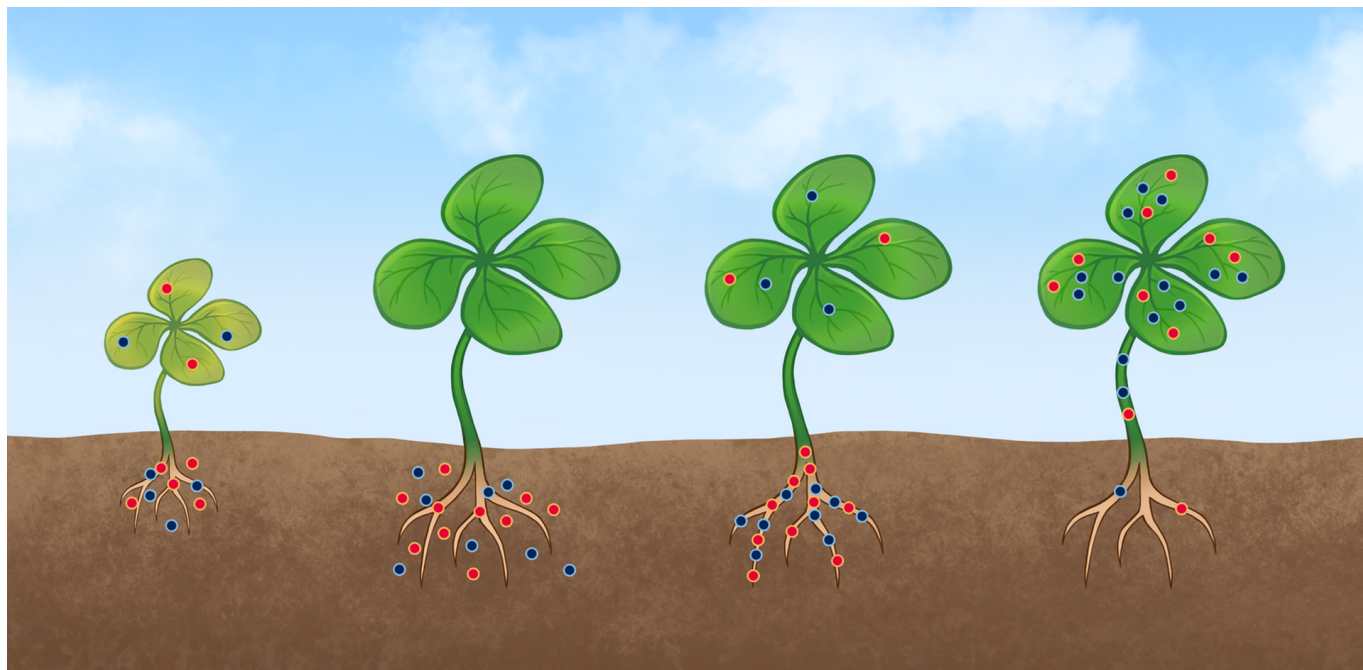




Biotechnologia w ochronie środowiska

W materiale przedstawiono zastosowanie wybranych metod biotechnologicznych w ochronie środowiska, w tym produkcję biopaliw, biogazu oraz wykorzystania biotechnologii w bioremediacji. Materiał zawiera:

1. Starter, w którym znajduje się rysunek przedstawiający w jaki sposób gatunki tolerujące zanieczyszczenia w glebie mogą gromadzić w różnych tkankach potencjalnie trujące metale, odwołanie do wcześniejszej wiedzy ucznia związanej z tematem zasobu oraz cele sformułowane w języku ucznia
2. Rozdział: Usuwanie skażeń gleb i wód, który zawiera schemat przedstawiający mechanizm oczyszczania wód gruntowych z ropy naftowej za pomocą mikroorganizmów, tabelę porównującą tempo bioremediacji gleby skażonej węglowodorami z uwzględnieniem ilości zneutralizowanych zanieczyszczeń oraz czasu trwania tego procesu, polecenie oraz ciekawostkę z rysunkiem
3. Rozdział: Biologiczne oczyszczalnie ścieków, który zawiera rysunek przydomowej oczyszczalni ścieków, ćwiczenie oraz ciekawostkę
4. Rozdział: Biogaz, który zawiera rysunek nt. wykorzystania fermentacji metanowej do produkcji biogazu, rysunek przedstawiający zasadę biogazowania, polecenie i dwie ciekawostki
5. Rozdział: Biopaliwa, który zawiera tabelę z wykazem źródeł paliw płynnych i ich zastosowania, rysunek przedstawiający wykorzystanie biopaliwa, ćwiczenie i ciekawostkę ze zdjęciem zmodyfikowanych genetycznie sinic

6.Rozdział: Biosensory, który zawiera rysunek przedstawiający zasadę działania biosensora

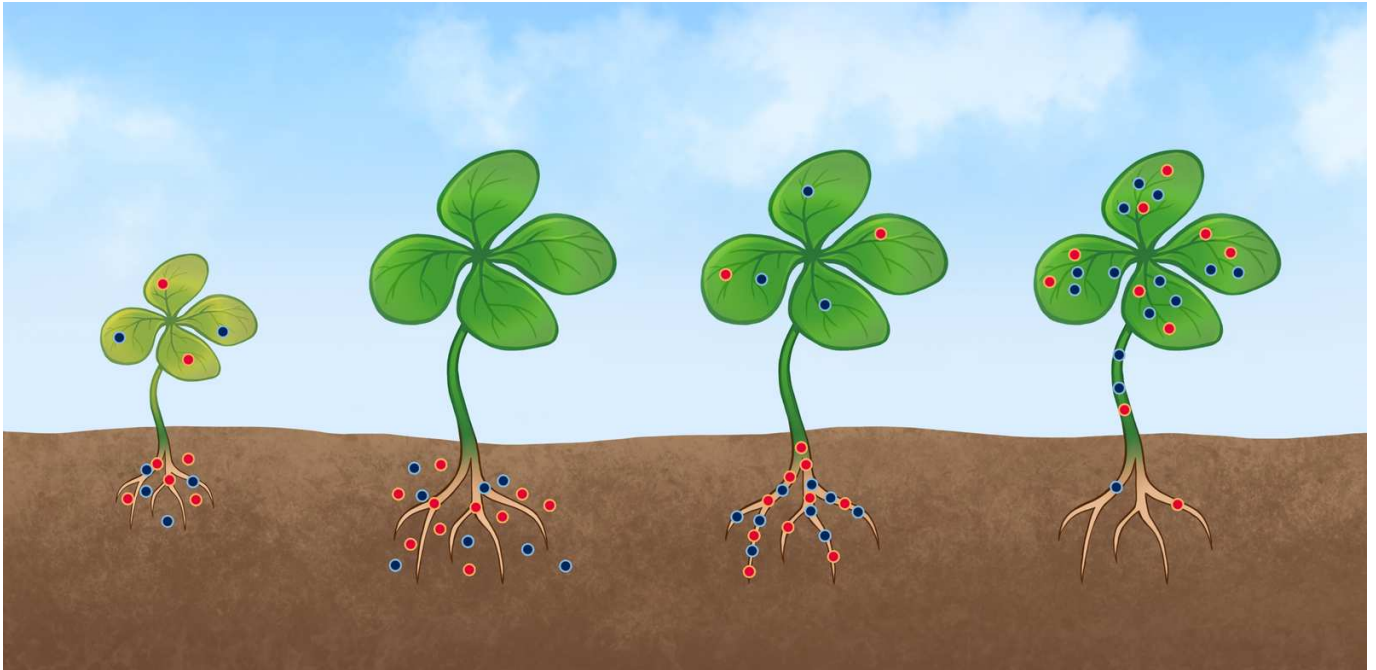
7.Podsumowanie zawierające polecenie i ćwiczenie

8.Słownik zawierający wyjaśnienia terminów: aerotaksja, biogaz, biopaliwo, bioremediacja, biosensor, fermentacja metanowa, fluorescencja, garbarnia, humus (próchnica), koagulacja, osad czynny, wapniowanie

9.Zestaw 8 ćwiczeń interaktywnych

Biotechnologia w ochronie środowiska

Nowoczesna biotechnologia wykorzystuje mikroorganizmy, a także niektóre grzyby, protisty i rośliny do usuwania zanieczyszczeń środowiska i opracowywania optymalnych rozwiązań technologicznych, dzięki czemu produkcja przemysłowa jest tańsza i mniej obciążająca dla środowiska. Przyszłość mają także biopaliwa, choć ich pozyskiwanie budzi kontrowersje.



Gatunki tolerujące zanieczyszczenia w glebie mogą gromadzić w różnych tkankach potencjalnie trujące metale, np. nikiel, kobalt, cynk, chrom, molibden, kadm, arsen i selen.

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

Aby zrozumieć poruszane w tym materiale zagadnienia, przypomnij sobie:

- jaki wpływ na środowisko (pozytywny czy negatywny) ma przemysł,
- w jakich gałęziach można wykorzystywać procesy prowadzone przez mikroorganizmy.

Twoje cele

- Uzasadnisz stosowanie mikroorganizmów w utylizacji zanieczyszczeń gleby i wody.
- Opiszysz proces biologicznego oczyszczania ścieków.
- Przedstawisz korzyści wynikające z produkcji biogazu.
- Scharakteryzujesz wady i zalety produkcji i zastosowania biopaliw.
- Wyjaśnisz, jak działają biosensory.

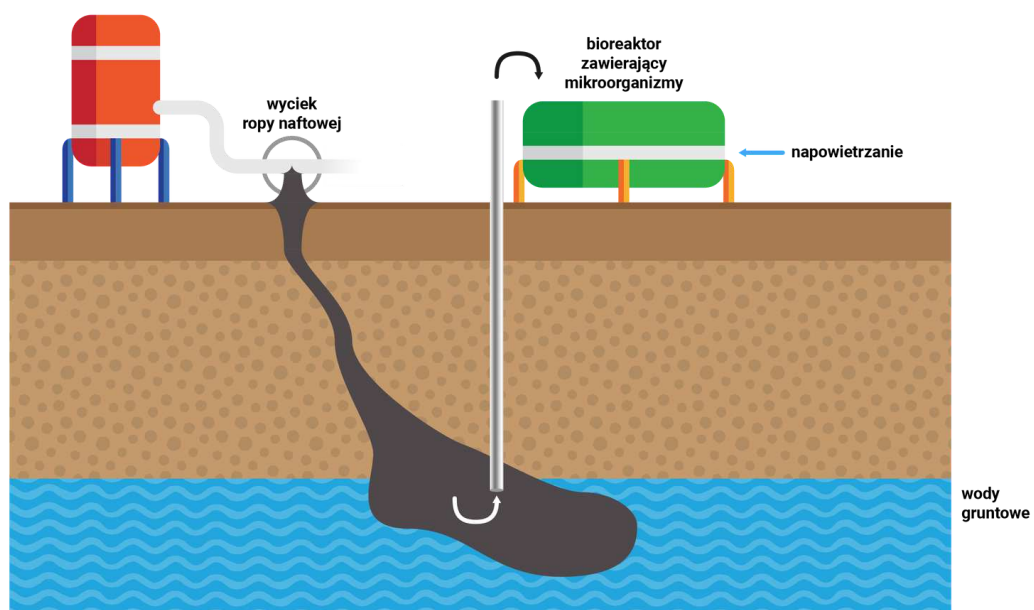
1. Usuwanie skażeń gleb i wód

Skażenia gleby i wód ropą naftową oraz jej pochodnymi stanowią coraz poważniejszy problem. Pojawiają się w związku z eksploatacją złóż, w otoczeniu zakładów przemysłowych, stacji benzynowych i szlaków transportowych. Obserwuje się je także w pobliżu składowisk odpadów. Woda, spływając z tych miejsc, przenosi produkty naftowe do gleby i cieków wodnych. Stąd szkodliwe substancje pobierane są przez rośliny i wędrują wzdłuż łańcucha pokarmowego. Zanieczyszczenia kumulują się w tkankach i zagrażają zwłaszcza organizmom będącym na szczycie piramid pokarmowych (ptakom drapieżnym, większym ssakom, a także ludziom). W glebie węglowodory łączą się z **humusem** (próchnicą), dlatego długo pozostają w jej powierzchniowej warstwie. Otaczają grudki gleby, zmieniając jej strukturę i pozbawiając żyjące w niej organizmy dostępu do wody, tlenu i pierwiastków. Prowadzi to do **zaniku życia biologicznego** na skażonych obszarach.

Obecność substancji ropopochodnych w wodzie zauważalna jest już przy niskich stężeniach. Zanieczyszczenie produktami naftowymi powoduje tworzenie powierzchniowych warstw, które odcinają dopływ tlenu oraz światła, co znacząco hamuje zachodzące w wodzie procesy biologiczne.

Istnieje wiele metod oczyszczania wód z produktów naftowych. Zaliczamy do nich procesy mechaniczne (np. filtrację), fizykochemiczne (np. sorpcję), chemiczne (np. koagulację) i biologiczne (z wykorzystaniem mikroorganizmów).

To właśnie m.in. **koagulacja** znalazła szerokie zastosowanie w oczyszczaniu wód i ścieków zanieczyszczonych produktami ropy naftowej. Wspomagająco wykorzystuje się tak zwane adsorbenty porowate, czyli węgle aktywne pochodzące z torfu, węgla brunatnego i kamiennego oraz drewna. Skuteczność koagulacji połączonej z adsorpcją potwierdziły m.in. badania naukowe przeprowadzone przez badaczy z Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Rzeszowskiej.



Schemat przedstawiający mechanizm oczyszczania wód gruntowych z ropy naftowej za pomocą mikroorganizmów. Zanieczyszczone wody są wypompowywane i poddawane oczyszczaniu w bioreaktorze zawierającym mikroorganizmy, w którym panują optymalne warunki do ich funkcjonowania (tzn. odpowiednio dobrane pożywki, poziom natlenienia, odczyn pH oraz temperatura). Bioremediacja stosowana jest na terenach narażonych na działanie wyniszczających czynników, m.in. w okolicach fabryk, wysypisk śmieci oraz oczyszczalni ścieków.

Źródło: Dariusz Adryan, Anna Sypytkowska, licencja: CC BY 3.0.

Ważne!

Wylanie niecałego litra oleju silnikowego (1 kg) do środowiska powoduje, że 5 mln litrów wody nie nadaje się do picia.

Wybrane mikroorganizmy glebowe, takie jak *Pseudomonas* i niektóre inne bakterie, drożdże i grzyby pleśniowe mają naturalną zdolność wykorzystywania substancji ropopochodnych jako źródła pokarmu i energii. Przekształcają one zanieczyszczenia w nietoksyczne związki, np. dwutlenek węgla i wodę. Technologia usuwania zanieczyszczeń z wykorzystaniem organizmów nosi nazwę **bioremediacji**. Jej efektywność zależy od tempa metabolizmu oraz środowiska życia wykorzystywanych w niej organizmów (np. wilgotności, temperatury, pH podłoża). Można ją prowadzić dwiema metodami: bezpośrednio w środowisku, zaszczepiając glebę odpowiednimi bakteriami, lub w kontrolowanych warunkach, w których biologicznie oczyszcza się zdjętą wcześniej warstwę gleby. Druga z metod jest szybsza.

Porównanie tempa bioremediacji gleby skażonej węglowodorami z uwzględnieniem ilości zneutralizowanych zanieczyszczeń oraz czasu trwania tego procesu.

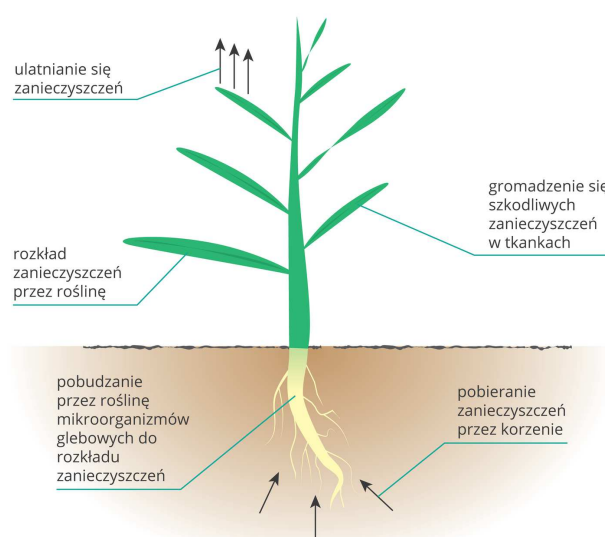
Pochodzenie i charakter skażenia	Początkowe stężenie węglowodorów (mg/kg)	Końcowe stężenie węglowodorów (mg/kg)	Ilość zneutralizowanych skażeń (%)	Czas trwania procesu (miesiące)
Stacja przeładunku paliw	51 000	680	99	25
Teren po skażeniu gleby olejem transformatorowym	1400	680	51	10
Ziemia zawierająca osady i pozostałości porafineryjne	24 000	6650	72	6
Ziemia wybrana ze stacji paliw w Skawinie	8100	1200	85	1

Do biologicznego oczyszczania gleby wykorzystuje się też rośliny naczyniowe, np. gorczycę sarepską, mającą zdolność gromadzenia ołowiu oraz tobołki polne, akumulujące cynk i nikiel. Metodami inżynierii genetycznej do genomów roślin wprowadza się bakteryjne geny odpowiedzialne za wychwytywanie poszczególnych toksycznych pierwiastków. Umożliwia to wytwarzanie roślin przeznaczonych do wysiewu na skażonych glebach, specjalizujących się w gromadzeniu konkretnych pierwiastków. Naukowcy z Uniwersytetu w Georgii zmodyfikowali w ten sposób rzodkiewnik (*Arabidopsis thaliana*), wprowadzając do niego dwa geny pochodzące z bakterii *E. coli*. Dzięki temu roślina ta może kumulować w liściach 10–16 razy więcej arsenu niż rośliny niepoddane zmianom.

Polecenie 1

Dowiedz się, gdzie w twojej okolicy można utylizować zużyty olej silnikowy.

Ciekawostka



Drogi, którymi rośliny usuwają zanieczyszczenia z gleby.

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY-SA 3.0.

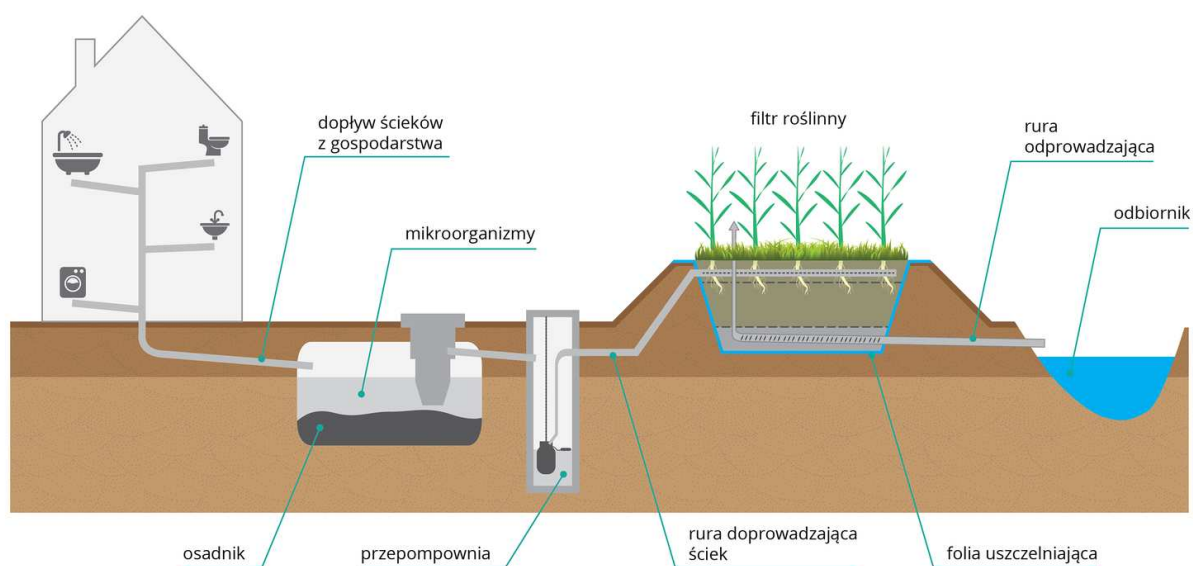
Minimalna liczba mikroorganizmów niezbędna do efektywnego pozbycia się zanieczyszczeń produktami ropopochodnymi wynosi 100 tysięcy komórek bakterii na 1 g gruntu. W skażonych glebach liczba komórek bakterii może się zwiększyć nawet 1000 razy.

2. Biologiczne oczyszczalnie ścieków

Ścieki komunalne i przemysłowe zawierają: odpadowe ciała stałe, ciecze oraz liczne mikroorganizmy. Wszystkie zawierają trujące i szkodliwe związki chemiczne. Dlatego zanim trafią do rzek i innych zbiorników wodnych, muszą zostać oczyszczone. Najprostszym sposobem jest oczyszczanie mechaniczne. Polega ono na filtrowaniu i **sedymencie** osadów, czyli na stworzeniu warunków, w których cząstki stałe gromadzą się na filtrach lub dnie zbiornika. Ilość zanieczyszczeń przy takiej technologii nie zmienia się, zostają one jedynie oddzielone od wody.

Rozkład szkodliwych substancji może się odbywać z użyciem związków **chemicznych** (chemiczne oczyszczalnie ścieków) lub **organizmów** (oczyszczalnie biologiczne). Oczyszczalnie biologiczne oprócz procesów fizycznych, takich jak sedymentacja, wykorzystują mikroorganizmy, które za pomocą enzymów wydzielanych do środowiska rozkładają materię organiczną. Proces oczyszczania ścieków zachodzi w warunkach tlenowych lub beztlenowych, jednak w obecności tlenu jest szybszy. Mikroorganizmy stosowane w oczyszczalniach mogą tworzyć **osad czynny**, czyli występować w postaci zawiesiny przypominającej kłaczkę, lub pokrywać specjalnie przygotowane płaskie powierzchnie w zbiornikach. Bakterie tlenowe częściowo zużywają produkty rozkładu zanieczyszczeń do własnych procesów życiowych, resztę zaś utleniają.

Metoda oczyszczania ścieków za pomocą mikroorganizmów wykorzystywana jest również w przydomowych oczyszczalniach ścieków. Oczyszczalnie te pozwalają nie tylko gromadzić domowe ścieki, ale również je oczyszczać. Dzięki wpuszczanym do zbiornika oczyszczalni bakteriom szkodliwe substancje przetwarzane są na nieszkodliwe związki mineralne. Na skutek efektywnej pracy oczyszczalni ścieki zostają oczyszczone do wody, która może być następnie wykorzystywana np. do podlewania ogródka, napełniania basenów, a także oczek wodnych. System ten jest zdecydowanie bardziej proekologiczny niż tradycyjne szambo, a także dużo tańszy w eksploatacji.



Ćwiczenie 1

Opisz, jaki wpływ na przydomowe biologiczne oczyszczalnie ścieków mają środki czystości:

- zawierające substancje bakteriobójcze,
- posiadające niskie lub wysokie pH.

Na tej podstawie sformułuj zalecenia dla mieszkańców korzystających z oczyszczalni biologicznych.

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

Ciekawostka

Osady z oczyszczalni ścieków mogą zawierać cenne surowce, które po odzyskaniu ponownie trafiają do przemysłu. Należą do nich np. chrom używany w [garbarniach](#) i złoto coraz częściej stosowane do budowy precyzyjnych urządzeń elektrycznych. W jednej z japońskich oczyszczalni z 1 t osadu po spaleniu otrzymuje się ok. 2 kg złota.

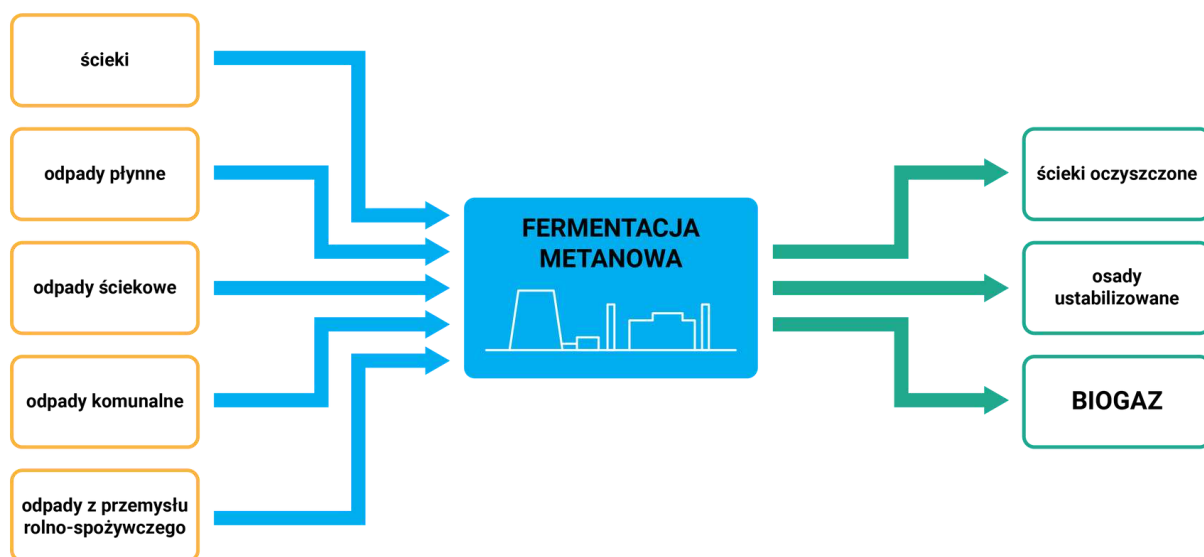
3. Biogaz

Niektóre mikroorganizmy rozkładają wielkocząsteczkowe substancje organiczne (białka, tłuszcze, węglowodany) w warunkach beztlenowych w procesie zwanym [fermentacją metanową](#). Jej produkty to metan, dwutlenek węgla oraz inne związki. Bakterie metanogenne (metanogeny) są bardzo rozpowszechnione w przyrodzie. Występują głównie w osadach dennych rzek, jezior, mórz, oceanów, w gorących źródłach, w szczelinach wulkanów, ściekach, torfie oraz w układzie pokarmowym niektórych zwierząt. Uwalniają do atmosfery ogromne ilości gazu cieplarnianego – metanu.

Ciekawostka

Na terenach bagiennych pojawiają się czasem błędne ognie – małe, przemieszczające się płomyki, w wierzeniach ludowych wiązane ze światem duchów. Są one efektem samozapłonu metanu wydzielanego podczas beztlenowego rozkładu szczątków organicznych.

Metan ma dużą wartość opałową, dlatego wykorzystywany jest do produkcji energii cieplnej, elektrycznej oraz napędzania pojazdów. Można pozyskiwać go ze ścieków, odpadów organicznych składowanych na wysypiskach, nawozu biologicznego i biomasy. Największy udział w wykorzystaniu substratów do produkcji **biogazu** w latach 2011–2019 miały: gnojowica (27%), wywar gorzelniany (21%) oraz pozostałości z przetwórstwa owoców i warzyw (21%). Dyrektywa Parlamentu Europejskiego z roku 2018 w sprawie promowania i stosowania energii ze źródeł odnawialnych stanowi, że 32% energii produkowanej w UE w 2030 r. ma pochodzić z odnawialnych źródeł energii. Agencja Rynku Energii podała, że produkcja energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii w Polsce w styczniu 2021 r. stanowiła ok. 13,8 proc. energii, choć cel wynosił 15%. Przed nami więc kolejne wyzwanie, aby ograniczyć zanieczyszczenie naszej planety. Wymaga to budowy kolejnych instalacji do pozyskiwania i uszlachetniania biogazu, a także rozbudowywania innych form, jak panele słoneczne czy farmy wiatrowe.



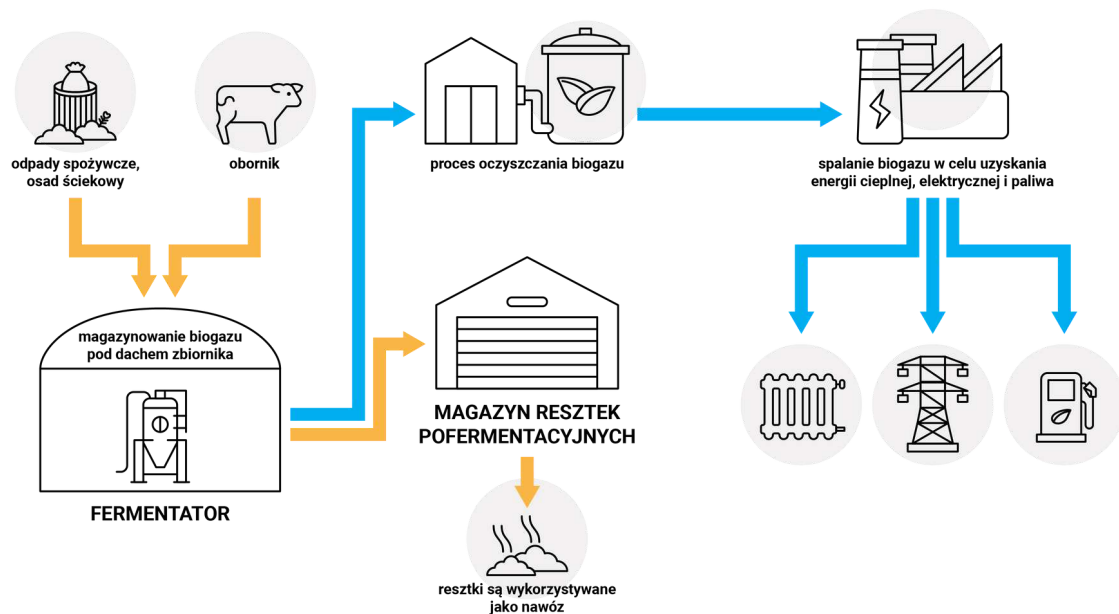
Znaczenie fermentacji metanowej.

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 2

Oceń korzyści środowiskowe i gospodarcze wynikające z przetwarzania odpadów w procesie fermentacji metanowej.

Biogazownie służą do produkcji gazów opałowych z odpadów biologicznych. W skład instalacji wchodzi zbiornik wstępny (tu biomasa oddzielana jest od składników nienadających się do przetworzenia) oraz komora fermentacyjna. Zbiornik posiada mieszadła oraz specjalny dach, w którym zbierany jest produkowany gaz. Komorę fermentacyjną wypełnia się biomasą i zaszczenia odpowiednimi bakteriami. Muszą w niej panować właściwe warunki dla danego rodzaju bakterii, a przebieg procesu powinien być stale monitorowany. Pozostałości pofermentacyjne są składowane, a następnie, po **wapnowaniu**, używane jako nawóz. Biogaz składa się z metanu (40–80%), dwutlenku węgla (20–55%), siarkowodoru i niewielkiej ilości innych gazów. Wartość energetyczną ma metan, dlatego przed zastosowaniem biogaz musi być oczyszczony z innych składników, a zawartość węglowodoru powinna sięgać ok. 90%. Gaz o takim składzie może zasilić instalacje gazu ziemnego lub zostać wykorzystany do produkcji energii elektrycznej.



Biogazownia.

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Ciekawostka

Emisja metanu pochodząca z hodowli przeżuwaczy wynosi ok. 18% całkowitych emisji antropogenicznych gazów cieplarnianych.

4. Biopaliwa

Biopaliwa to substancje otrzymywane z biomasy, należące do odnawialnych źródeł energii. Można je podzielić ze względu na stan skupienia lub pochodzenie. Pierwszy podział wyodrębnia 3 grupy biopaliw:

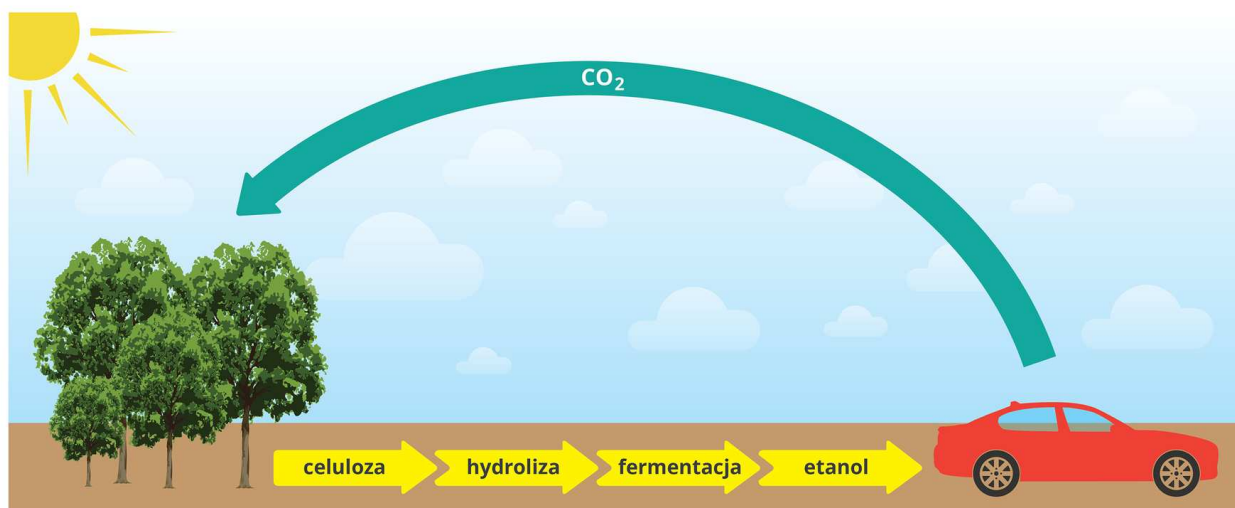
- **gazowe** – powstają w wyniku fermentacji beztlenowej odpadów rolniczych (np. obornika);
- **ciekłe** – otrzymywane są w procesie fermentacji alkoholowej;
- **stałe** – np. odpady roślinne przetworzone na opał, jak granulaty z trocin, brykiet ze słomy.

Produkcja biopaliw daje szansę na uniezależnienie się od paliw kopalnych. Ponadto uprawy roślin przeznaczonych na opał lub surowiec do jego produkcji pochłaniają dwutlenek węgla z atmosfery.

Niestety, wykorzystywanie roślin ma również złe strony. Wymaga na przykład przeznaczenia na produkcję biomasy terenów, na których można by wytwarzać żywność. Może też dawać impuls do wycięcia drzew (wylesiania), w celu przerobienia ich na np. etanol. Dodatkowo istnieją obawy, że wpłynie niekorzystnie na różnorodność biologiczną, ponieważ ogromne obszary będą obsadzone roślinami energetycznymi, co wyeliminuje inne gatunki. Spalanie niektórych biopaliw powoduje emisję substancji szkodliwych, np. tlenków azotu, choć nie zanieczyszcza atmosfery związkami siarki. Stosowanie tego typu opału w motoryzacji wiąże się z koniecznością zmian w konstrukcji silników, w których obecnie przy niskich temperaturach pojawiają się wady eksploatacyjne. Kolejną barierę stanowią koszty wytworzenia, które ok. 2–3 razy przewyższają koszty produkcji paliw tradycyjnych.

Źródła biopaliw płynnych i możliwości ich zastosowania

Nazwa paliwa	Źródło	Wykorzystanie
Bioetanol	zboża, ziemniaki, buraki cukrowe, słoma, siano, wióry, trociny	substytut i/lub dodatek do benzyny
Biodiesel	rzepak, słonecznik	substytut i/lub dodatek do oleju napędowego



Etanol – paliwo odnawialne.

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY-SA 3.0.

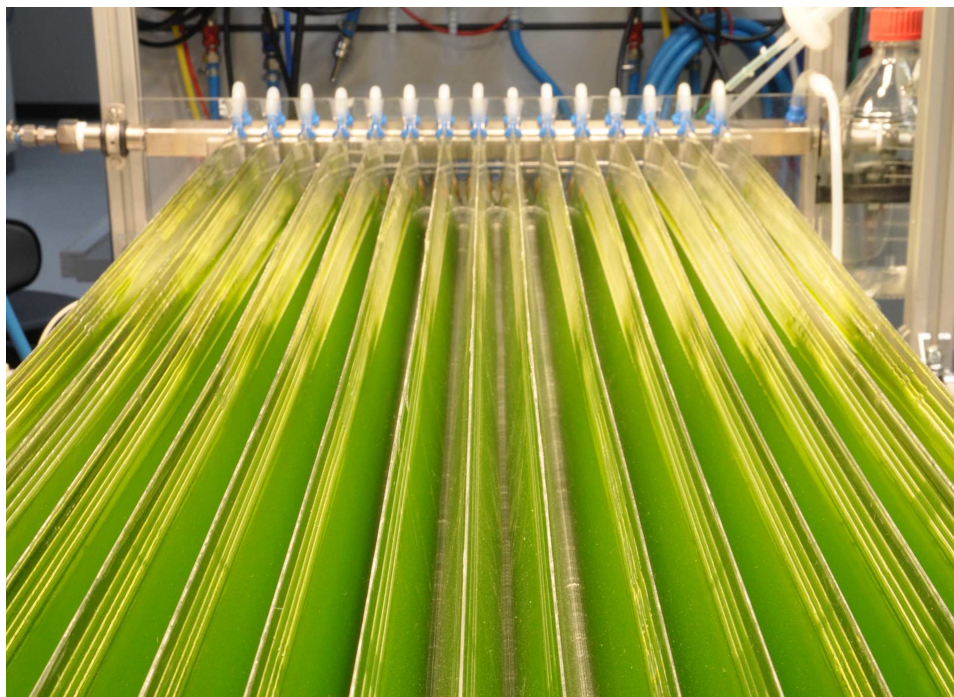
Obecnie prowadzone są badania nad zastosowaniem organizmów modyfikowanych genetycznie w produkcji biopaliw. Celem doświadczeń jest zwiększenie wydajności produkcji biopaliwa i poprawa jego cech przemysłowych.

Ciekawostka

Bioetanol jest paliwem alternatywnym. Szukając taniego źródła tej substancji, przeniesiono geny odpowiedzialne za prowadzenie fermentacji alkoholowej z komórek drożdży do komórek pospolitych bakterii *E. coli* oraz sinic. Te ostatnie potrafią wytworzyć 2,5 g tej substancji na 1 l pożywki. Etanol można też uzyskać z celulozy poddawanej fermentacji.

„Badania dowodzą, że sinice w kontrolowanych warunkach łatwo ulegają fermentacji, co daje duże możliwości związane z wykorzystaniem poszczególnych ich gatunków jako substratu do pozyskiwania zielonej energii. Dzięki możliwościom przeprowadzania fotosyntezy mogą przekształcać do 10% energii słońca na biomasę, w porównaniu z 1% u kukurydzy i trzciny cukrowej czy 5% u innych mikroglonów.”

Źródło: Kinga Dobosz, Julia Tuszer-Kunc, Dagmara Kulasa, Sylwia Śliwińska-Wilczewska, „Wykorzystanie sinic w hodowlach masowych”, KOSMOS, Tom 67 2018, Numer 4 (321), Strony 833–840



Zmodyfikowane genetycznie sinice wytwarzają etanol jako produkt uboczny fotosyntezy.

Źródło: Emilia Hackla (<http://commons.wikimedia.org>), licencja: CC BY-SA 4.0.

Ćwiczenie 2

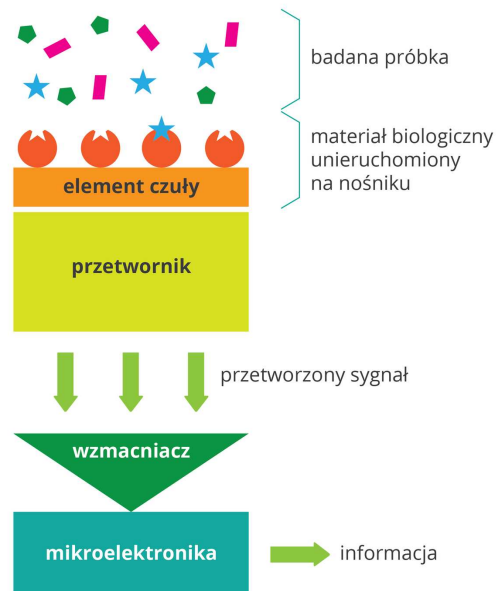
W USA na cele fermentacyjne uprawia się kukurydzę i buraki cukrowe, w Brazylii – trzinę cukrową. W Europie z kolei są to buraki cukrowe i zboża, a w Azji trzcina cukrowa i maniok. Podaj najbardziej prawdopodobną przyczynę różnego wykorzystania roślin na różnych kontynentach.

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

5. Biosensory

Monitorowanie skażenia środowiska wymaga użycia **czujników**, które będą skutecznie działały w wielu miejscach, często słabo dostępnych, zatem ich koszt nie może być wysoki. Wychodząc naprzeciw tym potrzebom biotechnologii opracowali tani i czuły sprzęt – czujniki biologiczne, czyli **biosensory**. Ich zasadniczą część stanowi element czuły (receptorowy), który składa się np. z mikroorganizmów, enzymów lub fragmentów DNA. Detektorem zanieczyszczeń jest więc warstwa biologiczna, która odpowiada za rozpoznanie danego czynnika (np. stężenia konkretnej substancji), w trakcie którego wytworzony zostaje

sygnał chemiczny lub fizykochemiczny. Część niebiologiczna to przetwornik, który przekształca sygnał biologiczny w sygnał elektryczny oraz umożliwia jego rejestrację i pomiar natężenia. Zaletą takiego rozwiązania jest duża stabilność oraz szeroki zakres działania ze względu na ogromną różnorodność możliwych do zastosowania mikroorganizmów. Pozwalają one na ocenę czystości wody, detekcję toksycznych gazów czy wykrywanie jonów metali ciężkich oraz zawartości alkanów, surfaktantów i hormonów.



Zasada działania biosensora.

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Detektorami mogą być np. bakterie wykazujące dodatnią **aerotaksję**, czyli ruch w kierunku miejsc o wysokiej zawartości tlenu. Cechuje je duża wrażliwość na metale ciężkie (np. miedź, ołów, rtęć), które obniżają ich zdolność do przemieszczania się. Bakterie te w skażonym środowisku są mniej ruchliwe, co można mierzyć i na tej podstawie oceniać stopień zanieczyszczenia zarówno wody, jak i gleby.

Do oceny skażeń wykorzystywane są również zmodyfikowane genetycznie mikroorganizmy, które mają zdolność **fluorescencji**. Takie bakterie w kontakcie z toksyną emitują światło o niższym natężeniu. Przetwornik zamienia tę informację na łatwo mierzalny sygnał cyfrowy.

Podsumowanie

- Mikroorganizmy glebowe oraz rośliny naczyniowe mogą być wykorzystywane do usuwania zanieczyszczeń gleb i wód metalami ciężkimi i ropą naftową.
- Oczyszczanie wód i/lub ścieków z produktów naftowych odbywa się za pomocą procesów mechanicznych, fizykochemicznych, chemicznych oraz biologicznych.
- W biogazowniach zachodzi utylizacja biomasy i produkcja metanu.

- W produkcji biogazu uczestniczą bakterie beztlenowe.
- Biopaliwa wytwarzane są z odnawialnych zasobów przyrody i mogą ograniczać przyrost efektu cieplarnianego.
- Produkcja biopaliwa wiąże się z: wykorzystywaniem terenów, na których można by wytwarzać żywność, wylesianiem, ograniczeniem bioróżnorodności, emisją szkodliwych substancji, koniecznością zmian w budowie silników oraz wysokimi kosztami.
- Biosensory to urządzenia pomiarowe, które wykrywają m.in. skażenia dzięki czujnikom biologicznym takim jak mikroorganizmy, kwasy nukleinowe i enzymy.

Praca domowa

Ćwiczenie 1

Wyjaśnij, jaką rolę odgrywa biotechnologia w oczyszczaniu gleb i wód.

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

Polecenie 1

Wyszukaj w dostępnych źródłach przykłady substancji (innych niż wymienione w lekcji), z których może być produkowane biopaliwo. Jakie cechy powinny posiadać te substancje?

Słownik

aerotaksja

ruch mikroorganizmów skierowany w stronę wyższego (aerotaksja dodatnia) lub w stronę niższego (aerotaksja ujemna) stężenia tlenu w środowisku

biogaz

produkt powstały w trakcie rozkładu substancji organicznych w warunkach beztlenowych

biopaliwo

paliwo powstałe z przetworzonych produktów, pochodzących z żywych organizmów

bioremediacja

technologia usuwania niektórych zanieczyszczeń z gleby i wód podziemnych za pomocą żywych organizmów

biosensor

czujnik biologiczny złożony z detektora, przetwornika sygnału oraz elementu biologicznego (czujnika), którym najczęściej są: enzymy, przeciwciała, naturalne receptory, mikroorganizmy, DNA lub RNA

fermentacja metanowa

wieloetapowy proces beztlenowego rozkładu związków organicznych głównie na metan i dwutlenek węgla; proces ten jest prowadzony przez mikroorganizmy i zachodzi we wszystkich ekosystemach; wykorzystuje się go do utylizacji biomasy i produkcji biogazu

fluorescencja

zjawisko emitowania światła przez atomy lub cząsteczki chemiczne

garbarnia

zakład przemysłowy, w którym wyprawia się surowe skóry

humus (próchnica)

bezpociowa substancja organiczna o ciemnej barwie, produkt rozkładu resztek roślinnych i zwierzęcych w glebie

koagulacja

proces polegający na łączeniu się cząstek koloidowych (pojedynczych cząstek substancji rozproszonej) w większe zespoły (agregaty)

osad czynny

żywa zawiesina mikroorganizmów (bakterii heterotroficznych i pierwotniaków), zdolna do utleniania związków organicznych

wapnowanie

nawożenie gleb dużymi dawkami nawozów wapniowych mające na celu zobojętnienie nadmiernej kwasowości gleb oraz polepszenie ich właściwości fizykochemicznych

Zadania

Ćwiczenie 1



Wskaż poprawne zakończenie zdania.

Biogazownie...

- ☐ wytwarzają biogaz z odpadów naturalnych i sztucznych.
- ☐ podczas procesu wytwarzania biogazu emitują do atmosfery ogromne ilości dwutlenku węgla.
- ☐ produkują głównie amoniak.
- ☐ wykorzystują określone szczepy bakterii do produkcji biogazu.

Źródło: Zuzanna Kaźmierczak, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2



Poniżej przedstawiono konsekwencje zastosowania biopaliw. Oceń, które z nich są korzystne dla środowiska, a które nie.

Korzystne dla środowiska

Pochłanianie dwutlenku węgla z atmosfery przez uprawy roślin będących surowcem do produkcji biopaliw.

Niekorzystne dla środowiska

Emisja szkodliwych substancji podczas spalania niektórych biopaliw

Nasilenie wyřębu drzew

Niezależność od paliw kopalnych

Zmniejszenie bioróżnorodności

Źródło: Klaudia Suwała, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3



Zaznacz poprawne dokończenia zdania.

Neutralizacja skażeń wód i gleb...

- ☐ jest obecnie tak zaawansowana technologicznie, że możemy usunąć wszystkie zanieczyszczenia.
- ☐ odbywa się między innymi z wykorzystaniem roślin akumulujących metale ciężkie.
- ☐ zachodzi w pewnym stopniu w sposób naturalny, jeśli warunki środowiska odpowiadają przeprowadzającym go mikroorganizmom.
- ☐ może być prowadzona jedynie metodami biologicznymi.

Źródło: Zuzanna Kaźmierczak, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4



Oceń, czy podane stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Metan może być wykorzystany zarówno do produkcji energii elektrycznej, jak i ciepłej, a jest pozyskiwany dzięki wykorzystaniu bakterii metanogennych ze ścieków, odpadów organicznych, nawozu biologicznego i biomasy.	☐	☐
Bioremediacja polega na usuwaniu zanieczyszczeń z gleby i wód podziemnych przy pomocy specjalnie wytworzonych w tym celu środków chemicznych.	☐	☐
Metody inżynierii genetycznej mogą zostać wykorzystane w celu tworzenia roślin oczyszczających glebę z konkretnych pierwiastków.	☐	☐

Źródło: Klaudia Suwała, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5



Uzupełnij tekst, przeciągając w puste miejsca wybrane słowa.

Za pomocą biosensorów wykrywane są m.in. . Biosensory są złożone z części czułej (receptorowej) i części (przetwornika). Część czułą stanowią np. . Zastosowane elementy biologiczne muszą mieć zdolność w obecności określonego związku chemicznego. Biosensory działają wybiórczo, czyli wykrywają skażenie.

odpady

mikroorganizmy

tkanki

skażenia

reakcji

świecenia

określone

każde

niebiologicznej

Źródło: Zuzanna Kaźmierczak, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Połącz w pary nazwy rodzajów paliw i ich opisy.

Powstają w wyniku fermentacji beztlenowej odpadów rolniczych

Biopaliwa gazowe

Stanowią odpady roślinne

Biopaliwa stałe

Są otrzymywane w wyniku fermentacji alkoholowej

Biopaliwa ciekłe

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

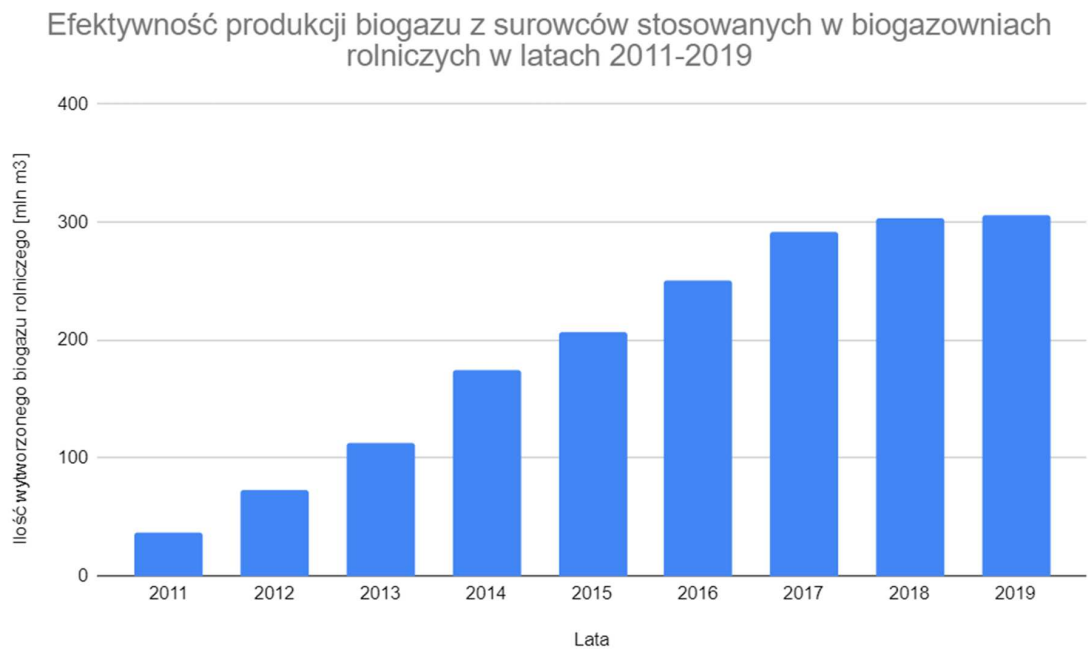
Ćwiczenie 7



Wyjaśnij, dlaczego do oczyszczania gleb i wód stosuje się bioremediację, skoro proces samooczyszczania środowiska i tak zachodzi w przyrodzie.

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

Ćwiczenie 8



Źródło: licencja: CC BY-SA 3.0.

Przeanalizuj powyższy wykres, a następnie sformułuj odpowiedni wniosek dotyczący zmian w ilości produkowanego biogazu.

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

Notatnik

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