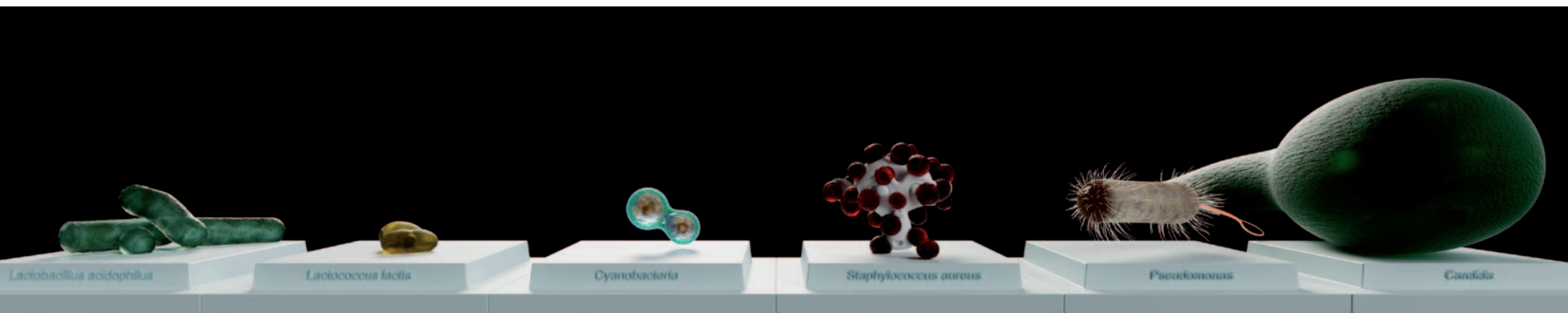


DE GEHEIME HEERSERS VAN DE WERELD



GEBOORTE VAN HET LEVEN OP AARDE

Vier en een half miljard jaar geleden werd de aarde geboren. De planeet bestond toen uit gas en stof. Na verloop van tijd koelde de aarde af, vormde zich een korst, verzamelde water. Drie en een half miljard jaar geleden ontstond het eerste levende wezen. Hoe dit zo gekomen is, is niet bekend. Chemische verbindingen groepeerden zich en daaruit ontstond een levend wezen in de vorm van een enkele levende cel. Deze cel splitste zich en er ontstonden meer eencelligen. Kleine wezens als deze worden micro-organismen genoemd omdat ze zo klein zijn dat we ze met het blote oog niet kunnen zien. Vermoedelijk is het leven in het water ontstaan. Omdat de oudste levensvormen vandaag de dag nog steeds eencellige organismen zijn die in heet water leven - zoals in de buurt van borrelende bronnen op de bodem van de zee.

Cyanobacteriën „vonden“ de fotosynthese uit

Een miljard jaar na het ontstaan van het eerste eencellige wezen vond de volgende beslissende stap voor het leven op aarde plaats: Cyanobacteriën produceerden suiker en zuurstof - met een beetje water, een beetje gas uit de omgeving en de hulp van zonlicht. Hiermee werd de fotosynthese „uitgevonden“. De cyanobacteriën konden zo hun eigen voedsel produceren. De door de cyanobacteriën geproduceerde zuurstof stapelde zich in de loop der tijd op in de atmosfeer. Zo ontstond een van de belangrijkste fundamenteën voor de verdere ontwikkeling van het leven: de lucht die we inademen - waarvan ons leven afhankelijk is.

FANTASTISCH

Cyanobacteriën waren de eerste producenten van zuurstof. Ze hebben zonlicht nodig voor de fotosynthese. Precies daarom kunnen cyanobacteriën waarschijnlijk licht waarnemen. Waarom ze dat doen, is al lang een groot mysterie. Cyanobacteriën hebben een diameter van 3 micrometer. Dat is 3 miljoenste van een meter. Er bestaan geen optische meetinstrumenten die klein genoeg zijn om de lichtbreking in de bacterie te meten. De onderzoekers gebruikten een truc. Eenvoudig gezegd, maten zij de breking van licht rond de bacterie. En ze ontdekten het volgende: hoewel de bacterie slechts uit één cel bestaat, functioneert deze enkele cel eigenlijk als een oog.... Het licht valt binnen door een kleine lens, direct tegenover de lens worden bewegingsdraden geactiveerd en kan de bacterie zich naar de lichtbron bewegen.

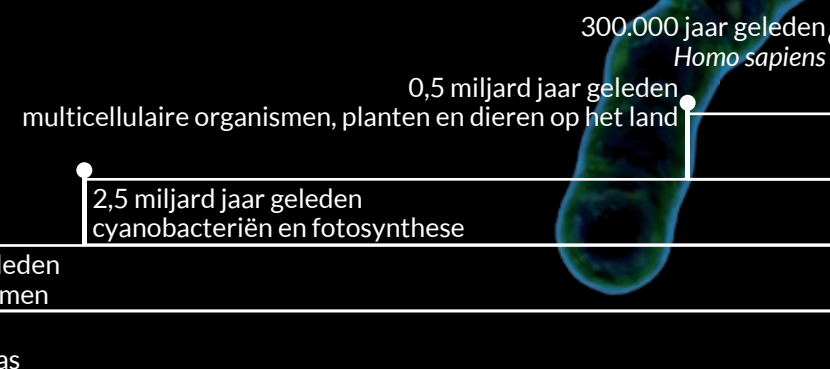
Studie
Schuergers N. et al. (2016)
Cyanobacteria use micro-optics to sense light direction.
<https://doi.org/10.7554/eLife.12620>

CYANOBACTERIËN

Cyanobacteriën waren en zijn de belangrijkste zuurstofproducenten op onze planeet. Tot nu toe zijn ongeveer 2000 verschillende soorten cyanobacteriën geïdentificeerd.

ARCHAEA

De zogenaamde „Oerbacterie“ en de eerste celdeling markeren het begin van het leven op aarde 3,5 miljard jaar geleden.



Micro-organismen in het water produceren ZUURSTOF

Zonder micro-organismen zou er geen leven op aarde zijn. Tot op de dag van vandaag is ons leven afhankelijk van deze organismen in het water omdat zij de meeste zuurstof produceren.

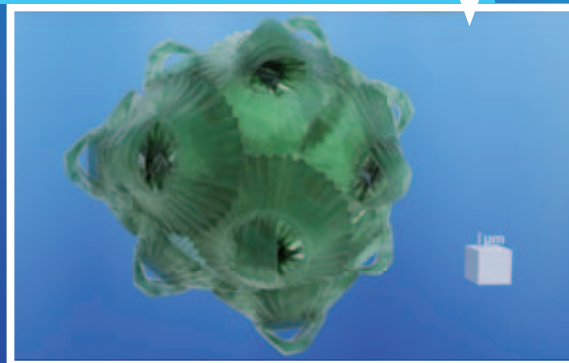
Algen - de OPRUIMERS

Algen können Stickstoffe und Phosphat aus Abwasser aufnehmen. Sie benötigen dazu nur Sonnenlicht und Kohlenstoffdioxid. Während des Reinigungsprozesses produzieren die Algen Sauerstoff. Und sie wachsen natürlich auch. Die Algenbiomasse vergrößert sich und daraus kann dann Biosprit gewonnen werden. Een win-win-en-weer-win-situatie.

Algen als GRONDSTOF

Algen vormen verschillende stoffen en worden daarom ook onderzocht als duurzame grondstof. Ze leveren vetten, zoals de zeer gezonde omega-3 vetzuren, en zijn rijk aan mineralen en vitaminen. Algen vermenigvuldigen zich snel en produceren 30 keer meer olie dan koolzaad of maïs.

Emiliana huxleyi is een alg uit de groep van kalkhoudende flagellaten. De algencel is omgeven door kalkplaatjes. Bepaalde kalksteensoorten, zoals krijt, bestaan vaak grotendeels uit kalkhoudende flagellaten. Dus als we met krijt op een schoolbord schrijven, schrijven we in feite met algen.



UNIEK

Algen produceren olie. Sommige algen kunnen echter een speciale olie produceren, namelijk n-alkanen. Een zeer bijzondere microalg, *Dicrateria rotunda* genaamd, heeft oliedruppels van n-alkaan in zijn holtes, met een ketenlengte van 10-38. Dit is dezelfde kettinglengte die aardolie heeft. *Dicrateria rotunda* is het eerste bekende levende wezen dat aardolie kan produceren.

Studie
Harada N. et al. (2021)
A novel characteristic of a phytoplankton as a potential source of straight-chain alkanes .
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-93204-w>

Het MICROBIOOM in water

Algen hielden zich lang op de achtergrond

In de volgende miljoenen jaren ontwikkelden zich meercellige organismen zoals algen. Algen hebben een celkern om hun genetische informatie te beschermen. Zij combineerden zich waarschijnlijk met de cyanobacteriën en waren zo ook in staat tot fotosynthese. Algen waren ongeveer twee miljard jaar lang de enige plantachtige wezens op aarde.

Het mariene ecosysteem is essentieel voor het LEVEN OP AARDE

70% van de aarde is bedekt met water. Zeegrassen en algen kunnen 20 keer meer koolstof opslaan dan bossen op het land. Dit maakt hen tot een immense factor in de strijd tegen de klimaatcrisis. Als de mariene habitat echter verder wordt vernietigd en de daar opgeslagen koolstof vrijkomt, kan een enorme toevoer van CO₂ in de atmosfeer van de aarde worden verwacht. Het leven ontstond in de zee, zonder de zeeën zal er in de toekomst geen leven op aarde zijn.

Micro-organismen bestaan uit één of slechts enkele cellen

De kleinste organismen noemen we micro-organismen, gewoon omdat ze zo klein zijn. Tot de micro-organismen behoren bacteriën, protozoa, archaea, schimmels en microalgen.

Elk organisme vormt een eenheid met zijn microbioom

Een microbioom is het geheel van alle micro-organismen die een bepaalde habitat koloniseren, bijvoorbeeld de menselijke huid, de bladeren van een plant of de wortels van een bepaalde plantensoort in de bodem. Een microbioom is een zeer complexe en diverse levensgemeenschap. Het bekendste is het microbioom in de menselijke darm.

OVERWELDIGEND

Het is moeilijk in te schatten hoeveel verschillende soorten bacteriën, schimmels en algen er op onze aarde leven. Er zijn echter zogenaamde schalingswetten die kunnen worden gebruikt om de soortenrijkdom te berekenen. In 2016 hebben wetenschappers deze schalingswetten ook toegepast en berekend op micro-organismen: Er kunnen 1 biljoen of 1000 miljard micro-organismen op onze planeet zijn. Een miljoen miljoen verschillende soorten. Daarvan zijn er tot nu toe 10 miljoen gecatalogiseerd. Er kunnen er ongeveer 10.000 in het laboratorium worden gekweekt.

Studie
Locey K. J. et al. (2016)
Scaling laws predict global microbial diversity.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1521291113>

Biodiversiteit is de basis voor stabiele

Ook al zijn wij mensen technisch geavanceerd, we zijn afhankelijk van de natuur en al haar diversiteit. En deze diversiteit omvat ook de kleinste onderen: de micro-organismen. De verschillende micro-organismen zijn overal: in de lucht, in de bodem en in het water. Planten, dieren en mensen worden er ook door bevolkt. Elke plant en elk dier is de habitat voor miljoenen en miljoenen micro-organismen. Hoe groter de biodiversiteit van planten en dieren, hoe diverser de micro-organismen die erop leven. Als een plant- of diersoort uitsterft, verdwijnen er duizenden micro-organismen mee - waaronder talloze nog onbekende. Er zijn miljarden verschillende soorten, waarvan tot nu toe slechts een fractie bekend is.

ecologische systemen

Biodiversiteit ontstond uit de eenvoudigste wezens

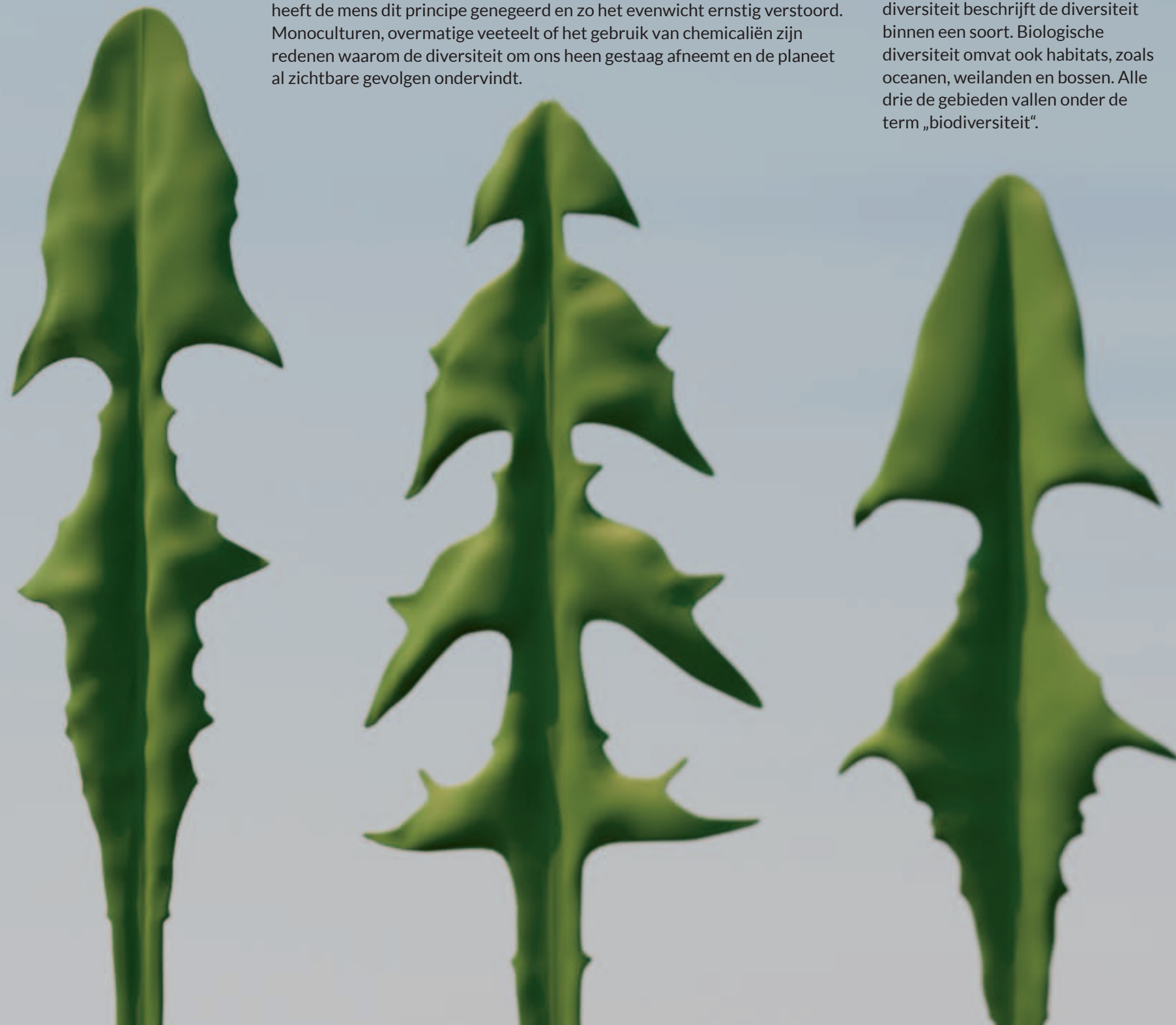
Drie miljard jaar lang bevolkten de eenvoudigste levende wezens met slechts enkele cellen de aarde. En toen, ongeveer 500 miljoen jaar geleden, ging alles ineens heel snel. In korte tijd ontwikkelde zich een enorm aantal verschillende soorten. Verschillende planten en dieren bevolkten de aarde en vormden zo een kleurrijke verscheidenheid aan soorten.

Diversiteit houdt u gezond

Het fundamentele principe van de natuur is: Leven is diversiteit. Hoe diverser een habitat is, hoe gezonder hij is. Het beginsel van diversiteit geldt ook voor door de mens gecreëerde systemen zoals de landbouw. Gedurende vele jaren heeft de mens dit principe genegeerd en zo het evenwicht ernstig verstoord. Monoculturen, overmatige veeteelt of het gebruik van chemicaliën zijn redenen waarom de diversiteit om ons heen gestaag afneemt en de planeet al zichtbare gevolgen ondervindt.

Biodiversiteit beschrijft een breed spectrum

Biodiversiteit omvat de verscheidenheid aan dieren, planten en micro-organismen. Genetische diversiteit beschrijft de diversiteit binnen een soort. Biologische diversiteit omvat ook habitats, zoals oceanen, weilanden en bossen. Alle drie de gebieden vallen onder de term „biodiversiteit“.



DE AARDBODEM WEMELT VAN DE MICRO-ORGANISMEN

Triljoenen micro-organismen leven samen in de wortelzone van een plant. De som van alle micro-organismen in een dergelijke woongemeenschap vormt het microbioom. Hoe diverser de bewoners zijn, hoe beter voor alle betrokkenen. Want in elk microbioom is diversiteit de beslissende factor voor een goed functionerend samenleven. En alle bewoners hebben bepaalde taken te vervullen: Schimmels kunnen flinterdunne draden vormen. In de bodem openen zij dus de meest afgelegen gebieden waar plantenwortels anders niet zouden kunnen doordringen. Bacteriën en schimmels in de bodem verwerken dood plantenmateriaal, waarbij stoffen worden afgebroken die als voedsel dienen voor andere organismen. Schimmels daarentegen zijn als een bezorgdienst omdat zij voedingsstoffen kunnen opnemen en aan de planten leveren. In ruil daarvoor ontvangen de bacteriën en schimmels fotosynthetische suikers van de plant.

Gezellige woongemeenschappen in wortels

Alle planten hebben stikstof nodig als voedsel. De stikstof komt echter vaak alleen voor in een vorm die niet direct door planten kan worden opgenomen. Bacteriën kunnen stikstof echter zodanig veranderen dat een plant het kan gebruiken. Daarom nodigen sommige planten de bacteriën uit om samen met hen in de wortel te leven. Ze gaan een symbiotische relatie aan met de bacterie. Dit ziet men vooral bij peulvruchten. Deze planten vormen zelfs knobbeltjes, die vervolgens een thuis zijn voor miljoenen zogenaamde knobbelbacteriën en waarin zij stikstof voor de plant omzetten.

Rhizobium

Peulvruchten gaan een unieke symbiose aan met bacteriën. De atmosferische stikstof wordt omgezet en opgeslagen in de knobbelbacteriën. Daarom worden peulvruchten ook verbouwd als vanggewas en als groenbemester in de landbouw. De plant wordt in de grond gewerkt. Op die manier komt de belangrijke stikstof in de bodem terecht en is deze beschikbaar voor de later geteelde planten.

IEDEREEN HEEFT BAAT BIJ EEN GEZONDE BODEM

In principe vestigen planten zich op plaatsen waar ze vinden wat ze nodig hebben om te overleven. In de landbouw moeten de omstandigheden vaak worden aangepast vanwege het gebrek aan diversiteit en de zware belasting van de bodem. Meststoffen moeten dan worden gebruikt om voedingsstoffen in de bodem te brengen, maar die zijn daar vaak maar korte tijd actief omdat ze worden uitgespoeld of onwerkzaam worden. Een gezond bodemleven met een intact microbioom kan helpen chemische meststoffen te besparen.

ENORM

Planten zijn belangrijke koolstofleveranciers voor de bodem. Dode plantendelen worden door bodemorganismen omgezet in bodemkoolstof en CO₂. Maar de bodemorganismen zelf sterven ook op natuurlijke wijze. Als een bacterie in de bodem sterft, wordt zijn celvocht door de omgeving opgenomen, dient ongeveer 10 % van de dode bacterie als voedsel voor andere micro-organismen, wordt ongeveer 50 % omgezet in mineralen en blijft ongeveer 40 % van de organische koolstof in de bodem achter. Dode bacteriën en schimmels vormen een groot deel van de organische bodemmassa. De bodem is het grootste CO₂-reservoir ter wereld. Ongeveer 2600 miljard ton koolstof is opgeslagen in de bodem (twee keer zoveel als in de atmosfeer).

Niet alle micro-organismen zijn zo comfortabel en gezellig als de knobbelbacteriën in de bodem. Micro-organismen op plantenbladeren hebben zwaardere levensomstandigheden. Snelle veranderingen van zonnestralen, hitte, kou, regen en wind eisen hun tol. Daarom leven ze graag in inkepingen op het plantoppervlak of beschermd door een „scherm“ aan de onderkant van het blad. Bacteriën, schimmels en algen nestelen zich op de bladeren. Ze reizen vaak door de wind van ver weg over afstanden van honderden kilometers. Bacteriën op de bladeren helpen een plant zijn immuunsysteem te versterken en beschermen hem tegen ziekten. Planten met een optimaal microbiom zijn ook beter bestand tegen stressfactoren zoals droogte en zout..

Microbiële BESCHERMKAPPEN op een blad

Smaak door methylobacteriën

De meest voorkomende micro-organismen op bladeren zijn methylobacteriën. Ze zijn ook mede verantwoordelijk voor de smaak van groenten en fruit.

Studie
Siegmond B. et al. (2011).
Die Bedeutung von Methylobakterien
für die Aromabildung von Erdbeeren.
Die Ernährung, 35, 149-155

Innerlijke waarden van een plant

Zelfs meer bacteriën dan op het oppervlak van een blad worden binnenin een plant aangetroffen. Miljoenen bacteriën kunnen zich hier ophopen, maar het aantal alleen levert geen voordelen op. Diversiteit is belangrijker dan overvloed. Omdat veel van dezelfde bacteriën het microbiom niet verbeteren. Hoeveel verschillende micro-organismen er in de plant leven is cruciaal. Vooral belangrijk zijn alle micro-organismen die ziekten afweren of voedingsstoffen voor de plant leveren.

Studie
Shalev, O. et al. (2022)
Commensal Pseudomonas strains facilitate protective
response against pathogens in the host plant.
<https://doi.org/10.1038/s41559-022-01673-7>

Micro-organismen produceren GAS VOOR BIOGASINSTALLATIES

Er leven tot 200 verschillende soorten bacteriën in de maag van de koe. Ze verteren het plantenvoedsel, maar produceren daarbij ook een grote hoeveelheid gassen. Tijdens het herkauwen ontsnappen de gassen, CO₂ en methaan, uit de bek van de koe – tot 200 liter per dag.

Het door de micro-organismen van de koe geproduceerde methaangas kan niet worden opgevangen en als energie worden gebruikt. Biogasinstallaties gebruiken echter soortgelijke micro-organismen om gas te produceren. De micro-organismen worden gevoed met planten en bioafval, verteren de planten en produceren daarbij gas.

GENIAAL

De micro-organismen in de koe kunnen bijna alles verteren, sommigen breken zelfs plastic af. Tot nu toe werden deze bacteriën altijd afzonderlijk onderzocht. Oostenrijkse wetenschappers ontdekten dat plastic beter wordt afgebroken als het hele pensmicrobioom erbij betrokken is.

Studie
 Quartinello F. et al. (2021)
 Together Is Better: The Rumen Microbial
 Community as Biological Toolbox for
 Degradation of Synthetic Polyesters.
[https://doi: 10.3389/fbioe.2021.684459](https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.684459)

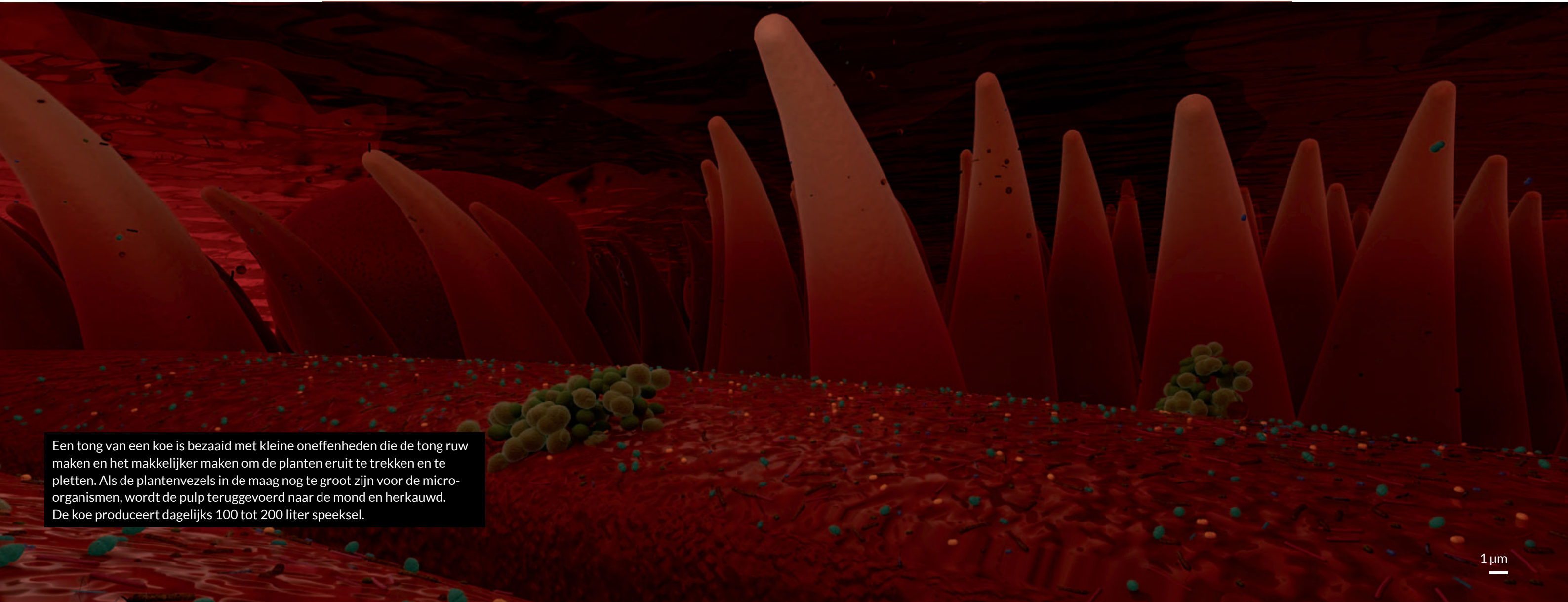
Een koe is veel meer dan wij kunnen zien. Want elke koe heeft ook triljoenen bacteriën die haar helpen voer te verteren en gezond te blijven. Zonder deze bacteriën zou de koe niet kunnen overleven.

MICRO-ORGANISMEN VERTEREN VOER VOOR KOEIEN

Veel planten die een koe eet zijn eigenlijk onverteerbaar voor haar. De spijsverteringstaak wordt uitgevoerd door bacteriën die in een gemeenschap met de koe leven. Wanneer een koe een kluit planten heeft ingeslikt, beginnen bacteriën het voer te fermenteren, waarbij voedzame suiker wordt geproduceerd.

Alles wat de bacteriën niet kunnen afbreken, gaat terug naar de mond, waar het krachtig wordt afgespeekselde en vervolgens weer wordt uitgebraakt. De herkauwde fijne plantenbrij gaat in een andere maag, de pens. De daar aanwezige micro-organismen zetten de pulp om in verteerbare bestanddelen.

Maar sommige van de micro-organismen zelf dienen ook als voedsel voor de koe. Naast gemiddeld 100 kg gras verteert een koe dagelijks tot 10 kg micro-organismen. Welke planten een koe eet, bepaalt welke micro-organismen zich vermenigvuldigen.



Een tong van een koe is bezaaid met kleine oneffenheden die de tong ruw maken en het makkelijker maken om de planten eruit te trekken en te pletten. Als de plantenvezels in de maag nog te groot zijn voor de micro-organismen, wordt de pulp teruggevoerd naar de mond en herkauwd. De koe produceert dagelijks 100 tot 200 liter speeksel.

BACTERIEN, DIE ONS NIET BOOS MAKEN

Melk wordt al duizenden jaren gebruikt om zuivelproducten te maken - mensen maakten al kaas in het stenen tijdperk. Cruciaal voor de productie van kaas is het melkmicrobioom, dat wil zeggen de bacteriën en schimmels in de melk. Zij beïnvloeden de rijping en de smaak van kaas op basis van rauwe melk. Melkzuurbacteriën zetten bijvoorbeeld lactose om in melkzuur, de melk wordt dan zuur. In het zure milieu vormt het melkeiwit klontjes (caseïne genaamd) die de kaas zijn stevige structuur geven.

De kwaliteit van melk hangt ook af van micro-organismen

Er zijn ontelbaar veel melkblaasjes in de uier van een koe. Ze filteren eiwit, vet, lactose, mineralen en vitaminen uit het bloed, die vervolgens in de melk terechtkomen. De bestanddelen van melk verschillen - afhankelijk van wat een koe eet en welke micro-organismen zich erin gevestigd hebben.

Melkzuurbacteriën remmen schadelijke bacteriën af

Het melkzuur dat door bacteriën wordt gevormd, voorkomt dat schadelijke bacteriën zich vermenigvuldigen - hierdoor blijft voedsel langer houdbaar. Melkzuurbacteriën komen echter niet alleen voor in melk, maar ook op groenten. Zij zijn verantwoordelijk voor het veranderen van kool in zuurkool of groenten in zure groenten. Ze hebben ook iets te zeggen bij het bakken van brood: Zuurdesem bestaat uit melkzuurbacteriën, gisten en meel en helpt in het beste geval het brood luchtig te rijzen. Melkzuurbacteriën zijn uiterst nuttige bacteriën, ook voor de menselijke darm, want ook daar zorgen ze ervoor dat schadelijke bacteriën zich minder gemakkelijk kunnen vermenigvuldigen.

Pro en pre

Melkzuurbacteriën worden tot de probiotica gerekend. Ze zitten in yoghurt, zuurkool, kimchi en ander gefermenteerd voedsel. We eten het voedsel en krijgen dus ook de bacteriën binnen. Velen overleven ook het zeer zure milieu in onze maag en nestelen zich dan in de darm. Prebiotica daarentegen zijn voedingsmiddelen die niet direct bacteriën bevatten, maar een favoriete voeding zijn voor de bacteriën in onze darmen. Hieronder vallen alle voedingsvezels, zoals die in fruit, groenten, peulvruchten en volkorenproducten. Melkzuurbacteriën en bifidobacteriën houden van vezels en vermenigvuldigen zich als we ze daarmee voeden. Suiker en te veel eiwitten daarentegen geven een grotere kans op de groei van micro-organismen die vaak in verband worden gebracht met ziekten.

Melkzuurbacteriën leven bij voorkeur in het spijsverteringskanaal van zoogdieren, maar ze komen ook voor in de maag van bijen en kikkers.

INDRUKWEKKEND

Caseïne is een zeer goed bindmiddel, het combineert verschillende stoffen en hecht zich aan substraten. Voor caseïnekleuren worden kleurpigmenten aan de caseïne toegevoegd. Caseïnelijm met een zeer hoge kleefkracht ontstaat wanneer caseïne wordt gemengd met kalk. Blijkbaar gebruiken mensen al duizenden jaren melk als basis voor verf, de melkeiwitverbindingen zijn zelfs te vinden in grotschilderingen. De bindende kracht van caseïne werd ook gebruikt door een monnik in 1531. Hij verwarmde kaas en koelde het af. Hoe meer hij dit deed, hoe steviger de afgekoelde massa werd. Hij kon er voorwerpen mee vormen en noemde het materiaal „kunsthorn“. Het exacte recept voor kunsthorn is afkomstig van een alchemist genaamd Bartholomäus Schobinger en wordt beschouwd als het eerste recept voor plastic in Duitsland. Rond 1900 mengden een Duitse drukker en een chemicus caseïne met verschillende chemicaliën en vonden zo galaliet uit, een caseïnekunststof, waarvan allerlei voorwerpen werden gemaakt, zoals knopen, handvatten en ook sieraden.

CASEÏNESTRUCTUUR

Caseïne is het eiwit in melk dat stolt door het melkzuur dat bacteriën produceren, waardoor het een stevigere structuur krijgt.

1 µm

Men kan niet alleen champignons eten

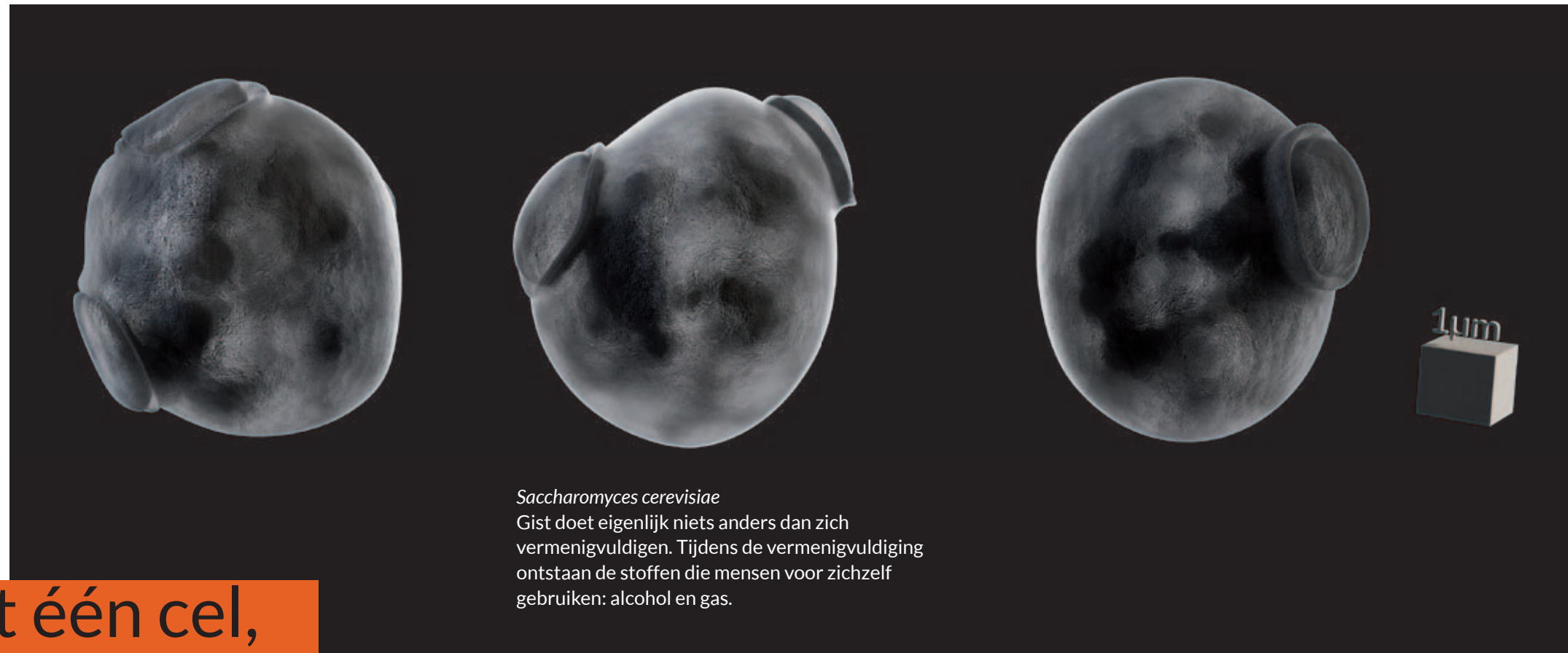
Gisten zijn schimmels die slechts uit één cel bestaan. Ze planten zich voort door een kleine kiem te vormen op de moedercel. Binnenin wordt de celkern door deling verdubbeld en naar de scheut getransporteerd. De kiem scheidt zich van de moedercel en een kleine nieuwe gist wordt geboren. Dit proces vergt natuurlijk energie. De gist haalt dit voornamelijk uit suiker, en terwijl de cel de suiker omzet in energie, worden alcohol en het gas CO₂ geproduceerd. Dit metabolisme staat bekend als "gisting" of „fermentatie“. De gist *Saccharomyces cerevisiae* is onze bakkersgist en biergist. Bij de productie van bier zorgt het voor het alcoholgehalte in de drank. Bij het bakken met zuurdesem zorgt de vermenigvuldiging van de gist ervoor dat zich kleine gasbelletjes vormen en het deeg luchtig wordt.

Gist bestaat slechts uit één cel, maar werkt als een spons

Gisten worden gebruikt in rioolwaterzuiveringsinstallaties om afvalwater te zuiveren. Zware metalen zoals zink, koper en cadmium hechten zich aan de gist en kunnen dan chemisch worden verwijderd. Ook andere micro-organismen zoals bacteriën en algen helpen bij de zuivering van afvalwater via deze „biosorptie“.

Gist bij de productie van levensmiddelen

Gisten komen overal voor. Ze zitten in de lucht, in en op planten en ander voedsel. Ze zijn gewoon overal. Men kan zuurdesem maken door bloem en water te mengen en te wachten. De gisten vermenigvuldigen zich en de zuurdesem rijst. Natuurlijke gisten kunnen echter niet alle alcohol en bakkerijproducten in onze wereld aan. Daarom worden gisten specifiek gekweekt en vermeerderd en vervolgens gebruikt bij de voedselproductie.



Saccharomyces cerevisiae
Gist doet eigenlijk niets anders dan zich vermenigvuldigen. Tijdens de vermenigvuldiging ontstaan de stoffen die mensen voor zichzelf gebruiken: alcohol en gas.

Verschillende gisten en bacteriën ondersteunen elkaar...

... en er komt een trendy drankje tevoorschijn: Kombucha. Dit is een thee die is gefermenteerd met behulp van gisten en bacteriën. Het bijzondere aan kombucha is dat het fermentatieproces wordt uitgevoerd door bacteriën en schimmels die in symbiose leven. Verschillende gistschimmels, zoals biergist of de splitsgist *Schizosaccharomyces pombe*, melkzuurbacteriën en azijnzuurbacteriën zetten de suiker om in gas (daarom is kombucha licht bruisend) en zuur. Kombucha zou een genezende werking hebben, hoewel er nauwelijks wetenschappelijke studies over bestaan.

Een nep schimmel, SCOBY genaamd

Kombuchacultuur wordt vaak aangeduid als theeschimmel. Dit is niet juist, want het is geen schimmel, maar een gemeenschap van bacteriën en gisten. De vakterm is SCOBY. Het komt uit het Engels en dat staat voor „Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast“ (Symbiotische cultuur van bacteriën en gist).

Studie
Villarreal-Soto S. A. et al. (2018)
Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review.
<https://doi.org/10.1111/1750-3841.1406>

Binnenin de menselijke darm

Zo ziet iemands darm er van binnenuit: De darmvlokken zijn uitsteeksels van de dunne darm, ze zijn ongeveer een millimeter groot. Er bevinden zich nog kleinere microvilli op de darmvlokken. Microvilli zijn vezelvormige uitsteeksels van cellen. De darmvlokken en microvilli vergroten de binnenkant van de darm vele malen, waardoor een enorme „huiskamer“ ontstaat.

Triljoenen micro-organismen zoals bacteriën, fagen en schimmels leven daar en doen hun waardevolle werk. Samen vormen ze het darmmicrobioom. Ze worden in de darm beschermd tegen invloeden van buitenaf en krijgen ook voldoende voedsel. In ruil daarvoor produceren ze vitaminen en vele andere waardevolle stoffen voor ons. Een divers darmmicrobioom ondersteunt de spijsvertering en beschermt tegen ziekten.

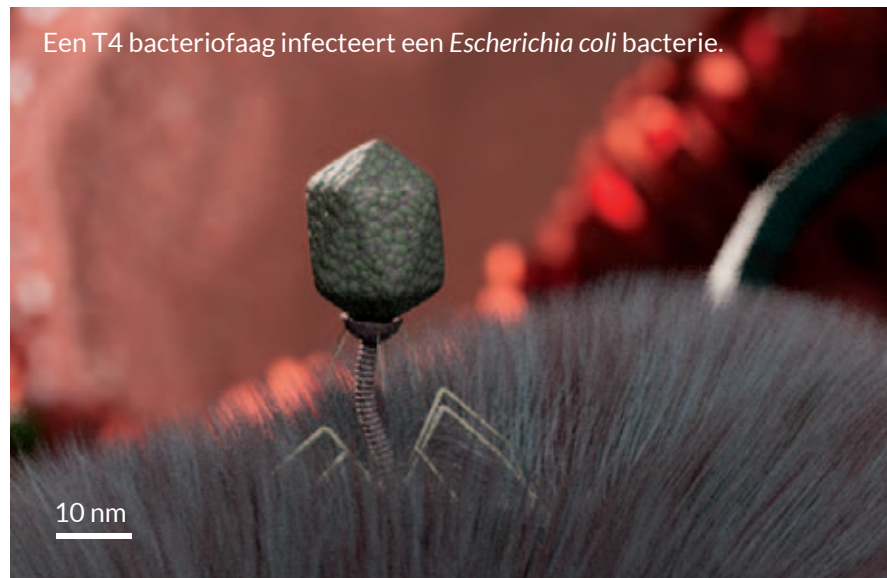
Een groot pluspunt op de gezondheidsrekening

Wat we eten, loont: Biologische producten smaken niet alleen goed, ze zijn ook rijk aan micro-organismen die gezond zijn voor de mens. Het is de diversiteit aan micro-organismen die de darm en de gezondheid het beste ondersteunt. Vroeger dachten onderzoekers dat de micro-organismen werden gedood door het maagzuur en dus geen rol speelden in de darm. Maar nu is bewezen dat veel micro-organismen ongeschonden de darm binnenkomen.

Studie
Wassermann B, et al. (2019)
An Apple a Day: Which Bacteria Do We Eat With Organic and Conventional Apples?
doi: 10.3389/fmicb.2019.01629

VIRUSSEN ALS HELPERS

Een T4 bacteriofaag infecteert een *Escherichia coli* bacterie.



UITZONDERLIJK

Met een grootte van 0,02-0,2 μm zijn bacteriofagen de kleinste bestanddelen van plankton. Toch vormen bacteriofagen het numeriek grootste deel van het plankton in onze oceanen: Het zogenaamde virioplankton bestaat uit 10^{31} bacteriofagen.

Virussen vertegenwoordigen speciale vormen. Het zijn per definitie geen levende wezens, omdat ze zich niet zelfstandig kunnen voortplanten. Ze hebben hier een gastheer voor nodig. Sommige virussen gebruiken mensen als gastheer - zoals bijvoorbeeld het geval is bij coronavirussen of verkoudheidsvirussen. Maar ook schimmels, planten en dieren zijn gastheren van virussen.

Sommige virussen vallen alleen bacteriën aan; deze virussen worden bacteriofagen genoemd. Zo valt een bacteriofaag met de naam T4 enkel *Escherichia coli*-bacteriën aan. T4 hecht zich aan het bacteriële oppervlak, transporteert zijn DNA in de bacterie met zijn angel. In de bacterie worden nu nieuwe virussen gereproduceerd met de informatie van het ingebrachte virus-DNA. Als deze klaar zijn, barst de bacterie en komen er tot 200 nieuw gecreëerde virussen vrij. Dit proces is volkomen ongevaarlijk voor de mens. Integendeel: In de geneeskunde wordt gewerkt aan het programmeren van fagen zodat ze specifiek schadelijke bacteriën kunnen uitschakelen. Deze faagtherapie kan dus worden gebruikt als alternatief voor antibiotica tegen bacteriële ziekten.

Escherichia coli-bacteriën komen van nature voor in de darmen van mensen en andere zoogdieren. De meeste veroorzaken geen ziekten. Er zijn echter ook veel *Escherichia coli*-bacteriën die bij mensen ernstige infecties veroorzaken met diarree, braken en koorts. *Escherichia coli* kan gemakkelijk in het laboratorium worden gekweekt en wordt daarom gebruikt als modelorganisme in de microbiologie.

1 μm

Escherichia coli

Problemen met het microbioom

De micro-organismen in de darmen produceren veel stoffen. Helaas zijn niet al deze stoffen gunstig voor ons mensen. Sommige stoffen kunnen zelfs ons DNA beschadigen en zijn waarschijnlijk betrokken bij het ontstaan van kanker. Er is nog uitgebreid wetenschappelijk onderzoek nodig om meer te weten te komen over het verband tussen het darmmicrobioom en kanker. Deze toekomstige kennis kan nieuwe therapieën of preventieve maatregelen mogelijk maken. Er wordt al geëxperimenteerd met microbioomtransplantaties voor chronische darmziekten.

Studie
Yiyun C. et al. (2022)
Commensal microbiota from patients with inflammatory bowel disease produce genotoxic metabolites.
DOI: [10.1126/science.abm3233](https://doi.org/10.1126/science.abm3233)

Studie
Sittipo P. et al. (2022)
The function of gut microbiota in immune-related neurological disorders: a review.
<https://doi.org/10.1186/s12974-022-02510-1>

Ruminococcus

Bacteriën van het geslacht *Ruminococcus* in de darm wijzen op geestelijke gezondheid. Weinig van deze bacteriën worden gevonden bij mensen met een depressieve ziekte.

Studie
Haiyin J. et al. (2015)
Altered fecal microbiota composition in patients with major depressive disorder.
<https://doi.org/10.1016/j.bbi.2015.03.016>

Mikrobiom und Darm-Hirn-Achse

Mikrobiom und Darm-Hirn-Achse
Es ist schon länger bekannt, dass ein gesundes Mikrobiom im Darm, früher auch „Darmflora“ genannt, vor Krankheiten schützt. Relativ neu sind aber die Erkenntnisse, dass das Darm-Mikrobiom unser Gehirn und damit unsere Stimmungen und Gefühle beeinflusst.

Der Vagus-Nerv verläuft vom Gehirn bis zu unserem Darm. Das ist einer der Wege, wie das Darm-Mikrobiom mit unserem Gehirn kommuniziert. Die Mikro-organismen können aber auch Stoffe produzieren, die auf die Botenstoffe im Gehirn, wie Dopamin oder Serotonin, wirken können. Damit hat das Mikrobiom in unserem Darm Einfluss darauf, wie wir uns fühlen, was wir denken und tun.

Welche Mikroorganismen sich in unserem Mikrobiom tummeln, hängt enorm von unserer Ernährung und unserem Lebensstil ab. Chronischer Stress und ungesunde Lebensmittel stören das Gleichgewicht in unserem Darm-Mikrobiom. Schädliche Bakterien können überhandnehmen und nicht nur unsere körperliche, sondern auch unsere geistige Gesundheit beeinträchtigen.

Verskillende microbiomen met verschillende stemmingen

Mensen met een depressie hebben vaak lagere aantallen van bepaalde bacteriën in hun darmen. Deze bacteriën produceren korte-keten vetzuren en andere stoffen. Als de bacteriën niet aanwezig zijn, heeft de mens deze stoffen niet. Juist deze bacteriën zouden gebruikt kunnen worden als een soort medicijn tegen depressie. Maar dat is nog toekomstmuziek. Het onderzoek naar de darm-hersenas is pas een paar jaar geleden begonnen en er zijn nog te veel vragen onbeantwoord. Verder intensief onderzoek is nodig om temporele en causale verbanden aan te tonen.

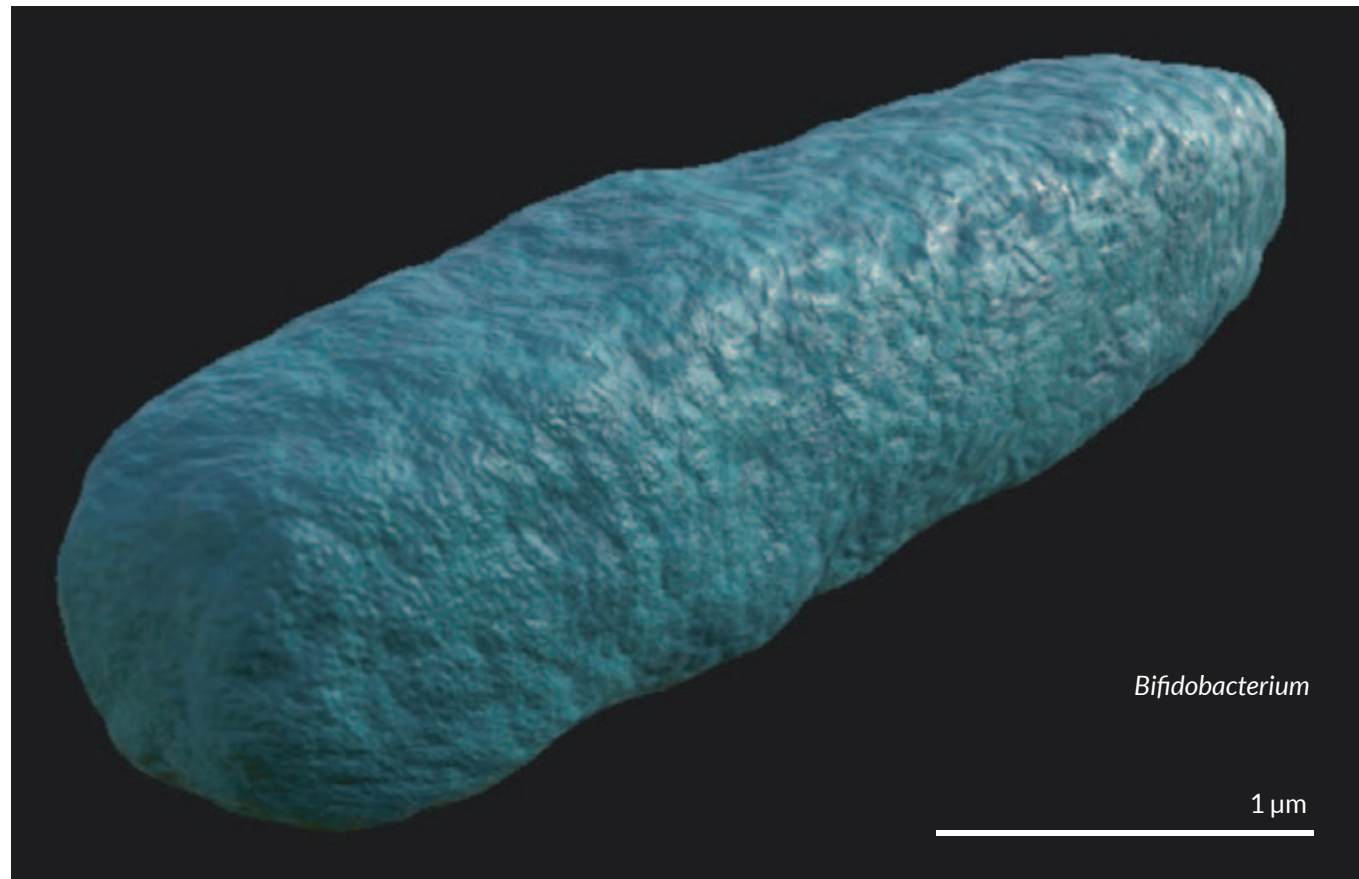
Studie
Thomann A.K. et al. (2022)
Depression and fatigue in active IBD from a microbiome perspective—a Bayesian approach to faecal metagenomics.
<https://doi.org/10.1186/s12916-022-02550-7>



Bifidobacteriën

houden zich op in de darmwand

Bifidobacteriën werken als een blokkade tegen vijandige belegeringen. Ze liggen letterlijk op de darmwand. Zo nemen ze de ruimte in en voorkomen ze dat schadelijke micro-organismen zich daar vestigen. Bovendien produceren ze een zuur dat de vermenigvuldiging van schadelijke bacteriën afremt. Waar voldoende bifidobacteriën rondhangen, produceert de darmwand meer ontstekingsremmende immuuncellen.



Er gebeurt nogal wat in de darmen

Men schat dat er ongeveer 10 biljoen bacteriën in de menselijke darm zitten. Het menselijk lichaam bestaat uit ongeveer 10 biljoen cellen. We bestaan dus uit evenveel bacteriën als menselijke cellen. 95 % van de darmbacteriën leven in de dikke darm. Er zitten niet alleen bacteriën in de darm. Daar leven ook schimmels, virussen en zogenaamde archaea.

CANDIDA

Niet alle micro-organismen in het menselijk microbiom zijn onschadelijk. *Candida* is een gistschimmel die van nature voorkomt in de darmen. Als deze schimmel zich overmatig verspreidt, kan dit leiden tot infecties. Melkzuurbacteriën daarentegen vormen een natuurlijk beschermend schild.

Microbiom als vingerafdruk

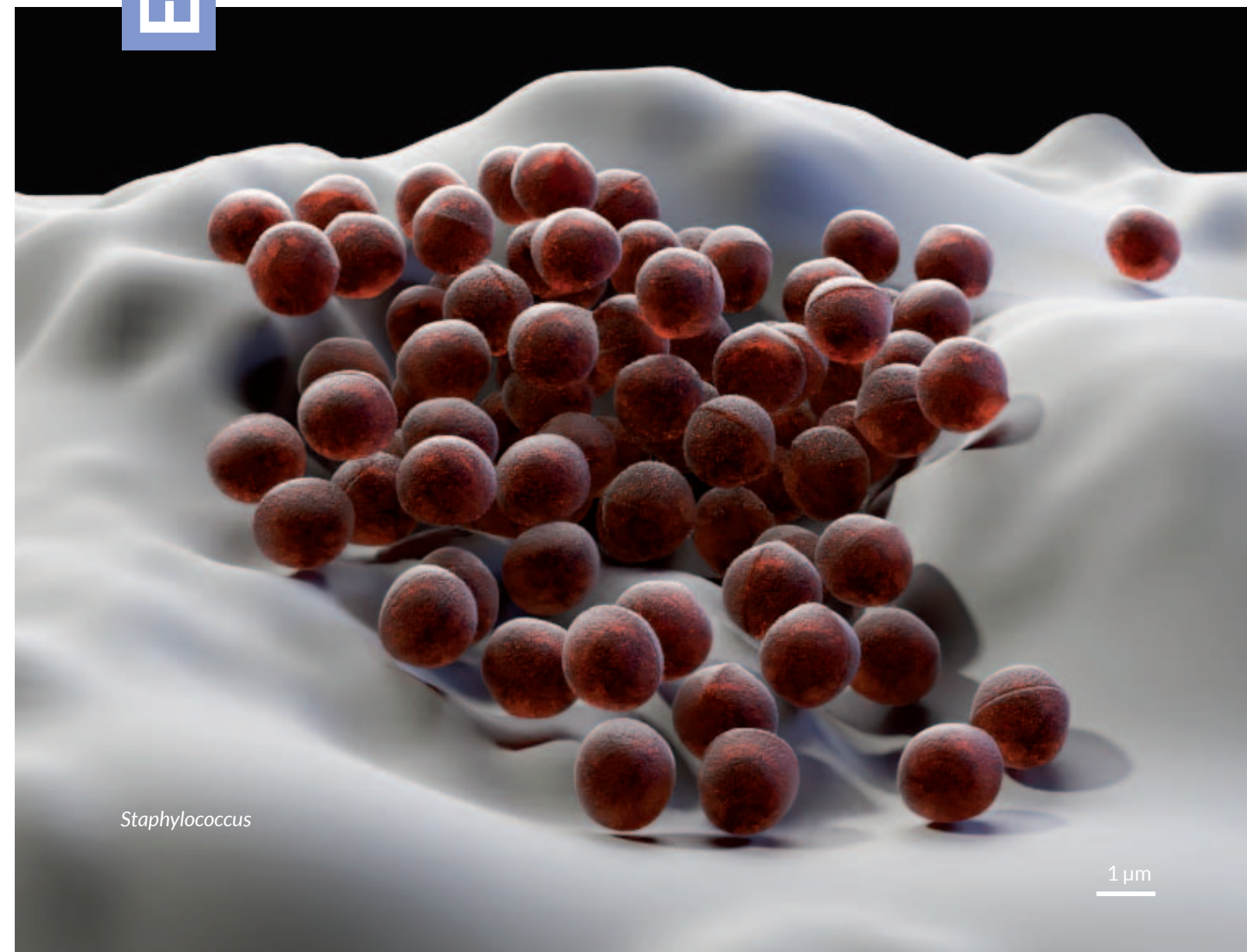
De samenstelling van de micro-organismen in iemands darm is heel bijzonder en verschilt van die van andere mensen. Elk microbiom is uniek, als een vingerafdruk.

Een extra orgaan

Het menselijke darmmicrobiom wordt vaak beschouwd als een orgaan op zich. Net als andere organen heeft het zeer specifieke taken, bijvoorbeeld immuun- en stofwisselingsfuncties. Elk micro-organisme in het microbiom heeft zijn eigen DNA, daarom wordt het microbiom vaak het „tweede menselijk genoom“ genoemd.

Ontlastingstransplantatie als vorm van „orgaantransplantatie”

Als het darmmicrobiom kan worden beschouwd als een orgaan op zich, zou het dan niet kunnen worden getransplanteerd zoals andere organen? Al in de 4e eeuw na Christus werd in China een „gouden soep”, hoofdzakelijk bestaande uit uitwerpselen, voorgeschreven bij voedselvergiftiging of ernstige diarree. Het leek het evenwicht in het lichaam te herstellen - wat er precies gebeurde wisten de toenmalige artsen natuurlijk niet. In de moderne geneeskunde worden ontlastingstransplantaties gebruikt in ernstige ziektegevallen. Zij kunnen goede resultaten opleveren, maar moeten met de grootste zorg worden uitgevoerd om geen ongewenste micro-organismen te transplanteren.



Een blik in de toekomst

Micro-organismen zijn de oudste levende organismen op onze planeet. Gedurende een ongelooflijk lange tijd, miljarden jaren, hebben zij zich herhaaldelijk aangepast aan nieuwe levensomstandigheden en overleefden zij. Vergeleken met hen is de mensheid erg jong en heeft zich „gevestigd“ in deze oude wereld.

Micro-organismen zijn lange tijd volledig onderschat. Pas nu krijgt de wetenschap een beter inzicht in het belang van microbiomen voor de gezondheid van alle levende wezens: Zonder microbiomen overleeft noch een grassprietje, noch een koe.

Microbiomen zijn ook op vele manieren van vitaal belang voor de mens: Veel bewoners van deze woongemeenschappen zijn onmisbaar, behulpzaam en nuttig.

Bacteriën beïnvloeden zelfs het klimaat. Ze worden echter ook door het klimaat beïnvloed. De fatale gevolgen die onzorgvuldig omgaan met biodiversiteit voor ons mensen kan hebben, kunnen niet worden overschat.

VAN DE MICROSCOOP TOT DNA-ONDERZOEK

De wereld van de micro-organismen is een eigen kosmos met een onmetelijke waarde voor alle levende wezens en hun omgeving. Toch zijn de meeste micro-organismen nog niet eens ontdekt en onderzocht.

Dit heeft te maken met het feit dat ze lange tijd niet gezien werden in de ware zin van het woord. Alleen door microscopen kon de wetenschap er een glimp van opvangen. Veel micro-organismen overleven niet lang genoeg in het laboratorium om bestudeerd te worden.

Veel baanbrekende bevindingen zijn dan ook pas de laatste jaren mogelijk geworden door genetisch onderzoek. Door middel van DNA-analyses kunnen zelfs dode micro-organismen tot op zekere hoogte worden bestudeerd.

Behoud van microbiomen - een goede investering in de toekomst

Het behoud van de diversiteit van de microbiomen zal een cruciale factor zijn voor een duurzame bio-economie. Innovatieve toepassingen van het microbioom kunnen doeltreffende antwoorden zijn op de huidige uitdagingen van het derde millennium: Beperking van de klimaatverandering, behoud van biodiversiteit, gezonde voedselproductie en -beschikbaarheid, bio-energie, recycling en afvalbeheer.

Lactobacillus

1 μ m

ACTUEEL ONDERZOEK

Micro-organismen orkestreren het leven op aarde

Het microbioomonderzoek is de laatste jaren sterk toegenomen. Er is een schat aan nieuwe kennis over microbiële gemeenschappen. Natuurlijk was het onderzoek naar het menselijk microbioom bijzonder intensief. Onlangs is het echter duidelijk geworden: microbiomen kunnen ook helpen om andere uitdagingen te overwinnen. Deze omvatten bodemvruchtbaarheid, voeding en gezondheid van planten en dieren, voedselveiligheid, afvalbeheer, aanpassing aan de klimaatverandering, koolstofvastlegging en vermindering van broeikasgasemissies.

Het „MicrobiomeSupport“-project heeft deskundigen uit verschillende gebieden van het microbiome onderzoek samengebracht. Er werd een internationaal panel van deskundigen inzake microbiomen in voedselsystemen gevormd. Een dergelijk college van deskundigen zou een permanent comité kunnen worden om aan gemeenschappelijke prioriteiten te werken en gedeelde kennis te ontwikkelen. De deskundigen beseften ook wat er nog ontbreekt in het microbioomonderzoek: Onderzoeksinfrastructuur, toegang tot en uitwisseling van gegevens, kennisoverdracht en innovatie, een geschikt regelgevingskader voor nieuwe producten en toepassingen, en bewustmaking van belanghebbenden en de samenleving. Dit maakt het ook gemakkelijker om manieren te vinden om deze gaten te dichten.



Studie

Strategic Research and Innovation Agenda for future microbiome activities and applications.
www.microbiomesupport.eu

HET GROTE VRAGENUURTJE

De wetenschap weet veel over individuele micro-organismen, maar nog veel te weinig over de interacties in het microbioom, d.w.z. tussen de individuele bacteriën, schimmels en andere micro-organismen. Hoe de gastheer het microbioom beïnvloedt, hoe microbiomen hun gastheer of de omgeving beïnvloeden, is ook slechts gedeeltelijk bekend.

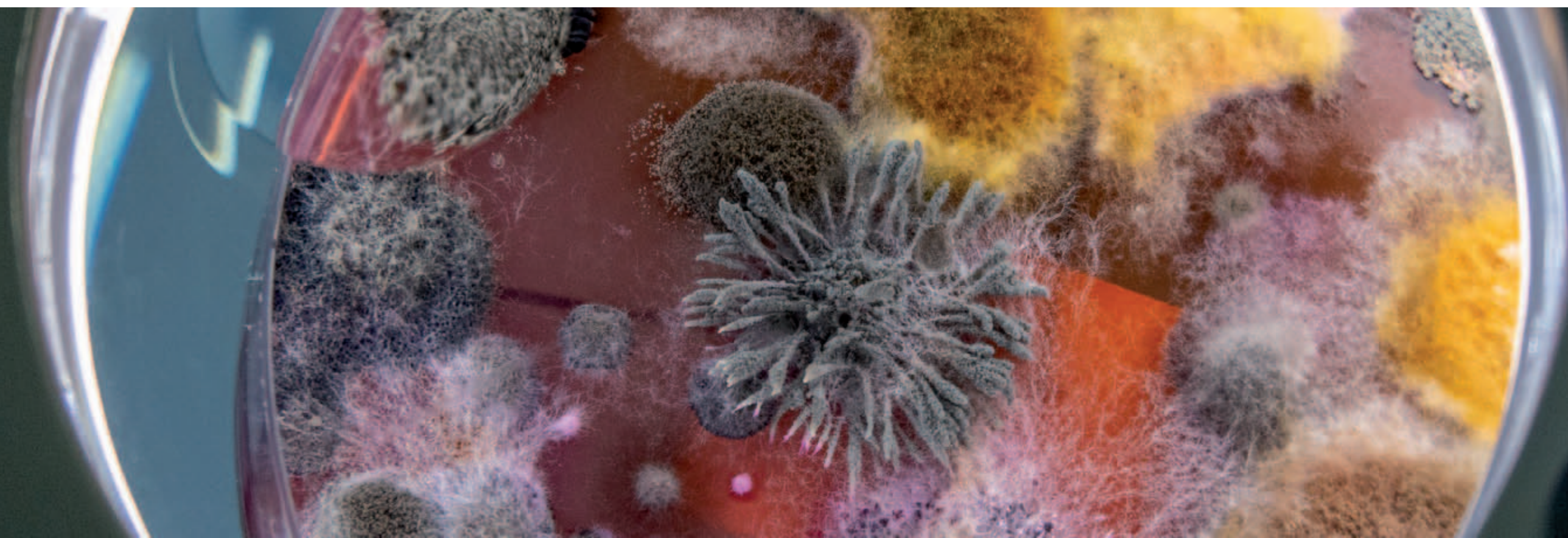
Daartoe zou men het microbioom nog beter moeten kunnen beschrijven en karakteriseren. Welke micro-organismen leven samen? Welk werk doen bepaalde micro-organismen? Welke stoffen produceren ze? Hoe veranderen zij in de loop der tijd of onder invloed van verschillende externe factoren? Kort samengevat: Wie doet wat waar en wanneer, en welke effecten heeft dat?

WAT MEN
ALLEMAAL nog
NIET WEEET

VOORSPELLINGEN DOEN MET DE MICROBIËLE „KOORTSTHERMOMETER“

Pas als we precies weten hoe microbiomen functioneren, kunnen we voorspellingen doen. Welke bacteriën zijn gezond in voedsel? Welke micro-organismen vormen een risico? Hoe beïnvloeden microbiomen de houdbaarheid van voedsel? Is mijn darmmicrobiom gezond of zijn er te veel van sommige micro-organismen? En op welk punt zijn veranderingen pathogeen?

Als je weet hoe bepaalde microbiomen zijn samengesteld, kun je ook nagaan of ze zijn zoals ze zouden moeten zijn. Er zouden biologische kenmerken of stoffen kunnen worden bepaald die wijzen op ziekte of gezondheid van een microbiom. In de toekomst zou men analytische systemen kunnen ontwikkelen die de biologische kenmerken van het microbiom meten, bijna zoals een klinische thermometer de temperatuur meet.



OP ZOEK NAAR NIEUWE GENEESMIDDELEN EN THERAPIEËN

Ziekmakende bacteriën worden gedood door antibiotica. Vooral in de veeteelt worden antibiotica vaak gebruikt ter preventie. Maar als er te veel antibiotica worden gebruikt, raken de bacteriën eraan gewend en worden ze resistent. Antibioticaresistentie is nu een zeer groot probleem. Zieke mensen en dieren kunnen niet meer behandeld worden omdat de medicijnen niet werken. Nieuwe effectieve antibiotica of andere nuttige stoffen die alternatieven voor antibiotica zouden kunnen zijn, kunnen in de microbiomen sluimeren. Dus moeten ook microbiomen worden onderzocht om nieuwe geneesmiddelen te vinden.

Gerichte pogingen om het darmmicrobioom te veranderen moeten ook gebaseerd zijn op degelijke wetenschappelijke gegevens. Probiotica kunnen helpen het darmmicrobioom te herstellen na gebruik van antibiotica. Het innemen van probiotica is gemakkelijk en zonder bijzondere gevaren. De situatie is anders voor de transplantatie van microbiomen: Hier moeten speciale normen in acht worden genomen om te voorkomen dat ziekteverwekkende bacteriën met de gezondheidsbevorderende bacteriën worden getransplanteerd en zo de gezondheid van de patiënten in gevaar wordt gebracht.

DE DETECTIVE IN HET MICROBIOOM

Elk microbioom is als een vingerafdruk. Als je microbiomen precies kent en hun samenstelling hebt opgeslagen in een referentiedatabase, kun je bijvoorbeeld nagaan of het aanwezige microbioom daadwerkelijk is wat er wordt beweerd. In de verre toekomst zou dit kunnen worden gebruikt om de weg van voedsel te traceren, certificeringen te controleren en voedsel fraude op te sporen.

Lactobacillus lactis

Lactobacillus lactis

1 µm

GEZONDERE VOEDING VOOR GEZONDERE MENSEN

Er is meer onderzoek nodig om nieuwe en diepere inzichten te krijgen in wat een gezond menselijk microbioom is en wat de kenmerken ervan zijn. Verstoring van de humaan-microbiome gemeenschap wordt in verband gebracht met diverse ziekten. De aantasting van het microbioom wordt beschouwd als een van de belangrijkste factoren achter de dramatische toename van chronische ziekten. Voeding is een belangrijk middel om het microbioom vorm te geven. Een gezonde voeding kan dus bijdragen tot het herstel van het verstoorde evenwicht.

Er zou ook meer onderzoek nodig zijn voor de ontwikkeling van speciale voedingsmiddelen en diëten als onderdeel van de medische therapie. De therapeutische werking moet worden verbeterd en ongewenste neveneffecten op het menselijk microbioom moeten worden vermeden. Dit zou vooral belangrijk zijn voor mensen die het risico lopen op chronische ziekten en voor patiënten die in behandeling zijn.

FERMENTATIE EN GEZONDHEID

Fermentatie is de omzetting van stoffen door bacteriën, schimmels of enzymen. De gezondheidsvoordelen van gefermenteerd voedsel worden al eeuwen beschreven, hoewel vele ervan niet bewezen zijn. De potentiële voordelen zijn gebaseerd op de aanwezigheid van levende micro-organismen en de door fermentatie veroorzaakte veranderingen in de ingrediënten van het levensmiddel. Voedingsmiddelen op basis van microbiële fermentatie kunnen de samenstelling van het darmmicrobioom positief beïnvloeden en het metabolisme ondersteunen. Verder onderzoek zou kunnen bijdragen tot de ontwikkeling van duurzame diëten op basis van microbiëel gefermenteerd voedsel om de menselijke gezondheid te verbeteren.

ZIEK DOOR VOEDSEL

Elk jaar worden 600 miljoen mensen ziek door voedsel en sterven er 420.000 als gevolg van door voedsel overgedragen ziekten. Ziekteverwekkers vermenigvuldigen zich vaak pas op hun weg van de producent naar de huishoudtafel. Een vroegtijdig waarschuwingssysteem dat gevaarlijke veranderingen in het microbioom al bij de producent signaleert, zou het risico van door voedsel overgedragen ziekten enorm kunnen verminderen.

Diverse microbiomen in LANDBOUW- EN VOEDSELSYSTEMEN

Microbiomen komen voor in en op mensen, dieren en planten, zowel op het land als in het water. Microbiomen beïnvloeden de gezondheid van de bodem, de productiviteit van planten en de gezondheid van mens en dier. Zij spelen dus ook een belangrijke rol in de landbouw en de voedselproductie.

De bevolking zal tegen 2050 groeien tot bijna 10 miljard mensen. De mensen moeten worden gevoed. Dit vereist een eerlijk en gezond voedselsysteem. De wetenschap moet microbiomen beter leren kennen, vooral in het voedselsysteem. Dan kunnen microbiomen ook goed gebruikt worden.

DE AFVALVERWERKERS

Voedselproductie is een van de systemen met de grootste ecologische voetafdruk. Voedselverspilling moet worden tegengegaan. Afval en afvalwater van de voedselproductie zouden door micro-organismen kunnen worden omgezet zodat zij kunnen worden gerecycleerd als energiebron, als meststof, maar ook als diervoeder of zelfs als voedsel voor de mens. Dit vereist een beter begrip van de omgevingsmicrobiomen, bijvoorbeeld van de bodem, de zee en de visserij. Daarin kunnen micro-organismen worden ontdekt die nuttig zijn voor de transformatie.



Aspergillus

10 µm

HET MICROBIOOM IN EEN GEZONDE LANDBOUW

De bodem is een van de meest gecompliceerde ecosystemen van allemaal. Het is een habitat op zich en een thuis voor een ongelooflijke verscheidenheid aan dieren. Zij regelen en controleren de vruchtbaarheid van de bodem, de nutriëntencyclus en de koolstofopslag.

De ecologische voetafdruk van de landbouw is enorm en veel bodems worden ernstig beschadigd door landbouwbewerking. Als we preciezer wisten hoe microbiomen de gezondheid van de bodem en dus ook de gezondheid van planten beïnvloeden, zouden we betere, niet-giftige pesticiden en bio-meststoffen met micro-organismen kunnen produceren. De bodem zou veerkrachtiger zijn en de boeren zouden minder

afhankelijk zijn van giftige pesticiden en chemische meststoffen. Microbiomen zouden zo kunnen bijdragen tot de overgang naar een klimaat- en milieuvriendelijke landbouw die de consument veilig, gezond en duurzaam voedsel biedt.

Het ontcijferen van de complexiteit van het bodemmicrobioom en een beter begrip van de interacties binnen dergelijke ecosystemen is in vele opzichten noodzakelijk. Hiermee kunnen oplossingen worden gevonden voor het herstel van kapotte vloeren. Maar bodemmicrobiomen kunnen ook koolstofopslag ondersteunen, wat een enorme bijdrage zou kunnen leveren aan het verzachten van de klimaatcrisis.

MICRO-ORGANISMEN EN DIERGEZONDHEID

Hoe jonge dieren worden gehouden, heeft een grote invloed op de samenstelling en de functionaliteit van het microbiom, dat ook de prestaties en de gezondheid van volwassen dieren beïnvloedt. Gezonde dieren zorgen voor gezond voedsel. Dieren kunnen ook baat hebben bij de inname van probiotica, d.w.z. voedsel met gezonde micro-organismen. Hoe precies? Dit moet worden onderzocht.

VERANDERD KLIMAAT VERANDERD MICROBIOOM

Welke invloed heeft de klimaatverandering op de microbiomen in voedselsystemen? Het zou belangrijk zijn te weten hoe microbiomen zich kunnen aanpassen en of zij onder de nieuwe omstandigheden dezelfde diensten voor onze voedselvoorziening kunnen leveren.

HET GEHEEL IS MEER DAN DE SOM DER DELEN

Er moeten methoden en gedifferentieerde benaderingen worden vastgesteld om de impact van microbiomen op de gezondheid van mensen, dieren of planten en op de voedselveiligheid systematisch te beoordelen.. Zo is de ecologische barrièrewerking tegen chemicaliën, additieven of ziekteverwekkers vaak niet te danken aan afzonderlijke bacteriestammen, maar aan de combinatie ervan. De beoordeling van elke afzonderlijke bacteriestam weerspiegelt niet de kenmerken van de gehele bacteriegemeenschap.

Net zoals microbiom bestaat uit een grote verscheidenheid van factoren, moeten degenen die betrokken zijn bij microbiomonderzoek bestaan uit een grote verscheidenheid van medewerkers. Multidisciplinaire projecten waarbij de industrie, de landbouw, diverse wetenschappelijke en sociaal-economische disciplines en regelgevers betrokken zijn, kunnen een vollediger beeld opleveren.



HET MICROBIOOM ZOU IN HET PARLEMENT MOETEN ZITTEN

Er is een nieuwe speler als het gaat om bijvoorbeeld voedsel- en chemische veiligheid, de productie van planten en dieren en de gezondheid van de planeet en haar bewoners: de microbiomen. De wetgeving loopt achter op de wetenschap. Zo zijn er nog steeds geen expliciete wettelijke voorschriften om microbiome effecten in aanmerking te nemen bij de beoordeling van risico's en voordelen in het kader van de levensmiddelenwetgeving. Naarmate nieuwe kennis over de structuur en de werking van het microbiom aan het licht komt, moet daarmee rekening worden gehouden bij de evaluatie van de wetgeving.

De microbiome-wetenschap moet gelijke tred houden met regelgeving en wetgeving. Dit zou helpen het bewijs te leveren dat nodig is om de risicobeoordelingen te verbeteren. Dit zou op zijn beurt de goedkeuring kunnen vergemakkelijken van innovaties op basis van microben die de gezondheid van mensen, dieren en de planeet bevorderen en de duurzaamheid, productiviteit, veiligheid en voedingskwaliteit van voedsel verhogen.

Er moeten ook open source databanken worden opgezet die informatie over microbiomen verzamelen. Dit kan het hergebruik van gegevens en wiskundige modellen en de toegang tot of het delen van informatie verbeteren. Deze systemen moeten echter zorgen voor een goede gegevensbescherming, voldoende opslagcapaciteit en een snelle, gebruiksvriendelijke toegang. De databanken moeten gratis zijn en gemakkelijk toegankelijk.

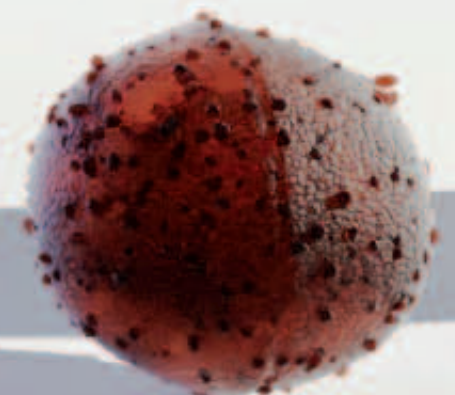
**INFORMATIE
VOOR IEDEREEN**

APPELS EN PEREN VERGELIJKEN

De wetenschap van het microbiom heeft zich de laatste tien jaar zeer snel ontwikkeld. Tal van verschillende wetenschappelijke gebieden onderzoeken het microbiom. Deze wetenschappelijke disciplines gebruiken echter vaak verschillende methoden. Ze spreken verschillende talen op wetenschappelijk gebied, om zo te zeggen. Dit maakt het echter zeer moeilijk om bevindingen te vergelijken of met elkaar in verband te brengen. Dit is echter essentieel voor een totaalbeeld van de prestaties van het microbiom. Daarom moet er zo snel mogelijk een uniform systeem en uniforme regels komen, zodat alle wetenschappers in het microbiomonderzoek dezelfde of ten minste een vergelijkbare procedure volgen. Van monstername, opslag en verwerking tot analyse en interpretatie.

BEWARING

Onderzoek naar verschillende microbiomen is zeer kostbaar. Een van de grootste technologische knelpunten op dit moment is het bewaren van microbiomen. Hoe kunnen complexe microbiomen zo worden opgeslagen dat hun samenstelling hetzelfde blijft en de micro-organismen ook blijven functioneren? En hoe controleert men of ze nog werken?



INZICHTEN IN BUNDELS

Door het microbiomonderzoek erkennen we hoe nauw en veelomvattend de onderlinge afhankelijkheid van mensen, dieren, planten en micro-organismen is. Het microbiomonderzoek is dan ook van invloed op een groot aantal gebieden: van geneeskunde en voedselsystemen tot bedrijfsleven en technologie. Het is uiterst belangrijk dat alle betrokken gebieden nauw samenwerken om verder te kunnen doordringen in de wereld van de microbiomen.

Het wordt steeds duidelijker dat micro-organismen onze wereld domineren. Hoe ze dat precies doen is in veel gevallen nog een groot geheim.





MicrobiomeSupport

Het AIT Austrian Institute of Technology leidde het MicrobiomeSupport-project. Het project werd gefinancierd door het onderzoeks- en innovatieprogramma Horizon 2020 van de Europese Unie (subsidieovereenkomst: 818116). Het doel: de weg vrijmaken voor duurzame en circulaire microbiome voedingssystemen en de bio-economie. 29 academische en overheidspartners uit 13 Europese landen en 9 internationale partners hebben nauw samengewerkt om kwaliteitsnormen voor microbiomonderzoek vast te stellen en aanbevelingen te ontwikkelen voor een strategische onderzoeks- en innovatieagenda in Europa en wereldwijd.

www.microbiomesupport.eu



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 818116.

STORY & DIGITAL DESIGN

Claudia Puck
Johann Steinegger
Sebastian Pichelhofer
Sebastian Postl
Florian Wurster
Valentin Postl
Brigitte Wegscheider

SCIENTIFIC ADVICE

Angela Sessitsch
Tanja Kostic
Stephane Compant

VIRTUAL REALITY FILM

<https://www.microbiomesupport.eu/resources/virtual-reality-movie>

*All images are 3D illustrations.