.

W komórce ameby pod mikroskopem optycznym można zobaczyć przezroczystą wodniczkę tętniącą i jądro. **Wodniczka tętniąca** gromadzi wodę, która zawiera nadmiar soli i zbędne produkty przemiany materii, kurczy się i w ten sposób wydalą zawartość na zewnątrz, czyli reguluje ilość wody i soli w komórce i spełnia funkcję wydalania. Ameba rozmnaża się przez podział komórki na dwie komórki potomne (ryc. 41, b).

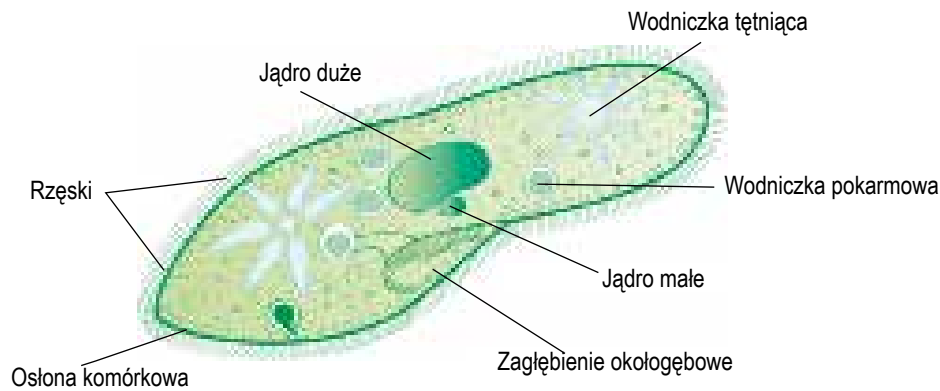
Obserwacje ameby pod mikroskopem elektronowym pokazały, że jej komórka posiada nie tylko błonę komórkową, jądro, wodniczkę tętniącą i wodniczkę pokarmową, lecz również mitochondria.

**Pantofelek.** Innym przykładem pierwotniaków są *orzęski*. Zamieszkują one wody słodkie. Hodowlę orzęsków można łatwo założyć i podtrzymywać. Komórki najbardziej rozpowszechnionego orzęska – *pantofelka* – są wielkie (do 0,2–0,3 mm długości) i widoczne nawet bez pomocy przyrządów powiększających. Swym kształtem komórka podobna jest do pantofelki: z przodu jest zwężona, a z tyłu – nieco rozszerzona. Z jednego boku komórki jest zagłębienie, podobne do kieszonki – to *zagłębienie okołogębowe* (ryc. 42).

Powierzchnię komórki pokrywa około 15 tys. ruchliwych wici, które w przypadku orzęska nazywają się *rzęskami*. Dzięki ich falistemu ruchowi orzęsek w ciągu 1s pokonuje odległość dziesięć razy większą od jego długości. Błona komórkowa wraz z rzęskami i ich ciałkami podstawowymi, znajdującymi się w zewnętrznej warstwie cytoplazmy tworzy zwartą i giętką osłonę komórkową. Dzięki tej osłonie komórka zachowuje względnie stały kształt.

Rzęski wyścielają również powierzchnię zagłębienia okołogębowego. W pobliżu otworu zagłębienia okołogębowego są one dłuższe, ich ruchy skierowują do środka niewielkie cząsteczki pokarmu, które osiadają na jej dnie. Tam zostają otoczone wypustkami błony komórkowej, których końce łączą się, tworząc wodniczkę pokarmową. Do wodniczki pokarmowej wydzielają się soki trawienne i zachodzi rozkład złożonych substancji organicz-

**Fagocytoza** (od greckiego słowa *phagein* – jeść i *cytos* – komórka) – sposób odżywiania komórki drogą wychwytywania i wchłaniania do cytoplazmy cząsteczek pokarmu. Fagocytozę nazywa się zwierzęcym sposobem odżywiania.



Ryc. 42. Pantofelek

nych na proste. Wodniczka pokarmowa przemieszcza się w komórce, proste substancje odżywcze są wchłaniane do cytoplazmy, a nieprzetrawione resztki zostają wydalone na zewnątrz w określonym miejscu ciała. Mimo że u orzęska wodniczki pokarmowe tworzą się w zagłębieniu okołogębowym, sposób jego odżywiania się podobny jest do sposobu odżywiania się ameby – jest fagocytozą.

Na przeciwległych końcach komórki znajduje się po jednej wodniczce tętniącej, która jest otoczona kanalikami zbierającymi wodę. Prócz tego pod mikroskopem optycznym w centrum komórki można zobaczyć dwa jądra – małe i duże. Duże jądro kieruje pracą komórki, a małe jądro odpowiada za przebieg procesu płciowego i powstanie jądra dużego.

Orzęski rozmnażają się przez podział komórki na dwie komórki potomne. U orzęsków występuje też proces płciowy. Podczas procesu płciowego dwa orzęski łączą się ze sobą,

**Proces płciowy** – proces wymiany informacji genetycznej między dwoma osobnikami. Podczas procesu płciowego zwykle kolejno odbywa się częściowe lub całkowite połączenie się komórek, połączenie się jąder i wymiana odcinkami DNA dwóch różnych osobników. To ma ogromne znaczenie dla ewolucji.

cytoplazmy komórek w miejscu połączenia zlewają się. Następnie duże jądra zanikają, a małe w szczególny sposób dzielą się. W wyniku takiego podziału w każdej komórce tworzy się dwa jądra. Jedno z jąder każdej komórki wędruje do innej komórki, gdzie łączy się z tym jądrem, które pozostało, po czym komórki rozdzielają się. Jądro, które powstało na

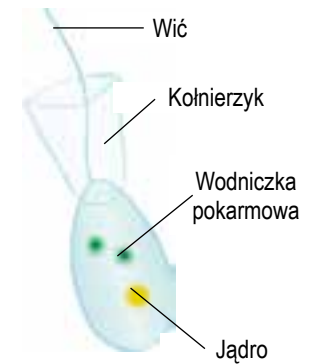
skutek połączenia, dzieli się, tworząc w komórce nowe jądra – małe i duże. W ten sposób podczas procesu płciowego na skutek wymiany jąder między komórkami orzęsków zachodzi wymiana informacji genetycznej.

**Wiciowce kołnierzykowe.** Morza i zbiorniki słodkie zamieszkuje liczna grupa pierwotniaków, których komórka na górnym boku tworzy kołnierzyk, od którego odchodzi długa wić (ryc. 43). To są *wiciowce kołnierzykowe*. Za pomocą wici komórka skierowuje do swej powierzchni strumień wody, który zawiera cząsteczki pokarmu – obumarłe związki organiczne i bakterie. Gdy pokarm trafia na błonę komórkową, otacza go krótka nibynóżka. Wciąga ona zdobycz do komórki. Tworzy się wodniczka trawienna, w której zachodzi trawienie. Wiciowce kołnierzykowe są blisko spokrewnione ze zwierzętami wielokomórkowymi, między innymi gąbkami.

**Pierwotniaki pasożytnicze.** Wiele pierwotniaków przystosowało się do życia w innych organizmach. Niektóre z nich zdolne są do odżywiania się kosztem gospodarza, wyrządzając mu szkodę.

**Dyzenteria** (czerwonka) – groźna choroba, którą wywołuje *ameba czerwonki*, mogąca żyć w jelicie człowieka. Zwykle nie przynosi szkody, ponieważ odżywia się bakteriami. Ale czasem uszkadza ścianki jelita i, odżywiając się komórkami krwi, zaczyna szybko się dzielić, wywołując biegunkę z domieszką krwi. Wraz ze stolcem komórki ameby czerwonki są wydalone na zewnątrz. U zdrowego człowieka dochodzi do zakażenia amebą czerwonki, gdy spożywa pokarm, który zawiera spoczywające komórki pasożyta. Podstawowe zasady higieny – mycie rąk po skorzystaniu z toalety i przed jedzeniem – pozwolą uniknąć zakażenia.

**Malaria** – bardzo groźna choroba, rozpowszechniona na terenach o ciepłym i wilgotnym klimacie. Wywołuje ją *zarodziec malarii* (ryc. 44). Rozwija



Ryc. 43. Wiciowiec kołnierzykowy



Ryc.44. Komar widliszek (a) i zarodziec malarii (b), wydostający się ze zrujnowanych czerwonych ciałek krwi

on się w komórkach wątroby oraz krwi i rujnuje je. Pasożyt jest przenoszony przez komara widliszka: przy ukąszeniu chorego na malarię człowieka zarodek malarii przenika do ciała komara, rozmnaża się i przy powtórnym ukąszeniu wraz ze śliną komara przedostaje się do organizmu zdrowego człowieka.

### WNIOSKI

1. Jednokomórkowe eukarioty, które odżywiają się drogą fagocytozy, nazywają się pierwotniakami.
2. Różne grupy pierwotniaków (m. in. ameby, orzęski, wiciowce kołnierzykowe) różnią się budową komórki, ruchliwością, sposobem rozmnażania się.
3. Wśród pierwotniaków są groźne dla człowieka czynniki chorobotwórcze (na przykład ameba czerwonej zarodek malarii).

### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Nibynóżki, wodniczka pokarmowa, fagocytoza, wodniczka tętniąca, proces płciowy, dysenteria, malaria.

### PYTANIA KONTROLNE

1. Co to jest fagocytoza?
2. Jaka choroba, wywołana przez pierwotniaki, jest „chorobą brudnych rąk”?
3. Jakie pasożytnicze jednokomórkowe organizmy zwierzęce są przenoszone przez komary.

### ZADANIE

Wypełnij tabelkę w zeszytach, stawiając naprzeciwko wskazanej cechy „tak” lub „nie” w odpowiednich kolumnach.

N cechy	Cecha	Ameby	Orzęski	Wiciowce kołnierzykowe
1	Posiadają kołnierzyk	Nie	Nie	Tak
2	Posiadają zagłębienia okołogębowe			
3	Posiadają wodniczki pokarmowe			
4	Aktywnie poruszają się			
5	Posiadają jedną wicę			
6	Posiadają wici (rzęski)			

N cechy	Cecha	Ameby	Orzęski	Wiciowce kołnierzykowe
7	Posiadają nibynóżki			
8	Zachowują stały kształt komórki			
9	Posiadają jedno jądro			
10	Posiadają dwa jądra			
11	Odżywiają się dzięki fagocytozie			

### DLA DOCIEKLIWYCH

#### O pierwotniakach, które „marzyły” stać się autotrofami

„Odkrycie” zwierzęcego sposobu odżywiania się – fagocytozy – otworzyło organizmom jednokomórkowym drogę do drapieżnictwa, którego przedtem nie było. Ale aktywny sposób zdobywania pokarmu wymagał większej utraty energii: komuś – na przesuwanie się, komuś – na zapewnienie pracy rzęsek lub wici. Zapotrzebowanie na pokarm wzrastało, a wraz z nim – ryzyko śmierci z głodu w wypadku nieudanego polowania. Dlatego we wszystkich grupach pierwotniaków pojawiali się „wynalazcy”, którzy zaopatrywali się w „polisę ubezpieczeniową” od głodnej śmierci: zagarniali autotroficznych symbiontów.

Na przykład słodkowodna ameba zjada, ale nie przetrawia jednokomórkowych sinic. Pozostają one w cytoplazmie ameby i otrzymują od niej dwutlenek węgla i ochronę. Natomiast sinica „oddaje” gospodarzowi część swoich produktów fotosyntezy. Dzięki takiej symbiozie ameba potrafi żyć w wodzie, w której praktycznie nie ma związków organicznych, niezbędnych do jej odżywiania się.

W taki sam sposób zabezpieczają się przed brakiem pokarmu *promienice* – dość duże morskie pierwotniaki, zamieszkujące otchłań wodną. Za pomocą nibynóżek promienice łapią bakterie i drobne resztki organiczne i przetrawiają je w wodniczkach pokarmowych. Jeśli zdobyczą jest glon, to promienica zatrzymuje go w cytoplazmie. Glon zapewnia promienicy tlen, a promienica udziela glonowi schronienia i pokarmu – dwutlenek węgla. Gdy promienica zaczyna głodować, wtedy pobiera ze schronienia część komórek glonu.

Nawet orzęski często zagarniają i przechowują w cytoplazmie komórki glonów. Orzęsków, które mają autotroficznych symbiontów, udawało się hodować na świetle bez jedzenia: wszystkie niezbędne substancje organiczne orzęskowi dostarczał glon (ryc. 45).



Ryc. 45. Orzęsek z komórkami glonu

## § 17. GLONY JEDNOKOMÓRKOWE

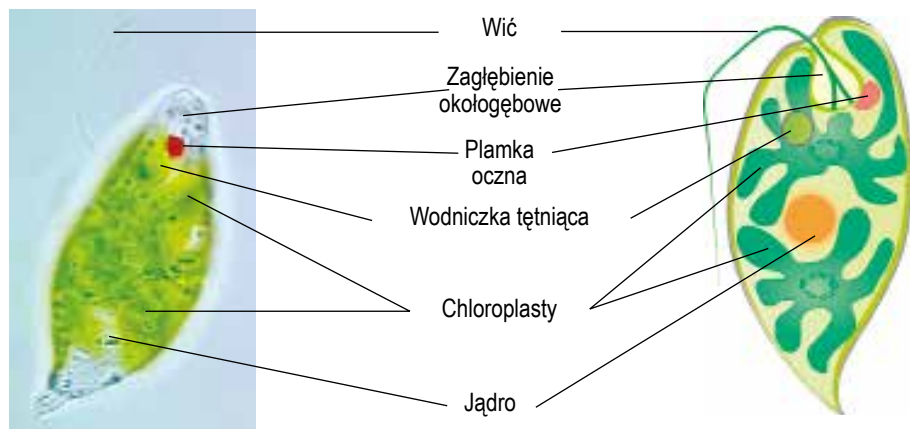


Omówimy tu organizmy, które odżywiają się jak rośliny, ale zbudowane są z jednej komórki.



Co to są zarodniki? Czym odróżniają się glony niebiesko-zielone od zielonych?

**Euglena.** Wśród jednokomórkowych eukariotów fotosyntetyzujących najbardziej podobna do pierwotniaków jest euglena. Komórki eugleny są pojedyncze i ruchliwe. W procesie poruszania się eugleny mogą zmieniać swój kształt – wydłużać się, kurczyć, wyginać.



Ryc. 46. Budowa komórki eugleny

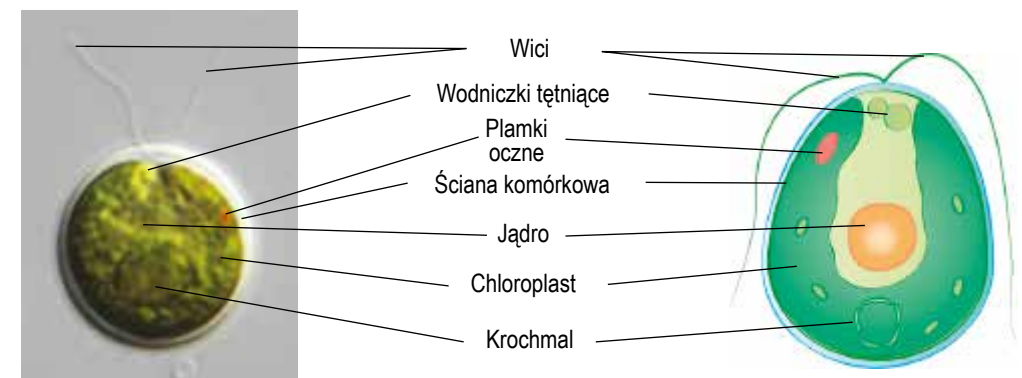
W środku komórki znajduje się duże, dobrze widoczne jądro (ryc. 46). W cytoplazmie wyraźnie widać od jednego do kilku zielonych chloroplastów: za ich pomocą w świetle euglena przeprowadza fotosyntezę. W ciemności euglena zdolna jest do odżywiania heterotroficznego, wchłaniając całą powierzchnią komórki rozpuszczone w wodzie związki organiczne.

Ruch odbywa się za pomocą *długiej wici*, która odchodzi z zagłębienia *okołogębowego*. W zagłębieniu okołogębowym jest jeszcze jedna, mająca zgrubienie u podstawy, *krótka wic*, która w odróżnieniu od długiej nie wychodzi na zewnątrz. Obok tej wici w cytoplazmie znajduje się duża *czerwona plamka oczna*. Wraz ze zgrubieniem wici plamka oczna tworzy układ, dzięki któremu euglena wyznacza kierunek padania światła i wybiera drogę swego ruchu.

Do otworu okołogębowego przylega kilka *wodniczek tętniących*, które wypłuskują do niego nadmiar wody, która nieustannie nadchodzi do komórki przez miękką osłonę komórkową. A więc zagłębienie okołogębowe nie tylko nie bierze udziału w odżywianiu, a wręcz odwrotnie – spełnia funkcję wydalania, gdyż wraz z wodą za pomocą wodniczek tętniących komórka wyzbywa się szkodliwych produktów działalności życiowej.

Euglena rozmnaża się przez podłużny podział ciała w stanie ruchliwym. Spożywając rozpuszczoną substancję organiczną, eugleny wraz z innymi pierwotniakami biorą udział w procesie samooczyszczenia wody.

**Zawłotnia** należy do zielonych glonów. Obecnością *wici* i *zielonego chloroplastu* przypomina euglenę. Jednak obecność *ściany komórkowej*, która zapewnia stały kształt komórki, czyni zawłotnię podobną do komórki roślinnej (ryc. 47).



Ryc. 47. Budowa komórki zawłotni pod mikroskopem optycznym

Większą część cytoplazmy zajmuje zielony chloroplast. Na jego dnie dookoła dużego okrągłego ciała gromadzi się zapasowy węglowodan – krochmal. Tworzy się on z glukozy, którą produkuje chloroplast w procesie fotosyntezy. W chloroplaście jest dobrze widoczna nieduża czerwona plamka oczna. Pomaga ona komórce wyznaczać kierunek padania światła, a zatem i kierunek ruchu. Pod mikroskopem elektronowym w komórce zawłotni widoczne są również inne charakterystyczne dla eukariotów organelle.

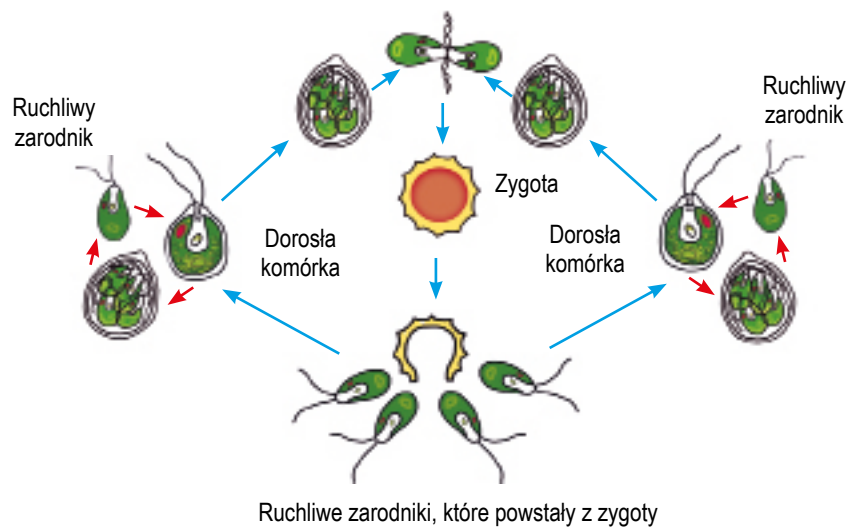
Zawłotnia najczęściej rozmnaża się za pomocą ruchliwych zarodników (ryc. 48). Tworzą się one na skutek podziału komórki macierzystej. Ściana komórkowa w tym podziale nie uczestniczy. Po rozerwaniu się ściany komórkowej komórki macierzystej zarodniki wydostają się i każda staje się samodzielnym organizmem.

Rozmnażanie się za pomocą ruchliwych zarodników jest jednym z przykładów *bezpłciowego rozmnażania*. **Bezpłciowe rozmnażanie** – to rozmnażanie, które odbywa się bez procesu płciowego, czyli bez wymiany informacji genetycznej między komórkami. Wspecjalizowane komórki rozmnażania bezpłciowego – to **zarodniki**.

W niesprzyjających warunkach w otaczającym środowisku u zawłotni odbywa się **proces płciowy** (ryc. 48). U zawłotni komórki męskie i żeńskie tworzą się tak samo jak zarodniki i pod względem wyglądu zewnętrznego nie różnią się od siebie. Przed połączeniem się zrzucają ściany komórkowe, stykają się czubkami i ich cytoplazmy zlewają

**Zygota** – to komórka, która powstała w wyniku złączenia się cytoplazm i jąder męskiej i żeńskiej komórki płciowej.

się. Następnie zlewają się ich jądra. W wyniku powstaje komórka, która nazywa się **zygotą**. Zygota okrywa się grubą ścianą i w takim stanie przeżywa niesprzyjające warunki. Podczas okresu spokoju w zygocie odbywa się wymiana odcinków DNA, otrzymanych od komórki męskiej i żeńskiej. Po upływie stanu spokoju zygota dzieli się i tworzy cztery nowe komórki.



Ryc.48. Schemat bezpłciowego (czerwone strzałki) i płciowego (niebieskie strzałki) rozmnażania się zawłotni

**Rozmnażanie płciowe** – to rozmnażanie, podczas którego ilość osobników jednego gatunku zwiększa się wskutek procesu płciowego, który swoją drogą zapewnia wymianę informacją genetyczną między komórkami rodzicielskimi.

W lecie zawłotnie w wielkich ilościach można spotkać prawie w każdej kałuży.

**Chlorella** jest przykładem glonów jednokomórkowych z gromady zielenic, ale nieruchomych. Występuje w środowisku wilgotnym i mokrym: na wilgotnej ziemi, wilgotnych ścianach oraz jako symbiont w ciele organizmów wodnych.

Komórki chlorelli są pojedyncze, posiadają cienką, ale bardzo mocną **ścianę komórkową**. Dzięki ścianie komórkowej chlorelle, które stały się zdobyczą zwierząt lądowych, przechodzą nieuszkodzone przez układ trawieniny i nadal z powodzeniem rosną i rozmnażają się. Każda komórka zawiera jeden duży **zielony chloroplast**, w którym gromadzi się krochmal (ryc. 49). Rozmnażanie chlorelli odbywa się wyłącznie drogą bezpłciową: za pomocą **nieruchomych zarodników**.

Chlorella niejednokrotnie była w kosmosie – na nie badano wpływ nieważkości na procesy podziału komórkowego. W wielu państwach chlorella jest hodowana sztucznie na skalę przemysłową jako źródło wysokiej zawartości witamin i jako dodatek do pokarmu zwierząt. Przy tym „karmi” się ją dwutlenkiem węgla, który jest wyrzucany przez przedsiębiorstwa przemysłowe, jednocześnie dokonując w ten sposób biologicznego oczyszczenia powietrza.

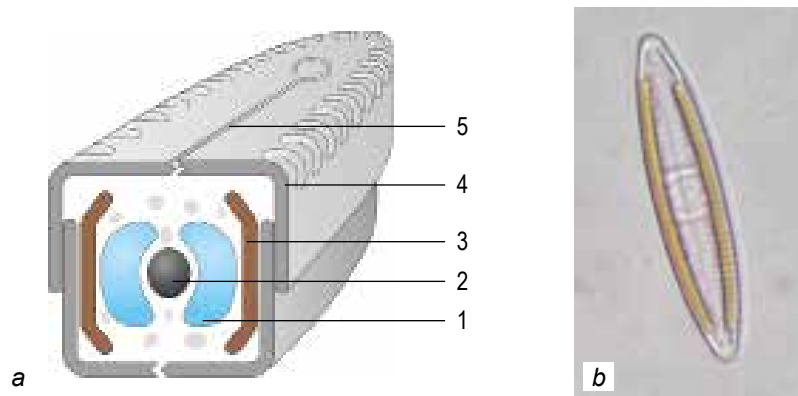


Ryc. 49. Chlorella: a – schemat rozmnażania się; b – pod mikroskopem elektronowym; 1 – chloroplast; 2 – krochmal

**Okrzemki** – to wielka grupa jednokomórkowych słodkowodnych i morskich glonów, których chloroplasty mają brunatne zabarwienie. Komórki okrzemków całe swe życie toczą w „szklanym budynku” – pancerzyku krzemionkowym. Pancerzyk przypomina pudełko z pokrywą. Przez jego liczne prawidłowo rozmieszczone otwory odbywają się wszystkie procesy wymiany z otaczającym środowiskiem – wchłanianie wody i dwutlenku węgla, wydzielanie tlenu i innych produktów działalności życiowej.

Okrzemki rozmnażają się przez podział podłużny komórki, jak również drogą procesu płciowego.

W zbiornikach słodkowodnych najbardziej rozpowszechnionym okrzemkiem jest **łodziak** (ryc. 50). Komórki jego przypominają łódeczkę. Wzdłuż jej boków leżą dwie brązowe rurki – *chloroplasty*. W centrum znajduje się jądro. Komórki łodziaka potrafią aktywnie pęłzać po podwodnej powierzchni, wydzielając przez specjalną strukturę pancerzyka – *szew* – osobliwe *nóżki śluzowe*.



Ryc.50. Łodziak z rodziny okrzemek: a – schemat budowy; 1 – wodniczka; 2 – jądro; 3 – chloroplast; 4 – pancerzyk krzemionkowy; 5- układ zapewniający poruszanie się – szew; b – obraz pod mikroskopem elektronowym

Okrzemki są wykorzystywane do oceny czystości wód i wyznaczania wieku skał osadowych. Mają szerokie zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu jako środek filtrujący.

#### WNIOSKI

1. Jednokomórkowe eukarioty, które są zdolne do fotosyntezy, należą do glonów.
2. Jednokomórkowe glony różnią się zabarwieniem, budową komórek, ruchliwością, sposobem rozmnażania się.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Rozmnażanie bezpłciowe, zarodek, zygota, rozmnażanie płciowe.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Jaki sposób odżywiania charakterystyczny jest dla eugleny zawłotni i chlorelli?
2. Jakie sposoby rozmnażania istnieją u glonów jednokomórkowych?
3. Jakie glony jednokomórkowe są ruchliwe, a jakie nie potrafią samodzielnie poruszać się?

#### ZADANIE

Wypełnij tabelkę w zeszyte, stawiając naprzeciwko wskazanej cechy „tak” lub „nie” w odpowiednich kolumnach.

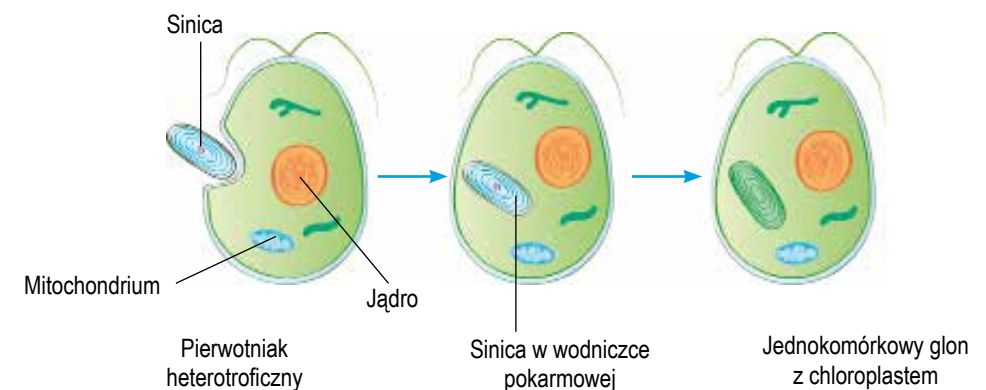
N cechy	Cecha	Euglena	Zawłotnia	Chlorella
1	Posiada chloroplasty			
3	Posiada zagłębienie okołogębowe			
4	Aktywnie porusza się			
5	Posiada wici			
7	Jest autotrofem			
8	Odżywia się drogą fagocytozy			
9	Posiada jądro			

#### DLA DOCIEKLIWYCH

##### W jaki sposób u eukariotów pojawiła się fotosynteza?

Fotosyntezę z wydzielaniem tlenu wynalazły sinice. Pierwsze eukarioty – pierwotniaki – wynalazły fagocytozę i zaczęły wszystkich zjadać, w tym również sinice. Ale niektóre z nich, zjadłszy sinice, nie przetrwały ich, lecz uczyniły wewnątrzkomórkowymi symbiontami. Zmusiły do karmienia siebie, przekształciwszy je na chloroplast (ryc. 51). Najbliżsi potomkowie tych „chytrusów” – zielone i brunatne glony.

Jednak „chytrusi” – niejednokrotnie stawali się jeńcami innych pierwotniaków.



Ryc. 51. Schemat tworzenia się chloroplastu drogą symbiozy



## § 18. GĄBKA – ORGANIZM WIELOKOMÓRKOWY, KTÓRY POCHODZI OD PIERWOTNIAKÓW



Między światem jednokomórkowych eukariotów a światem organizmów wielokomórkowych istnieje „pas graniczny” – strefa przejściowa w postaci bytów, które już nie są bytami jednokomórkowymi, ale też nie są jeszcze organizmami wielokomórkowymi. Przykładem zwierzęcia, które znajduje się w „pasie granicznym”, jest gąbka.

Jednym z podstawowych sposobów utrzymania się przy życiu w świecie jednokomórkowych eukariotów była obrona przed zjedzeniem przez inne organizmy. Aby nie stać się zdobyczą, należy być większym niż drapieżnik. Sposobem na zwiększenie rozmiarów ciała stało się przejście do budowy wielokomórkowej.

Wielokomórkowość budowy prowadzi do specjalizacji komórek według funkcji, wskutek czego tracą one zdolność do istnienia jako samodzielne organizmy. Za rozmnażanie się w organizmach wielokomórkowych odpowiedzialne są wyłącznie komórki specjalne – **reproduktywne**. Na nie „pracują” inne komórki: dostarczają substancje odżywcze, przymocowują na powierzchni, zwiększają rozmiar ciała, bronią przed wrogami i niesprzyjającymi warunkami otaczającego środowiska itd.

Organizmem, który łączy w sobie cechy jednokomórkowych i wielokomórkowych organizmów, jest **gąbka**.

W czystych rzekach i strumykach można spotkać na kamieniach lub innych twardych powierzchniach nieruchome organizmy, które mają postać porowatych szaro-brązowych lub zielonych narośli, poduszek, rurki



Ryc.52. Gąbka słodkowodna i schemat jej budowy

lub rozgałęzionych krzaczków. Jeśli ostrożnie przeniesiemy taki organizm do naczynia z wodą i zabarwimy ją tuszem, to zobaczymy, że z niewielkiego otworu wyrzutowego uchodzi strumień wody. Są to najprostsze pod względem budowy organizmy wielokomórkowe – **gąbki** (ryc. 52).

Ciało ich z zewnątrz otoczone jest warstwą płaskich *komórek okrywających*. Ścianki przebite są licznymi drobnymi otworami. W środku znajduje się jama paragastralna, która jest wyścielona warstwą *komórek wiciowych*. Każda komórka wiciowa przypomina *wiciowca kołnierzykowatego*. Właśnie dzięki ruchowi wici tych komórek woda dostaje się do jamy ciała przez drobne otwory boczne. Wraz z nią do jamy ciała gąbki trafia pokarm i tlen.

Między zewnętrzną i wewnętrzną warstwą znajduje się galaretowata *substancja podstawowa*. Mieści ona podobne do ameb pojedyncze ruchliwe komórki i produkty ich działalności życiowej – igły krzemionkowe, nadające ciału gąbki sprężystości. W razie potrzeby *komórki pełzakowate* mogą przekształcać się na komórki innego typu i odwrotnie. Jeśli gąbkę podzielimy na poszczególne komórki (na przykład rozetrzemy lub przepuścimy przez sito), to rozłączone komórki znów spełzną się, tworząc jeden organizm.

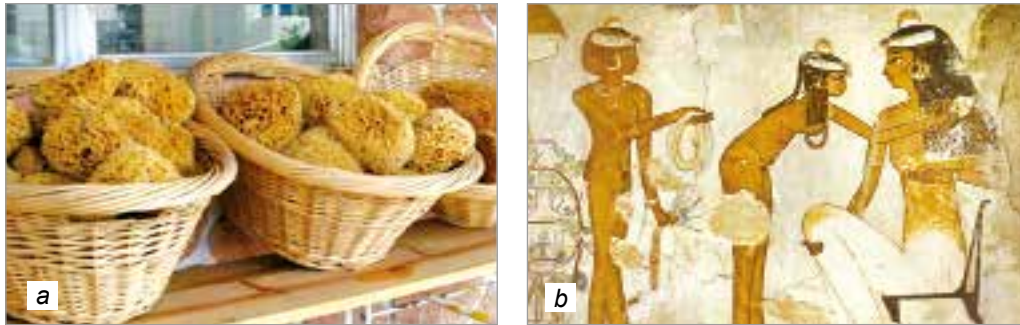
*Komórki wiciowe* skierowują do siebie pokarm – bakterie, glony, drobne obumarłe szczątki. Zagarniają go drogą fagocytozy za pomocą nibynózek, a następnie wysyłają do substancji podstawowej. Tam cząsteczki pokarmu drogą fagocytozy są pochłaniane przez komórki pełzakowate, które je ostatecznie przetrawiają i skierowują do innych części ciała. Niestrawione resztki wraz z wodą są wyrzucane przez otwór wyrzutowy.

W ten sposób gąbka odfiltruje z wody substancje odżywcze.

Do *substancji podstawowej* ciała gąbek często trafiają glony jednokomórkowe. Tam one się rozmnażają i podobnie do komórek pełzakowatych – wydzielają na zewnątrz część produktów fotosyntezy, „dokarmiając” komórki gospodarza. Właśnie takimi symbiontami uwarunkowane jest zabarwienie *nadecznika starowego*. Jeśli w nim rozwijają się podobne do chlorelli glony zielone, to gąbka również przybiera zielony kolor. Jeśli natomiast symbiontami są okrzemki, to gąbka będzie miała brązowy odcień. Gąbki rozmnażają się drogą płciową oraz pączkowaniem.

Gąbka jest organizmem wielokomórkowym, który należy do strefy między pierwotniakami i zwierzętami. Obserwacje pod mikroskopem elektronowym komórki gąbki i analiza porównawcza DNA świadczy, że one są spokrewnione z wiciowcami kołnierzykowatymi i mają wspólnego przodka z „prawdziwymi” wielokomórkowymi zwierzętami.

Proszek z wysuszonego *nadecznika starowego*, który można kupić w aptece, zastosowany jest jako środek pomagający w łagodzeniu siniaków. Wysuszone *gąbki morskie* (gąbki greckie), które zamiast igieł krzemionkowych posiadają delikatną sieć włókien z substancji organicznej, podobnej pod względem składu chemicznego do jedwabiu, były wykorzystywane do mycia ciała (ryc. 53). Stąd wziął się zwyczaj nazywania lateksowych środków do mycia gąbkami. W przyrodzie gąbki pełnią rolę żywych filtrów, oczyszczając wodę od twardych resztek organicznych.



Ryc.53. Wysuszone gąbki greckie (a) i fragment starożytnego malowidła egipskiego, na którym dziewczyna myje gąbką zamożną Egipcjanke (Teby, XV w. p.n.e.) (b)

### WNIOSKI

1. Wielokomórkowe eukarioty pochodzą od jednokomórkowych.
2. Przejściu od eukariotów jednokomórkowych do zwierząt i roślin towarzyszyło komplikowanie budowy ciała i powstanie wyspecjalizowanych komórek i części ciała.
3. Przykładem zwierząt wielokomórkowych, które zachowały wiele cech pierwotniaków, są gąbki.

### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Gąbka, komórki reproduktywne.

### PYTANIA KONTROLNE

1. Jakie cechy wspólne mają gąbki i pierwotniaki?
2. Który eksperyment świadczy o tym, że gąbki znajdują się między pierwotniakami a „prawdziwymi” zwierzętami wielokomórkowymi?
3. Jakie komórki w organizmie wielokomórkowym są odpowiedzialne za rozmnażanie?

## § 19. GLONY WIELOKOMÓRKOWE: ULWA (SAŁATA MORSKA), RAMIENICA



Poznasz organizmy, które znajdują się na granicy między glonami jednokomórkowymi a „prawdziwymi” roślinami wielokomórkowymi. To są glony wielokomórkowe.

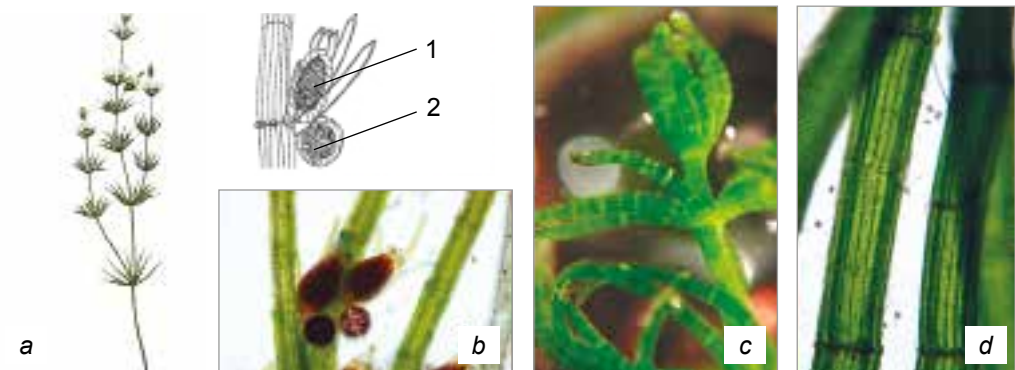
Przejściu od jednokomórkowej do wielokomórkowej budowy ciała glonów prawie zawsze towarzyszyła utrata zdolności do aktywnego ruchu, wskutek czego te organizmy przechodziły do osiadłego, typowo roślinnego sposobu życia.

**Ulwa** (sałata morską) – to glon morski z gromady zielenic zbudowany z dwóch warstw komórek, które są do siebie podobne pod względem budowy i pełnionych funkcji (ryc. 54). Z początku ciało ulwy jest przyczepione do podłoża kilkoma krótkimi nóżkami z czasem odrywa się od niego i może swobodnie pływać w toni wodnej.

Ulwa występuje w wodach strefy umiarkowanej, między innymi w Morzu Czarnym i Morzu Azowskim. Osiąga długość do 50 cm. Jest glonem jadalnym, zawiera wiele substancji odżywczych i biologicznie aktywnych. W niektórych państwach ulwę hoduje się na specjalnych farmach morskich.



Ryc.54. Ulwa (wygląd zewnętrzny i przekrój poprzeczny przez blaszkę)



Ryc. 55. Ramienica: a – wygląd zewnętrzny ciała; b – fragment ciała nici „łodygi” z żeńskimi (1) i męskimi (2) narządami płciowymi; c – wierzchołkowa część ciała ramienicy; d – komórka podporowa „łodygi”, okryta wydłużonymi komórkami („kora”).

**Ramienica.** Na dnice jezior i zatok morskich, gdzie zatrzymują się przełotne kaczki, prawie zawsze można spotkać zarośla wielokomórkowego glonu ramienicy, która ma postać niedużej „prawdziwej” rośliny. Jej ciało składa się z długiej nitkopodobnej „łodygi”, od której na pewnej odległości jeden od drugiego okółkowo odchodzą promienie igłopodobnych „listków” (ryc. 55).

Obserwacje budowy komórek tej rośliny pod mikroskopem elektronowym oraz analiza jej DNA wykazały, że ramienica miała wspólnego przodka z takimi organizmami, które zwykło się już nazywać nie glonami, lecz roślinami.

#### WNIOSKI

1. Glony wielokomórkowe pochodzą od jednokomórkowych.
2. Przejściowym ogniwem między glonami jednokomórkowymi i „prawdziwymi” roślinami wielokomórkowymi są glony wielokomórkowe.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Dlaczego mówimy, że ulwa ma mniej skomplikowaną budowę ciała niż ramienica?
2. Czym ramienica przypomina prawdziwe rośliny lądowe?

#### ZADANIE








Wypełnij tabelkę w zeszyte, stawiając naprzeciwko wskazanej cechy „tak” lub „nie” w odpowiednich kolumnach

N	Cecha	Zawłotnia	Chlorella	Ulwa	Ramienica
1	Aktywnie poruszają się				
2	Są nieruchome				
3	Mikroskopiczne				
4	Widoczne bez pomocy przyrządów powiększających (makroskopiczne)				
5	Jednokomórkowe				


N	Cecha	Zawłotnia	Chlorella	Ulwa	Ramienica
6	Wielokomórkowe				
7	Występują w morzach				
8	Występują w zbiornikach słodkowodnych				

#### PODSUMOWANIE

1. Uświadomiliśmy sobie, że oprócz roślin, zwierząt i grzybów otaczają nas jeszcze dwa światy organizmów żywych: świat prokariotów (bakterii i sinic) oraz świat eukariotów jednokomórkowych (przede wszystkim pierwotniaków i glonów). Zwykle nie są widoczne bez pomocy przyrządów powiększających, lecz występują prawie wszędzie.

Grzyby	Zwierzęta	Rośliny
		
		
Prokarioty (bakterie, sinice)		Pierwotniaki i glony
		

2. Wyjaśniliśmy, że komórki żywych organizmów pod względem budowy dzielimy na **prokariotyczne** i **eukariotyczne**.

Komórka prokariotyczna nie posiada jądra		Komórka eukariotyczna posiada jądro	
			
Bakterie	Sinice	Pierwotniaki i glony	Zwierzęta, rośliny, grzyby

3. Na przykładzie bakterii, pierwotniaków i glonów przekonaliśmy się, że wszystkie organizmy żywe potrzebują otrzymywać z otaczającego środowiska substancje organiczne – odżywiać się i wykorzystywać energię. Uzupełniliśmy naszą wiedzę o sposobach odżywiania i źródłach dostarczania energii oraz zapamiętaliśmy, że:

– *odżywianie* może być **autotroficzne** i **heterotroficzne**. Autotrofy (sinice i glony) i heterotrofy (większość bakterii i pierwotniaków) są znane zarówno wśród prokariotów, jak i jednokomórkowych eukariotów;

– *heterotroficzne odżywianie* może odbywać się drogą **wchłaniania** prostych rozpuszczonych substancji organicznych lub drogą zagarniania twardej cząsteczek pokarmu – **fagotroficznie**;

– *energię* żywe organizmy mogą pobierać:

- bezpośrednio od **światła**;
- od bogatych w energię **związków nieorganicznych**;
- rozkładając bogate w energię **związki organiczne**.

– pobieranie energii dzięki rozpadowi *związków organicznych* może odbywać się w obecności tlenu (**oddychanie**) lub bez tlenu (**fermentacja**).

	Odżywianie			Źródłem energii jest		
	Autotroficzne	Heterotroficzne		Światło	Substancje nieorganiczne	Substancje organiczne
Substancje, którymi odżywiają się	Dwutlenek węgla i woda	Substancje organiczne				
Sposób pobierania		Wchłanianie	Fagocytoza			
Bakterie	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak
Sinice	Tak	(Nie)	Nie	Tak	Nie	(Nie)
Pierwotniaki	Nie	(Nie)	Tak	(Nie)	Nie	Tak
Glony	Tak	(Nie)	Nie	Tak	Nie	(Nie)

(Nie) w nawiasach oznacza: zwykle – nie, ale są wyjątki.

4. Poznaliśmy dwa sposoby rozmnażania organizmów jednokomórkowych: *rozmnażanie bezpłciowe* (*podział komórki na pół, rozmnażanie za pomocą zarodników*) i *rozmnażanie płciowe*.

5. Zrozumieliśmy, że przy rozmnażaniu płciowym podczas procesu płciowego między komórkami rodzicielskimi zachodzi wymiana informacji dziedzicznej. Podczas rozmnażania bezpłciowego takiej wymiany nie ma, ponieważ ono odbywa się bez procesu płciowego.

6. Mamy już pojęcie o **różnorodności** prokariotów i jednokomórkowych eukariotach i możemy przytoczyć przykłady jednokomórkowych autotroficznych i heterotroficznych, korzystnych i szkodliwych organizmów oraz podać charakterystykę ich znaczenia w przyrodzie i życiu człowieka.

7. Dowiedzieliśmy się, że **większość bakterii i jednokomórkowych eukariotów** – to organizmy **korzystne**; jednak stosunkowo nieduża, lecz groźna grupa bakterii chorobotwórczych i pierwotniaków może być zagrożeniem dla zdrowia i życia człowieka.

- Wiem, czym różnią się dwa podstawowe rodzaje komórek żywych organizmów – prokariotyczny i eukariotyczny. Potrafię je rozróżnić na podstawie obrazów lub zdjęć mikroskopowych.
- Wiem, w jaki sposób na planecie powstał tlen, kto oczyszcza planetę od resztek obumarłych szczątków organizmów i potrafię wytłumaczyć, dlaczego i w jaki sposób to się odbywa.
- Wiem, jakie bakterie chronią mój organizm i za ich pomocą potrafię dbać o swoje zdrowie.
- Wiem, dlaczego warunkowo-niebezpieczne bakterie i ameba czerwonki wywołują choroby i potrafię się przed nimi ustrzec.
- Wiem, dlaczego należy przestrzegać zasad higieny i zdrowego trybu życia.
- Znam źródła i przenosicieli groźnych chorób bakteryjnych i potrafię się przed nimi ustrzec.

## Temat 3. ROŚLINA KWIATOWA

Ucząc się tego tematu dowiesz się:

- ✓ jaką budowę mają rośliny kwiatowe;
- ✓ jak narządy roślin kwiatowych zapewniają podstawowe procesy ich czynności życiowych i o modyfikacjach tych narządów;
- ✓ jak zachodzi rozmnażanie roślin kwiatowych i co to jest kwiat;
- ✓ o zapylaniu i rozpowszechnianiu się roślin i jaką rolę w tych procesach odgrywa ich współdziałanie ze zwierzętami.





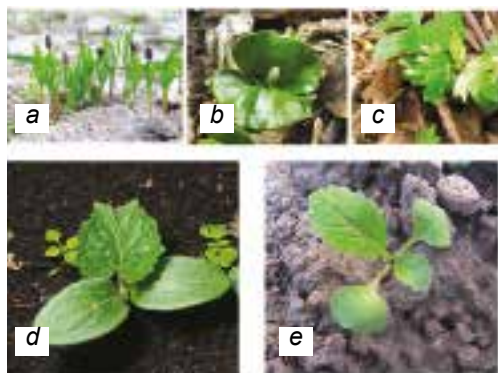
Dowiesz się, z jakich podstawowych części składa się ciało rośliny.



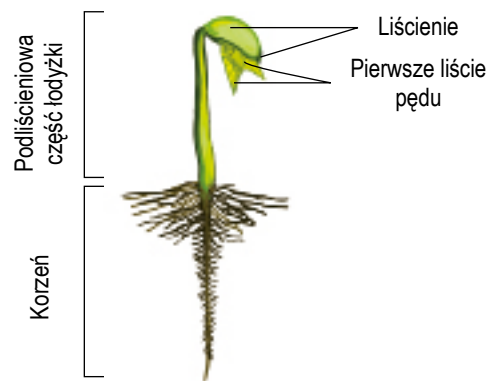
Jaka jest budowa młodej rośliny? Czy młode rośliny różnią się od dorosłych tylko wymiarami?

Rośliny kwiatowe (te, które wytwarzają kwiaty) składają się z różnorodnych narządów. Podstawowe narządy warunkujące ich życie posiada już **kielek** – młoda roślinka, która rozwinęła się z nasiona (ryc. 56). Na przykład u fasoli przy kiełkowaniu (ryc. 57) są dobrze widoczne dwie owalne części nasienia – **liścienie**, które są rozmieszczone naprzeciw siebie. Między liścieniami znajdują się jeszcze dwa nierozwinięte liście pierwszego pędu. Rozwiną one się potem, jednocześnie z wydłużeniem się pędu. Cylindryczna część kielka pod liścieniami – to **podliścieniowa część łodyżki**. W dolnej części przekształca się ona w pierwszy korzeń rośliny.

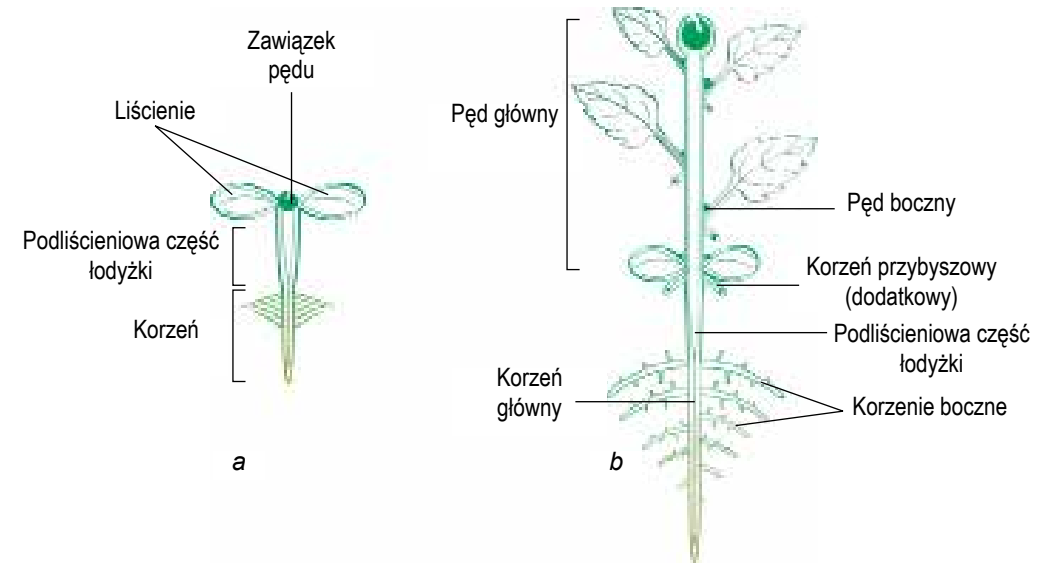
Liścienie fasoli rozwijają się nad powierzchnią gleby i zielenieją, a u innych roślin, na przykład u bobu i grochu, pozostają otoczone łupiną nasienną w glebie. Dwa liścienie rozwijają się u wielu, lecz nie u wszystkich roślin. Często, tak jak u cebuli, pszenicy i itd., kielek ma tylko jeden liścień, a u roślin iglastych może ich być więcej niż dziesięć.



Ryc. 56. Kielki (a) sosny, (b) buku, (c) lipy, (d) ogórka, (e) kapusty



Ryc. 57. Młody kielek fasoli



Ryc. 58. Schemat budowy młodego kielka (a) i młodej rośliny (b)

Powyżej liścieni kształtuje się pierwszy pęd rośliny (ryc. 58, a). Pęd jest złożony z łodygi i rozmieszczonych na niej *liści*. Pierwszy korzeń kielka nazywa się **korzeniem głównym**, a pierwszy pęd kielka – **pędem głównym**. Na wierzchołkach korzenia i pędu znajdują się stożki wzrostu, dzięki którym one rosną na długość.

Z reguły u rośliny dzięki *rozgałęzieniu* (tworzeniu się bocznych pędów i korzeni) rozwija się więcej niż jeden korzeń i więcej niż jeden pęd. Na korzeniu *głównym* rozwijają się korzenie *boczne*. Na pędzie *głównym*, na łodydze nad miejscem przymocowania liści rozwijają się pąki – zawiązki *bocznych* pędów. Korzeń, który rozwija się na podliścieniowej części łodyżki, łodydze lub na listku, nazywa się korzeniem *przybyszowym* (dodatkowym) (ryc. 58, b). *Przybyszowe* mogą być też pędy, które czasem powstają na korzeniach i liściach.

Podliścieniowa część łodyżki (hipokotyl) i liścienie nie zachowują się u dorosłej rośliny, a jej ciało jest złożone z korzeni i pędów. Są one uważane za podstawowe narządy roślin, ponieważ wszystko, co widzi nasze oko u rośliny kwiatowej (zanim ona zacznie kwitnąć) – są to różnorodne rodzaje korzeni, pędów i ich części.

#### WNIOSKI

1. Młody kielek rośliny kwiatowej składa się z liścieni, podliścieniowej części łodyżki, pierwszego korzenia i pierwszego pędu rośliny.

2. Ilość liścieni u kielka jest różna, ona zależy od gatunku rośliny.
3. U dorosłej rośliny kwiatowej liścienie i podliścieniowa część łodyżki nie zachowują się, a ciało aż do kwitnienia składa się tylko z korzeni i pędów, które są uważane za podstawowe narządy rośliny.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Narząd, kieltek, liścienie, podliścieniowa część łodyżki.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Z jakich części składa się kieltek rośliny kwiatowej?
2. Co to są liścienie i podliścieniowa część łodyżki?
3. Dlaczego korzeń i pęd są uważane za podstawowe narządy roślin?
4. Jak dokonuje się klasyfikacja korzeni i pędów według ich miejsca powstania?

#### DLA DOCIEKLIWYCH

##### Czy wszystkie rośliny posiadają korzenie i pędy?

Nie wszystkie rośliny posiadają korzenie i pędy. Posiadają je tylko te, które mają złożoną budowę. U niektórych roślin o mniej złożonej budowie (na przykład u mszaków) są pędy, lecz brak korzeni. A u części wielokomórkowych roślin brak nie tylko korzeni, lecz i pędów. Ich ciało może być złożone z blaszkowatych lub cylindrycznych gałązeczek, jak na przykład u wielokomórkowego glonu ulwa (sałata morska) (ryc. 54, s. 83).

## § 21. PODSTAWOWE CZYNNOŚCI ŻYCIOWE ROŚLINY KWIATOWEJ



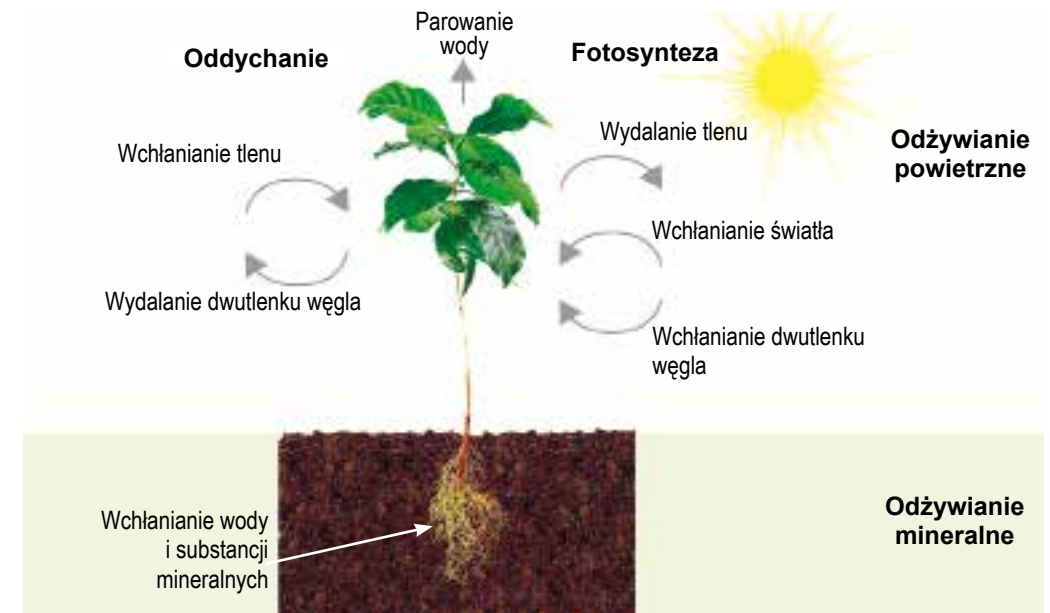
Dowiedz się o podstawowych czynnościach życiowych roślin i o tym, jakie narządy je zapewniają.



Jaką przewagę nad zwierzętami i grzybami mają rośliny? Jak i dlaczego rosną rośliny? Jak rośliny odżywiają się? Czy rośliny oddychają? Czy można dokarmiać rośliny? Jak substancje „poruszają się” w roślinie?

Cechą charakterystyczną każdej rośliny kwiatowej jest **wzrost** i **rozwój**, dzięki czemu zwiększa się, wykształca nowe korzenie, pędy i inne narządy.

Aby zapewnić te procesy, roślina powinna otrzymywać z zewnątrz niezbędne substancje i energię, czyli **odżywiać się** (ryc. 59). Roślina zdol-



Ryc. 59. Odżywianie roślin

na jest do wchłaniania substancji wyłącznie w postaci roztworu lub gazu. Źródłem wody i rozpuszczonych w niej substancji mineralnych jest gleba. Funkcję ich wchłaniania, **odżywiania mineralnego**, pełnią korzenie, które jednocześnie przytwierdzają roślinę do podłoża.

Gleba składa się z nierozpuszczonych cząsteczek nieorganicznych, cząsteczek organicznych (próchnicy), powietrza i wody, w której są rozpuszczone substancje mineralne. W największych ilościach roślina wchłania związki azotu, fosforu i potasu. Szczególnie ważne dla rośliny są związki azotu, które może przyswajać tylko z gleby, chociaż w powietrzu jego część wynosi w przybliżeniu 78 % od objętości. W dość dużych ilościach roślina wchłania wapń i żelazo. Inne pierwiastki (cynk, siarka, molibden i in.), chociaż znajdują się w roślinie w niedużych ilościach, też są dla niej niezbędne do życia.

Jeśli w glebie jest niedostateczna ilość jakichś substancji mineralnych, to roślina „głoduje”. Aby wzbogacić glebę w substancje mineralne, człowiek wnosi do niej nawozy. *Nawozy organiczne* (obornik, gnojówka i inne) powoli rozszczepiają się w glebie na dostępne dla rośliny związki mineralne. *Nawozy mineralne* (saletra potasowa, superfosfat i inne) rozpuszczają się w wodzie gleby i ich elementy składowe są bezpośrednio wchłaniane przez roślinę.

Niezbędne do czynności życiowych substancje organiczne roślina syntezuje sama, lecz do tego oprócz substancji mineralnych potrzebuje ona jeszcze dwutlenku węgla i energii światła słonecznego. Otrzymuje je za pomocą liści

znajdujących się w powietrzu i zapewniających **odżywianie powietrzne**. Przy hodowli roślin w otwartej glebie można zwiększyć ilość dwutlenku węgla w powierzchniowej warstwie powietrza wnosząc dużo nawozów mineralnych. Dwutlenek węgla jest wydzielany przez drobnoustroje przy rozkładaniu substancji organicznej. Szczególnie „wdzięczne” takiemu dokarmianiu są *ogórki, kabaczki, melony i dynie*.

Już wiesz, że **fotosynteza** nie tylko zapewnia roślinie niezbędne do jej życia substancje organiczne, lecz przekształca energię światła słonecznego w dostępną dla żywych organizmów formę. Dokonują fotosyntezy wszystkie zielone nadziemne części rośliny, lecz najgłówniejszą rolę pełnią liście. Do procesu fotosyntezy roślinie są niezbędne: woda, dwutlenek węgla i światło. Dla najlepszego wzrostu roślina potrzebuje określonego oświetlenia i określonej temperatury. Niedobór którykolwiek pierwiastków odżywiania mineralnego negatywnie wpływa na proces fotosyntezy.

**Oddychanie** pozwala wykorzystywać dla potrzeb rośliny energię, która uwalnia się przy współdziałaniu substancji organicznych z tlenem powietrza. Ten proces zachodzi w mitochondriach. Oddychają wszystkie narządy rośliny: jak podziemne, tak i nadziemne. Podczas fotosyntezy powstaje tlen i wykorzystuje się dwutlenek węgla, a przy oddychaniu procesy zachodzą w odwrotnym kierunku. Przy dostatecznym oświetleniu roślina wydziela tlenu o wiele więcej niż spożywa. W ciemności go nie produkuje, natomiast przy oddychaniu pochłania tlen i wydziela tylko dwutlenek węgla. Dlatego nie zalecane jest spanie w zamkniętym pomieszczeniu z dużą ilością roślin. Organizm człowieka może odczuwać głód tlenowy.

**Wymiana gazowa** niezbędna jest roślinie do wchłaniania z powietrza tlenu i wydzielania dwutlenku węgla przy oddychaniu lub wchłaniania z powietrza dwutlenku węgla i wydzielania tlenu w procesie fotosyntezy.

Szczególne znaczenie dla rośliny ma **parowanie wody** – wydzielanie przez roślinę wody w postaci gazowej. Nieco obniża ono temperaturę ciała rośliny chroniąc ją przed przegrzewaniem. Najintensywniej wymiana gazowa i parowanie wody zachodzi w nadziemnych narządach rośliny – przede wszystkim w liściach. Jednak najważniejsze jest to, że roślina wchłania z gleby tyle wody, ile jej wyparowuje do atmosfery. Dlatego właśnie parowanie umożliwia poruszanie się wody wraz z rozpuszczonymi w niej związkami mineralnymi od korzeni do liści. Szczególną rolę w procesach transportu wody wraz z rozpuszczonymi w niej substancjami odgrywa łądyga rośliny. Łączy ona system korzeniowy z nadziemną częścią rośliny w organizm jako jedną całość (integralność).

Integralność roślinnego organizmu wyznacza się powiązaniem między poszczególnymi jego narządami, co zapewnia ich współdziałanie.

Zdolność do wytwarzania nowych narządów i wzrostu w ciągu całego życia umożliwia roślinom otrzymywanie dostępu do światła słonecznego i nowych źródeł substancji mineralnych. Rośliny nie są zdolne do aktywnego poruszania się w przestrzeni, lecz mogą przerosnąć na nowe miejsce.

Korzeń i pęd, które zapewniają przebieg wszystkich czynności życiowych i wyznaczają wzrost i rozwój każdego organizmu roślinnego, nazywamy **narządami wegetatywnymi**, czyli takimi, które zapewniają wzrost rośliny.

#### WNIOSKI

1. Korzeń i pęd są głównymi wegetatywnymi narządami rośliny.
2. Korzeń – podziemny narząd rośliny zapewniający przytwierdzenie rośliny do podłoża i odżywianie mineralne.
3. Pęd – nadziemny narząd rośliny zapewniający wymianę gazową, fotosyntezę i parowanie wody.
4. Wzrost i powstawanie nowych narządów w ciągu całego życia jest ważnym przystosowaniem roślin, jako organizmów przytwierdzonych, do opanowania nowej przestrzeni życiowej.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Wzrost i rozwój rośliny, odżywianie mineralne, odżywianie powietrzne, parowanie wody przez roślinę, narządy wegetatywne.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Jakie procesy czynności życiowych zachodzą we wszystkich narządach rośliny?
2. Jakie procesy czynności życiowych są charakterystyczne dla liści?
3. Jakie procesy czynności życiowych są charakterystyczne dla korzenia?
4. Na czym polega znaczenie łądygi dla zapewnienia procesów czynności życiowych rośliny?

#### ZADANIE

Wypełnij w zeszyte tabelkę (s. 96) zaznaczając znakiem „+” lub „tak” te czynności życiowe, które zapewnia każdy z trzech narządów – korzeń, łądyga i liść. Zanalizuj tabelkę i odpowiedz na pytania:

1. Jakie czynności życiowe zapewnia i korzeń, i liść? Czy są one podstawowymi czynnościami dla obydwu narządów jednocześnie?
2. Jakie czynności życiowe zapewniają wszystkie trzy narządy?
3. Jaką czynność życiową zapewnia tylko korzeń?



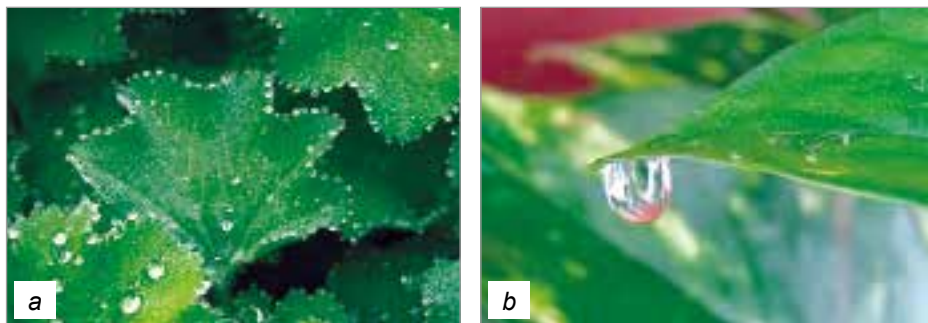
Czynności życiowe	Korzeń	Łodyga	Liść
Odżywianie mineralne			
Odżywianie powietrzne			
Fotosynteza			
Oddychanie			
Parowanie wody			

### DLA DOCIEKLIWYCH

#### Dlaczego rośliny „płaczą”?

Na ząbkach brzegów liści lub na ich wierzchołkach u niektórych roślin możemy obserwować kropelki wody, które mogą nawet spadać w dół (ryc. 60). „Roślina płacze” – powie Ci babcia lub mama. Czy taka roślina jest zmartwiona? A może te kropelki wody nie mają nic wspólnego z emocjami?

Wydzielanie przez roślinę wody w postaci kropelek nazywa się gutacją. Już wiesz, że roślina, aby wchłonąć z gleby kolejną porcję wody wraz z rozpuszczonymi w niej substancjami mineralnymi, musi pozbyć się drogą parowania części wody. Jednak parowanie wody nie zawsze jest możliwe. Kiedy powietrze jest tak nasycone wilgocią, że nie może jej więcej przyjąć, to mówimy, że względna wilgotność powietrza sięga 100 %. W takim powietrzu parowanie nie jest możliwe, a więc roślina nie może dokonywać odżywiania mineralnego. Takie warunki często powstają w wilgotnych lasach tropikalnych z dużą ilością opadów. W naszej strefie jest to możliwe tylko o poranku, kiedy temperatura powietrza jest najniższa i jego zdolność do zatrzymywania wody jest najmniejsza. Właśnie w takich okolicznościach rośliny wytwarzają gruczołki, które siłą wydzielają kropelki wody. Jedną z naszych roślin łąkowych, przywrotnik, nawet otrzymała nazwę łacińską „trawa alchemików”, ponieważ raniem na jej listkach powstają obfite kropelki wody niby rosa, którą alchemicy zbierali w celu przeprowadzenia doświadczeń. A kiedy zauważysz, że w twoim domu raptem „zapłacze” kalia, monstera lub jakaś inna roślina tropikalna – prawdopodobnie zwiększyła się wilgotność powietrza i należy oczekiwać deszczu.



Ryc. 60. Gutacja u roślin: wydzielanie wody poprzez ząbki liścia przywrotnika (a); wydzielanie wody poprzez wierzchołek liścia pokojowej rośliny aglaonemy (b)

## § 22. TKANKI ROŚLINNE



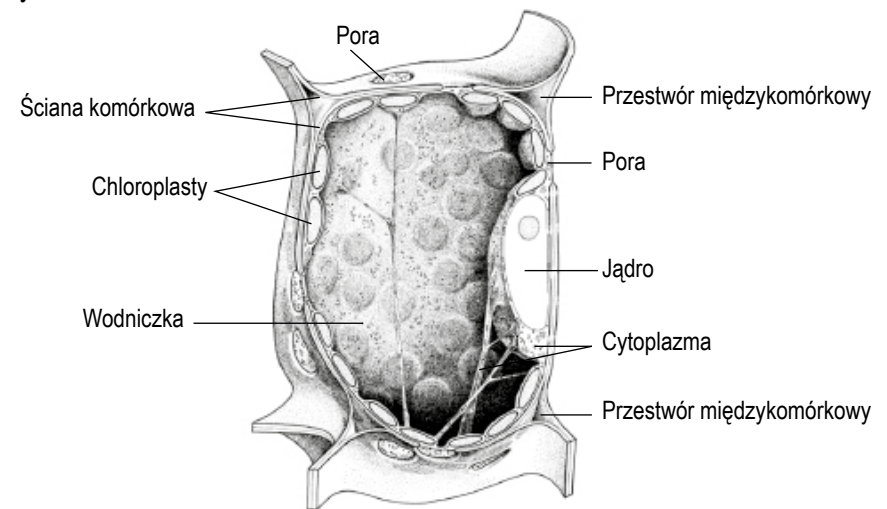
Dowiesz się o połączeniu komórek roślin w tkanki i o podstawowych grupach tkanek.



Czy wszystkie rośliny posiadają jednakową budowę? Jakie funkcje mogą pełnić komórki roślin? Jak komórki współdziałają między sobą?

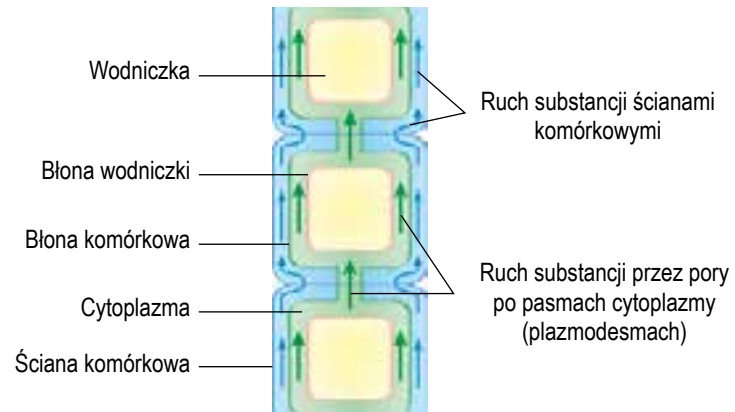
W poprzednich paragrafach ustaliliśmy, że żywe organizmy są zbudowane z komórek. Komórki organizmów wielokomórkowych różnią się kształtem, wymiarami, budową, funkcjami, lecz one nie mogą istnieć inaczej, jak łącząc się w poszczególne grupy tworzyć określoną tkankę. **Tkanka roślinna** – to całokształt komórek pełniących określoną funkcję lub funkcje.

Połączenie komórek w tkanki zachodzi dzięki *substancji międzykomórkowej*, która je skleja wypełniając przestrzenie pomiędzy ścianami komórkowymi sąsiednich komórek. Tam, gdzie dotykają się kąty kilku komórek, odległość pomiędzy ścianami komórkowymi jest większa. Dlatego zostają powietrzne przestwory międzykomórkowe – system wietrzenia ciała rośliny (ryc. 61).



Ryc. 61. Schemat budowy komórki roślinnej w składzie tkanki

Niektóre substancje rozpuszczone w wodzie mogą poruszać się od cytoplazmy jednej komórki do cytoplazmy innej przez ściany komórkowe i substancję międzykomórkową (ryc. 62). Odcinki ścian komórkowych, przez które przechodzą pasma cytoplazmy (plazmodesmy), łączące między



Ryc. 62. Sposoby poruszania się substancji od komórki do komórki

sobą sąsiednie komórki, nazywamy **porami**. Są one dobrze obserwowane pod mikroskopem świetlnym. Otóż pory roślin – to otwory.

**Klasyfikacja tkanek.** Tkanki roślinne dzielimy na *twórcze* i *stałe* (ryc. 63). Komórki **tkanek twórczych** są zdolne do podziału. Dlatego tkanki twórcze w ciągu całego życia rośliny tworzą nowe tkanki i narządy, zapewniając wzrost i rozwój rośliny.

Podstawowymi grupami tkanek twórczych są *wierzchołkowe* i *boczne* (ryc. 64). Wierzchołkowe tkanki twórcze są rozmieszczone na wierzchołkach korzeni i pędów. Dzięki nim zachodzi wzrost rośliny na długość i powstanie nowych części korzenia i pędu. Tkanki twórcze boczne nie wykształcają nowych części rośliny, lecz warunkują wzrost już istniejących korzeni i pędów na grubość.

**Stale tkanki** powstają z komórek tkanki twórczej. Kiedy komórka specjalizuje się, gubi zdolność do podziałów i przekształca się na komórkę jednej

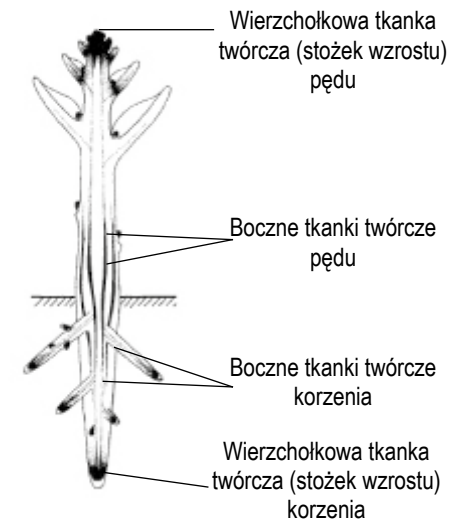
## TKANKI ROŚLINNE



Ryc. 63. Podstawowe typy tkanek roślin

z **tkanek stałych**. Te tkanki zapewniają wszystkie czynności życiowe organizmu roślinnego (oprócz wzrostu).

Tkanki stałe różnią się pełnionymi funkcjami. Dla roślin lądowych szczególne znaczenie mają **tkanki okrywające**, regulujące wymianę substancji ze środowiskiem zewnętrznym a także **tkanki przewodzące**, dokonujące transportu substancji pomiędzy podziemnymi i nadziemnymi narządami roślin. Przestrzeń pomiędzy okrywającymi i przewodzącymi tkankami wypełniają różne rodzaje **tkanki mięsziszowej**, szczególnie miękisz asymilacyjny, spichrzowy i wzmacniający.



Ryc. 64. Rozmieszczenie tkanek twórczych w ciele rośliny

## WNIOSKI

1. Roślina wielokomórkowa – to nie tylko mechaniczne połączenie komórek, lecz system, który dzięki wymianie substancji pomiędzy cytoplazmą różnych komórek pracuje jako jedna całość.
2. Komórki roślin łączą się między sobą i tworzą różnorodne tkanki pełniące określone funkcje.
3. Tkanki twórcze zapewniają powstanie nowych części ciała rośliny, a tkanki stałe – czynności życiowe organizmu roślinnego.
4. Tkanki stałe według osobliwości ich budowy, rozmieszczenia i funkcji dzielą się na okrywające, przewodzące i mięsziszowe.

## TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Tkanka roślinna, pora, tkanka twórcza, tkanka stała, tkanka okrywająca, tkanka przewodząca, tkanka mięsziszowa.

## PYTANIA KONTROLNE

1. Co to jest tkanka?
2. Na czym polega różnica pomiędzy tkankami twórczymi i stałymi?
3. Jakie znasz podstawowe rodzaje tkanek twórczej i jakie funkcje one pełnią?

## ZADANIE

Podaj charakterystykę podstawowych funkcji każdego typu tkanek stałych.

## § 23. PODSTAWOWE GRUPY STAŁYCH TKANEK ROŚLINNYCH



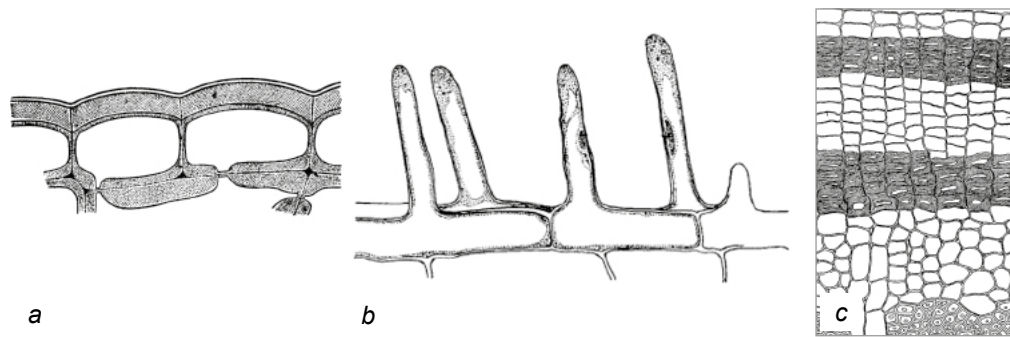
Dowiedz się o podstawowych grupach tkanek stałych zapewniających czynności życiowe rośliny.



Czy rośliny posiadają „skórę”? Jakie substancje „poruszają się” w roślinie do góry i w dół; po kolei po tej samej drodze czy różnymi drogami? Czy rośliny posiadają szkielet?

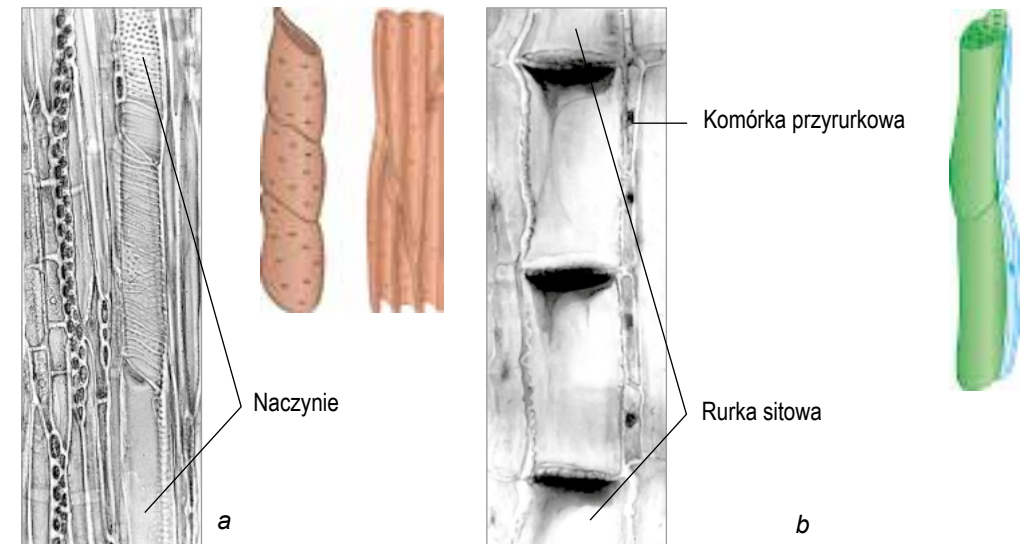
**Tkanki okrywające.** Młode pędy i korzenie roślin są okryte *skórką* – to tkanka okrywająca, która składa się z jednej warstwy żywych komórek. Te komórki chronią roślinę przed niesprzyjającymi warunkami środowiska zewnętrznego i zapewniają wchłanianie jednych substancji i wydalenie innych (ryc. 65, a, b).

U starych łodyg i korzeni powstaje jeszcze jeden rodzaj tkanki okrywającej – *korek*. Przeważnie składa się on z kilku warstw obumarłych komórek i pełni funkcję ochronną (ryc. 65, c). Przekrój przez korek podany jest na rysunku Roberta Hooke’a – autora terminu „komórka” (ryc. 3, s. 15).



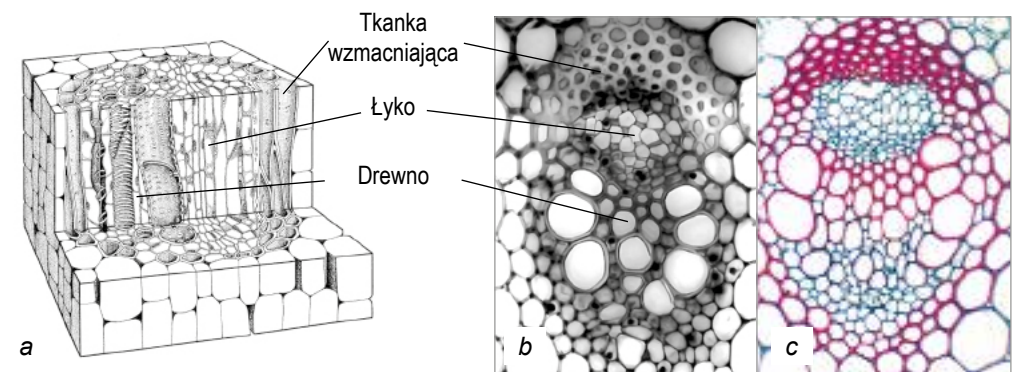
Ryc. 65. Skórka pędu (a) i korzenia (b), tkanka okrywająca – korek (c)

Do **tkanek przewodzących** u roślin należą *drewno* i *łyko* (ryc. 66). **Drewno** składa się z wypełnionych wodą martwych komórek ze zgrubiałymi zdrewniałymi (twardymi) ścianami komórkowymi. Poprzeczne ściany tych komórek, którymi są one oddzielone od siebie, zanikają i te komórki tworzą długie ciągłe rurki – *naczynia*. Naczynia drewna transportują wodę wraz z rozpuszczonymi w niej substancjami mineralnymi zgodnie z prądem wstępującym – z korzenia do liści. Jednocześnie drewno pełni funkcję wzmacniającą i podporową.

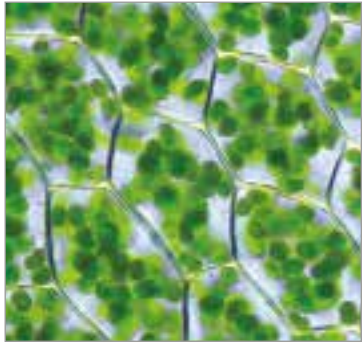


Ryc. 66. Zdjęcia mikroskopowe i schematy budowy komórek drewna (a) i łyka (b)

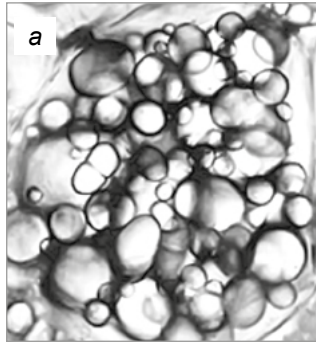
Elementami **łyka** roślin kwiatowych są *rurki sitowe*. Rurkę sitową tworzy szereg żywych komórek pozbawionych jąder. Przegrody poprzeczne między komórkami dzięki dużej ilości drobnych otworków mają postać sita. Czynności życiowe tych komórek zapewnia jedna lub kilka drobnych komórek przyrurkowych posiadających jądra. Są one rozmieszczone obok rurek sitowych. Rurki sitowe łyka transportują produkty fotosyntezy z narządów, w których one powstają lub magazynują się (przeważnie z liści), tam, gdzie są one niezbędne (przeważnie do korzeni, w kierunku zstępującym). Z reguły u roślin drewno wraz z łykiem tworzy *wiązki przewodzące* (ryc. 67).



Ryc. 67. Wiązka przewodząca. Schemat budowy (a), poprzeczny przekrój niezabarwionej (b) i zabarwionej (c) wiązki przewodzącej. Po zabarwieniu zdrewniałe ściany komórkowe martwych komórek posiadają czerwoną barwę.

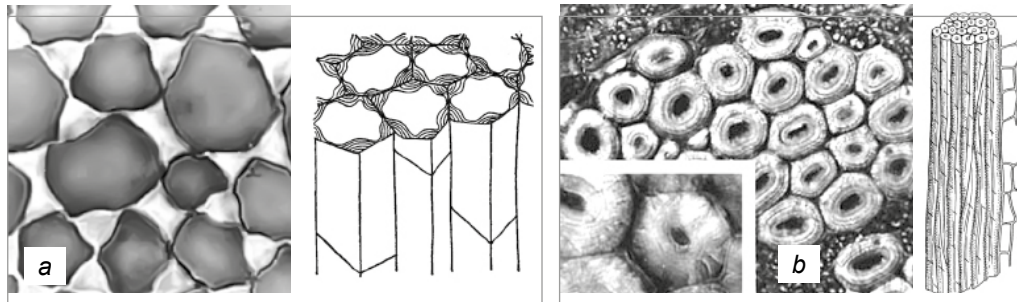


Ryc. 68. Tkanka asymilacyjna złożona z komórek, zawierających chloroplasty



Ryc. 69. Komórka tkanki spichrzowej bulwy ziemniaka wypełniona ziarenkami skrobi: zdjęcie mikroskopowe (a) i rysunek (b)

**Tkanki mięszysowe** są bardzo różnorodne. Do nich należy *tkanka asymilacyjna* (fotosyntetyzująca), która jest złożona z komórek, zawierających chloroplasty i zdolnych do fotosyntezy (ryc. 68). Jest ona obecna we wszystkich częściach pędu, szczególnie w liściach. Bezbarwne komórki magazynujące dużą ilość substancji organicznych (białek, tłuszczów lub węglowodanów – przeważnie skrobi) tworzą *tkankę spichrzową* (ryc. 69). Najczęściej spotyka się ją w korzeniach, głębokich warstwach łodygi, w mięsistych liściach. *Tkanki wzmacniające* (mechaniczne) (ryc. 70) pełnią funkcję podporową. Tkanki wzmacniające, złożone z żywych komórek, nadają narządowi rośliny giętkości i elastyczności. Z martwych komórek z silnie zgrubiałymi i twardymi ścianami komórkowymi powstaje bardzo mocna, lecz krucha tkanka wzmacniająca.



Ryc. 70. Tkanka wzmacniająca: a – złożona z komórek żywych z nierównomiernie zgrubiałymi i elastycznymi ścianami komórkowymi (przekrój poprzeczny i schemat budowy); b – wiązka martwych komórek z silnie zgrubiałymi i twardymi ścianami komórkowymi (przekrój poprzeczny i schemat budowy)

#### WNIOSKI

1. Współdziałanie rośliny ze środowiskiem otaczającym regulują tkanki okrywające.

2. Transportu substancji w roślinie dokonują tkanki przewodzące.
3. Tkanki mięszysowe znajdują się między tkankami okrywającymi i przewodzącymi; do nich zaliczamy tkankę wzmacniającą, asymilacyjną i spichrzową.
4. Tkanki tworzą narządy i zapewniają wszystkie czynności życiowe komórki.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Drewno, łyko, naczynie, rurka sitowa, wiązka przewodząca.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Jaką funkcję pełnią tkanki okrywające?
2. W którym kierunku dokonuje transportu substancji drewno, w którym – łyko?
3. Do składu jakich tkanek wchodzi martwe komórki?
4. Na czym polega różnica w budowie i funkcjach komórek tkanki spichrzowej i żywej tkanki wzmacniającej.

#### ZADANIE

Ustal odpowiedniość pomiędzy tkankami i procesami, które one zapewniają. Zapisz w zeszycie pary: litera i odpowiednia cyfra.

#### Tkanki

- A. Tkanka twórcza wierzchołkowa
- B. Tkanka przewodząca łyko
- C. Mięszys asymilujący
- D. Tkanka twórcza boczna
- E. Tkanka przewodząca – drewno

#### Procesy

- 1 Transport wstępujący wody
- 2 Transport zstępujący substancji organicznych
- 3 Fotosynteza
- 4 Wzrost łodygi na grubość
- 5 Wzrost korzenia w głąb gleby

## § 24. BUDOWA I FUNKCJE KORZENIA



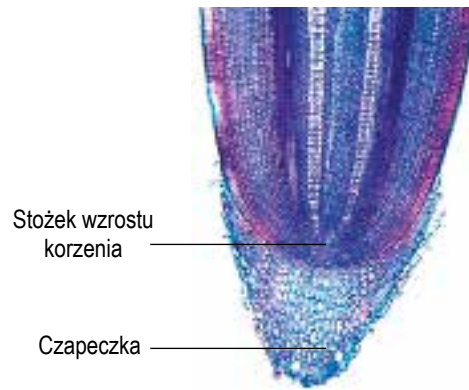
Dowiesz się, jak budowa i sposób rozwoju korzenia pozwala temu narządowi pełnić jego funkcję.



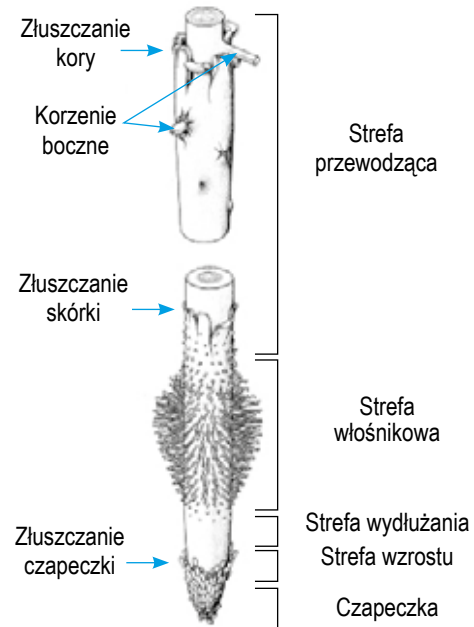
Z czego są zbudowane korzenie? Do czego są potrzebne korzenie? Jak roślina orientuje się, gdzie jest dół, a gdzie – góra, żeby wytworzyć łodygę i korzeń w odpowiednim kierunku?

**Korzeń** – podziemny narząd osiowy, który rośnie w głąb gleby kosztem wierzchołkowej tkanki twórczej. Podstawowe funkcje korzenia – przymocowanie rośliny w glebie i wchłanianie z niej wody wraz z rozpuszczonymi w niej substancjami mineralnymi.

**Budowa korzenia.** Wierzchołkowa tkanka twórcza korzenia tworzy nowe komórki w dwóch kierunkach: w kierunku wzrostu korzenia i do jego podstawy.



Ryc. 71. Szczytowa część korzenia ze stożkiem wzrostu okrytym czapeczką



Ryc. 72. Strefy szczytowej części korzenia

W **strefie wydłużania** komórki prędko rosną i zaczynają przekształcać się w komórki tkanek stałych. W tej strefie komórki intensywnie wydłużają się i przepychają okryty czapeczką stożek wzrostu pomiędzy cząsteczkami gleby.

**Strefa wchłaniania** (strefa włośnikowa) złożona jest z komórek, które zakończyły proces wzrostu i ostatecznie przekształciły się w komórki tka-

Komórki, odkładające się w kierunku wzrostu korzenia, dają początek *ochronnej czapeczce*. A odkładające się w przeciwnym kierunku – tkanki stałe ciała korzenia.

Od wierzchołka do podstawy korzenia wyodrębniamy następujące podstawowe strefy: czapeczka, stożek wzrostu (grupa komórek twórczych), strefa wydłużania (strefa wzrostu), strefa różnicowania się komórek (strefa włośnikowa = wchłaniania) i strefa przewodząca.

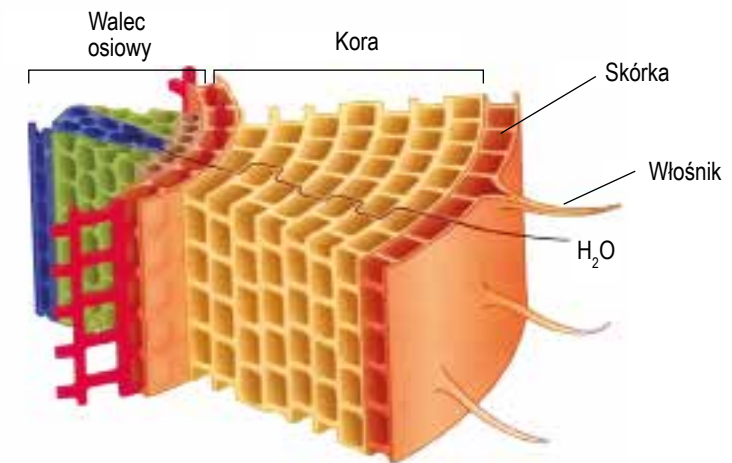
**Czapeczka** chroni delikatny wierzchołek korzenia przed uszkodzeniem przez twarde cząsteczki gleby podczas wzrostu i przesuwania się w niej. Komórki, znajdujące w głębi czapeczki, zawierają duże ruchome ziarenka skrobi. Te ziarenka opadają pod wpływem siły ciężkości na dolny odcinek błony komórkowej i pozwalają korzeniowi „odczuć”, gdzie jest góra, a gdzie – dół. Powierzchniowe komórki czapeczki stale złuszcza się i obumierają. Przy tym one wydzielają śluz, ułatwiający poruszanie się korzenia w głąb gleby. Ze środka czapeczki odnawia się za pomocą komórek twórczych stożka wzrostu.

Z komórek wierzchołkowej tkanki twórczej w stożku wzrostu powstają pozostałe komórki, z których składa się korzeń. Komórki stożka wzrostu są bardzo drobne.

nek stałych. Komórki *skórki korzenia* w tej strefie wytwarzają długie wyrostki – **włośniki** (ryc. 65, b), których długość sięga 1 cm. Włośniki ściśle przylegają do cząsteczek gleby i pełnią ważną rolę we wchłanianiu wody i substancji mineralnych, ponieważ znacznie zwiększają powierzchnię korzenia (ryc. 73). Obliczono, że dorosła roślina *żyta* posiada około 10 mld włośników, a ich ogólna długość wynosi około 10 tys. km. Jednocześnie ich ogólna powierzchnia sięga 20 m<sup>2</sup>, co 50 razy przewyższa powierzchnię wszystkich nadziemnych narządów rośliny.

W strefie włośników korzeń już nie może zmieniać rozmieszczenia w stosunku do cząsteczek gleby.

Na poprzecznym przekroju korzenia w tej strefie widać, że pod skórą znajduje się kora. Zbudowana jest ona z wielu warstw komórek tkanki miękkiszowej (ryc. 74). Kora przekazuje wodę do środkowej części korzenia, która nazywa się *walcem osiowym* oraz magazynuje substancje zapasowe.

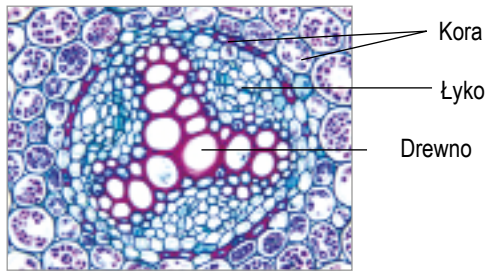


Ryc. 74. Budowa wewnętrzna młodego korzenia

W walcu osiowym rozmieszczona jest jedna wiązka przewodząca. Jego drewno w poprzecznym przekroju przeważnie posiada kształt gwiazdki z kilkoma promieniami (ryc. 75). Pomiędzy „promieniami” drewna znajduje się łyko. Wiązka przewodząca zapewnia transport substancji wzdłuż korzenia.



Ryc. 73. Włośniki na głównym korzeniu kiełka rzodkiewki



Ryc. 75. Poprzeczny przekrój przez tkanki przewodzące walca osiowego korzenia

**Strefa przewodząca** korzenia jest rozmieszczona nad strefą włośnikową. Ta strefa jest najdłuższa. W strefie przewodzącej włośniki obumierają i wchłanianie substancji praktycznie ustaje. W tej strefie pomiędzy walcem osiowym i korą z czasem powstaje tkanka twórcza boczna (okolnica). W tej tkance mogą powstawać punkty dające początek korzeniom bocznym.

**Strefa przewodząca** umożliwia transport substancji w drewnie i łyku, ona przytwierdza roślinę w glebie dzięki korzeniom bocznym i włośnikom, a także może magazynować substancje odżywcze w korze.

U wielu roślin pomiędzy drewnem a łykiem wiązki przewodzącej z czasem powstają warstwy komórek bocznej tkanki twórczej. Dzięki podziałowi tych komórek korzeń rośnie na grubość.

Wiedzę o budowie i rozwoju korzenia człowiek od dawna wykorzystuje w rolnictwie. Podczas hodowania sadzonek (na przykład *pomidorów*) roślinki po kiełkowaniu wysadza się w większych odstępach i uszczykuje szczyt korzenia głównego: przyspiesza to wzrost korzeni bocznych i przybyszowych oraz przyczynia się do zwiększenia ilości korzonków z włośnikami. Przy wyborze sadzonek drzew owocowych należy pamiętać, że rośliny posiadające dużo cienkich korzonków, które prędko wytwarzają nowe boczne korzonki, o wiele lepiej ukorzeniają się i przyjmują niż te, które mają dużo długich, starych korzeni.

#### WNIOSKI

1. Wszystkie części korzenia są utworzone przez wierzchołkową tkankę twórczą. Tkanka ta jest rozmieszczona w strefie stożka wzrostu.
2. Czapeczka – część szczytu korzenia, która chroni delikatny stożek wzrostu podczas wzrostu i ułatwia przesuwanie się korzenia w głąb gleby.
3. Wzrost korzenia na długość zachodzi w strefie wydłużania komórek korzenia.
4. Wewnętrzna budowa korzenia w strefie włośnikowej zapewnia wchłanianie i transport wodnych roztworów substancji mineralnych.
5. Najstarsze odcinki korzenia kształtują strefę przewodzącą wodę wraz z rozpuszczonymi w niej substancjami, a także przytwierdzają roślinę w glebie kosztem korzeni bocznych i włośników.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Korzeń, czapeczka, włośnik, stożek wzrostu, strefa wydłużania, strefa włośnikowa, strefa przewodząca.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Jakie podstawowe strefy wyróżnia się w korzeniu od jego szczytu do podstawy?
2. W jakiej strefie zachodzi (1) powstanie nowych komórek, (2) wydłużanie korzenia, (3) wchłanianie wody i substancji mineralnych?
3. Z czym jest związane wytwarzanie przez korzeń czapeczki i jakie są jej funkcje?
4. Jakie tkanki pełnią w korzeniu funkcję (1) wchłaniania wody i substancji mineralnych, (2) transportu substancji?

#### ZADANIE

1. Wypełnij w zeszycie tabelkę.

Strefy korzenia	Szczegóły budowy	Funkcje
Czapeczka	Zwarty układ komórek. Niektóre komórki zawierają duże ziarenka skrobi. Komórki powierzchniowe obumierają i złuszcniają się	Chroni szczyt korzenia, wydziela śluz i ułatwia poruszanie się korzenia w glebie, wyznacza kierunek wzrostu korzenia
Stożek wzrostu		
Strefa przedłużania		
Strefa włośnikowa		
Strefa przewodząca		

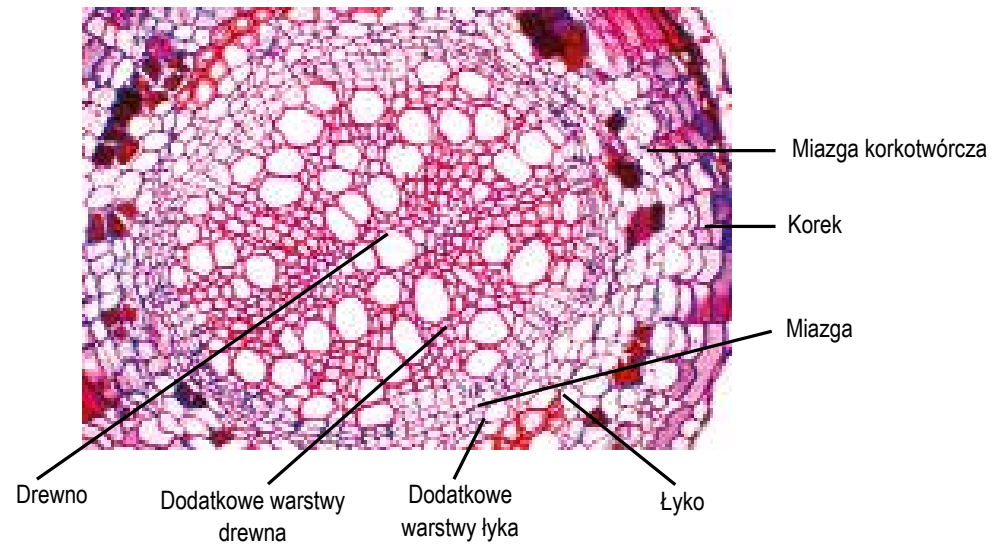
2. Wybierz poprawne stwierdzenia i popraw błędne:

- A Włośniki z czasem przekształcają się w korzenie boczne.
- B Kora jest zbudowana z wielu warstw komórek.
- C W procesie wzrostu korzenia zwiększa się długość stożka wzrostu i strefy wydłużania, długość strefy przewodzącej zostaje niezmienna.
- D W strefie wchłaniania korzeń okryty jest skórka, która wykształca wyrostki.

#### DLA DOCIEKLIWYCH

##### Jak korzeń rośnie na grubość?

U wielu roślin z czasem między drewnem a łykiem wiązki przewodzącej powstaje boczna tkanka twórcza – **miazga** (ryc. 76). Do środka korzenia odkłada ona dodatkowe warstwy drewna, a na zewnątrz – łyka, dzięki czemu korzeń bardzo grubieje. W warstwie zewnętrznej walca osiowego powstaje jeszcze jedna boczna tkanka twórcza – miazga korkotwórcza, odkładająca na zewnątrz tkankę okrywającą – **korek**. Takie znacznie zgrubiałe, okryte korkiem strefy korzenia już nie wchłaniają wody i soli mineralnych, lecz niezawodnie przytwierdzają roślinę w glebie. Są one charakterystyczne dla drzew.



Ryc. 76. Budowa wewnętrzna starego korzenia

## § 25. SYSTEMY KORZENIOWE. KORZENIE PRZEKSZTAŁCONE

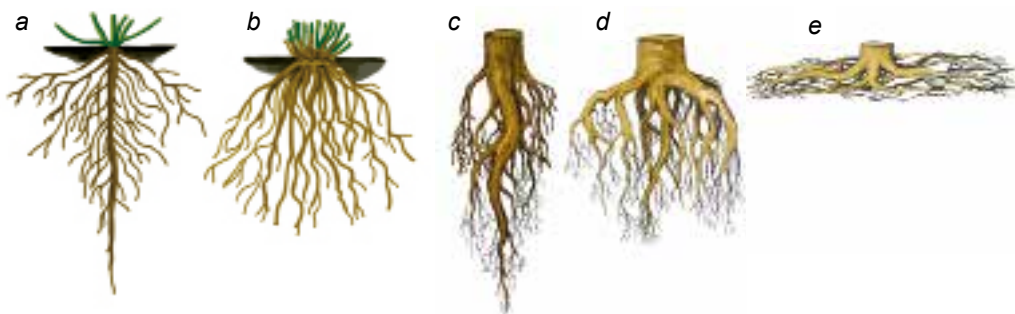


Dowiedz się o systemach korzeniowych roślin i ich funkcjach oraz o tym, jakie skutki ma pełnienie przez nich nietypowych funkcji.



Korzenie są niezbędne do wchłaniania substancji. A jeszcze do czego?

**System korzeniowy** – to całokształt korzeni rośliny. Wygląd zewnętrzny systemów korzeniowych zależy od tego, w jakich warunkach roślina rośnie i jak ona dostosowuje się do tych warunków (ryc. 77).



Ryc. 77. Różnorodne systemy korzeniowe roślin zielnych (a – palowy, b – wiązkowy) oraz drzew i krzaków (c, d, e)

Niektóre rośliny mają korzenie grubości kilku centymetrów (ryc. 77, e), które są rozmieszczone tylko w powierzchniowej warstwie gleby. Na przykład korzenie powierzchniowe niektórych kaktusów sięgają 30 m długości. Są one zdolne do prędkiego zbierania rosy z dużej powierzchni, ponieważ w pustyni woda, opadająca w godzinach porannych, nie wnika głęboko w glebę i prędko wyparowuje. Powierzchniowe korzenie drzew wilgotnego lasu tropikalnego nadążają wychwycić substancje mineralne powstające podczas prędkiego rozkładu obumarłych resztek roślin. Jednak z reguły korzenie sięgają głębiej. Na przykład korzenie *jęczmienia* i *ozimego rzepaku* rosną na głębokość 3 m, a *winorośli* – do 16 m. Niektóre rośliny pustyni, aby dotrzeć do warstw wodonośnych gleby, zagłębiają korzenie na 30–50 m.

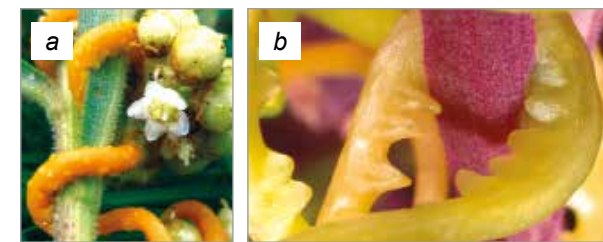
**Modyfikacje korzenia** (korzenie przekształcone) – to zjawisko zmiany budowy korzenia, które zapewnia przystosowanie roślin do warunków życia. Przykładami modyfikacji korzeni są: bulwy korzeniowe, przysawki, korzenie czepne, powietrzne, oddechowe, podporowe.

**Bulwy korzeniowe** powstają wskutek magazynowania substancji odżywczych w korzeniach bocznych. Są one krótkie, mocno zgrubiałe, mają okrągły lub wydłużony kształt. Takie korzenie umożliwiają roślinie przetrwanie niesprzyjającego do wzrostu okresu. Są one, na przykład u *ziarnopłonu*, *dalii* (ryc. 78).

**Korzenie-przysawki** są charakterystyczne dla roślin, które dostosowały się do wchłaniania substancji odżywczych z innych roślin. Niektóre z nich są pasożytami – całkowicie zaspakajają swoje potrzeby życiowe kosztem rośliny-gospodarza i nie są zdolne do fotosyntezy (*kianianka* ryc. 79). *Półpasożyte* (na przykład *jemiola*) kosztem rośliny-gospodarza tylko częściowo



Ryc. 78. Bulwy korzeniowe dalii



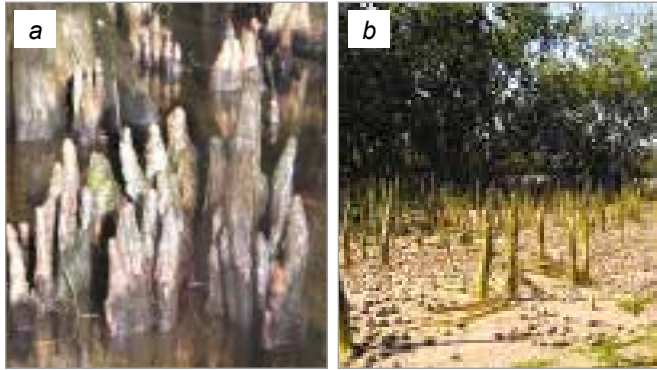
Ryc. 79. Kianianka na pędzie rośliny – a, korzenie-przysawki kianianki – b



Ryc. 80. Jemiola na gałązce drzewa



Ryc. 81. Korzenie powietrzne storczyka tropikalnego



Ryc. 82. Korzenie oddechowe: a – cypryśnika błotnego; b – drzew tropikalnych na bagnach Afryki

wo zaspakajają swoje zapotrzebowanie na wodę, zachowując zieloną barwę i zdolność do fotosyntezy (ryc. 80).

**Korzenie powietrzne** są przystosowane do istnienia w powietrzu. Są one charakterystyczne dla większości storczyków i innych mieszkańców wilgotnych lasów tropikalnych (ryc. 81), a z roślin pokojowych – dla monstery. Korzenie powietrzne wchłaniają wodę podczas opadów nie włósnikami, a tkanką gąbczastą.



Ryc. 83. Korzenie podporowe drzewa tropikalnego (a) i kukurydzy (b)

**Korzenie oddechowe** (ryc. 82) występują u roślin rosnących na terenach podmokłych. U takich roślin część korzeni wystaje ponad ziemię i doprowadza powietrze do systemu. Na przykład u cypryśnika błotnego korzenie oddechowe mają postać stożka o wysokości ponad 1m.

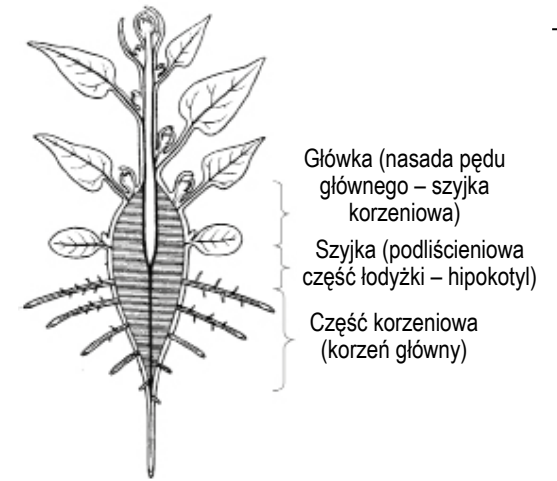
**Korzenie podporowe** (ryc. 83) rozwijają się przy nasadzie łodygi wysokich roślin. Ich zadaniem jest stabilizacja rośliny. Dzięki podobnym do desek korzeniom podporowym nie padają olbrzymie drzewa tropikalne, posiadające powierzchniowy system korzeniowy. Na naszych polach korzenie podporowe można zobaczyć u kukurydzy.

**Korzeń spichrzowy** jest modyfikacją, która powstaje wskutek zgrubienia i magazynowania substancji odżywczych jednocześnie w trzech narządach młodej rośliny – korzeniu głównym, podłścieniowej części łodyżki i nasadzie pędu głównego. Korzenie spichrzowe umożliwiają

roślinie przeżycie niesprzyjającego dla wzrostu okresu. Człowiek z dawnych czasów używał korzenie spichrzowe do jedzenia i wyhodował dużo różnych odmian uprawnych *buraka, marchwi, pietruszki, selera, rzodkwi i rzodkiewki*.

Cechą *korzenia spichrzowego* (części korzeniowej) są rozmieszczone rzędami korzonki boczne. *Szyjka*, utworzona przez podłścieniową część łodyżki, posiada gładką powierzchnię. A na *główce* (zgrubiałej nasadzie głównego pędu) obecne są blizny po obumarłych liściach (ryc. 84).

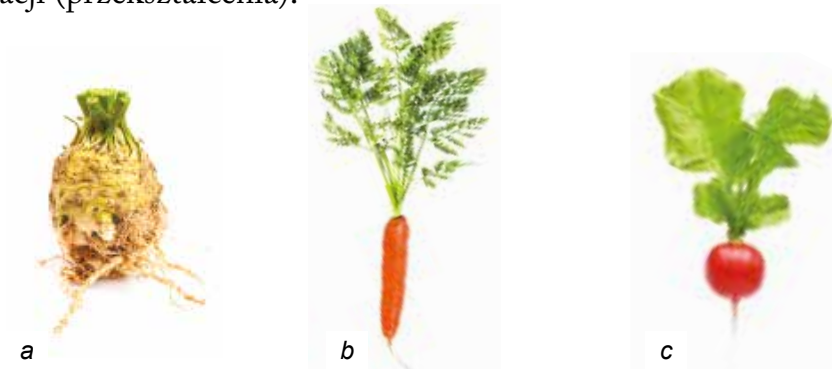
Wszystkie trzy części prawie jednakowo są rozwinięte u *selera* (ryc. 85, a). U *marchwi* (ryc. 85, b) i *pietruszki* podstawowa część korzenia spichrzowego – to zgrubiały korzeń główny. Jego główka jest bardzo mała, a szyjka ledwie wystaje nad powierzchnię gleby. U *rzodkiewki* (ryc. 85, c) prawie cały jej gładki korzeń spichrzowy – to zgrubiała podłścieniowa część łodyżki. Dlatego nasienie rzodkiewki nie można wysadzać bardzo głęboko – plony nie będą jakościowe.



Ryc. 84. Schemat powstania korzenia spichrzowego i jego części

## WNIOSKI

1. Korzenie rośliny tworzą system korzeniowy, którego budowa zależy od warunków wzrostu rośliny.
2. Korzeń pełni określoną specyficzną funkcję, co prowadzi do jego modyfikacji (przekształcenia).



Ryc. 85. Korzenie spichrzowe selera (a), marchwi (b) i rzodkiewki (c)



3. Korzeń przekształcony może być częścią składową korzenia spichrzowego, w którego powstaniu bierze też udział podłiscieniowa część łodyżki i pęd główny.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

System korzeniowy, korzenie przekształcone, bulwy korzeniowe, przyssawki, korzenie powietrzne, korzenie oddechowe, korzenie podporowe, korzenie spichrzowe.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Co to jest system korzeniowy?
2. Co to jest modyfikacja korzeni?
3. Jakie modyfikacje korzeni znasz, czym one różnią się pod względem budowy i pełnionych funkcji od korzeni typowych?
4. Na czym polega różnica pomiędzy korzeniem spichrzowym a bulwą korzeniową?

#### ZADANIE

Uporządkuj tabelkę: ustal wzajemne powiązanie między nazwami roślin, korzeniami przekształconymi, które są dla nich charakterystyczne i ich funkcjami. Rzędy z trzech cyfr zapisz w zeszytcie.

Rośliny	Korzenie przekształcone	Funkcje korzeni przekształconych
1. Dalia	1. Przyssawki	1. Dodatkowa wymiana gazowa
2. Kukurydza	2. Korzenie powietrzne	2. Wchłanianie substancji organicznych z rośliny-gospodarza
3. Storczyk	3. Korzenie oddechowe	3. Magazynowanie substancji zapasowych
4. Cypryśnik błotny	4. Korzenie podporowe	4. Wchłanianie wody z powietrza
5. Kanianka	5. Bulwy korzeniowe	5. Dodatkowa podpora łodygi

#### DLA DOCIEKLIWYCH

##### Święty figowiec

W niektórych religiach wschodnich majestatyczne figowce są uważane za święte. Figowiec bengalski – to osobliwy gatunek dużych drzew tropikalnych – *fikusów* (ryc. 86). Taki fikus zaczyna rosnać na gałęzi innego drzewa, dokąd zwierzęta zanoszą nasienie. Młody fikus prędko wytwarza korzenie powietrzne, które wrastają w ziemię. Drzewo, które dało schronienie fikusowi, obumiera i on rozrasta się do ogromnych rozmiarów, a z nowych konarów wyrastają nowe korzenie powietrzne, które przekształcają się na korzenie-pnie. Tak powstaje cały las-drzewo, które może zajmować powierzchnię ponad 1,5 ha i liczyć ponad 300 łodyg-pni. Wiadomo, że pod jednym figowcem ukrywał się cały konny eskadron.



Ryc. 86. Figowiec

## § 26. BUDOWA I FUNKCJE PĘDU



Ten paragraf wyjaśnia osobliwości budowy i rozwoju pędu jako nadziemnego narządu rośliny, funkcje i rodzaje pąków, różnorodność pędów pod względem usytuowania w przestrzeni i kierunku wzrostu.



Z czego są zbudowane drzewa? Jak powstają i rozwijają się pąki? Czy wszystkie pąki są jednakowe?

**Pęd** – to skomplikowany nadziemny narząd z wierzchołkowym wzrostem, który jest złożony z osiowego narządu – łodygi i rozmieszczonych na nim narządów bocznych – liści. Pęd zapewnia wzrost nadziemnych części rośliny, powstanie nowych pędów i transport substancji.

Na szczycie pędu znajduje się **stożek wzrostu**, który jest utworzony z wierzchołkowej tkanki twórczej (ryc. 87). U podstawy stożka wzrostu powstają pagórki – zawiązki przyszłych liści zapewniających fotosyntezę, wymianę gazową i parowanie wody. Młode liście zwiększają swoje rozmiary i zaginają się nad stożkiem wzrostu. Chronią one delikatną wierzchołkową tkankę twórczą przed uszkodzeniem i tworzą wokół niej ciemną i wilgotną kamerę, wykształcając pąk.

**Pąk** – to zawiązek pędu ze skróconą łodygą. Jej liście zwarcie otaczają wierzchołkową tkankę twórczą pędu. Na szczycie pędu znajduje się **pąk wierzchołkowy** (ryc. 88). Kiedy pęd rośnie, w pąku powstają nowe młode liście. Przy tym najniższe liście rozprostowują się i wyłaniają się z pąka. Łodyga pomiędzy miejscami przytwierdzenia liści rozciąga się.

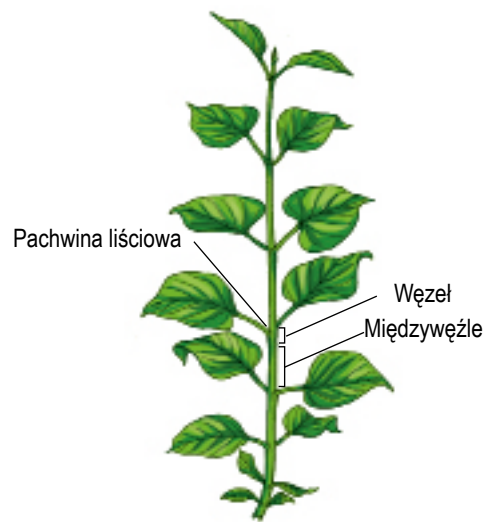
Łodyga pędu złożona jest z **węzłów** (odcinków łodygi, na których są osadzone liście) i **międzywęzli** (odcinków łodygi między węzłami). Ostry kąt między liściem i pędem nazywa się **pachwiną liściową** (ryc. 89). W takich pachwinach są rozmieszczone zawiązki pędów bocznych – pąki pachwinowe (boczne) (ryc. 88). Obudzenie pąków pachwinowych prowadzi do rozwoju pędów bocznych – tj. do rozgałęzienia pędu.



Ryc. 87. Stożek wzrostu pędu moczarki



Ryc. 88. Pąk wierzchołkowy i pąki pachwinowe

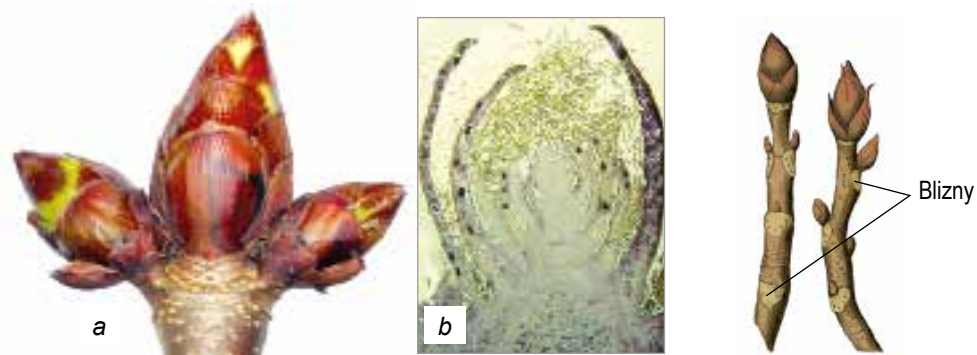


Ryc. 89. Podstawowe części pędu

U roślin strefy umiarkowanej pod koniec okresu wzrostu na szczycie pędu i w pachwinach liściowych tworzą się *pąki zimujące* (ryc. 90). Przez całą zimną, niesprzyjającą dla wzrostu roślin porę roku znajdują się w stanie spoczynku. Pąki zimujące dodatkowo są chronione przez *łuszczyki pąkowe* – łuskowate liście pokryte grubą warstwą substancji woskowej, a często – włoskami i lepłą wydzieliną (przypomnij sobie, jak lepkie są pąki *topoli* przy dotknięciu). Pod pąkami pachwinowymi po opadaniu liści pozostają *blizny liściowe* (ryc. 91). W zim-

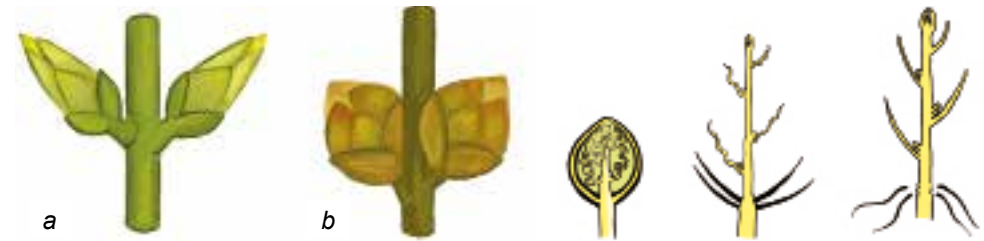
nej porze roku roślina nie jest zdolna do wchłaniania z gleby wody, woda w nadziemnych częściach rośliny zamarza, lecz parowanie zamrożonej wody zachodzi nadal (przypomnij sobie suszenie bielizny na mrozie). Dlatego wszystkie sposoby ochrony pąków zimujących są skierowane na ochronę przed wysychaniem, a nie przed niskimi temperaturami.

Pąki zimujące są bardzo różnorodne pod względem budowy. Niektóre posiadają tylko jedną łuszczykę ochronną (*wierzba*), inne – dużo



Ryc. 90. Pąki zimujące roślin drzewiastych:  
a – wygląd ogólny pąków klonu;  
b – przekrój wzdłużny pąka winorośli

Ryc. 91. Pędy zimujące lodyg z pąkami i bliznami po opadłych liściach

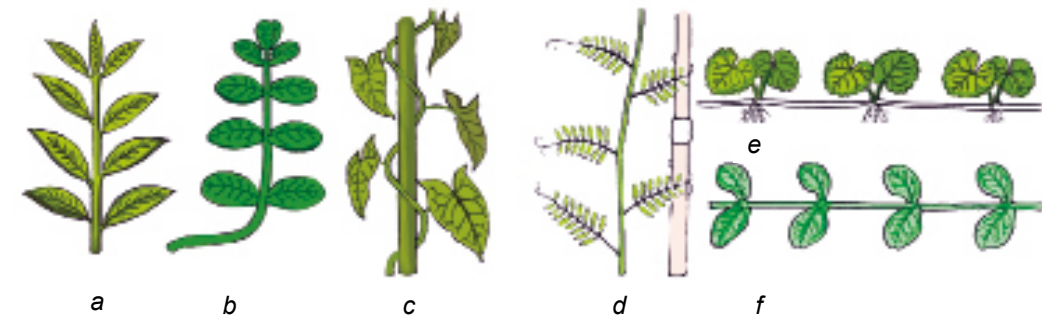


Ryc. 92. Pędy wegetatywny (a) i kwiatowy (b)

Ryc. 93. Rozpuszczanie pędu zimującego

łuszczyk (*dąb*). *Pąki wegetatywne* zawierają zawiązek zwykłego (wegetatywnego) pędu z liśćmi. Inne pędy zawierają zawiązki kwiatu lub kilku kwiatów (ryc. 92). Są one szersze i bardziej zaokrąglone na szczycie. Na wiosnę pąki zimujące budzą się: pąkowe łuszczyki rozchylają się i po jakimś czasie odpadają, łodyga wydłuża się i rozpuszczają się liście młodego pędu (ryc. 93). Jednak część pąków może nie budzić się przez kilka lat – są to tak zwane *pąki śpiące*. Takie pąki budzą się tylko po poważnym uszkodzeniu pędów.

Różne rośliny posiadają pędy różnego rodzaju (ryc. 94). Wzniesione pędy rosną pionowo do góry (na przykład pień *jodły*), poziome – w płaszczyźnie poziomej (na przykład boczne pędy *jodły*). Pędy niektórych roślin utrzymują się w pozycji pionowej tylko dzięki podporze. Na przykład pędy wijące się zakręcają się wokół podpory swymi łodygami (*fasola*), a pędy czepne czepiają się podpory korzeniami przybyszowymi (*bluszcz*), wąsami (*groch*) itd. Pędy płozące się leżą na ziemi lub jeszcze zakorzeniają się za pomocą korzeni przybyszowych.



Ryc. 94. Rodzaje pędów: a, b – wzniesione; c – wijący się; d – czepny; e, f – płozące się

1. Pęd – to narząd złożony składający się z osiowego narządu – łodygi i narządów bocznych – liści. Łodyga zapewnia wzrost nadziemnej części rośliny, powstawanie nowych pędów oraz transport substancji. Fotosynteza, wymiana gazowa i parowanie wody zazwyczaj zachodzi w liściach.
2. Pąki są zawiązkami pędów. U roślin klimatu sezonowego one są przystosowane do przeżywania niesprzyjających dla wzrostu rośliny okresów.
3. Ze względu na umiejscowienie na łodydze wyróżniamy pąki wierzchołkowe i pachwinowe. W zależności od budowy pąki dzielimy na wegetatywne i kwiatowe.
4. Pęd (podobnie jak korzeń) jest narządem osiowym, który rośnie dzięki wierzchołkowej tkance twórczej. Od korzenia odróżnia go obecność pąka wierzchołkowego, liści oraz to, że na jego powierzchni powstają miejsca wzrostu pędów bocznych.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Pęd, stożek wzrostu, pąk, węzeł, międzywęźle, pachwina liściowa.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. W jaki sposób podział pędu na łodygę i liście jest powiązany z pełnionymi przez niego funkcjami?
2. Co to jest pąk, jaka jest jego funkcja?
3. Jakie znasz rodzaje pędów?
4. Jakie bywają pędy ze względu na ich usytuowanie w przestrzeni i kierunek wzrostu?

#### ZADANIE

1. Na czym polega podobieństwo i różnica w budowie pędu i korzenia? Odpowiadając na pytanie, podziel wymienione cechy na dwie grupy: 1) charakterystyczne dla korzenia; 2) charakterystyczne dla pędu:
  - a) dzieli się na węzły i międzywęźla;
  - b) rozgałęzienie zachodzi kosztem wewnętrznych bocznych tkanek twórczych;
  - c) dostarcza roślinie substancji mineralnych (odżywianie mineralne);
  - d) odżywianie rośliny dzięki procesowi fotosyntezy;
  - e) rozwija się przeważnie w środowisku powietrznym;
  - f) rozwija się przeważnie w glebie;
  - g) szczyt jest okryty czapeczką;
  - h) na szczycie znajduje się pąk wierzchołkowy ze stożkiem wzrostu;
  - i) rozgałęzia się dzięki pąkom bocznym;
  - j) kierunek wzrostu – przeważnie do światła;
  - k) kierunek wzrostu – przeważnie od światła do centrum Ziemi.
2. Popraw błędy w stwierdzeniach:
  - a) stożek wzrostu pędu jest złożony z tkanki pokrywowej;
  - b) rozgałęzienie się pędu zachodzi dzięki bocznym tkankom twórczym;
  - c) pąki zimujące posiadają sztywne łuski, które przede wszystkim ochronią przed mrozami;
  - d) blizna liściowa powstaje na listku uszkodzonym przez szkodniki;
  - e) korzenie boczne (podobnie jak pędy boczne) powstają z pąków pachwinowych;
  - f) wszystkie pędy rosną pionowo do góry.

Pąki śpiące pozostają w spoczynku, nie tracąc przy tym zdolności rozwoju. Co roku narastają na grubość rocznego przyrostu pędu, na którym są rozmieszczone, lecz nie rozpuszczają się. Dlatego zawsze pozostają na powierzchni (ryc. 95), mogą nawet rozgałęziać się z pachwin swoich łuseczek pąkowych. Takie grupy pąków śpiących możesz obserwować na łodygach *lipy*, *akacji białej* i innych drzew w postaci dużych kulistych narośli. Narośl ze śpiących pąków czasami (jak u *brzozy*) osiąga dużych rozmiarów i może ważyć powyżej tony. Ona jest nazywana *czeczotą* (ryc. 96). Drewno czeczoty ma bardzo dekoracyjny wzorek słoje, dlatego też jest materiałem dość droгим i cenionym, zwłaszcza w produkcji mebli i sprzętów dekoracyjnych.



Ryc. 95. Narastanie pąka śpiącego



Ryc. 96. Czeczota brzozy

### § 27. ŁODYGA – OSIOWA CZĘŚĆ PĘDU



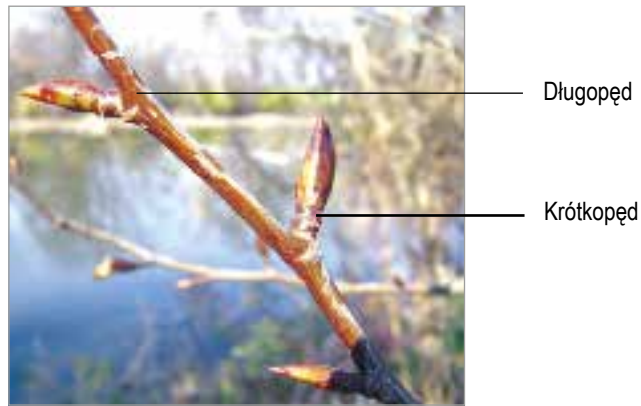
Rozpatrzmy związek budowy łodygi z jej funkcjami oraz zmiany wiekowe wewnętrznej budowy łodygi.



Jak łodyga rośnie na grubość? Dlaczego przy zdejmowaniu kory wydziela się lepka substancja? Dlaczego w łodydze powstają pierścienie? Dlaczego wiek drzewa wyznacza się na podstawie ilości pierścieni? Czy rośliny żyją długo? Jak długo może rosnać dąb?

**Łodyga** – osiowy narząd pędu, który przede wszystkim pełni funkcję podporową (mechaniczną) i przewodzącą. Podporowa funkcja polega na zapewnieniu najbardziej dogodnego dla fotosyntezy rozmieszczenia liści. Pełniąc funkcję przewodzącą, łodyga zapewnia transport obustronny wody z rozpuszczonymi w niej substancjami – od korzeni do liści i odwrotnie.

**Budowa zewnętrzna łodygi.** Łodyga, która podtrzymuje liście, wznosząc je na wysokość umożliwiającą skuteczniejsze korzystanie ze



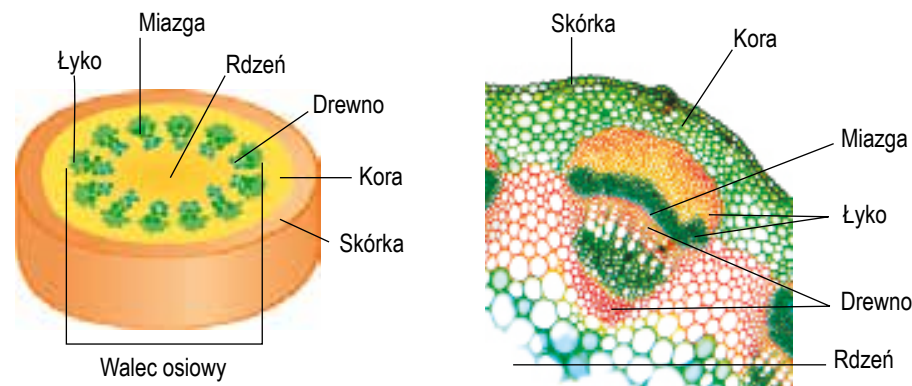
Ryc. 97. Krótkopędy i długopędy topoli

światła, posiada długie międzywęzła i jest częścią pędu wydłużonego. Łodygi z bardzo krótkimi międzywęzłami tworzą krótkopędy, umożliwiające gęstsze rozmieszczenie liści. U *topoli* długopędy tworzą gałązki szkieletowe, lecz większość liści jest rozmieszczona na drobnych krótkopędach (ryc. 97).

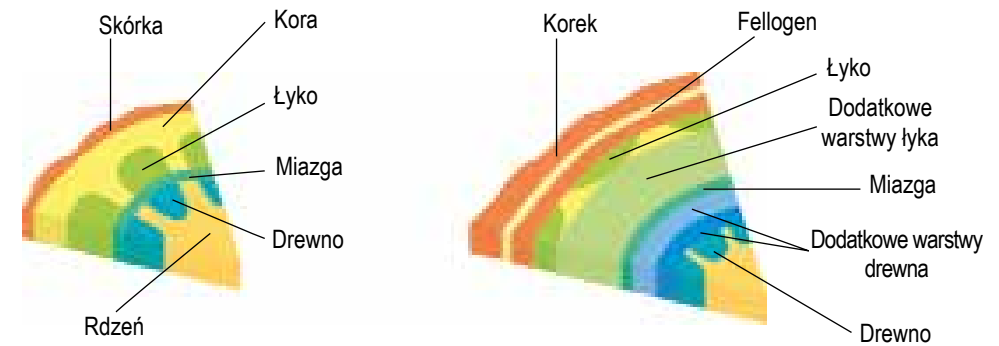
**Budowa wewnętrzna młodej łodygi.** W młodej łodydze, podobnie jak w korzeniu, rozróżniamy *skórkę, korę i walec osiowy* (ryc. 98).

**Skórka** należy do tkanki okrywającej. Chroni ona wewnętrzne tkanki łodygi przed uszkodzeniem, umożliwia wymianę gazową i parowanie wody, chroniąc roślinę przed przegrzaniem

Pod skórką znajduje się **kora** (złożona z tkanek miękkich), w której magazynują się substancje odżywcze. W korze znajduje się tkanka wzmacniająca, zapewniająca roślinom odporność na zginanie i rozciąganie. Na przykład u turzycy komórki tkanki wzmacniającej tworzą w korze trzy



Ryc. 98. Budowa wewnętrzna młodej łodygi zielnej



Ryc. 99. Schemat budowy młodej jednorocznej i dorosłej dwuletniej łodygi drzew

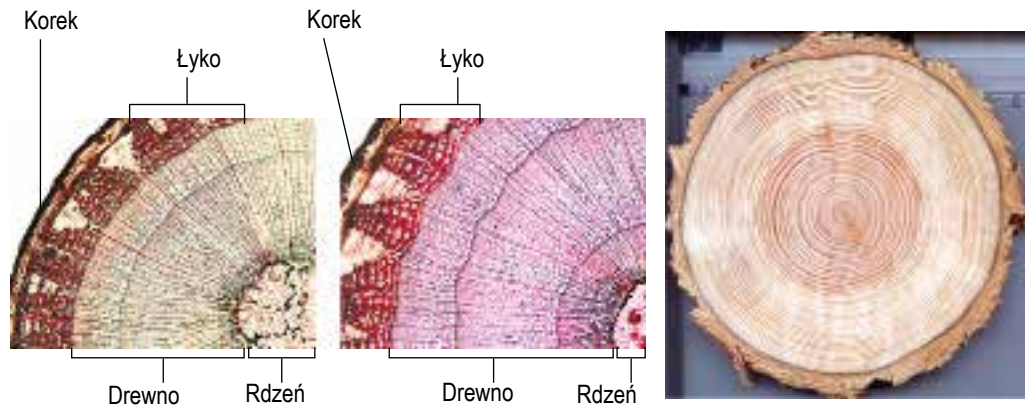
warstwy. Przez to jej łodyga w przekroju poprzecznym jest trójkątna. U *mięty* i *pokrzywy* takich warstw jest cztery, dlatego ich łodyga jest czworokątna. Często komórki zewnętrznej warstwy kory posiadają chloroplasty. Dlatego młoda łodyga z reguły jest zielona i zdolna do fotosyntezy.

Pod korą znajduje się **walec osiowy**. W odróżnieniu od korzenia tworzy go nie jedna, a kilka *wiązek przewodzących*. Są one owalne w przekroju i złożonymi z drewna rozmieszczonego ze strony zewnętrznej i łyka – ze strony wewnętrznej. Pomiedzy drewnem a łykiem rozmieszczona jest **miazga** – tkanka twórcza boczna (wtórna). Wiązki przewodzące wykonują funkcję transportową: w naczyniach drewna od korzeni do liści płynie woda wraz z rozpuszczonymi w niej substancjami (przeważnie – mineralnymi). Przez rurki sitowe w łyku od liści do korzenia są transportowane rozpuszczone substancje organiczne powstające w procesie fotosyntezy. Oprócz tego drewno wzmacnia łodygę. W młodej łodydze część drewna w porównaniu z tkanką miękką jest niewielka. Taka łodyga jest giętka i nazywa się *zielną*.

W samym środku łodygi znajduje się *rdzeń*, który jest zbudowany ze spichrzowej tkanki miękkiej.

**Wzrost łodygi na grubość. Pierścienie roczne.** U dorosłych wieloletnich roślin, szczególnie drzew, łodygi mogą osiągać znaczną grubość. Zachodzi to dzięki bocznej tkance twórczej – miazdze, która powoduje grubienie łodygi wielu roślin (ryc. 99). Miazga w łodydze powstaje w postaci pierścienia przecinającego wiązki przewodzące pomiędzy łykiem a drewnem. W stronę łyka tworzy dodatkowe warstwy łyka, a w stronę drewna – dodatkowe warstwy drewna.

W łodydze rośliny drzewnej miazga budzi się wiosną po śnie zimowym i wytwarza najgrubsze naczynia drewna. Dlatego to drewno jest najjaśniejsze-



Ryc. 100. Przekroje poprzeczne przez gałązki lipy różnego wieku



Ryc. 101. Poprzeczny przekrój pnia drzewa

sze. Pod koniec okresu wzrostu miazga wytwarza najcieńsze naczynia, a więc – najciemniejsze drewno (ryc. 100). Dlatego **pierścień roczny** (warstwa drewna powstająca w ciągu roku) jest jaśniejszy w środku i ciemniejszy na zewnątrz.

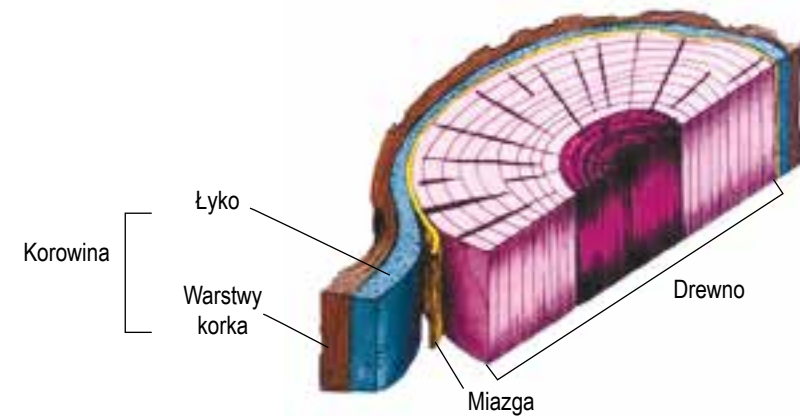
Na przekroju pnia koncentryczne pierścienie roczne są dobrze obserwowane nawet bez pomocy przyrządów powiększających (ryc. 101). Według nich wyznacza się wiek drzewa. Zwróć uwagę, że pierścienie roczne nie są jednakowe. Szerszy pierścień powstaje pod wpływem ciepłej i wilgotnej pogody, a węższy – podczas niesprzyjających dla drzewa warunków klimatycznych. Każdy pierścień jest szerszy od tej strony pnia, która jest najczęściej ogrzewana słońcem.

Oprócz tego u roślin drzewnych nad łykiem stale narasta osobliwa tkanina okrywająca – **korek**, który stopniowo wymienia obumierającą skórę i korę młodej łodygi. Korek tworzy się z innej tkanki twórczej – **fellogenu** („miazgi korkotwórczej”). Komórki korka prędko obumierają, lecz dzięki podziałowi fellogenu warstwa korka nie zmniejsza się, a u niektórych drzew – takich jak *dąb korkowy* – z wiekiem poważnie zwiększa się.

Kiedy człowiek wykorzystuje drewno w gospodarce, to on zdejmuje z pnia tak zwaną „**korę drzewną**” – korowinę. Odrywanie tkanek korowiny od drewna zachodzi po najwięcej delikatnej tkance – miazdze. Otóż **korowina** jest złożona z korka i łyka (ryc. 102).

**Drewno jako surowiec przemysłowy.** Człowiek wykorzystuje wszystkie części pnia drzewa. Dawni Słowianie z łyka młodej lipy wyplatali postole (łapcie) i mocne tkaniny, skręcali sznurki (przypomnij sobie powiedzonko „Obedrzeć jak lipkę”).

Z korka dębu korkowego wyrabia się lekki i sprężysty materiał o tej samej nazwie. Do tej pory korkuje się nim butelki z różnymi napojami,



Ryc. 102. Stosunek korowiny, miazgi i drewna w pniu drzewa

wyrabia splotki wędkarskie, ratownicze kamizelki, zastosowuje w budownictwie. Ze względu na korek dęb korkowy specjalnie jest uprawiany w państwach śródziemnomorskich (ryc. 103).

Jednak człowiek szeroko wykorzystuje drewno. Jest ono i materiałem budowlanym, i paliwem, i surowcem do produkcji papieru, niektórych rodzajów włókna sztucznego i in.

Drewno różnych drzew posiada różne właściwości. Lekkie w obróbce drewno sosny i świerka wykorzystywane jest przy pracach budowlanych, twarde drewno buka, orzecha i dębu – do produkcji mebli, miękka lipa – do wykonania naczyń. Twarde drewno, które jest przesiąknięte smolami i garbnikami, ma piękny ciemny kolor i jest odporne na gnicie – to surowiec cenny w meblarstwie i zdobnictwie. Najlżejsze (5 razy lżejsze od wody) jest drewno ogorzałki wełnistej (balsy). Jest to doskonały materiał do budowy szybowców, łodzi, desek do windsurfingu. Najcięższe i najtwardsze jest drewno „drzewa żelaznego” – ono nawet tonie w wodzie. Kiedyś z niego produkowano mocne rzeczy – od kijów brytyjskich policjantów do łożysk i tulei śmigła statków.



Ryc. 103. Robienie zapasów korka z drzewa korkowego

1. Długość międzywęźli łodygi decyduje albo o szybszym wzniesieniu liści na wysokość umożliwiającą skuteczniejsze korzystanie ze światła, albo o gęstszym rozmieszczeniu liści na łodydze.
2. Tkanki wzmacniające i drewno zapewniają łodydze odporność na zginanie. Z wiekiem łamliwość łodygi wzrasta, a giętkość – zmniejsza się.
3. Wiązki przewodzące zapewniają transport substancji w łodydze.
4. U wielu roślin z czasem łodyga znacznie grubieje dzięki bocznym tkanom twórczym, przede wszystkim – miazdze.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Łodyga, korek, korowina, pierścień roczny, miazga, fellogen.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Jakie tkanki pełnią ekonomiczno-podporową funkcję w łodydze, na której są rozmieszczone?
2. Przez jaką część łodygi i w jakim kierunku (wstępującym czy zstępującym) odbywa się transport substancji organicznych?
3. Przez jaką część łodygi i w jakim kierunku (wstępującym czy zstępującym) odbywa się transport wody i substancji mineralnych?
4. Dlaczego roślina zginie, jeśli oderwiemy z niej pierścień korowiny?
5. Co to są pierścienie roczne i jak one powstają?

#### ZADANIE

1. Porównaj obrazy przekrojów poprzecznych gałązek lipy na ryc. 100. Czy można wyznaczyć ich wiek? Jak sądzisz, o jakiej porze roku są ścięte te gałązki?
2. Opierając się na zdobytych wiadomościach o tkankach roślin, wypełnij w zeszytcie tabelkę.

Warstwa pnia drewna	Z jakich tkanek jest złożona	Funkcje
Korowina		
Miazga		
Drewno		
Rdzeń		

3. Niektóre drzewa rosną w krajach, w których występują dwa wilgotne i ciepłe okresy w ciągu roku. Jak sądzisz, czy można tam obserwować w drewnie pierścienie roczne? Czy to będą pierścienie roczne?

#### DLA DOCIEKLIWYCH

Największej grubości osiągają pnie zdumiewających drzew afrykańskich – *baobabów* (ich średnica wynosi około 15 m) (ryc. 104). W okresie suszy te drzewa zrzucają liście i wykorzystują wodę zmagazynowaną w pniu. Ludność miejscowa wykorzystuje wypróchniałe pnie baobabów na schronienia: pocztę, przejściowe mieszkanie, a nawet na bar czy restaurację.

Najstarszym drzewem na Ziemi, którego wiek udało się ustalić według pierścieni rocznych, jest *sosna*, rosnąca w górach na południowym zachodzie USA. Żyje ona już 4800 lat. Około 4000 lat żyją sekwoje z Południowej Ameryki. Wśród naszych długowiecznymi drzewami są *dąb* i *lipa* (ponad 1000 lat), *buk*, *klon*, *świerk*, *jodła* (500–700 lat). *Grab*, *olsza*, *sosna pospolita*, *jabłoń* i modrzew żyją stosunkowo niedługo – 200–300 lat, a *osika*, *brzoza* i *jarzębina* jeszcze mniej (do 100–150 lat).



Ryc. 104. Baobab

#### § 28. LIŚĆ – BOCZNY NARZĄD PĘDU



Dowiesz się o podstawowych cechach i różnorodności budowy zewnętrznej liścia, a także o opadaniu liści i jego znaczeniu dla rośliny.

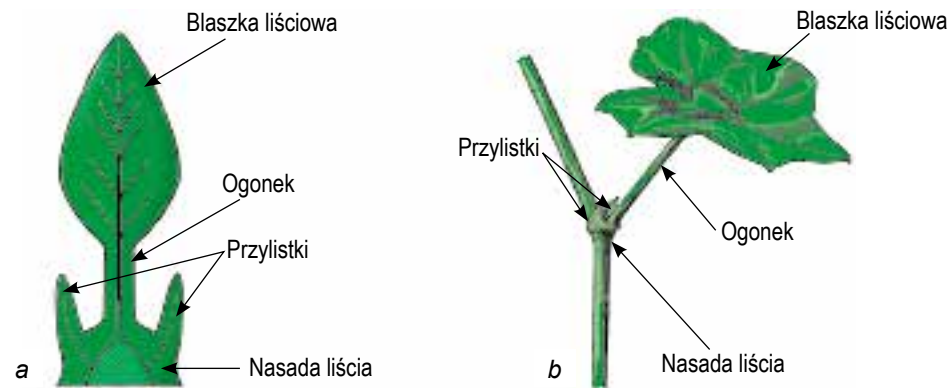


Dlaczego liście są tak różnorodne? Do czego liściom potrzebne są nerwy? Dlaczego wiosną liście są zielone, a jesienią – żółte?

**Liść** – to boczny narząd pędu, którego głównymi funkcjami są odżywianie powietrzne, fotosynteza i parowanie wody.

**Części liścia.** Typowy liść jest złożony z czterech części: *nasady liścia*, *przylistków*, *ogonka* i *blaszki liściowej* (ryc. 105). Takie liście nazywają się *ogonkowymi*.

**Nasada liścia** – część liścia, za pomocą której on jest połączony z łodygą i do której są przytwierdzone pozostałe części liścia. U niektórych roślin ona ma wygląd tylko niedużego pagórka w miejscu przytwierdzenia liścia. Jednak często (*zboża*, *koper* i in.) nasada liściowa rozrasta się i ogarnia łodygę, tworząc *pachwinę*, która chroni pąk pachwinowy (ryc. 106). Taką nasadę nazywamy *pachwiną liściową*.

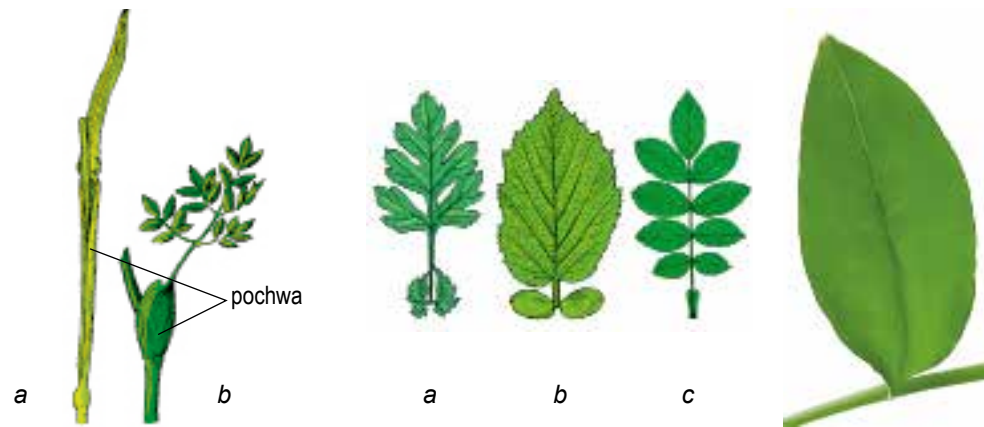


Ryc. 105. Podstawowe części liścia:  
a – schemat budowy liścia; b – liść pelargonii

**Przylistki** – są to niewielkie, łuskowate lub listkowate twory, widoczne z obu stron nasady ogonka liściowego (ryc. 107). Chronią one blaszkę liściową rozwijającego się liścia. Dlatego często przylistki przekształcają się w łuseczki pąków (*leszczyna, buk*). Często przylistki wczesnie obumierają i nie są dostrzegalne w rozkrytych liściach (*brzoza, dąb, leszczyna, pokrzywa*). Spotykają się także liście bez przylistków.

**Ogonek** – jest to zwężona, czasami prawie cylindryczna, sprężysta część liścia ustawiająca blaszkę liściową w kierunku promieni słonecznych. Liść, który nie posiada ogonka, nazywa się liściem siedzącym (bezogonkowym) (ryc. 108).

**Błazka liściowa** – płaska część liścia, która przede wszystkim jest odpowiedzialna za fotosyntezę i parowanie wody. Jej wygląd zewnętrzny (ogól-



Ryc. 106. Liście traw (a) i selerowatych (b) z nasadami przekształconymi w pochwy

Ryc. 107. Liście ogonkowe z przylistkami: a – głogu, b – leszczyny, c – dzikiej róży

Ryc. 108. Liść siedzący miodunki

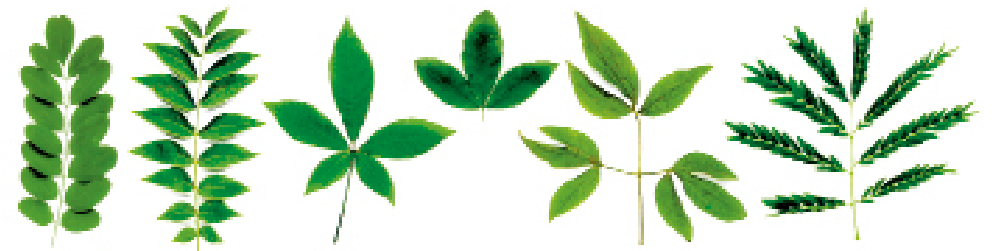
ne zarysy, kształt brzegu, szczytu i podstawy) jest u różnych roślin bardzo różnorodny (ryc. 109). *Liście proste* posiadają jedną blaszkę liściową na ogonku, która może być mniej lub bardziej rozcięta po brzegach. *Liście złożone* mają kilka blaszek liściowych, połączonych z ogólnym ogonkiem liściowym za pomocą swych krótkich ogonków i przy obumieraniu każdy taki listeczek odpada osobno (ryc. 110).

Na blaszkach liściowych dobrze wyróżniają się *nerwy (żyłki)*. **Nerw** – to zgrubienie blaszki liściowej, w której przechodzi jedna lub kilka wiązek przewodzących. Przez nerwy z łodygi nadchodzi woda z substancjami mineralnymi, a produkty fotosyntezy transportują się z liścia do łodygi. Nerwy tworzą rusztowanie, na którym rozpięta jest blaszka liścia. Sposób rozmieszczenia nerwów w blaszce liściowej nazywa się **nerwacją** (ryc. 111).

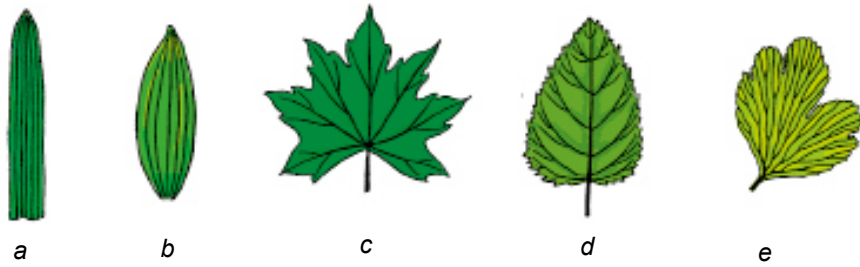
**Ulistnienie.** U różnych roślin liście na łodydze pędu rozmieszczone są w określonym porządku. Ten porządek nazywa się **ulistnieniem**. Bardzo często u roślin spotyka się ulistnienie skrętoległe, przy którym w każdym węźle znajduje się jeden liść, a liście w kolejnych węzłach są rozmieszczone spiralnie (*trawy, turzyca, dzika róża*). Przy ulistnieniu naprzeciwległym w każdym węźle rosną po dwa liście, położone naprzeciw siebie, a pary liści



Ryc. 109. Różnorodne kształty blaszek liściowych



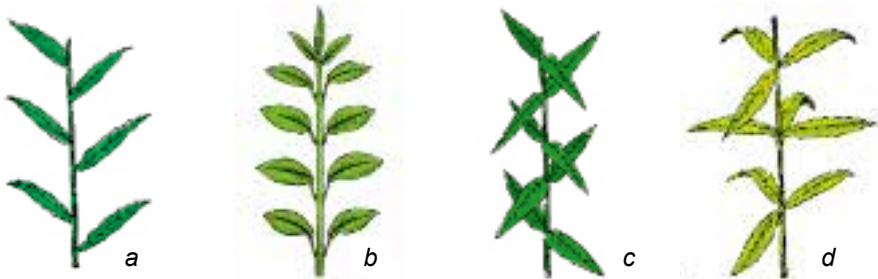
Ryc. 110. Przykłady liści złożonych



Ryc. 111. Nerwacja liści: a – równoległa; b – łukowata; c – dłoniasta; d – pierzasta; e – widelkowata

znajdują się w jednej płaszczyźnie (*tojeść rozestana*). Często występującym rodzajem ulistnienia naprzeciwległego jest ulistnienie nakrzyżległe, gdy pary liści ułożone są w kolejnych węzłach pod kątem prostym względem siebie (*mięta, szalwia*). Przy ulistnieniu okółkowym z każdego węzła wyrastają trzy i więcej liści (*tojeść pospolita, moczarka*) (ryc. 112).

**Opadanie liści.** Trwałość życia liści od ich rozpuszczania do obumierania u różnych gatunków jest różna. Znane są rośliny pustynne, które nigdy nie zrzucają liści. Żyją one wraz z całą rośliną kilkaset lat (*welwiczja przedziwna*) (ryc. 185, c). Jednak najczęściej liść żyje od kilku miesięcy do kilku lat. W krajach z klimatem umiarkowanym (zwłaszcza na Ukrainie) liście wielu roślin wyrastają wiosną, a jesienią obumierają i opadają. Takie zjawisko nazywa się **listopadem**. Roczny naturalny listopad zmniejsza na zimę powierzchnię parowania roślin. Razem z liśćmi roślina pozbywa się szkodliwych produktów czynności życiowych, gromadzących się w ciągu okresu wzrostu w wodniczках jej komórek. Opadanie liści zwykle uprzedza niszczenie chlorofilu maskującego w żywych liściach różnorodne dodatkowe substancje żółtej i czerwonej barwy. Dlatego pozbawione chlorofilu liście jesienne nabywają jaskrawo żółtego i czerwonego zabarwienia.



Ryc. 112. Ulistnienie: a – skrętoległe; b – naprzeciwległe; c – nakrzyżległe; d – okółkowe

Na niektórych roślinach zimą zachowują się żywe zielone liście. Czas trwania życia takich roślin wynosi kilka lat. Ponieważ u takich roślin co roku obumiera i opada tylko część liści, to listopad sezonowy u nich jest niewidoczny. Rośliny, których liście opadają na zimę (na przykład *brzoza, jabłoń*) nazywają się *liściastymi*. Rośliny, których liście żyją kilka lat i zachowują się także w okresie zimy (*świerk, laurowiśnia*), nazywają się *wiecznie zielonymi*.

#### WNIOSKI

1. Liść, jako boczny narząd pędu nie posiada wierzchołkowej tkanki tworzącej. Typowy liść składa się z nasady liścia, dwóch przylistków, ogonka i blaszki liściowej.
2. Nerwy tworzą szkielet blaszki liściowej i zapewniają transport substancji.
3. Liście różnych gatunków mają różną trwałość życia. Listopad jest przystosowaniem roślin do sezonowego braku wilgoci (zwłaszcza zimą).

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Liść, nasada liścia, przylistki, ogonek liściowy, blaszka liściowa, nerwacja, ulistnienie, listopad.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Jakie funkcje pełni każda z podstawowych części liścia?
2. Na czym polega różnica między liściem prostym a złożonym?
3. Co to jest nerw liścia i jakie funkcje on pełni?
4. Jakie znasz rodzaje ulistnienia?
5. Jakie jest znaczenie listopada w życiu roślin?

#### ZADANIE

Przypomnij sobie liście rozpowszechnionych na Ukrainie roślin. Rozpatrz ryciny przytoczone w paragrafie. Czy możesz rozpoznać liście rozpowszechnionych na Ukrainie roślin? Wyznacz cechy przedstawionych liści i wypełnij w zeszycie tabelkę.

Roślina	Cechy liści			
	Prosty czy złożony	Ogonkowy czy siedzący	Rodzaj nerwacji	Typy ulistnienia
Pszenica				
Dąb				
Dzika róża				
...				



## § 29. BUDOWA WEWNĘTRZNA LIŚCIA

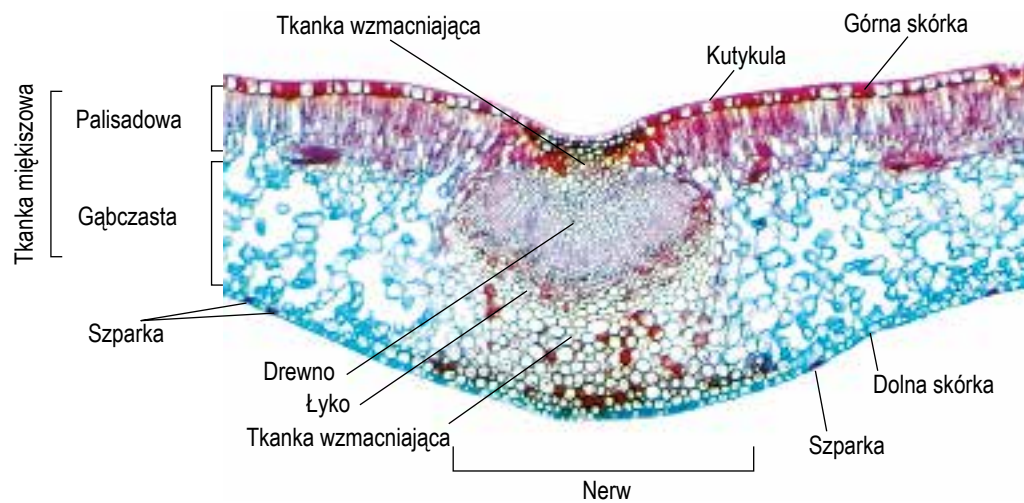


Dowiedz się o tym, jak budowa wewnętrzna liścia umożliwia pełnienie przez niego podstawowych funkcji – parowania wody, fotosyntezy i wymiany gazowej.



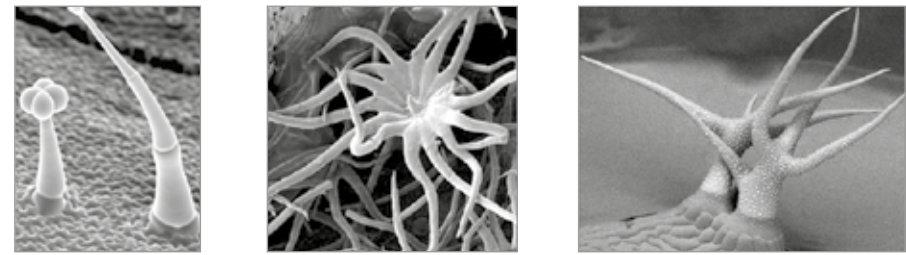
Jak do liścia dostaje się dwutlenek węgla? Czy wszystkie komórki liścia są zielone? Co jest w środku liścia?

Na przekroju poprzecznym blaszki liściowej widać, że liść składa się z tkanki okrywającej – *skórki*, tkanki miękkiszowej i wiązek przewodzących – *nerwów* (ryc. 113).



Ryz. 113. Przekrój poprzeczny liścia

**Skórka** jest rozmieszczona na powierzchni liścia. Chroni ona tkanki wewnętrzne i zapewnia współdziałanie liścia z otaczającym środowiskiem. Większość komórek skórki jest bezbarwna i przezroczysta. Szczelnie przylegają one do siebie, a ich ściany komórkowe od strony, która graniczy ze środowiskiem zewnętrznym, są zgrubiałe. Komórki wydzielają ciekłą przezroczystą warstwę substancji woskowej – **kutykulę**, która okrywa powierzchnię liścia. Bezbarwne komórki skórki mogą wytwarzać różnorodne wyrostki – *włoski* (ryc. 114). Zwarty układ komórek, zgrubienie ich ścian komórkowych, powstanie kutykuli i włosków chronią liść przed uszkodzeniami mechanicznymi, obniżają parowanie wody i wymianę gazową, rozpraszają światło.



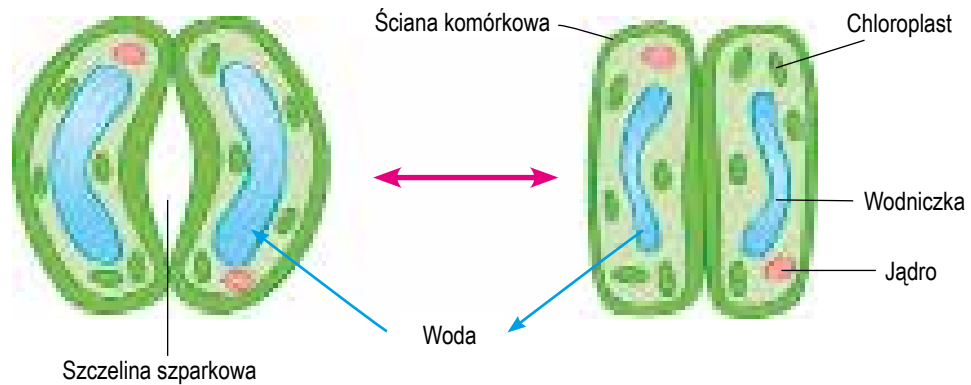
Ryc. 114. Włoski na powierzchni skórki pod mikroskopem świetlnym

Badając powierzchnię komórki żywej pod mikroskopem, możemy wśród bezbarwnych komórek zaobserwować pary komórek zielonych, które tworzą *szparki*. **Szparki** (aparatuszparkowy) – to para wydłużonych komórek o kształcie fasoli, między którymi jest otwór – **szczelina szparkowa**. Z jednej strony otwiera się ona do środowiska zewnętrznego, a z innej – do dużego przestworu komórkowego tkanki miękkiszowej. Komórki szparek są zielone, ponieważ w odróżnieniu od większości komórek skórki zawierają chloroplasty (ryc. 115). W zależności od wilgotności i oświetlenia komórki szparek zmieniają swoje kształty, regulując parowanie i wymianę gazową.

Przy dostatecznym oświetleniu i wilgotności komórki szparki wyginają się w taki sposób, że ich części środkowe rozchodzą się i szczelina szparkowa rozszerza się (ryc. 116). Przez nią z przestworu międzykomórkowego liścia na zewnątrz wyparowuje woda i liść przy tym ochładza się. Oprócz tego przez otwartą szczelinę szparkową wydostaje się tlen powstający w procesie fotosyntezy, a do przestworów międzykomórkowych z powietrza przedostaje się dwutlenek węgla. W ciemności i przy niedostatecznej wilgotności komórki szparki wyprostowują się, szczelina szparkowa zwęża się i zamyka, wskutek czego parowanie wody i wchłanianie dwutlenku węgla przez liść zmniejsza się, wydzielanie tlenu ustaje.



Ryc. 115. Zamknięta szparka pod mikroskopem świetlnym (a); otwarta i zamknięta szparka pod mikroskopem elektronowym (b)



Ryc. 116. Schemat otwierania i zamykania szparek

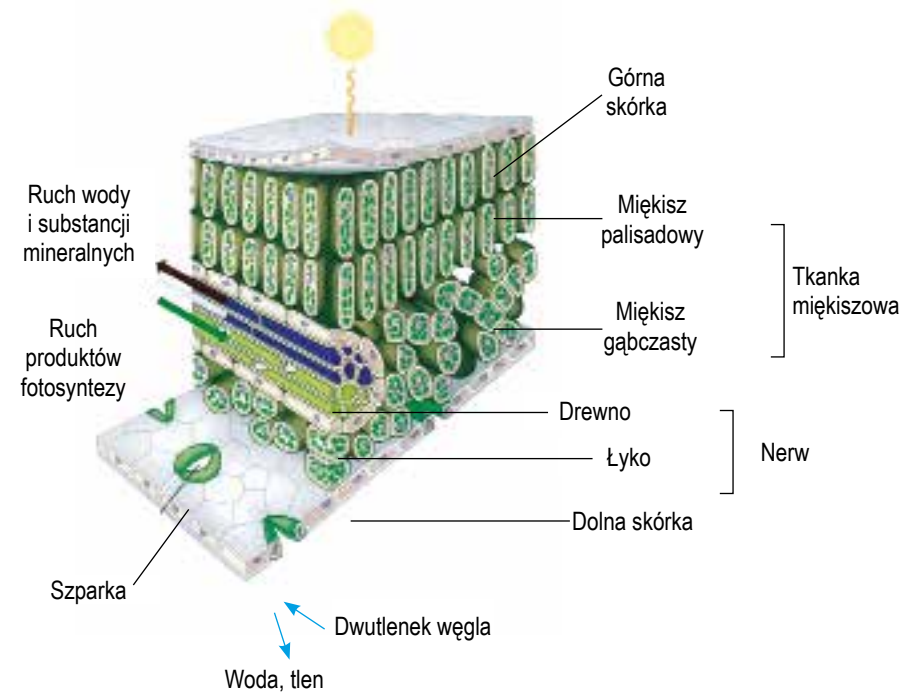
Przeważnie w budowie skórki na górnej i dolnej powierzchni blaszki liściowej obserwujemy znaczne różnice. Ściany komórkowe i kutykula górnej skórki są zgrubiałe i ona zazwyczaj nie zawiera szparek. Natomiast dolna skórka złożona jest z cienkościennych komórek, posiada cieńszą kutykulę i zawiera szparki. Jednak od tej reguły są wyjątki. Na przykład u wodnych roślin z pływającymi na powierzchni wody liśćmi (grzybień) szparki są rozmieszczone na górnej skórcie. U pustynnych roślin ze zgrubiałymi liśćmi szparki często są obecne i na dolnej, i na górnej skórcie. Przyczyną jest to, że w pustyniach odbite od powierzchni gleby światło pod względem intensywności jest prawie takie samo jak bezpośrednie promienie słoneczne, dlatego obydwie strony liścia ogrzewają się i naświetlają się prawie jednakowo.

**Tkanka miękiszowa** liścia rozmieszczona jest w blaszce liściowej między górną i dolną skórką. Składa ona się z komórek z licznymi zielonymi chloroplastami, to znaczy jest tkanką fotosyntetyzującą. U wielu roślin komórki tkanki miękiszowej pod górną skórką wyglądają jak zwarcie ułożone słupki, między którymi prawie nie ma przestworów międzykomórkowych. Tworzą one **miękiś palisadowy**, w którym bardzo intensywnie zachodzi fotosynteza. Natomiast komórki przylegające do dolnej skórki posiadają bardziej okrągłe i nieregularne kształty, między nimi znajdują się duże przestwory międzykomórkowe. Największe z nich są rozmieszczone koło szparek. Ta część tkanki miękiszowej nazywa się **miękiśzem gąbczastym**. W nim intensywnie zachodzi nie tylko fotosynteza, lecz także oddychanie.

U roślin, które potrzebują dużo światła, w liściu rozwija się więcej warstw miękiszu palisadowego. Natomiast u gatunków, które rosną w cieniu, tej tkanki w ogóle może nie być.

**Nerwy** są rozmieszczone w tkance miękiszowej. Poszczególne **nerw liścia** złożony jest z jednej lub kilku wiązek przewodzących, u których naczynia drewna są skierowane do górnej, a łyko z rurkami sitowymi – do dolnej skórki. Wiązki przewodzące są wzmocnione pasmami tkanki wzmacniającej, które często są lepiej rozwinięte w łyku (z dolnej części skórki). One wzmacniają liść, nadając mu giętkość, ale nie twardość.

**Jak pracuje liść?** Rankiem, gdy wschodzi słońce, komórki miękiszowe rozpoczynają fotosyntezę. Wchłaniają one z przestworów międzykomórkowych dwutlenek węgla i wodę, którą dostarczają naczynia drewna znajdujące się w nerwach. Natomiast wydzielają tlen jako uboczny produkt fotosyntezy (ryc. 117). Zawartość tlenu i wody w przestworach międzykomórkowych zwiększa się, a dwutlenku węgla – obniża się. Liść nagrzewa się od promieni słonecznych i wtedy szparki otwierają się. Przez nie zaczyna parować woda, ochładzając tkankę miękiszową. Na zewnątrz z przestworów międzykomórkowych wyprowadza się tlen, a do wnętrza nadchodzi powietrze z dwutlenkiem węgla. Substancje organiczne, utworzone przez miękisz asymilacyjny, wyprowadzają się do przestworów międzykomórkowych. Z nich dostają się do rurek sitowych, znajdujących się w łyku nerwów i transportują się do łodygi oraz korzenia. Tam gromadzą się w postaci zapasowych substancji odżywczych, są wykorzystywane podczas oddychania i przekształcają się na



Ryc. 117. Schemat budowy wewnętrznej liścia i przemiany substancji w procesie fotosyntezy

złożone substancji organiczne, z których tkanki twórcze tworzą nowe komórki.

Gdy słońce zachodzi, fotosynteza ustaje i szparki zamykają się. Lecz komórki nadal oddychają, wskutek czego w przestworach międzykomórkowych wzrasta zawartość dwutlenku węgla, a tlenu – obniża się. Ponieważ przestwory komórkowe nie są układem hermetycznym, to część dwutlenku węgla przez niedomknięte szczeliny szparkowe dostaje się na zewnątrz, a powietrze wzbogacone tlenem – do środka. Dlatego w pomieszczeniu, gdzie są rośliny, powietrze w dzień zawiera więcej tlenu, a mniej dwutlenku węgla. W nocy – na odwrót.

#### WNIOSKI

1. Skórka chroni liść przed uszkodzeniem i wysychaniem, przez szparki reguluje parowanie wody i wymianę gazową.
2. Tkanka miękiszowa liścia dokonuje fotosyntezy.
3. Nerw liścia usztywnia blaszkę liściową i zapewnia transport wody w raz z rozpuszczonymi w niej substancjami przez wiązki przewodzące.
4. Tkanki blaszki liściowej regulują parowanie i wymianę gazową, w ten sposób zapewniając wysoką efektywność fotosyntezy, która zachodzi w liściu.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Kutykula, skórka listka, szparka, szczelina szparkowa, miękisz palisadowy, miękisz gąbczasty, nerw liścia.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Jakie są funkcje skórki? Dlaczego ma ona różną budowę na górnej i dolnej powierzchni liścia?
2. Co to są szparki, jak one regulują parowanie wody i wymianę gazową?
3. Jaka jest podstawowa funkcja tkanki miękiszowej liścia, czym uwarunkowana jest różnica w jej budowie pod górną i nad dolną skórką?
4. Jakie funkcje pełnią tkanki przewodzące, wchodzące do składu nerwu?

#### ZADANIE

Wszyscy wiemy, że grzybieńce pływają na powierzchni wody, moczarka – w toni wodnej, brzoza rośnie na łądzie, aloes – w warunkach suchych. Przepisz proponowane zdania do zeszytu i uzupełnij odpowiednimi terminami.

Na liściach \_\_\_\_\_ szparki są rozmieszczone w skórce górnej, ponieważ \_\_\_\_\_. Budowa liścia \_\_\_\_\_ jest typowa dla roślin łąkowych strefy umiarkowanej. Liście \_\_\_\_\_ nie posiadają kutykuli, ponieważ ona rośnie w toni wodnej (jest zanurzona w wodzie). Najgrubsza kutykula rozwija się na liściach \_\_\_\_\_, ponieważ \_\_\_\_\_.

## § 30. MODYFIKACJE PĘDU I JEGO CZĘŚCI



Dowiesz się, dlaczego powstają modyfikacje (przekształcenia) pędu i jego części; jakie bywają modyfikacje; jaki narząd rośliny jest przed tobą.



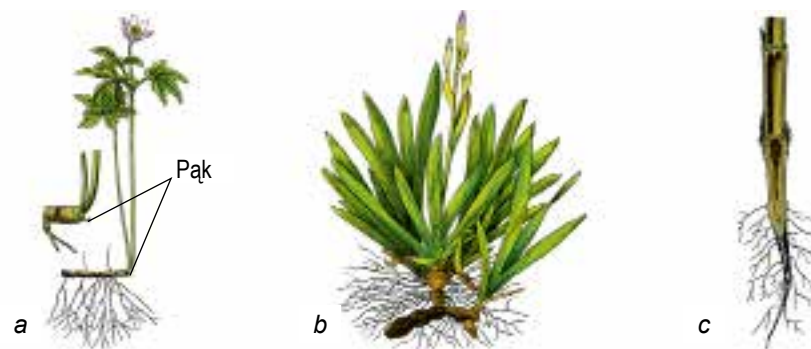
Jakie są niezwykle rośliny? Jakie bywają rośliny drapieżne?

Pęd jest złożonym narządem, który oprócz podstawowych funkcji może pełnić dodatkowe. Powstają wtedy modyfikacje całego pędu (pęd przekształcony) lub poszczególnych jego części (łodygi lub liści).

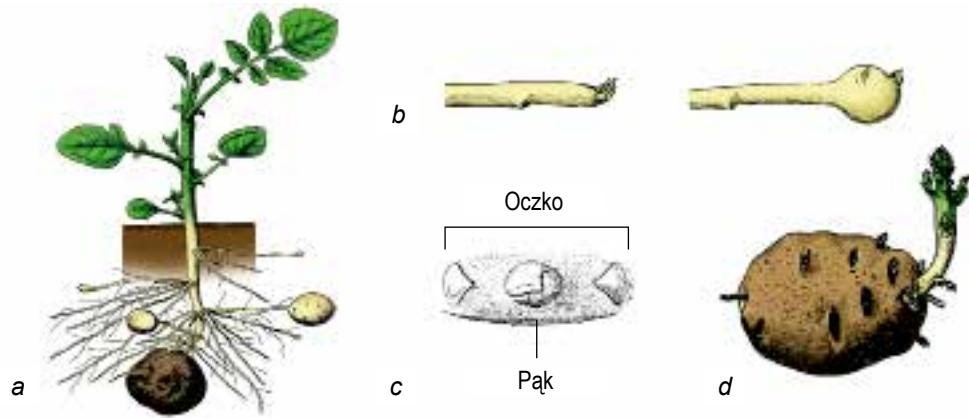
**Podziemne pędy przekształcone.** Pęd typowy – to narząd nadziemny. Dlatego pęd, który znajduje się w glebie, jest pędem przekształconym. Pędy podziemne magazynują substancje zapasowe, pozwalając roślinom przetrwać niesprzyjające okresy i prędko rozpowszechniać się na dużych obszarach.

Podziemne pędy przekształcone często podobne są do korzeni, lecz można je rozpoznać według następujących cech: a) oś pędu podziemnego zawsze jest podzielona na węzły i międzywęzła; b) posiada łuskowate liście; gdy one prędko obumierają, to pozostawiają po sobie blizny liściowe; c) łodyga pędu podziemnego zawiera pąki pachwinowe; d) wierzchołkowa tkanka twórcza – to pąk szczytowy, który nigdy nie jest okryty czapeczką. Przykładami przekształconych pędów podziemnych są *kłącza*, *bulwy*, *cebule*, *bulwocebule*.

**Kłącze** – pęd podziemny z trwałym wierzchołkowym wzrostem, którego łodyga pełni funkcję magazynującą, a liście z reguły są przekształcone w łuski ochronne (ryc. 118). Kłącza z mocno wydłużonymi międzywęzłami (rozłogi) przyczyniają się do prędkiego rozprzestrzeniania się roślin na



Ryc. 118. Kłącza zawiłca gajowego (a), kosaćców (b), szczywołu plamistego (c)

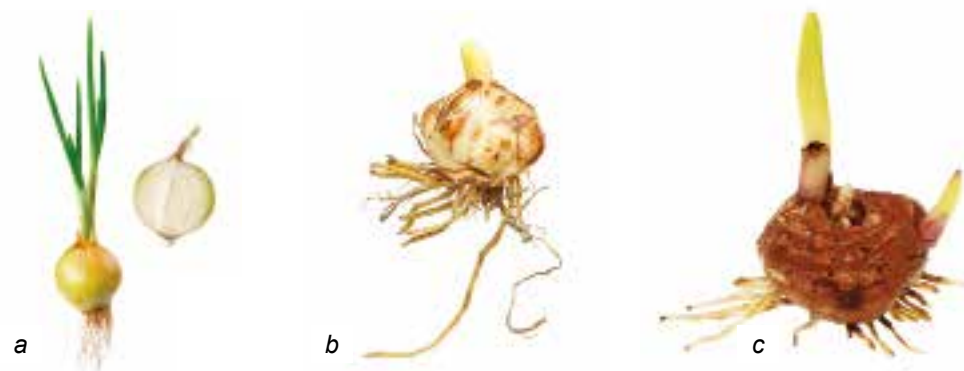


Ryc. 119. Bulwa ziemniaka: a – podziemna część rośliny z bulwą macierzystą; b – rozwój młodej bulwy na końcu podziemnego rozłogu; c – łuskowaty liść i pąki pachwinowe (oczko); d – kiełkowanie wierzchołkowego pąku bulwy

nowych obszarach gleby (*zawilec gajowy*, *perz*). Kłaczka z krótkopędami (na przykład, u *koscińców*) pełni wyłącznie funkcję magazynującą.

**Bulwa** ma ograniczony wzrost wierzchołkowy i silnie zgrubiałą łodygę, w której magazynują się substancje odżywcze (ryc. 119). Liście bulwy są drobne, łuskowate. U bulwy *ziemniaka* wyglądają jak nieduże łuseczki, w których pachwinach są rozmieszczone pąki pachwinowe – oczka. Bulwy ziemniaka rozwijają się na końcach podziemnych, bardzo wydłużonych i niedługowiecznych pędów.

**Cebula** – pęd podziemny z długotrwałym lub skróconym wzrostem wierzchołkowym, którego łodyga – piętko – jest silnie skrócona, a liście przekształcone w soczyste łuski pełniące funkcję magazynowania substancji odżywczych (ryc. 120, a, b). Cebule posiadają *lilia*, *tulipan*, *cebula zwyczajna*.



Ryc. 120. Cebule cebuli zwyczajnej (a) i lili (b), bulwocebula mieczyka (c)

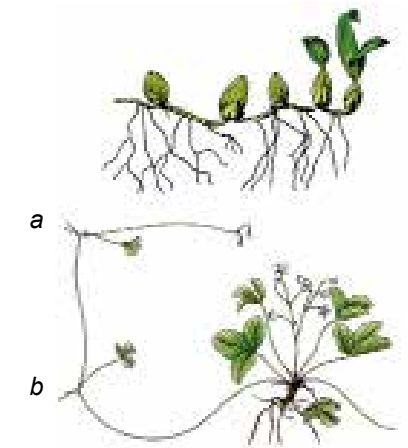
**Bulwocebule** (u *gladiolusa*, *szafranu*) – są to skrócone pędy podziemne, przypominające swym kształtem cebulę, w których jednak substancje odżywcze magazynuje mięsista, zgrubiała łodyga, pokryta suchymi łusczkami (ryc. 120, c).

**Przekształcone pędy nadziemne** nie tylko magazynują substancje odżywcze i zapewniają rozsiedlanie roślin, ale mogą pełnić inne funkcje: wyszukiwać podpory dla roślin z giętką łodygą, wychwytywać z powietrza wilgoć lub bronić roślinę przed zjadaniem przez zwierzęta. Modyfikacje mogą dotyczyć obydwu części pędu (jednocześnie łodygi i liścia) lub tylko jednej jego części – albo liścia, albo łodygi. Dlatego modyfikacje nadziemnych pędów są bardziej różnorodne niż podziemnych.

Na przykład, **modyfikacje obu części pędu** można obserwować u wielu *kaktusów* i *tropicznych mleczy*: ich łodyga jest zgrubiała, soczysta, zielona, magazynuje wodę i dokonuje fotosyntezy, a liście są rozmieszczone na krótkopędach pachwinowych i przekształcone w kolce.

Przykładem **przekształconej łodygi** są *bulwy nadziemne (kalarepa, liczne storczyki tropikalne)*. Ich łodyga jest zgrubiała, mięsista i gromadzi dużo substancji odżywczych, a rozmieszczone na niej liście są nieprzekształcone (ryc. 121, a). Rozpowszechnioną przekształconą łodygą są wąsy – krótkotrwałe płożące się pędy nadziemne z bardzo długimi międzywęzłami. W węzłach takich pędów powstają nowe roślinki. Przy pomocy wąsów roślina prędko rozsiedla się na nowych terenach. Przykładem są *truskawki* (ryc. 121, b).

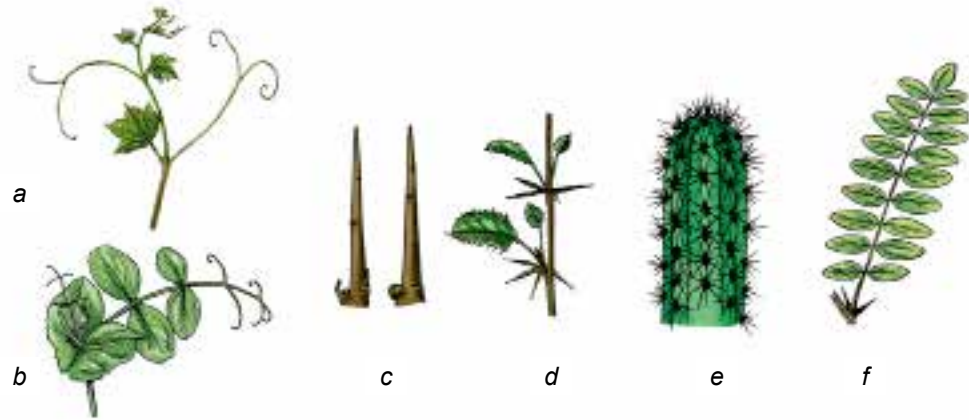
Najbardziej egzotyczny przykład **liści przekształconych** możemy obserwować u roślin owadożernych – *rosiczki*, *muchotówki amerykańskiej*, *dzbanecznika*. Ich liście przekształcają się na pułapki z różnymi mechanizmami wabienia, utrzymywania i trawienia owadów i innych drobnych zwierząt (ryc. 122, 125, 126). Rośliny owadożerne spotykają się tam, gdzie w glebie jest niedostateczna ilość azotu, który jest ważnym składnikiem odżywiania mineralnego.



Ryc. 121. Modyfikacje pędów nadziemnych: a – bulwy nadziemne storczyków; b – wąsy truskawki



Ryc. 122. Rosiczka okrągłolistna



Ryc. 123. Wąsy (a, b) i kolce (c – f): a – winorośl z wąsami pochodzenia pędowego; b – wąsy pochodzenia liściowego u grochu; c – kolce pochodzenia pędowego u głogu; kolce pochodzenia liściowego: d – berberysu; e – kaktusa; f – akacji białej



Ryc. 124. Przekształcone w kolce pędy z pąków śpiących glicydzii

Rozpowszechnionymi przekształceniami całego pędu lub jego liści są *wąsy* i *kolce* (ryc. 123, 124). Dzięki *wąsom* roślina czepia się podpory i owija ją (*winorośl*, *fasola*, *groch*). Wiele roślin (*tarnina*, *głóg*, *berberys*, *akacja biała*) posiada *kolce*, chroniące powierzchnię rośliny przed zjadaniem przez zwierzęta i uszkodzeniem jej przez bardzo jasne światło; w miejscach suchych w godzinach porannych nawet wychwytują z powietrza parę wodną.

### WNIOSKI

1. Pędy podziemne zawsze są przekształcone w związku z magazynowaniem substancji odżywczych (które są wykorzystywane do przetrwania okresów spokoju) lub z prędkim rozsiedleniem roślin na nowych terenach.
2. Przekształcenia pędów nadziemnych powstają wskutek wzmożonej funkcji magazynowania substancji odżywczych lub wody i pełnienia przez łodygę funkcji fotosyntetyzującej, obronnej i czepnej.
3. Pędy przekształcone zachowują charakterystyczny dla typowego pędu sposób powstawania i budowę. To znaczy, że łodyga, liście i pąki pędu przekształconego są rozmieszczone tak samo jak na pędzie zwyczajnym.

### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Kłaczce, bulwa, cebula, bulwocebula, wąsy, kolce.

### PYTANIA KONTROLNE

1. Jakie znasz przekształcone pędy podziemne?
2. Czym odróżniają się przekształcone pędy podziemne od korzeni?
3. Jakie znasz przekształcone pędy nadziemne?
4. Jakie przekształcenia pędów – podziemne czy nadziemne – są bardziej różnorodne i dlaczego?

### ZADANIE

Przerysuj do zeszytu i wypełnij tabelkę. Porównaj podziemne pędy magazynujące i powiedz, czym one różnią się między sobą.

Cechy	Pęd przekształcony			
	Kłaczce	Bulwa	Cebula	Bulwocebula
Czas trwania wzrostu				
Kształt łodygi				
Funkcje łodygi				
Kształt liści				
Funkcje liści				

### DLA DOCIEKLIWYCH

#### Rośliny owadożerne

Na Ukrainie na terenach bagiennych rośnie *rosiczka okrągłolistna* (ryc. 122). Swoją nazwę ta nieduża roślina zawdzięcza kropelkom cieczy, które niby rosa błyszczą na wierzchołkach długich włosków okrywających liści. Owady łatwo przyklejają się do tych kropelek. Do nich powoli schylają się sąsiednie włoski, a blaszka liściowa skręca się wokół owada. Włoski wydzielają sok trawienny i wchłaniają przetrawiony pokarm.

Znacznie „szybsza” jest *muchotłówka amerykańska* rosnąca na błotach Północnej Ameryki (ryc. 125). Jeśli na nią siada owad, blaszka jej liści prędko zamyka się wzdłuż nerwu środkowego. Długie włoski czuciowe na brzegach blaszki liściowej utrzymują ofiarę dopóki ona nie przetrawi się. Po zakończeniu tego procesu liść otwiera się.

Wiele roślin owadożernych, podobnie jak tropiczna liana *dzbanecznik* wytwarza liście-dzbanki (ryc. 126). Te pułapki często wabią owady nektarem. Ofiary dostają się do liścia-dzbanki i topią się w wypełniającym go płynie. Tu bakterie i soki trawienne niszczą białka, a liść wchłania przetrawioną substancję. Wieczka dzbaneczek nie utrzymują owadów wewnątrz przekształconego liścia, a tylko zapobiegają dostaniu się do dzbaneczka wody.



Ryc. 125. Mucholówka amerykańska



Ryc. 126. Liść-dzbanek dzbanecznika

Mięsożerne rośliny są niedużych rozmiarów, niezdolne do aktywnego ruchu. One tylko biernie chwytają drobne zwierzęta, nie posiadają zębów, trucizny lub innych środków ataku. Dlatego opowiadania o okropnych roślinach – ludożercach są tylko legendą.

### § 31. ROZMNAŻANIE WEGETATYWNE ROŚLIN



Dowiedz się o tym, jak przy pomocy narządów wegetatywnych powstają nowe rośliny.



Czy można z liścia wyhodować całą roślinę? A z korzenia? Dlaczego drzewa owocowe się szczepi?

Już wiesz, że rozmnażaniem nazywa się zwiększenie liczebności osobników jednego gatunku i że rozmnażaniu zawsze towarzyszy powstanie nowych organizmów. Rozmnażanie dzieli się na **a) płciowe; b) bezpłciowe**. Znane są różnorodne sposoby rozmnażania bezpłciowego, zwłaszcza u organizmów jednokomórkowych – to podział komórki na dwie (na przykład bakterie: *pełzak*, *klejnotka*), rozmnażanie za pomocą ruchomych lub nieruchomych zarodników (przypomnij *chlorellę* i *zawłotnię*). U roślin wielokomórkowych bardzo rozpowszechnionym sposobem rozmnażania bezpłciowego jest rozmnażanie *wegetatywne*.

**Rozmnażanie wegetatywne** roślin polega na tworzeniu całego organizmu z części rośliny i opiera się na zdolności roślin do łatwego wytwarzania nowych narządów wegetatywnych, w tym utraconych lub brakujących.

*Naturalne rozmnażanie wegetatywne* zachodzi bez udziału człowieka. *Rozmnażania wegetatywnego sztucznego* człowiek dokonuje na własne potrzeby: on oddziela poszczególne części ciała rośliny i stwarza warunki do powstania nowego organizmu.

W przyrodzie **rozmnażanie wegetatywne** roślin może odbywać się za pomocą części korzenia lub pędu. Jednak częściej odbywa się ono za pomocą ich modyfikacji.

U *ostrożnia*, *chrzanu*, *rokitnika*, *wiśni* na **nieprzekształconych korzeniach** powstają pąki przybyszowe, z których wyrastają nowe rośliny. Pęd nadziemny, który rozwija się z korzeniowego pąka przybyszowego, nazywa się odroślą korzeniową. U niektórych roślin, na przykład *wierzby kruchej*, mogą zakorzeniać się **nieprzekształcone pędy** oddzielające się od rośliny macierzystej.

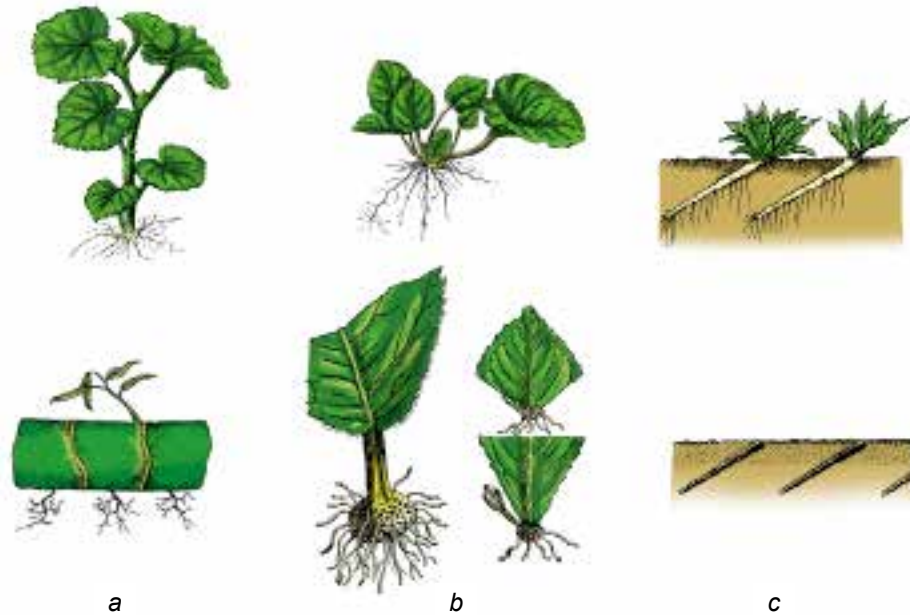
Pąki przybyszowe, na których wyrasta nowa roślina, łatwo powstają na *bulwach korzeniowych*, które są **przekształconymi korzeniami**. Za pomocą bulw korzeniowych rozmnażają się *dalie* i *ziarnopton*.

W rozmnażaniu wegetatywnym prawie zawsze biorą udział **podziemne pędy przekształcone**. Nawet nieduży fragment kłącza łatwo zakorzenia się i staje się nowym osobnikiem. Właśnie dlatego tak ciężko pozbyć się w ogrodzie złośliwego chwastu – *perzu*. Roślina, która wyrasta z *bulwy* lub *cebuli*, zazwyczaj sama wytwarza nowe bulwy i cebule.

Jednym ze sposobów wegetatywnego rozmnażania za pomocą **przekształconych pędów nadziemnych** jest rozmnażanie przez rozłogi, zwane *wąsami* (przypomnij sobie, u jakiej rośliny), *rozmnóżkami* i *bulwkami*. Rozmnożki – to wyspecjalizowane, łatwo odpadające pąki, które zakorzeniają się i dają początek nowym roślinom. Na przykład u *kalanchoe* rozmnożki rozwijają się na brzegu liścia i często kiełkują w malutką roślinkę z korzeniem jeszcze na roślinie macierzystej (ryc. 127, a). Przy najmniejszym dotknięciu te roślinki opadają i zaczynają samodzielne życie. *Bulwki* przypominają malutkie cebulki powstające w pochwach liści (*żywiec cebulkowy*, ryc. 127, b) lub w kwiatostanach zamiast kwiatów (w hodowanych odmianach *czosnku*).



Ryc. 127. Naturalne rozmnażanie wegetatywne: a – młode roślinki na liście kalanchoe; b – bulwki w kątach liści żywca cebulkowego; c – bulwki w kwiatostanie rdestu żyworodnego



Ryc. 128. Rodzaje sadzonek u roślin: a – sadzonki pędowe pelargonii i difenbachii; b – sadzonki liściowe gloksynii i sępolii; c – sadzonki korzeniowe chrzanu

**Rozmnażanie wegetatywne sztuczne.** Część ciała rośliny, którą człowiek oddziela dla rozmnażania wegetatywnego nazywa się **sadzonką**. Sadzonkami pędowymi nazywają się bezlistne części pędu z pąkami. Sadzonki liściowe – to całe liście lub ich części. Sadzonki korzeniowe – to oddzielone korzenie (ryc. 128).

Sadzonki umieszczamy w wodzie lub wilgotnym piasku, torfie, sztucznym włóknie lub ich mieszaninie przy optymalnej dla gatunku rośliny temperaturze i oświetleniu. W miejscu ścinania sadzonki rozpoczyna się intensywny podział komórek, wskutek czego wytwarza się swoisty napływ **kalus** (ryc. 129). W nim łatwo powstają korzenie przybyszowe.



Ryc. 129. Kalus u sadzonek pędowych winorośli

U sadzonek pędowych z powstaniem korzeni rozmnażanie wegetatywne kończy się, ponieważ powstaje roślina ze wszystkimi narządami wegetatywnymi. W kalusie sadzonki liściowej najpierw powinny powstać pąki przybyszowe, a z nich – pędy, na których powstają korzenie przybyszowe. Na sadzonkach korzeniowych powinny powstać pędy dodatkowe wraz z korzeniami przybyszowymi.

Przez sadzonki pędowe rozmnaża się większość roślin pokojowych, a także rośliny otwartej gleby (*porzeczka, agrest, wierzba*). Całe liście z ogonkami są wykorzystywane jako sadzonki u takich roślin pokojowych, jak *sępolie* i *begonie* (ryc. 130). Przez sadzonki korzeniowe rozmnażamy *chrzan*.

Przy rozmnażaniu przez odkłady (*porzeczka, agrest, leszczyna*) pędy niektórych roślin nachylamy do gleby i przysypujemy wilgotną ziemią. Po utworzeniu się korzeni przybyszowych i pędów odcinamy je od rośliny macierzystej (ryc. 131).

Ważną metodą rozmnażania wegetatywnego jest **szczepienie roślin**, polegające na przenoszeniu tzw. zrazu (czyli np. odciętej gałązki jednej rośliny) na podkładkę z innej rośliny, która posiada własny system korzeniowy. Podkładkę ze zrazem ściśle łączymy, doprowadzając do ich zrośnięcia się. Miejsce szczepienia zaszmarowujemy maścią ogrodniczą, która zabezpieczy go przed wyłamaaniem, nadmiernym parowaniem wody z ran oraz przed dostawaniem się chorobotwórczych patogenów. Istnieje wiele rodzajów szczepienia w zależności od techniki ścinania zrazu i podkładki oraz sposobu ich połączenia (ryc. 132).

Obecnie opracowane są laboratoryjne metody **kultury tkanek**, przy pomocy których w sztucznych sterylnych środowiskach można hodować najmniejsze pąki, otrzymywać i rozmnażać rośliny nawet z poszczególnych komórek. To są współczesne biotechnologiczne metody rozmnażania wegetatywnego roślin (ryc. 133). Pozwalają one masowo otrzymywać do wysadzania materiał, który nie zawiera niebezpiecznych dla rośliny wirusów.



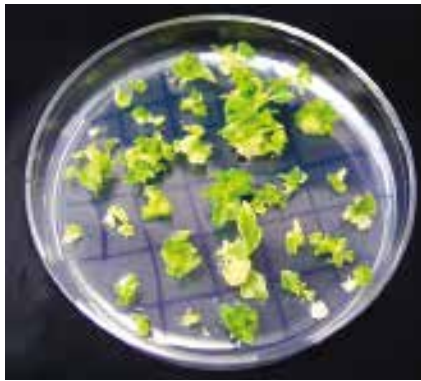
Ryc. 130. Młode rośliny na pędzie listkowym begonii



Ryc. 131. Odkłady porzeczki



Ryc. 132. Szczepienie roślin przez okulizowanie (za pomocą pąka pachwinowego) (a) i sadzonki pędowe (b)



Ryc. 133. Powstanie nowych pędów w kulturze tkanek

### WNIOSKI

1. Rozmnażanie wegetatywne roślin dokonuje się przez wielokomórkowe części ich ciała i jest możliwe dzięki łatwemu wytwarzaniu przez rośliny nowych narządów wegetatywnych.
2. Człowiek wykorzystuje naturalne i sztuczne rozmnażanie wegetatywne w celu szybkiego otrzymywania nowych roślin i zachowania ich właściwości odmianowych.

### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Rozmnażanie wegetatywne, sadzonki, odkłady, szczepienie roślin, kalus, kultura tkanek.

### PYTANIA KONTROLNE

1. Co to jest rozmnażanie?
2. Co to jest rozmnażanie wegetatywne?
3. Co to jest naturalne i sztuczne rozmnażanie wegetatywne?
4. Jak zachodzi naturalne rozmnażanie wegetatywne?
5. Jak zachodzi sztuczne rozmnażanie wegetatywne?

### ZADANIE

Wskaż niepoprawne stwierdzenia:

1. Rozmnażanie wegetatywne pozwala otrzymać od jednej rośliny dużą różnorodność potomstwa.
2. Sztuczne rozmnażanie wegetatywne jest możliwe dla roślin, które w przyrodzie dzikiej nie rozmnażają się wegetatywnie.
3. Naturalne rozmnażanie wegetatywne pozwala roślinom wytwarzać znacznie więcej potomstwa.
4. Rozmnażanie wegetatywne może odbywać się tylko za pomocą części pędu.

Przy pomocy rozmnażania wegetatywnego szybko otrzymujemy mocne, zdolne do życia młode rośliny. Wszystkie rośliny otrzymane w ten sposób z jednego organizmu będą identyczne. Dlatego odmiany ziemniaków, większość drzew owocowych i krzaków jagodowych, odmiany wieloletnich roślin kwiatowych (kosaćców, tulipanów i in.) rozmnaża się wyłącznie wegetatywnie.

## § 32. KWIAT



Dowiesz się, co to jest kwiat, z jakich części on się składa i czym warunkowana jest różnorodność kwiatów.



Do czego roślinie potrzebne są kwiaty? Jaka jest budowa kwiatu? Do czego kwiatowi potrzebne są płatki? Skąd bierze się pyłek w kwiecie? Jaki kwiat jest największy, a jaki – najmniejszy?

Kwiat (ryc. 134) jest przekształconym krótkopędem z ograniczonym wzrostem, dostosowanym do wytwarzania komórek płciowych i dokonania procesu płciowego, kończącego się powstaniem owocu z nasionami. **Kwiat** – to narząd rozmnażania nasiennego roślin kwiatowych. Kwiat (podobnie jak pęd wegetatywny) jest narządem złożonym. Składa się z różnorodnych narządów: *szypułki z dnem kwiatowym*, *okwiatu*, *pręcików* i *słupków* (ryc. 135).

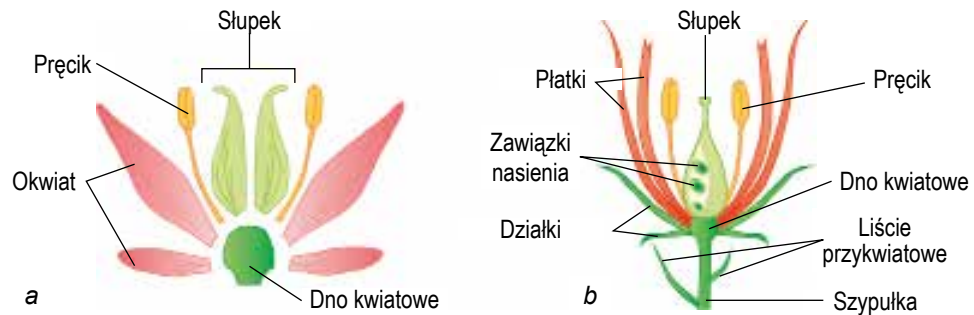


Ryc. 134. Kwiat magnolii w przekroju podłużnym

Część osiowa kwiatu składa się z szypułki i dna kwiatowego. **Szypułka** – odgałęzienie łodygi, na którym jest osadzony kwiat. Może ona być dobrze widoczna (jak u *jabłoni*) lub bardzo krótka, prawie niedostrzegalna (jak u *babki*). Kwiat osadzony bezpośrednio na osi pędu nazywa się *siedzącym*. Szypułka rozszerza się w *dno kwiatowe (osadnik)*, na którym są rozmieszczone liście okwiatu, pręciki i słupki.

**Okwiat** – to całokształt podobnych do liści narządów kwiatu tworzących jego okrycie. Może on być pojedynczy (niezróżnicowany) lub podwójny (zróżnicowany). *Okwiat pojedynczy* (ryc. 135, a) składa się z liści





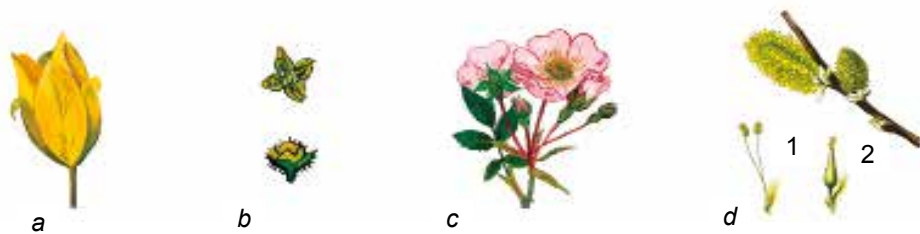
Ryc. 135. Schemat budowy kwiatu

jednakowej budowy zwanych *listkami okwiatu pojedynczego*. Okwiat podwójny (ryc. 135, *b*) składa się z liści dwóch rodzajów. Dolne zielone liście nazywają się *działkami*, one tworzą **kielich**. Jaskrawo zabarwione górne liście podwójnego okwiatu nazywają się *płatkami*, one tworzą **koronę**. Kwiaty bez okwiatu nazywamy nagimi (*wierzba*, *figowiec pospolity*).

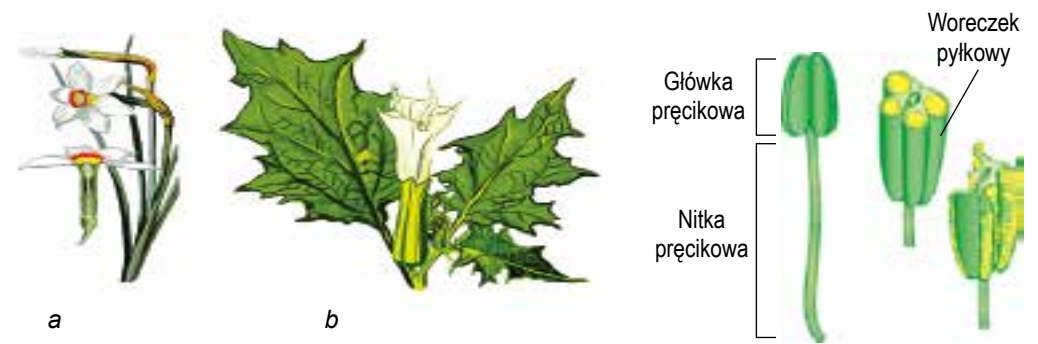
Liście okwiatu pojedynczego mogą być delikatne i jaskrawe – podobne do płatków korony, jak na przykład u *tulipana* lub *lilii* (ryc. 136, *a*), lub skórzaste, błoniaste i zielone – podobne do działek kielicha, jak u *pokrzywy* lub *komosy* (ryc. 136, *b*). Okwiat pojedynczy jaskrawy nazywa się okwiatem *koronopodobnym*, a niepozorny, niejaskrawy – *działkopodobnym*. Liście okwiatu mogą być wolne lub zrosnięte (ryc. 137, *b*).

Okwiat pojedynczy pełni funkcję ochrony wewnętrznych części kwiatu i wabienia zapylaczy. W okwiecie podwójnym kielich pełni funkcję ochronną, a zapylaczy wabi korona.

Nad okwiatem do dna kwiatowego przytwierdzone są **pręciki** – narządy kwiatu wytwarzające pyłek. Każdy pręcik składa się z dolnej części – *nitki pręcikowej* i rozmieszczonego na szczycie nitki pręcikowej *główki pręcikowej*, złożonej z dwóch pylników. Przekrój poprzeczny główki pręcikowej przypomina kształtem motyla. Na nim są widoczne cztery woreczki pyłkowe. W woreczkach pyłkowych pylnika powstaje *pyłek* (ryc. 138).



Ryc. 136. Rodzaje okwiatu: *a* – prosty koronopodobny u tulipana; *b* – prosty działkopodobny u pokrzywy; *c* – podwójny u dzikiej róży; *d* – gole kwiaty wierzby (1 – pręcikowy; 2 – słupkowy)



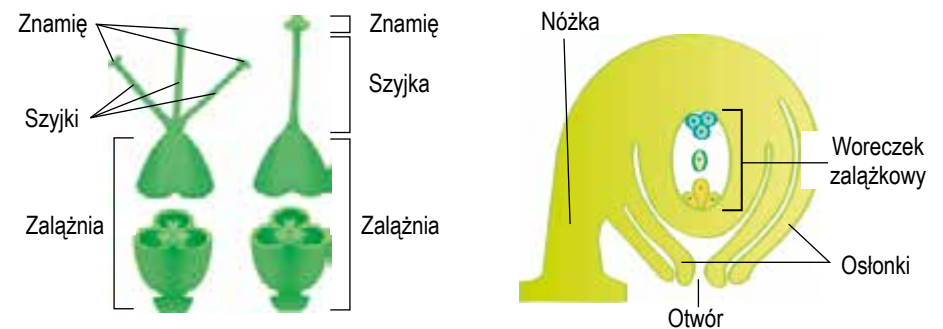
Ryc. 137. Zrastanie się części okwiatu: *a* – liści okwiatu narcyza; *b* – działek i płatków bielunia

Ryc. 138. Budowa pręcika

**Słupek** – to część kwiatu, w której rozwijają się zalążki i która wychwytuje pyłek. Składa on się z *zależni* i *szyjki* (lub kilku szyjek) ze znamieniem na szczycie (ryc. 139). Zależnia zawiera jeden lub kilka zalążków. Każdy z nich – to nieduże ciało na nóżce, otoczone jedną lub dwoma osłonkami z otworkiem. W zalążku rozwija się *woreczek zalążkowy* (ryc. 140). Na znamieniu trafia pyłek. Kwiat może posiadać kilka prostych słupków lub słupki mogą zrastać się w jeden słupek złożony.

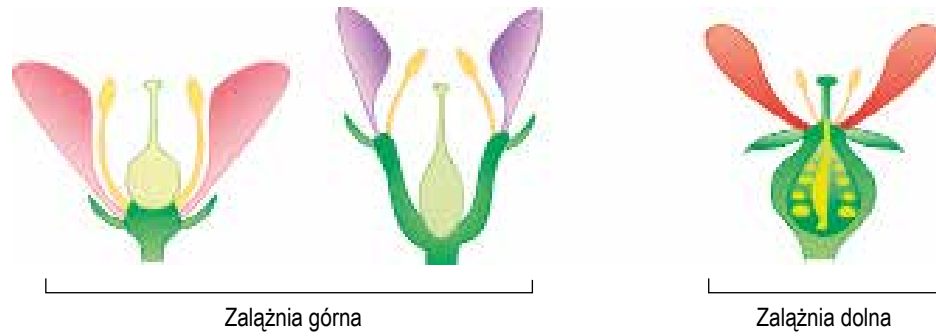
Gdy zależnia jest umieszczona na dnie kwiatowym powyżej miejsca przytwierdzenia innych części kwiatu, nazywa się *górną* (*tulipan*, *pomidory*) (słupek górny). Zależnia *narcyza* i *ogórka* jest *zależnią dolną* (słupek dolny), ponieważ jej kamera umieszczona jest poniżej przytwierdzenia innych części kwiatu (ryc. 141).

U większości roślin występują kwiaty obupłciowe. Posiadają one jednocześnie pręciki i słupki. Kwiaty mogą być też jednopłciowe – żeńskie (bez pręcików, same słupki) lub męskie (bez słupków, same pręciki), jak na przykład u *ogórka* lub *wierzby*.



Ryc. 139. Budowa słupka

Ryc. 140. Zalążek



Ryc. 141. Rodzaje zalążni

Kwiaty są bardzo różnorodne. Różnią one się ilością, rozmieszczeniem i budową swych części, rozmiarem i kolorem. Najmniejsze kwiaty, których wielkość wynosi około 1 mm, ma roślina wodna – *rżęsa* (ryc. 142). Największym na świecie kwiatem jest *bukietnica Arnolda* z lasów tropikalnych Azji. Ta roślina jest pasożytem, którego ciało przekształciło się w nicie, przerastające przez korzenie *tropikalnej winorośli*. Bukietnica staje się widoczna tylko podczas kwitnienia – na powierzchni gleby pojawiają się olbrzymie kwiaty (ryc. 143), dorastające średnicą do 1 m. Być może nie jest ona rekordzistką.

Inna roślina – kokornak wielkokwiatowy – ma fajkowato wygiętą rurkę okwiatu, rozszerzającą się na końcu i pionowo rozłożoną (ryc. 144). Wymiary okwiatu u niektórych gatunków tropikalnych sięgają 30 cm w średnicy, długość wygiętej rurki okwiatu może sięgać powyżej 60 cm.

### WNIOSKI

1. Kwiat – to krótkopęd roślin kwiatowych z ograniczonym wzrostem, który jest narządem rozmnażania nasiennego.
2. Część osiowa kwiatu złożona jest z szypułki i dna kwiatowego, na którym osadzone są liściopodobne narządy kwiatu.



Ryc. 142. Roślina rżęsy z kwiatem



Ryc. 143. Kwiat bukietnicy Arnolda



Ryc. 144. Kwiat kokornaka wielkokwiatowego

3. Okrywa kwiatowa (okwiat) stanowi ochronę pręcików i słupek oraz zapewnia pełnienie przez nich podstawowych funkcji.
4. Pręciki kwiatu wytwarzają ziarenka pyłku, a słupki tworzą zalążki.

### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Kwiat, szypułka, dno kwiatowe, okwiat, kielich, korona, pręcik, słupek.

### PYTANIA KONTROLNE

1. Z czego składa się część osiowa kwiatu?
2. Co to jest okwiat? Z czego on się składa i jakie funkcje pełni?
3. Jak jest zbudowany pręcik? Co w nim powstaje?
4. Co to jest słupek? Jaka jest jego budowa? Co powstaje w środku słupka?

### ZADANIE

Wypełnij tabelkę w zeszytcie.

Części kwiatu	Podstawowe funkcje części kwiatu
Szypułka	
Dno kwiatowe	
Liście okwiatu pojedynczego	
Działki kielicha	
Płatki korony	
Pręcik	
Słupek	

Dokonaj analizy tabelki i podaj odpowiedzi na pytania.

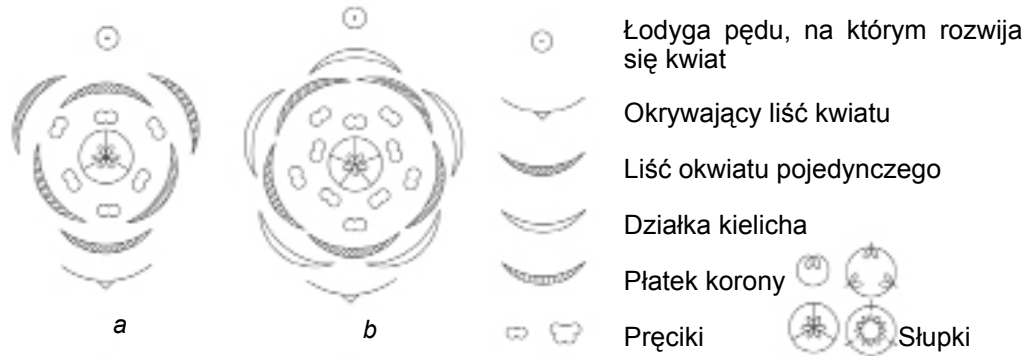
1. Jaka część kwiatu wyznacza jego położenie w przestrzeni? Jak myślisz, co może wyznaczać położenie kwiatów siedzących w przestrzeni?
2. Na czym polega różnica między funkcjami liści okwiatu pojedynczego i działek kielicha; liści okwiatu pojedynczego i płatków korony?
3. Na czym polega różnica między funkcjami pręcików i słupek?

### DLA DOCIEKLIWYCH

Budowę kwiatu można zapisać za pomocą krótkiego wzoru. Poszczególne części kwiatu oznaczamy za pomocą symboli, liter i liczb:

P – okwiat pojedynczy (niezróżnicowany); K – kielich; C – korona; A – pręcikowie; G – słupkowie.

Ilość listków okwiatu, działek kielicha, płatków korony zapisujemy za pomocą cyfr po prawej stronie odpowiedniej litery. Jeśli ich ilość jest duża i nieokreślona, to pisze się znak nieskończoności – „∞”. Gdy części kwiatu rozmieszczone są okółkami, to zaznacza się ich



Ryc. 145. Diagramy kwiatowe i umowne oznaczenia

liczba w każdym okółku, wykorzystując znak „+”. Części zrosnięte zaznaczamy w postaci nawiasów – „( )”, a położenie zalążni (słupka) zaznacza się kreską „-”. Kreska pod liczbą słupków oznacza, że słupek jest dolny, pod tą liczbą – oznacza, że słupek jest górny. Budowę kwiatu także można podać w postaci diagramu (narysu) – swoistego planu budowy kwiatu, na którym jego części są podane umownymi oznaczeniami (ryc. 145).

Na rycinie 136, a pokazano kwiat tulipana. Odpowiada jemu diagram na rycinie 145, a. Wzór kwiatu tulipana może być zapisany tak:  $P_{3+3}A_{3+3}G_{(3)}$ . Wzór kwiatu dzikiej róży (ryc. 145, b) –  $K_5C_5A_{\infty}G_{\infty}$ . W literaturze naukowej części kwiatu we wzorach zaznaczane są literami łacińskimi, a przed wzorami za pomocą specjalnych oznaczeń wskazywane są różnorodne ogólne cechy kwiatów.

### § 33. ZAPYLENIE I ZAPŁODNIENIE U ROŚLIN KWIATOWYCH

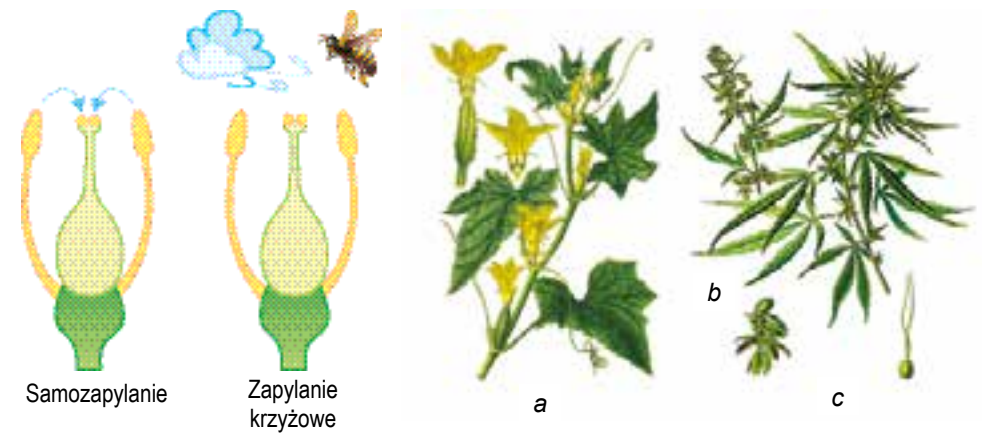


Dowiesz się o biologicznym znaczeniu zapylenia i osobliwościach zapłodnienia poprzedzających rozwój nasienia u roślin kwiatowych.



Jak powstaje roślina? Jakie rośliny dostosowały się do zapylania owadami? Czy pszczoły pomagają roślinie? Dlaczego kwiaty pachną? Czym jest pyłek?

**Zapylenie.** U roślin kwiatowych zapylenie i zapłodnienie zachodzi w kwiecie. **Zapylenie** – to przeniesienie ziaren pyłku z pręcika na znamię słupka. Rozróżnia się dwa rodzaje zapylenia: *samozapylenie* i *zapy-*



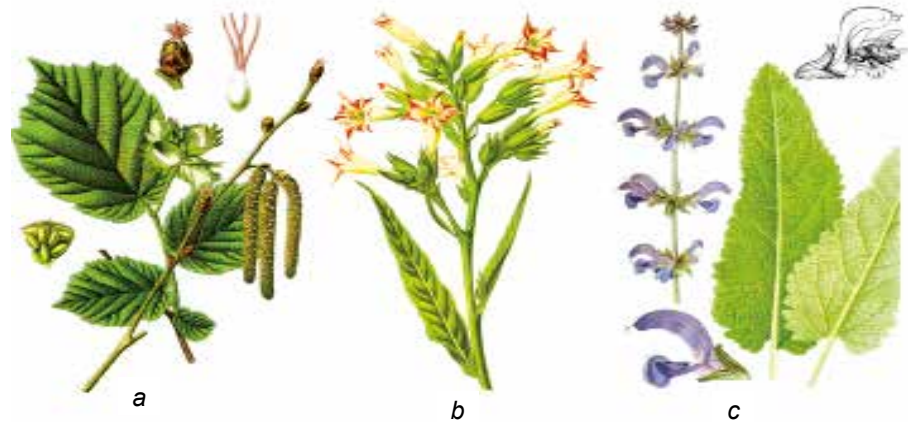
Ryc. 146. Rodzaje zapylania

Ryc. 147. Jednopienne i dwupienne rośliny: roślina ogórka z kwiatami męskimi i żeńskimi (a) dwie rośliny konopi z męskimi (b) i żeńskimi (c) kwiatami

*lenie krzyżowe.* U roślin *samopylnych* (groch, pszenica) na słupki dostaje się pyłek z tego samego kwiatu, a u *krzyżowych* – z innego (ryc. 146). Samozapylanie może zachodzić na przykład w pąku nierozkrytym (jak u fiołka). Przykładem przystosowania do zapylania krzyżowego jest powstanie kwiatów jednopłciowych. Jeżeli na jednej roślinie są kwiaty żeńskie i męskie, to taką roślinę nazywamy *jednopienną* (ogórek, leszczyna) (ryc. 147, a), a gdy kwiaty żeńskie i męskie powstają na różnych roślinach, to roślina nazywa się *dwupienną* (pokrzywa, wierzba, konopie) (ryc. 147, b, c).

**Sposoby zapylania** są różnorodne. U roślin *wiatropylnych* (leszczyna – ryc. 148, a) kwiaty z reguły są drobne, nagie i niepozorne, bez zapachu, posiadają dużo lekkiego suchego pyłku i pierzaste znamiona słupka. Najczęściej spotyka się kwiaty zapylane przez zwierzęta, głównie przez owady. Zwierzęta zapylające znajdują w kwiecie pożywienie – pyłek lub wydzielany przez specjalne gruczoły nektar. Zapyłaczy wabi jaskrawy kolor kwiatu i zapach, zależący od upodobań zwierząt – zapyłaczy: na przykład delikatny aromat miodu wabi motyle i pszczoły, a zapach zepsutego mięsa – muchy. Pyłek *owadopylnych* roślin jest lepki.

Budowa kwiatów owadopylnych zapewnia niezawodne przeniesienie pyłku na znamię słupka i ochronę nektaru przed zwierzętami, które nie mogą zapylić kwiatu. Białe wonne kwiaty *tytoniu*, posiadające korony wydłużone w cienkie długie rurczki, są zapylane przez motyle nocne, mające



Ryc. 148. Rośliny z różnymi sposobami zapylania: a – wiatropylna leszczyna; b – owadopylny (motyle nocne) tytoń; c – owadopylna (pszczoły) szalwia

długie ssące trąbki (ryc. 148, b). Pszczoły i trzmiele zapylają kwiaty z koronami w postaci krótkich i szerokich rurczek (ryc. 148, c). Szeroko otwarte kwiaty *dzikiej róży* często są zapylane przez chrząszcze, dlatego mają dużo pręcików, a delikatne słupki są schowane w kubkowatym dnie kwiatowym. Kwiaty mogą zapylać nie tylko owady, lecz i inne zwierzęta. W lasach tropikalnych zapylaczami kwiatów często bywają ptaki kolibry (ryc. 149) i nietoperze (ryc. 150).

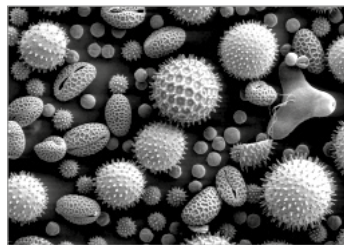
**Pyłek** składa się z drobnych *ziaren pyłku*. Z zewnątrz są one okryte twardą chropowatą błoną z różnorodnymi zadziorkami, co jednocześnie chroni zawartość ziarenka pyłku i pomaga mu przytwierdzić się na znamieniu słupka (ryc. 151). Po dostaniu się na znamię ziarenko pyłku, wytwarza *łagiewkę pyłkową* (ryc. 152) z dwoma plemnikami – nieruchomymi męskimi komórkami płciowymi. W procesie wzrostu łagiewki pyłkowej zachodzi transportowanie plemników do woreczka zalążkowego.



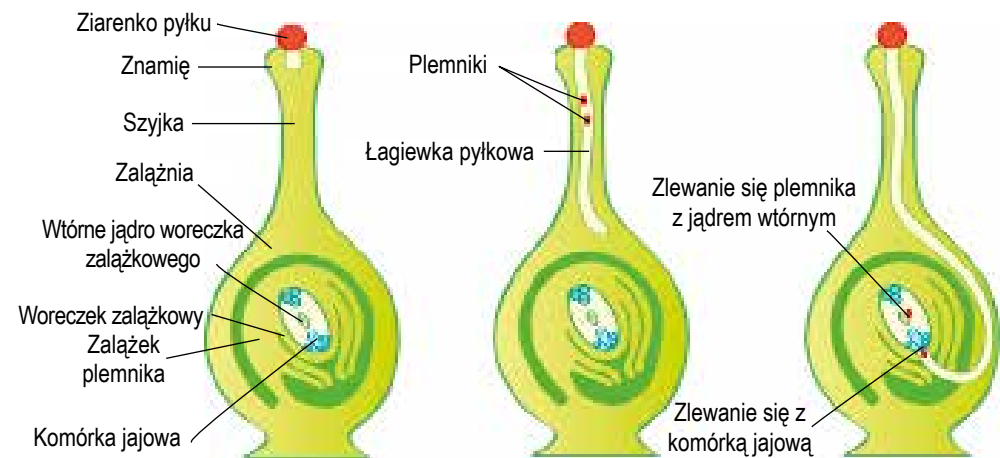
Ryc. 149. Kolibry odżywiają się nektarem ketmii



Ryc. 150. Nietoperz zapyla kwiat karnegii olbrzymiej



Ryc. 151. Ziarenka pyłku roślin kwiatowych



Ryc. 152. Wzrost łagiewki pyłkowej i zapłodnienie podwójne

**Woreczek zalążkowy** zalążka jest miejscem powstania żeńskiej komórki płciowej – komórki jajowej. U większości roślin kwiatowych jest on złożony z siedmiu komórek – wielkiej komórki centralnej (jądro wtórne) i sześciu mniejszych, z których jedna jest komórką jajową. Kiedy łagiewka pyłkowa wrasta w zalążek i dorasta do woreczka zalążkowego, jej szczyt rozpływa się i męskie komórki płciowe – plemniki – wychodzą z niej w pobliżu komórki jajowej.

**Zapłodnienie.** Po uwolnieniu się dwóch plemników z łagiewki pyłkowej zaczyna się właściwy tylko dla roślin kwiatowych proces *podwójnego zapłodnienia*, odkryty w 1898 roku przez S. Nawaszyna – profesora Kijowskiego Uniwersytetu Świętego Wołodymyra (nazwa współczesna – Kijowski Uniwersytet Narodowy im. Tarasa Szewczenki). Jeden z plemników zlewa się z komórką jajową. Wskutek zapłodnienia komórki jajowej powstaje zygota, która daje początek zarodkowi nowej rośliny. Drugi plemnik zlewa się z jądrem wtórnym woreczka zalążkowego. Zapłodnione jądro wtórne dzieli się i wytwarza bielmo – tkankę magazynującą substancje odżywcze. W ten sposób z woreczka zalążkowego powstaje nasienie.

**Zapłodnienie** – to połączenie się komórek rozrodczych (komórki męskiej i żeńskiej).

#### WNIOSKI

1. Budowa kwiatu wyznacza właściwy dla każdej rośliny rodzaj i sposób zapylania.
2. Podstawowa funkcja ziarenek pyłku roślin kwiatowych – tworzenie nieruchomych męskich komórek płciowych – plemników.

3. Biologiczne znaczenie zapyłania i powstania łagiewki pyłkowej u roślin kwiatowych polega na przeniesieniu plemników do woreczka zalążkowego, który znajduje się w zalążku.
4. Podstawowa funkcja woreczka zalążkowego – powstanie żeńskich komórek płciowych – komórek jajowych.
5. Znaczenie biologiczne zapyłania podwójnego polega na jednoczesnym powstaniu zarodka nowej rośliny kwiatowej i tkanki zapasowej, którą ten zarodek odżywia się – bielma.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Zapylenie, rośliny jednopienne, rośliny dwupienne, łagiewka pyłkowa, zapłodnienie podwójne, bielmo.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Co to jest zapylenie?
2. Jakie znasz rodzaje i sposoby zapyłania?
3. Jakie są podstawowe funkcje ziarenka pyłkowego i łagiewki pyłkowej u roślin kwiatowych?
4. Jaka jest podstawowa funkcja woreczka zalążkowego?
5. Dlaczego zapłodnienie roślin kwiatowych nazywa się podwójnym?

#### ZADANIE

1. Wypełnij w zeszytcie podaną tabelkę.

Obiekt	Gdzie powstaje?	Dokąd przenosi się?	Za pomocą czego przenosi się?	Podstawowa funkcja
Ziarenko pyłku				
Plemniki				

2. Zastanów się, czy sposób zapyłania roślin kwiatowych wpływa na budowę ziarenka pyłku lub plemnika?

#### DLA DOCIEKLIWYCH

Od dawna tkanki nasienia stworzone do magazynowania zapasów substancji odżywczych były nazywane bielmem. Bielmo, które powstaje w woreczku zalążkowym do zapłodnienia nazywa się obielmem. Występuje ono u roślin tworzących nasiona, lecz nie posiadających kwiatów (na przykład sosna, świerk). Jednak u roślin kwiatowych bielmo powstaje tylko po zapłodnieniu komórki jajowej – wskutek zapłodnienia jądra wtórnego woreczka zalążkowego. Powstanie bielma pozwala zapobiec nadmiernej utracie substancji odżywczych w wypadku, gdy nie zachodzi zapłodnienie komórki jajowej.

## § 34. KWIATOSTANY



Dowiesz się o rozmieszczeniu kwiatów na roślinie i o kwiatostanach, w które one łączą się, aby wspólnie zapewnić zapylenie.









Jak są rozmieszczone kwiaty na roślinie? Jak rozwijają się kwiaty u mniszka?

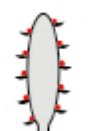

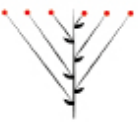

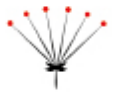







**Kwiatostan** – to system pędów wyspecjalizowany w wykształcaniu kwiatów. Kwiatostan postrzega się okiem jako osobną grupę kwiatów. Wszystkie kwiaty kwiatostanu wspólnie wabią zapylaczy. Pszczoła, odwiedzając jeden kwiatostan, zapewnia zapylenie wielu kwiatów. Dlatego narządy przeznaczone do wabienia zapylaczy powstają nie we wszystkich kwiatkach kwiatostanu, a roślina wskutek tego wydaje mniej substancji odżywczych.

Według stopnia rozgałęzienia kwiatostany dzielą się na proste i złożone. W prostych kwiatostanach na osi głównej są rozmieszczone tylko pojedyncze kwiaty, a w kwiatostanach złożonych kwiaty są rozmieszczone na gałązkach bocznych.

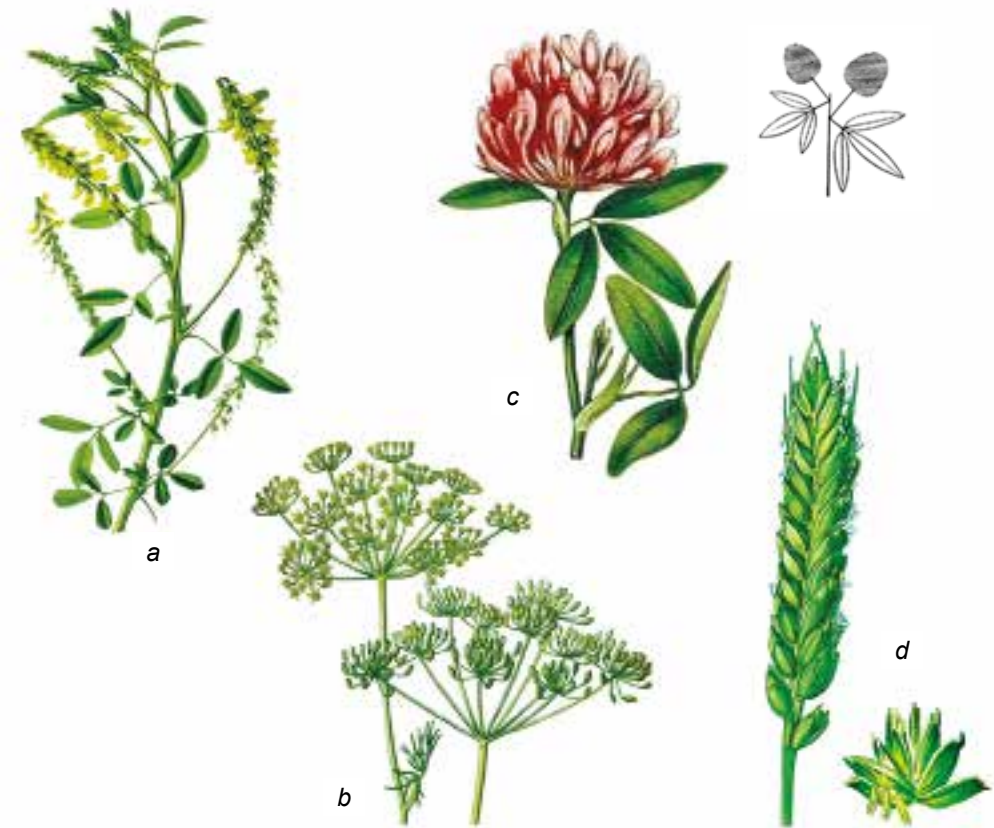
Rodzaje kwiatostanów prostych rozróżnia się ze względu na ich wygląd zewnętrzny, który zależy od długości głównej osi kwiatostanu, stopnia jej zgrubienia i długości szypułek.

#### Podstawowe rodzaje kwiatostanów

	Schemat	Opis kwiatostanu	Przykład	Inne przykłady
Proste	 Grono	Główna oś jest prosta, wydłużona, nie zgrubiała. Szypułki prawie jednakowej długości	 Konwalia	Szafirek, berberys
	 Bazia (kotka)	Długa oś zwisająca z szypułkami jednakowej długości	 Czeremcha	Topola
	 Kłosa	Długa oś z siedzącymi kwiatami	 Babka duża	Rdest, świbka

	Schemat	Opis kwiatostanu	Przykład	Inne przykłady
Proste	 Kolba	Główna oś długa, zgrubiała, a kwiaty siedzące	 Czermień błotna	Kukurydza (kwiaty żeńskie), anturium
	 Baldachogrono	Oś główna wydłużona, dolne kwiaty o tak długich szypułkach, że znajdują się w jednej płaszczyźnie z kwiatami górnymi	 Grusza	Głóg
	 Baldach	Skrócona oś środkowa, długie szypułki wyrastające promieniście z jednego miejsca	 Glistnik (jaskótcze ziele)	Pierwiosnek, jarzianka
	 Główka	Skrócona, zgrubiała oś z kwiatami siedzącymi lub na krótkich szypułkach	 Morwa	Mikołajek polny, chmiel
	 Koszyczek	Siedzące kwiaty osadzone na płasko rozszerzonej osi kwiatostanu, otoczonej wielolistną okrywą	 Nagietki	Chryzantema, rumianek, mniszek
Złożone	 Wiecha	Rozgałęzienia mają charakter gron bocznych	 Wielosił błękitny	Bez koralowy, wiazówka

Przykładem typowego kwiatostanu złożonego jest *wiecha*. Inne kwiatostany złożone tworzą się poprzez połączenie kwiatostanów prostych (ryc. 153).



Ryc. 153. Kwiatostany złożone: a – wielokwiatowe grono nostryka; b – baldach złożony kopru; c – główka złożona koniczyny łąkowej; d – kłos złożony pszenicy

Jaskrawym przykładem współdziałania kwiatów w kwiatostanie są kwiatostany groniaste. W baldachach złożonych *barszczu* zewnętrzne płatki kwiatów brzeżnych są zwiększone, imitują wspólną „koronę” kwiatostanu. Kwiaty brzeżne baldachogrona *kaliny* są duże i nie mogą zapylać się. Wabią one zapylaczy do niepozornych kwiatów środkowych. Koszyczki *nagietek*, *stonecznika* i innych roślin posiadają kielichową okrywę, lejkowate brzeżne kwiaty, a w środku rozmieszczone są drobne kwiaty rurkowe. Taki kwiatostan-koszyczek ludzie niepoprawnie nazywają kwiatem.

#### WNIOSKI

1. Kwiaty bywają przeważnie zebrane w kwiatostany, dzięki czemu są bardziej widoczne dla owadów-zapylaczy.

- Różnorodność kwiatostanów uwarunkowana jest różną długością i budową osi głównej, a także długością szypułek kwiatów w kwiatostanie.
- Kwiatostany złożone powstają dzięki połączeniu poszczególnych kwiatów lub kwiatostanów prostych w jeden kwiatostan.
- Podział funkcji między kwiatami w kwiatostanie prowadzi do kształtowania kwiatostanu groniastego, który nazywa się koszyczkiem.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Kwiatostan, kwiatostan prosty, kwiatostan złożony.

#### PYTANIA KONTROLNE

- Co to jest kwiatostan?
- Według jakich cech dokonuje się klasyfikacji kwiatostanów?
- Jakie znasz podstawowe rodzaje prostych kwiatostanów?
- Jakie przykłady kwiatostanów prostych możesz przytoczyć?
- Jakie znaczenie biologiczne ma powstanie kwiatostanów?

#### ZADANIE

- Wypełnij w zeszytcie tabelkę.

Rodzaje kwiatostanów	Długość osi głównej kwiatostanu	Zgrubienie osi głównej kwiatostanu	Długość szypułek
Grono			
Bazia			
Kłos			
Kolba			
Baldachogrono			
Baldach			
Główka			
Koszyczek			

Jakie pary kwiatostanów nie można rozpoznać według przytoczonych w tabelce cech? Jakich dodatkowych cech należy użyć, aby rozpoznać kwiatostany w tych parach?

- Porównaj wiechę i wielokwiatowe grono (ryc. 153, a). Narysuj schemat budowy wielokwiatowego grona. Na czym polega różnica między wiechą i wielokwiatowym gronem?

## § 35. NASIENIE



Dowiedz się o rozwoju nasienia, jego zewnętrznej i wewnętrznej budowie, warunkach i mechanizmach kiełkowania oraz o rozwoju kielka.



Jak powstaje nasienie? Po co roślinie nasienie? Jak z nasienia powstaje roślina?

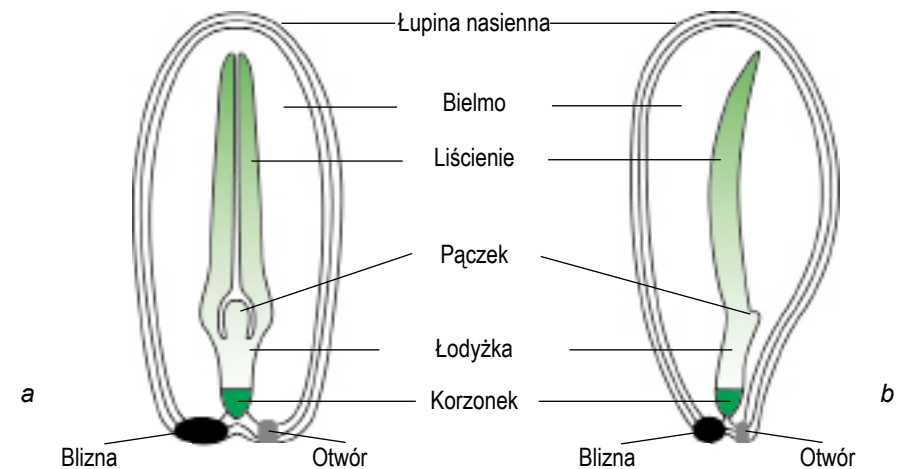
**Nasienie** (ryc. 154) rozwija się z zalążka roślin kwiatowych po zapłodnieniu podwójnym. Osłonki zalążka przekształcają się na łupinę nasienną, w której pozostaje otwór. Bielmo rozrasta się i odżywia zarodek, rozwijający się po zapłodnieniu komórki jajowej. Zarodek ma *korzonek*, *łodyżkę*, u roślin kwiatowych – jeden lub dwa *liścienie* i *pączek*. Po obumieraniu nóżki zalążka na łupinie nasiennej pozostaje blizna.

**Nasienie** – osłonięty łupiną nasienną zarodek rośliny z niezbędnym dla jego rozwoju zapasem substancji.

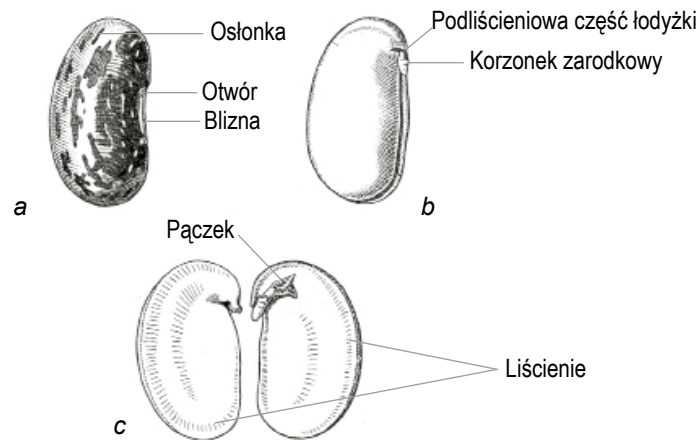
**Blizna** – miejsce oderwania nasienia od nóżki zalążka.

U niektórych roślin (*fasola* (ryc. 155), *groch*, *ogórek*) zarodek całkowicie wykorzystuje bielmo do swego rozwoju, substancje zapasowe w nasieniu rozmieszczone są w liścieniach.

Aby wykiełkować, nasienie z reguły potrzebuje pewnego okresu spokoju. Do kiełkowania potrzebne są następujące warunki: odpowiednio wysoka wilgotność, dostateczna ilość tlenu do oddychania, optymalna dla danego gatunku rośliny temperatura (*groch*, *marchew* – od 1–2°C, *ogórek*,



Ryc. 154. Schemat budowy nasion z zarodkiem dwuliściennym (a) i jednoliściennym (b)



Ryc. 155. Budowa nasienia fasoli: a – wygląd zewnętrzny; b – zarodek; c – zarodek z rozdzielonymi liścieniami

*papryka* – od 10°C). Pierwszą postrzegalną cechą początku kiełkowania jest pęcznienie nasienia. Wzrasta oddychanie i zwiększa się zapotrzebowanie na tlen. Podczas kiełkowania (ryc. 156) rozciąga się łodyżka podłiscieniowa. Wypycha ona przez rozerwaną osłonkę korzonek zarodkowy. Od tego momentu zarodek przekształca się w kiełek. Korzeń od razu zaczyna rosnać w głąb, przytwierdza młody kiełek w glebie i zapewnia mu dostarczanie wody. U roślin z nadziemnym kiełkowaniem część łodyżki podłiscieniowej wydłuża się, wygina się w postaci pętli, potem wyprostowuje się i wynosi liścienie nad ziemię.



Ryc. 156. Kiełkowanie nasienia fasoli

### WNIOSKI

1. Nasienie zawiera osłonięty łupiną nasienną zarodek przyszłej rośliny i zapas substancji odżywczych, które są wykorzystywane podczas kiełkowania.
2. Do kiełkowania nasienia niezbędne jest zakończenie okresu spokoju, a także optymalna wilgotność, temperatura, oświetlenie i dostateczna ilość tlenu.
3. Kiełkowanie nasienia zaczyna się po jego napęcznieniu od uwalniania z łupiny nasiennej korzonka zarodkowego. Z zarodka nasienia wskutek kiełkowania powstaje kiełek.

### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Nasienie, blizna.

### PYTANIA KONTROLNE

1. Jaka jest budowa zewnętrzna i wewnętrzna nasienia?
2. Jakie warunki są niezbędne do kiełkowania nasienia?
3. Co to jest kiełek?
4. Jak zachodzi kiełkowanie nasienia?

### ZADANIE

Poznałeś zewnętrzną i wewnętrzną budowę nasienia oraz dowiedziałeś się, co zachodzi podczas jego kiełkowania. Jak sądzisz, po co roślinie nasienie?

### § 36. OWOC



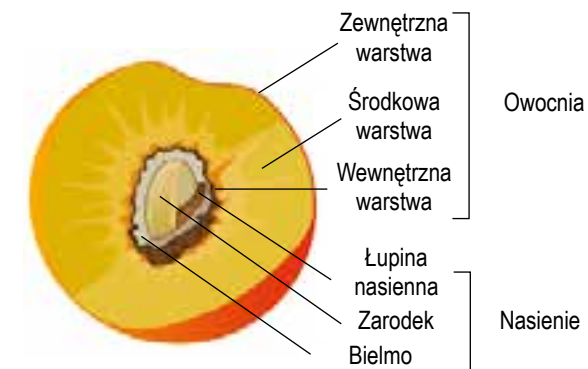
Dowiedz się o tym, co to jest owoc; o różnorodności owoców i ich znaczeniu.



Skąd biorą się owoce? Dlaczego owoce są tak różnorodne? Po co roślinie potrzebne są owoce, które tak smakują zwierzętom i człowiekowi?

Przy pomocy owoców rośliny rozpowszechniają swoje nasiona. Owocnia rozwija się ze ścianki zalążni i składa się z trzech warstw: zewnętrznej, środkowej i wewnętrznej (ryc. 157). Pod owocnią owocu znajdują się jedno lub kilka nasion.

**Owoc** – to część rośliny, która rozwija się z kwiatu przy dojrzewaniu nasion.













Ryc. 157. Schemat budowy wewnętrznej owocu

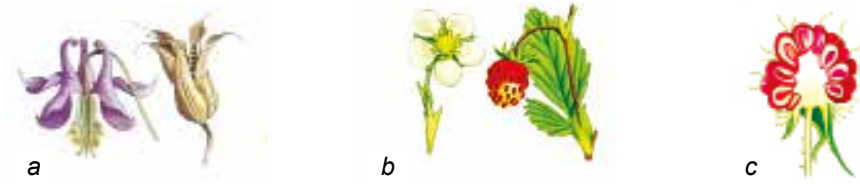


Znamy wiele różnych rodzajów owoców, które różnią się między sobą przede wszystkim pod względem:















- 1) rozwoju z prostego lub złożonego słupek;
- 2) budowy owocni (sucha lub mięsista);
- 3) liczby nasion w owocu (jednonasienne lub wielonasienne);
- 4) zdolności do pęknięcia lub rozpadania się.









Owoce utworzone z prostego słupek				
	Schemat	Przykład	Inne przykłady	Pękające lub rozpadające się
Wielonasienne				
Suche			Judaszowiec	Rozkrywa się podobnie do liścia
	Mieszek	Ostróżka		
Suche			Groch, fasola, akacja żółta	Pękający wzdłuż dwustronnie
	Strąk	Złotodeszcz		
Jednonasienne				
Suche			Przywrotnik, krwiściąg	Niepękające
	Orzeszek	Rogatek		
Suche			Żyto, ryż, kukurydza	Niepękające
	Ziarniak	Pszenica		
Mięsiste			Brzoskwinia, śliwa, morela	Niepękające
	Pestkowiec	Laurowiśnia		

Owoce, które powstają z kwiatów o wielu słupkach, nazywają się owocami zbiorowymi. Należą do nich owoce **wielomieszkowe** (złożone z kilku mieszków) (*orliki, knieć*), owoce **wieloorzeszkowe** (*jaskier, poziomka*), owoce **szupinkowe** (*dzika róża*), owoce **wielopestkowe** (*jeżyna, malina*) (ryc. 158).



Ryc. 158. Owoce utworzone z kwiatów o wielu słupkach prostych:  
a – wielomieszek orlików; b – wieloorzeszek poziomki; c – wielopestkowiec maliny

Owoce utworzone ze słupek złożonego				
	Schemat	Przykład	Inne przykłady	Pękające lub rozpadające się
Wielonasienne				
Suche			Lilia, mak, dzwonki	Pękające
	Torebka	Gwiazdnica		
Suche			Gorzycza, tasznik	Pękające
	Łuszczyna	Rzepak		
Mięsiste			Agrest, porzeczka	Niepękające
	Jagoda	Pomidor		
			Pomarańcza, mandarynka	Niepękające
	Cytryna (jagoda)	Cytryna		
			Jabłko, gruszka	Niepękające
Szupinka	Jarzębina			
		Arbuz, ogórek, kabaczek	Niepękające	
Jagoda	Dynia			
		Bez czarny, kruszyna	Niepękające	
Pestkowiec	Kalina			

Owoce utworzone ze słupka złożonego				
	Schemat	Przykład	Inne przykłady	Pękające lub rozpadające się
Jednonasienne				
Suche	 Orzech	 Dąb	Buk, leszczyna, gryka	Niepekające
	 Skrzydłak	 Jesion	Wiąz	Niepekające
	 Niełupka	 Mniszek	Słonecznik, uczep	Niepekające
	 Pestkowiec	 Orzech włoski	Migdałowiec, kokos właściwy	Niepekające

Z kwiatostanów ze zwarcie rozmieszczonymi kwiatami powstają owocostany, które w życiu codziennym ciężko odróżnić od zwykłych owoców. Taki jest owocostan morwy, którego mięksisz tworzą rozrośnięte listki okwiatu wokół owoców-orzeszków; figowiec z owocami orzechami (nie nasionami!) w środku oraz ogromne kwiatostany *ananasów* (ryc. 159).

Olbrzymia różnorodność owoców zapewnia rozpowszechnianie roślin kwiatowych, których jednostką rozpowszechniania może być tak nasienie, jak i cały owoc lub jego część. Czasem nasiona po prostu padają w pobliżu rośliny macierzystej. Czasem one z siłą są wyrzucane z pękającego owocu na zewnątrz, jak u *niecierpki* i *żółtej akacji*, lub wytryskiwane z sokiem na odległość do 10 metrów, jak z owocu *tryskawca sprężystego*.

**Owocostan** – zwarty zbiór owoców utworzony z kwiatostanu.



Ryc. 159. Owocostany: a – morwy; b – figowca; c – ananasa

Woda roznosi pływające suche pestkowce rozpowszechnionego wzdłuż wybrzeży krajów tropikalnych *kokosu*, otoczone woreczkiem orzechy *turzyc*, zanurzone w śluzie nasiona *grzybieni* i *nurzańca*. Wiatr roznosi podobne do pyłu nasiona *storczyków*, skrzydełkowe owoce *jesionu* i *klonu*, okryte włoskami nasiona *wierzbówki* i niełupki ze spadochronikami *mniszka*. Z otwartych torebek na sprężystych suchych łodygach (tak jak u *maku*) nasiona są wyrzucane, kiedy je kołysze wiatr lub roznoszą zwierzęta.

Kiedy zwierzęta zjadają mięsiste owoce, nasiona mogą przykleić się do ich ciała (na przykład dziobu ptaka) i być przeniesione na duże odległości. Często nasiona lub pestki przechodzą nieuszkodzone przez układ trawienny zwierzęcia, nawet lepiej po tym kiełkują. Natomiast lepkie owoce *szatkwi lepkiej*, czepne zadziorki koszyczków *łopianu*, okryte haczykami części owoców *marchewki* są przenoszone na powierzchni ciała zwierząt.

Człowiek rozpowszechnia nasiona roślin na obuwiu i odzieży, na kołach transportu i z ładunkami. W ten sposób z Ameryki do Europy trafiły chwasty *ambrozja* i *cyclachaena*, których pyłek u wielu ludzi wywołuje silne uczulenie. Natomiast *babka duża* stała się mieszkanką Ameryki. Niektóre chwasty dostosowały się do rytmu siewu i zbierania plonów, sposobów oczyszczania ziaren roślin uprawnych i teraz człowiek sam rozpowszechnia te rośliny przez siew, ponieważ bardzo ciężko pozbyć się ich z materiału siewnego.

#### WNIOSKI

1. Owoce rozwijają się z kwiatu przy dojrzewaniu nasion.
2. Owoce zapewniają rozpowszechnianie nasion. Nasiona roślin kwiatowych wysypują się z owoców albo rozpowszechniają się cały owoc lub jego część.
3. Różnorodność owoców powiązana z różnymi sposobami rozpowszechniania roślin.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Owoc, owocostan.

1. Co to jest owoc?
2. Według jakich cech rozróżniamy rodzaje owoców?
3. Przy pomocy czego rośliny mogą rozpowszechnić się na nowe tereny?
4. Jakie cechy mają owoce i nasiona roślin, które są rozpowszechniane przy pomocy wiatru?
5. Jakie cechy owoców i nasion są właściwe roślinom, które rozpowszechniają się dzięki zwierzętom?

## ZADANIE

Zastanów się i daj odpowiedź na pytania.

Lekkie owoce niełupki *mniszka* są podchwytywane przez wiatr i dzięki spadochronikom roznoszone na duże odległości. Natomiast owoce skrzydlaki *jesionu* i *klonu* są stosunkowo ciężkie, chociaż też rozpowszechniają się przy pomocy wiatru. Jak sądzisz, na czym polega różnica w mechanizmie rozpowszechniania się tych owoców? Dlaczego właśnie drzewa posiadają owoce ze skrzydełkami?

## § 37. RUCHY ROŚLIN



Dowiedz się o tym, jak rośliny zmieniają położenie swoich narządów w przestrzeni i jakie to ma znaczenie.

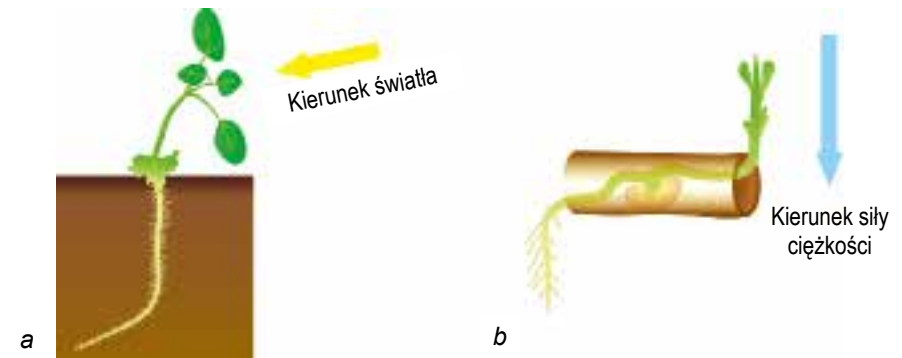


Czy rośliny śpią? Dlaczego pęd rośnie do góry, do Słońca, a korzeń – w głąb Ziemi? Jak rośliny czepne i wijące się znajdują podporę? Dlaczego mówimy „mimoza wstydliva”?

Wśród organizmów fotosyntetyzujących zdolność do poruszania się posiadają tylko jednokomórkowe i nieliczne wielokomórkowe glony. Typowe rośliny są przytwierdzone i nie są zdolne do zmiany swego położenia w przestrzeni. Określonej „biernej” ruchliwości roślinom nadają ich podziemne lub nadziemne pędy, przede wszystkim kłącza i wąsy, pomagające roślinie „przerastać” na inne miejsce. Jednak prawdziwe ruchy, czasem – dość prędkie, można obserwować u poszczególnych narządów roślin.

Ruchy rośliny w procesie jej wzrostu, których kierunek wyznacza bodziec (czynnik zewnętrzny), nazywają się **ruchami wzrostowymi**.

Ponieważ rośliny dokonują fotosyntezy, to ich pędy rosną, a liście obracają się swymi blaszkami liściowymi w kierunku źródła światła. Jest to dobrze widoczne u roślin na parapetach, ponieważ światło do pokoju zawsze trafia przez okno. Natomiast korzenie znajdujące się poza glebą rosną w kierunku od źródła światła (ryc. 160, *a*).



Ryc. 160. Ruchy wzrostowe roślin

Rośliny zdolne do odbierania siły ciężkości, przypomnijcie budowę czapeczki. Dlatego korzenie rosną za kierunkiem jej działania, a pędy rosną przeciw kierunkowi jej działania (ryc. 160, *b*).

Wskaźnikami, które określają ruchy wzrostowe, oprócz światła i siły ciężkości mogą występować różnorodne substancje chemiczne, pola elektryczne, ciepło i in.

Ruchy roślin mogą być wywołane nieukierunkowanym czynnikiem zewnętrznym, na przykład zmianą temperatury. Kierunek takich ruchów wyznacza się właściwościami samej rośliny.

Na przykład kwiaty *tulipanów* i *krokusów* otwierają się wskutek podwyższenia temperatury. Tulipany odczuwają różnicę temperatury o  $1^{\circ}\text{C}$ , a wrażliwość krokusów wynosi  $0,2^{\circ}\text{C}$ . Blaszki liściowe niektórych roślin reagują na obniżenie temperatury zwijaniem się. Podobna jest reakcja na oświetlenie. W ciemnościach niektóre rośliny „zasypiają” – zamykają kwiaty (*grzybienie*) lub koszyczki (*mniszek*), składają liście (*szczaw*) (ryc. 161, *a*, *b*). Natomiast kwiaty nocne w ciemnościach otwierają się. Znany *kaktus Selenicereus*, zwany też „królową nocy” (ryc. 163) zakwita po 12 godzinach od



Ryc. 161. Ruchy roślin wywołane nieukierunkowanymi bodźcami zewnętrznymi (*a*, *b*, *c*)

Ryc. 162. Samodzielne ruchy: zakręcania wąsów



Ryc. 163. Kaktus Selenicereus



Ryc. 164. Pole słoneczników

ostatniej zmiany ciemności na światło i kwitnie tylko jedną noc. Koszyczki *słonecznika* schylają się w stronę słońca (ryc. 164).

Bardzo często takie ruchy są skutkiem wstrząsu lub dotknięcia. Raptowne opuszczanie i składanie liści *mimozy wstydlivej* wskutek utraty wody przez nasady ogonków może odstraszyć zwierzę roślinożerne (ryc. 161, b). Liście-pułapki roślin owadożernych – *rosiczki okrągłolistnej* i *muchotówki amerykańskiej* (ryc. 122, 125) – reagują na dotknięcie, jednak reakcja nie będzie długotrwała przy pobudzeniu czynnikiem nieożywionym. Tylko substancje chemiczne ciała ofiary sygnalizują roślinie, że pułapka powinna pracować zanim nie ustanie trawienie. Świadczy to o tym, że

ruchy u roślin mogą być wywoływane przez substancje chemiczne.

**Ruchy samodzielne** roślin nie zależą od zewnętrznego czynnika pobudzającego. Wierzchołki pędów wielu roślin i wierzchołki wąsików w ciągu wzrostu dokonują wzrostowe ruchy spiralne (ryc. 165, 162). Dzięki nim

wijące się pędy i wąsy owijają podpórę. Ciekawe, że każda roślina może mieć swój własny kierunek ruchów spiralnych – zgodnie lub niezgodnie z kierunkiem wskazówek zegara.

Martwe części roślin również są zdolne do poruszania się. Bardzo rozpowszechnione są **ruchy higroskopijne** powstające podczas zmian wilgotności powietrza. Podstawą tego zjawiska jest kurczenie się lub pęcznienie martwych części błon, ścian komórkowych całych komórek na skutek ich wysychania lub nasiąkania. Mechanizmy otwierania się wielu owoców suchych są uwarunkowane ruchami higroskopijnymi.

Nie zważając na brak mięśni i narządów ruchu u roślin, wytworzyły one różnorodne reakcje ruchowe w odpowiedzi na bodźce środowiska zewnętrznego.



Ryc. 165. Samodzielne ruchy wierzchołków pędów roślin wijących się umożliwiają im odnajdywanie podpory

## WNIOSKI

1. Typowe rośliny prowadzą przytwierdzony tryb życia i są zdolne tylko do przerastania na inne obszary gleby.
2. Poszczególne części rośliny w odpowiedzi na bodźce zewnętrzne (ukierunkowane lub nieukierunkowane) lub dzięki rytmom wewnętrznym mogą wykonywać ruchy i zmieniać swoje położenie w przestrzeni.
3. Kierunek ruchu roślin może wyznaczać bodziec zewnętrzny lub budowa wewnętrzna narządu.

## TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Ruchy wzrostowe, samodzielne ruchy, ruchy higroskopijne.

## PYTANIA KONTROLNE

1. Jak poruszają się narządy roślin w odpowiedzi na bodźce zewnętrzne?
2. Jakie ruchy wzrostowe są charakterystyczne dla korzenia i pędu?
3. Jakie bodźce najczęściej wywołują u roślin ruchy, które są uwarunkowane ich budową wewnętrzną?

## ZADANIE

Wyjaśnij, dlaczego schylanie się słoneczników w kierunku słońca nie jest uważane za ruchy wzrostowe.

## PODSUMOWANIE WIADOMOŚCI

I. Uświadomiliśmy sobie charakterystyczne cechy roślin:

1. Rośliny potrafią wykorzystywać energię światła i wytwarzać substancje organiczne podczas procesu fotosyntezy.
2. Rośliny wchłaniają niezbędne do czynności życiowych substancje mineralne tylko w postaci rozpuszczonej.
3. Roślina rośnie i wytwarza nowe części swego ciała w ciągu całego życia.
4. Sposoby odżywiania i wchłaniania substancji warunkują przytwierdzony tryb życia roślin. Roślina nie jest zdolna do aktywnej zmiany miejsca swego wzrastania.
5. Rośliny kwiatowe wytwarzają owoce i nasiona, aby opanowywać nowe tereny.

II. Zapamiętaliśmy, że dla życia rośliny niezbędne są: woda, dwutlenek węgla i światło do fotosyntezy, a także tlen, substancje mineralne i ciepło. Czynności życiowe organizmu roślinnego zapewniają narządy wegetatywne:

- korzeń;
- łodyga;
- liść.

III. Zrozumieliśmy, że dla roślin kwiatowych charakterystyczne jest rozmnażanie bezpłciowe (wegetatywne) i rozmnażanie płciowe (nasienne):

1. Rozmnażanie wegetatywne zachodzi przy pomocy narządów wegetatywnych dzięki zdolności roślin do odnawiania utraconych narządów.
2. Narządem rozmnażania nasiennego roślin kwiatowych jest kwiat, w którym pręciki wytwarzają pyłek, a słupki – zalążki z woreczkami zalążkowymi.
3. Ziarenka pyłku i woreczki zalążkowe wytwarzają komórki płciowe.
4. Przed zapłodnieniem zachodzi zapylenie znamienia słupka pyłkiem. Męskie komórki płciowe są transportowane do woreczka zalążkowego łagiewką pyłkową.
5. Wskutek zapylenia powstaje zarodek nowej rośliny kwiatowej i niezbędne do jego rozwoju bielmo. Po zapłodnieniu z zalążka powstaje nasienie, a z kwiatu – owoc.

IV. Stwierdziliśmy, że różne rośliny rosną w różnych warunkach i dlatego zewnętrzna i wewnętrzna budowa ich narządów jest bardzo różnorodna. Najbardziej wyraźne adaptacje do warunków życia prowadzą do powstania modyfikacji narządów wegetatywnych.

V. Zobaczyliśmy, że rośliny wykorzystują do zapylenia i rozpowszechniania owoców i nasion czynniki nieożywione środowiska – siłę ciężkości, wiatr i wodę. Jednak one też dostosowały się do przenoszenia pyłku i rozpowszechniania nasion przez różne zwierzęta – owady, ptaki i ssaki.

#### Wiem – umiem

- Wiem, z jakich narządów składa się ciało roślin i umiem je opisywać.
- Znam budowę wewnętrzną roślin i umiem rozpoznawać pod mikroskopem ich tkanki.
- Znam funkcje narządów wegetatywnych i ich tkanek, umiem według ich budowy wyznaczać warunki życia roślin.
- Znam modyfikacje wegetatywnych narządów roślin i umiem je rozpoznawać.
- Znam sposoby rozmnażania roślin, umiem rozmnażać je z sadzonek i stwarzać warunki do kiełkowania nasion.
- Znam funkcje i budowę kwiatu, umiem ją analizować i wyznaczać rodzaj zapylenia.
- Znam zewnętrzną i wewnętrzną budowę nasienia i owocu, umiem wyznaczać sposób rozpowszechniania owoców i nasion.

## Temat 4.

# RÓŻNORODNOŚĆ ROŚLIN

Ucząc się tego tematu dowiesz się:

- ✓ o różnorodności roślin i o podstawowych grupach roślin wyższych;
- ✓ o podstawowych przedstawicielach roślin wyższych, ich znaczeniu w przyrodzie i życiu człowieka;
- ✓ o rozmnażaniu i rozpowszechnianiu roślin wyższych;
- ✓ jakie istnieją grupy ekologiczne i formy życiowe roślin i jak one tworzą zespoły roślinne.





Dowiesz się o trzech najbardziej rozpowszechnionych gromad wielokomórkowych glonów – brunatnicach, krasnorostach i zielenicach. Te gromady mają największe praktyczne zastosowanie w działalności gospodarczej człowieka.



Jakie glony w naszym życiu są ważne? Czy istnieją glony o dużych rozmiarach?

Glony są grupą, do której należeli przodkowie roślin lądowych. Glony odżywiają się dzięki fotosyntezie, a ich komórki posiadają chloroplasty. Jednak u wielokomórkowych glonów brak zróżnicowania na tkanki i podziału ciała na narządy – liście, łodygi, korzenie.

A więc glony są podobne do znanych nam roślin lądowych pod względem sposobu odżywiania. Różnią się od nich tym, że mają znacznie prostszą budowę ciała. W XIX w. naukowcy zaproponowali, by wszystkie „tradycyjne” rośliny lądowe – od niedużych mszaków do olbrzymich drzew – nazywać **roślinami wyższymi**, a organizmy roślinne pozbawione liści, łodyg i korzeni – **glonami**.

Glony są bardzo różnorodne. Wśród nich są organizmy jednokomórkowe i wielokomórkowe. Jednokomórkowe są **okrzemki** (*navikula*) i **eugleniny** (*euglena*), z którymi już zapoznałeś się. Do niektórych gromad glonów, zwłaszcza zielenic, należą zarówno jednokomórkowe (*zawłotnia*, *chlorella*), jak i wielokomórkowe postacie (na przykład – *ramienica*). Do innych gromad, przede wszystkim **brunatnic** i **krasnorostów**, zalicza się wyłącznie (lub prawie wyłącznie) wielokomórkowe, przeważnie – morskie organizmy, które są widoczne bez przyrządów powiększających. Właśnie te pięć gromad glonów – *eugleniny*, *okrzemki*, *brunatnice*, *krasnorosty* i *zielenice* – są najbardziej rozpowszechnione i znane. Rozpatrzmy szczegółowo te gromady, do których należą glony wielokomórkowe.

**Brunatnice** żyją przeważnie w morzach, szczególnie – chłodnych, na głębokości do 30 m. U brunatnic, podobnie jak u okrzemek, chloroplasty są zabarwione w różne odcienie żółtego koloru. Zwykle brunatnice posiadają duże wymiary i dobrze są widoczne nieuzbrojonym okiem. Są one organizmami wielokomórkowymi. Denne zarośla brunatnic często są nazywane „lasami morza”. Te „lasy” w półkuli północnej najczęściej tworzy „kapusta morska” – *listownica*.

**Listownica** wygląda jak szeroka żółto-brązowa taśma, której długość może sięgać 5–7 m (ryc. 166, *a*). W dolnej części zwęża się i przechodzi

w cylindryczną nóżkę, kończącą się rozgałęzieniem – *ryzoidami* (chwytnikami). Przy ich pomocy listownica mocno przyczepia się do kamienistej gleby.

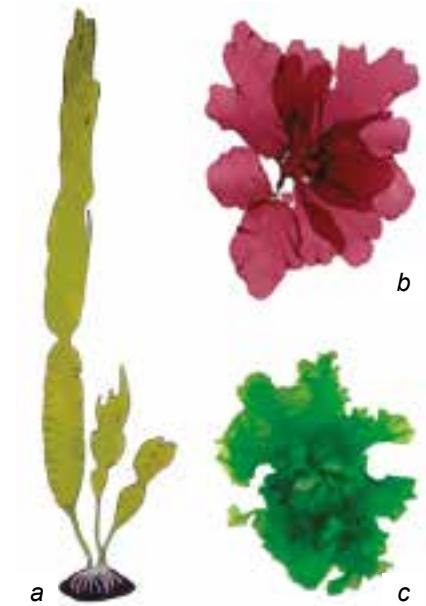
Listownica jest glonem jadalnym. Jest nie tylko zbierana przez mieszkańców terenów nadmorskich, lecz również sztucznie hodowana na farmach morskich w wielu krajach. Listownica jest bogata w jod, witaminy i różnorodne substancje odżywcze.

**Krasnorosty** też są przeważnie morskimi wielokomórkowymi organizmami. Chloroplasty krasnorostów najczęściej są zabarwione w czerwony kolor. Takie zabarwienie umożliwia krasnorostom wychwytywanie światła na dość dużych głębokościach – do 70 m. Niektóre krasnorosty, na przykład *porfira*, są jadalne (ryc. 166, *b*). Z wielu krasnorostów człowiek otrzymuje cenną galaretowatą substancję – **agar-agar**, która jest dodawana do roztworów, by zamienić je na galaretkę.

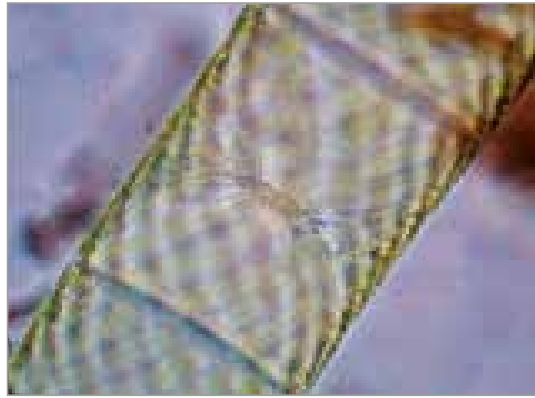
Agar-agar szeroko wykorzystuje się do produkcji farb, żeli kosmetycznych, w przemyśle cukierniczym – do produkcji ptasiego mleczka, zefiru i in. Główne zastosowanie znajduje agar jako neutralny podkład do pożywek, na których naukowcy hodują w laboratoriach mikrobiologicznych bakterie, mikroskopijne grzyby i glony.

**Zielenice** są najliczniejszą i najróżnorodniejszą gromadą glonów, której przedstawiciele spotykają się prawie wszędzie – w zbiornikach słodkowodnych i morzach, w glebie i na korze drzew, nawet na śniegu i lodzie. Znany ci przedstawicielami zielenic są: *zawłotnia*, *chlorella* i *ramienica*. Inni przedstawiciele – to słodkowodny glon *skrętnica* i morski glon *ulwa* (sałata morska).

**Skrętnica** ma postać nici składającej się z jednakowych komórek, rozmieszczonych jedna za drugą. W każdej komórce są wstęgowe, spiralnie zwinięte chloroplasty. Środek komórki zajmuje duża wodniczka, w jej centrum na pasemkach cytoplazmatycznych znajduje się jądro (ryc. 167). Skrętnica często tworzy na rzekach miękki i śliski w dotyku kożuch. Gdy zabarwimy preparat mikroskopowy skrętnicy roztworem tuszu, to zrozumimy, dlaczego kożuch jest śliski – każdą nić otacza warstwa śluzu.



Ryc. 166. Jadalne brunatnice, krasnorosty i zielenice:  
*a* – kapusta morska – listownica;  
*b* – sałata morska czerwona – porfira;  
*c* – sałata morska zielona – ulwa



Ryc. 167. Zielony nitkowaty glon skrzętnica

**Ulwa** (sałata morska) wygląda jak zielona blaszka wielkości dłoni i z zewnątrz przypomina *porfirę* (ryc. 166, c). Zazwyczaj *ulwa* rośnie na dnie, na stosunkowo niedużej głębokości – do 5 m. *Ulwa* (podobnie jak *porfira*) jest glonem jadalnym, który w niektórych krajach hoduje się na specjalnych farmach morskich.

Na przykładzie zielenic można obserwować podstawowe etapy stopniowej komplikacji budowy ciała organizmów fotosyntetyzujących: od ruchomych jednokomórkowych (*zawłotnia*) do jednokomórkowych nieruchomych (*chlorella*). Następnie – do nieruchomych wielokomórkowych organizmów z prostą budową ciała w postaci nici (*skrzętnica*) lub blaszki (sałata morska – *ulwa*) i do takich zielenic, które nawet zewnętrznie przypominają rośliny wyższe (*ramienica*).

Właśnie od zielenic, spokrewnionych ze *skrzętnicą* i *ramienicą*, pochodzą rośliny wyższe.

#### WNIOSKI

1. Glony odżywiają się jak rośliny, lecz ich ciało nie posiada korzeni, łodygi i liści.
2. Glony są różnorodne pod względem budowy (jednokomórkowe i wielokomórkowe), rozmiaru (mikroskopijne i makroskopijne), zabarwienia chloroplastów (żółte lub brązowe, czerwone, zielone), środowiska życia (morza, zbiorniki słodkowodne, ląd).
3. Podstawowe gromady glonów, do których należą przedstawiciele o budowie wielokomórkowej – to brunatnice, krasnorosty i zielenice.
4. Od wielokomórkowych zielenic pochodzą rośliny wyższe.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Glony, rośliny wyższe, brunatnice, krasnorosty, agar-agar, zielenice.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Co jest wspólnego pomiędzy glonami a tradycyjnymi roślinami, zwanymi wyższymi?
2. Jakie glony (eugleniny, okrzemki, brunatnice, krasnorosty lub zielenice) są wyłącznie jednokomórkowymi organizmami, a jakie – wyłącznie wielokomórkowymi?
3. W granicach jakiej gromady glonów można obserwować przejście od prostej jednokomórkowej do złożonej wielokomórkowej budowy ciała?

#### ZADANIE

1. Podaj charakterystykę praktycznego znaczenia różnych gromad glonów.
2. Przytocz nazwy glonów jadalnych.

#### § 39. MSZAKI



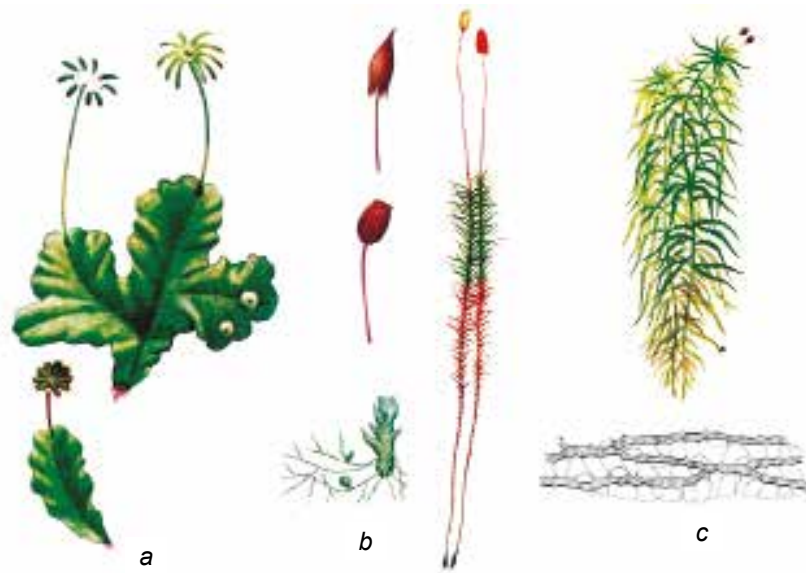
Dowiedz się o osobliwościach i różnorodności budowy mszaków, o trybie życia tych roślin; zrozumiesz, na czym polega osobliwość rozmnażania mszaków.



Skąd wzięły się mszaki? Dlaczego mszaki rosną na północnej stronie pnia drzewa? Dlaczego na jednych roślinach mchu są puszkki, a na innych – nie ma?

Na Ziemi nalicza się około 24 tys. gatunków mszaków! Są one rozpowszechnione wszędzie. **Mszaki** – to rośliny, które nie posiadają korzeni i nie są zdolne do efektywnego regulowania zawartości wody w ciele, dlatego wielu ich gatunków posiada zdolność do wysychania i prędkiego odnowienia swoich czynności życiowych po nawilżaniu. Większość mszaków rośnie w miejscach cienistych i wilgotnych. One obficie pokrywają korę pni drzew od strony północnej, która mniej wysycha i dokąd dociera mniej promieni słonecznych.

Ze względu na budowę ciała rozróżnia się mszaki *plechokształtne* i mszaki *posiadające łodyżkę z liśćmi*. Budowa wewnętrzna niektórych mszaków jest bardzo prosta, składają się one z prawie jednakowych komórek. U innych można obserwować różnorodne tkanki.



Ryc. 168. Mszaki plechokształtne i mszaki posiadające łądkę z liśćmi:  
a – porostnica; b – płonnik; c – torfowiec

Ciało mszaków plechokształtnych – to po prostu blaszka. Na jej dolnej powierzchni mogą być łuseczki i włoski – **chwytniki**, którymi ta blaszka przytwierdza się do gleby lub kamieni. Chwytniki transportują do ciała rośliny wodę. Przykładem mszaków plechokształtnych jest *porostnica wielokształtna* (ryc. 168, a), którą możemy obserwować na podmokłych łąkach, na brzegach strumyków, a w miastach – na porzuconych wilgotnych ścieżkach z drobnego żwiru lub asfaltu, gdzie nie rośnie trawa.

Na wilgotnych łąkach, w lasach można znaleźć mech posiadający łądkę z liśćmi – *płonnik* (ryc. 168, b). W procesie rozmnażania płonnika podobnie jak i u wszystkich mszaków, występuje przemiana pokoleń – *płciowego* i *bezpłciowego* (ryc. 169).

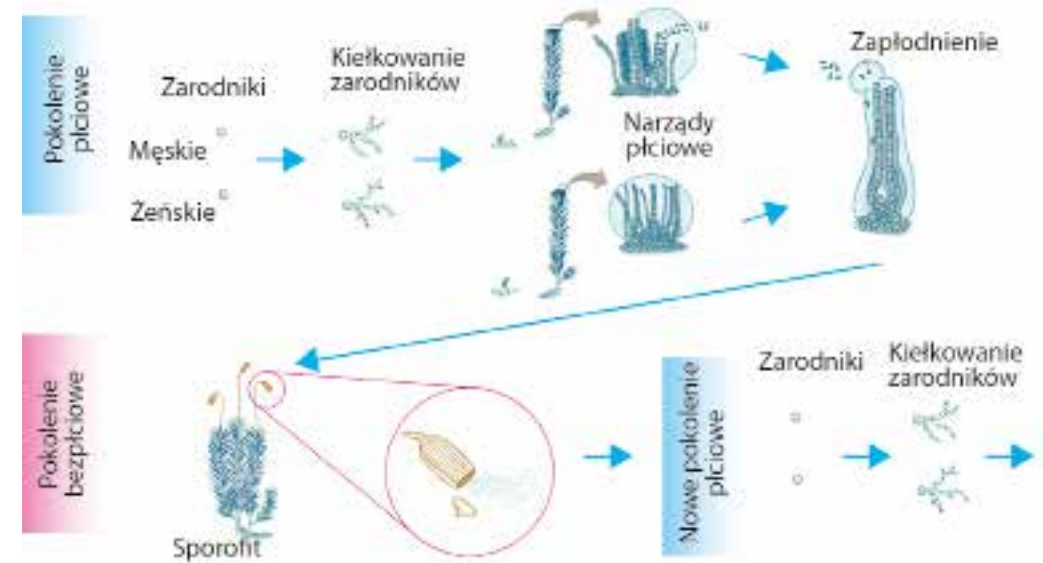
Rośliny płciowego pokolenia mszaków tworzą kobierce ze zwarcie rozmieszczonych pędów z łądką i liśćmi (właśnie te rośliny zazwyczaj

**Pokolenie płciowe** wytwarza narządy płciowe, w których powstają męskie i żeńskie komórki płciowe.

**Pokolenie bezpłciowe** wytwarza zarodniki, za pomocą których odbywa się rozmnażanie bezpłciowe.

nazywane są mchem). Na łądźce przy nasadzie pędu rozwijają się włoski – chwytniki. Na szczycie pędów płonnika pomiędzy liśćmi powstają narządy płciowe: męskie lub żeńskie. Kropelki deszczu trafiają na wierzchołki pędów i rozpryskują się. Wraz z mgiełką

wodną męskie komórki płciowe z wiciami – plemniki – dostają się na pędy żeńskie, wpływają do żeńskich narządów płciowych i zapładniają komórki jajowe (ryc. 178).

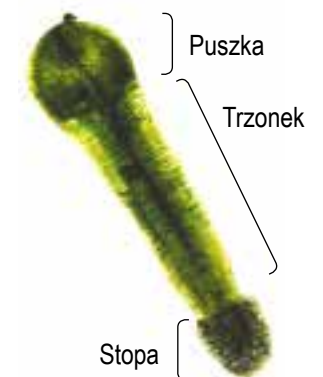


Ryc. 169. Rozmnażanie płonnika

Z zygoty wewnątrz żeńskiego narządu płciowego rozwija się pokolenie bezpłciowe mchu – *sporofit*. To znaczy, że rozwija się tylko na żeńskich pędach mchu i całe życie odżywia się ich kosztem. Sporofit składa się ze stopy, trzonka i puszki (ryc. 170). W puszcze sporofitu powstają zarodniki. Po dojrzeniu zarodniki wysypują się z puszki i wiatr roznosi je na duże odległości. Gdy zarodek *płonnika* znajdzie się na wilgotnej ziemi, wyrasta w bardzo rozgałęzioną, wielokomórkową, męską lub żeńską zieloną nić. Z czasem na tej nici powstają liczne pąki, z których rozwijają się pędy nowego pokolenia płciowego mchu. W taki sposób mszaki rozmnażają się i rozpowszechniają się przy pomocy zarodników.

Narządy, w których powstają zarodniki nazywają się *zarodniami*. U mszaków zarodnią jest puszcza sporofitu.

Bardzo ciekawy jest biały mech lub *torfowiec* (ryc. 168, c). Jego rozgałęzione pędy tworzą w wilgotnych lasach i na bagnach wielkie kobierce, które nazywają się torfowiskami. Odżywiają się takie bagna prawie czystą wodą deszczową.



Ryc. 170. Młody sporofit mchu



W ciele torfowca przeważają obumarłe komórki. W liściach na jedną zieloną żywą komórkę przypada do kilkudziesięciu komórek obumarłych, wypełnionych powietrzem. Właśnie one sprawiają wrażenie, że torfowiec ma biały kolor. W łodydze też powstają takie martwe komórki. One bardzo dobrze wchłaniają wilgoć. Dlatego torfowiec jak gąbka wchłania i utrzymuje dużo wody.

Kobierzec torfowca na powierzchni bagien blokuje dostęp tlenu do dolnych warstw wody, obniża jej parowanie i wymianę ciepła. Obumarłe szczątki tylko częściowo rozkładają się, tworząc dużą ilość kwasów organicznych. Oprócz tego torfowiec zawiera substancje bakteriobójcze. Dlatego szczątki mchu w bagnie nie ulegają całkowitemu gniciu, a tworzą potężne pokłady torfu. Torfowiec po wysuszeniu wykorzystywano w medycynie jako materiał opatrunkowy. Obecnie tego już się nie robi, ponieważ torfowiska dość prędko znikają z powodu zanieczyszczonych opadów atmosferycznych. Na całym świecie są one objęte ochroną.

#### WNIOSKI

1. Mszaki nie posiadają korzeni, ich ciało – to blaszka lub pęd, w niektórych wypadkach z chwytnikami.
2. Budowa mszaków nie zapewnia efektywnej regulacji zawartości wody w ciele.
3. U mszaków podstawowym fotosyntetyzującym pokoleniem jest pokolenie płciowe. Bezpłciowe pokolenie przedstawia sporofit, odżywiający się kosztem żeńskiej rośliny pokolenia płciowego.
4. Mszaki rozmnażają się i rozpowszechniają przy pomocy zarodników.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Mszaki, chwytniki, sporofit, zarodnia, pokolenie płciowe, pokolenie bezpłciowe.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Jakie znasz rodzaje budowy ciała mszaków?
2. Jak zachodzi proces płciowy u mszaków?
3. Co to jest sporofit? Jaką ma budowę i jakie są jego funkcje?
4. Dlaczego pędy płonnika wytwarzają zwarte kobierce?
5. Jakie pokolenia wyróżniają się u mszaków?

#### ZADANIE

Przepisz do zeszytu i dokończ zdania opisujące proces rozmnażania *płonnika*.

#### Rozmnażanie płonnika:

Zarodniki powstają w \_\_\_\_\_

Z zarodników rozwija się \_\_\_\_\_

Narządy płciowe powstają na \_\_\_\_\_

Plemniki dostają się do komórki jajowej \_\_\_\_\_

Z komórki jajowej rozwija się \_\_\_\_\_

### § 40. WIDLAKI I SKRZYPY

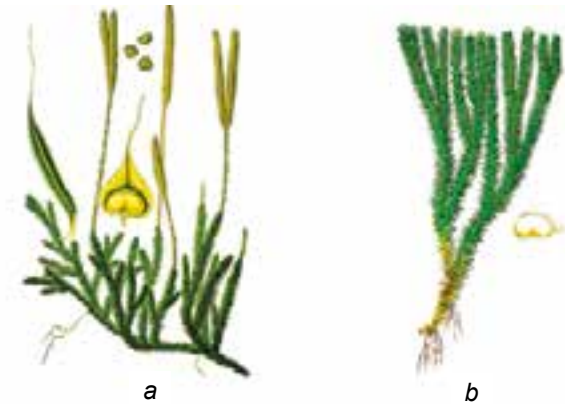


Dowiesz się o różnicach w budowie pokolenia bezpłciowego i pokolenia płciowego widłaków i skrzypów, o ich różnorodności i osobliwościach czynności życiowych.



Co to jest widłak? Co to jest skrzyp? Jak rozmnażają się skrzypy i widłaki?

**Widłaki** posiadają wszystkie charakterystyczne dla roślin tkanki, lecz układy zapewniające dostarczanie wody i regulujące parowanie wody są u nich mniej efektywne niż u roślin kwiatowych. Dlatego widłaki dążą do bardziej wilgotnego środowiska życia. Około 500 współczesnych gatunków widłaków występuje na wszystkich kontynentach oprócz Antarktydy. Posiadają one pędy z drobnymi zielonymi liśćmi i korzenie przybyszowe. Rozgałęzienie pędów i korzeni widłaków jest widełkowate, tworzy się za pomocą wierzchołkowych stożków wzrostu.



Ryc. 171. Widłak goździsty (a) i wroniec widlasty (b)

Widłaki podobnie jak mszaki rozmnażają się za pomocą zarodników powstających w zarodniach. U *wronca widlastego* (ryc. 171, b) są one rozmieszczone strefowo pomiędzy liśćmi zwykłych pędów. U *widłaka goździstego* (ryc. 171, a) na rozgałęzieniach bocznych powstają krótkie pędy nazywane **kłosekmi zarodnionośnymi**. Na tych pędach rozwijają się nieco szersze liście, u których przy nasadzie, na górnej części, są rozmieszczone zarodnie z zarodnikami (ryc. 172). Po dojrzeniu zarodniki wysypują się. Kłosek zarodnionośny obumiera.



Ryc. 172. Rozmnażanie widłaka goździstego

Zarodniki widłaka kiełkują w glebie. Dają one początek niedużej (o długości kilku milimetrów) bezbarwnej roślince – *splątkowi*, który jest

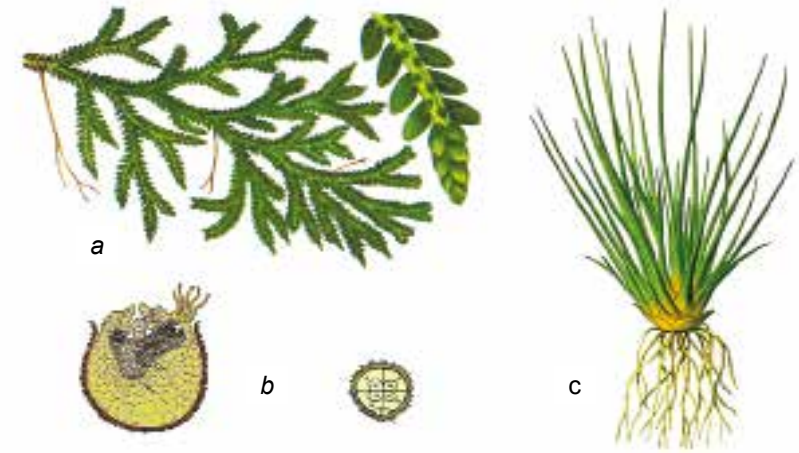
**Splątek** – pokolenie płciowe roślin, u których podstawowym pokoleniem fotosyntetyzującym jest pokolenie bezpłciowe

pokoleniem płciowym. Splątek widłaków żyje w glebie, posiada chwytники i odżywia się dzięki symbiozie z grzybami, które dostarczają substancje odżywcze,

rozkładając substancje organiczne gleby. Na nim powstają zarówno męskie, jak i żeńskie narządy płciowe.

Plemniki poruszają się dzięki kropelkom wody, która zawsze pokrywa cząsteczki gleby i płyną do żeńskich narządów płciowych. Zachodzi zapłodnienie. Z zygoty powstaje zarodek nowego widłaka. Od kiełkowania zarodnika do zapłodnienia mija do 15 lat. Dlatego widłaki są bardzo uczulone na zmiany środowiska zewnętrznego, które mogą przerwać proces ich rozmnażania. Są to rośliny rzadkie, objęte ochroną prawną na Ukrainie.

„Krewnymi” widłaków są: *widliczka ostrozębna*, rosnąca na wyżynach Ukraińskich Karpat i rzadka wodna roślina Polesia Ukraińskiego – *poryblin jeziorowy* (ryc. 173).



Ryc. 173. Widliczka ostrozębna (a – pokolenie bezpłciowe, b – pokolenie płciowe) i poryblin jeziorowy (c)

*Skrzypy* posiadają poziome podziemne kłącza (od nich odchodzą korzenie przybyszowe) i pionowe pędy nadziemne. Każdy pęd składa się z zielonej łodygi, pełniącej funkcję fotosyntezy i z drobnych bezbarwnych liści. Liście zrastają się w rurkę. Te rurki tworzą dobrze widoczne węzły, dzięki którym łodyga łatwo dzieli się na części. Rozgałęzienie u skrzypów zawsze jest boczne. Ściany komórkowe komórek skrzypów gromadzą bardzo dużo krzemionki, dlatego one są twarde w dotyku.

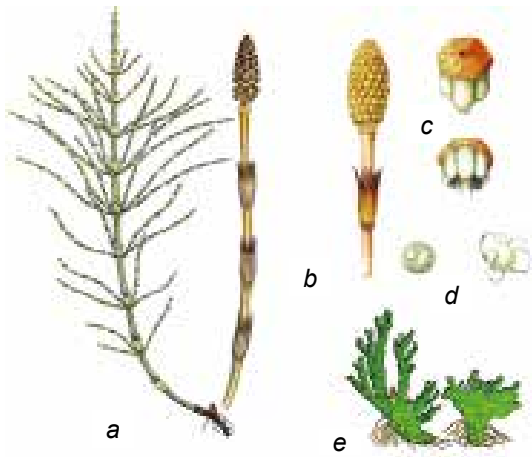
We współczesnej florze nalicza się do 40 gatunków skrzypów. Na Ukrainie rozpowszechnione są niewysokie skrzypy z łodygą zielną, a w górach Peru spotykają się rośliny o wysokości do 14 metrów. Co prawda rzadko występujący u nas *skrzyp olbrzymi* może sięgać do dwóch metrów wysokości.

Rośliny, które na co dzień są nazywane skrzypami – to pokolenie bezpłciowe wytwarzające zarodniki. U *skrzypu polnego* i *olbrzymiego* zarodniki powstają w kłosek zarodnionośnych, rozmieszczonych na wierzchołkach nierozgałęzionych bezbarwnych pędów. Te pędy powstają wiosną i po rozpowszechnieniu zarodników prędko obumierają.

Zarodniki skrzypów posiadają dodatkową błonę, złożoną z dwóch spiralnie skręconych wokół nich wstążek. Te wstążki przy wysychaniu rozkręcają się i przeplatają się w taki sposób, że zarodniki rozsiewają się nie pojedynczo, a grupami. To jest bardzo ważne! Na powierzchni gleby zarodniki prędko kiełkują i wytwarzają pokolenie płciowe – męskie i żeńskie zielone przedrośla w kształcie drobnych, rozsieczonych blaszek. W narządach płciowych przedrośli męskich powstają plemniki, a w żeńskich – komórki jajowe.

W kroplach deszczu lub rosy plemniki dopływają do komórki jajowej i zapładniają ją. Z zygoty prędko rozwija się nowy młody skrzyp.

Rozpowszechnione na Ukrainie skrzypy rosną w lasach, na łąkach i bagnach, a także nad brzegami zbiorników wodnych. Niektóre z nich (na przykład, *skrzyp olbrzymi*) są roślinami rzadkimi, objętymi ochroną prawną, a inne (na przykład *skrzyp polny*) – stały się uciążliwymi chwastami (ryc. 174). Najpewniejszym sposobem pozbycia się tego chwastu jest systematyczne niszczenie pędów nadziemnych (w celu osłabienia kłączy). Dzięki obecności w ścianach komórkowych krzemionki skrzypy



Ryc. 174. Skrzyp polny: a – pęd wegetatywny i pęd zarodnionośny; b – kłosek zarodnionośny; c – zarodnie na tarczowatych liściach; d – zarodniki; e – pokolenie płciowe

były wykorzystywane do szlifowania różnorodnych wyrobów, a współcześni turyści skutecznie czyszczą pędami skrzypów swoje kociołki. Skrzypy są wykorzystywane również jako rośliny lecznicze.

Współczesne widłaki i skrzypy naszej flory – to tylko nieliczni potomkowie bardzo różnorodnych w dalekiej przeszłości grup roślin. Wiele milionów lat temu ich „krewni” sięgali 30–40 metrów wysokości i tworzyli lasy, które z ochłodzeniem klimatu wymarły. Ich liczne szczątki wraz ze szczątkami paproci utworzyły pokłady węgla kamiennego.

#### WNIOSKI

1. Widłaki i skrzypy posiadają pędy z liśćmi i korzeniami przybyszowymi.
2. U widłaków i skrzypów podstawowym fotosyntetyzującym pokoleniem jest pokolenie bezpłciowe, a płciowe – jest reprezentowane przedroślem, które wytwarza narządy płciowe i zapewnia proces płciowy.
3. Przedrośle widłaków wytwarza męskie i żeńskie narządy płciowe, żyje w glebie, odżywia się dzięki współżyciu z grzybami glebowymi i ma długotrwały okres rozwoju.
4. Przedrośle skrzypów jest nadziemne, fotosyntetyzujące, wytwarza męskie lub żeńskie narządy płciowe i ma krótki okres rozwoju.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Widłaki, skrzypy, przedrośle, kłosek zarodnionośny.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Jaką budowę mają pędy widłaka?
2. Gdzie rozwijają się zarodnie widłaków?
3. Jakie są charakterystyczne cechy budowy i rozwoju przedrośli widłaków?
4. Jakie znasz rzadkie gatunki widłaków i ich „krewnych”?
5. Jaką budowę mają pędy skrzypów?
6. Gdzie rozwijają się zarodniki skrzypów i jakie są osobliwości ich budowy?
7. Jakie charakterystyczne cechy mają przedrośla skrzypów?
8. Czy są wśród skrzypów Ukrainy gatunki rzadkie?
9. Jakie skrzypy są chwastami?

#### ZADANIE

1. Wypełnij w zeszycie tabelkę.

Cecha	Widłak	Skrzyp
Narządy wegetatywne		
Rozgałęzienie		
Miejsce rozmieszczenia narządów		
Sposób życia przedrośla		
Jakie narządy płciowe znajdują się na przedroślu?		

2. Podaj odpowiedź na pytanie:  
Jakie są wspólne i odmienne cechy budowy i rozmnażania widłaków i skrzypów?

#### § 41. PAPROCIE



Dowiedz się o różnorodności paproci, osobliwościach budowy pokolenia bezpłciowego i pokolenia płciowego oraz ich rozmnażaniu.



Jakie bywają paprocie i jak one rozmnażają się? Czy można znaleźć kwiat paproci?

**Paproć** składa się z pędów i korzeni (ryc. 175). Liście paproci są duże, mają powycinane blaszki. W odróżnieniu od liści innych roślin one posiadają trwały wzrost wierzchołkowy i dlatego są zwinięte na kształt pasto-



Ryc. 175. Nerecznica samcza

rału, by zapewnić ochronę wierzchołkowego stożka wzrostu. Paprocie mogą mieć zarówno wierzchołkowe, jak i boczne rozgałęzienie. Układy dostarczające wodę i regulujące parowanie paproci są mniej efektywne niż u roślin kwiatowych, dlatego potrzebują one dostatecznego zwilżenia. Współczesne paprocie nie posiadają bocznych tkanek twórczych (brak wtórnego przyrostu na grubość).

Szacuje się, że występuje we współczesnej florze Ziemi około 10 tys. gatunków paproci. Szczególnie dużo jest ich w wilgotnych krajach tropikalnych. Są to rośliny bardzo różnorodne. W Ameryce Południowej i Nowej Zelandii rosną paprocie drzewiaste, które nawet mogą tworzyć lasy. Przeważnie gatunki tropikalne i subtropikalne mogą posiadać wiotką łodygę i wykorzystywać jako podporę gałązki i pnie drzew. Niektóre paprocie osiedlają się na skałach lub ścianach budynków w miastach. Lecz większość gatunków rośnie w lasach i na łąkach. Tylko nieliczne gatunki przystosowują się do wodnego trybu życia w zbiornikach słodkowodnych.

Rozpowszechnione na Ukrainie paprocie posiadają kłacza. U części gatunków one są skrócone i prawie pionowe, a liście – zebrane w podobne do lejka rozetki, które mogą sięgać wysokości powyżej 1,5 metra (*nerecznica samcza* (ryc. 175), *wietlica samicza*, *pióropusznik strusi* (ryc. 178, b)).



Ryc. 176. Rozmnażanie nerecznicy samczej

Kłacza innych paproci są poziome i mocno wydłużone, a liście rozmieszczone na dużej odległości jeden od drugiego w taki sposób, że pojedynczo wystają z ziemi jak u *orlicy pospolitej* (ryc. 178, a), *paprotki zwyczajnej* (ryc. 178, c), *cienistki trójkątnej*.



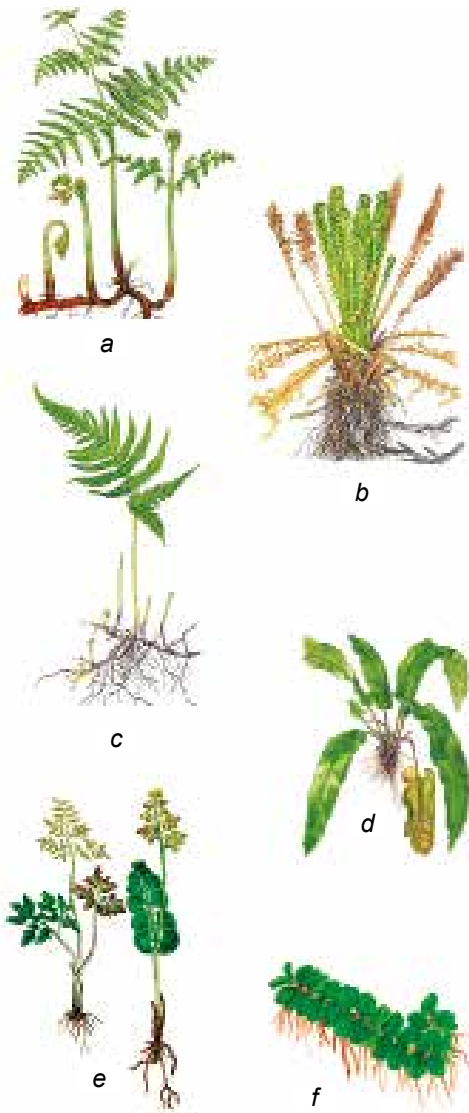
Ryc. 177. Przedrośle nerecznicy samczej

Na przykładzie rozpowszechnionej *nerecznicy samczej* zapoznajcie się z rozmnażaniem tych roślin (ryc. 176). Na spodniej stronie liści dorosłych roślin nerecznicy samczej widoczne są skupienia zarodni, które są przykryte błoniastą pokrywą ochronną – zawijką.

Kiedy zarodniki nerecznicy samczej dojrzewają, zarodnie gwałtownie pękają. Przy tym mikroskopijne zarodniki wyrzucają się na odległość kilku centymetrów. Wiatr je podchwytuje i roznosi na znaczne odległości. Aby zakiełkować, zarodnik powinien dostać się na wilgotną glebę. Da on początek cienkiej zielonej blaszce o sercowatym kształcie – przedroślu paproci (ryc. 177). Na dolnej stronie przedrośla znajdują się chwytniki, za pomocą których przytwierdza się do gleby i wchłania wodę. Przedrośla nerecznicy samczej są nietrwałe i nieduże. Ich przeciętna średnica wynosi około 5 mm, dlatego trudno je odnaleźć w przyrodzie. Czasem możemy je zobaczyć na wilgotnych stokach wozów pozbawionych roślinności.

Na dolnej stronie sformowanego przedrośla powstają męskie i żeńskie narządy płciowe. W męskich narządach płciowych powstają liczne ruchliwe męskie komórki płciowe – plemniki. W każdym żeńskim narządzie płciowym rozwija się tylko jedna komórka jajowa. Po deszczu lub obfitej rosie pomiędzy dolną powierzchnią przedrośla a glebą powstaje cieniutka warstewka wody. Po niej plemniki poruszają się do komórki jajowej. Są one „przywabiane” za pomocą substancji, które wydziela żeński narząd płciowy. Jeden z plemników zapładnia komórkę jajową.

Zygota kiełkuje w nową roślinę pokolenia bezpłciowego. Najpierw otrzymuje substancje odżywcze tylko z tkanek przedrośla, następnie wytwarza pierwszy korzonek, który zagłębia się w glebę. Rozwija się pierwszy liść. Lecz młoda roślina pokolenia bezpłciowego zachowuje łączność z przedroślem aż do jego pełnego obumarcia.



Ryc. 178. Różnorodność paproci:  
 a – orlica pospolita; b – pióropusznik strusi;  
 c – paprotka zwyczajna; d – jęczyznik zwyczajny;  
 e – paprocie nasięźrzalowe; f – salwinia

„Krewni” nercznicy samczej są bardzo różnorodni. Rozpoznamy je na podstawie osobliwości rozmieszczenia i budowy zarodni oraz ich skupień. Wśród innych wyróżnia się paproć dekoracyjna *pióropusznik strusi* (ryc. 178, b), u którego zarodnie rozwijają się tylko na osobliwych liściach podobnych do strusiego pióra. Natomiast liście wegetatywne przeciętny człowiek może nie odróżnić od liści nercznicy samczej. U *jęczyznika* (ryc. 178, d), który rośnie na bogatych w kredę glebach w lasach bukowych, blaszka liściowa jest niepodzielona. Na Ukrainie w lasach, na skałach i łąkach spotykają się bardzo ciekawe *paprocie nasięźrzalowe* (ryc. 178, e). Kłaczki ich co rok wytwarza tylko jeden nieduży liść. W zbiornikach wodnych można zauważyć rzadką *paproć salwinię* (ryc. 178, f). Pędy jej posiadają kilka węzłów, w których wyrasta po trzy liście. Dwa z nich mają eliptyczne blaszki, utrzymujące się na powierzchni wody. Są one fotosyntetyzujące. Trzeci liść podzielony jest na kilkanaście długich, nitkowatych, owłosionych odcinków zwisających w głąb wody. Salwinia nie posiada korzeni. Rozpowszechniają salwinię ptaki pływające.

Współczesne paprocie nie mają większego znaczenia gospodarczego, chociaż w niedalekiej przeszłości produkowano z nich leki od robaczyc. Młode liście *orlicy pospolitej* (ryc. 178, a) są jadalne. Właśnie w tym celu transportuje się je do Japonii. Wiele gatunków tropikalnych paproci – to wspaniałe pokojowe rośliny dekoracyjne.

## WNIOSKI

1. U paproci podstawowym pokoleniem fotosyntezującym jest pokolenie bezpłciowe, reprezentowane przez duże osobniki z korzeniami i pędami. Pokolenie płciowe – to przedrośle.
2. Liście paproci charakteryzuje trwały wzrost wierzchołkowy. Aby chronić wierzchołkowy stożek wzrostu, są one zwinięte na kształt pastorału.
3. Paprocie rozpowszechniają się i rozmnażają za pomocą zarodników powstających w narządach rozmnażania bezpłciowego (zarodniach), znajdujących się na spodniej stronie liści.
4. Proces płciowy u paproci zachodzi przy pomocy plemników i komórek jajowych, które powstają w narządach płciowych na przedroślu. Do zapłodnienia niezbędna jest woda.

## TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Paproć.

## PYTANIA KONTROLNE

1. Gdzie są rozpowszechnione współczesne paprocie, w jakich warunkach one rosną?
2. Na czym polega osobliwość liści paproci?
3. Jak zachodzi rozmnażanie bezpłciowe paproci za pomocą zarodników?
4. Co wyrasta z zarodnika paproci?
5. Gdzie powstają komórki płciowe paproci i jakie warunki są niezbędne do zapłodnienia?
6. Co rozwija się z zapłodnionej komórki jajowej paproci?
7. Jakie współczesne paprocie wykorzystuje człowiek i w jakim celu?

## ZADANIE

1. Dokończ wypełnienie w zeszyte podanej tabelki z poprzedniego paragrafu.

Cecha	Widłak	Skrzyp	Nercznica samcza
Narządy wegetatywne			
Miejsce rozmieszczenia zarodni			
Sposób życia splotka			
Jakie narządy płciowe znajdują się na splotku?			

2. Odpowiedz na pytanie.  
 Jakie są cechy wspólne i różnice w budowie i rozmnażaniu nercznicy samczej w porównaniu z widlakiem i skrzypem?



Dowiedz się, co to są rośliny nagonasienne i czym one różnią się od roślin okrytonasiennych; o różnorodności tych roślin.



Czy wszystkie rośliny nagonasienne są iglaste? Dlaczego świerk jest wiecznie zielony? Gdzie rośnie cis pospolity?

Dla roślin *nagonasiennych* podobnie jak dla roślin kwiatowych, charakterystyczne są te same narządy wegetatywne, lecz one nie posiadają kwiatu, a więc i słupek ze znamieniem oraz owocu.



Ryc. 179. Sosna zwyczajna

**Szyszka** — przekształcony krótkopęd nagonasiennych wytwarzający woreczki pyłkowe lub zalążki.

ne są nieduże tegoroczne szyszki żeńskie, które mają czerwonawy kolor. Na starszych gałązkach można zauważyć zielone zeszłoroczne szyszki o długości kilku centymetrów. Na gałązkach trzyletnich znajdziesz brązowe i suche szyszki. Na niektórych młodych pędach znajdują się drobne męskie szyszki żółtego koloru.

We współczesnej florze świata przedstawiciele nagonasiennych jest niedużo, około 800 gatunków. Nagonasienne są wyłącznie roślinami drzewiastymi (drzewami i krzewami). Są one rozpowszechnione na wszystkich kontynentach (oprócz Antarktydy) i we wszystkich strefach klimatycznych; w suchych, umiarkowanie wilgotnych i nadmiernie wilgotnych siedliskach. Tworzą tajgę Syberii, lasy iglaste i mieszane Europy oraz Azji a nawet lasy w górach Ameryki Południowej. Żaden przedstawiciel nagonasiennych nie mieszka w środowisku wodnym.

Nagonasienne rozpowszechniają się i rozmnażają za pośrednictwem nasion. Rozpatrzmy ten proces na przykładzie *sosny zwyczajnej* (ryc. 179). Sosna nie posiada kwiatów, lecz wytwarza *szyszki*. Na wierzchołkach młodych pędów widoczne



Ryc. 180. Rozmnażanie sosny zwyczajnej

Szyszka składa się z osi i łusek. Szyszki są żeńskie i męskie. Na każdej żeńskiej łusce sosny powstaje dwa zalążki. Łuski męskich szyszek posiadają po dwa woreczki pyłkowe, w których dojrzewa pyłek.

W pierwszym roku istnienia żeńskiej szyszki, na początku lata jej zalążki nie są jeszcze zdolne do zapłodnienia, a tylko – do zapylenia (ryc. 180). W tym czasie łuseczki szyszek rozwierają się. W woreczkach pyłkowych szyszek męskich powstają ziarenka pyłku. W ich błonach są dwa pęcherze powietrzne. Wiatr roznosi pyłek. Ziarenka pyłkowe przyklejają się do kropelki wody wystającej z zalążka. Ziarenko pyłku kiełkuje – wytwarza łągiewkę pyłkową wrastającą w zalążek. Łuseczki szyszki żeńskiej po zapyleniu zamykają się, szyszka okrywa się smołą i przybiera zielone zabarwienie.

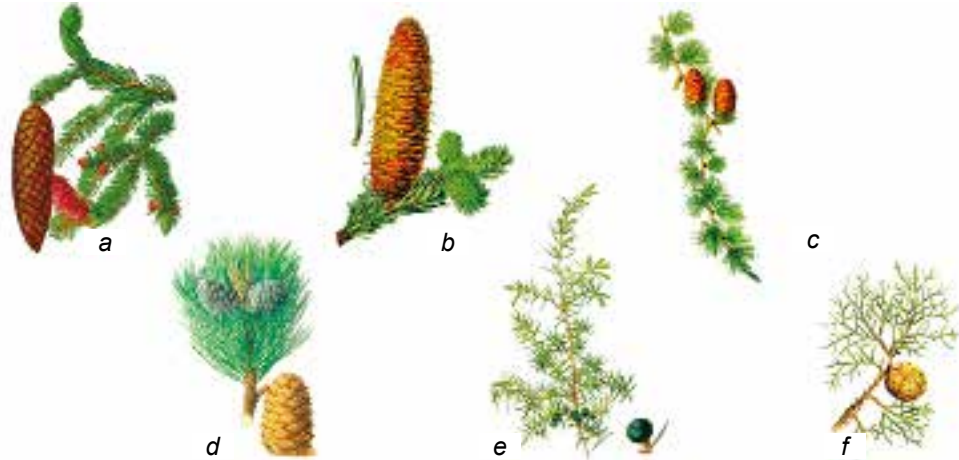
Następnego roku w żeńskich szyszkach, w zalążku powstaje szczególna tkanka – *bielmo*. Z części jej komórek powstaje kilka żeńskich narządów płciowych z komórkami jajowymi, reszta komórek magazynuje substancje odżywcze. W łągiewkach pyłkowych powstaje po dwa *plemniki*. Łągiewka pyłkowa dorasta do komórki jajowej, rozpuszcza się i jeden z plemników zapładnia komórkę jajową. Z zygoty rozwija się zarodek przyszłej sosny. Szczątki osłonek zalążka, zarodek i bielmo tworzą młode nasienie.

Wiosną trzeciego roku nasiona całkowicie dojrzewają. Wtedy szyszki wysychają, brązowieją i otwierają się, wysypując dojrzałe nasiona. Nasiona *sosny zwyczajnej* posiadają błoniaste skrzydełka, dzięki którym mogą być przenoszone przez wiatr w odległe miejsca. U innych nagonasiennych zapylenie, zapłodnienie i dojrzewanie nasion może zachodzić w ciągu jednego roku.

Znasz rośliny nagonasienne przede wszystkim jako drzewa i krzewy iglaste (ryc. 181). Posiadają one igłowe liście – *igły* (*szpilki*). W lasach strefy umiarkowanej najczęściej spotykamy *sosny*, *świerki*, *jodły* i *modrzewie*.

**Igła** — igłowy przekształcony liść nagonasiennych.

Dają one cenne drewno i żywicę – smołę gromadzącą się w drewnie w specjalnych przewodach.



Ryc. 181. Iglaste: a – świerk; b – jodła; c – modrzew europejski; d – limba; e – jałowiec pospolity; f – cyprys

Niebezpiecznym przedstawicielem nagonasiennych jest *cis pospolity* (ryc. 182), którego dziko rosnące okazy zachowały się jeszcze w Karpatach. Ta roślina ma wiele dekoracyjnych odmian, które mogą być niewielkimi drzewami lub krzakami. Wytrzymują one znaczne zacielenie. Cis nie wytwarza szyszek żeńskich. Jego czarne nasiona rozwijają się na szczytach króciutkich pędów, a przy nasadzie mają kubkowatą, soczystą osnówkę czerwonego koloru. Ta osnówka wabi ptaków, które roznoszą nasiona. Warto być bardzo ostrożnym, ponieważ we wszystkich częściach rośliny, oprócz osnówki, jest dużo substancji trujących



Ryc. 182. Cis pospolity

Rośliny nagonasienne są bardzo różnorodne. Oprócz iglastych należą do nich inni przedstawiciele, opisani w rubryce „Dla dociekliwych” w końcu paragrafu.

## WNIOSKI

1. Nagonasienne – różnorodna grupa roślin, która ma duże znaczenie w przyrodzie i życiu człowieka.
2. Nagonasienne nie posiadają kwiatu, a więc słupka ze znamieniem, ani owocu.
3. Przy zapyłaniu zalążek nagonasiennych wychwytuje pyłek przy pomocy kropelki wody, którą on wydziela.
4. U większości gatunków nagonasiennych plemniki są transportowane do komórki jajowej przez łagiewkę pyłkową.
5. Bielmo nagonasiennych powstaje przed zapłodnieniem, brak podwójnego zapłodnienia.

## TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Nagonasienne, szyszka, igła.

## PYTANIA KONTROLNE

1. Jak człowiek wykorzystuje rośliny nagonasienne?
2. Jaka jest budowa szyszek sosny?
3. Kiedy i jak zachodzi zapylenie u sosny?
4. Gdzie i kiedy powstają komórki jajowe sosny?
5. Jak i kiedy zachodzi zapłodnienie komórki jajowej sosny?
6. Jakie znasz gatunki roślin iglastych?

## ZADANIE

Przypomnij sobie, jak zachodzi rozmnażanie paproci i roślin kwiatowych. Wypełnij w zeszytcie tabelkę.

Cecha	Gromady roślin		
	Paprocie	Nagonasienne	Rośliny kwiatowe
Miejsce powstania męskich i żeńskich komórek płciowych			
Obecność lub brak pyłku i zapyłania			
Niezbędność wody przy zapyłaniu			
Niezbędność wody przy zapłodnieniu			
Za pomocą czego rozsiewają się			

Dokonaj analizy tabelki. Jakie wspólne cechy mają rośliny nagonasienne z paprociami i roślinami kwiatowymi? Która grupa roślin jest najmniej, a która najbardziej przystosowana do warunków życia lądowego?

## Nagonasienne, które nie posiadają igieł

W naszych parkach często można zobaczyć *miłorząb japoński* (ryc. 183). Przed epoką lodowcową ten gatunek był rozpowszechniony prawie na całym świecie, lecz obecnie naturalne lasy miłorzębowe być może zachowały się w niektórych rejonach Chin. Jest to drzewo osiągające wysokość do 40 m, o liściach wachlarzowatych, zwykle na szczycie mniej lub bardziej wyciętych, o nerwacji widełkowatej. Nasiona miłorzębu są duże, zewnętrzna część okrywy nasiennej, przybiera żółto-pomarańczowego zabarwienia, wskutek czego nasienie przypomina pestkowiec śliwy wiśniowej. Liście miłorzębu zawierają dużo korzystnych substancji wykorzystywanych do leczenia chorób naczyń krwionośnych nóg, serca i mózgu człowieka.

*Sagowce* (ryc. 184) są rozpowszechnione w krajach tropikalnych i subtropikalnych, w lasach wilgotnych i półpustyniach Afryki, Ameryki, Azji i Australii. Te rośliny są podobne do palm – z potężnym, prawie nierozgałęzionym pniem i dużymi rozsieczonymi liśćmi. Sagowce są wykorzystywane do ozdoby pomieszczeń i często mylone z palmami.

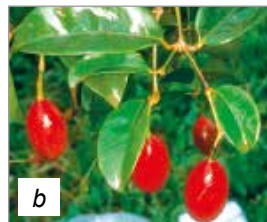
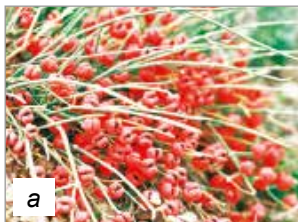
*Gniotowe* posiadają dodatkową okrywą wokół nasienia (ryc. 185). W strefie stepowej Ukrainy rośnie nieduży krzaczek *prześli* (*Ephedra*). Nazwa łacińska tej rośliny dała nazwę substancji, którą wykorzystuje się w medycynie – efedryny. Najbliższymi krewnymi prześli są *gnioty* – drzewa i liany wilgotnych tropików z szerokimi liśćmi, a także prawie fantastyczna roślina *welwiczja przedziwna* z pustyni południowo-zachodniej Afryki (pustynia Namib). *Welwiczja* ma tylko dwa liście, stale rosnących przy nasadzie i stopniowo niszczących się na końcach. Żyją wraz z całą rośliną, która może istnieć nawet 1000 lat.



Ryc. 183. Miłorząb japoński  
(pęd z liśćmi i nasionami)



Ryc. 184. Sagowiec  
(roślina z męską szyszka)



Gniotowe: a – prześl; b – gniot; c – welwiczja

## § 43. OKRYTONASIENNE ROŚLINY. OKRYTONASIENNE DWULIŚCIENNE I JEDNOLIŚCIENNE



Dowiedz się, co to są rośliny okrytonasienne; co to są rośliny okrytonasienne jednoliścienne i dwuliścienne.

**Okrytonasienne** — to rośliny nasienne, których pyłek wychwytuje znamię słupka.

Z poprzedniego tematu dowiedziałeś się o podstawowych cechach budowy i biologii roślin kwiatowych. Wszystkie one nazywają się roślinami kwiatowymi lub *okrytonasiennymi*. To znaczy, że ich zalążki są głęboko schowane w próżni zalążni, a pyłek podczas zapylenia wychwytuje znamię słupka. Posiadają one woreczek zalążkowy i właściwe jest dla nich zapylenie podwójne. Rośliny okrytonasienne są rozpowszechnione na wszystkich kontynentach (nawet na Antarktydzie), rosną we wszystkich strefach klimatycznych. Nalicza się ich około 250 tys. różnorodnych gatunków. Te rośliny zasiedlają najbardziej suche pustynie i umiarkowanie wilgotne tereny, spotykają się na bagnach i w zbiornikach słodkowodnych, a niektóre, jak na przykład trawa morska (*zostery morskie*), nawet dostosowały się do życia na dnie morskim tak, że woda morska przenosi ich pyłek.

Różnice między roślinami dwuliściennymi i jednoliściennymi. Wśród roślin kwiatowych są gatunki z zarodkami, które zawierają dwa liścienie, a niektóre – jeden. Z tą cechą wiąże się wiele innych osobliwości. Dlatego rośliny okrytonasienne dzielimy na dwie grupy: *dwuliścienne* i *jednoliścienne*.

**Korzeń.** U większości *dwuliściennych* korzeń główny jest długotrwały i dlatego ich system korzeniowy posiada jeden potężny korzeń szkieletowy, od którego odchodzą mniej potężne korzenie boczne. Główny korzeń *jednoliściennych* obumiera wcześniej, dlatego ich system korzeniowy zawiera liczne, jednakowo rozwinięte korzenie szkieletowe.

**Liść.** Liście *dwuliściennych* zwykle posiadają niewielką nasadę, często z przylistkami, dobrze ukształtowany ogonek i blaszkę liściową z dłoniastą lub pierzastą nerwacją. Liście *jednoliściennych* często posiadają nasadę w postaci pochwy liściowej otaczającej łodygę, zwykle bez przylistków i ogonka, z blaszką liściową owalną lub w postaci strzałki o nerwacji łukowatej lub równoległej.

**Łodyga.** Na przekroju poprzecznym łodygi roślin *dwuliściennych* wiązki przewodzące ułożone są w postaci pierścienia, obecny jest rdzeń. Ich cechą charakterystyczną jest obecność miazgi, wskutek czego następuje przyrost



łodygi na grubość. Dlatego wśród dwuliściennych jest dużo roślin zarówno zielnych, jak i drzewiastych. Natomiast wiązki przewodzące *jednoliściennych* są rozproszone w całym przekroju poprzecznym łodygi. Niekiedy w środku łodygi możemy rozróżnić rdzeń, lecz u niektórych jednoliściennych, na przykład traw (*bambus, pszenica, żyto*), łodygi w środku są puste. Jednoliścienne nie posiadają miazgi. Do jednoliściennych należą głównie rośliny zielne. Bardzo rzadkie są drzewa (np. *palmy, aloes, draceny*).

**Kwiat.** Wiele roślin *dwuliściennych* ma kwiaty, których części są rozmieszczone w postaci okółek. W każdym znajduje się po cztery lub pięć liści okwiatu, pręcików i owocolistków, z których składa się słupek. Typowe kwiaty *jednoliściennych* składają się z 3-krotnych okółków. Kwiaty, które posiadają dużą, nieokreśloną liczbę części spotykają się zarówno wśród dwuliściennych, jak i jednoliściennych.

Do roślin okrytonasiennych należy 180 tys. gatunków dwuliściennych, a około 70 tys. gatunków okrytonasiennych posiada zarodek jednoliścienny i należy do jednoliściennych.

#### WNIOSKI

1. Okrytonasienne należą do najliczniejszej, najbardziej rozpowszechnionej grupa roślin, którą można spotkać na różnych siedliskach.
2. Cechy charakterystyczne okrytonasiennych: obecność kwiatu, wychwytywanie pyłku znamieniem słupka, obecność woreczka zalążkowego, zapłodnienia podwójnego, rurek sitowych.
3. Rośliny okrytonasienne ze względu na ich cechy charakterystyczne dzielimy na dwie podstawowe klasy: dwuliścienne i jednoliścienne.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Okrytonasienne, dwuliścienne, jednoliścienne.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Jakie znasz podstawowe cechy okrytonasiennych?
2. Według jakich cech okrytonasienne dzielimy na dwuliścienne i jednoliścienne?
3. Jakie są charakterystyczne cechy roślin dwuliściennych?
4. Ile gatunków okrytonasiennych, dwuliściennych i jednoliściennych istnieje w przyrodzie?

#### ZADANIE

Porównaj cechy roślin dwuliściennych i jednoliściennych, wypełnij w zeszytcie tabelkę.

Cechy	Dwuliścienne	Jednoliścienne
Ilość liści w zarodku nasienia		
Formy życiowe (drzewa lub zioła)		
Budowa wewnętrzna łodygi		
Nerwacja liści		
Typ systemu korzeniowego		
Ilość części kwiatu		

### § 44. ZASADY SYSTEMATYKI BIOLOGICZNEJ I RÓZNORODNOŚĆ OKRYTONASIENNYCH



Dowiesz się o klasyfikacji żywych organizmów i o różnorodności okrytonasiennych.

Rośliny są bardzo różnorodne. Nauka, która bada różnorodność żywych organizmów, nazywa się *systematyką biologiczną*, a dział systematyki poświęcony różnorodności roślin – *systematyką roślin*. Karol Linneusz (ryc. 186) po raz pierwszy podał informacje o różnorodności organizmów w postaci klasyfikacji, w której gatunki podzielone są na podporządkowane sobie grupy. Każdemu taksonowi takiej klasyfikacji nadał nazwę. We współczesnej systematyce roślin przyjęte są następujące podstawowe taksony klasyfikacji:

- królestwo, państwo;
- gromada;
- klasa;
- rząd;
- rodzina;
- rodzaj;
- gatunek.

**Systematyka biologiczna** – nauka o różnorodności żywych organizmów.



Ryc. 186. Karol Linneusz (1707–1778)

Grupy gatunków w systemie biologicznym układa się według całości kształtu cech rośliny. *Okrytonasienne* – to podgromada należąca do gromady Nasiennych królestwa Roślin. Ta podgromada dzieli się na dwie klasy: dwuliścienne i jednoliścienne. Na ryc. 187 podano miejsce w systemie biologicznym dobrze znanej rośliny – *pszenicy szorstkiej*.

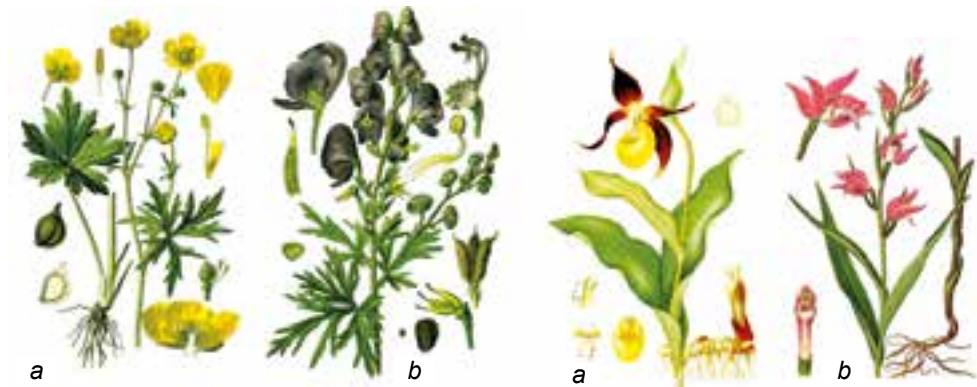


Ryc. 187. Miejsce pszenicy szorstkiej w systemie organizmów

Do podstawowych rodzin dwuliściennych okrytonasiennych należą *jaskrowate* (ryc. 188), wśród których wiele jest roślin trujących i leczniczych, a także chwastów. Przedstawiciele innych rodzin dwuliściennych podane są na forzacu. Wśród nich są rośliny ozdobne, lecznicze, owocowe oraz chwasty, które należą do rodziny *Różowatych*. *Motylkowate* powszechnie znane są jako rośliny uprawne o wysokiej zawartości białek w nasionach. Wiele gatunków *krzyżowych* to rośliny użytkowe i warzywne. Znany wszystkim ziemniak należy do rodziny *Psiankowatych*. Należy pamiętać, że do tej rodziny należy wiele gatunków roślin *trujących*. Jedną z najliczniejszych rodzin w obrębie okrytonasiennych jest rodzina *Złożonych*. Drobne kwiaty roślin złożonych zebrane są w kwiatostany – koszyczki, przypominające kwiat.

Przegląd nawet nielicznej części grup roślin dwuliściennych świadczy o ich ogromnej różnorodności i wielkim znaczeniu w życiu człowieka.

Do najbardziej rozpowszechnionych rodzin jednoliściennych, które też są podane na forzacu, należą *liliowate* o charakterystycznym dla tej klasy bardzo pięknym kwiecie i podziemnych magazynujących narządach – cebulach.



Ryc. 188. Jaskrowate:  
a – jaskier ostry; b – tojad

Ryc. 189. Storczykowate:  
a – obuwik pospolity; b – buławnik czerwony

Największa rodzina jednoliściennych i wszystkich okrytonasiennych – to *storczykowate* (ryc. 189), które są rozpowszechnione nie tylko w krajach tropikalnych, lecz i u nas. Wśród nich jest wiele gatunków rzadkich. W tropikach człowiek szeroko wykorzystuje w gospodarce oraz jako źródło produktów żywnościowych *palmy*. A do *traw* (*wiechlinowatych*) należą podstawowe rośliny zbożowe świata, rośliny pastewne i chwasty.

#### WNIOSKI

1. Systematyka biologiczna bada różnorodność organizmów i dokonuje klasyfikacji na podstawie całości kształtu ich cech.
2. Podstawowymi taksonami klasyfikacji roślin są: królestwo, gromada, klasa, rząd, rodzina, rodzaj i gatunek.
3. Dwuliścienne i jednoliścienne są klasami z gromady okrytonasiennych roślin nasiennych.
4. Przedstawiciele rodzin okrytonasiennych są źródłem surowców dla przemysłu, podstawą rolnictwa i źródłem produktów żywnościowych oraz surowców leczniczych. Lecz wśród nich wiele jest roślin trujących i chwastów.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Systematyka biologiczna.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Co bada systematyka biologiczna?
2. Jakie znasz taksony klasyfikacyjne?
3. Jakie znaczenie w życiu człowieka mają przedstawiciele dwuliściennych?
4. Jakie znaczenie w życiu człowieka mają przedstawiciele jednoliściennych?

Na podstawie wzoru, który jest podany na rycinie 192. wyznacz położenie róży dzikiej w systemie organizmów roślinnych i wypełnij puste miejsca w schemacie, który poprzednio przenieś do zeszytu.



#### § 45. GRUPY EKOLOGICZNE I FORMY ŻYCIOWE ROŚLIN



Dowiedz się, jak rozróżnia się rośliny według stopnia ich zależności od podstawowych czynników środowiska; co to są formy życiowe roślin i jakie one są.



Dzięki czemu rośliny nie umierają na słońcu i w wodzie? Jak długo żyje roślina (jakakolwiek)? Czy trawa żyje długo? Jak rośliny zimują?

**Czynniki ekologiczne.** Niepowtarzalność wyglądu zewnętrznego i budowy każdego gatunku organizmów jest odzwierciedleniem długotrwałego procesu dostosowania się do określonych warunków środowiska. **Warunki środowiska** – to zespół czynników środowiska, związanych z klimatem, glebą, reliefem oraz żywymi organizmami i współdziałaniem między nimi. Każdy czynnik, który wpływa na organizm żywy (włącznie z roślinami) nazywa się **czynnikiem ekologicznym**.



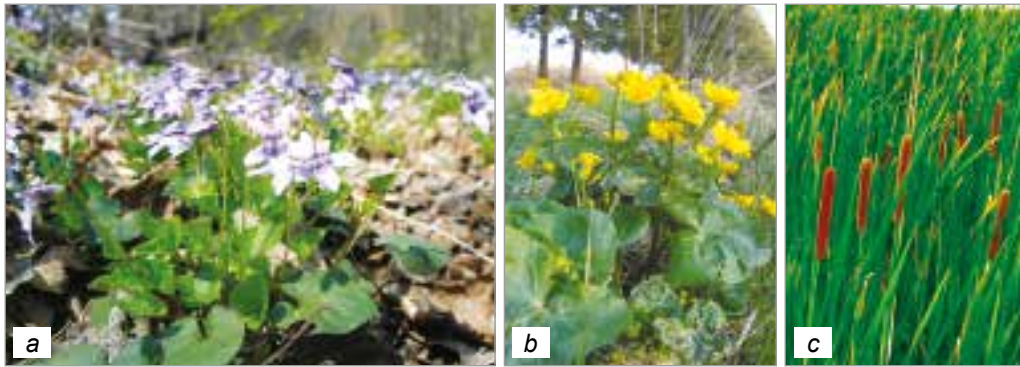
Ryc. 190. Rośliny odporne na suszę wyparowują mało wody dzięki obecności zgrubiałej kutykuli. Oprócz tego kostrzewa (po lewej stronie) obniża parowanie dzięki wąskim, zwiniętym w rurkę liściom, a lubiący suszę rojnik (po prawej stronie) magazynuje w liściach wodę

**Grupy ekologiczne.** Jest wiele czynników ekologicznych, które wywierają wpływ na rośliny. W określonych warunkach jeden z czynników może stać się czynnikiem podstawowym. Grupa roślin, która została wyodrębniona ze względu na stosunek do podstawowego czynnika, nazywa się **grupą ekologiczną**. Najważniejszymi czynnikami ekologicznymi dla roślin są: *zaopatrzenie w wodę, światło i temperatura*. Przystosowanie do całego szeregu czynników środowiska przejawia się w formach życiowych roślin.

**W zależności od zapotrzebowania na wodę** rośliny dzieli się na *sucholubne, wymagające umiarkowanej ilości wody (mezofity), wodolubne i wodne*.

Rośliny *sucholubne* rosną na ubogich w wodę siedliskach. Podstawowym przystosowaniem do małej ilości wody u roślin jest obniżone parowanie. Takie rośliny posiadają zgrubiałą kutykulę i zwykle drobne lub zwinięte w rurkę twarde liście (ryc. 190). Wiele roślin sucholubnych wchłania wodę z dużej głębokości za pomocą długich systemów korzeniowych. Na przykład *bożodajnia* ma korzeń główny o długości 20 m. Innym przystosowaniem jest magazynowanie wody w mięsistych łodygach (*kaktusy, mlecze pustynne*) lub liściach (*agawa, aloes*) podczas rzadkich deszczów lub rosy. Takie rośliny bardzo licznie występują na pustyniach. Nie wytrzymują nadmiernej wilgoci, dlatego nazywają się roślinami *sucholubnymi*.

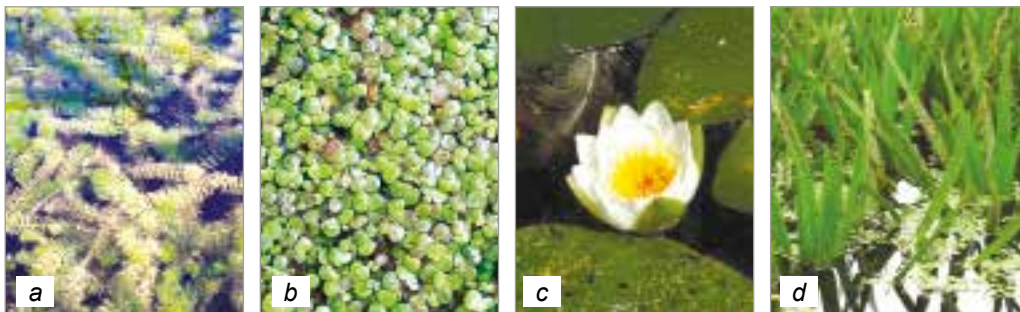
Do *mezofitów* należy większość roślin lądowych, które żyją w warunkach umiarkowanej wilgotności. Posiadają szerokie, miękkie liście bez powłoki woskowej, umiarkowanie owłosione lub nagie. Przykłady mezofitów: *dąb, fiołek* (ryc. 191), *konwalia*.



Ryc. 191. Roślina, która wymaga umiarkowanej ilości wody:  
a – fiolek; rośliny wodolubne: b – knieć błotna; c – palka

Rośliny wodolubne rosną na nadmiernie wilgotnych glebach, szczególnie na bagnach (*olsza, sit, turzyce*), na brzegach zbiorników wodnych (*trzcina pospolita, palka, knieć błotna*) (ryc. 191). Aby ułatwić wietrzenie tkanek, łądygi i liście tych roślin mają duże przestwory międzykomórkowe.

Rośliny wodne żyją w zbiornikach wodnych. Niektóre z nich są całkowicie zanurzone w wodzie (*moczarka, nurzaniec śrubowy, rogatek sztywny*). Ich liście nie posiadają aparatów szparkowych. Są też gatunki o liściach pływających na powierzchni wody, przy czym roślina może być przytwierdzona do podłoża (*grzybienie, rdestnica*) lub swobodnie pływać (*kotewka, orzech wodny, rzęsa, salwinia*). Górna strona liści tych roślin jest błyszcząca dzięki kutykuli, na której znajdują się aparaty szparkowe. Część roślin wodnych (*rośliny częściowo zanurzone*) jest przytwierdzona do podłoża za pomocą korzeni. Posiadają one nadwodne liście i łądygi, których budowa jest podobna do budowy liści roślin wodolubnych (*sitowie, osoka*) (ryc. 192). Niektóre z nich (np. *strzałka wodna*) posiadają liście wszystkich trzech rodzajów – zanurzone, pływające i nadwodne (ryc. 193).



Ryc. 192. Rośliny wodne: a) zanurzone – rogatek sztywny; b) bez korzeni i pływających liści – rzęsa; c) z korzeniami i pływającymi liśćmi – grzybienie; d) rośliny częściowo zanurzone – osoka

W zależności od zapotrzebowania na światło rośliny dzielimy na *światłolubne, obojętne w stosunku do oświetlenia i cieniolubne* (ryc. 194).

Gatunki *światłolubne* wymagają dużo światła i nie rosną w cieniu. Liście ich posiadają dobrze rozwinięty miękisz palisadowy, zwykle – dużo aparatów szparkowych i grubą kutykulę. Do roślin *światłolubnych* należą: *sosna, brzoza, babka*, większość *kserofitów* i roślin wodnych z pływającymi liśćmi.

Rośliny *obojętne w stosunku do oświetlenia* (np. *grab, bez lilak, poziomka*) lepiej rozwijają się przy dostatecznym oświetleniu, lecz mogą też rosnąć w zacięciu. Wśród tych roślin jest wiele takich, które z wiekiem mogą zmieniać swoje wymagania. Na przykład młode świerki lepiej rosną w cieniu innych roślin, a dorosłe – przy pełnym oświetleniu.

*Cieniolubne* rośliny najlepiej rozwijają się w miejscach zacięciu (np. *kopytnik, sępolia, niektóre paprocie*). Liście ich zwykle są duże, miękisz gąbczasty jest dobrze rozwinięty, a palisadowy – nieobecny.

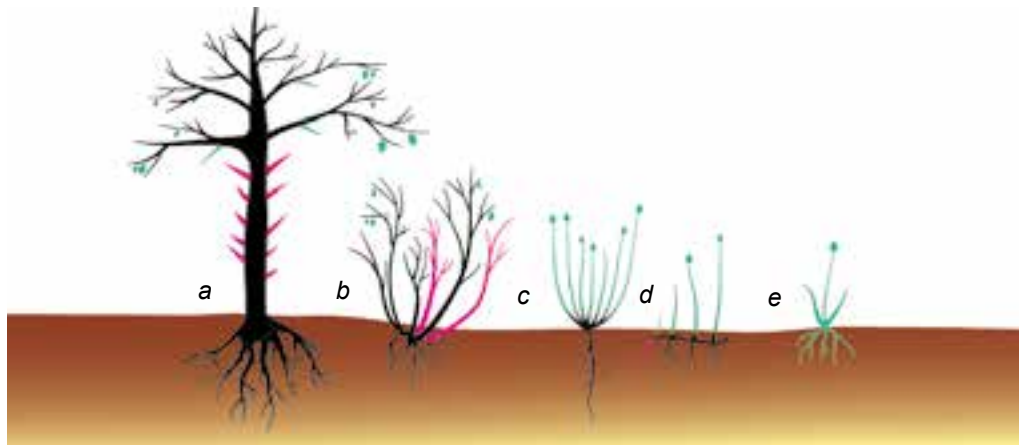
W zależności od tego, jaki **zakres temperatury** wymagają rośliny, dzielimy je na: odporne na chłód i ciepłolubne. Wymagania do temperatury prawie nie wpływają na budowę roślin, ponieważ dostosowania do określonych temperatur są powiązane przeważnie z procesami fizjologicznymi.



Ryc. 193. Strzałka wodna – roślina częściowo zanurzona z liśćmi zanurzonymi, pływającymi i nadwodnymi



Ryc. 194. Rośliny światłolubne (babka), obojętne w stosunku do oświetlenia (poziomka) i cieniolubne (kopytnik)



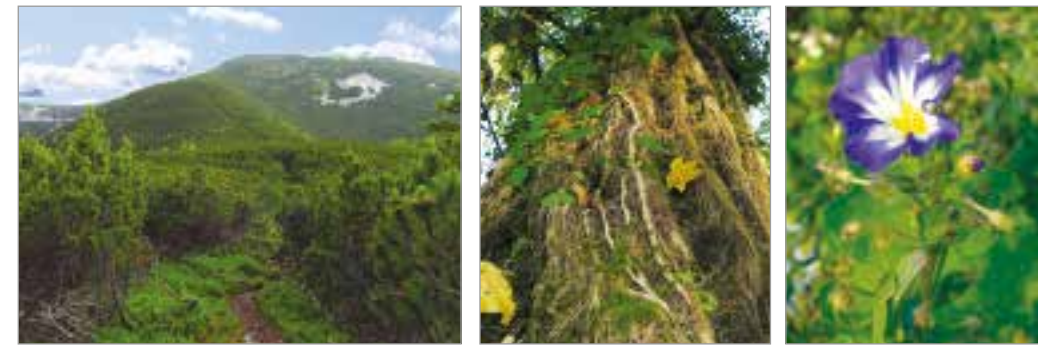
Ryc. 195. Formy życiowe roślin: drzewa i krzewy (a, b), krzewinki (c), zioła (d, e).  
Drzewo (a), krzew (b), krzewinka (c), bylina (d) i roślina zielna jednoroczna (e).  
Części wieloletnie zaznaczone są czarnym kolorem; obumarłe – czerwonym; obumierające na zimę – zielonym

Rośliny odporne na chłód są zdolne przeżyć temperatury poniżej 0°C, chociaż rosną tylko przy temperaturze powyżej 0°C. Do nich należą drzewa i krzewy naszej strefy i rośliny uprawne – *marchew, groch, żyto*.

Ciepłolubne rośliny nie wytrzymują zimna i do normalnego wzrostu potrzebują dość wysokich temperatur. Większość gatunków rosnących w tropikach i ciepłych subtropikach jest ciepłolubna, a wśród naszych roślin uprawnych – *ogórek, dynia, melon, pomidory i bakłażany*.

**Forma życiowa** jest to wygląd zewnętrzny rośliny, który odzwierciedla jej przystosowanie się do warunków środowiska. Ona też charakteryzuje trwanie życia narządów wegetatywnych i całej rośliny. Istnieją następujące formy życiowe roślin: *drzewa, krzewy, krzewinki i zioła* (wieloletnie (byliny) i jednoroczne) (ryc. 195).

*Drzewa i krzewy* często są nazywane roślinami drzewiastymi. Rośliny drzewiaste posiadają wieloletnie zdrewniałe pędy z pąkami odnawiania. Drzewa posiadają jeden pęd główny – pień. Żyje on tak długo, jak cała roślina – dziesiątki, a nawet setki lat. W przeciwieństwie do drzew krzewy posiadają kilka pni. Stare pnie są stopniowo zastępowane przez młode. Długość życia każdego pnia u różnych gatunków jest różna (u *maliny* – 2 lata, u *bzu lilaka* – do 60 lat). Dzięki wymianie starych pni nowymi rośliny mogą dożywać wieku kilkuset lat. U roślin drzewiastych łodygi mogą być nie wzniesione, lecz płożące się (*kosodrzewina*) lub wiotkie (*bluszcz, winorośl dzika*) (ryc. 196). Rośliny drzewiaste z wiotkimi pniami nazywają się *lianami drzewiastymi*.



Ryc. 196. Płożąca się kosodrzewina w Karpatach (po lewej stronie), drzewiasta liana na pniu drzewa – bluszcz (pośrodku) i liana zielna – powój (po prawej stronie)

U *krzewinek* górna część pędów nadziemnych jest zielna i rokrocznie obumiera, a część dolna – zdrewniała: ona nie obumiera i posiada pąki odnawiania. Długość życia krzewinek wynosi dziesiątki, a nawet setki lat. Osiągają wysokość do 10 cm (na przykład *macierzanka*) lub więcej (*bylica, szalwia, lawenda*).

U roślin *zielnych* nadziemna część jest niezdrewniała i rokrocznie po kwitnięciu i powstaniu owoców obumiera. Wieloletnie rośliny zielne – byliny – zwykle przeżywają okres zimowy dzięki podziemnym pędom przekształconym: rozłogom (*perz*), bulwom (*kokorycz*) lub cebulom (*narcyz*). Dzięki nim te byliny mogą żyć wiele lat. U ziół jednorocznych (*komosa*) cała roślina żyje tylko jeden rok, nadążając wyrosnąć, wytworzyć kwiaty, nasiona i obumrzeć. Wiosną nowe rośliny wyrastają tylko z nasion. Wiele roślin (przeważnie byliny) posiada wiotkie pędy nadziemne. Są to liany zielne (na przykład *chmiel* i *powój*) (ryc. 196).

Znajomość podstawowych grup ekologicznych i ich form życiowych jest niezbędna do poprawnej hodowli roślin: ich podlewania, wyboru odpowiedniego miejsca do uprawy, obcinania, siewu, okrycia na zimę, rozmnażania i in.

#### WNIOSKI

1. Grupy ekologiczne roślin wyodrębniamy według stopnia ich zależności od jednego z podstawowych czynników środowiska zewnętrznego: wilgotności, oświetlenia i temperatury.
2. Formy życiowe roślin wyznaczamy na podstawie budowy zewnętrznej, powiązanej z przystosowaniem się do wszystkich czynników środowiska. Forma życiowa charakteryzuje trwałość życia rośliny.
3. Podstawowe formy życiowe – to drzewa, krzewy, krzewinki i zioła (wieloletnie i jednoroczne).

Warunki środowiska, czynnik ekologiczny, grupa ekologiczna, forma życiowa roślin.

### PYTANIA KONTROLNE

1. Co to jest grupa ekologiczna roślin?
2. Co to jest forma życiowa?
3. Jakie znasz formy życiowe roślin?

### ZADANIE

1. Wymień grupy ekologiczne roślin wyodrębnione w zależności od zapotrzebowania na wodę, światło i temperaturę. Przytocz przykłady roślin, należących do poszczególnych grup ekologicznych.
2. Dla różnych form życiowych roślin podaj charakterystykę trwałości życia całej rośliny i jej nadziemnych narządów wegetatywnych.

### DLA DOCIEKLIWYCH

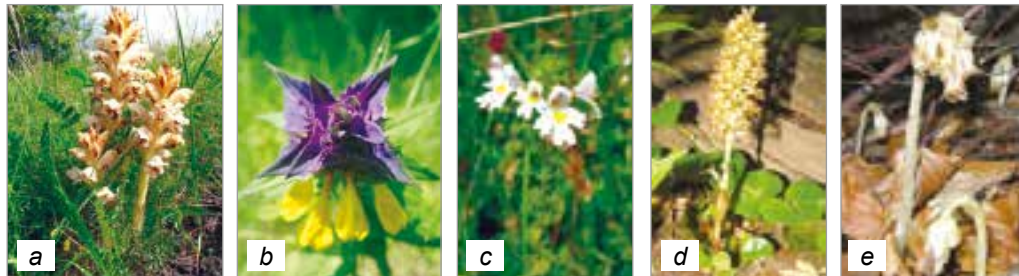
#### Rośliny-pasożyty, półpasożyty i pasożyty pośrednie

(Odpowiedź na pytania uczniów: Czy są rośliny innego koloru, czy tylko zielone? Czy są rośliny-pasożyty?)

Szczególnymi ekologicznymi grupami roślin, które różnią się od innych pod względem sposobu odżywiania, są *pasożyty*, *półpasożyty* i *pasożyty pośrednie* (ryc. 197).

*Rośliny-pasożyty* są pozbawione chlorofilu i odżywiają się wyłącznie kosztem innych roślin wyższych. Na przykład kaniańka pospolita wrasta swymi korzeniami – ssawkami w wiązki przewodzące łądzyg roślin zielnych. Inny pasożyt – zaraza gałęzista – osiedla się na korzeniach traw. Te rośliny mogą szkodzić roślinom uprawnym. Łuskiewnik pasożytuje na korzeniach leszczyny, buka i graba.

*Rośliny-półpasożyty* (na przykład jemiola, osiedlająca się na gałązkach drzew) zachowują chlorofil i są zdolne do fotosyntezy. Wiele roślin zielnych, takich jak pszeniec gajowy, świetlik, zagorzałek posiadają słabo rozwinięty system korzeniowy i dodatkowo otrzymują odżywianie od sąsiednich roślin przez korzenie – ssawki.



Ryc. 197. Rośliny-pasożyty (a – zaraza gałęzista), półpasożyty (b – pszeniec gajowy, c – świetlik) i pasożyty pośrednie (d – gnieźnik leśny, e – korzeniówka pospolita)

*Rośliny-pasożyty pośrednie* (miko-heterotrofy) ze względu na brak chlorofilu podobne są do roślin pasożytów, lecz odżywiają się gotowymi substancjami organicznymi, które otrzymują od grzybów-symbiontów. Przykładem jest gnieźnik leśny. Inna roślina – korzeniówka pospolita – również otrzymuje substancje organiczne od grzybów symbiotycznych, a te z kolei biorą je od korzeni świerków, z którymi grzyb współżyje w symbiozie.

## § 46. ZESPOŁY ROŚLINNE



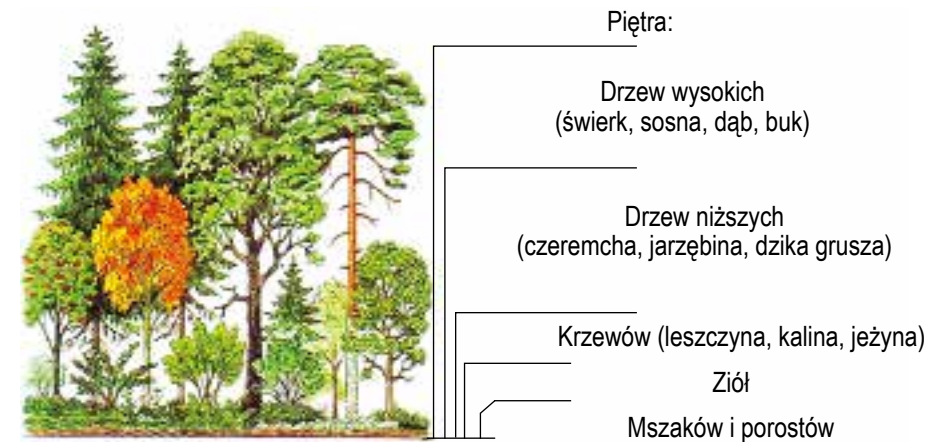
Dowiesz się, co to są zespoły roślinne i jakie są ich podstawowe rodzaje.



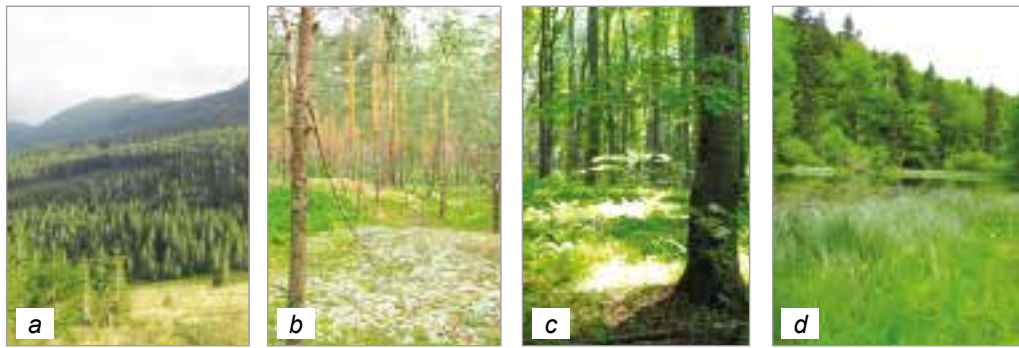
Gdzie rośnie przebiśnieg? Czy jest taka roślina, która rośnie wszędzie? Dlaczego cała Ziemia nie jest pokryta lasem, przecież wtedy byłoby więcej tlenu?

W przyrodzie rośliny rosną w ugrupowaniach, które nie są przypadkową mieszaniną gatunków. Doświadczony człowiek wie, jakie zioła można znaleźć w lesie, na łące lub bagnie, a jakich ziół nie warto tam szukać. Różne gatunki roślin przystosowały się do wspólnego życia na jednym siedlisku. Oddziałują one na siebie wzajemnie, aby najskuteczniej wykorzystać wilgoć, światło i inne zasoby środowiska, przy czym jedne gatunki roślin stwarzają warunki do istnienia innych.

Ugrupowanie roślin, które są przystosowane do określonych warunków życia, na określonym obszarze ziemi i wzajemnie oddziałujące na siebie i na otaczające środowisko nazywa się **zespołem roślinnym**. Każdy



Ryc. 198. Wielopiętrowość leśnego zespołu roślinnego



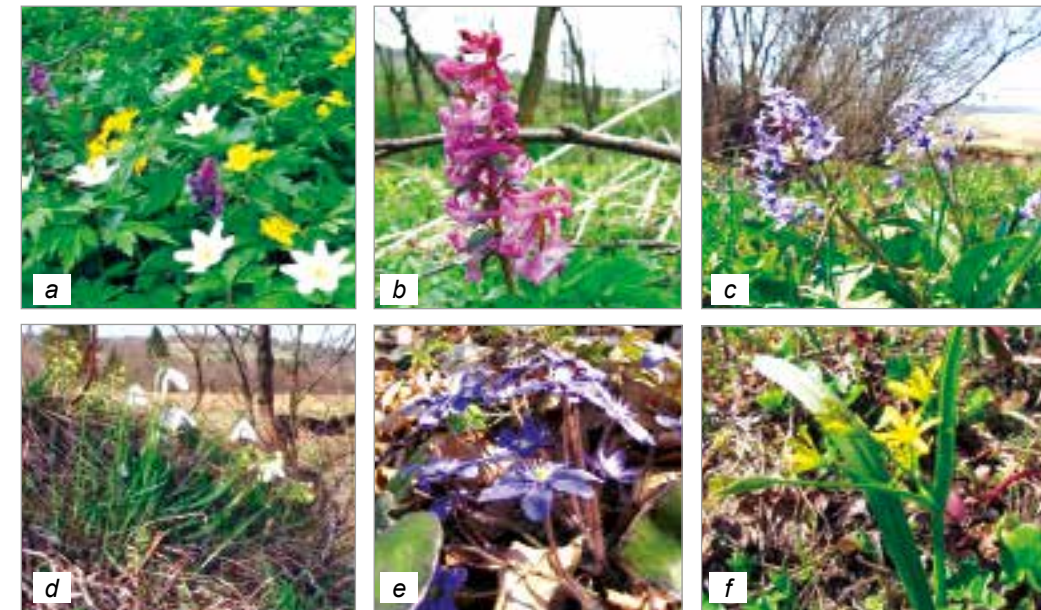
Ryc. 199. Różnorodność lasów: a – świerkowe lasy Karpat; b – sosnowe lasy Polesia; c – bukowe lasy Podola; d – las mieszany w dolinie Karpat

zespół roślinny posiada właściwą mu strukturę – prawidłowe rozmieszczenie roślin w przestrzeni. Przykładami zespołów roślinnych są lasy, stepy, łąki, bagna.

**Lasy** – są to zespoły roślinne, w których przeważają drzewa. Ich pionowa struktura (wielopiętrowość) uwarunkowana jest rozmieszczeniem fotosyntezujących pędów różnych gatunków na określonych wysokościach. W naszych lasach piętra tworzą zazwyczaj: a) gatunki wysokich drzew; b) drzewa niższe; c) krzewy; d) zioła; e) mszaki i porosty (ryc. 198). Korzenie roślin również mogą być rozmieszczone piętrowo. Zespoły leśne są różne pod względem gatunków, które przeważają w piętrze wysokich drzew (ryc. 199).

Na przykład rozpowszechnione w Karpatach lasy świerkowe zwykle są ciemne, z grubą warstwą opadłych igieł. Zioła w nich prawie nie rosną. Natomiast lasy sosnowe, które przeważnie rosną w północnej części Ukrainy, są jasne, mają bogate ziołowe podszycie. Lasy, w których przeważają dęby, buki, klony, nazywają się lasami *szerokolistnymi*. W takich lasach obecność grubej warstwy obumarłych liści i cień w lecie nie sprzyja wzrostowi ziół. Dlatego często w nich spotykają się rośliny posiadające kłącza, rozłogi, bulwy i cebule, które dzięki zapasom substancji odżywczych przekwitają wczesną wiosną, zanim powstaną liście na drzewach (ryc. 200). Lasy szerokolistne są rozpowszechnione w górach Krymu i Karpat oraz w centralnych regionach Ukrainy. W naszym kraju najbardziej bogate gatunkowo są lasy mieszane. Górne piętro jest utworzone jednocześnie przez drzewa iglaste i liściaste. Jednak najbogatsze gatunkowo są wilgotne lasy tropikalne Afryki, Azji i Ameryki Południowej.

**Stepy** – to zespoły rozwijające się w warunkach niskiej wilgotności. Główną grupą tych roślin są wieloletnie byliny, zwłaszcza ostnica i ko-



Ryc. 200. Leśne rośliny wczesnowiosenne: a – zawilec gajowy; b – kokorycz; c – cebulica; d – przebiśnieg; e – przylaszczka; f – ziół

strzewa (ryc. 201). Całą wodę z opadów atmosferycznych byliny zdążają całkowicie wchłonąć swymi systemami korzeniowymi. Dzięki bylinom w stepach powstały potężne najurodzajniejsze gleby naszej planety – *czarnoziemy*. Od dawna ludzie orali pod rolę. Dlatego nienaruszonych zespołów stepowych (stepów *dziewicznych*) zostało bardzo mało.

**Łąki** – to zespoły, w których przeważają trawy i zioła. W odróżnieniu od stepów występują przeważnie na terenach podmokłych. Naturalne łąki są rozpowszechnione przeważnie na obszarach zalewowych i terenach wy-



Ryc. 201. Roślinne zespoły stepowe z przewagą ostnicy (po lewej stronie) i kostrzewy (po prawej stronie)

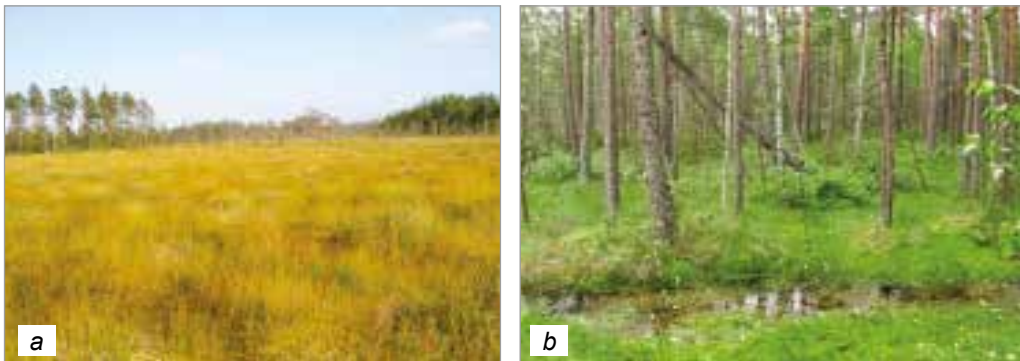


Ryc. 202. Zespoły roślinne łąk: a – naturalna łąka zalewowa; b – naturalna łąka górską; c – łąki kośno-pastwiskowe w Karpatach zwane poloninami

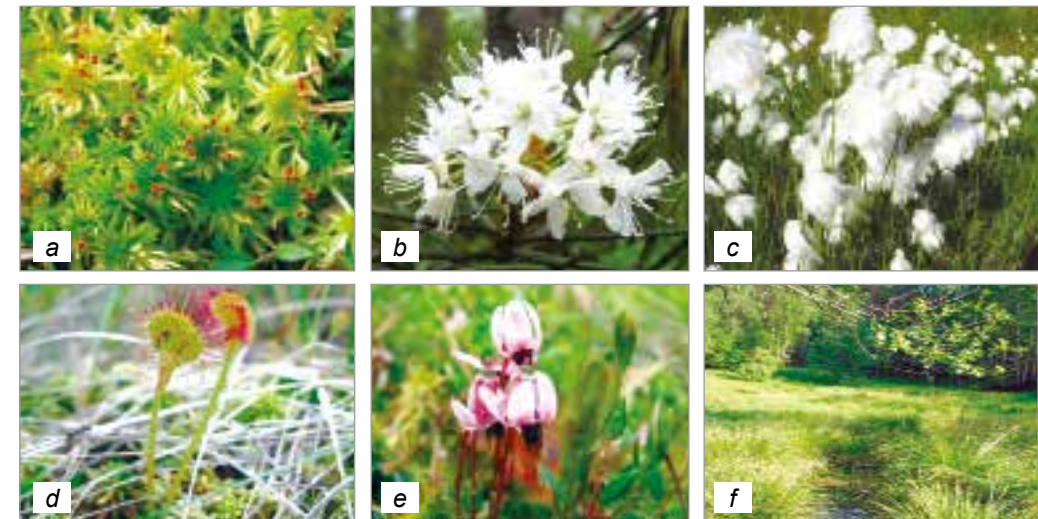
sokogórskich (ryc. 201). Większość współczesnych łąk istnieje dzięki człowiekowi, który wykorzystuje je do produkcji siana i wypasu bydła.

**Roślinne zespoły bagien** rozwijają się w warunkach nadmiernej wilgoci. Dominują tu zioła, lecz czasem rosną nieduże krzaki i drzewa (ryc. 203). Na torfowiskach dominuje torfowiec. Stwarza on warunki, w których mogą istnieć tylko niektóre krzewy i krzewinki (*bagno* i *żurawina*) oraz zioła (*rosiczka*, *wetnianka*, niektóre *turzyce*) (ryc. 204). Roślinne zespoły bagien są bardzo różne pod względem sposobu zaopatrzenia w wodę. Do torfowisk wysokich, które są podstawowym miejscem życia torfowca, woda nadchodzi przeważnie z opadami atmosferycznymi. Natomiast bagna niskie są zaopatrywane w bogatą w substancje odżywcze wodę podziemną. Dominującymi roślinami na nich są turzyce.

Zespoły roślinne stepów, łąk i bagien też cechuje wielopiętrowość, lecz ona nie jest tak wyraźna jak w lasach, a ilość pięter jest znacznie mniejsza. Jednak i w tych zespołach, podobnie jak w lasach, pędy fotosyntezujące, pragnąc otrzymać jak najwięcej światła, prawie całkiem zacierają powierzchnię gleby.



Ryc. 203. Zespoły roślinne bagien: a – torfowisko wysokie; b – bagno niskie na Polesiu



Ryc. 204. Rośliny bagien: a – torfowiec; b – bagno; c – wetnianka; d – rosiczka; e – żurawina; f – turzyca

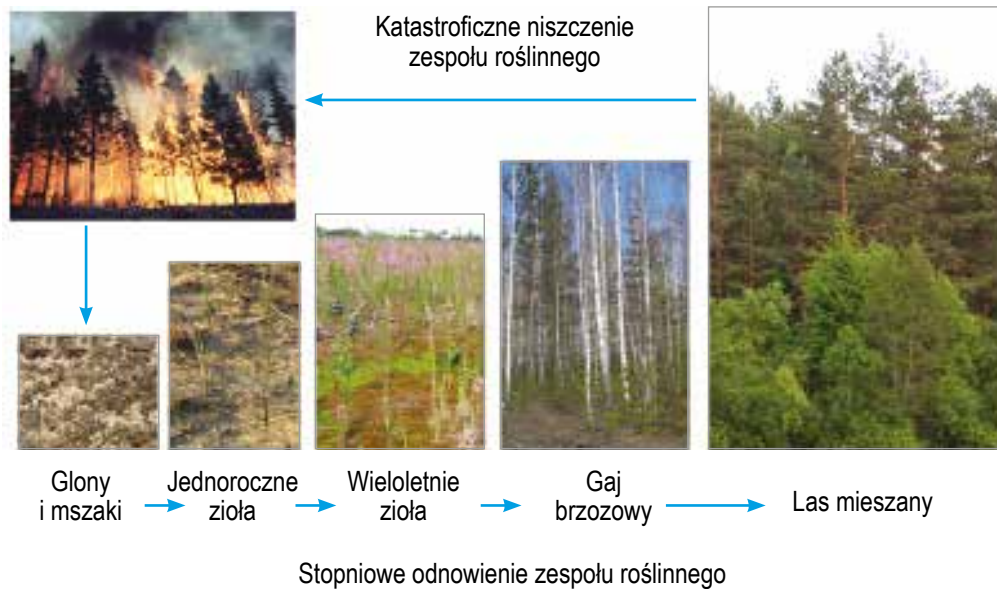
Roślinne zespoły **pustyni** odróżniają się od wyżej opisanych tym, że rośliny nie wytwarzają całkowitej pokrywy. Dlatego większa część energii słonecznej nie jest wychwytywana przez rośliny, a dociera do powierzchni. Następnie ona albo rozprasza się w postaci ciepła, jak ma to miejsce w gorących suchych pustyniach, albo odbija się do kosmosu, jak to obserwuje się w bardzo zimnych lodowych pustyniach Arktyki, Antarktyki i bardzo wysoko w górach. Na Ukrainie największe zespoły roślinne pustyni znajdują się w Oleszkowskich Piskach w obwodzie Chersońskim (ryc. 205).

Dla każdego terenu charakterystyczny jest określony typ zespołów roślinnych, uwarunkowany jego klimatem, ukształtowaniem powierzchni i składem gleb. Różnorodne procesy naturalne (pożary, powódzie i in.) i działalność człowieka mogą zmienić lub zniszczyć takie stałe zespoły roślin. Kiedy powstają całkowicie wolne od roślin powierzchnie ziemi, zwykle na nich jako pierwsze osiedlają się glony i mszaki (ryc. 206). Gromadzą one substancje organiczne niezbędne do powstania gleby. Następnie na tych terenach osiedlają się niewymagające jednoroczne rośliny zielne. Skład gatunkowy ich jest bardzo zmienny. Wyznacza go nie tyle współdziałanie roślin, co warunki i możliwości zanieśienia nasion tych lub



Ryc. 205. Oleszkowskie Piski – największa pustynia w Europie, która powstała kilka wieków temu wskutek nadmiernego wypasania bydła





Ryc. 206. Przykłady zmian zespołów roślinnych po pożarze

innych gatunków. Następnym krokiem rozwoju jest zasiedlanie terenu ziołami wieloletnimi (bylinami). Potem wśród nich zjawiają się rośliny drzewiaste, bardzo często – światłolubna brzoza. W jej cieniu z czasem kiełkują potężne drzewa obojętne w stosunku do oświetlenia – świerk, dąb, buk, grab. Przerastają one brzozę, zacieniają ją i na miejsce lasu brzoźowego na różnych terenach przychodzą lasy iglaste, szerokolistne lub mieszane ze swymi gatunkami traw, krzewów oraz właściwymi dla nich zwierzętami, grzybami i bakteriami.

Człowiek często stwarza *zespoły sztuczne* – sady, jagodowiska, parki, pola, baszpany, ogrody, kwietniki. Nie są one zdolne do długotrwałego samodzielnego istnienia. W celu zachowania pożądanego składu gatunkowego sztucznych zespołów roślinnych dokłada się wiele wysiłku w walce z chwastami. Pozostawione bez opieki, szybko zarastają – przekształcają się w zespoły roślinne podobne do naturalnego typu.

#### WNIOSKI

1. Różne gatunki roślin rosną nie w odosobnieniu, a w pewnych zespołach roślinnych.
2. Dzięki zespołom roślinnym różne gatunki roślin mogą istnieć razem i skutecznie wykorzystywać wilgoć, światło i inne zasoby środowiska, które są charakterystyczne dla określonego terenu.

3. Każdy zespół roślinny posiada swój skład gatunkowy i strukturę, które są uzależnione od warunków środowiska i współdziałania roślin między sobą.
4. Sztuczne zespoły roślinne istnieją dzięki opiece człowieka.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Zespoły roślinne, lasy, stepy, łąki, bagna, pustynie, sztuczne zespoły roślinne.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Co to jest zespół roślinny?
2. Jaka piętrowość jest charakterystyczna dla zespołów leśnych?
3. Jakie znasz typy zespołów roślinnych?

#### ZADANIE

Odpowiedz samodzielnie na pytania uczniów podane na początku paragrafu.

### Praca praktyczna 3

#### PORÓWNANIE BUDOWY MSZAKÓW, PAPROCI I ROŚLIN OKRYTONASIENNYCH (KWIATOWYCH)

**Cele:** na naturalnych przykładach roślinnych dokonać analizy budowy ciała podstawowego fotosyntezującego pokolenia mchu, paproci i rośliny kwiatowej; ustalić podobne i odmienne cechy tych roślin.

**Materiały:** żywe rośliny lub zbiory zielnikowe mchu (płonnik, funaria i in.), paproci (nerecznica samcza, paprotka zwyczajna i in.) i rośliny kwiatowej (jaskier, pięciornik i in.).

**Przyrządy i instrumenty:** lupa.

#### TOK PRACY

1. Obejrzyj pod lupą podane przez nauczyciela rośliny mchu, paproci i roślinę kwiatową.
2. Wyznacz, jakie części ciała posiadają podane okazy mchu, paproci, rośliny kwiatowej.
3. Wyznacz, jakie narządy rozmnażania (zarodnie lub kwiaty) mają badane okazy.
4. Wypełnij w zeszycie podsumowującą tabelkę wyników badań (wyłącznie na podstawie danych własnych obserwacji!). W tym celu narządy, które posiada dana roślina zaznacz znakiem „+”, a brakujące narządy – znakiem „-”.

Części ciała	Mech	Paproć	Roślina kwiatowa
Korzeń			
Łodyga			
Liść			
Chwytniki			
Kwiat			
Zarodnia			
Nasienie			
Owoc			

5. Podaj odpowiedzi na pytania: 1. Na czym polega podobieństwo i różnica w budowie podstawowego fotosyntezującego pokolenia mszaków, paproci i roślin kwiatowych? 2. Jakie narządy wegetatywne są u mszaków, paproci i roślin kwiatowych? 3. Jakie narządy rozmnażania płciowego i bezpłciowego są obecne u mszaków, paproci i roślin kwiatowych?

#### Praca praktyczna 4

### WYZNACZANIE GATUNKÓW ROŚLIN POKOJOWYCH, NADAJĄCYCH SIĘ DO HODOWLI W OKREŚLONYCH WARUNKACH

**Cele:** według cech budowy narządów i wymagań roślin pokojowych do warunków hodowli dobrać zestaw roślin do zielenienia pewnego pomieszczenia ze znanymi parametrami temperatury, oświetlenia i wilgotności powietrza.

**Materiały:** żywe rośliny pokojowe i ich obrazy, przewodniki roślin.

#### TOK PRACY

1. Dokonaj analizy budowy narządów wegetatywnych dwóch roślin według poleceń nauczyciela.

2. U podanych roślin wyznacz:

- osobliwości budowy narządów podziemnych (budowę korzenia i jego modyfikacji, rodzaj systemu korzeniowego, obecność przekształconych pędów podziemnych);
- osobliwości budowy pędów nadziemnych (kierunek wzrostu i konieczność obecności podpory, obecność pędów przekształconych, budowę jego łodygi);
- osobliwości budowy liści pędów nadziemnych, szczególnie ich wielkość, kolor, obecność i charakter włosków.

3. Zaproponuj hipotezę o formach życiowych badanych roślin pokojowych i ich wymaganiach związanych z warunkami życia.

4. Porównaj własną hipotezę o formach życiowych badanych roślin pokojowych i ich wymaganiach związanych z warunkami życia z informacją nauczyciela lub z przewodnikiem roślin.

5. Dowiedz się od nauczyciela o osobliwościach utrzymania odpowiedniej temperatury, oświetlenia i wilgotności powietrza w proponowanym pomieszczeniu.

6. Podaj odpowiedzi na pytania: 1. Które z proponowanych przez nauczyciela grup ekologicznych mogą żyć w pomieszczeniu? 2. Którą z badanych roślin warto wybrać do ozdobienia pomieszczenia?

#### PODSUMOWANIE WIADOMOŚCI

1. Uświadomiliśmy sobie, że dla roślin charakterystyczna jest duża różnorodność. Podstawowymi grupami roślin są glony i rośliny wyższe. Do roślin wyższych należą: mszaki, widłaki, skrzypy, paprocie, nagonasienne i okrytonasienne.

2. Zapamiętaliśmy, że rośliny wyższe przystosowały się do warunków życia w środowisku lądowym dzięki:

- podziałowi ciała na korzeń, liść i łodygę;
- obecności skórki z aparatami szparkowymi oraz tkanki przewodzącej wodę i wzmacniająco-podporowej – drewna;

3. Przekonaliśmy się, że dla roślin wyższych, w odróżnieniu od glonów, charakterystyczne są wielokomórkowe narządy rozmnażania płciowego i bezpłciowego.

4. Zrozumieliśmy osobliwości procesów rozmnażania podstawowych gromad roślin wyższych:

- W procesie rozmnażania wszystkich roślin wyższych zachodzi zmiana pokoleń – bezpłciowego i płciowego; podstawowym fotosyntezującym pokoleniem u mszaków jest pokolenie płciowe, a u wszystkich innych wyższych roślin – pokolenie bezpłciowe.
- Mszaki, skrzypy, widłaki i paprocie (tak zwane wyższe rośliny zarodnikowe) rozmnażają się za pomocą zarodników; do zapłodnienia im niezbędna jest woda.
- Nagonasienne i okrytonasienne (tak zwane rośliny nasienne) rozpowszechniają się za pomocą nasion, dla nich charakterystyczne jest zapylenie; do zapłodnienia zwykle woda nie jest im potrzebna.

5. Ustaliliśmy, że osobliwości budowy i rozmnażania roślin ciasno są powiązane z warunkami ich życia, a także dowiedzieliśmy o tym, że w przyrodzie różne rośliny tworzą złożone zespoły.

6. Zobaczyliśmy, że rośliny są podstawowym składnikiem zespołów żywych organizmów: dzięki fotosyntezie udostępniają energię słoneczną wszystkim istotom żywym na planecie i wydzielają niezbędny do oddychania tlen. Rośliny odgrywają wielką rolę w życiu człowieka jako źródło produktów żywnościowych, dostarczają surowca dla rolnictwa, przemysłu i do produkcji preparatów lekarskich.

#### Wiem – umiem

- Znam cechy podstawowych gromad roślin i umiem wyznaczać według budowy ciała, do jakiej gromady należy roślina.
- Znam podstawowe rodziny okrytonasiennych i umiem je rozpoznawać.
- Znam formy życiowe i grupy ekologiczne roślin i umiem wyznaczać, do jakich warunków życia jest przystosowana roślina.
- Znam podstawowe zespoły roślinne i umiem rozpoznawać je w przyrodzie.

## Temat 5. GRZYBY

Ucząc się tego tematu dowiesz się o:

- ✓ osobliwościach budowy, odżywiania i wzrostu grzybów;
- ✓ jadalnych i trujących grzybach i sposobach ich rozpoznawania;
- ✓ znaczeniu grzybów w przyrodzie i działalności gospodarczej człowieka;
- ✓ współdziałaniu grzybów z roślinami i glonami.



## § 47. WIADOMOŚCI O GRZYBACH I SPOSOBACH ICH ODŻYWIANIA SIĘ



Dowiesz się, czym grzyby odróżniają się od innych grup organizmów i jak one odżywiają się.



Mówi się, że grzyby nie należą ani do roślin, ani do bakterii, ani do zwierząt. Grzyby – to rośliny czy zwierzęta? Czym odżywiają się grzyby? Czy grzyby posiadają chlorofil? Czy grzyby wydzielają tlen? Dlaczego grzyby rosną po deszczu? Ile gatunków grzybów istnieje? Ile gatunków grzybów istnieje na Ukrainie? Jaki grzyb jest największy? W jakich krajach nie ma grzybów?

Razem z bakteriami, pierwotniakami, roślinami i zwierzętami otacza nas jeszcze jedna duża grupa organizmów. Prawie każdy z was trzymał je w rękach, próbował, widział na półkach sklepowych. Jeśli jednak nie znasz ich, to bądź pewien, że one cię dobrze znają. Zarodniki i części ich ciała przyklejają się do twego obuwia, kiedy idziesz ulicą. Niszczą one produkty przechowywane w ciepłych i wilgotnych warunkach. Te organizmy są przyczyną liszaju płaskiego i niszczą paznokcie, wywołują ciężkie schorzenia skóry, oskrzeli i płuc. Spieszą się zamiast rolnika zebrać plony, zagarnąć owoce pracy ogrodnika, pozostawić bez pracy leśniczego. „Zjadają” drewniane budynki, niszczą dzieła sztuki, zapasy drewna przeznaczonego do produkcji desek, rozkładają farbę, gumę i nawet plastik.

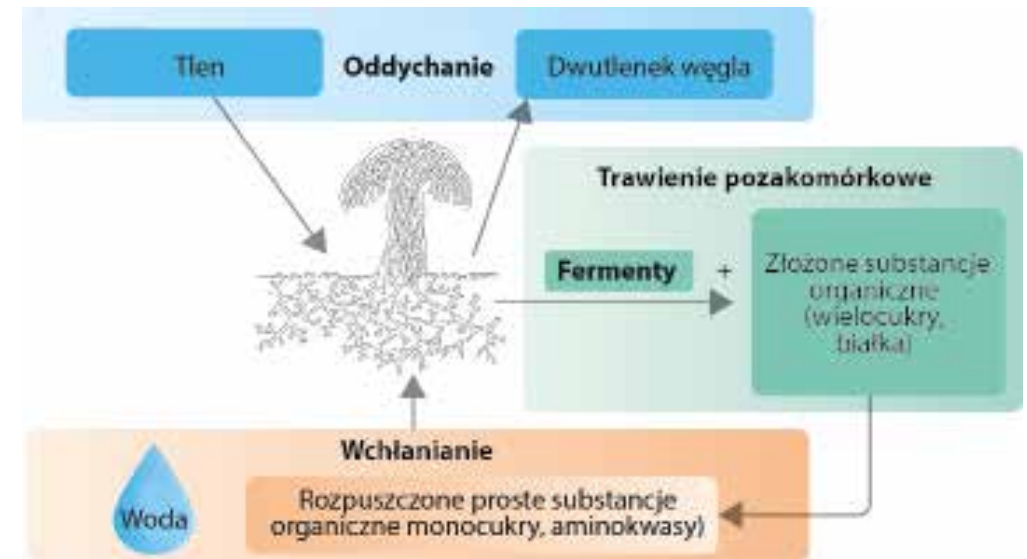
Ale bez nich nasza planeta przekształciłaby się na zwałisko pni i gałęzi, uszczelnione „trupami” zwierząt oraz roślin. Lasy przypominałyby zwiędłe zarośla. Górskie skały nie zamieniałyby się na urodzajne grunty. Bez nich ludzie nie jedliby chleba, nie piliby kwasu i kumysu, nie tkaliby lnianego płótna. Żołnierze umieraliby od najmniejszej rany, groźne bakterie chorobotwórcze byłyby nie do pokonania, a zarażony nimi człowiek – skazany. Na naszym stole nie byłoby smażonych pieczarek, duszonych boczników, solonych rydzów i marynowanych borowików. Wszystkie te zarówno szkodliwe, jak i korzystne przejawy działalności życiowej charakterystyczne są dla jednej grupy organizmów – grzybów.

Niepowtarzalne właściwości grzybów wprost lub pośrednio związane są z osobliwościami ich odżywania się. Wszystkie grzyby są organizmami heterotroficznymi. Odżywiają się one z rozpuszczonymi substancjami organicznymi, *wchłaniając* je całą powierzchnią ciała.

Zwykle komórki grzybów mogą wchłaniać tylko proste substancje organiczne. W otaczającym środowisku tych substancji w stanie rozpuszczonym jest mało, ale w przyrodzie jest dużo substancji organicznych. Grzyby

„nauczyły się” rozkładać złożone substancje na proste, a następnie wchłaniać je swymi komórkami.

Do rozkładania złożonych substancji organicznych grzyby wydzielają za granice komórek szczególne substancje białkowe – *fermenty*. Rozszczepiają one złożone cząsteczki na proste składniki: na przykład dużą cząsteczkę błonnika – na wiele drobnych cząsteczek glukozy, dużą cząsteczkę białkową – na wiele drobnych cząsteczek aminokwasów.



Ryc. 207. Odżywanie grzybów

Substancje odżywcze są wchłaniane przez komórki grzyba w postaci roztworu, a więc grzyby potrzebują dużo wody. Właśnie dlatego jarzyny i owoce w wilgotnych pomieszczeniach prędko pokrywają się pleśniakami, a po grzyby do lasu chodzimy po deszczu.

Często woda znajduje się na znacznej odległości od źródła pokarmu. Dlatego grzyby określoną część ciała wchłaniają wodę. Potem przepompowują ją tam, gdzie są nadające się do odżywania złożone substancje organiczne i wydzielają na zewnątrz wraz z rozpuszczonymi w niej fermentami. Fermenty dokonują *trawienia pozakomórkowego*: rozszczepiają one złożone substancje organiczne na proste. Roztwory prostych substancji organicznych są wchłaniane przez komórkę (ryc. 207).

Taki sposób odżywania odzwierciedla się w budowie ciała grzyba, która ma postać długich, mikroskopijnych, rozgałęzionych niteczek. Ciało grzybów nazywane jest *grzybnią*. Zajmuje ona wielkie powierzchnie. Owocniki, zwane w życiu codziennym grzybami, – to tylko mała widoczna cząsteczka organizmu grzyba, którego większa część znajduje się w glebie.

**To ciekawe**

Średnio w 1 g gleby długość grzybni waha się w granicach od 1 m do 100 m (rekord – to 35 km na 1 g gleby). Największą grzybnię posiada opieńek jesienny, rosnący na terenach USA: ogarnia ona powierzchnie 890 ha. Jest to największy znany obecnie grzyb naszej planety.

Ze względu na źródła nadchodzących substancji odżywczych grzyby dzielą się na *saprofity*, pasożyty i *symbionty*. Źródłem substancji odżywczych dla *grzybów-saprofitów* jest martwa substancja organiczna. Dla grzybów-pasożytów – są to substancje organiczne żywych istot. *Grzyby-symbionty* żyją w symbiozie z innymi organizmami i otrzymują od nich substancje odżywcze (ryc. 208).

**GRZYBY-SAPROFIITY**

Niszczące drzewa



Glebowe



Pleśniaki

**GRZYBY-PASOŻYTY**

Huby



Wywołujące choroby roślin

**GRZYBY-SYMBIONTY**

Tworzące mikoryzę



Porosty



Ryc. 208. Grzyby saprofity, pasożyty i symbionty

Grzyby otrzymują energię drogą *oddychania* – przy pomocy tlenu rozkładają w mitochondriach część wchłoniętych prostych substancji organicznych na dwutlenek węgla i wodę, syntezując przy tym cząsteczki ATP.

Niektóre grupy grzybów, na przykład *drożdże*, oprócz oddychania mogą otrzymywać energię bez udziału tlenu – drogą *fermentacji*.

Od roślin grzyby odróżniają się heterotroficznym typem odżywiania, a więc brakiem chloroplastów i niezdolnością do fotosyntezy. Od zwierząt odróżniają się sposobem pobierania substancji odżywczych, które dokonują tylko drogą wchłaniania. Do pobierania nierozpuszczonych kawałeczków pokarmu (fagocytozy – pożerania), właściwego zwierzętom, grzyby nie są zdolne. Od bakterii grzyby odróżniają się obecnością w komórkach jądra (nawet kilku).

Grzyby są różne. Na przykład *borowik*, *muchomor*, *huba* – to grzyby makroskopowe, ich owocniki są dobrze widoczne bez pomocy przyrządów powiększających. Jednak większość grzybów bez pomocy przyrządów powiększających nie jest widoczna. Są to grzyby mikroskopijne. Przykładami takich grzybów są *pleśniaki* i *drożdże*.

Grzyby spotykają się wszędzie, lecz preferują środowiska lądowe. Wśród grzybów kapeluszowych, których owocniki są złożone z kapelusza i trzonka, nie ma żyjących pod wodą. Wyjątek stanowi jeden gatunek – *czernidłak wodny*, który został odkryty kilka lat temu. Nie znaleziono grzybów kapeluszowych w Antarktydzie, chociaż mikroskopijnych grzybów jest tam dość dużo. Krajów, w których nie rosną grzyby, na naszej planecie nie ma. Obecnie znanych jest powyżej 100 tys. gatunków grzybów, wśród nich ponad 6 tys. gatunków – na terenie Ukrainy.

**WNIOSKI**

1. Grzyby są heterotrofami. Pobierają substancje odżywcze wyłącznie drogą wchłaniania, co odróżnia grzyby od zwierząt.
2. Wchłanianie substancji odżywczych jest poprzedzane procesem trawienia pozakomórkowego – rozszczepieniem poza komórką złożonych substancji organicznych na proste za pomocą fermentów, które wydziela komórka.
3. Trawienie pozakomórkowe umożliwia grzybom odżywianie się nawet tymi substancjami organicznymi, które prawie nie są spożywane przez inne organizmy (m.in. błonnikiem drewna).
4. Większość grzybów otrzymuje energię drogą oddychania.

**TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA**

Trawienie pozakomórkowe, fermenty, wchłanianie, grzybnia, saprofity, symbionty.

**PYTANIA KONTROLNE**

1. Dlaczego grzyby aktywnie rosną po deszczu lub w miejscach wilgotnych?
2. Czy grzyby wydzielają tlen?
3. Czy grzyby zawierają chlorofil?
4. Czym różni się sposób odżywiania grzybów od odżywiania zwierząt i roślin?

1. Przerysuj tabelkę do zeszytu i uzupełnij sposoby odżywiania i otrzymywania energii przez rośliny i grzyby:

Odżywianie				Źródłem energii jest		
	Autotroficzne	Heterotroficzne		Światło	Substancje nieorganiczne	Substancje organiczne
Substancje, którymi odżywiają się	Dwutlenek węgla i woda	Substancje organiczne				
Sposób pobierania		Wchłanianie	Fagocytoza			
Bakterie	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak
Sinice	Tak	(Nie)	Nie	Tak	Nie	(Nie)
Pierwotniaki	Nie	(Nie)	Tak	Nie	Nie	Tak
Głony	Tak	(Nie)	Nie	Tak	Nie	(Nie)
Rośliny						
Grzyby						

„Nie” w nawiasach oznacza: z reguły – nie, lecz są wyjątki.

2. Wszyscy wiemy, że do wzrostu grzybom niezbędna jest woda. Wiemy też, że znane nam grzyby kapeluszowe nie rosną pod wodą. A dlaczego? Spróbuj sformułować i uzasadnić własną hipotezę.

#### § 48. CHARAKTERYSTYCZNE CECHY BUDOWY GRZYBÓW: GRZYBNIA, OWOCNIK. ROZMNAŻANIE (NA PRZYKŁADZIE PIECZARKI)



Poznasz cechy budowy grzybów oraz o tym, na czym polega podobieństwo komórki grzybów do komórek roślin i komórek zwierząt.

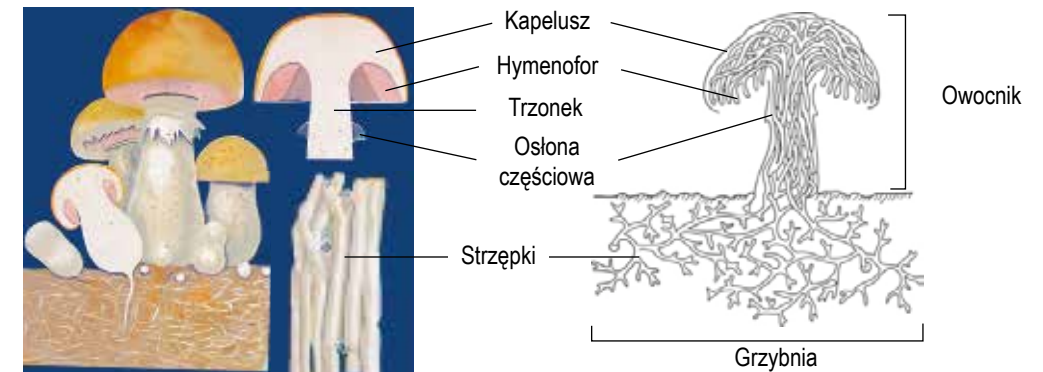


Z czego są zbudowane grzyby? Jaka jest budowa wewnętrzna grzybów? Jak rozmnażają się grzyby?

Z budową grzybów zapoznamy się na przykładzie pieczarki. Ten grzyb hoduje się na skalę przemysłową, można go zobaczyć w dowolnym supermarkecie. W warunkach naturalnych pieczarkę można znaleźć przede

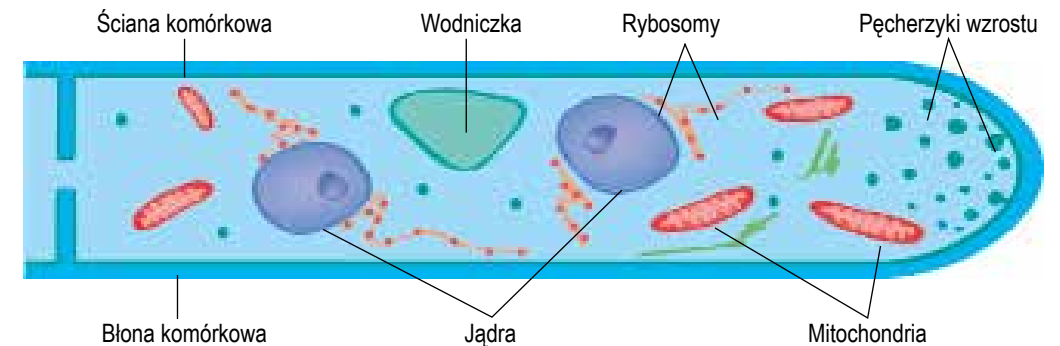
wszystkim na polach i łąkach, w pasach leśnych, chociaż niektóre gatunki pieczarek rosną nawet w lasach.

Ciało pieczarki, zwane **grzybnią**, zbudowane jest z nitkowatych tworów, noszących nazwę **strzępeków**. Znajdują one się w glebie (ryc. 209). Każdy strzępek składa się z łańcuszka wydłużonych bezbarwnych komórek. W taki sposób komórki tworzą strzępek, a strzępki – wielokomórkową grzybnię.



Ryc. 209. Budowa pieczarki

Komórki strzępeków są pokryte zwartą ścianą komórkową, której podstawą jest nierozpuszczalna w wodzie i odporna chemicznie substancja – **chityna**. Pod ścianą komórkową mieści się błona komórkowa. Pod mikroskopem świetlnym można obserwować w cytoplazmie dwa jądra i dużą wodniczkę. Wodniczka zawiera sok komórkowy, kropelki oleju i zapasy węglowodanu – **glikogenu**. Węglowodany w postaci glikogenu są materiałem zapasowym nie tylko u grzybów, lecz również u zwierząt i człowieka. Pod mikroskopem elektronowym w komórce można obserwować mitochondria i rybosomy (ryc. 210).



Ryc. 210. Budowa komórki grzyba kapeluszowego (na przykładzie szczytowej komórki strzępka)

Otóż komórki grzybów posiadają jądro i tym przede wszystkim są podobne do komórek roślinnych i zwierzęcych. Oprócz tego podobnie do komórek roślinnych posiadają one ścianę komórkową i wodniczki, a podobnie do komórek zwierzęcych – nie mają chloroplastów.

W komórce szczytowej, oprócz zwyczajnych dla innych komórek organeli i struktur, na samym wierzchołku pod błoną komórkową znajduje się dużo drobnych *pęcherzyków wzrostu* (ryc. 210). Dzięki pracy tych pęcherzyków szczytowa komórka rośnie i z czasem dzieli się, wskutek czego rośnie cały strzępek. Otóż cała grzybnia grzyba rośnie tylko wierzchołkami strzępków.

W niektórych częściach grzybnia jest zbudowana ze zbitych strzępków zwanych **owocnikiem**. W życiu codziennym nazywamy go „grzybem”. Owocnik jest tą strukturą, gdzie po procesie płciowym rozwijają się *zarodnie* i powstają *zarodniki*.

Owocnik jest złożony z *trzonka* i *kapelusza*. Na dolnej stronie kapelusza *pieczarki* znajdują się blaszki ciemno-różowego lub ciemnobrązowego koloru. Blaszki – to fałdy owocnika, utworzone ze strzępków. Na wierzchołkach tych strzępków powstają ciemnobrązowe zarodniki. Fałdy, na których powstają zarodniki – to *hymenofor*. Pieczarka ma *blaszkowaty hymenofor*, a np. *borowik* i *maślak – rurkowaty*. Gdy położymy kapelusz pieczarki na kartkę białego papieru blaszkami w dół i zostawimy na całą noc, to następnego dnia na papierze pod kapeluszem pojawi się ciemnobrązowy rysunek. Odtworzy on wygląd dolnej strony kapelusza. Ten rysunek został narysowany przez zarodniki, które oderwały się od strzępków hymenoforu. Pod mikroskopem zarodniki wyglądają jak komórki, pokryte ciemnożółtą ścianą komórkową. Właśnie zarodniki nadają hymenoforowi pieczarki ciemnobrązowe zabarwienie.

Na trzonku owocnika pieczarki obecny jest cienki biały błoniasty pierścień – to **osłona częściowa**. Do momentu pełnego dojrzewania zarodników osłona zakrywa hymenofor i chroni blaszki przed uszkodzeniami zewnętrznymi. Kiedy zarodniki dojrzewają, trzonek wydłuża się, kapelusz rozkrywa się, osłonka ulega rozerwaniu i zarodniki wysypują się. Są one unoszone w powietrzu, a następnie opadają, zaczynają kiełkować, tworząc nową grzybnię.

#### WNIOSKI

1. Ciało grzyba – to grzybnia. Grzybnia jest utworzona ze strzępków. Strzępki zbudowane są z komórek.
2. Komórki grzybów są podobne do komórek zwierząt i roślin, posiadają budowę eukariotyczną. Od komórek zwierząt odróżniają się obecnością

ściany komórkowej i wodniczek z sokiem komórkowym, od komórek roślin – brakiem chloroplastów.

3. Zdolność do podziału ma tylko szczytowa komórka strzępków, dlatego grzybnia rośnie wierzchołkami strzępków.
4. Grzyby kapeluszowe rozmnażają się za pomocą zarodników.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Strzępki, grzybnia, chityna, glikogen, owocnik, osłona częściowa.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Czym komórki grzybów odróżniają się od komórek bakterii?
2. Czym komórka grzyba różni się od komórki zwierząt i roślin?
3. Czym jest ta część grzyba, którą w życiu codziennym nazywamy grzybem?
4. Jak rozmnaża się pieczarka?

### § 49. GRZYBY MAKROSKOPIJNE: OSOBLIWOŚCI ODŻYWIANIA I ZNACZENIE W PRZYRODZIE



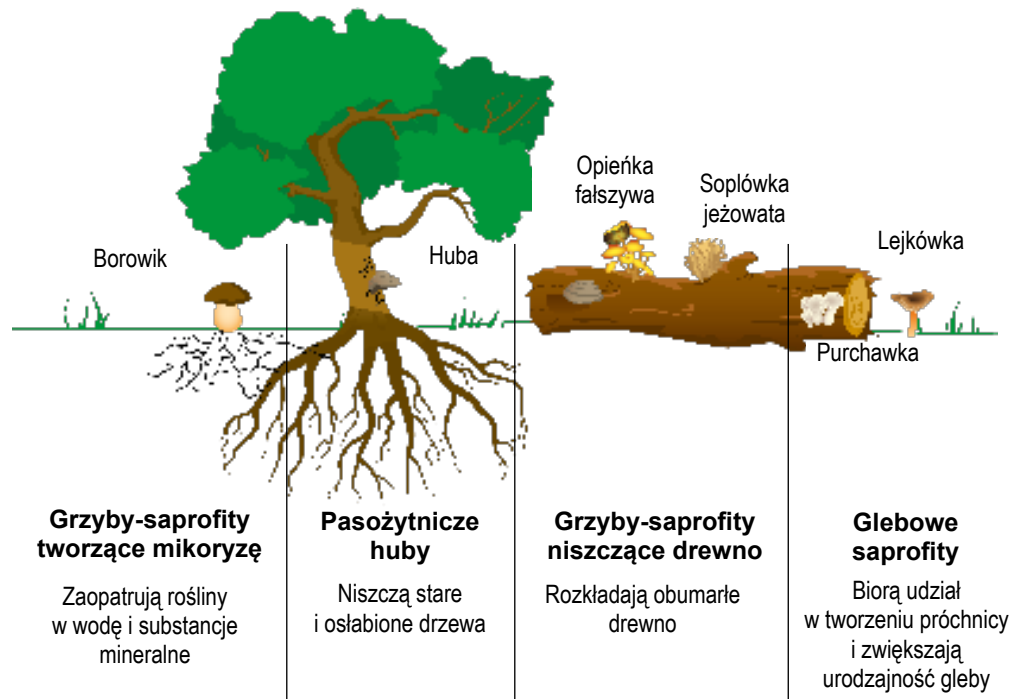
Dowiesz się więcej o grzybach makroskopijnych, źródłach odżywiania tych grzybów i ich znaczeniu w przyrodzie.



Czy mogą rośliny zrosnąć się w jedną całość z grzybami? Czy mogą być grzyby bez kapelusza i bez trzonka? Dlaczego drzewa próchnieją?

Grzyby makroskopijne mogą być saprofitami, symbiontami lub pasożytami. Potrafią one wykorzystywać różne źródła substancji organicznych, lecz najczęściej substancje odżywcze dostarczają im rośliny, szczególnie – drzewiaste. Dlatego w lasach grzybów makroskopijnych zwykle jest o wiele więcej niż w stepach, na łąkach lub w pustyniach. Różne grupy grzybów są połączone między sobą (ryc. 211). Zwiększają one urodzajność ubogich leśnych gleb i sprzyjają pojawieniu się nowych pokoleń roślin.

**Grzyby tworzące mikoryzę.** Makroskopijne grzyby-symbionty rosną przeważnie w glebie. Właśnie do nich należy większość jadalnych i trujących grzybów kapeluszowych. Te grzyby otrzymują substancje odżywcze nie prosto z gleby, a z systemów korzeniowych roślin, z którymi ich grzybnia wstępuje w symbiozę. Taka symbioza nazywa się **mikoryzą** (od

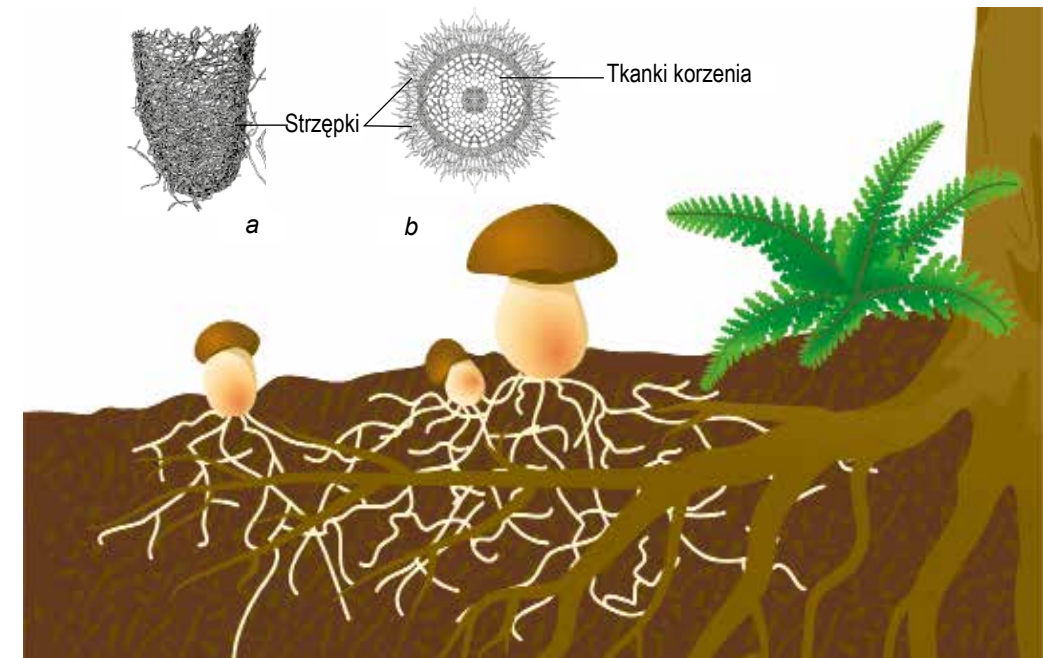


Ryc. 211. Makroskopijne grzyby i ich znaczenie w przyrodzie

greckiego „mikos” – grzyb, i „ryzos” – korzeń). Tworząc mikoryzę, strzępki grzyba szczelnie owijają korzenie rośliny (ryc. 212). Za pomocą strzępek grzybni grzyb wchłania z dużej powierzchni wodę i substancje mineralne, które są skierowane do korzeni roślin i wydzielają się w strefie kontaktu grzyba z włóśnikami. W taki sposób grzyb dokarmia roślinę. Natomiast roślina wydziela w strefie włóśników rozpuszczone w wodzie cukry i niektóre inne substancje organiczne, które ona produkuje w procesie fotosyntezy. Strzępki grzyba wchłaniają te substancje organiczne. W taki sposób współzycie grzyba i rośliny jest wzajemnie korzystne.

Określone gatunki grzybów tworzą mikoryzę z określonymi gatunkami roślin. Ta osobliwość znalazła swoje odzwierciedlenie w nazwach niektórych grzybów jadalnych (na przykład, *podbrzeźniak* wytwarza mikoryzę z brzożami, *podosiniak* – z osiką). Lasy, gdzie jest dużo grzybów tworzących mikoryzę, rosną prędzej niż te, gdzie takich grzybów jest mało.

**Grzyby pasożyty.** W starych lub bardzo zagęszczonych lasach na drzewach osadza się wiele grzybów, zazwyczaj zwanych *hubami* (ryc. 213). Z reguły u owocników hub brak wyraźnego podziału na trzonek i kapelusz, one nie gniją. Grzybnia hub rozpowszechnia się w pniu po układzie przewodzącym rośliny, rozszczepia drewno i powoduje jego suche gnicie



Ryc. 212. Mikoryza (a, b – korzeń owinięty strzępkami grzyba, wygląd z boku i na przekroju)

(ryc. 214), wskutek czego drzewa giną. Jednak grzyb jeszcze przez pewien czas nadal rośnie, odżywiając się martwą substancją organiczną byłego drzewa-gospodarza, czyli przekształca się w saprofit.

Huby są przykładem makroskopijnych pasożytniczych grzybów wywołujących schorzenia roślin.

**Grzyby-saprofity.** Obumarłe drewno staje się źródłem substancji odżywczych nie tylko dla hub, ale i dla wielu innych grzybów, które nazywają się *grzybami niszczącymi drewno* (ryc. 215).

W końcu pnie i gałązki całkowicie próchnieją, rozsypują się, trafiają na glebę i stopniowo pokrywają się opadającymi liśćmi i innymi szczątkami. Bardzo rozłożone szczątki organiczne stają się źródłem pokarmu grzybów – *saprofitów glebowych*.

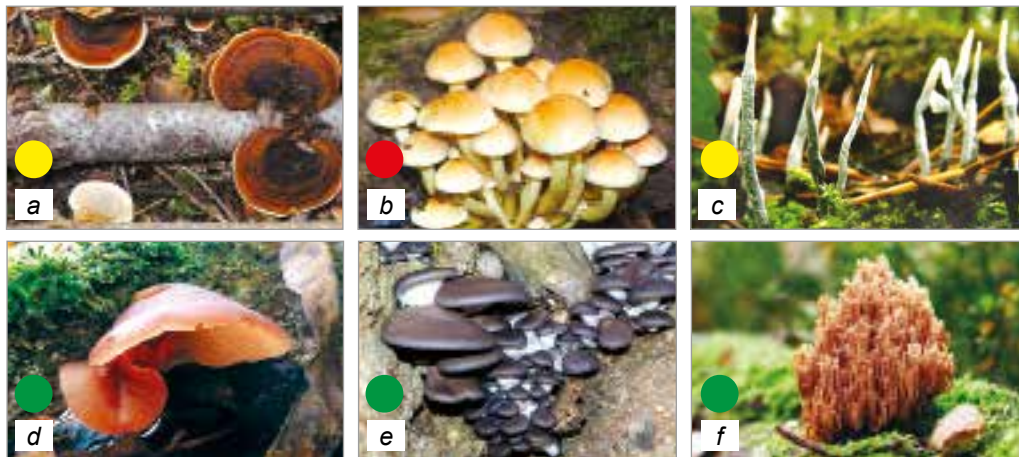


Ryc. 213. Huba zwyczajna



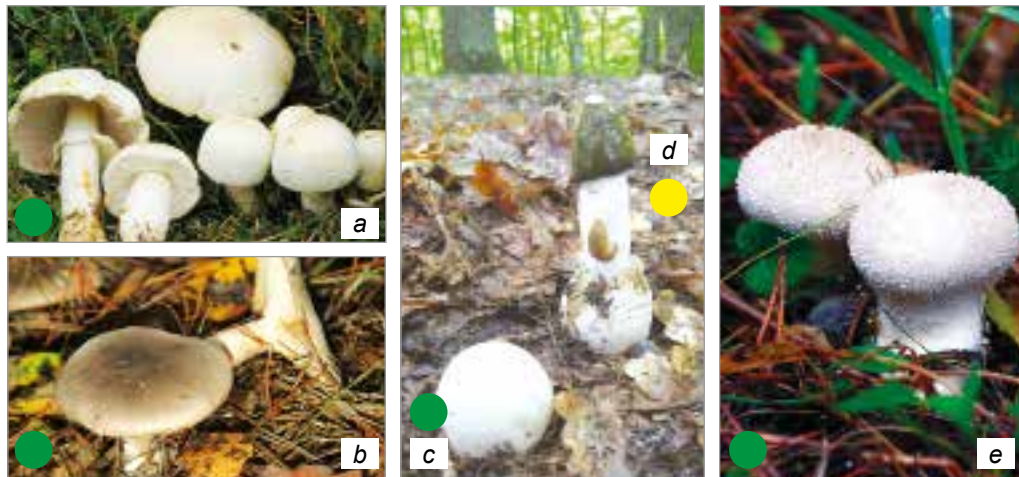
Ryc. 214. Niszczenie drewna przez huby





Ryc. 215. Grzyby niszczące drewno: *a* – niszczyca płotowa; *b* – opieńka fałszywa; *c* – próchnilec gałęzisty; *d* – ucho judaszowe; *e* – boczniak; *f* – soplówka jeżowata (czerwonym kółkiem zaznaczono grzyby trujące, żółtym – niejadalne, zielonym – jadalne)

Wśród makroskopijnych saprofitów glebowych najwięcej jest grzybów kapeluszowych, *purchawek* i grzybów *sromotnikowych* (ryc. 216). Saprofity glebowe, rozkładając szczątki substancji organicznej, biorą udział w procesach glebotwórczych i zwiększają urodzajność gleby. Tym samym te grzyby powodują zjawienie się nowych pokoleń roślin, a wraz z nimi – nowych pokoleń mikoryz.



Ryc. 216. Glebowe grzyby-saprofity: *a* – pieczarka biaława; *b* – lejkówka biaława; *c*, *d* – sromotnik smrodliwy (*c* – młody, *d* – dorosły); *e* – purchawka (żółtym kółkiem zaznaczono grzyby niejadalne, zielonym – jadalne)

## WNIOSKI

1. Grzyby makroskopijne otrzymują substancje odżywcze z różnych źródeł: grzyby wytwarzające mikoryzę – od systemów korzeniowych roślin, huby – z żywych komórek roślin, grzyby niszczące drewno i saprofity glebowe – ze szczątków organizmów.
2. Wszystkie grupy grzybów w przyrodzie są wzajemnie powiązane.
3. Grzyby pomagają roślinom w odżywianiu, niszczą stare drzewa i rozszczepiają obumarłe szczątki, biorąc udział w tworzeniu i wzbogaceniu gleby.

## TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Mikoryza, huby, grzyby niszczące drewno, saprofity glebowe.

## PYTANIA KONTROLNE

1. W jaki sposób są powiązane między sobą grzyby wytwarzające mikoryzę, huby, grzyby niszczące drewno i saprofity glebowe?
2. Jak współdziałają drzewa i grzyby wytwarzające mikoryzę?
3. Na czym polega pożyteczne i szkodliwe działanie hub?

## ZADANIE

Odpowiedz na pytania uczniów, podane na początku paragrafu.

## DLA DOCIEKLIWYCH

### Grzyb chińskiego imperatora i niektóre inne grzyby lekarskie

Człowiek od dawna wiedział o leczniczych właściwościach niektórych hub. Jedną z nich jest huba *lakierowana*, nazywana w Chinach „grzybem nieśmiertelności” (*lingzhi*), a w Japonii – „grzybem siły duchowej” (ryc. 217).

W starożytnych Chinach ten grzyb stosowano jako lekarstwo od wszystkich chorób. Uważany był za najdroższy dar niebios, grzyb długowieczności i eliksir pamięci.

Tak wysoka ranga grzyba w starożytnych Chinach ma swoje podstawy: zawiera on substancje biologicznie aktywne, które podwyższają odporność, chronią komórki przed porażeniem tlenowym i związanym z nim starzeniem, wstrzymują rozwój wirusów i bakterii zakaźnych, polepszają pracę serca i układu krwionośnego, podwyższają aktywność mózgu i uwagę, stymulują pamięć. Oprócz tego *lingzhi* zawiera substancje, które są pomocne w przypadkach chorób nowotworowych.

Jednak więcej leczniczych właściwości przeciwnowotworowych niż huby ma inny grzyb – saprofit glebowy *sromotnik smrodliwy*. Na razie *sromotnik* jest obiektem intensywnych badań biologicznych, biochemicznych i farmakologicznych.



Ryc. 217. Leczniczy grzyb huba lakierowana (*lingzhi*)



Dowiesz się o grzybach kapeluszowych, które są niebezpieczne dla życia i zdrowia człowieka.



Jakie grzyby są najniebezpieczniejsze i ile gatunków ich jest? Skąd bierze się w grzybach trucizna? Dlaczego niektóre grzyby są trujące? Jak uchronić się przed niebezpiecznym grzybem? Czy mogą zginąć grzyby w wyniku zanieczyszczenia otaczającego środowiska? Co może nastąpić po zjedzeniu trującego grzyba? Jakie są objawy zatrucia grzybami? Czy człowiek może umrzeć natychmiast od kontaktu z grzybem trującym? Czy wszystkie grzyby posiadają truciznę? Dlaczego nie wolno jeść surowych grzybów?

Owocniki grzybów, które mają trzon i kapelusz, tradycyjnie są wykorzystywane jako cenny produkt spożywczy. Jednak grzyby kapeluszowe mogą być przyczyną zatrucia, a nawet śmierci.

Zatrucia grzybami są dwójakiego rodzaju: *pierwotne* i *wtórne* (ryc. 218).

**Zatrucia pierwotne** mają miejsce wtedy, gdy spożywamy grzyby, które wytwarzają substancje trujące – toksyny grzybowe. Takie grzyby nazywamy *grzybami trującymi*.

**Zatrucia wtórne** – to zatrucia spowodowane grzybami jadalnymi, które nagromadziły substancje trujące – pestycydy, metale ciężkie, pierwiastki promieniotwórcze, znajdujące się w zanieczyszczonym środowisku.

Przed **zatruciami wtórnymi** możemy się łatwo ustrzec: nie należy zbierać grzybów przy drogach o dużym natężeniu ruchu, przy zakładach produkcyjnych, skupiskach odpadów, śmietnikach oraz na terenach, które ucierpiały na skutek awarii EA w Czarnobylu. Nie wolno zbierać starych grzybów. Należy przestrzegać zasad przechowywania i obróbki grzybów.

**Zatrucia pierwotne** mogą być wywołane przez około 90 gatunków różnych grzybów trujących. Stopień ciężkości zatrucia zależy od dwóch podstawowych czynników: od toksyny, która znajduje się w grzybie i ilości trucizny, która trafiła do organizmu. Przy zatruciach grzybami działa następująca reguła: **zatrucie jest tym cięższe, im więcej czasu minęło od spożycia grzyba do pojawienia się pierwszych objawów zatrucia**. Dlatego od kontaktu z grzybem trującym (np. przy dotyku) człowiek nie umiera, a przy śmiertelnych zatruciach – nie umiera natychmiast.

Należy pamiętać, że nie ma zwykłych domowych „testów” na określenie grzybów, których nie wolno spożywać. Jedyne niezawodny sposób na to,

Zatrucia grzybami		
<b>Rodzaje zatruc</b>	Zatrucia pierwotne	Zatrucia wtórne
<b>Substancje trujące</b>	Toksyny grzybowe	Substancje, które zanieczyszczają środowisko lub są produktami rozpadu grzybów
<b>Pochodzenie substancji trujących</b>	Są syntezowane przez grzyby trujące	Pojawiają się na skutek działalności człowieka
<b>Źródło zatrucia</b>	Grzyby trujące	Grzyby jadalne
<b>Jak uniknąć</b>	Nie zbierać grzybów, których nie znamy	Zbierać grzyby wyłącznie w czystych miejscach, przestrzegać zasad przechowywania i obróbki

Ryc. 218. Pierwotne i wtórne zatrucia grzybami

aby ustrzec się przed pierwotnym zatruciem grzybowym – nauczyć się odróżniać grzyby jadalne od trujących i **nigdy nie zbierać grzybów, których nie znamy**. Nie wolno stosować sposobów rozpoznawania gatunków trujących po zabarwieniu cebuli podczas gotowania lub ciemnieniu srebrnej łyżki, zanurzonej w potrawie z grzybów, nieprzyjemnym zapachu, ponieważ są to przesady.

Ze względu na stopień zagrożenia grzyby trujące dzielimy na trzy grupy: *śmiertelnie trujące*, *silnie trujące* i *trujące*. Wyodrębnia się również grupę grzybów *warunkowo trujących*.

Najniebezpieczniejszą grupę stanowią **grzyby śmiertelnie trujące**. W naszym państwie rosną trzy gatunki takich grzybów: **muchomor zielonawy (bedłka cebulasta)**, **muchomor biały**, **muchomor śmierdzący** (ryc. 219). Wywołują one tak silne zatrucie, że nie można uratować człowiekowi życia. Objawy zatrucia pojawiają się dopiero po kilku godzinach od ich spożycia (czasem nawet po upływie 2–4 dób). Do tego czasu człowiek czuje się dobrze, ale toksyny uszkadzają wątrobę, wywołując jej rozpad. Produkty rozpadu wątroby są przyczyną powstania pierwszych objawów zatrucia – odwodnienia organizmu, sinicy, wymiotów, biegunki. Wtedy człowieka nie można uratować. Stan chorego pogarsza się i następuje zgon.

Toksyny śmiertelnie trujących grzybów są bardzo odporne: nie niszczą się podczas gotowania lub suszenia, nie wydalają się przy moczeniu i soleniu. Śmiertelna dawka jest mała – wystarczy 10–30 g owocnika grzyba.

Podstawowe cechy rozpoznawcze tych trzech najbardziej trujących grzybów: pierścień na trzonie grzyba (resztki osłony częściowej), biała



Ryc. 219. Grzyby śmiertelnie trujące: a – muchomor zielonawy (bedłka cebulasta); b – muchomor biały; c – muchomor śmierdzący

„cebulka” u nasady trzonu (resztki *ostony całkowitej*, która chroni młody owocnik) i blaszkowaty biały hymenofor. Blaszki hymenoforu przrastają do spodu kapelusza i nie zbiegają po trzonie.

*Muchomor zielonawy* ma kapelusz zabarwiony w różne odcienie zielonego koloru. Kapelusz *muchomora białego* i *muchomora śmierdzącego* jest koloru białego.

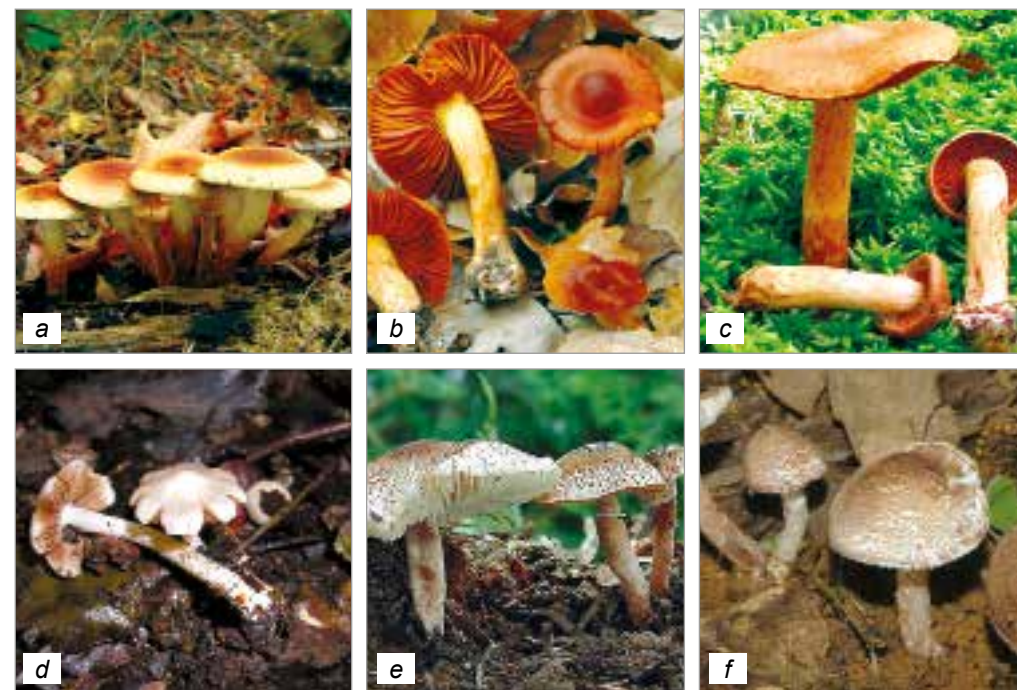
*Muchomor zielonawy* bywa mylony z *gąską zieloną* lub *gotąbką zieloną*, a *muchomor biały* i *muchomor śmierdzący* – z pieczarkami.

Do *silnie trujących* należą grzyby, przedstawione na rycinie 220. Zatrucia tymi grzybami są ciężkie, średnio w 15% przypadków następuje zgon pacjenta. W porę udzielona pomoc lekarska może uratować życie.

Grupa *grzybów trujących* jest dość duża (ryc. 221). Objawy zatrucia tymi grzybami następują szybko: po 0,5–2 godzinach od spożycia grzybów. Przy zatruciu tymi grzybami należy wykonać płukanie żołądka, podawać duże ilości płynu (ciepłej herbaty lub mleka) i wezwać lekarza. Chory wyzdrowieje w ciągu kilku dni pod warunkiem, że pierwsza pomoc będzie poprawnie udzielona, a lekarz w porę wezwany.

Niektóre grzyby mają „podstępne” właściwości trujące. Na przykład *krowiak podwinięty* wywołuje zatrucia przy trwałym jego spożywaniu. Przy tym u człowieka stopniowo rozwija się żółtaczka i niedokrwistość. *Czernidłak pospolity* powoduje zatrucia wyłącznie po spożyciu z alkoholem.

Największą pod względem ilości gatunków jest grupa *grzybów umownie-trujących*. Te grzyby powodują bardzo szybkie, ale „lekkie” zatrucie, którego objawy (wymioty, biegunka, osłabienie, ból głowy) następują bardzo szybko – zwykle po 10–30 minutach od ich spożycia. W ciągu doby



Ryc. 220. Grzyby silnie trujące: a – maślanka wiązkowa; b – zasłonak rudy; c – zasłonak rudy; d – czubajeczka trująca; e – czubajeczka brązowoczerwonawa

człowiek zazwyczaj wraca do zdrowia. W większości przypadków takie zatrucia są skutkiem spożycia surowych grzybów w postaci sałatek grzybowych. Jakakolwiek obróbka (gotowanie, smażenie, suszenie, moczenie) robi te grzyby bezpiecznymi. Przykładami grzybów umownie-trujących są: *borowik szatański*, *grzyb-siniak*, *gotąbek wymiotny*, większość *mleczajów*, *lejkówka szarawa*.

Należy pamiętać: nawet śmiertelnie trujące dla człowieka grzyby są korzystne dla przyrody. Sprzyjają one wzrostowi drzew, rozkładają obumarłe resztki roślin i zapobiegają nagromadzeniu się martwych organizmów. Dlatego żadnych grzybów nie wolno niszczyć. Grzyby trujące należy po prostu omijać i nie brać do koszyka.

#### WNIOSKI

1. Nie istnieją grzyby całkowicie bezpieczne. Nawet najlepsze grzyby jadalne mogą być przyczyną zatruc wtórnych.
2. Nie ma prostych testów na wykrycie grzybów trujących. Najlepszy sposób na to, aby ustrzec się przed grzybami trującymi – zbierać wyłącznie dobrze znane grzyby jadalne i tylko na terenach ekologicznie czystych,



Ryc. 221. Niektóre najbardziej znane grzyby trujące:  
 a – pierzynica; b – muchomor plamisty; c – lejkówka jadowita; d – krowiak podwinięty;  
 e – czernidlak pospolity; f – pieczarka karbolowa

umieć rozróżniać grzyby śmiertelnie trujące. Grzyby nieznanne, mało znane i te, co do których mamy choć cień wątpliwości, nie zbieramy!

3. Nie wolno spożywać grzybów na surowo, z wyjątkiem grzybów jadalnych I kategorii, o których będzie mowa w następnym paragrafie.
4. Nie wolno niszczyć grzybów, nawet jeśli one są silnie trujące.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

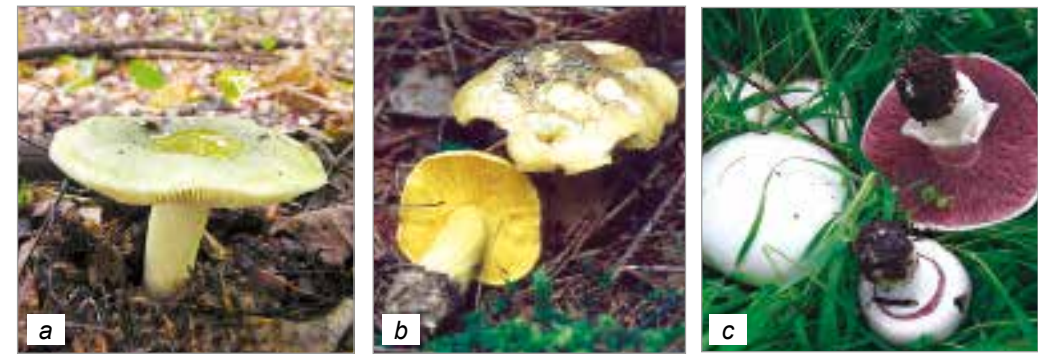
Pierwotne zatrucia grzybami, wtórne zatrucia grzybami, grzyby trujące, grzyby śmiertelnie trujące, grzyby silnie trujące, grzyby warunkowo trujące, osłona całkowita.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Co to jest pierwotne i wtórne zatrucie grzybami?
2. Jakie grzyby trujące należą do śmiertelnie trujących?
3. Jak rozpoznać grzyby śmiertelnie trujące?

#### ZADANIE

Na rycinie 222 przedstawiono niektóre grzyby jadalne, które są często mylone z grzybami śmiertelnie trującymi (ryc. 219). Porównaj te obrazy i znajdź jak najwięcej cech różniących.



Ryc. 222. Grzyby jadalne, które są często mylone z muchomorem zielonawym i muchomorem białym:  
 a – gołąbek zielonawy, b – dzwoniec, c – pieczarka

### § 51. GRZYBY NIJEJADALNE I JADALNE



Zapoznasz się z najbardziej cenionymi grzybami jadalnymi i niektórymi ich niejadalnymi „sobowtórami” oraz z grzybami, które są umieszczone w Czerwonej Księdze Ukrainy.



Jakie grzyby można jeść? Jak odróżnić grzyby jadalne od niejadalnych?  
 Jak odróżnić grzyby trujące od nietrujących?

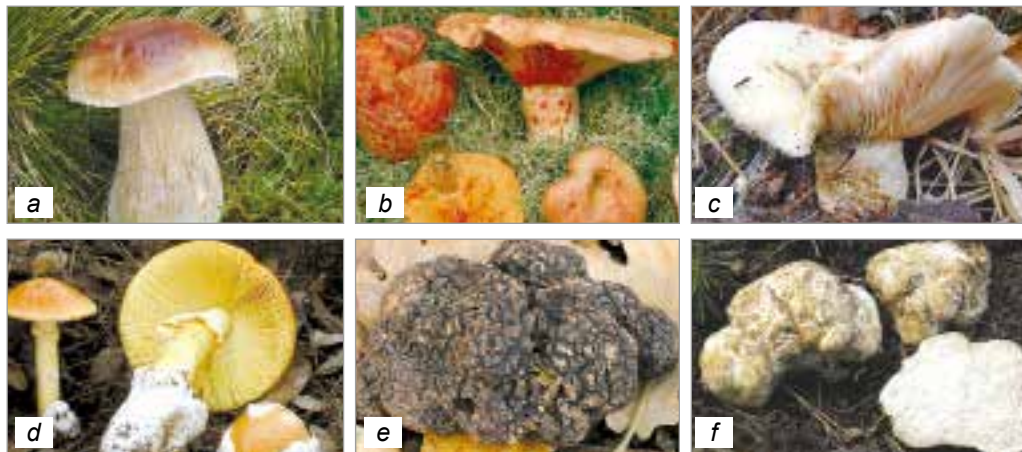
Grzyby makroskopijne, które nie należą do grupy niebezpiecznych grzybów trujących, dzielimy na niejadalne i jadalne.

**Niejadalnych grzybów** nie spożywamy z powodu ich małych rozmiarów, twardych owocników (np. większość grzybów żagwiowców), gorzkiego smaku (np. *goryczak żółciowy*).

**Grzyby jadalne** pod względem wartości odżywczych i walorów smakowych dzielimy na kategorie, od pierwszej – najlepsze i najsmaczniejsze grzyby, do czwartej – grzyby o niewysokich walorach smakowych.

Grzyby należące do I kategorii (ryc. 223) są smaczne, lekkostrawne, nie wymagają obróbki termicznej, mogą być spożywane na surowo jako składniki sałatek grzybowych. Wszystkie te grzyby mają wyraźne cechy szczególne i dlatego trudno je pomylić z grzybami trującymi.

Grzyby należące do II kategorii stanowią mniejszą grupę. Do nich należą grzyby o wysokich walorach smakowych i mogą być spożywane po

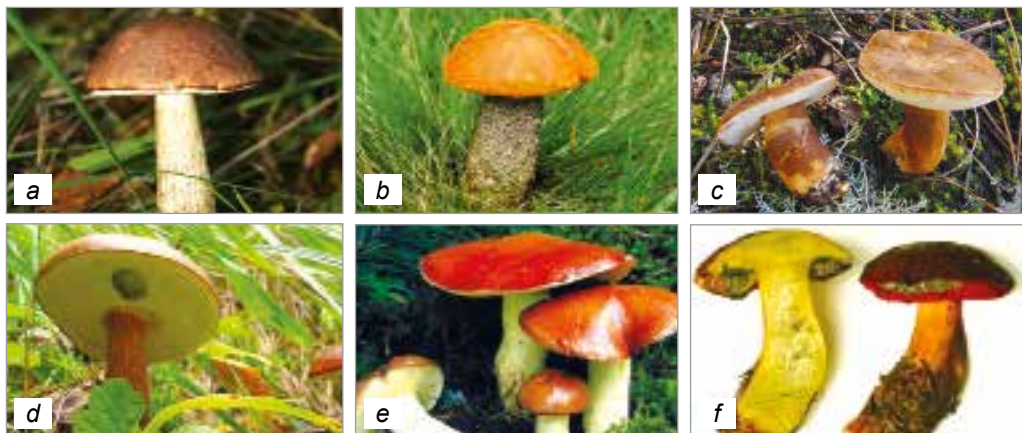


Ryc. 223. Grzyby jadalne I kategorii :  
a – borowik; b – rydz; c – mleczaj; d – muchomor cesarski;  
e – trufle czarne; f – trufle białe

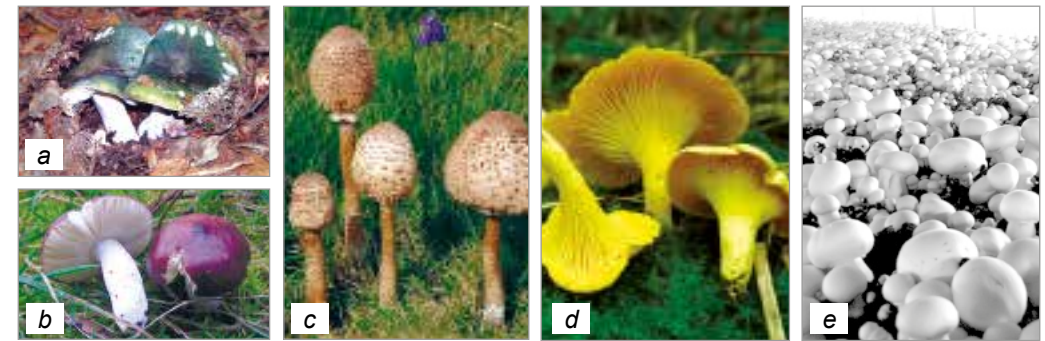
obróbce termicznej, ale nie na surowo. Przykładem jest większość grzybów kapeluszowych o rurkowatym hymenoforze (ryc. 224) oraz niektóre grzyby o hymenoforze blaszkowatym (ryc. 225).

Do tej kategorii należą też dwa gatunki grzybów, które są sztucznie hodowane na Ukrainie na skalę przemysłową: *pieczarki dwuzarodnikowe* i *boczniaki*. Grzyby, które są hodowane przemysłowo, mają dwie zalety: są na pewno jadalne i nie zawierają substancji, które mogą być przyczyną zatruc wtórnych.

Grzyby należące do III kategorii są smaczne i pożywne, ale wymagają specjalnych metod przygotowania. Zwykle takie grzyby należy poprzednio



Ryc. 224. Grzyby jadalne II kategorii mające rurkowatą hymenoforę:  
a – podbrzeźniak; b – podosiniak; c – piaskowiec kasztanowaty (zajączy grzybek);  
d – podgrzybek brunatny; e – maślak; f – podgrzybek siny

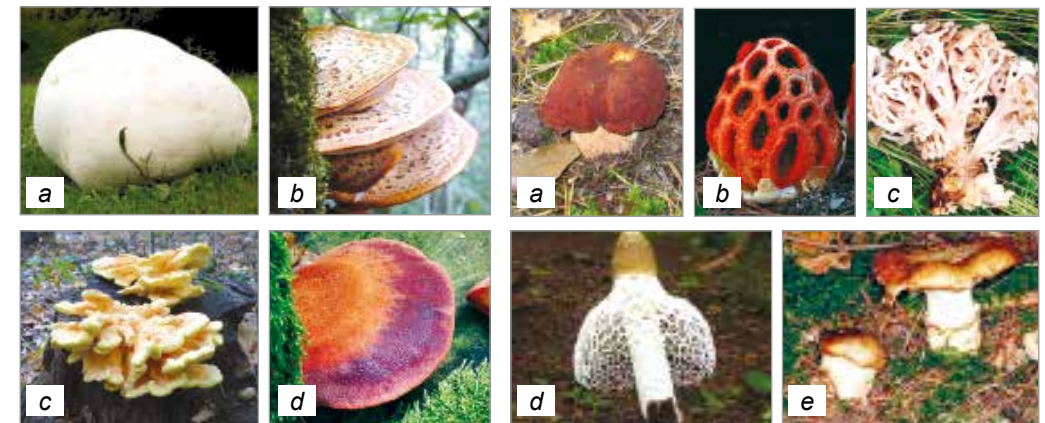


Ryc. 225. Grzyby jadalne II kategorii mające blaszkowatą hymenoforę:  
a – gołąbek zielonawy; b – gołąbek fioletowy; c – czubajka kania (parasolnik); d – pieprznik jadalny;  
e – owocniki pieczarki dwuzarodnikowej uprawiane w pieczarkarniach

odgotować i zlać wywar lub wymoczyć i zasolić. Przykładem jest większość mleczajów, między innymi mleczaj *paskudnik*, *mleczaj wetnianka*, *opieńka miodowa*, *smardz*.

Do IV kategorii należą grzyby o niewielkich wartościach odżywczych – niektóre *lejkówki*, *klejówki*, *podgrzybki złotopore* oraz mało znane grzyby jadalne, nie mające ustalonych tradycji kulinarnych (ryc. 226).

Nie wszystkie grzyby jadalne można zbierać, ponieważ niektóre z nich są gatunkami rzadkimi i znikającymi. Są one umieszczone w Czerwonej Księdze Ukrainy. Wśród wspomnianych wyżej jest muchomor cesarski (ryc. 223, d). Inne przykłady podane są na rycinie 227. Jeśli spotkałeś takie grzyby, nie zrywaj ich, a zrób zdjęcie i wyślij je (łącznie z informacją o



Ryc. 226. Niektóre mało znane grzyby jadalne IV kategorii: a – czasznica olbrzymia;  
b – żagiew łuskowata; c – żółciak siarkowy;  
d – ozorek dębowy (grzyb wątrobowy)

Ryc. 227. Niektóre grzyby umieszczone w Czerwonej Księdze Ukrainy: a – borowik królewski;  
b – okratek czerwony; c – żagiew wielogłowa;  
d – sromotnik woalkowy; e – dwupierścieniak cesarski

miejscu gdzie zostały znalezione i twoją informacją kontaktową) do Instytutu Botaniki im. M. Chołodnoho NAN Ukrainy lub na katedrę botaniki najbliższego uniwersytetu.

#### WNIOSKI

1. W przyrodzie jest więcej grzybów jadalnych niż trujących. Jednak nawet jeden śmiertelnie trujący grzyb, pomyłony z jadalnym, może przyczynić się do tragedii.
2. Grzyby, które są uznawane za najlepsze, znacznie różnią się od niebezpiecznych grzybów trujących.
3. Nie wolno zbierać grzybów, umieszczonych w Czerwonej Księdze Ukrainy. O znalezieniu rzadkich i znikających grzybów należy poinformować instytucje naukowe.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Grzyby niejadalne, grzyby jadalne.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Jakie grzyby należą do grzybów jadalnych I i II kategorii?
2. Czy mogą grzyby jadalne II, III, i IV kategorii być grzybami warunkowo-trującymi?

### § 52. GRZYBY MIKROSKOPIJNE: DROŹDZE I GRZYBY PLEŚNIOWE



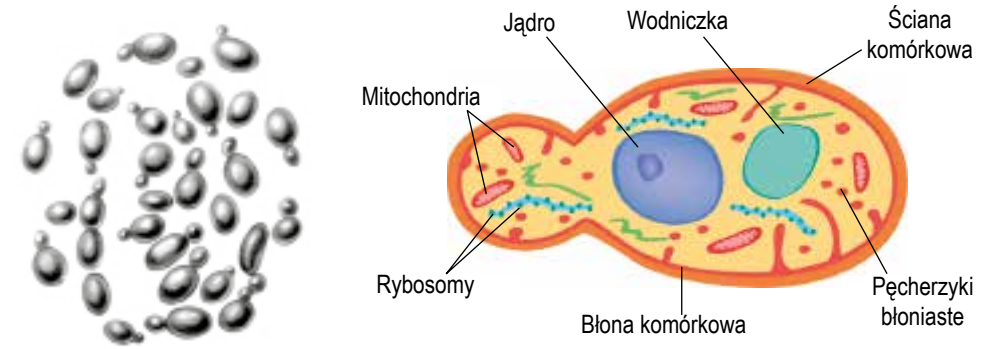
Dowiedz się o dwóch najbardziej rozpowszechnionych grupach saprofitycznych mikroskopijnych grzybów – drożdżach i grzybach pleśniowych.



Czy grzyb może być zbudowany z jednej komórki? Ile jest gatunków pleśni? Jak pleśń rośnie, rozmnaża się?

Grzyby makroskopijne, które możemy obserwować bez pomocy przyrządów powiększających, są tylko niewielką częścią (mniej niż 20%) obecnie znanych grzybów. Większość grzybów – to organizmy mikroskopijne. Mikroskopijne grzyby mogą być saprotrofami, pasożytami i symbiotrofami. Przykładami saprotroficznych mikroskopijnych grzybów, z którymi człowiek spotyka się najczęściej, są *drożdże* i *grzyby pleśniowe*.

**Drożdże** – wielka grupa grzybów mikroskopijnych, posiadających uproszczoną grzybnię, która łatwo rozpada się na oddzielne komórki



Ryc. 228. Pączkowanie drożdży (obserwacja pod mikroskopem optycznym) i komórka na początku pączkowania (wg mikroskopii elektronowej)

(ryc. 228). Drożdże często są nazywane grzybami jednokomórkowymi. Komórka drożdży ma charakterystyczną dla grzybów budowę – to eukariotyczne komórki, otoczone ścianą komórkową i pozbawione chloroplastów. Od komórek grzybni grzybów kapeluszowych klasyczne drożdże odróżniają się tym, że przeważają w nich jednojądrowe komórki i nie ma chityny w ścianie komórkowej. Drożdże rozmnażają się przez *pączkowanie*: w dorosłej komórce tworzy się wybrzuszenie, które rozrasta się i powstaje nowa komórka. Jest ona połączona z komórką macierzystą, ale potem od niej się oddziela.

W sprzyjających warunkach drożdże rosną i dzielą się bardzo szybko. Jednak z powodu braku rozwiniętej grzybni drożdże nie mogą wchłaniać wody w jednym miejscu i transportować ją do innego. Dlatego żyją albo w rodzimym środowisku, albo w warunkach bardzo wysokiej wilgotności. W warunkach tlenowych drożdże *oddychają*, rozkładając cukier na dwutlenek węgla i wodę. W warunkach beztlenowych drożdże uzyskują energię niezbędną do życia za pomocą *fermentacji*, rozkładając cukier na dwutlenek i alkohol.

**Drożdże pożyteczne i szkodliwe.** W warunkach naturalnych drożdże żyją w soku drzewnym, który wycieka z uszkodzonych drzew, na dojrzałych owocach. Człowiek od dawna wykorzystuje zdolność drożdży do fermentacji, do wyrobu pieczywa i produkcji napojów alkoholowych. W cieście drożdże rozkładają cukry, wydzielając przy tym dwutlenek węgla. Pęcherzyki dwutlenku węgla rozpulchniają ciasto, które staje się lekkie, porowate i „rośnie”. Drożdże są też hodowane w warunkach sztucznych na przedsiębiorstwach mikrobiologicznych w celu otrzymania kwasów organicznych i biologicznie aktywnych substancji oraz dodatków pokarmowych dla zwierząt.

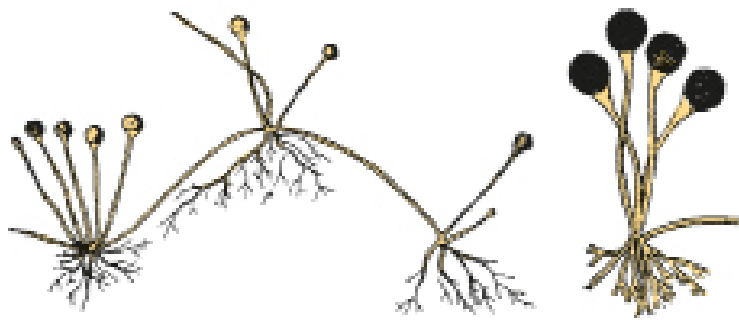


Ryc. 229. Różne rodzaje pleśni na chlebie

**Czarną pleśń** najczęściej wywołuje grzyb *rozłóżek czerniejący*. Jego grzybnia zbudowana jest z długich, rozgałęzionych strzępek, które ścielą się po podłożu. Część strzępek wyrasta pionowo w górę, a na ich szczytach tworzą się czarne główki – zarodnie, wypełnione zarodnikami (ryc. 230). Ściany komórkowe strzępek są ciemnożółtego koloru i wraz z czarnymi zarodnikami nadają pleśni żółtego koloru.

**Podłoże** – to miejsce przymocowania żywego organizmu, które może służyć jako środowisko odżywcze.

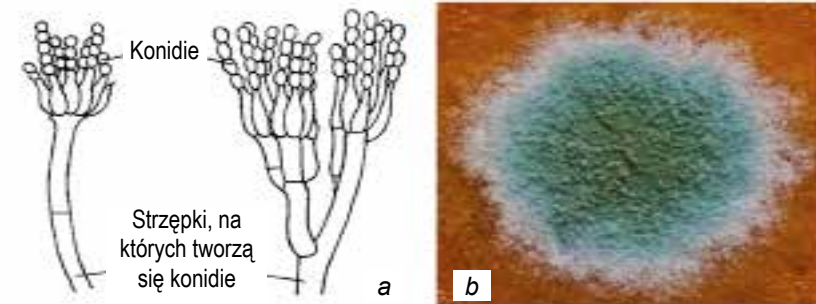
**Niebieskozieloną pleśń** wywołuje inny pleśniak – *pędzlak* (ryc. 231). Strzępki jego grzybni ścielą się po podłożu. Od nich wyrastają pionowo wzniesione inne strzępki, które na szczycie rozwidlają się wielokrotnie. Na końcach strzępek powstają komórki – *konidia*, tworzące łańcuszki. Przypominają one swym wyglądem zarodniki i są komórkami rozmnażania bezpłciowego.



Ryc. 230. Czarna pleśń – rozłóżek czerniejący (ścielące się strzępki i zarodnie; oddzielna grupa zarodni)

Znane są drożdże zdolne do wywoływania chorób grzybowych człowieka – mikozy. Takie drożdże często atakują skórę i paznokcie. Rozwojowi mikozy sprzyja obniżenie odporności i nieprzestrzeganie zasad higieny.

**Pleśniaki.** Na chlebie, który długo był przechowywany w wilgotnych warunkach, zawsze pojawia się pleśń (ryc. 229). Może ona być czarna, biała lub kolorowa – niebieskozielona, szarozielona lub złocisto żółta. Tę pleśń tworzą grzyby pleśniowe. Pleśń różnorodnych kolorów tworzą różne pleśniaki.

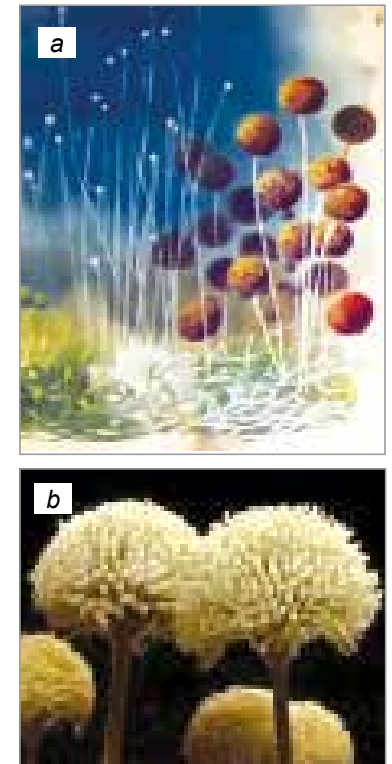


Ryc. 231. Czynniki powodujące rozwój niebieskozielonej pleśni – pędzlak (a – strzępki, na których tworzą się konidie; b – wygląd zewnętrzny pleśni, spowodowanej pędzlakiem)

Pędzlak odegrał ważną rolę w walce z bakteriami chorobotwórczymi – z niego w 40. latach XX wieku otrzymano penicylinę. Pozwoliło to skutecznie leczyć choroby bakteryjne, które dotychczas były nieuleczalne. Penicylina dała początek nowym antybakteryjnym preparatom lekarskim – *antybiotekom*.

Krewnym pędzłaka jest kropidlak – czynnik, powodujący rozwój **ciemnoszarej pleśni** (ryc. 232). Niektóre rodzaje pędzłaka mogą rozwijać się nie tylko jako saprotrofy, lecz również jako groźne dla człowieka i zwierząt pasożyty. Konidie kropidlaka, dostając się wraz z powietrzem do oskrzeli i płuc, rozwijają się i wywołują chorobę, podobną do ciężkiej postaci zapalenia oskrzeli i płuc, która nie leczy się zwykłymi antybiotykami. U ludzi z osłabioną odpornością kropidlak może wywołać szybki obrzęk płuc, a nawet spowodować śmierć.

**Występowanie i znaczenie grzybów pleśniowych.** W przyrodzie czarne i kolorowe pleśnie żyją przeważnie w glebie. Odżywiają się związkami organicznymi. Jednak zobaczyć pleśń w przyrodzie zwykle nie możemy: jej rozwój powstrzymują inne organizmy, znajdujące się w glebie, mimo że grzybnie, zarodniki oraz konidie grzybów pleśniowych obecne są prawie wszędzie.



Ryc. 232. Czynniki powodujące rozwój ciemnoszarej pleśni – kropidlak (a – grzybnia z pionowymi strzępkami, które tworzą konidie; b – konidie na wierzchołku strzępka)



Ryc. 233. Grzyby pleśniowe na owocach i produktach pakowanych w torebki foliowe

Grzyby pleśniowe masowo rozwijają się wtedy, gdy konkurencja z boku innych organizmów jest osłabiona, wilgotność powietrza i podłoża jest wysoka, temperatura sprzyjająca i obecna jest substancja organiczna. Bardzo często właśnie takie warunki stwarza sam człowiek nawet tego nie podejrzewając. Pakowane do torebek foliowych produkty, słoiczki z powidłami, dżemami, przecierami pomidorowymi, nagromadzone wilgotne śmiecie, wilgotne ściany pomieszczeń wewnętrznych, drewniane konstrukcje w szklarniach, piwnice, lochy, które nie są wietrzone są to te miejsca, gdzie najczęściej spotyka się pleśń. (ryc. 233). Takie grzyby pleśniowe dla człowieka są szkodliwe.

Grzyby, które rozwijają się na artykułach spożywczych, wydzielają toksyny. Produkty, na których rozwinęła się pleśń, należy wyrzucić, przestrzegając przy tym pewnych zasad bezpieczeństwa: jak najmniej „niepokoić” pleśń, aby uniknąć dostania się do organizmu zarodników i konidii. Pleśń, która rozwija się na materiałach i konstrukcjach, powoduje ich biologiczne niszczenie oraz jest źródłem unoszenia się w powietrzu komórek patogenów, które wywołują mikozę.

Grzyby pleśniowe są szeroko zastosowywane na praktyce do produkcji antybiotyków, ostrych „grzybowych” serów: „Roquefort”, „Camembert”.

#### WNIOSKI

1. Drożdże i czynniki, powodujące rozwój pleśni – to mikroskopijne, przeważnie saprotroficzne grzyby.
2. Mikroskopijne, saprotroficzne grzyby mają bardziej szerokie zastosowanie niż grzyby makroskopijne. Pod względem budowy ciała one również są różnorodniejsze niż grzyby makroskopijne.
3. Mikroskopijne grzyby są niezbędnym składnikiem systemów przyrodniczych; w produkcyjnej działalności człowieka mają przemysłowe zastosowanie; w życiu codziennym mogą być szkodliwe i groźne dla zdrowia człowieka.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Pączkowanie, mikozy, konidie, antybiotyki.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Jakie osobliwości odżywiania i pobierania energii są charakterystyczne dla drożdży?
2. W jaki sposób człowiek wykorzystuje drożdże?
3. Jakie warunki sprzyjają powstaniu i rozwojowi pleśni?
4. Dlaczego produkty, na których rozwinęła się pleśń, należy wyrzucić, a nie po prostu odkroić spleśniały fragment?
5. Jakie znasz grzyby, wywołujące choroby zwierząt?

#### DLA DOCIEKLIWYCH

##### Symbioza między drożdżami i bakteriami: grzybek herbaciany, grzybek kefirowy, grzybek ryżowy

Z czasów panowania cesarza dynastii Han (250 r. p.n.e.) w Chinach szerokie warstwy ludności spożywały napój o cennych właściwościach leczniczych i profilaktycznych. Otrzymywano go za pomocą substancji o nazwie „grzybek herbaciany”. „Grzybek herbaciany” – to zespół symbiotyczny, utworzony za pomocą bakterii octowej i osobliwych drożdży. W procesie fermentacji drożdże przetwarzają dodany do herbaty cukier w alkohol, a bakterie utleniają alkohol do kwasów organicznych i wydzielają za granice komórek cieniutkie nici czystej celulozy.

Podobną symbiozę drożdże tworzą też w grzybku „kefirowym” i grzybku „ryżowym”. Bakteryjnymi symbiontami są w nich bakterie kwasu mlekowego.

#### § 53. MIKROSKOPIJNE GRZYBY, KTÓRE WYWOŁUJĄ CHOROBY ROŚLIN



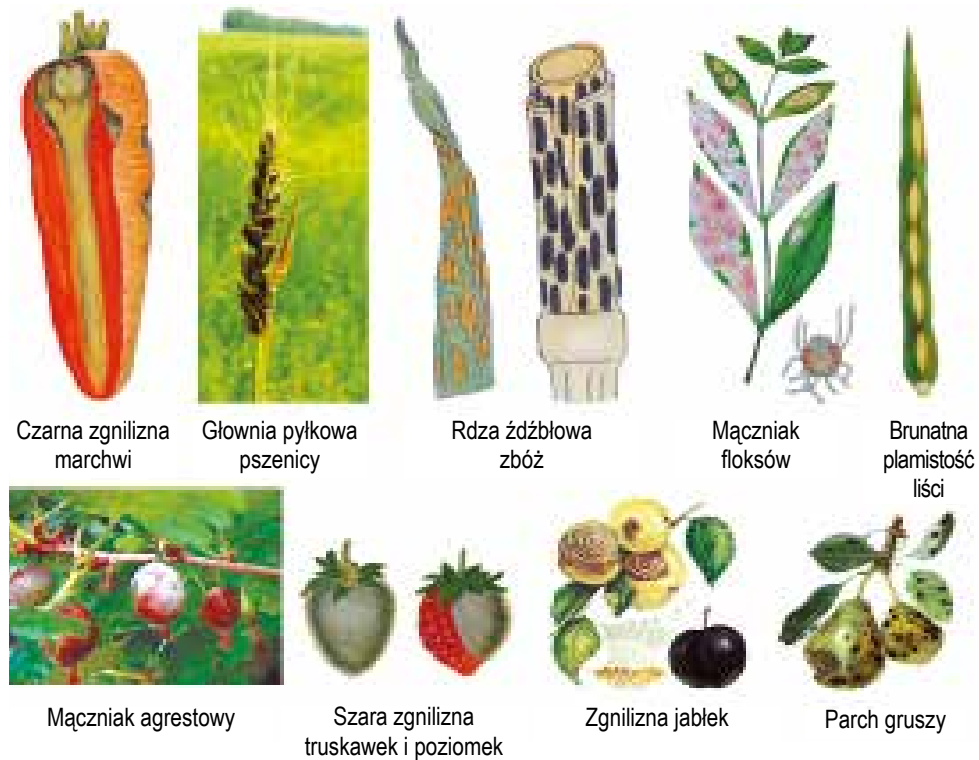
Poznasz jeszcze jedną bardzo ważną grupę grzybów mikroskopijnych – grzyby, które są pasożytami roślin.



Czy grzyby mogą wywoływać choroby roślin? Z czego składa się układ odpornościowy roślin?

Organizm rośliny jest sprzyjającym środowiskiem do rozwoju grzybów: wodniczki roślin zawierają dużo wody z rozpuszczonymi w niej cukrami; ściany komórkowe i chloroplasty są źródłem węglowodanów złożonych – celulozy i krochmalu. Pory zapewniają dostęp niezbędnego do oddychania tlenu, a przestwór międzykomórkowy – to dobrze zabezpieczony przed niesprzyjającymi warunkami otaczającego środowiska siedlisko dla grzybni.





Ryc. 234. Niektóre rozpowszechnione choroby roślin, które są wywoływane pasożytniczymi mikroskopijnymi grzybami

W przyrodzie trudno znaleźć dorosłą roślinę, na której nie mieszkałby grzyb pasożytniczy. Zwykle taki grzyb nie zabija rośliny-gospodarza, lecz spowalnia tempo jej wzrostu. Są dwie podstawowe przyczyny takiego zjawiska. Z jednej strony, rośliny mają środki przeciwdziałające pasożytowi – wydzielają specyficzne substancje, które hamują rozwój grzyba. Oprócz tego dookoła zaatakowanych części tworzą strefę z własnych martwych komórek, które nie zawierają ani wody, ani substancji odżywczych. Oddzielają zaatakowaną przez grzyb część rośliny od zdrowych komórek. Oddzielnego układu ochronnego, podobnego do układu odpornościowego zwierząt, u roślin nie zaobserwowano. Z drugiej strony, grzyb-pasożyt nie jest „zainteresowany” w śmierci gospodarza, ponieważ wtedy również może zginąć.

Rośliny, które uprawia człowiek, są bardziej narażone na choroby grzybowe, a szkody, jakie wyrządzają grzyby pasożytnicze roślinom uprawnym – o wiele większe.

Najbardziej rozpowszechnionymi chorobami roślin uprawnych są: *mączniak*, *głownia pyłkowa*, *rdza źdźbłowa*, *zgnilizna*, *brunatna plamistość liści*, *parch* (ryc. 234). Choroby grzybowe wyrządzają duże straty w uprawach.



Ryc. 235. Kłosa porażony przez fuzariozę – patogen choroby „pijanego chleba” oraz jego konidie (pod mikroskopem elektronowym)

Skuteczna ochrona roślin przed grzybami pasożytniczymi wymaga dokładnego określenia patogenu. To jest gwarancją prawidłowego wyznaczenia sposobu ochrony roślin. Do ogólnych wskazówek w warunkach własnego gospodarstwa domowego należą: dobór do uprawy gatunków roślin odpornych na choroby grzybowe, usuwanie i kompostowanie obumarłych resztek przed początkiem nowego sezonu, nawożenie roślin we właściwym czasie oraz zapobieganie trwałej wilgotności gruntu.

Mikroskopijne grzyby, wywołujące choroby roślin, są nie tylko przyczyną strat w uprawach. Niektóre artykuły spożywcze, wyprodukowane z roślin, porażonych tymi grzybami, mogą być niebezpieczne dla zdrowia człowieka. Bardzo rozpowszechnione są wypadki zatrucia chlebem, który zawiera toksyny patogenów dwóch chorób roślin zbożowych. Pierwsza choroba nazywana jest „pijanym chlebem”, a druga – „rozkami”.

Chorobę „**pijany chleb**” wywołuje mikroskopijny grzyb, który rozwija się w ziarnach zbóż i wytwarza toksyny grzybowe. Na kłoskach roślin, porażonych patogenem „pijanego chleba”, widoczne są odbarwione łuski pokryte różowym nalotem (ryc. 235). Po spożyciu chleba wypieczonego z mąki, do której trafiły porażone ziarna, u człowieka rozwija się zatrucie, którego symptomy nieco przypominają stan alkoholowego zamroczenia. Częste spożywanie takiego chleba prowadzi do ciężkiego porażenia układu nerwowego, chorób psychicznych i niedokrwistości.

W kłosach zbóż często jest spotykany mikroskopijny grzyb *bulawinka czerwona* (ryc. 236), który przyczynia się do rozwoju na oddzielnych ziar-



Ryc. 236. Kłoski żyta ураżone bulawinką czerwoną

nach wyraźnie widocznych modyfikacji grzybni, mających postać purpurowoczarnych **rożków**. Gromadzą one toksyny, które wywołują suchą martwicę kończyn i konwulsyjne skurcze mięśni. Przy skurczu mięśni dróg oddechowych człowiek umiera z powodu duszności. Objawy zatrucia zaczynają pojawiać się wtedy, gdy masa zmielonych rożków stanowi 0,1–0,5% masy mąki. Toksyny grzyba są nietrwałe, ponieważ po 2–3 latach przechowywania ziarna się rozkładają.

Toksyny rożków są szeroko zastosowywane we współczesnej praktyce medycznej w celu leczenia chorób układu krążenia i chorób układu nerwowego. Do oficjalnej medycyny grzyb wprowadzono na początku XX wieku.

#### WNIOSKI

1. Mikroskopijne grzyby pasożytnicze są przyczyną różnorodnych chorób roślin.
2. Niektóre grzyby – czynniki chorobotwórcze roślin („pijany chleb”, buławinka czerwona) – wydzielają toksyny, które wywołują ciężkie choroby człowieka.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Czym tłumaczy się szeroko rozpowszechnione porażenia roślin grzybami pasożytniczymi.
2. Jakie grzyby-pasożyty roślin stanowią bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia człowieka i dlaczego?
3. Jakie znasz podstawowe środki zapobiegania porażeniom roślin przez grzyby mikroskopijne, wywołujące choroby?

### § 54. POROSTY



Poznasz porosty – grupę grzybów, która dzięki symbiozie z glonami lub sinicami przystosowała się do życia tam, gdzie brak jest roślin wyższych.



Czy grzyby potrafią przystosować się do życia na pustyni?

Na pniach i gałęziach drzew, na głazach i skałach, a czasem na gruncie można zobaczyć żółte, szare, brązowe, białe i czarne twory. Są one nieco podobne do roślin, a nieco – do grzybów. Wiele z nich przypomina narośl, inne – *lamliwe listeczki*, spotykają się również formy krzaczkowate. To są

**porosty** – grzyby, które żyją w symbiozie z mikroskopijnymi fotosyntetyzującymi organizmami – glonami lub sinicami.

**Budowa i rozmnażanie porostów.** Pod względem kształtu plechy porosty dzielimy na *krzaczkowate*, *listkowate*, *skorupiaste*. **Porosty krzaczkowate** mają postać niewielkiego krzaczka (ryc. 237). **Porosty listkowate** przypominają blaszki z postrzępionymi krańcami, które w wielu miejscach przymocowały się do podłoża, lecz krańcami z nim nie są połączone (ryc. 238). **Porosty skorupiaste** tworzą skorupki, które ściśle przylegają do podłoża (ryc. 239).



Ryc. 237. Porosty krzaczkowate: a – mąkla; b – odnożyca; c – chrobotek



Ryc. 238. Porosty listkowate: a – złotorost ścienny; b – tarczownica; c – powężnica



Ryc. 239. Porosty skorupiaste: a – misecznica pospolita; b – jaskrawiec; c – misecznica popielata

Na korze drzew liściastych prawie wszędzie możemy znaleźć listkowaty porost *złotorost ścienny*. Przypomina on swym wyglądem intensywnie żółtą, przyrośniętą do kory karbowaną blaszkę, na której występują tarczki o bar-



Ryc. 240. Przekrój poprzeczny przez plechę zlotorostu ściennego

znajduje się warstwa *środkowa*, w której strzępki są luźno rozmieszczone. Od warstwy środkowej do dolnej warstwy korowej odchodzą wiązki bezbarwnych strzępek, za pomocą których plecha porostu przymocowuje się do kory drzewa.

Głony przeprowadzają fotosyntezę i dostarczają grzybowi substancje organiczne i tlen. Z kolei grzyb dostarcza glonom wodę oraz inne substancje nieorganiczne. Strzępki grzyba zdolne są nie tylko do wchłaniania wody z podłoża, lecz również do wychwytywania jej z wilgotnego powietrza podczas mgieł lub osiadania rosy.

Partnerstwo grzyba i glonu w poroście jest wzajemnie wygodne, ale nie jest równoprawne. Zwykle grzyb jest cięższy, od niego zależy wygląd zewnętrzny plechy i osobliwości występowania porostu. Grzyb również tworzy owocniki. Swą nazwę porost dostaje od nazwy grzyba.

Porosty rozmnażają się przeważnie za pomocą niewielkich fragmentów ciała. Grzyb może się również rozmnażać bez udziału glonów – za pomocą zarodników. Miejscem ich powstawania są mikroskopijne owocniki. Z zarodnika wyrasta malutki strzępek. Jeśli on znajdzie swobodnie istniejącą komórkę glonu i potrafi ją ogarnąć, to taki układ zacznie rozrastać się w porost.

**Różnorodność i występowanie porostów.** Obecnie znanych jest około 20 tys. gatunków grzybów, które tworzą porosty oraz ponad 150 gatunków glonów (przeważnie zielonych) i sinic, które mogą wchodzić do składu porostów.

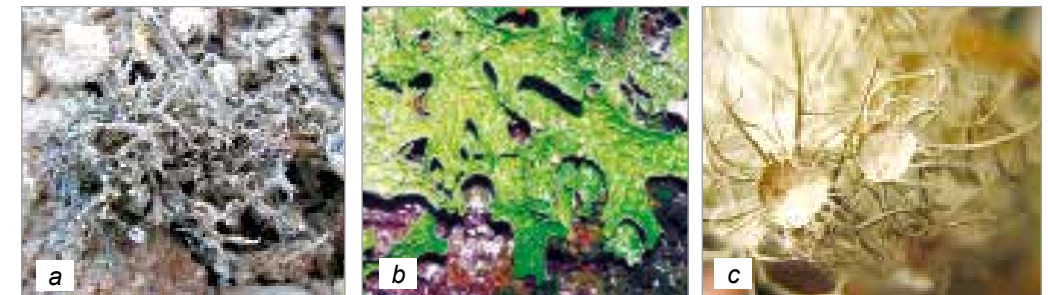
wie żółtopomarańczowej. Blaszką – to plecha porostu, a tarczki – to jego *owocniki* (ryc. 238, a).

Jeśli wykonamy przekrój poprzeczny przez plechę porostu, możemy rozróżnić pod mikroskopem kilka warstw (ryc. 240). Górna i dolna warstwa – to warstwy *korowe*, utworzone szczelnie przylegającymi strzępkami. Pod górną warstwą korową jest dobrze *widoczna* warstwa glonów, która składa się z zaokrąglonych komórek zielonych glonów, przeplecionych bezbarwnymi strzępkami. Między warstwą glonów a dolną warstwą korową

Porosty mogą osiedlać się i rosnąć nie tylko na korze drzew lub w glebie, lecz również na nagich skałach i głazach, na piaskach, na ścianach i dachach budynków, słupach betonowych itd. Możemy je spotkać na Antarktydzie, w najwyższych górach świata – Himalajach i suchych chilijskich pustyniach.

Porosty są odporne na brak wody i skoki temperatur. Przy braku wody u nich następuje zatrzymanie czynności fizjologicznych i przechodzą wtedy w stan uśpienia. Po pojawieniu się wody wznawiają swoje czynności życiowe. Z powodu częstych okresów spokoju porosty rosną powoli. Porost o wysokości 10 cm może osiągać wiek ponad 100 lat.

Niektóre porosty są umieszczone w Czerwonej Księdze Ukrainy. Największa ich ilość – to porosty, które spotyka się w stepach, w glebie oraz na korze starych drzew w Karpatach i na Krymie (ryc. 241). Podstawowe zabiegi dotyczące ochrony tych gatunków – zapobieganie niszczeniu ośrodków stepów, które pozostały na schyłkach suchodołów i zakaz wycięcia lasów.



Ryc. 241. Porosty umieszczone w Czerwonej Księdze Ukrainy: a – Circinaria; b – granicznik płucnik; c – brodaczką nadobną

**Znaczenie porostów w przyrodzie.** Za pomocą strzępek porosty wnikają w najmniejsze szczeliny skalne i powodują kruszenie się skał. W ten sposób przyczyniają się do powstawania podłoża dla roślin – gleby. Porosty również powodują kruszenie się skał za pomocą kwasów porostowych. To zjawisko nazywa się *biologicznym wietrzeniem* skał. Szczątki porostów przyczyniają się do powstawania próchnicy, która wraz z rozdrobnionym skalnym materiałem tworzy glebę, a więc podłoże dla roślin. Na szczątkach porostów osiedlają się mikroskopijne grzyby saprofityczne i bakterie, które przetwarzają substancję organiczną w humus. Tworzy się prymitywny grunt i pojawiają się pierwsze wyższe rośliny.

W pustyniach porosty utrwalają piaski, hamując lub całkowicie powstrzymując natarcie wydm na ziemi urodzajne. Na przykład w największej pustyni strefy umiarkowanej – Oleszkiwskich Piaskach, która znajduje się na południu Ukrainy właśnie pokrywa porostowa powstrzymuje wydmy piaszczyste tam, gdzie nie było wysadzonego lasu.

W arktycznej tundrze porosty są podstawowym pokarmem reniferów. Z tego powodu jeden z najbardziej rozpowszechnionych porostów otrzymał nazwę *chrobotek reniferowy*.

**Wykorzystanie porostów przez człowieka.** Z krzaczkowatych porostów w niektórych północnych państwach wyrabia się mąkę i wypieka chleb. W Biblii znajdziemy historię o tym, że naród Mojżesza, który przez czterdzieści lat błądził po pustyni, odżywiał się „manną z nieba”, która była niczym innym, jak „błądzącymi gatunkami” nieprzymocowanymi do piasku lub kamieni porostów pustynnych.

Porosty są tradycyjnymi środkami medycyny ludowej w leczeniu przeziębienia i kaszlu. Z nich otrzymujemy kwasy porostowe, które są surowcem do produkcji niektórych leków (w tym antybiotyków). W krajach północnych na skalę przemysłową hoduje się „*mech dębowy*”. Substancje chemiczne, które on zawiera, są wykorzystywane w perfumerii jako utrwalacze zapachów.

Za pomocą porostów określa się stopień zanieczyszczenia powietrza. Te metody otrzymały nazwę metod *lichebnoindykacyjnych* (tzn. porosty są wykorzystywane jako wskaźniki zanieczyszczenia atmosfery). Na przykład z grup porostów, rosnących na drzewach, już przy nieznacznym zanieczyszczeniu atmosfery znikają porosty krzaczkowate, przy średnim – listkowate, a przy dużym – skorupiaste.

Niektóre porosty skorupiaste żyją ponad 1000 lat. Dlatego, znając prędkość wzrostu ciała porostu i jego wielkość, można w przybliżeniu obliczyć wiek podłoża, na którym rośnie porost. Ta metoda jest wykorzystywana do określenia wieku starych kamiennych budowli. W ten sposób dzięki porostom określono wiek ogromnych kamiennych idoli (posągów bóstw) na wyspie Paschy.

#### WNIOSKI

1. Porosty – to grzyby, które żyją w symbiozie z glonami lub sinicami.
2. Pod względem kształtu plechy porosty dzielimy na krzaczkowate, listkowate, skorupiaste. Żyją przeważnie na korze drzew, skałach, gruncie.

3. Porosty przystosowały się do życia na siedliskach, gdzie brak jest dostępnych dla innych grzybów substancji odżywczych, a woda występuje rzadko.
4. Porosty są wykorzystywane w medycynie, w przemyśle perfumeryjnym, a także są dobrymi wskaźnikami zanieczyszczenia atmosfery. Szkodliwe lub groźne porosty nie są znane.

#### TERMINY I POJĘCIA DO ZAPAMIĘTANIA

Porosty, krzaczkowate, porosty listkowate, porosty skorupiaste, biologiczne wietrzenie skał, lichebnoindykacja.

#### PYTANIA KONTROLNE

1. Dlaczego stosunki między grzybem a glonem w poroście nazywają się symbiotycznymi?
2. Jak grzyby rosną na podłożu, które pozbawione jest substancji organicznych?
3. Kto warunkuje wygląd zewnętrzny porostu – grzyb, glon czy obydwaj symbionty?
4. Jak odpowiedziałbyś na pytanie ucznia: „Czy mogą grzyby przystosować się do pustynnego klimatu”?

#### ZADANIE

Przeanalizuj, co wspólnego i odmiennego jest między porostami i grzybnia.

### Praca praktyczna 5

#### ROZPOZNAWANIE JADALNYCH I TRUJĄCYCH GRZYBÓW SWEJ MIEJSCOWOŚCI

**Cel pracy:** zapoznać się z uogólnionymi cechami zewnętrznymi, które różnią śmiertelnie i silnie trujące grzyby od jadalnych, nauczyć się rozpoznawać jadalne i trujące grzyby swej miejscowości.

**Przyrządy, materiały:** kolekcje grzybów kapeluszowych, makiety, lupa, przyrządy do preparowania, tablice, zdjęcia grzybów.

#### TOK PRACY

1. Zapoznaj się z podanymi uogólnionymi cechami zewnętrznymi, które różnią śmiertelnie i silnie trujące grzyby od jadalnych i niejadalnych.

**Cechy zewnętrzne, według których odróżniamy grzyby trujące.**

**Grzyby śmiertelnie trujące.** Muchomor zielonawy (bedłka cebulasta), muchomor biały i muchomor śmierdzący mają blaszkowaty hymenofor

białego koloru, dwie osłony – częściową i całkowitą, blaszki nie zbiegają po trzonie, brak soku mlekowego.

**Silnie trujące grzyby z osłonką w postaci pajęczyny.** Zasłonak rudy i zasłonak rudawy, czubeczka trująca, maślanka wiązkowa – mają blaszkowaty rdzawobrazowy lub żółtobrazowy hymenofor, którego blaszki nie zbiegają po trzonie. Za młodu hymenofor przykryty jest cienką osłonką w postaci pajęczynki, która szybko znika. Jeszcze jedna wspólna cecha tych grzybów – obecność dzwonkowatego kapelusza z garbkim pośrodku.

**Silnie trujące grzyby z osłoną częściową.** Czubajeczka brązowoczerwona i czubajeczka trująca mają biały blaszkowaty hymenofor, którego blaszki nie zbiegają po trzonie oraz dobrze widoczną osłonę częściową. Jeszcze jedna wspólna cecha tych grzybów – obecność brązowych łuseczek i garbka pośrodku kapelusza oraz stosunkowo niewielkie rozmiary.

### Cechy zewnętrzne grzybów jadalnych i niejadalnych.

Silnie trujących przedstawicieli nie ma wśród **grzybów kapeluszowych** o **rukowatym hymenoforze**. Jednak większość tych grzybów może powodować lekkie zatrucia na skutek spożywania ich na surowo. Wśród nich są również gatunki niejadalne o gorzkim miększu.

Silnie trujących grzybów nie ma wśród **mleczajów** – wielkiej grupy grzybów kapeluszowych, które posiadają blaszkowaty hymenofor, są pozbawione osłony i wydzielają sok mleczny.

Grzybów trujących nie ma wśród **sromotników** i **purchawek** oraz wśród **szczytnicowatych** o miękkim owocniku. Te grzyby nie należą do kapeluszowych. Do spożycia nadają się tylko owocniki młode; dorosłe i stare grzyby są niejadalne.

W innych grupach spotykamy zarówno jadalne, jak i niejadalne grzyby, chociaż śmiertelnie trujących i silnie trujących wśród nich nie ma.

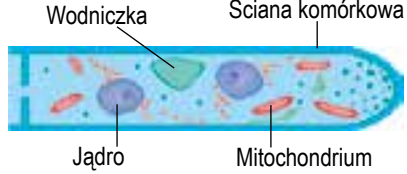


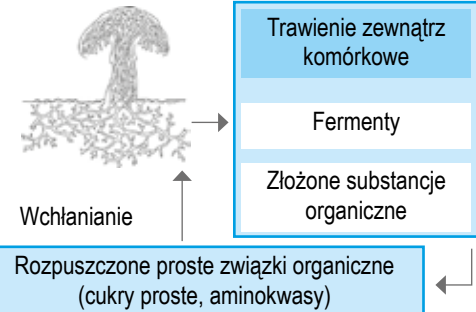


1. Obejrzyj zaproponowane przez nauczyciela owocniki, makiety i zdjęcia najbardziej rozpowszechnionych grzybów swej miejscowości.

2. Na podstawie podanych w 1. punkcie cech zewnętrznych, które odróżniają grzyby trujące od jadalnych i niejadalnych, wskaż wśród zaproponowanych przez nauczyciela grzyby groźne.







3. Wypisz do zeszytu nazwy trujących i jadalnych grzybów swej miejscowości oraz cechy, które pomogą ci je odróżnić.

## PODSUMOWANIE

1. Zrozumiałeś, że grzyby – to eukarioty, które odżywiają się heterotroficznie, pochłaniając rozpuszczone proste substancje organiczne drogą wchłaniania. Grzyby zawierają wiele fermentów, dzięki którym rozkładają złożone substancje organiczne, niedostępne większości innych organizmów. Są one makro- lub mikroskopijne, wielokomórkowe i wtórnie uproszczone do organizmów jednokomórkowych.

Eukarioty	Wielokomórkowe	Jednokomórkowe
		
Odżywianie grzybów	Makroskopijne	Mikroskopijne
		



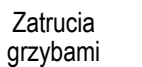


2. Zapamiętałeś, że pod względem pobierania substancji organicznych grzyby mogą być saprotrofami, pasożytami i symbiontami.

Saprotrofy	Symbiotrofy	Pasożyty
 <p>Saprotrofy glebowe</p>	 <p>Grzyby tworzące mikoryzę</p>	 <p>Porosty</p>
 <p>Grzyby niszczące drzewa</p>	 <p>Pleśniaki</p>	 <p>Mikroskopijne grzyby-pasożyty roślin</p>

3. Dowiedziałeś się, że grzyby mogą rozmnażać się za pomocą zarodników (makroskopijne i większość mikroskopijnych grzybów), konidii (przeważnie grzyby mikroskopijne) oraz przez pączkowanie (drożdże).

4. Dowiedziałeś się, że w przyrodzie grzyby zapewniają rozkładanie się obumarłych resztek, biorą udział w procesie glebotwórczym, wietrzeniu skał, dostarczają roślinom wodę i substancje mineralne.

5. Uświadomiliśmy sobie, że w stosunku do ludzi grzyby mogą być zarówno korzystne, jak i szkodliwe oraz groźne.

Korzystne			Groźne i szkodliwe		
					Mikozy (choroby grzybicze)
Antybiotyki	Pieczywo	Potrawy grzybowe			Zatrucia grzybami
					Zepsute produkty spożywcze i materiały
Perfumy	Sery ostre	Kwas			

#### Wiem – umiem

- Wiem, czym komórka grzyba różni się od komórek bakterii, roślin i zwierząt. Umiejętnie rozpoznać komórkę grzyba na podstawie obrazu lub mikro zdjęcia.
- Wiem, czym sposób odżywiania się grzybów różni się od sposobu odżywiania się roślin i zwierząt. Umiejętnie wyjaśnić te różnice.
- Znam wszystkie grzyby śmiertelnie trujące naszego państwa i umiejętnie je odróżnić od innych grzybów.
- Znam charakterystyczne cechy innych groźnych grzybów trujących i umiejętnie za ich pomocą rozpoznawać grupy grzybów, które mogą być groźne dla zdrowia.
- Znam podstawowe zasady zapobiegania pierwotnym i wtórnym zatruciom grzybami kapeluszowymi i umiejętnie z nich korzystać.
- Wiem, co to jest pleśń, dlaczego ona jest groźna, jakich warunków potrzebuje do rozwoju i umiejętnie nie stwarzać jej tych warunków.
- Wiem, co robić, jeśli na produktach spożywczych pojawiła się pleśń. Umiejętnie ustrzec się przed przedostaniem się zarodników i konidii do dróg oddechowych.

## SKOROWIDZ TERMINÓW

<b>A</b>		
Agar-agar	171	
Anabioza	50	
Antybiotyki	237	
Autotrofy	60	
<b>B</b>		
Bakterie	48	
Bakterie mlekowe	57	
Bezpłciowe rozmnażanie	76	
Bielmo	151	
Bifidobakterie	57	
Błazka liściowa	124	
Blizna	157	
Błona komórkowa	22, 26	
Brunatnice	170	
Bulwa	134	
Bulwocebula	135	
Bulwy korzeniowe	109	
<b>C</b>		
Cebula	134	
Chityna	219	
Chloroplasty	31	
Chromosom	35	
Chwytniki (ryzoidy)	174	
Cyjanobakterie (sinice)	60	
Cykl komórkowy:	35	
• Stadium wzrostu	35	
• Stadium podziału	36	
Cytologia	16	
Cytoplazma	16, 23	
Czapeczka	104	
Czerwonka (dysenteria)	71	
Czynnik ekologiczny	196	
<b>D</b>		
DNA	27	
Dno kwiatowe	143	
Drewno	100	
Dwuliścienne	191	
<b>E</b>		
Epidemia	52	
Eukariota	64	
Ewolucja	8	
<b>F</b>		
Fagocytoza	69	
Fellogen	120	
Fermentacja	59	
Fermenty	215	
Formy życiowe roślin	200	
Fotosynteza	30	
<b>G</b>		
Gąbka	80	
Glebowe saprofity	224	
Glikogen	219	
Glony	170	
Glony jednokomórkowe	66	
Grupa ekologiczna	197	
Grzyby niszczące drzewa	223	
Grzyb		
• Bardzo trujące grzyby	228	
• Jadalne grzyby	231	
• Niejadalne grzyby	231	
• Śmiertelnie trujące grzyby	227	
• Trujące grzyby	228	
• Warunkowo-trujące grzyby	228	
<b>H</b>		
Heterotrofy	59	
Hipoteza	11	
Huba	222	
<b>I</b>		
Igła	188	
<b>J</b>		
Jądro	23,27	
Jednokomórkowe eukariota	64	
Jednoliścienne	191	
<b>K</b>		
Kalus	140	
Kielich	144	
Kiełek	90	
Kłaczce	133	
Kłosa zarodnikowa	178	
Kolce	136	
Komórka	16	
Komórki reprodukcyjne	80	

Konidia 236  
 Korek  
 Korona 144  
 Korowina 120  
 Korzeni podporowe 110  
 Korzeni powietrzne 110  
 Korzenie oddechowe 110  
 Korzeń 103  
 Korzeń spichrzowy 110, 111  
 Krasnorosty 171  
 Kultura tkanek 141  
 Kutykula 128  
 Kwiat 143  
 Kwiatostan 153  
 Kwiatostan prosty 153  
 Kwiatostan złożony 153

**L**

Lasy 204  
 Lichenoindykacja 246  
 Listopad 126  
 Liścienie 90  
 Liść 123  
 Lizosomy 33

**Ł**

Łagiewka pyłkowa 150  
 Łąki 205, 206  
 Łodyga 117  
 Łyko 101

**M**

Malaria 71  
 Miazga 119  
 Międzywęźle 113  
 Mięksisz gąbczasty 130  
 Mięksisz palisadowy liścia 130  
 Mikoryza 221, 222  
 Mikozy 236  
 Mitochondria 27  
 Modyfikacje korzenia 109  
 Mszaki 173

**N**

Naczynie 100  
 Nagonasienne 186  
 Narząd 90  
 Narządy wegetatywne 95

Nasienie 157  
 Naukowa metoda 11  
 Nerw liścia 125, 131  
 Nerwacja 125  
 Nibynóżki (pseudopodia) 68

**O**

Obiektyw 20  
 Oddychanie 59  
 Odkłady 141  
 Odżywianie mineralne 93  
 Odżywianie powietrzne 94  
 Ogonek liścia 124  
 Ogólne zwiększenie mikroskopu 20  
 Okrytonasienne 191  
 Okwiat 143, 144  
 Organelle 23  
 Osłona całkowita 227  
 Osłona częściowa 220  
 Owoc 159  
 Owocnik 220  
 Owocostan 162

**P**

Pandemia 52  
 Paproć 181  
 Parowanie rośliną wody 94  
 Pasożytnictwo 61  
 Pączkowanie 235  
 Pąk 113  
 Pęd 113  
 Pierścień roczny 120  
 Pierwotniaki 65  
 Pochwa liściowa 113  
 Podliścieniowa część łodyżki (hipokotyl) 90  
 Podstawa liścia 123  
 Pokolenie bezpłciowe 174  
 Pokolenie płciowe 174  
 Pora 97, 98  
 Porosty: 243
 

- Krzaczkowate porosty 243
- Listkowate porosty 243
- Skorupiaste porosty 243

Pręcik 144  
 Proces płciowy 70  
 Prokariota 49

Przedrośle 178  
 Przemiana materii i energii 5  
 Przylistki 124  
 Przystosowania do środowiska zewnętrznego 5  
 Pustyni 207

**R**

Rośliny dwupienne 149  
 Rośliny jednopienne 149  
 Rośliny wyższe 170  
 Rozmnażanie 4  
 Rozmnażanie wegetatywne 138  
 Ruchy higroskopijne 166  
 Ruchy samodzielne 166  
 Ruchy wzrostowe 164  
 Rurka sitowa 101  
 Rybosomy 27

**S**

Sadzonki 140  
 Saprofity 216  
 Skórka liścia 128  
 Skrzypy 179  
 Słupek 145  
 Sporofit 175  
 Ssawki 109  
 Stepy 205, 206  
 Stożek wzrostu 104  
 Stożek wzrostu 113  
 Strefa przewodząca 106  
 Strefa różnicowania się komórek (wchłaniania = włośnikowa) 104  
 Strefa wydłużania 104  
 Strzępki 219  
 Substrat 236  
 Symbionty 216  
 Symbioza 61  
 System korzeniowy 108  
 Systematyka biologiczna 193  
 Szczelina szparkowa 129  
 Szczepienie roślin 141  
 Szparka (aparatuszparkowy) 129  
 Sztuczne zespoły roślinne 208  
 Szypułka 143  
 Szyszka 186  
 Ściana komórkowa 32

**T**

Teoria 11  
 Tkanka mięksiszowa 99, 102  
 Tkanka mięksiszowa liścia 130  
 Tkanka okrywająca 99, 100  
 Tkanka przewodząca 99, 100, 101  
 Tkanka roślinna 97  
 Tkanka stała 98, 99  
 Tkanka twórcza 98  
 Toksyny 52  
 Trawienie pozakomórkowe 215

**U**

Ulistnienie 125

**W**

Warunki środowiska  
 Wąsy 136  
 Wchłanianie 214  
 Węzeł 113  
 Wiązka przewodząca 101  
 Wicie 49  
 Widłaki 177  
 Wietrzenie biologiczne 245  
 Wirusy 7, 8  
 Włośnik 104, 105  
 Wodniczka 32  
 Wodniczka tętniąca 69  
 Wodniczka trawienna 68  
 Wzrost 4  
 Wzrost i rozwój rośliny 92

**Z**

Zapłodnienie podwójne 151  
 Zapylenie 148  
 Zarodnia 175  
 Zarodnik 76  
 Zatrucie grzybami:
 

- Pierwotne zatrucie grzybami 226
- Wtórne zatrucie grzybami 226

Zespoły roślinne bagien 206  
 Zespół roślinny 203  
 Zielenice 171  
 Zygota 76

## Spis treści

### Wstęp. CO TO JEST ŻYCIE I JAK JE BADAMY

§ 1. Cechy żywego organizmu . . . . .	4
§ 2. Różnorodność życia . . . . .	6
§ 3. Podstawowe działy biologii . . . . .	8
§ 4. Metoda naukowa w biologii . . . . .	11

### Temat 1. KOMÓRKA

§ 5. Mikroskop i badanie komórki: wycieczka w historię . . . . .	14
§ 6. Budowa mikroskopu . . . . .	18
§ 7. Budowa komórki . . . . .	22
§ 8. Wspólne cechy komórki roślinnej i zwierzęcej . . . . .	26
§ 9. Różnice w budowie komórki roślinnej i zwierzęcej . . . . .	30
§ 10. Podział komórki . . . . .	34
<b>Praca praktyczna 1.</b> Budowa mikroskopu optycznego i praca z nim . . . . .	39
<b>Praca praktyczna 2.</b> Przygotowanie preparatu mikroskopowego z liścia spichrzowego cebuli i obserwowanie go pod mikroskopem . . . . .	41
<b>Podsumowanie</b> . . . . .	45

### Temat 2. ORGANIZMY JEDNOKOMÓRKOWE. PRZEJŚCIE DO WIELOKOMÓRKOWOŚCI

§ 11. Bakterie – najmniejsze organizmy jednokomórkowe . . . . .	48
§ 12. Bakterie szkodliwe . . . . .	52
§ 13. Korzystne bakterie . . . . .	56
§ 14. Różnorodność i znaczenie bakterii w przyrodzie . . . . .	58
§ 15. Eukarioty jednokomórkowe . . . . .	64
§ 16. Pierwotniaki . . . . .	68
§ 17. Glony jednokomórkowe . . . . .	74
§ 18. Gąbka – organizm wielokomórkowy, który pochodzi od pierwotniaków . . . . .	80
§ 19. Glony wielokomórkowe: ulwa (sałata morską), ramienica . . . . .	83
<b>Podsumowanie</b> . . . . .	85

### Temat 3. ROŚLINA KWIATOWA

§ 20. Budowa młodej rośliny . . . . .	90
§ 21. Podstawowe czynności życiowe rośliny kwiatowej . . . . .	92
§ 22. Tkanki roślinne . . . . .	97
§ 23. Podstawowe grupy stałych tkanek roślinnych . . . . .	100
§ 24. Budowa i funkcje korzenia . . . . .	103
§ 25. Systemy korzeniowe. korzenie przekształcone . . . . .	108
§ 26. Budowa i funkcje pędu . . . . .	113
§ 27. Łodyga – osiowa część pędu . . . . .	117

§ 28. Liść – boczny narząd pędu . . . . .	123
§ 29. Budowa wewnętrzna liścia . . . . .	128
§ 30. Modyfikacje pędu i jego części . . . . .	133
§ 31. Rozmnażanie wegetatywne roślin . . . . .	138
§ 32. Kwiat . . . . .	143
§ 33. Zapylenie i zapłodnienie u roślin kwiatowych . . . . .	148
§ 34. Kwiatostany . . . . .	153
§ 35. Nasienie . . . . .	157
§ 36. Owoc . . . . .	159
§ 37. Ruchy roślin . . . . .	164
<b>Podsumowanie</b> . . . . .	167

### Temat 4. RÓŻNORODNOŚĆ ROŚLIN

§ 38. Różnorodność glonów . . . . .	170
§ 39. Mszaki . . . . .	173
§ 40. Widłaki i skrzypy . . . . .	177
§ 41. Paprocie . . . . .	181
§ 42. Nagonasienne . . . . .	186
§ 43. Okrytonasienne rośliny. Okrytonasienne dwuliścienne i jednoliścienne . . . . .	191
§ 44. Zasady systematyki biologicznej i różnorodność okrytonasiennych . . . . .	193
§ 45. Grupy ekologiczne i formy życiowe roślin . . . . .	196
§ 46. Zespoły roślinne . . . . .	203
<b>Praca praktyczna 3.</b> Porównanie budowy mszaków, paproci i roślin okrytonasiennych (kwiatowych) . . . . .	209
<b>Praca praktyczna 4.</b> Wyznaczanie gatunków roślin pokojowych, nadających się do hodowli w określonych warunkach . . . . .	210
<b>Podsumowanie</b> . . . . .	211

### Temat 5. GRZYBY

§ 47. Wiadomości o grzybach i sposobach ich odżywiania się . . . . .	214
§ 48. Charakterystyczne cechy budowy grzybów: grzybnia, owocnik. Rozmnażanie (na przykładzie pieczarki) . . . . .	218
§ 49. Grzyby makroskopijne: osobliwości odżywiania i znaczenie w przyrodzie . . . . .	221
§ 50. Grzyby trujące . . . . .	226
§ 51. Grzyby niejadalne i jadalne . . . . .	231
§ 52. Grzyby mikroskopijne: drożdże i grzyby pleśniowe . . . . .	234
§ 53. Mikroskopijne grzyby, które wywołują choroby roślin . . . . .	239
§ 54. Porosty . . . . .	242
<b>Praca praktyczna 5.</b> rozpoznawanie jadalnych i trujących grzybów swej miejscowości . . . . .	247
<b>Podsumowanie</b> . . . . .	249

Skorowidz terminów . . . . .	251
------------------------------	-----



Навчальне видання

**Костіков Ігор Юрійович**  
**Волгін Сергій Олександрович**  
**Додь Володимир Васильович та ін.**

# БІОЛОГІЯ

Підручник для 6 класу  
загальноосвітніх навчальних закладів  
з навчанням польською мовою

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України*

**ВИДАНО ЗА РАХУНОК ДЕРЖАВНИХ КОШТІВ. ПРОДАЖ ЗАБОРОНЕНО**

Переклад з української  
Перекладачі: *Ільчук Віолета Тадеушівна, Кресович Ірина Феофілівна*

Польською мовою

Редактор *О. Бойцун*  
Художній редактор *І. Штурма*

В оформленні підручника використано фотографії та ілюстрації таких авторів:

Aggn Foon, Albert Hanbikov, Anup Candle, Bella Chichi, Charles Brutlag, Charles Krebs, D. Borarino, Danny Steaven, Darius Dzinnik, Dr. Ales Kladnik, Eric Steinert, Eye Of Science\_SPL\_Solent, J. Marqua, J.J. Suss, Jose Antonio Diaz, Joselu Martin, Josh Milburn, Juergen Hauptvogel, Kristina Stasiuliene, Lisa Quarfoth, Luis Carlos Jimenez del Rio, Magda Wasiczek, Mariusz Szczygiel, Mirai Chibitomu, Nagy-Bagoly Arpad, Peter Zijlstra, Pierre-Yves Babelon, Power And Syred, Renee Lebeuf, Richard Griffin, Robin Matthews, Roger De Marfa Taillefer, Rudy Umans, S. Mory, S. Pomarat, Shashidhara Halady, Sindy Dorota, Steve Byland, Vladimir Kohyushenko, Vladimir Vitek, Wim van Egmond, Wolfgang Bettighofer, Yongkiet Jitwattanatum, YongXin Zhang, А. Ларигин, А. Леман, А. Рослин, А. Токарский, А. Якименко, Б. Паркер, В. Арийцев, В. Бройне, В. Кабиш, В. Копотий, В. Мищенко, В. Ситников, В. Соколов, В. Степанов, В.П. Армстронг, В.С. Джад, Г. Д. Грессіно-Майер, Г. Махров, Г. Тауберт, Д. Гаффін, Д. Нікент, Д. Сечин, Дж. Д. Мозе, Дж. МакНил, Дж. Тифтикджайн, Е.А. Келлог, И. Кмить, И. Уханова, І. Беднарська, І. Костіков, К. Р. Робертсон, К. Ренцаглія, К.Р. Штерн, Л. Корейба, М. Анохина, М. Гефнагельс, М. Яковлев, М.Д. Таттл, Н. Горленко, Н. Трубников, О. Попішук, О. Сенчило, О. Тищенко, П. Ружкевич, П.Б. Пельзер, П.Ф. Стевенс, Р. Люїс, С. Коношук, С. Рьжков, С.С. Медер, У. Вельх, Х.С. Кемпбел, Ю. Семенов

Формат 70×100  $\frac{1}{16}$ , Ум. друк. арк. 20,736.

Обл.-вид. арк. 20,0. Тираж 198 пр.

Зам. № 71 П.

Державне підприємство  
«Всеукраїнське спеціалізоване видавництво «Світ»  
79008 Львів, вул. Галицька, 21  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2980 від 19.09.2007  
[www.svit.gov.ua](http://www.svit.gov.ua)  
e-mail: [office@svit.gov.ua](mailto:office@svit.gov.ua)  
[svit\\_vydav@ukr.net](mailto:svit_vydav@ukr.net)

Друк ТДВ «Патент»  
88006 м. Ужгород, вул. Гагарина, 101  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4078 від 31.05.2011