

## Isolatie beïnvloedt evolutie bacteriepopulaties

Met behulp van bacteriën kan de invloed van het milieu op het verloop van de evolutie bestudeerd worden. Een dergelijk experiment wordt uitgevoerd door Wageningen Universiteit. Bacteriën worden generaties lang gekweekt onder verschillende omstandigheden. Het blijkt dat isolatie de evolutie van de darmbacterie *Escherichia coli* beïnvloedt.

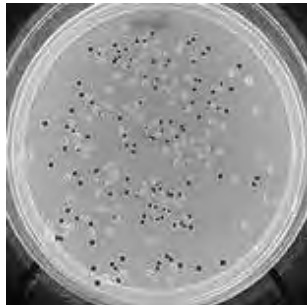
Een simpel model om evolutie te bestuderen bestaat uit bacteriën in een erlenmeyer met een vloeibaar voedingsmedium. Elke dag wordt een deel van de populatie bacteriën overgezet naar een nieuwe erlenmeyer met vers medium. Op dat moment kan ook een klein deel van de bacteriën ingevroren worden. Het hele proces van evolutie is op deze manier opgeslagen in de diepvries: beginnend bij de oorspronkelijke populatie, gevolgd door monsters uit latere erlenmeyers. Een soort fossielenbank dus, maar dan één waarvan je de fossielen weer tot leven kunt brengen.

Dr Michelle Habets gebruikte een dergelijke proefopzet met *E. coli*-bacteriën voor haar promotieonderzoek. Deze bacteriën zijn facultatief anaeroob: ze kunnen leven onder aerobe en anaerobe omstandigheden. Habets onderzocht het effect van isolatie op *E. coli*-bacteriën. Zij kweekte de bacteriën in erlenmeyers en op een vast voedingsmedium in petrischaaltjes (zie afbeelding 1).

### afbeelding 1



Erlenmeyer met bacteriën in vloeibaar voedingsmedium



Petrischaal met bacteriekolonies op vast voedingsmedium: gestructureerd (1) of gemixt (2)

Ook bij de petrischaaltjes werd steeds een deel overgezet naar een nieuwe petrischaal met een verse voedingsbodem. En een deel van de bacteriën ingevroren. Bij de dagelijkse overzetting van de ene petrischaal naar de andere werden twee methodes gebruikt.

- 1 Gestructureerde platen: met behulp van een rond lapje wordt dagelijks een afdruk van de kolonies van de oorspronkelijke voedingsbodem op een verse voedingsbodem aangebracht. De verdeling van de bacteriekolonies op de voedingsbodem (plaat) blijft zo in stand.
- 2 Gemixte platen: enkele kolonies worden van de voedingsbodem afgeschraapt, in een oplossing geschud, en op een nieuwe plaat uitgesmeerd. Bacteriekolonies ontstaan dan op willekeurige plaatsen op de voedingsbodem.

- Wanneer niet regelmatig een deel van de bacteriën overgezet zou worden naar een nieuwe erlenmeyer of petrischaaltje, zou de bacteriegroei uiteindelijk stoppen, onder andere door voedsel- en ruimtegebrek.
- 1p 17 Noem nog een oorzaak voor het stoppen van de bacteriegroei.

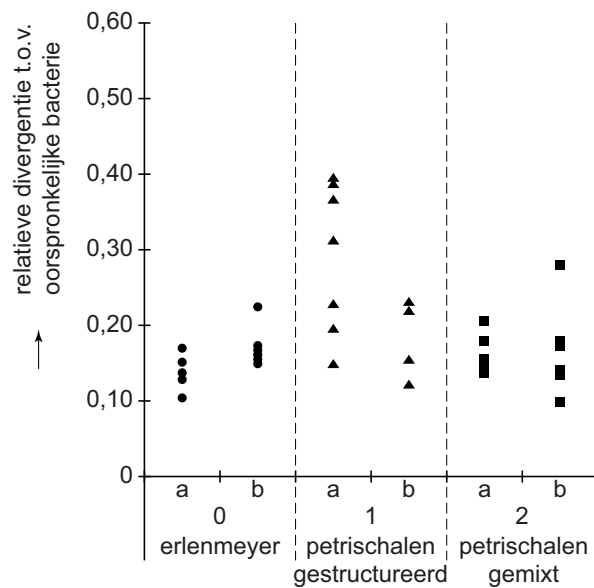
- Het kweken, invriezen en daarna weer activeren gaat bij bacteriën vrij gemakkelijk. Door deze eigenschappen zijn bacteriën geschikt voor het evolutie-experiment.
- Drie andere eigenschappen van bacteriën zijn:
- 1 Bacteriën hebben een korte generatietijd;
  - 2 Bacteriën zijn eenvoudig genetisch te modificeren;
  - 3 Bacteriën kunnen via plasmiden genetische informatie uitwisselen.
- 2p 18 Door welke van deze eigenschappen zijn bacteriën specifiek geschikt voor het beschreven evolutie-experiment?
- A alleen 1
  - B alleen 1 en 2
  - C alleen 1 en 3
  - D alleen 2 en 3
  - E alle drie

- De bacteriepopulaties in de erlenmeyers en petrischalen raken steeds beter aangepast aan de omstandigheden in het experiment. Er vindt evolutie plaats.
- 2p 19 Beschrijf hoe dit evolutieproces verloopt waarbij de bacteriepopulatie steeds beter aangepast raken aan de omstandigheden in het experiment.

- Habets onderzocht hoe verschillende omstandigheden de evolutie van de bacteriën beïnvloeden. Er werd onder andere gekeken naar het vermogen om bepaalde koolstofverbindingen te gebruiken als energiebron. Enkele koolstofverbindingen zijn: glucose, pyrodruivenzuur, melkzuur en appelzuur.
- 2p 20 Welke van deze koolstofverbindingen kunnen bacteriën normaliter als energiebron gebruiken onder anaerobe omstandigheden?
- A alleen glucose
  - B alleen melkzuur
  - C alleen glucose en pyrodruivenzuur
  - D alleen glucose, pyrodruivenzuur en melkzuur
  - E glucose, pyrodruivenzuur, melkzuur en appelzuur

Habets onderzocht de divergentie van de bacteriepopulaties uit de drie opstellingen (groep 0 = erlenmeyers, groep 1 = gestructureerde platen, groep 2 = gemixte platen). Ze startte met per groep twee identieke bacteriepopulaties, a en b. Die werden dagelijks overgezet. Na 900 dagen nam ze uit elke groep een aantal bacteriemonsters. Deze werden onderzocht op divergentie: in hoeverre wijken deze nakomelingen af van de oorspronkelijke bacterie? In afbeelding 2 zijn de resultaten weergegeven.

afbeelding 2



De resultaten van groep 1 en groep 2 worden met elkaar vergeleken.

Er worden twee verklaringen gegeven voor deze resultaten:

- 1 Door het ontstaan van 'eilandjes' op de gestructureerde platen zijn subpopulaties met ieder hun eigen variatie aan genotypes ontstaan.
- 2 Op de gemixte platen is een sterke concurrentie tussen alle bacteriekolonies, waardoor er een selectiedruk is in de richting van een beperkt aantal genotypes.

2p 21 Welke verklaring kan of welke verklaringen kunnen juist zijn?

- A geen van beide
- B alleen 1
- C alleen 2
- D beide

1p 22 Geef een verklaring voor het verschil in divergentie tussen twee bacteriekweken uit de twee erlenmeyergroepen (zie afbeelding 2).