



OPRACOWAŁ:

prof. dr hab. Piotr Skubała
Uniwersytet Śląski w Katowicach

Symbioza jako podstawowa zasada funkcjonowania przyrody. Las jako sieć powiązań – rola grzybów w życiu drzew i roślin

POZIOM EDUKACYJNY:	PRZEDMIOT:
szkoła podstawowa, klasy 7-8	biologia

TEMAT PRZEWODNI:

Symbioza jako podstawowa zasada funkcjonowania przyrody. Las jako sieć powiązań – rola grzybów w życiu drzew i roślin

CEL LEKCJI:

Cel główny:

Uświadomienie uczniom, że symbioza jest jedną z kluczowych sił organizujących życie na ziemi oraz że las nie jest zbiorem pojedynczych drzew, lecz złożonym systemem współpracy, w którym fundamentalną rolę odgrywają grzyby.

Cele szczegółowe – uczeń:

- wyjaśnia pojęcie symbiozy i podaje jej przykłady,
- rozumie, na czym polega mykoryza,
- opisuje rolę grzybni w funkcjonowaniu lasu,
- dostrzega współzależność organizmów w ekosystemie,
- rozwija myślenie systemowe i symbiotyczne,
- kształtuje postawę szacunku wobec przyrody jako sieci relacji.



Las nie jest zbiorem drzew,
lecz systemem współzależności,
w którym kluczową rolę odgry-
wa grzybnia (fot. P. Skubała)

METODY PRACY / DZIAŁANIA NA LEKCJACH:

Ćwiczenia praktyczne

- **Grzyby w lesie – niewidzialna sieć** (zał. nr 1)
Krótka opowieść nauczyciela (popularnonaukowa narracja) o tym, czym jest grzybnia; czym jest mykoryza; co wymieniają drzewa i grzyby; dlaczego las bez grzybów nie mógłby istnieć. Uczniowie tworzą mapę myśli wokół hasła: LAS = SIEĆ.

Ćwiczenia terenowe

- **Symbioza – więcej niż współpraca**
Nauczyciel wprowadza pojęcie symbiozy jako długotrwałego współżycia różnych organizmów, które przynosi im korzyści. Wspólnie znajdujemy przykłady symbiozy w otaczającym lesie: porosty, rośliny kwiatowe i owady zapylające, wiewiórki/gryzonie rozsiewające nasiona, grzyby i drzewa: mykoryza; ptaki i drzewa; mrówki i mszyce. Nauczyciel podkreśla, że symbioza jest regułą, a nie wyjątkiem w przyrodzie; że życie na ziemi opiera się na sieciach relacji, a nie na samotnych organizmach.

ĆWICZENIE Z ZAKRESU SPRAWCZOŚCI Z WYKORZYSTANIEM FILOZOFII ZERO WASTE

- **Drugie życie przedmiotów – leśna perspektywa**
Podczas pobytu w lesie uczniowie (pod opieką nauczyciela) zwracają uwagę na porzucone przez ludzi przedmioty, np. plastikowe butelki, fragmenty opakowań, karton, szkło, elementy odzieży. Znalezione odpady są zbierane i zabierane z lasu, aby nie pozostawały w środowisku. Po zakończeniu zbierania uczniowie wspólnie zastanawiają się:
 - co dzieje się z takim przedmiotem, gdy zostaje w lesie,
 - jak długo pozostaje on „obcy” dla ekosystemu i grzybni,
 - co człowiek może zrobić, aby takie przedmioty w ogóle nie trafiły do lasu.Ćwiczenie kończy się stworzeniem krótkiego hasła edukacyjnego z perspektywy lasu lub grzybni (np. „Nie potrafię strawić plastiku”), podkreślającego, że zabranie odpadów z lasu jest realnym działaniem chroniącym niewidzialne sieci życia.
- **Grzybnia jako mistrzyni zero waste**
Uczniowie porównują funkcjonowanie grzybni i ludzkiej gospodarki odpadami:
 - grzybnia: wszystko jest zasobem, nic się nie marnuje,
 - człowiek: nadprodukcja, odpady, zerwane obiegi.

Wspólnie odpowiadają na pytania:

- Czego moglibyśmy się nauczyć od grzybni, projektując świat bez odpadów?
- Czego uczy nas grzybnia?

Ćwiczenia z wyobraźni

- **Czy drzewo w lesie może żyć samo?**

Uczniowie spontanicznie odpowiadają na powyższe pytanie. Nauczyciel nie ocenia odpowiedzi, zapisuje skojarzenia (korzenie, woda, inne drzewa, zwierzęta, gleba). Stawia pytanie: A co, jeśli najważniejsza część lasu znajduje się pod ziemią i prawie jej nie widzimy?

- **Grzybnia/Mykoryza** (zał. nr 2)

Nauczyciel rozdaje uczniom fragmenty tekstu *Grzybnia/Mykoryza*. Ochotnicy czytają wybrane fragmenty na głos, wypowiadając się i opowiadając o swoim życiu z perspektywy grzybni.

Pytania do uczniów:

Jak grzybnia „myśli” i „działa”?

Czym różni się jej sposób istnienia od ludzkiego?

Dlaczego grzybnia nie ma „centrum dowodzenia”?

Co ta opowieść mówi nam o tym, czym naprawdę jest las?

- **Las jako wspólnota**

Uczniowie odpowiadają na pytanie, czy las można nazwać wspólnotą? Dlaczego? Nauczyciel wprowadza pojęcie myślenia symbiotycznego – patrzenia na świat jako na sieć współzależności.

Ćwiczenia z lokalności i regionalności

- **Nasz las jako wspólnota**

Uczniowie kończą zdanie (ustnie lub pisemnie): „Po tej lekcji inaczej patrzę na nasz las, ponieważ...”. Nauczyciel podkreśla, że symbioza jest nie tylko pojęciem biologicznym, ale sposobem myślenia o świecie i o miejscu człowieka w przyrodzie.

Ćwiczenia oparte na międzypokoleniowości

- **Jak wyglądał nasz las, gdy byliście w moim wieku?**

Uczniowie przeprowadzają krótką rozmowę z osobą starszą (dziadkiem, babcią, sąsiadem, seniorem z lokalnej społeczności).

Przykładowe pytania:

Jak wyglądał lokalny las, gdy byłeś/byłaś dzieckiem?

Czy chodziło się do lasu? W jakim celu?

Czy zbierało się grzyby? Jak?

Czy były jakieś zasady zachowania w lesie, o których mówili dorośli?

- **List do przyszłego lasu**

Uczniowie piszą krótki tekst: „*Chciałbym/Chciałabym, aby las, który zobaczą moje dzieci lub wnuki, był...*”. Następnie: pytają starszą osobę: jakiego lasu ona chciałaby dla przyszłych pokoleń, porównują odpowiedzi.

- **Symbioza pokoleń**

Nauczyciel stawia pytanie: Czy relacja między młodszym a starszym pokoleniem może być formą symbiozy? Uczniowie pracują w parach lub małych grupach, uzupełniając schemat:

Co młodzi dają starszym?

Co starsi dają młodszym?

Co się dzieje, gdy ta relacja zanika?

Materiały

- Zał. nr 1. Mykoryza (opracowanie na temat tego zjawiska w oparciu o literaturę naukową)
- Zał. nr 2 – Opracowanie własne na podstawie książki
- kartki A3, flamastry
- ilustracje / zdjęcia grzybni i lasu (opcjonalnie)

UWAGI DO LEKCJI:

- Lekcja ma charakter terenowy i w przeważającej części odbywa się poza budynkiem szkoły – w lesie, wśród drzew, w bezpośrednim kontakcie z przyrodą. Taka forma pracy sprzyja doświadczaniu treści biologicznych w sposób bezpośredni, angażujący zmysły oraz rozwijający myślenie systemowe i relacyjne.
- Przed wyjściem w teren nauczyciel przypomina uczniom zasady bezpiecznego zachowania w lesie, w szczególności: poruszanie się wyłącznie po wyznaczonym obszarze, zakaz oddalania się od grupy bez zgody nauczyciela, zakaz dotykania nieznanych roślin i grzybów, zachowanie ostrożności przy nierównym podłożu, korzeniach, gałęziach.
- Informujemy także o zasadach ochrony przyrody: nie niszczymy roślin, grzybów ani ściółki leśnej, nie zrywamy grzybów i nie ingerujemy w naturalne siedliska, nie hałasujemy i nie płoszymy zwierząt.
- Nauczyciel elastycznie reaguje na warunki atmosferyczne i terenowe, skracając lub wydłużając poszczególne aktywności. Ćwiczenia oparte na obserwacji i rozmowie mogą być realizowane w dowolnym miejscu lasu sprzyjającym skupieniu i bezpieczeństwu.
- Podczas zajęć nauczyciel zachęca uczniów do uważnej obserwacji, zadawania pytań i dzielenia się spostrzeżeniami, nie ocenia spontanicznych wypowiedzi w fazach refleksyjnych i wyobrażeniowych, dba o atmosferę szacunku wobec przyrody oraz wobec opinii innych uczestników.

(EKO)INSPIROWNIK NAUCZYCIELSKI

Symbioza mykoryzowa – podstawowe wyjaśnienie

Rośliny komunikują się ze sobą, używając „internetu grzybowego” – artykuł popularnonaukowy o tym, jak mykoryza łączy rośliny i grzyby oraz jakie daje korzyści. <https://przystaneknauka.us.edu.pl/artukul/rosliny-komunikuja-sie-ze-soba-uzywajac-internetu-grzybowego>.

I grzyb potrzebny drzewom

Artykuł Lasów Państwowych – krótko i przystępnie o mykoryzie i jej roli w lesie.

<https://www.lasy.gov.pl/pl/informacje/aktualnosci/i-grzyb-potrzebny-drzewom>.

National Geographic – jak drzewa „mówią” do siebie

Krótki film pokazujący badania Suzanne Simard o powiązaniach drzew poprzez mykoryzę.

https://www.youtube.com/watch?v=7kHZ0a_6TxY.

Mycorrhizal Fungi: The Roots of Life on Land

Krótka animacja o symbiozie grzybów i roślin jako cudzie świata przyrody.

<https://www.youtube.com/watch?v=JlAa3wtfIpw&t=2s>.

Unlocking Nature's Hidden Network

Film o podziemnych sieciach grzybni łączących drzewa.

<https://www.youtube.com/watch?v=2KVdlcTEYLA&t=3s>.

The Earth's Internet – SciShow

Popularnonaukowy film wyjaśniający, jak grzyby pomagają roślinom „komunikować się”.

https://www.youtube.com/watch?v=_tjt8WT5mRs&t=1s.

The Underground Network That Helps Forests Survive – NOVA PBS

Materiał z serii PBS o podziemnych sieciach grzybów w ekosystemie.

<https://www.youtube.com/watch?v=5I-LtTCNviE&t=2s>.

Wrzosek M., Głowacka K., *W czym grzyby są lepsze od ciebie?* Wydawnictwo R, Warszawa 2025.

Sheldrake M., *Strzępki życia*, Wydawnictwo Insignis, Kraków 2023.

Stamets P., Schwartzberg L., *Niezwykły świat grzybów*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2025.

SŁOWA KLUCZOWE:

symbioza, mykoryza, grzybnia, las jako sieć powiązań, współzależność organizmów, edukacja terenowa, lokalność, międzypokoleniowość

Załącznik nr 1

Mykoryza (mykoryza) – powszechnie występujące zjawisko polegające na współżyciu korzeni lub nasion roślin naczyniowych z grzybami (dotyczy około 90% gatunków roślin wyższych z całego świata). Większość przypadków mykoryzy dotyczy relacji mutualistycznej, w nielicznych przypadkach zależność przesuwana się w kierunku wykorzystywania grzyba.

- Symbioza mykorytyczna umożliwia grzybom, będącym organizmami heterotroficznymi, zaopatrzenie w związki organiczne, wytwarzane przez rośliny w procesie fotosyntezy. W zamian rośliny zaopatrywane są przez strzępki grzyba w związki mineralne, głównie fosforowe i azotowe, chociaż potwierdzono również poprawę zaopatrzenia roślin w mikroelementy takie jak cynk i miedź. Mykoryza zwiększa zdolność rośliny do przyswajania mikroelementów. W tym przypadku żelaza, manganu i cynku.
- Grzyby mykoryzowe wytwarzają także hormony roślinne: auksyny, gibereliny i cytokininy, które po wnikięciu do organizmu rośliny regulują jego wzrost i rozwój. Inne substancje o charakterze antybiotyków wydzielane są przez grzyby do gleby, zmniejszając prawdopodobieństwo zakażenia rośliny patogenami obecnymi w podłożu. Stwierdza się również wzrost odporności roślin mykorytycznych na warunki stresowe.
- Grzybnia może łączyć wiele roślin należących do jednego gatunku lub do różnych gatunków, umożliwiając połączonym roślinom wymianę związków węgla, substancji regulatorowych, związków mineralnych oraz allelopatin. Struktury nazywane sieciami mykoryzowymi występują powszechnie w wielu ekosystemach.

Wyróżniamy trzy główne rodzaje mykoryzy:

- 1) Endomykoryza (mykoryza arbuskularna) – mykoryza, w której strzępki grzybni przenikają przez ściany komórkowe korzeni roślin, dzięki czemu mają bezpośredni kontakt z błoną komórkową. Mykoryza arbuskularna występuje u ok. 80% gatunków roślin lądowych; dominuje wśród roślin klimatu tropikalnego oraz w zbiorowiskach nieleśnych klimatu umiarkowanego. Najważniejszymi strukturami mykoryzy arbuskularnej są drzewkowato rozgałęzione strzępki zwane arbuskulami tworzące się we wnętrzu komórek kory pierwotnej korzenia. Pośredniczą one w wymianie skład-

ników pokarmowych między rośliną a arbuskularnym grzybem mykoryzowym. Wiele z arbuskularnych grzybów mykoryzowych tworzy w warstwach kory pierwotnej korzenia kuliste pęcherzyki (ang. vesicles). Mogą one występować zarówno międzykomórkowo, jak i wewnątrzkomórkowo. Ich rola polega na gromadzeniu substancji zapasowych, a także mogą służyć do rozmnażania i kolonizacji korzeni kolejnych roślin.

- 2) Ektomykoryza – w tym przypadku strzępki grzybni oplatają korzenie roślin i tworzą tzw. opilśń, spełniając tym samym rolę włóśników korzeniowych. Ta mykoryza jest wykorzystywana przez ok. 10% roślin, w tym głównie drzewa liściaste i iglaste. Są wśród nich takie gatunki jak buk, brzoza, kasztanowiec, wierzba, leszczyna, topola, dąb, grab, lipa oraz świerk, modrzew, sosna, daglezja czy jodła.
- 3) Ektendomikoryza (mykoryza erikoidalna) – mykoryza, która łączy w sobie oba poprzednie sposoby działania grzybni. Strzępki grzybów mykoryzowych w tym przypadku zarówno wnikają przez ścianę komórkową, jak i oplatają korzenie roślin. Jest to mykoryza rzadka, z której korzysta niewiele roślin, a wśród najbardziej popularnych są wrzosowate oraz borówka amerykańska, rododendrony czy azalie.

Załącznik nr 2

Wyobraź sobie mnie – istotę, której życie płynie bez centrum dowodzenia. Nie mam głowy, nie mam serca, nie mam mózgu. Nie znam jednego władcy ani pałacu, w którym zapadają decyzje. Jestem siecią, w której wszystko dzieje się wszędzie naraz i nigdzie w szczególności. Wasza śmierć przychodzi w jednym momencie – zatrzymanie serca, odcięcie głowy. Dla mnie taki punkt nie istnieje. Trwam jak miasto bez ratusza, jak kraj bez stolicy, w którym każdy zaulek sam potrafi się rządzić.

Również jem inaczej niż wy. Zwierzęta połykają pokarm i trawią go w środku. Ja trawię świat tam, gdzie on jest. Dopiero potem wciągam go do swego wnętrza. Moje narzędzia to strzępki – włókna tak cienkie, że pięciokrotnie delikatniejsze od waszego włosa. A jednak to one pozwalają mi podbijać ziemię, drewno, liście, a czasem i kości.

Ale nie myśl, że jestem tylko subtelna. Gdy stoję przed przeszkodą, potrafię sięgnąć po siłę, o jakiej wam się nie śniło. Moja strzępka penetrująca wywiera ciśnienie zdolne przebić kevlar – z którego zrobione są wasze kamizelki kuloodporne. Naukowcy mówią, że gdyby miała szerokość ludzkiej dłoni, mogłaby unieść szkolny autobus.

Ty, człowieku, na pustyni musisz wybrać jedną drogę. Ja mogę ruszyć wszystkimi naraz. Gdy natrafiam na pokarm, umacniam tam swoje szlaki, a inne znikają. Dzięki temu nie tylko rosnę – ja się przemieszczam. Rozkładam się tu, zwijam się tam. Jestem wędrowną samą w sobie. „Ekstrawagancja” – tak brzmi słowo, które opisuje mnie najtrafniej. Bo ja zawsze wychodzę poza siebie, przesuвам swoje granice i nigdy nie stoję w miejscu.

Mogę splatać się z innymi, jeśli tylko są do mnie wystarczająco podobni. Moje nici dotykają cudzych nici i czasem nie sposób już powiedzieć, gdzie kończą się ja, a gdzie zaczyna ktoś inny. Nie musimy do siebie pasować w prosty, oczywisty sposób, by móc być razem. Mam swoje „ja”, ale nie jest ono twardą granicą. Jest raczej strefą przejścia, miejscem, w którym powoli się rozmywam i zmieniam. W moim świecie nie ma ostrych podziałów – jedno istnienie może cicho, niemal niezauważalnie przejść w inne.

Nie żyję w świecie niemym ani ślepym – żyję w świecie po prostu innym niż wasz. Światło nie układa mi się w obrazy, nie tworzy krajobrazów ani kształtów. Odczytuję je jako kierunek, napięcie i barwę;

wiem, skąd nadchodzi i co zapowiada, zanim jeszcze cokolwiek się wydarzy. Czuję ciepło i chłód, wilgoć i suszę, obecność pożywienia, ale też toksyn oraz niewidzialnych napięć pól elektrycznych, które dla was pozostają abstrakcją. Widzę kolory na swój sposób. Reaguję na błękit i czerwień, korzystając z barwników podobnych do tych, dzięki którym zwierzęta widzą świat. Moje cienkie nici – strzępki – wyczuwają fakturę powierzchni; wiedzą, czy grunt jest gładki, czy chropowaty; czy mnie przyjmie, czy odepchnie; czy okaże się przyjazny, czy wrogi.



Projekt „Akademia Edukacji Klimatyczno-Środowiskowej dla Nauczycieli” dofinansowano przez Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach.

ORGANIZATORZY



PARTNER

