

ARTIS MICROPIA

Antwoorden en uitleg bij Micropia-onderwijsmateriaal

vwo 5-6

Duurzaamheid

In dit document vindt u de vragen uit het Micropia-onderwijsmateriaal voor vwo 5-6 met daarbij de juiste antwoorden. Bij iedere vraag staat tevens een korte uitleg over het juiste antwoord. Dit document kunt u gebruiken bij het nakijken van de vragen en tijdens de nabespreking in de klas.

Opdracht

Zijn microben echt de toekomst? Tijdens je bezoek in Micropia ga je op zoek naar argumenten voor én tegen onderstaande stelling. Dit kan ook samen met een klasgenoot. Micropia is hierbij jouw onderzoekslaboratorium.

De stelling is:

Microben zullen in de toekomst een essentiële rol gaan spelen bij het oplossen van allerlei problemen.

Betrek in je argumentatie verschillende duurzame toepassingen. Bijvoorbeeld: voedsel- en energievoorziening, schoonmaak, waterzuivering en -veiligheid en nieuwe vormen van medicijnen.

Oplichters

Bekijk lichtgevende bacteriën met je eigen ogen en ontdek hoe deze bioluminescentie in het medisch onderzoek wordt gebruikt.

Uitleg:

Zo'n 60 jaar geleden ontdekte de bioloog Osamu Shimomura het 'Green Fluorescent Protein' (GFP), een eiwit dat oorspronkelijk voorkomt in diepzee kwalen en onder ultraviolet licht groen oplicht. GFP is tegenwoordig één van de meest gebruikte hulpmiddelen om structuren in cellen onder de microscoop in beeld te brengen. In de celbiologie is het belangrijk om cellen en microben onder de microscoop zichtbaar te kunnen maken, aangezien de meeste levensvormen transparant en vrijwel kleurloos zijn. Sinds Shimomura's ontdekking wordt GFP precies daarvoor ingezet. Wat GFP tot één van de grote sterren binnen de celbiologie heeft gemaakt, is het mogelijke gebruik als een fluorescerende marker voor eiwitten binnenin de cel. Het GFP-eiwit is zo klein dat zijn sequentie aan de sequentie van een ander eiwit kan worden geplakt, om zo een fluorescerende versie van het eiwit in kwestie te creëren. Wetenschappers kunnen zo het gedrag van het eiwit in hun natuurlijke omgeving onder de microscoop bestuderen. Dit kan bijvoorbeeld handig zijn om de groei van tumoren te onderzoeken.

Medicijnen uit de grond

Leer meer over hoe wetenschappers antibiotica maken en wat de gevolgen van onverantwoord antibioticagebruik zijn..

Uitleg:

Antibiotica komen oorspronkelijk uit de natuur waar microben antibiotica aanmaken om hun bacteriële concurrenten er onder te houden. In 1928 ontdekte de Schotse arts Alexander Fleming bij toeval een schimmel die bacteriën doodde. Dat stofje wat uitgescheiden werd door de penseelschimmel (*Penicillium chrysogenum*), noemde hij penicilline. Hiermee deden antibiotica hun intrede in de gezondheidszorg. Dankzij het gebruik van antibiotica zijn de afgelopen decennia miljoenen levens gered. Als je een antibioticakuur krijgt moet je deze altijd op de juiste manier gebruiken en afmaken. Zelfs al voel je je na een paar dagen alweer beter. Het kan namelijk zijn dat er bacteriën achterblijven en resistentie opbouwen tegen het antibioticum. Als je dan opnieuw besmet wordt door de paar bacteriën die achtergebleven zijn, dan werkt het antibioticum niet meer. Er zijn tegenwoordig echter steeds meer bacteriën resistent tegen antibiotica. Een bekend voorbeeld hiervan is de MRSA (Meticilline Resistente Staphylococcus Aureus), ook wel de ziekenhuisbacterie genoemd.

ARTIS MICROPIA

Deze bacterie is lastig te bestrijden omdat hij resistent is geworden tegen veel soorten antibiotica en kan huidinfecties veroorzaken.

Het groene goud

Ontdek bij deze opstelling voor welke duurzame toepassingen algen allemaal gebruikt kunnen worden.

Uitleg:

Algen worden ook wel 'het groene goud' genoemd. De biotechnologische toepassingsmogelijkheden zijn namelijk eindeloos. Algen hebben alleen zonlicht en CO₂ nodig om te groeien, en reproduceren zich supersnel. Zonder het milieu te vervuilen. Algen zijn op grote schaal te kweken zonder dat je daar kostbare landbouwgrond voor opgeeft. Zo produceren ze:

- **Zuurstof**
Zo'n 50% van alle zuurstof die wij inademen wordt geproduceerd door algen. Dit doen ze met behulp van fotosynthese. Ze bezitten bladgroenkorrels (chlorofyl) die met behulp van zonne-energie CO₂ en water om kunnen zetten in zuurstof en glucose.
- **CO₂-neutraal bio-ethanol**
Uit algenolie wordt ruwe groene olie gemaakt. Raffinage levert benzine, diesel en kerosine op- de drie belangrijkste soorten brandstof. De grote uitdaging is deze brandstof 'drop-in' te produceren. Er zijn dan geen aanpassingen nodig aan voertuigen, pijplijnen en distributiesystemen.
- **Duurzame olie om mee te koken**
Oliepalmen, sojaplanten en zonnebloemen zijn wereldwijd onmisbaar als bron van olie. Een nadeel van deze plantaardige olie is dat het verbouwen van planten ruimte kost. Die ruimte zou je ook kunnen gebruiken om voedsel te verbouwen, daar kun je uiteindelijk meer voedingsstoffen uithalen. Een oplossing hiervoor is olie uit microben. De blauwalg *Synechocystis* is in staat om olie te produceren, ook wel triacylglycerol (TAG) genoemd. Planten gebruiken TAG zelf als energievoorraad, maar wij kunnen het ook als olie gebruiken wat weer verwerkt kan worden in voedsel.
- **Kunstmest**
Landbouwgrond kan verrijkt worden met gedroogde groenalg. Deze organische meststof zit vol essentiële bouwstoffen, planteigen hormonen en aminozuren en stimuleert het bodemecosysteem. Planten profiteren van de beschikbare voedingsstoffen en groeien gezonder en vitaler uit.
- **Cosmetica**
Groenalgen zoals *Chlorella* en *Spirulina* zitten vol vitaminen, essentiële aminozuren en bèta-caroteen. Deze stoffen worden o.a. geassocieerd met het voorkomen van rimpels en het versterken en zuiveren van de huid.
- **Kleurstoffen**
Algen gebruiken kleurstoffen voor fotosynthese (het omzetten van zonne-energie in bruikbare suikers). Die stoffen kunnen wij gebruiken om voedingsmiddelen mee te kleuren zoals margarine, boter, nootjes, mosterd, zachte kaas, mayonaise, chips en sportdrink.
- **Voedsel ingrediënten**
Vette vis zit vol omega-3-vetzuren. De Gezondheidsraad adviseert daarom 2 keer per week vis te eten. Maar de vetzuren zijn ook isoleren uit gekweekte algen en toegepast in supplementen. O.a. voor extra bescherming tegen hart- en vaatziekten, een gezond afweersysteem, tegen bloedarmoede, reiniging van het lichaam, of als supplement bij een vermageringskuur.
- **Diervoeder**
Wereldwijd blijft de vraag naar eiwit toenemen voor onder andere veevoer (veehouderij en aquacultuur). Sommige algen (waaronder *Chlorella*) bevatten hoge percentages aan eiwit en omega 3 vetzuren. Ze kunnen direct aan het vee gevoerd worden, of verder bewerkt (of: 'geraffineerd') zodat er nóg meer voedingsstoffen kunnen worden benut.

ARTIS MICROPIA

Vriendelijk virus

Sta hier versted van de mogelijkheden die virussen bieden bij het ontdekken van nieuwe oplossingen tegen toekomstige ziektes en pandemieën.

Uitleg:

Veel mensen denken bij het woord 'virus' alleen maar gevaarlijke ziekteverwekkers. Toch heeft het allergrootste deel van de virussen op aarde het helemaal niet op de mens voorzien, maar op bacteriën. Deze 'bacterie-eters' worden bacteriofagen, of bacterievirussen genoemd. Bacteriofagen zijn kleine virussen die alleen kunnen overleven met behulp van een bacteriële gastheer. Bacteriofagen ruimen op deze manier bacteriën uit de weg en houden bacteriepopulaties onder controle. En dat is hard nodig. Op aarde leven meer bacteriën dan dat er sterren in ons universum zijn. Dat worden er continu steeds meer. De gemiddelde bacterie deelt zich iedere 20 minuten. Dat betekent dat er in 10 uur een miljard bacteriën ontstaan uit één enkele bacterie. De natuur gebruikt bacteriofagen dus als biologische bestrijder van bacteriën, en voorkomt zo dat de natuur overspoelt met bacteriën.

Bacteriofagen kunnen zelfs een alternatief zijn voor antibiotica. Vooral voor mensen met een infectie met een multiresistente bacterie zijn bacteriofagen wellicht dé oplossing. Daarnaast kunnen bacteriofagen ook in de landbouw worden ingezet. Bacteriële ziekteverwekkers van planten of vruchten kunnen ook worden bestreden door middel van bacteriofagen in plaats van door chemische bestrijding. Dit is niet alleen beter voor het milieu, maar ook effectiever. Ten slotte worden virussen ook steeds belangrijker in het medische onderzoek, bijvoorbeeld als mogelijke behandelingsmethode van genetische ziekten. Dit heet genterapie.

Microben op je bord

Neem hier eens een kijkje en ontdek hoe microben ons helpen bij de productie van gezonder en duurzamer voedsel.

Voorbeelden:

1. Microben gebruiken we onder andere om voedsel te fermenteren. Door het fermentatieproces krijgt het voedsel een verhoogde voedingswaarde. Microben zetten het substraat (voedsel) namelijk om en vormen daarbij allerlei belangrijke bouwstoffen. Daarnaast kun je de fermentatie zien als een soort 'voorvertering' waardoor de voedingsstoffen veel gemakkelijker in ons lichaam worden opgenomen. Als je gefermenteerd voedsel eet, krijg je een enorme hoeveelheid levende micro-organismen binnen, wel 10.000 keer meer dan als je alleen voedsel zou eten dat niet gefermenteerd is. Deze gezonde microben worden tijdelijk onderdeel van je microbiom; het geheel van microben op en in je lichaam dat onmisbaar is voor je gezondheid. Daarvoor geldt: hoe diverser, hoe beter. Blootstelling aan microben is namelijk van belang voor de juiste afstemming van ons immuunsysteem.
2. Gist is een veel duurzamer alternatief voor stremsel, wat gebruikt wordt om kaas te maken. Om te begrijpen waarom dat zo is, moet je eerst weten waar stremsel vandaan komt: stremsel is afkomstig uit de magen van kalfjes. Voordat ze hier groot genoeg voor zijn, drinken ze vaak kunstmelk. Wanneer ze ouder zijn worden daar brokken aan toegevoegd. De productie van dit voer kost veel energie. Vervolgens wordt het voer met vrachtwagens aan de boeren geleverd, wat nog meer energie (brandstof) kost. Uiteindelijk moeten de kalveren geslacht worden, het stremsel uit de maag gehaald worden en naar de kaasboeren worden gebracht. Met gist zijn al deze stappen overbodig en wordt veel dierenleed bespaard.

Toegepast

Bekijk hier de modernste voorbeelden van biotechnologische producten en processen voor een duurzame toekomst.

Voorbeelden:

1. **Nematoden:** bij biologische gewasbescherming wordt vaak gebruik gemaakt van natuurlijke vijanden (zoals parasieten of predatoren) van het plaagorganisme. Bepaalde roofmijten,

ARTIS MICROPIA

bacteriën en schimmels werken goed tegen diverse plagen. Ook nematoden worden ingezet ter bescherming. De biologische bestrijders richten zich specifiek op het plaagorganisme. Wanneer de plaag verdwenen is, verdwijnen ook deze natuurlijke vijanden. Het is daarmee een zeer efficiënt systeem dat zichzelf controleert. Het gebruik van biologische gewasbeschermingsmiddelen draagt zo bij aan een duurzamere teelt.

2. **Bioplastic:** De productie van traditioneel plastic uit aardolie kost veel energie, en zorgt voor veel broeikasgassen. Bioplastic (PLA) gemaakt door melkzuurbacteriën is een duurzaam alternatief. De productie is CO₂-neutraal, en PLA is beter te recyclen, composteren en her te gebruiken. De melkzuurbacteriën eten suikers en scheiden hierbij melkzuur (ook wel lactaat genoemd) uit. Deze suikers halen ze uit houtsnippers, stro en andere plantenresten, een voor de mens "waardeloos" afvalproduct. De melkzuren, die door de bacteriën gemaakt worden, zijn op zichzelf nog niet bruikbaar. Ze worden allereerst gecondenseerd tot verschillende lactiden. Deze wordt vervolgens gecombineerd tot het uiteindelijke Poly Lactic Acid (PLA). Door de verschillende lactiden op andere manieren met elkaar te combineren, ontstaan verschillende soorten PLA. Elk met unieke eigenschappen en toepassingsmogelijkheden; hittebestendig, slijtvast, composteerbaar, maar ook veilig voor de gezondheid en voor het gebruik als voedselverpakking. Daarnaast kan PLA biocompatibel ("lichaamsvriendelijk") zijn. Chirurgisch hecht draad en schroeven voor het herstellen van fracturen hoeven daardoor niet verwijderd te worden; ze breken in het lichaam af en vallen uiteen in melkzuur.
3. **Biobrandstof:** Het vermogen van microben om alles af te breken komt goed van pas op het terrein van biobrandstoffen. Bio-ethanol wordt bijvoorbeeld verkregen via fermentatie van suikers uit onder andere suikerriet, tarwe, maïs en suikerbieten. Vaak met behulp van schimmels en gisten als kleine fabriekjes. Omdat bij de verbranding van bio-ethanol netto minder CO₂ vrijkomt dan bij fossiele brandstoffen, wordt het gezien als een duurzame brandstof.
4. **Bokashi:** In ARTIS wordt dagelijks een enorme hoeveelheid poep geproduceerd. De Aziatische olifanten, onze grootste dieren, poepen wel honderden kilo's per dag. Olifanten verteren hun voedsel slecht. Hun poep is daardoor nog steeds heel rijk aan half verteerde groenteresten en plantenmateriaal. In plaats van de poep af te voeren, mixen we het met een cocktail van wel 80 soorten microben. Deze zogeheten 'effectieve micro-organismen' (EM), waaronder gunstige bacteriën (zoals melkzuurbacteriën en streptomyseten) en schimmels, fermenteren samen de olifantenpoep tot 'bokashi', een Japanse term voor gefermenteerd organisch materiaal. Dit moet wel luchtdicht gebeuren. Daarmee voorkom je dat bij dit proces CO₂ en ammoniak vrijkomt. Bokashi kan gebruikt worden als duurzaam alternatief voor mest.