

Kamil Piotr Szpotkowski

Praktyczne ABC młodego ekologa

Broszura edukacyjna na temat ochrony środowiska z zestawem doświadczeń.

Materiały Dydaktyczne



POZnan*

WYDANO NA ZLECENIE
Fundacja Biblioteka Ekologiczna,
ul. Kościuszki 79, 61-715 Poznań

WYDAWCA
Pomorska Oficyna Wydawniczo-Reklamowa
Jarosław Skrzypczak
Zamość k. Bydgoszczy
ul. Karpiowa 7, 89-200 Szubin
tel. 607 151 282

TEKST I FOTOGRAFIE
Kamil Piotr Szpotkowski

RECENZENT
prof. dr hab. Ryszard Gołdyn

REDAKCJA
Artur Kubasik

SKŁAD
Jagoda Nitka

DRUK I OPRAWA
Drukarnia Abedik sp. z o.o.
85-861 Bydgoszcz, ul. Glinki 84
tel. 52 3 700 710, www.abedik.pl
Wszelkie prawa zastrzeżone
Bydgoszcz 2018

wydrukowano z papieru ekologicznego

Wstęp

Dzisiejsze środowisko przyrodnicze jest mocno zagrożone w wyniku antropopresji. Na naszych oczach dokonuje się bardzo duża przemiana otaczającego nas świata, niestety, w zdecydowanej większości pogarszająca warunki życiowe roślin i zwierząt. Coraz częściej ślady działalności człowieka są dostrzegalne w wielu miejscach, a zanieczyszczenia, które wprowadzane są do środowiska, znajdują się właściwie wszędzie, choć nie wszystko jest widoczne. Jedną z najlepszych metod ochrony środowiska jest edukacja i kształtowanie postaw proekologicznych. Do głównych sposobów rozwijania tych postaw należy przekazywanie informacji o zasadach ochrony środowiska oraz prezentacja związków przyczynowo-skutkowych procesów przyrodniczych. Dotychczasowe doświadczenia wskazują, że jedną z najlepszych metod przekazywania wiedzy jest prezentowanie prostych modelowych doświadczeń, obrazujących procesy rządzące światem przyrody, jak również wykonywanie eksperymentów przez uczniów, dotyczących poszczególnych rodzajów zagrożeń i pokazywanie ich zgubnego wpływu na środowisko. Badania takie pozwalają przekształcić hasła tematyczne w realną wiedzę.

Wiele zagrożeń związanych z cywilizacją, jak smog, śmieci czy hałas są dla młodzieży bardzo często abstrakcyjne i niezrozumiałe. Mam nadzieję, że zestaw eksperymentów opisanych w niniejszej książeczce umożliwi w prosty i zrozumiały sposób przedstawić m.in. mechanizm powstawania zanieczyszczeń oraz ich wpływu na środowisko. Pokazanie negatywnego wpływu zanieczyszczeń na otaczający nas świat, mam nadzieję, uzmysłowi w sposób obrazowy konieczność dbania o środowisko, m.in. poprzez segregację odpadów itp.

ISBN 978-83-64485-89-3

I. Śmieci – jak długo rozpadają się śmieci?

Codziennie ludzkość produkuje niewyobrażalnie wielką ilość odpadów, niestety, nie wszystkie trafiają tam, gdzie powinny, czyli na wysypisku. Często wyrzucane są w lasach, do rzek czy innych zbiorników wodnych. Kiedy czas użytkowania przez nas jakiegoś przedmiotu się kończy, wyrzucamy go i staje się śmieciem. Jednak „życie” takiego odpadu trwa nadal. Śmieci to obecnie wysoce poważny problem, gdyż wytwarzamy ich coraz więcej, a czas potrzebny na ich utylizację czy przetworzenie jest niewspółmiernie długi. Dla przykładu: Japończycy produkują rocznie aż 1000 kg śmieci na osobę, Amerykanie im w tym niewiele ustępują produkując około 864 kg na osobę. W Unii Europejskiej średnio każdy jej mieszkaniec wytwarza około 502 kg odpadów. Choć Polacy w tym zestawieniu nie wypadają najgorzej, to przeciętny Polak produkuje między 250 a 305 kg śmieci, z czego na wysypiska trafia 73%, do spalarni jedynie 1%, a na kompost – 8%. Niestety, niewielki procent stanowią odpady objęte recyklingiem – jest to tylko 18%. Należy się więc zastanowić, ile czasu przeciętnie „żyją” śmieci.

Szkło – rozkłada się bardzo długo, ponad 4000 lat. Zostało to potwierdzone podczas znalezisk szklanych koralików datowanych na około 2000 lat p.n.e. Wiele też źródeł pokazuje, że szkło nie rozkłada się wcale. Jednak szkło wcale nie musi być tak bardzo szkodliwe, ponieważ można je wielokrotnie wykorzystywać, przetwarzając w nieskończoność.

Plastik – tak określane są tworzywa sztuczne, które w zależności od jego rodzaju rozkłada się od 100 do 1000 lat. Przy zwykłych papierkach po cukierkach proces ten trwa około 150 lat. Podobna ilość czasu, bo około 400 lat potrzebna jest do rozłożenia się jednej reklamówki. Tym bardziej szokuje wiadomość, że do jej wyprodukowania potrzebna jest zaledwie 1 sekunda, a człowiek używa 1 takiej torby przeciętnie około 30 minut. Na szczęście plastik można poddać recyklingowi, dzięki czemu możliwe jest wytworzenie polaru, rajstop, butów czy nawet namiotów. Interesującym faktem jest, że do wytworzenia 1 bluzy polarowej, wystarczy około 35 plastikowych butelek.

Papier – rozkłada się średnio około 6 miesięcy, choć czas ten zależy od rodzaju użytego papieru. Ogólna zasada brzmi: im papier „bardziej papierowy”, tym rozkłada się szybciej. Papierowy bilet komunikacji miejskiej rozkłada się 3 miesiące, zaś papierowi zużytemu do wydrukowania gazety zajmie to około 6 tygodni. Papier również można wykorzystać wtórnie, np. do produkcji opakowań lub papieru toaletowego.

Metal – to jeden z podstawowych surowców niezbędnych do funkcjonowania dzisiejszej cywilizacji. Krócej rozkładają się tzw. metale żelazne, zaś tzw. metale nieżelazne charakteryzują się znacznie dłuższym czasem rozkładu. Najszybciej rozkładają się metalowe puszki po jedzeniu – średnio 10 lat, jednak już aluminiowa puszka po napoju może się rozkładać nawet 200 lat, ponieważ aluminium jest bardziej odporne na korozję. Natomiast metale szlachetne praktycznie nie rozkładają się wcale, choć w dużej mierze zależy to od rodzaju stopu.

Żywność – to odpady organiczne rozkładające się bardzo szybko, bo od 2 do 12 miesięcy. Składa się je w formie kompostu, który jest później bardzo dobrym nawozem. Odpady organiczne, choć do rozpadu potrzebują stosunkowo mało czasu, stanowią bardzo poważny problem, bowiem zalegając niezabezpieczone na wysypiskach, stają się miejscem rozwoju wielu patogennych bakterii, owadów oraz gryzoni.

Wymienione powyżej odpady to najczęściej powstające każdego dnia w naszych domach. Dlatego warto dbać o ich segregację i bardzo racjonalnie robić zakupy. Dla przykładu bawełniana koszulka rozkłada się już po 1-5 miesiącach, zaś wełniane skarpety dopiero po 1-5 latach. Warto też wziąć pod uwagę żywotność innych produktów, ponieważ to zakupy powodują późniejsze pozbycie się danego artykułu. Gumie do żucia proces ten zajmuje 5 lat, podobnie jest z często spotykanym na ulicy niedopałkiem papierosa. Pielucha typu pampers to aż 450 lat, zaś na szczycie listy znajduje się **żyłka wędkarska, której proces rozkładu zajmuje aż 600 lat!!!** W dobie konsumpcjonizmu, warto czasem się zatrzymać i pomyśleć o otaczającym nas środowisku. Aby być EKO, zakup produktów nie musi wiązać się z większym wydawaniem pieniędzy. Wystarczy jedynie odpowiednia segregacja śmieci i racjonalne kupowanie produktów. Dobrze jest się zastanowić czy naprawdę potrzebna jest aż tak duża ilość artykułów w gospodarstwie domowym i czy każdy owoc czy warzywo trzeba pakować w osobną foliówkę. Zamiast jednorazowej reklamówki lepiej wybrać tę, przeznaczoną do wielokrotnego użytku, a najlepiej wykonaną z materiału (np. bawełny), który rozłoży się szybciej niż plastik. Należy również zwrócić uwagę, gdzie wyrzuca się śmieci. Te pozostawione w lesie, nad jeziorem czy morzem często zagrażają nie tylko glebie, ale także zwierzętom, które płaczą się w pozostawione żyłki rybackie, czy plastikowe reklamówki, co może prowadzić nawet do ich śmierci. Warto więc mieć świadomość, dlaczego należy dbać o środowisko.

Doświadczenie: Badamy rozkład różnych substancji

Doświadczenie można wykonać w dwóch wersjach: terenowej i laboratoryjnej. W wersji terenowej zakopujemy w kilku miejscach małe kawałki różnych typów odpadów (papier, obierki ziemniaków, puszka po napoju), które przed zakopaniem dokładnie ważymy i fotografujemy. Doświadczenie najlepiej zacząć wiosną a zakończyć jesienią. Na koniec doświadczenia zakopane odpady ponownie dodatkowo ważymy i fotografujemy, następnie porównujemy, a obserwacje notujemy, zwracając uwagę w jakich warunkach najszybciej zachodzi rozkład poszczególnych odpadów. Gdy robimy ten eksperyment w laboratorium (lub w domu), należy zaopatrzyć się w duże kuwety o wysokości co najmniej 20 cm, do każdej z nich bierzemy inny rodzaj podłoża, np. żwir, ziemię z ogródka oraz mul z pobliskiego bagna. Do każdego typu podłoża zakopujemy różnego rodzaju odpady, oczywiście przed zakopaniem dokładnie je ważymy i fotografujemy. Podczas trwania eksperymentu pamiętamy, aby podłoże było wilgotne. Po dwóch tygodniach sprawdzamy, co dzieje się z odpadami, następnie ponownie je zakopujemy. Czynność tę powtarzamy kilkakrotnie. Eksperyment powinno się prowadzić tak długo, aż najłatwiej rozkładalne odpady rozłożą się całkowicie. Na koniec eksperymentu sprawdzamy, w którym podłożu najszybciej przebiega proces rozkładu i które substancje najszybciej się rozłożyły.

Doświadczenie: Segregujemy odpady

Pojemniki na śmieci nie bez przyczyny różnią się kolorami bo każdy z nich jest przypisany do innych odpadów. Dlaczego warto segregować odpady – bo to się po prostu opłaca (zastosowanie surowców wtórnych powoduje, że ceny opakowań są niższe co skutkuje tym, że ceny produktów są również niższe!!!!) a poza tym mobilizują nas do tego przepisy. Śmieci w domu powinny być segregowane według ogólnie przyjętych zasad. Segregując odpady w domu należy zwrócić aby były czyste, suche i niezażuszczone. Właściwa segregacja śmieci obejmuje:

- Odpady organiczne, z których można zrobić kompost
- Papier
- Odpady z tworzyw sztucznych
- Aluminium i inne metale
- Szkło przezroczyste
- Szkło kolorowe
- Pozostałe odpady, nie podlegające recyklingowi

W celu łatwiejszego rozpoznawania pojemników na odpady wykonane są one w różnych kolorach

Niebieski pojemnik na odpady przeznaczony jest na papier. Możesz tu wrzucać gazety, katalogi i prospekty, papier, zeszyty, książki, papierowe torby, kartony i tekturę oraz zrobione z nich opakowania. Pamiętaj by makulatura, którą wkładasz do pojemnika nie była mokra ani tłusta, usuwaj metalowe elementy, takie jak spinacze czy zszywki, a także plastikowe okładki. Do niebieskich pojemników nie wolno wrzucać kalki, papieru termicznego i faksowego, odpadów higienicznych ani kartonów po napojach, mleku i sokach – ich miejsce jest w pojemniku na tworzywa sztuczne.

Żółty pojemnik na odpady przeznaczony jest segregacji plastiku i metalu. Możesz tu wrzucać opakowania z tworzyw sztucznych, plastikowe butelki (PET) i nakrętki, zużyte długopisy, złamane linijki, puste plastikowe opakowania po żywności, kosmetykach i środkach czystości, styropian, kartonowe pudełka pokrytą folią aluminiową po sokach, napojach i mleku, reklamówki z tworzyw sztucznych, a także opakowania i nakrętki metalowe oraz puszki z aluminium, drobny złom żelazny oraz drobny złom metali kolorowych (np. zabawki, stare nożyczki, kapsle). Z butelek plastikowych i zakręcanych kartonów usuń zakrętki, a same butelki zgnieć przed wrzuceniem do pojemnika. Podobnie zrób z puszkami. Usuń również wszystkie etykiety i nalepki. Jeżeli opakowania są brudne, możesz przed wyrzuceniem wypłukać je i osuszyć. Do żółtego pojemnika nie wolno wyrzucać opakowań z jakąkolwiek zawartością, pojemników po smarach, olejach silnikowych i spożywczych, puszek po farbach.

Zielony pojemnik na odpady przeznaczony jest na szkło lub jedynie na szkło kolorowe, w przypadku gdy obok niego występuje biały pojemnik służący do segregacji odpadków szklanych bezbarwnych. Warto by opakowania szklane (butelki po mleku, sokach, wodzie, słoiki, opakowania po kosmetykach, butelki po napojach alkoholowych) umieszczane w pojemnikach do segregacji były umyte i bez etykietek. Do pojemników na szkło nie wrzucaj butelek z zawartością, ani tych potłuczonych. Pamiętaj również o nakrętkach – wrzuć je do pojemnika na plastik i/ lub metal. Do pojemników na szkło nie wolno wrzucać również domowej ceramiki i porcelany, szyb czy luster, a także lamp i żarówek, reflektorów, szkła stołowego.

Do kontenera brązowego wyrzucamy: resztki warzyw i owoców, skorupki jaj, fusy z kawy i herbaty, skoszoną trawę, liście, gałęzie, trociny, chwasty, zawartość worków z odkurzacza, popiół z kominka, resztki jedzenia, ogryzki, papier spożywczy. Do pojemnika brązowego nie wrzucamy: nabiału, tłuszczu, resztek mięsa i ryb, odchodów zwierząt, papierosów, roślin zaatakowanych chorobami, artykułów higienicznych.

Recykling odpadów – kompostowanie

Kompostowanie jest jedną z biochemicznych metod przeróbki odpadów. Stosowane są tutaj dwie podstawowe metody: kompostowanie oraz fermentacja beztlenowa. W procesie kompostowania następuje unieszkodliwienie odpadów pod względem sanitarnym, a głównym produktem jest kompost, który powinien być wykorzystany. W procesie fermentacji beztlenowej, a w praktyce fermentacji metanowej, produktami głównymi są biogaz (głównie metan CH_4) oraz pozostałość pofermentacyjna, która zwykle ma odpowiednie parametry nawozowe i po dodatkowej obróbce (kompostowaniu) może być z powodzeniem wykorzystana jako nawóz. W innym przypadku, jako produkt stabilny sanitarnie, może zostać bezpiecznie składowany, a możliwy jest również odzysk energii przez spalanie. Powstaje wtedy biogaz, który jest mieszaniną gazów, głównie metanu, dwutlenku węgla oraz w mniejszych ilościach siarkowodoru, amoniaku, azotu, wody. Dalsze wykorzystanie biogazu zależy w dużym stopniu od zawartości w nim metanu, który decyduje o jego wartości opałowej. Zawartość metanu zwykle waha się od 50% do 75%, a uzyskany biogaz o takich parametrach może być wykorzystany w trojaki sposób: do spalania z odzyskiem energii (cieplnej i elektrycznej), poprzez uszlachetnienie i wtłoczenie do gazociągu oraz jako paliwo samochodowe.

Doświadczenie: Produkujemy biogaz

Do przygotowania tego doświadczenia potrzebujemy: dużą butlę o pojemności co najmniej 1 l, cylinder miarowy lub dużą butelkę, lejek, obornik koński lub martwą materię organiczną (np. opadłe liście lub odpadki kuchenne). Wymieszany obornik z wodą w stosunku 1:1 lub opadłe liście z wodą w tym samym stosunku przelewamy do dużej butelki. Zatykamy korkiem i wstawiamy do ciepłego pomieszczenia. Już po kilku dniach zaczyna się fermentacja. Powstający gaz zbieramy w odwróconym cylindrze połączonym rurką. Przy odrobinie szczęścia powstający gaz będzie metanem i gdy zbliżymy do niego zapaloną zapalniczkę, gaz się szybko zapali. Niestety równie prawdopodobne będzie powstanie siarkowodoru, gazu niepalnego, ale bardzo toksycznego, o zapachu zgnitych jaj. Metan jest zwany nierzadko gazem błotnym, ponieważ bardzo często powstaje w błotniskach i w stawach w warstwie mułu. Można to stwierdzić doświadczalnie w bardzo prosty sposób. W tym celu bierzemy butelkę, napełniamy ją wodą, zamykamy, zanurzamy szyjką w dół i otwieramy pod wodą. W otwór butelki wkładamy lejek, po czym pod otworem lejka przegrzebujemy muł. Z dna zaczynają się unosić liczne pęcherzyki gazu, szczególnie intensywnie latem. Przy odrobinie cierpliwości można zebrać całą pełną butelkę. Po jej otwarciu gaz zaczyna się ulatniać, wtedy można sprawdzić jego palność. Biogaz powstaje w wyniku rozkładu związków organicznych. Skład biogazu zależy od rodzaju substancji ulegających rozkładowi, zaś ilość od ładunku chemicznego zapotrzebowania na tlen mineralizowanych związków (ChZT ang. Chemical Oxygen Demand) i temperatury. Głównym składnikiem biogazu jest metan z domieszką dwutlenku węgla i wodoru. Fermentacja metanowa przebiega w środowiskach naturalnych jest także wykorzystywana w gospodarce człowieka, w tzw. Fermentatorach.

II. Smog

Smog jest nienaturalnym zjawiskiem atmosferycznym, polegającym na współwystępowaniu zanieczyszczeń powietrza spowodowanych działalnością człowieka oraz niekorzystnych naturalnych zjawisk atmosferycznych: znacznej wilgotności powietrza – mgła i braku wiatru. Nazwa smog powstała ze zbitki dwóch angielskich słów smoke – dym oraz fog – mgła. Niska emisja to termin określający sposób emisji szkodliwych pyłów i gazów na wysokości nie większej niż 40 m, lecz w praktyce to przeważnie około 10 m. Wprowadzane na tej wysokości zanieczyszczania gromadzą się wokół miejsca powstania wyrządzając szkody lokalnie, a spowodowane jest to głównie poprzez ogrzewanie mieszkań oraz komunikację samochodową. W dużej mierze jest to emisja szkodliwych pyłów i gazów powstałych w wyniku nieefektywnego spalania paliw w domach i samochodach oraz kotłowniach.

Najczęstszymi przyczynami generowania niskiej emisji to:

- spalanie odpadów,
- niewłaściwe spalanie paliw (przewymiarowany kocioł, zbyt ograniczony dostęp powietrza do paleniska, zbyt niska temperatura spalania),
- niewystarczająca świadomość społeczna dotycząca szkodliwego dla środowiska nieumiejętnego użytkowania domowych źródeł ciepła.

Doświadczenie: Pokazujemy mechanizm powstawania smogu.

Wykonując proste doświadczenie można zaobserwować sposób powstawania smogu. W tym celu należy zgromadzić: trzy słoje, folie spożywcze, kilka podgrzanych kamieni, kilka kostek lodu, cienką plastikową strzykawkę, pipetę lub długą słomkę oraz źródło dymu i sadzy (np. papieros). W pierwszym słoju umieszczamy dwa lub trzy podgrzane kamienie, a w drugim kostki lodu. Słoje przykrywamy folią spożywczą i czekamy ok. 5 min. Równocześnie w trzecim słoju gromadzimy dym papierosowy. W kolejnym etapie za pomocą strzykawki przenosimy dym i delikatnie wstrzykujemy go do słojów z rozgrzаныmi kamieniami i lodem. W słoju z rozgrzаныmi kamieniami dym szybko unosi się do góry, natomiast w słoju z lodem, na jego dnie tworzy się gruba biała warstwa dymu. Ten eksperyment demonstruje zależność między powstawaniem smogu a warunkami pogodowymi. W naszym klimacie temperatury przy powierzchni ziemi są wyższe niż te w warstwach powietrza znajdujących się powyżej. Dlatego też powietrze i spaliny szybko unoszą się do wyższych warstw atmosfery. Natomiast podczas zimy gradient temperatury przeważający przez większość roku może zostać odwrócony, tzn. powietrze przy ziemi jest chłodniejsze niż w warstwach powyżej. Naturalnie zachodząca konwekcja termiczna jest tym samym ograniczona. Powietrze wraz ze znajdującymi się w nim zanieczyszczeniami jest uwięzione tuż przy powierzchni ziemi – właśnie w ten sposób powstaje smog.

Doświadczenie: Badanie ilości pyłu zawartego w otaczającym nas powietrzu

Do dna dużego słoika przymocujemy paski taśmy przylepnej (najlepsza będzie taśma o białym zabarwieniu typu „Scotch”). Słoik ustawiamy do góry dnem na zewnętrznej parapecie okna i dobrze go mocujemy. Obserwujemy powierzchnię taśmy, notujemy po ilu dniach na taśmie pojawiają się zanieczyszczenia? Po zakończeniu pomiarów słoik przykładamy do kartki białego papieru tak, aby przykleiła się doń taśma. Opisujemy dokładnie miejsce i czas prowadzenia obserwacji. Powtarzamy doświadczenie w kilku miejscach, np. na różnych ulicach, w innych dzielnicach miasta itp.

Doświadczenie: Badanie ilości pyłu zawartego w otaczającym nas powietrzu

Należy przygotować duży słój o pojemności przynajmniej 1 l i zamontować go na wolnym powietrzu na wysokości około 2 m nad ziemią. Po upływie określonego czasu (dnia, dwóch tygodni lub miesiąca) przynieść słój do pracowni, wlać do niego 250 ml wody destylowanej, dobrze wymieszać i przefiltrować przez bibułę filtracyjną. W przypadku braku bibuły filtracyjnej można zastosować białe filtry do kawy. Filtr wysuszyć, odczytać i zanotować wyniki. Po przesączeniu zmierzyć pH wody.

Doświadczenie: Przygotowanie skali kwasowości

Przygotować 9 jednakowych plastikowych kubków, wszystkie napełniamy jednakową ilością wody z kranu (ok. 200 ml) i ustawiamy w szeregu na białym tle. Do każdego kubka dodać identyczną ilość uniwersalnego wskaźnika odczynu – wywaru z czerwonej kapusty. Do pierwszego kubka dodawać ocet do momentu, w którym roztwór uzyska różowe zabarwienie. Dokładnie odmierzać ilość dodanych mililitrów octu za pomocą strzykawki. Różowe zabarwienie soku z kapusty oznacza najbardziej kwaśny roztwór – początek skali. Do kolejnych trzech kubków dodawać coraz mniejsze objętości octu tak, aby uzyskiwać różniące się od siebie zabarwienia ich zawartości (różowe, różowo-fioletowe, fioletowe). Zapisywać liczbę dodanych mililitrów octu. Po przygotowaniu kwaśnej i słabo kwaśnej części skali pozostawić piąty kubek z wodą zabarwioną na niebiesko – odpowiada odczynowi obojętnemu. Do ostatniego dziesiątego kubka w szeregu dodać łyżeczkę roztworu „Kreta” – środka do udrażniania rur kanalizacyjnych. Roztwór kapusty zabarwi się na zielono, a po chwili zmieni barwę na żółtą. To koniec skali – roztwór najbardziej zasadowy („Kret ” to właściwie czysty wodorotlenek sodu NaOH). Do kolejnych trzech kubków dodawać coraz mniejsze objętości roztworu „kreta” tak, aby uzyskiwać zabarwienie zielono-turkusowe, turkusowe i niebiesko-turkusowe. Zapisywać ilość dodawanego roztworu „Kreta”.

Doświadczenie: Przygotowanie uniwersalnego wskaźnika odczynu

Pokroić ok. ½ główki czerwonej kapusty i wrzucić do wrzącej wody na ok. 15 minut. Pod żadnym pozorem nie dodawać soli!!! Po ugotowaniu odcedzić, z kapusty można przyrządzić sałatkę a wywar przelać do butelki. Niestety, tak przygotowany wskaźnik kwasowości nie jest zbyt trwały, można go przechowywać w lodówce maksymalnie kilka dni.

III. Fitoremediacja a zieleń miejska

Zanieczyszczenie gleb metalami ciężkimi jest bardzo palącym problemem. Ołów, kadm, miedź, nikiel są wszechobecnym zagrożeniem w uprzemysłowionym społeczeństwie, a ich głównym źródłem są antropogeniczne emisje do środowiska na skutek działalności człowieka, w tym działalności przemysłu kopalnianego, a szczególnie poprzez wydobywanie rud metali, gazu ziemnego, paliw kopalnianych, produkcję paliw i energii oraz na skutek stosowania nawozów i pestycydów. Zanieczyszczenia gleby metalami ciężkimi znacząco różnią się od zanieczyszczeń powietrza czy wody, gdyż pozostają w niej zdecydowanie dłużej. Obecność metali ciężkich w glebach powoduje bardzo daleko idące zmiany, bowiem prowadzi to do silnych zaburzeń w fizjologii roślin i zwierząt. Znajdują się jednak gatunki roślin, którym nie tylko obecność metali ciężkich nie przeszkadza, ale wręcz ułatwia konkurencję w stosunku do innych gatunków. Jednym ze sposobów ratowania gleb przed zanieczyszczeniami metalami ciężkimi jest fitoremediacja, czyli wykorzystywanie specyficznych gatunków roślin, do oczyszczania gleb z różnego typu zanieczyszczeń. Dobroczynna rola roślin w oczyszczaniu powietrza znana jest od dawna. Zieleń miejska doskonale wpływa na samopoczucie mieszkańców, ma nie tylko walory estetyczne, upiększając przestrzeń życiową, ale stanowi także „zielone płuca” filtrując powietrze. W związku z nasilającym się zanieczyszczeniem powietrza znaczenia nabiera wspomniana wyżej fitoremediacja. Rośliny akumulują zanieczyszczenia na liściach i łodygach lub wewnątrz tkanek, przechwytyują, zatrzymują i przetwarzają toksyny, i w ten sposób neutralizują zagrożenia dla siebie oraz oczyszczają „zieloną wątrobę” miasta. Różne gatunki roślin są ekspertami w pochłanianiu zanieczyszczeń, w tym metali ciężkich i pyłów zawieszonych. Dlatego, aby oczyszczanie powietrza było najbardziej efektywne, krajobraz, w szczególności ten miejski, powinien charakteryzować się bogactwem gatunkowym roślin. Przyjmuje się, że największe zdolności do walki z zatrutym powietrzem mają rośliny liściaste, w szczególności te, które wyposażone są we włoski i pokryte woskami. Bardzo dobrymi absorbentami szkodliwych substancji są drzewa iglaste, ale niestety, nie są one odporne na zanieczyszczenia i ich rola w fitoremediacji jest bardzo ograniczona. Wyjątkiem jest cis, który stanowi bardzo dobrą barierę ochronną. Mikropyły o średnicy 2,5 µm są bardzo dobrze absorbowane przez brzozę, natomiast lipa drobnolistna i trawnik porośnięty życią i kostrzewą są bezkonkurencyjne w akumulacji pyłów o średnicy 10-100 µm.

Przykładowe drzewa i krzewy, które akumulują najwięcej zanieczyszczeń w postaci pyłów zawieszonych:

- Brzoza brodawkowata – gromadzi najwięcej cząstek kancerogennych
- Jesion pensylwański
- Lipa europejska
- Leszczyna turecka
- Topola szara
- Miłorząd dwuklapkowy
- Cis pospolity
- Lilak
- Hortensja krzaczasta
- Porzeczka złota

Rośliny, które najlepiej akumulują metale ciężkie:

- byliny takiej jak: smagliczki, ubiorki, gęsiówki
- robinia akacjowa,
- klon jawor i klon polny
- rdest ptasi.

Doświadczenie: Badamy zdolności fitoremediacyjne roślin.

Wariant 1. Do pojemników o pojemności około 2-3 litrów zbieramy glebę z różnych miejsc, np. glebę z pasa przy ruchliwej drodze, glebę z okolic wysypiska śmieci, glebę z parkingu; można także wziąć popiół z kotłowni itp. Zbieramy również młode okazy rdestu ptasiego. W pojemnikach sadzimy: rdest, kilka nasion fasoli i jakiegoś zboża (np. pszenicy lub żyta). Pojemniki kładziemy w miejscu o umiarkowanym nasłonecznieniu, starannie dbamy, aby ziemia była wilgotna. Po około 6 tygodniach porównujemy wygląd roślin, określamy, w którym podłożu najlepiej rozwijają się poszczególne ich gatunki. Doświadczenie możemy powtórzyć również z innymi roślinami.

Wariant 2. Wybieramy się na wycieczkę w miejsca o silnie zaznaczonej antropopresji, np. w pobliże nasypów kolejowych, tramwajowych, dróg, wysypisk śmieci. Na losowo wybranej powierzchni należy zanotować liczbę stwierdzonych gatunków roślin i grzybów. Korzystając z dostępnych kluczy, należy poznać stwierdzone gatunki roślin i zwierząt. W celu skonfrontowania wyników należy doświadczenie powtórzyć w miejscu charakteryzującym dużą bioróżnorodnością, np. nadwarciańską łąką. Na podstawie przeprowadzonych badań wyciągnąć wnioski i odpowiedzieć na pytania, w jakich środowiskach występuje więcej gatunków oraz jakie gatunki są charakterystyczne dla terenów zniszczonych.



Rdest ptasi



Kwitnący lilak



Odrożyca



Porosty skorupiaste na kamieniu

IV. Porosty, skala porostowa

Porosty są specyficzną grupą organizmów, powstałą na skutek wytworzenia trwałej symbiozy między cudzożywnym grzybem i samożywnym glonem. Symbioza ta oparta jest na korzystnym dla obu partnerów współżyciu. Systematyka porostów zawsze była problematyczna, kiedyś traktowana jako oddzielna gromada w królestwie roślin, obecnie porosty są zaliczane do grzybów i uznawane za grzyby lichenizowane, czyli takie, które mają zdolność tworzenia symbiozy z glonami. Symbioza glonu i grzyba uważana jest za układ idealny, w którym grzyb pobiera od glonu wytworzone w drodze fotosyntezy węglowodany, a w zamian dostarcza wodę i niezbędne składniki mineralne oraz chroni glon przed wysychaniem. Jest to koncepcja całkowitej zależności.

Jednak, aby zachować neutralne spojrzenie to należy również powiedzieć, że istnieją inne teorie opisujące współżycie glonów i grzybów: helotyzm (niewolnictwo) – grzyb panuje nad uwięzionym glonem i w miarę swoich potrzeb umożliwia mu wzrost i rozmnażanie, pasożytnictwo – grzyb przenikając grzybnią komórki glonu całkowicie pasożytuje na jego komórkach oraz ednosaprofityzm – grzyb odżywia się martwymi komórkami glonu. Porosty należą do organizmów pionierskich, rozwijają się właściwie we wszystkich środowiskach. W najbardziej suchych i ubogich borach sosnowych występuje całe mnóstwo porostów naziemnych, głównie chrobotków. Jeszcze kilkadziesiąt lat temu porosty bujnie porastały korę drzew i gałęzi.



Mąkla tarniowa



Plucnik modry



Odnożyca



Plucnica płotowa



Brodaczka zwyczajna

Porosty wykazują bardzo dużą wrażliwość na zanieczyszczenia, głównie dwutlenkiem siarki (SO₂) i tlenkami azotu (NO i NO₂), czyli najczęstszymi przyczynami powstawania kwaśnych deszczów oraz na tlenki metali ciężkich. Delikatne plechy porostów, czasami tracą wilgoć nawet kilka razy na dobę, uzupełniając braki z opadów atmosferycznych i rosy. Jednocześnie należy podkreślić, że większość szkodliwych substancji rozpuszcza się w wodzie i w ten sposób wnika w plechy porostów, wraz z każdym wyschnięciem plechy, wzrasta w niej stężenie szkodliwych substancji, co prowadzi do zaburzenia procesów życiowych porostów i w efekcie do obumierania plech. Szczególnie wrażliwe są porosty wielkoplechowe, które pochłaniają najwięcej zanieczyszczeń. Te właściwości zostały wykorzystane do stworzenia tzw. skali porostowej. Na podstawie stężenia dwutlenku siarki wyznaczono siedem stref bioindykacyjnych. Strefa I (>170 µg/m³) – to bezwzględna pustynia porostowa, na korze drzew występują jedynie glony. Strefa II (100-170 µg/m³) – to bardzo silnie zanieczyszczone powietrze, a na korze drzew występują najodporniejsze porosty skorupiaste. Strefa III (99-70 µg/m³) – na pniach drzew mogą rosnąć porosty listkowate. Strefa IV (50-69 µg/m³) – na korze drzew porosty listkowate zajmują znaczne powierzchnie, ale także coraz częściej występują porosty o plechach krzaczkowatych. Strefa VI (39-30 µg/m³) – w strefie tej występują wrażliwe gatunki skorupiaste listkowate i krzaczkowate. Strefa VII (<30 µg/m³) – korę drzew porasta bogata flora porostów, niestety do tej strefy zaliczyć można nieliczne tereny w Polsce. O tragicznej sytuacji porostów w Polsce niech świadczą dane zamieszczone w czerwonej liście porostów zagrożonych w Polsce (2006). Zawiera ona aż 886 gatunków, stanowiąc 55% krajowej liczby gatunków porostów.

Doświadczenie: Badamy zanieczyszczenie powietrza wokół miejsca zamieszkania

Podczas wycieczki badamy obecność porostów. Korzystając z dostępnych kluczy, należy próbować oznaczyć gatunki. Wiedząc jednak, że poszczególne typy porostów (krzaczkowate, skorupowe) są związane z poszczególnymi typami stref, można tylko określać, czy w najbliższej okolicy występują porosty skorupiaste i krzaczkowate.

V. Efekt cieplarniany

Analiza klimatu w ciągu ostatnich kilkunastu tysięcy lat, czyli po ustąpieniu lądolodu z umiarkowanej strefy klimatycznej Europy wykazała niewielkie fluktuacje temperatury. Jednak w wieku dwudziestym zaznaczył się wyraźny trend wzrostowy temperatury na świecie. Przyczyną tego coraz bardziej niepokojącego zjawiska są niewidzialne gazy, które w związku z procesami cywilizacyjnymi zaczęły się w zbyt dużych ilościach przedostawać do atmosfery.

Każdy, kto w pogodny dzień wszedł do szklarni, natychmiast musiał zauważyć, że w środku jest znacznie cieplej niż na zewnątrz, pomimo że nie ma tam żadnego dodatkowego ogrzewania. Widzialne promieniowanie słoneczne, padając na szyby szklarni, przenika do środka i nagrzewa ziemię, na której rosną rośliny. Rozgrzana ziemia zaczyna wysyłać promieniowanie podczerwone (o większej długości fali niż padające na szyby promieniowanie widzialne), dla którego szkło stanowi barierę nie do przebycia.

Zatrzymane promieniowanie podczerwone podnosi temperaturę wnętrza szklarni. Rolę szyby w atmosferze pełnią gazy, takie jak dwutlenek węgla, metan, tlenki azotu, ozon i freony, jednak do głównych i najważniejszych gazów cieplarnianych należy CO₂. Związane jest to z działalnością człowieka. Rozwój przemysłu wymuszany przez wymagania cywilizacyjne nieuchronnie wiąże się ze spalaniem ogromnej ilości paliw, jak węgla kamiennego, ropy naftowej czy gazu ziemnego. Głównym produktem ich spalania jest dwutlenek węgla (CO₂). Z drugiej strony rabunkowa i nieprzemyślana gospodarka człowieka prowadzi do systematycznego wylesiania dużych obszarów. Mniejsza powierzchnia lasów to mniej dwutlenku węgla pochłoniętego w procesie fotosyntezy. Dochodzi do tego jeszcze efekt zwiększonej intensywności gnicia odpadów w rozszerzających się agrocenozach.

Doświadczenie: Produkuje dwutlenek węgla

-Do wykonania eksperymentu potrzebujemy plastikową butelkę, plastikową nakrętkę nawiercamy i wkładamy w nią plastikowy wężyk, drugi koniec wężyka wkładamy do kolby kulistej, którą wypełniamy wodą i przewracamy, tak aby powstający gaz mógł zbierać w kolbie. Do butelki po wodzie mineralnej wsypujemy dwie łyżeczki sody oczyszczonej (wodorowęglanu sodowego NaHCO₃)

- Następnie do butelki wlewamy około 50 ml octu i delikatnie wymieszać, natychmiast zakręcamy butelkę. należy zachować szczególną ostrożność ponieważ reakcja przebiega intensywnie.

Doświadczenie: Badamy właściwości gazów cieplarnianych

Dwie kolby napełniamy różnymi gazami, jedną powietrzem a drugą dwutlenkiem węgla CO₂, następnie do każdej kolby montujemy termometr i następnie oświetlamy lampą. Przez godzinę oświetlamy kolby, co 10 minut odczytujemy temperaturę. Wyciągamy wnioski, gdzie następuje szybszy wzrost temperatury.

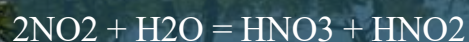
VI. Zanieczyszczenia wody – mętność i przezroczystość wody

Wody czyste charakteryzują się dużą przezroczystością, można to zaobserwować, gdy pływamy bądź kąpiemy się w jeziorze. Woda mineralna, którą pijemy również charakteryzuje się dużą przezroczystością. Z kolei wody mętne nie nadają się do picia i celów gospodarczych. Ogrzewają się one szybciej, ponieważ zawieszane cząstki absorbują ciepło ze światła słonecznego, co pociąga za sobą spadek tlenu. Mętność wody jest właściwością optyczną, polegającą na rozproszeniu i absorbowaniu części widma promieniowania widzialnego przez cząstki stałe w wodzie lub ściekach.

Kwaśne deszcze i ich wpływ na rośliny

Kwaśne deszcze nie różnią się z wyglądu od normalnych, choć mają bardzo destrukcyjny wpływ na środowisko przyrodnicze, jak również na wiele konstrukcji budowanych przez człowieka. Kwaśne deszcze powodują uszkodzenie warstwy znajdującej się na liściach, co przyczynia się do nadmiernego parowania, dodatkowo następuje wypłukiwanie niezbędnych do życia roślin jonów wapnia i magnezu. Właśnie to zjawisko jest odpowiedzialne za większą odporność drzew liściastych od iglastych, bowiem drzewa liściaste zmieniają liście co roku, natomiast szpilki drzew iglastych zrzucane są co kilka sezonów wegetacyjnych, w zależności od gatunku może to być od 2 do 5 lat. Ważnym negatywnym skutkiem jest również zakwaszanie gleby i wód powierzchniowych.

Przyczyną powstawania kwaśnych deszczy jest emisja do atmosfery tlenków siarki i azotu, siarkowodoru i chlorowodoru. Choć sytuacja w ostatnich dekadach znacząco się poprawiła, to nadal głównymi emiterami są przemysł (w tym energetyczny), zanieczyszczenia komunalne i transport. Gazowe tlenki niemetali z wodą tworzą kwasy zgodnie z przedstawionymi poniżej reakcjami:



Doświadczenie

Posiadając przygotowany wywar z czerwonej kapusty, zbierz próbki wody z różnych zbiorników i zmierz ich pH wykorzystując wywar z czerwonej kapusty. Następnie zgromadź próbki deszczu i zrób również pomiar pH. Po deszczu również zbierz próbki z różnych zbiorników wodnych i porównaj z wcześniejszymi obserwacjami. pH wody niezanieczyszczonego deszczu wynosi ok 5,6.

Doświadczenie: Wpływ tlenków azotu na rośliny

Na dno dwóch słoików wkładamy wilgotną watę, na którą sypimy nasiona rzeżuchy, w jednym słoiku dodatkowo umieszczamy miedziany drut, który polewamy kwasem azotowym. Słoiki zakręcamy i odstawiamy na parapet na kilka dni. Codziennie kontrolujemy hodowlę i zapisujemy obserwacje. Ciekawym wariantem jest porównywanie odporności na kwaśne deszcze różnych gatunków roślin, które możemy zebrać podczas spacerów.

Doświadczenie: Wpływ kwaśnych deszczy na kawałki tynku

Na szalkach Petriego umieszczamy kawałek tynku i wypolerowanego marmuru. Każdy badany materiał polewamy wodą destylowaną i rozcieńczonym kwasem siarkowym. Podobnie postępujemy z kredą. Badane materiały pod wpływem kwasu siarkowego zaczynają się rozpuszczać, natomiast woda nie powoduje oddziaływania z badanymi materiałami. Podobne doświadczenie można wykonać badając wpływ kwasu siarkowego na muszle mięczaków.

Doświadczenie: Zużycie wody w gospodarstwie domowym

W latach pięćdziesiątych XX wieku zaobserwowano, że Wielkopolska stepowieje, co oznacza, że jest coraz mniej wody. Prócz ochrony jej zasobów należy także kontrolować jej zużycie oraz oszczędnie nią gospodarować. Najlepiej zacząć od własnego gospodarstwa domowego. W celu porównania szacunkowej minimalnej ilości wody zużywanej do zaspokojenia podstawowych potrzeb w gospodarstwie domowym, należy przeprowadzić pomiary jej zużycia, a wyniki zapisać w załączonej tabelce. Po analizie zastanówmy się, jak można zminimalizować zużycie wody w naszym gospodarstwie domowym

	Szacunkowa minimalna ilość wody w litrach	Ilość wody zużywana w gospodarstwie domowym w litrach
Woda do picia	2	
Toaleta	23	
Higiena i kąpiel	18	
Woda zużywana w kuchni	8	
RAZEM	51	

Doświadczenie: Oczyszczanie wody przez filtrowanie

Znaczenie wody w środowisku przyrodniczym oraz życiu człowieka jest nieporównywalnie większe niż innych substancji. Spożycie wody w ciągu ostatnich 50 lat się podwoiło, a przez ostatnie 100 lat rosło ponad dwukrotnie szybciej niż liczba ludności na świecie. Szacuje się, że do 2025 roku ilość wody w krajach rozwiniętych zmniejszy się o 18% a rozwijających o 50%. Obszar Polski jest jednym z najuboższych, jeśli chodzi o zasoby wodne w Europie. Szacuje się, że na jednego mieszkańca kraju przypada średnio 1500 m³ wody rocznie, a w latach suchych wartość ta spada do 1000 m³ (stawia to Polskę na jednym z ostatnich miejsc w Europie pod względem wielkości zasobów wodnych przypadających na jednego mieszkańca).

Rozwój cywilizacji pociąga za sobą silne zanieczyszczanie wód. Obecnie już tylko niewielkie drobne zbiorniki mają minimalny wpływ zanieczyszczeń. Skażenia wód mogą być trojako rodzaju: biologiczne, chemiczne oraz fizyczne. Do każdego typu zanieczyszczeń należy stosować inny sposób oczyszczania.

Doświadczenie 1a: Oczyszczanie wody z zawiesin

W doświadczeniu zostanie przedstawiony schemat oczyszczania wody z zawiesin. Do jego wykonania potrzebna jest 1,5-litrowa butelka po wodzie mineralnej, filtr do kawy, piasek, węgiel drzewny, zabarwiona woda. Należy uciąć górną część butelki – ok. 10 cm, następnie umieścić odcięty kawałek tak, aby utworzyć z niego lejek. W odciętej części umieszczamy filtr do kawy, ok. 2,5 cm piasku oraz na samej górze ok 2,5 cm pokruszonego węgla drzewnego. Jest to przykład najprostszej konstrukcji filtra, która umożliwia filtrowanie z wody zawiesin itp. Piasek jest odpowiedzialny za usuwanie zawiesin, natomiast węgiel drzewny ze względu na dobre właściwości sorpcyjne, będzie wychwytywał pozostałe substancje i jony.

Biomonitoring

Wiele organizmów charakteryzuje się bardzo wąskim zakresem tolerancji na wiele bodźców. Wykorzystanie takich organizmów do oceny stanu środowiska nazywane jest biomonitoringiem. Biologiczne metody oceny stanu środowisk są nie tylko doskonałym uzupełnieniem metod technicznych, ale w licznych przypadkach jedynymi metodami oddającymi i charakteryzującymi jego stan faktyczny. Celem monitoringu (z łac. monere – ostrzegać, upominać) środowiskowego jest dostarczenie podstawowych informacji o stanie przyrody, tempie oraz kierunkach zmian zachodzących i przewidywanych w odniesieniu do jej części żywej i nieożywionej, uwzględniających dynamikę przemian antropogenicznych i skutków użytkowania środowiska. Bioindykatorem jest każdy gatunek, którego obecność / nieobecność lub reakcja wskazują na istnienie w danym miejscu pewnego czynnika ekologicznego o ściśle określonym, mieszczącym się w wąskim przedziale, natężeniu lub odpowiedniej wartości progowej.

Test na rozwielitkach *Daphnia* sp. Jest szeroko stosowanym testem do oceny szkodliwości ścieków itp. Z kolei wykorzystanie błotniarki stawowej w ocenie stanu czystości środowiska wodnego dotyczy wpływu substancji toksycznych na formy juwenilne i kształtujące się zarodki w osłonach jajowych w kokonach tych mięczaków.

Doświadczenie: Wykonujemy testy szkodliwości substancji na błotniarce stawowej i rozwielitkach

Rozwielitki bardzo łatwo się hoduje. W tym celu nabieramy w sezonie wegetacyjnym wody ze stawu, w którym żyją rozwielitki. Do pojemnika wkładamy kawałek wywłócznika lub rogatka. Co dwa dni dodajemy niewielką ilość roztworu drożdży, dobierając tak, aby w ciągu 2-3 godzin cała zawiesina drożdży została pochłonięta przez rozwielitki. Dbamy również o to, by hodowla nie była nadmiernie przegęszczona. Błotniarka to również bardzo prosty organizm hodowlany. Zbieramy ją nad stawem i umieszczamy w 2-litrowych słojach (3 dorosłe błotniarki na litr wody), dbamy, by woda była cały czas czysta, dokarmiamy zwierzęta obficie liśćmi sałaty, marchwią itp. Do testów wykorzystujemy takie substancje jak: chlorek sodu (NaCl – sól kuchenna), proszek do prania, płyn do mycia naczyń itp. W przypadku rozwielitek prowadzimy hodowle w następujących roztworach badanej substancji: 0,1%, 0,5%, 1%, 5%, najbardziej praktyczna objętość hodowli to 100 ml, do hodowli dodajemy również małą gałązkę rogatka. Pobieramy 100 osobników z naszej hodowli i przenosimy do roztworu badanej substancji. Przez tydzień trwania eksperymentu codziennie liczymy żywe i martwe osobniki, dbamy również o stały poziom wody. Po tygodniu obserwacji podsumowujemy i wyciągamy wnioski. W przypadku błotniarki stawowej do ekotestów wykorzystujemy tylko rozwijające się zarodki. W prowadzonej hodowli błotniarki bardzo chętnie składają jaja. Taki kokon jajowy zabieramy z hodowli, dzielimy tak, aby mieć przynajmniej po 5 zarodków do każdego z badanych roztworów, hodowle kontynuujemy w szalkach Petriego dbając, aby nie przeschły oraz znajdowały się w stałej temperaturze. Zarodki błotniarki rozwijają się szybko, bowiem w temperaturze powyżej 25°C rozwój trwa nie dłużej niż 14 dni. Podczas trwania eksperymentu codziennie obserwujemy rozwijające się zarodki, porównujemy z próbą kontrolną, zwracamy szczególną uwagę na kształt i wielkość muszli. Eksperyment można zakończyć, gdy ślimaki kończą swój rozwój embrionalny lub przedłużyć o miesiąc bądź dwa.



Błotniarka stawowa



Rozwielitki

Doświadczenie: Cykl hydrologiczny – model

W celu wykonania doświadczenia potrzebne będą 3 butelki PET po napojach o pojemności 1,5 litra, 2 zakrętki do butelki, szklanka ziemi, nasiona trawy lub rzeżuchy, bawełniany sznurek, woda i lód. Usuwamy z butelek etykiety. W pierwszej butelce należy odciąć górną część, a w dwóch pozostałych – podstawy. W jednej z nakrętek na środku zrobić otwór takiej wielkości, aby móc z powodzeniem przeciągnąć przez niego sznurek. Sznurek o długości około 40 cm złożyć na pół i przełożyć przez otwór w nakrętce tak, aby pętka po nałożeniu nakrętki na butelkę B znajdowała się w jej wnętrzu. Po około 5 cm końcówek sznurka powinno wystawać z nakrętki. Drugą zakrętkę zakręcić na butelce C. Sznurek bawełniany o długości około 20 cm owinąć i zawiązać na szyjce butelki tak, aby jeden z końców miał długość około 7 cm. Sznurki bawełniane zwilżyć, a do butelki A dodać 150 ml wody – jest to źródło wody dla cyklu hydrologicznego. Następnie butelkę B napełnić wilgotną glebą do zakrycia pętki ze sznurka bawełnianego. Na powierzchni ziemi wysiać trochę nasion trawy lub rzeżuchy, w środku umieścić trzecią nakrętkę – imitacja zbiornika wód powierzchniowych, w którym gromadzi się woda opadowa. W następnym kroku zaczynamy hodowlę roślin. W tym celu zakładamy butelkę B na A. Cykl hydrologiczny uruchamiamy, gdy trawa kiełkuje. W tym celu nakładamy butelkę C na B tak, aby zwisający koniec sznurka bawełnianego znalazł się wewnątrz korka spoczywającego na powierzchni ziemi w butelce B. Butelkę C wypełniamy (około 200 ml) wodą z lodem. Każdy element kolumny reprezentuje inny element cyklu hydrologicznego. Woda w zbiorniku A obrazuje źródło wody w cyklu hydrologicznym, nakrętka na powierzchni gleby w zbiorniku B – zbiornik wody powierzchniowej, który zasilany jest z opadów atmosferycznych; woda i lód w zbiorniku C – wodę zawartą w atmosferze.

W kolumnie można zaobserwować różne procesy cyklu hydrologicznego:

- parowanie – podsączenie wody przez bawełniany sznurek – przenoszenie wilgoci znad oceanu nad ląd,
- transpiracja – rośliny przekazują parę wodną do powietrza,
- kondensacja – skraplanie wody na ściankach naczynia C,
- opad – ściekanie wody ze ścianek naczynia C i gromadzenie się wody w plastikowej nakrętce,
- przesiąkanie – wsiąkanie ściekającej wody na ziemię w zbiorniku B.

Po zaobserwowaniu jak działa cykl hydrologiczny, warto wprowadzić pewne modyfikacje, które zaburzą układ. Na przykład można usunąć nakrętkę imitującą zbiornik lub przerwać zasilanie ze źródła wody.

Doświadczenie: Ocena czystości wód metodą biologiczną

Biologia, wymagania środowiskowe roślin i zwierząt, a także ich tolerancja na różne czynniki środowiska pozwala wykorzystać je do testowania stanu środowiska jako bioindykatory zanieczyszczeń. Metoda oparta na określaniu jakości środowiska za pomocą organizmów żywych określana jest mianem bioindykacji. Do badania stanu czystości wód stosuje się gatunki roślin i zwierząt, jak makrozoobentos czyli organizmy występujące w dennych częściach zbiorników, albo rośliny wodne, głównie makrofity, do wyznaczania tzw. indeksu makrofitowego. Organizmy ze względu na różny stopień tolerancji można podzielić na trzy grupy: polisaprobionty, czyli organizmy występujące w wodach silnie zanieczyszczonych (wirczyk, euglena, larwy ochotkowatych, rurecznik, larwy muchówek); oligosaprobionty, czyli organizmy występujące w wodach czystych (larwy jętek i widelnic, wypławek kątogłowy, lin); ksenosaprobionty, czyli organizmy występujące w wodach czystych (pstrąg, kielż.).

Organizmy żywe	Współczynnik jakości	Liczba okazów	Iloczyn=liczba okazów x
Larwa widelnicy	1		
Larwa komara	1		
Larwa jętki	1		
Wypławek czarny	1.5		
Larwa chruścika z domkiem	1.5		
Zatoczek pospolity	2		
Kielż zdrojowy	2		
Przytulnik strumieniowy	2		
Wypławek biały	2		
Odleпка ślimacza	2		
Larwa meszki	2		
Larwa chruścika wolnożyjącego	2		
Skąposzczet	2		
Groszkówka	2		
Błotniarka stawowa	2		
Ośliczka pospolita	3		
Pijawka	3		
Larwa muchówki	3		
Gałeczka rogowa	3		
Bakteria ściekowa	3.5		
Larwa ochotki	3.5		
Rurecznik	4		
		Suma okazów	Suma iloczynów

Tab. Współczynniki korygujące do obliczania klasy jakości wód płynących.

Liczba odnalezionych gatunków organizmów wodnych	Współczynnik korygujący
1-2	0.5 (współczynnik dodaje się)
3-4	0.3 (współczynnik dodaje się)
5-10	0
11-13	-0.2 (współczynnik odejmuje się)
14 i więcej	-0.5 (współczynnik odejmuje się)

Metodyka obliczania klasy czystości wody

$suma\ iloczynow \div suma\ okazow = klasa\ czystosci\ wody\ nieskorygowana$
 $nieskorygowana\ klasa\ czystosci\ wody + wspolczynnik\ korygujacy = klasa\ czystosci\ wody$
Wykonując to zadanie, warto dokonać charakterystyki wód dla różnych cieków wodnych.

Przykładowe bezkręgowce naszych wód.



Doświadczenie: Mętność i przezroczystość wody

Gdy nalejemy wody źródlanej do szklanki, zauważymy, że jest ona przezroczysta. Gdy taką szklankę zostawimy na kilka dni, to woda zacznie mętnieć. Uogólniając można stwierdzić, że wody czyste są bardzo przezroczyste, natomiast dla wód zanieczyszczonych ich przezroczystość gwałtownie spada. Mętność wody wpływa na jej wygląd i smak, a wody mętne nie nadają się do picia i celów gospodarczych. Mętne wody ogrzewają się szybciej, ponieważ zawieszone cząsteczki pochłaniają więcej ciepła ze światła słonecznego, co pociąga za sobą spadek stężenia tlenu. Rozpuszczalność tlenu w wodzie jest związana z jej temperaturą – w miarę wzrostu temperatury ilość zawartego tlenu spada. Również fotosynteza jest zależna od ilości docierającego światła, w wyniku czego w wodzie jest niższy poziom tlenu.

Mętność jest to właściwość optyczna, polegająca na rozproszeniu i absorbowaniu części widma promieniowania widzialnego przez cząstki stałe rozproszone w wodzie lub ściekach. Generalnie mętność dotyczy wód powierzchniowych, takich jak jeziora, rzeki, strumienie i stawy. Jest powodowana przez erozję gleby, zrzut ścieków, spływy z obszarów miejskich, zwierzęta mułozerne, takie jak karp, które poruszają osady dennego oraz wzrost glonów. Półilościowo mętność wody można oznaczyć za pomocą badania przezroczystości, czyli cechy, która jest odwrotnością mętności. Przezroczystość wód powierzchniowych zależy od ilości oraz stopnia rozdrobnienia (dyspersji) zawieszonych substancji nieorganicznych i organicznych, a także od ilości organizmów (glonów i planktonu). Przezroczystość oznaczana jest za pomocą krążka Secchiego – skonstruowany w 1865 r. przez włoskiego astronoma ks. Pietro Angelo Secchiego. Przyrząd ten składa się z krążka o średnicy 20-30 cm, którego każda z ćwiartek pomalowana jest przemienne na białą i czarną. Tak pomalowany krążek montowany jest na sznurku z podziałką, dzięki której odczytuje się głębokość wody, na jakiej krążek staje się niewidoczny. Oznaczenie należy powtórzyć kilkakrotnie i obliczyć średni wynik zanurzenia. Z uwagi na fakt, iż przezroczystość jest cechą odwrotną do mętności, istnieje możliwość przybliżonego przeliczenia przezroczystości na mętność.

$$\text{Przezroczystość [cm]} = 244,13 \times (\text{mętność w NTU}) - 0,662$$

Wzór jest prawdziwy w zakresie NTU od 5 do 240. Za pomocą krążka Secchiego i tuby nie ma możliwości wyznaczenia mętności poniżej 5NTU.

Doświadczenie: Badanie efektu Tyndalla

Zawieszone w wodzie komórki glonów i inne duże obiekty tworzą roztwór koloidalny. Wiązka światła przechodząc przez ten roztwór ulega rozproszeniu, jeżeli długość fali padającego światła jest większa od wymiarów cząstki. Światło rozproszone można bardzo łatwo zaobserwować w świetle bocznym prostopadłym do promieniowania padającego, a intensywność światła rozproszonego zależy od stężenia roztworu koloidalnego oraz od różnicy współczynników załamania światła fazy rozproszonej i rozpraszającej – efekt taki jako pierwszy zaobserwował w XIX wieku irlandzki badacz John Tyndall, stąd owe zjawisko nazywano efektem Tyndalla. W celu zaobserwowania efektu Tyndalla należy, kilka szklanek lub innych przezroczystych pojemników napęlić wodą z kranu, wodą wymieszaną z mąką ziemniaczaną a także wodą z kałuży, z jeziora itd. Następnie bierzemy i przepuszczamy przez badane pojemniki światło i obserwujemy efekt. Należy starać się znaleźć zależność pomiędzy czystością wody a intensywnością światła rozproszonego.

Doświadczenie: Badamy filtratory (małże) i działanie syfonów

Na dno naczynia o pojemności ok. 1 litra wsypujemy piasek rzeczny na grubość 4 – 5 cm, aby zwierzę mogło się zagłębić. Wkładamy doń naszego małża i po krótkim czasie, gdy się otworzy zaczynając filtrować, podajemy za pomocą strzykawki do syfonu okrążonego rzęskami niewielką ilość mleka. Obserwujemy, co się stanie.





Nasze środowisko jest zdominowane przez bakterie, występują praktycznie wszędzie w olbrzymiej ilości. Są niewidoczne gołym okiem. Wiele z nich jest chorobotwórczych dlatego tak ważne jest przestrzeganie zasad higieny. Miejsca takie jak kosz na śmieci, łazienka itp. są dla nich prawdziwym rajem.

Doświadczenie. Oznaczanie ilości bakterii w glebie.

Przyrządy i materiały:

szalki petriego – kilka sztuk,
6 (lub wielokrotność) próbówek,
bulion wołowy,
żelatyna lub agar,
woda destylowana -autoklawowana,
lejek, bibuła filtracyjna lub filtry do kawy,
próbki gleby z lasu olszowego, grądy, boru,

Zbieramy próbki gleby z różnych środowisk, oczywiście możemy również zebrać próbki wody. Po przyjeździe do laboratorium odważamy 1 gram ziemi. Jednak ze względu na to że 1 g ziemi, jest zbyt dużą ilością aby móc policzyć bakterie. Praktyczne wykonanie setnych części grama jest co prawda wykonalne ale praktycznie trudne do wykonania. Dlatego przygotowujemy szereg rozcieńczeń. W tym celu ustawiamy w statywie 6 próbówek, z których każda zawiera 9 ml destylowanej wody (najlepiej autoklawowanej lub przynajmniej przegotowanej). Do pierwszej próbówki wsypujemy 1 g zebranej ziemi. Następnie delikatnie mieszamy a w następnym kroku pobieramy 1 ml i przenosimy do następnej próbówki. Mieszamy i znów pobieramy 1 ml i przenosimy do następnej próbówki. Czynność tę powtarzamy tak do ostatniej próbówki. Wykonanie takiego szeregu rozcieńczeń skutkuje że w ostatniej próbówce mamy już rozcieńczenie 1:1000000. Najprostszym sposobem przygotowania pożywki jest wykorzystanie zwykłego bulionu z dodatkiem żelatyny lub agaru. Ważne jest aby bulion był na gorąco poprzedzony przez bibułę, a po dodaniu żelatyny lub agaru, rozlać cienką warstwę do szalek petriego. Gdy już mamy przygotowaną pożywkę i szereg rozcieńczeń, pobieramy 1 ml z ostatniej próbówki i wylewamy na pożywkę, następnie tak obracamy szalką, aby kropla rozlała się po całej powierzchni pożywki. Następnie szalkę wkładamy w ciepłe miejsce i po ok 12 godzinach możemy liczyć nasze bakterie. Naturalnie bakterie są zbyt małe, aby móc je zaobserwować. Jednak po 12 godzinach z każdej bakterii pojawia się kolonia, która na pożywce ma średnicę jednego bądź kilku milimetrów. Bakterie są organizmami jednokomórkowymi, pozbawionymi jądra komórkowego. Bakterie należą do najmniejszych organizmów występujących na Ziemi, ich wielkość waha się w granicach od 1 do kilku mikrometrów. Komórki bakteryjne mogą mieć kształt kulisty, pałeczkowaty lub spiralny. Bakterie są wszechobecne, choć niewidoczne to spełniają wiele ważnych funkcji uczestnicząc w obiegu pierwiastków biogenych. Mają również bardzo duże znaczenie w wiązaniu azotu przez rośliny motylkowate. Generalnie liczba bakterii w glebie nie jest jednakowa wszędzie. Bakterie zazwyczaj gromadzą się w miejscach gdzie występuje nagromadzenie materii organicznej. Średnia liczba bakterii waha się od 200 do powyżej 1500kg/ha. Bakterie w glebie są odpowiedzialne za wiele procesów: rozkład materii organicznej (bakterie tlenowe i beztlenowe) dokonują recyklingu składników odżywczych, oraz biorą udział w reakcjach utleniania i redukcji.

Eutrofizacja

Eutrofizacja to wzrost żyzności wód, spowodowany stopniowym wzbogacaniem zbiornika wodnego w biogeny. Głównymi źródłami tych składników są ścieki i nawozy oraz przemysł, duży udział mają również spływy powierzchniowe. Eutrofizacja prowadzi do zachwiania równowagi ekologicznej, bujnego wzrostu danej roślinności wodnej oraz zbyt intensywnej aktywności drobnoustrojów zużywających duże ilości tlenu. Skutkiem tego jest deficyt tlenowy i zahamowanie rozkładu tlenowego materii organicznej (stopniowe zapełnianie zbiorników rozkładającą się substancją organiczną), wyniszczenie wielu najwrażliwszych tlenowych organizmów, w tym najwartościowszych ryb. Bardzo wyraźne zagrożenie dla życia organizmów tlenowych, a także dla jakości wody, stanowią tzw. zakwity, które wywołane są gwałtownym rozwojem populacji glonów i sinic. Glony w późniejszym okresie wydzielają substancje toksyczne, których ilość wzrasta wraz ze zwiększeniem się liczby glonów, stając się groźnymi dla zwierząt. Glony obumierając, wydzielają do środowiska inne substancje aktywne biologicznie (olejki eteryczne), nadające wodzie nieprzyjemny zapach i smak.

Doświadczenie: Badanie wpływu zanieczyszczeń na rozwój rzęsy

W kilku małych słoikach przygotowujemy roztwór detergentów, po czym do każdego wkładamy tyle samo członów rzęsy. Już po kilku dniach można zaobserwować, że w wyżej stężonych roztworach rzęsy rozwijają się szybciej za sprawą azotanów i fosforanów. We wnioskach należy zanotować, w których warunkach następuje najszybszy wzrost. Po kilkunastodniowej hodowli, należy porównać jej zapach.

