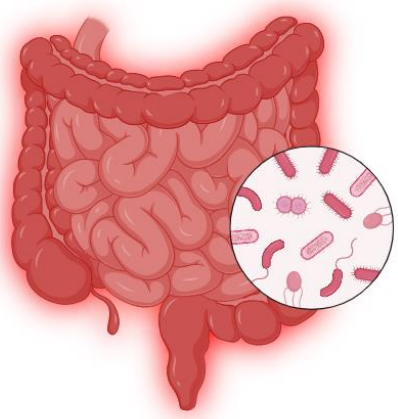
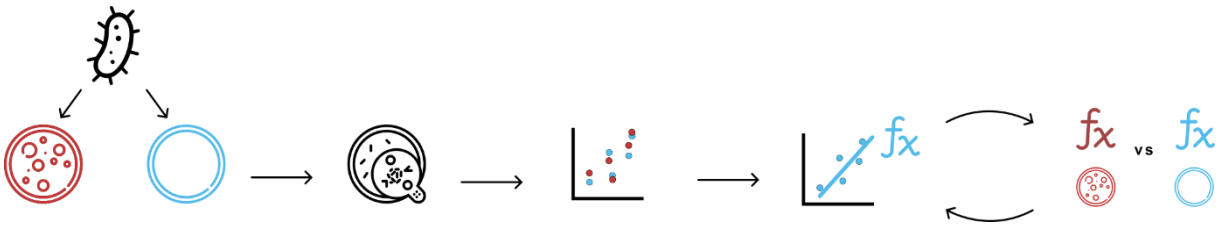
KU LEUVEN

Sint-Pieterscollege Leuven

Bacteriële groei in prikkelbaredarmsyndroom

iSTEM project





Marie Cloet, Dieter Deboosere, Maarten Demin, Leonard Valcke
2025-2026

Inleiding tot het project

Wist je dat prikkelbare darmsyndroom (PDS), een chronische darmaandoening mogelijks veroorzaakt door een verstoord evenwicht van darmbacteriën, voorkomt bij ongeveer 15% van de bevolking? Patiënten hebben last van buikpijn en problemen met de stoelgang, terwijl artsen vaak niet weten wat er precies aan de hand is. Bij een deel van de patiënten is er zo'n sterke groei van darmbacteriën in de dunne darm, dat ze 'overstromen' naar de dikke darm. Kunnen we door onze voeding aan te passen die overmatige groei vermijden? Welke voedingsstoffen hebben dan een invloed op de groei van darmbacteriën?

Dit project is gecentreerd rond de centrale uitdaging:

Kweek en volg een bacteriecultuur in aanwezigheid van welbepaalde voedingstoffen, modelleer hun groei en bespreek de effecten.

Het werd ontwikkeld in het kader van het vak "Interdisciplinair onderwijs: iSTEM en natuurwetenschappen", onderdeel van de Educatieve master in de wetenschappen en technologie aan KU Leuven. De doelgroep zijn vijfdejaars in een richting met sterke component wiskunde en wetenschappen.

Deze syllabus is een leidraad doorheen het project en dient als begeleiding bij het opdoen van kennis, verworven informatie neer te schrijven en het overzicht te bewaren. Vragen of onderdelen die als uitbreiding bedoeld zijn, zijn aangegeven met een asterisk (*).

We danken graag onze begeleider Ireen Carette en vakmentoren Joris Thielen en Niels Putseys voor de ondersteuning bij het ontwikkelen van het project.

De figuren in deze syllabus zijn onder andere gegenereerd met BioRender.com en svgrepo.

Inhoudstafel

Dit project bestaat uit vijf deelproblemen, die elk een hoofdstuk beslaan:

Deelprobleem 1

Wat is de rol van darmflora in prikkelbaredarmsyndroom (PDS), en waardoor wordt die bacteriële groei beïnvloed?

Deelprobleem 2

Start en volg een cultuur van een darmbacterie groeiend op veelvoorkomende voedingsstoffen.

Deelprobleem 3

Visualiseer de opgemeten data.

Deelprobleem 4

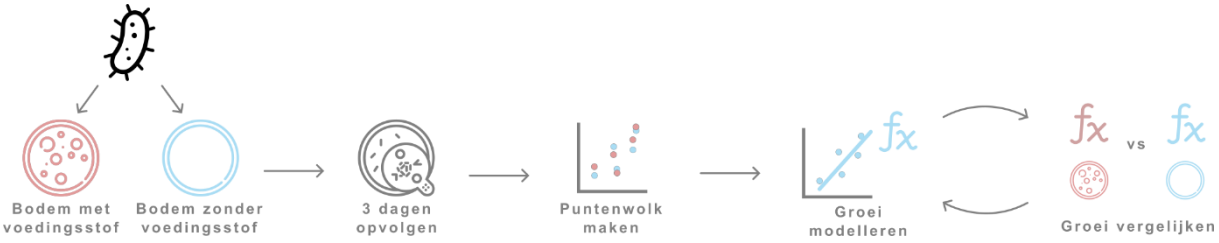
Welk wiskundig model hoort bij de opgemeten data en hoe kan je hieruit een maat halen om bacteriëngroei te vergelijken?

Deelprobleem 5

Vergelijk de data, valideer de hypothese, presenteer de bevindingen en reflecteer over de proefopzet en analyse.

Deelprobleem 1

Wat is de rol van darmflora in prikkelbaredarmsyndroom (PDS), en waardoor wordt die bacteriële groei beïnvloed?



INLEIDING

Vooraleer jullie aan het labowerk kunnen beginnen, moeten jullie je inwerken in het prikkelbare darm syndroom, bacteriële groei, bacteriën in labocontext, laboveiligheid, en voedingsstoffen. Hiervoor zullen we werken met **expertgroepen**. Dit betekent het volgende:

Stap 1: Eigen team

Binnen elk team verdelen jullie je over de 4 verschillende expertises:

- **Expertise 1:** Prikkelbare darm syndroom & darmflora
- **Expertise 2:** Bacteriële celdeling & kenmerken
- **Expertise 3:** Laboveiligheid & opstellen van protocol
- **Expertise 4:** Voedingsstoffen & bacteriële groei

Stap 2: Expertengroep

- Als de expertises verdeeld zijn binnen het team, ga je samenzitten met de **leden** van de andere teams **die dezelfde expertise hebben**. Zo vorm je een **groepje** die **expert** wordt in één van de 4 expertises.
- Met dit groepje **overloop je nu de expertfiche** voor je specifieke expertise. **Noteer** beknopt belangrijke zaken die je tegenkomt en beantwoord de vragen. Overleg met elkaar, wissel relevante informatie met elkaar uit, help elkaar, en probeer elkaars vragen te beantwoorden.
- Beantwoord **eerst** alle **gewone vragen**. Wanneer je hiermee klaar bent, beantwoord je de **verdiepende** vragen, aangeduid met een **'*'**.

Stap 3: Eigen team

- Nadat alle expertgroepen de blaadjes hebben doorlopen, komen jullie weer samen met jullie **eigen team** en **overleggen** jullie wat je binnen je **expertise** te weten bent gekomen.
- **OPDRACHT**: Maak met je team een concept map over de belangrijkste, relevante informatie. Deze concept map moet worden ingediend op het einde van les 2.
- Op de achterkant vind je een infokader over wat een concept map inhoudt.
- Voeg toe onderaan jullie concept map:
    - Jullie gekozen stof
    - Het verwacht effect van jullie stof op prikkelbare darmsyndroom
    - Een geüpdatete onderzoeksvraag, specifiek voor jullie stof
    - Jullie hypothese over het effect van jullie stof op bacteriële groei

Enkele richtlijnen wat betreft bronnen voor binnen de expertgroepen:

- Zoek online naar betrouwbare bronnen.
    - Bv: ziekenhuizen (UZ Leuven, UZ Antwerpen, Mayo Clinic), Universiteiten (IBS Belgium), sites van overheden, wetenschappelijke websites (EOS), …
- Vermijd blogs, sociale media en AI-tools.
    - Indien je gebruik maakt van googleAI overview, klik dan altijd door naar de vermelde bronnen om te verifiëren.
- Gebruik geen GenAI.
- Noteer minstens 3 gebruikte bronnen per expertise.

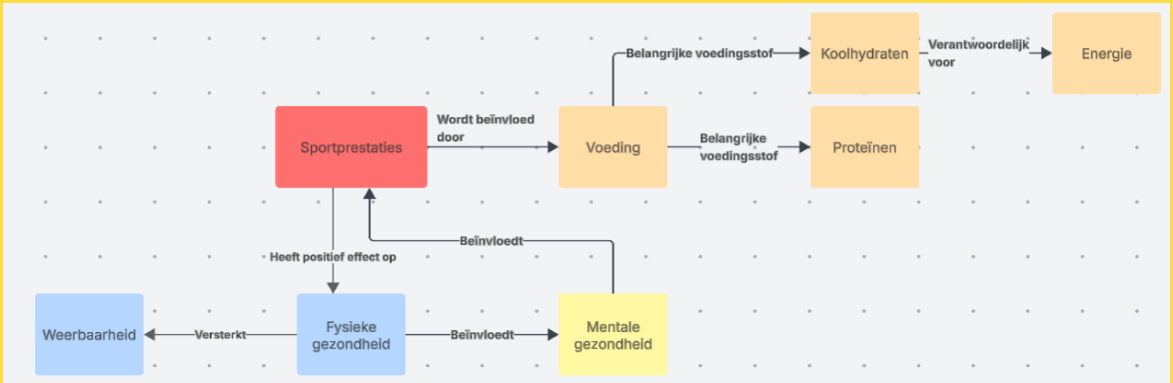
WAT IS EEN CONCEPT MAP?

Een concept map (begrippenmap) is een visueel schema waarin kernbegrippen (te maken met het project) geordend worden op een blanco blad en met elkaar worden verbonden. Hierdoor wordt de relatie tussen de kernbegrippen duidelijk zichtbaar.

Een concept map bestaat uit:

- **Kaders**: elke kader bevat een kernbegrip
    - Er is 1 centraal kader: deze geeft het centrale thema weer.
- **Verbindingspijlen** tussen kaders: bij elke verbindingspijl schrijf je hoe het eerste begrip gerelateerd is aan het tweede begrip.

Voorbeeld concept map sportprestaties:



EXPERTGROEP 1: PRIKKELBARE DARM SYNDROOM (PDS) & DARMFLORA

Doelen

Na je onderzoek moet je kunnen

- uitleggen wat prikkelbare darmsyndroom (PDS) is
- beschrijven wat darmflora is en een aantal positieve aspecten van gezonde darmflora benoemen
- kaderen hoe een verstoorde darmflora tot klachten kan leiden
- uitleggen wat probiotica is

'*' = verdiepende vraag: eerst de andere vragen beantwoorden, daarna deze aangeduid met '*'.

Onderdeel 1: Prikkelbare Darm Syndroom (PDS)

Wat is prikkelbare darmsyndroom (PDS)?

Noem minstens 4 typische symptomen van PDS.

(*) hoeveel procent van de Belgische bevolking kampt met PDS? Is er een verschil tussen mannen en vrouwen?

Onderdeel 2: Darmflora

Wat wordt bedoeld met darmflora (darmmicrobioom)?

Hoeveel bacteriën leven er ongeveer in de volwassen menselijke darm? Vergelijk dit met het aantal menselijke cellen in een volwassen lichaam.

Een van de meest voorkomende darmbacteriën is Escherichia coli. In welk stuk darm bevindt deze bacterie zich voornamelijk?

(*) Noem een positief effect van Escherichia coli voor de mens.

Onderdeel 3: Verstoorde darmflora & ziekten

Wat betekent dysbiose?

Kan voeding de oorzaak zijn van dysbiose? Indien ja: geef een voorbeeld. (Minimum les 1)

(*) Noteer 3 ziekten die geassocieerd worden met dysbiose.

Zou dysbiose een oorzaak kunnen zijn van PDS? Geef een korte uitleg.

(*) Kan E. coli schadelijk zijn voor de mens?

Onderdeel 4: Gezond houden darmflora

Noem 3 positieve effecten van een gezonde darmflora.

Wat zijn probiotica?

(*) Zouden probiotica kunnen helpen bij PDS? Waarom wel/niet?

Voorbereiding conceptmap

Selecteer **5 sleutelbegrippen** (= de 5 belangrijkste begrippen die je hebt geleerd) die jij straks aan je groep zal uitleggen in je eigen woorden.

EXPERTGROEP 2: BACTERIËLE CELDELING & KENMERKEN VAN BACTERIËN

Doelen

Na je onderzoek moet je kunnen

- verschillen opsommen tussen bacteriële en dierlijke cellen
- beschrijven hoe bacteriën delen
- de groeicurve van bacteriën tekenen & beschrijven
- (factoren opsommen die bacteriële groei beïnvloeden)

'*' = verdiepende vraag: eerst de andere vragen beantwoorden, daarna deze aangeduid met '*'.

Onderdeel 1: Bacteriën

Zijn bacteriën prokaryoten of eukaryoten. Zijn bacteriën eencellig of meercellig?

Noem 4 cellulaire verschillen tussen bacteriële cellen en dierlijke cellen.

Onderdeel 2: Bacteriële celdeling

Hoe heet de manier waarop bacteriële cellen zich delen/voortplanten? Leg kort uit wat dit betekent.

Hoelang duurt één celdeling van de bacterie E. coli bij 37°C?

Onderdeel 3: Groei bacteriepopulatie

Stel dat je start met 1 bacteriële cel.

A) Bepaal voor de eerste 10 generaties het aantal bacteriële cellen. 1 generatie betekent dat alle aanwezige cellen exact 1 keer delen.

B) Teken een eenvoudig assenstelsel, benoem de assen, en plot deze aantallen hierop.

C) Wat valt je op aan het aantal bacteriële cellen in opeenvolgende generaties.

D) (*) Aan welke functie doet deze toename je denken? Met welke formule kan je deze toename dan beschrijven?

E) Hoe heet deze fase in de bacteriële groeicurve? **(Minimum les 1)**

Kan een bacteriepopulatie oneindig groeien?

F) (*) Wat zijn de limiterende factoren?

G) Hoe heet deze vlakke fase in de bacteriële groeicurve?

H) (*) Stopt alle bacteriële celdeling in deze fase, of delen bacteriën nog?

Teken de typische groeicurve van een bacteriepopulatie, benoem de fasen en beschrijf kort de twee fasen die je nog niet hebt onderzocht.

(*) Onderdeel 4: Factoren die bacteriële groei beïnvloeden

Zoek op: de effecten van de onderstaande omgevingsfactoren op de groei van E. coli.

A) Temperatuur: geef limieten voor groei, optimale temperatuur, wat gebeurt bij te lage en te hoge temperatuur.

B) Zuurstof: heeft E. coli zuurstof nodig om te groeien?

Voorbereiding conceptmap

Bereid je voor om de volgende zaken uit te leggen aan je team:

- de verschillen tussen bacteriële en dierlijke cellen
- hoe bacteriële celdeling leidt tot de bacteriële groeicurve.

EXPERTGROEP 3: LABOVEILIGHEID & OPSTELLEN VAN EEN PROTOCOL

Doelen

Na je onderzoek moet je kunnen

- veiligheid van situaties in een biologisch labo inschatten
- maatregelen BSL-1 opsommen
- bacteriën kunnen uitstrijken
- protocol opstellen over opvolgen bacteriële groei

'*' = verdiepende vraag: eerst de andere vragen beantwoorden, daarna deze aangeduid met '*'.

Onderdeel 1: *E. coli* in het labo

Waarvoor staat *E. coli*? Waar komt het voor?

(*) Is E. coli een ziekteverwekkende bacterie? Denk je dat het veilig is om in het labo hiermee te werken?

(*) In onderzoek wordt vaak "E. coli K12" gebruikt, een genetisch gemodificeerde E. coli stam. Wat is veranderd aan deze stam? Is het veilig om hiermee in het labo te werken?

Onderdeel 2: Laboveiligheid

Wat zijn biosafety levels (BSL)?

Zoek op welke BSL geldt voor de *E. coli* K12 stam.

Som 4 veiligheidsmaatregelen op binnen het BSL-niveau van *E. coli* K12.

Onderdeel 3: Steriel werken

Wat betekent 'steriel' werken? Waarom is dit nodig?

Wat is een entoog?

Som de 5 stappen op die je moet doorlopen bij het enten van bacteriën met een entoog.

Onderdeel 4: Uitstrijken

Wat is een voedingsbodem voor bacteriën?

Voor ons onderzoek moeten we bacteriën opgroeien op een voedingsbodem. Om onze bacteriën op de voedingsbodem te enten, gebruiken we de *kwadrantmethode (streak plate method)*. Hoe werkt deze methode? Maak een schets. (Minimum les 1)

(*) Som het materiaal op dat nodig is voor deze methode.

Onderdeel 5: Groei opvolgen

Wat betekent incuberen van bacteriën? Bij welke temperatuur gebeurt dit voor *E. coli*?

(*) Waarom incuberen we onze agarplaatjes omgekeerd?

We groeien bacteriën in 2 verschillende condities. Hoe houdt je de verschillende plaatjes uit elkaar binnen je team, en tussen de teams.

Stel een manier voor die toelaat de groei van bacteriële kolonies te volgen in de klas? Hoe pak je dit aan?

Onderdeel 6: Voorbereiding conceptmap

Noteer 4 veiligheidsregels die **absoluut** moeten gevolgd worden.

Leg het protocol van uitstrijken uit.

Leg uit hoe je denkt de bacteriële groei op te volgen.

EXPERTGROEP 4: VOEDINGSSTOFFEN & BACTERIËLE GROEI

Doelen

Na dit werkblad moet je kunnen

- Voedingsstoffen opsommen die vermoedelijk effect hebben op prikkelbare darmsyndroom
- geschikte testbare voedingsstoffen onderzoeken
- de controleconditie uitdenken

'*' = verdiepende vraag: eerst de andere vragen beantwoorden, daarna deze aangeduid met '*'.

Onderdeel 1: prikkelbare darmsyndroom en voeding

Ga opzoek naar 5 voedingsmiddelen die vaak geassocieerd worden met het versterken van de klachten van prikkelbare darmsyndroom.

(*) Wat is het FODMAP-dieet? Noem 3 voedingsstoffen die hiertoe behoren?

Onderdeel 2: Bacteriële groei & voedingsstoffen

In onderzoek gaan bacteriën vaak worden opgegroeid op een vaste bodem in een petrischaal. Een veelgebruikte bodem is "LB-agar".

A) Wat is agar (of agar-agar)? Wat is de voornaamste voedingsstof in agar (proteïnen/koolhydraten/vetten/...)?

B) (*) Een LB-agar bodem bevat naast agaragar en water nog 3 andere ingrediënten. Som deze 3 ingrediënten op, en noteer welke voedingsstoffen ze voornamelijk bevatten.

In ons onderzoek testen we het effect van een bepaalde voedingsstof op de groei van darmbacteriën. Hiervoor zullen we *Escherichia coli* (modelbacterie voor darmbacteriën) groeien op een LB-agar bodem, waarin de gekozen voedingsstof is vermengd. De vraag die nu rest voor jullie is: welke voedingsstof wil je met je groepje testen?

A) Ga opzoek naar **1 voedingsmiddel/voedingsstof** waarvan je het effect op de groei van darmbacteriën wilt testen. **Bespreek met de andere teams**, zodat ongeveer elk team een ander voedingsmiddel/voedingsstof test.
B) Houd rekening met de volgende randvoorwaarden:
   - Ga opzoek naar voedingsstoffen/voedingsmiddelen die geassocieerd worden met prikkelbare darmsyndroom.
   - Je voedingsmiddel/voedingsstof moet oplosbaar zijn in water. Enkel dan zal je keuze ook oplosbaar zijn in LB-agar.

C) Noteer:
   - Je gekozen voedingsmiddel/voedingsstof. Wees specifiek.

   - Waarom je deze stof hebt gekozen (argumentatie). **(Minimum les 1)**

   - Effect voedingsstof/voedingsmiddel op symptomen prikkelbare darmsyndroom (hypothese). Noteer minstens 1 bron.

- Verwacht effect voedingsstof/voedingsmiddel op bacteriële groei (hypothese). Noteer minstens 1 bron.

Onderdeel 3: controle & test conditie

Om te bepalen of onze voedingsstof de bacteriële groei beïnvloedt, moeten we deze groei vergelijken met een referentie. Bespreek met de groep wat deze referentie zou kunnen zijn. Waarom kies je deze referentie?

Onderdeel 4: Voorbereiding conceptmap

Zorg dat je volgende zaken aan je team kan uitleggen:

- je gekozen voedingsstof.
- het effect van de gekozen voedingsstof op prikkelbare darmsyndroom.
- je hypothese over het effect van de gekozen voedingsstof op de bacteriële groei.