



TinyEarth

En verdensomspændende jagt på ny antibiotika

Lærervejledning
Tiny Earth Undervisningsforløb
2025/2026



AARHUS
UNIVERSITET

Undervisningsforløb

Selveforløbet løber over 4-6 uger og består af tre dele.

1) Indsamling og behandling af jord

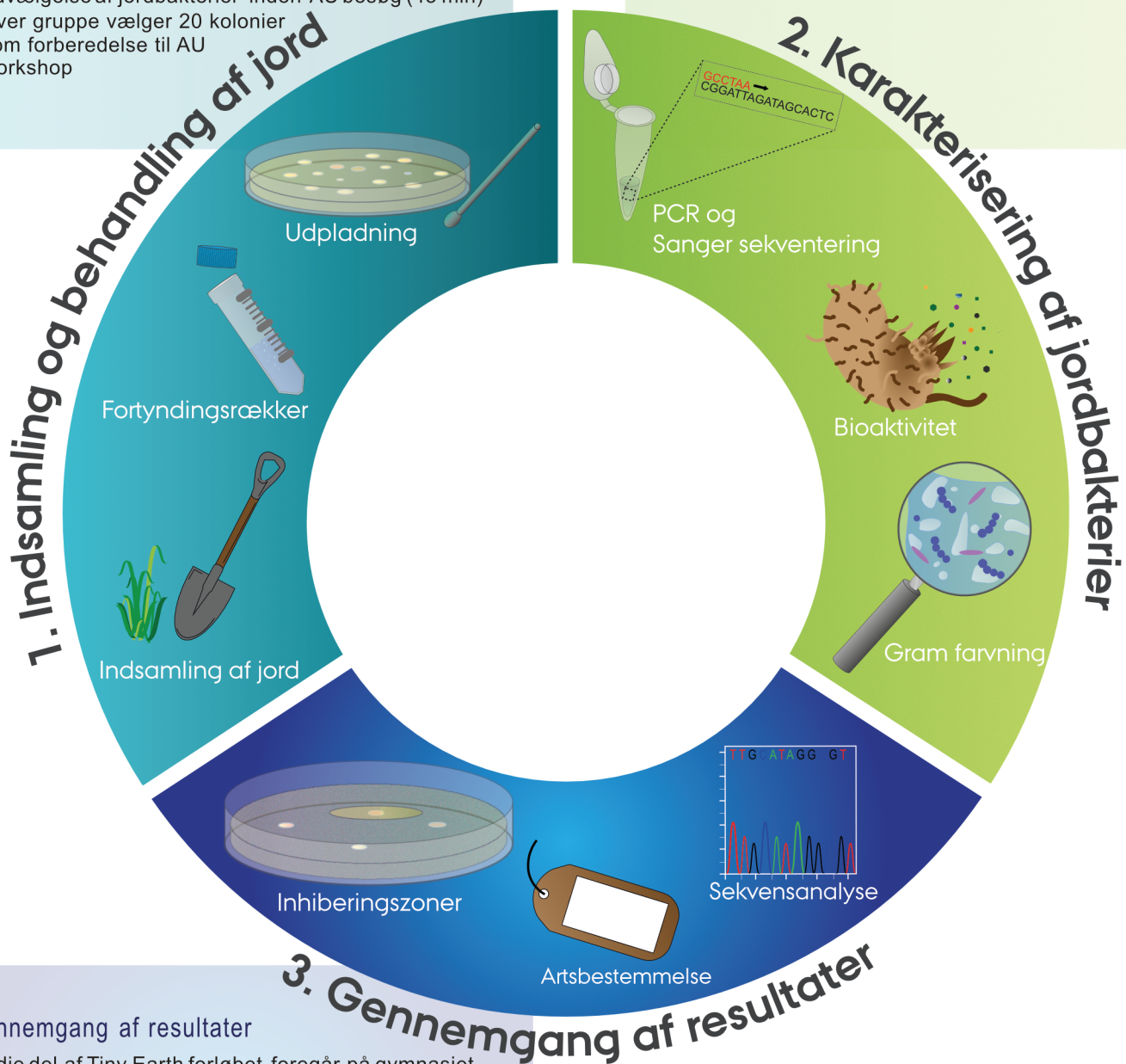
Førstedel af Tiny Earth forløbet foregår på gymnasiet over to dage:

- 1) Indsamling af jord og udpladning af jordbakterier (3 t):
Tiny Earth kommer på besøg og præsenterer projektet og projektets baggrund samt hjælper med forsøg. Vi medbringer alle materialer til øvelserne på dagen.
- 2) Udvælgelse af jordbakterier inden AU besøg (45 min)
Hver gruppe vælger 20 kolonier som forberedelse til AU workshop

2) Karakterisering af jordbakterier

I anden del af Tiny Earth forløbet inviteres I til en workshop på Aarhus Universitet. Påworkshoppen vil eleverne:

- 1) Teste udvalgte jordbakteriers bioaktivitet
- 2) Identificere udvalgte jordbakterier ud fra 16SrDNA
- 3) Få indsigt i udvalgte jordbakteriers biokemiske egenskaber og cellulære morfologi



3) Gennemgang af resultater

Tredje del af Tiny Earth forløbet foregår på gymnasiet. Eleverne vil efter workshoppen modtage deres resultater. Eleverne vil nu kunne analysere deres resultater og indtaste dem i vores internationale database. Eleverne vil:

- 1) Analysere billeder af deres biologiske assays
 - 2) Bearbejde og analysere 16SrDNA-sekvenser
- Vi hjælper gerne med denne del online (1,5 t).

Før I går i gang

Undervisningsmateriale:

Tiny Earth stiller undervisningsmateriale til rådighed. Du er velkommen til at bruge materialet i det omfang, der giver mening i din undervisning. Materialet består af et kapitelopdelt baggrundsmateriale med tilhørende arbejdsspørgsmål, protokoller, videoer og vejledninger. Materialet ligger tilgængeligt på vores hjemmeside:

<https://bce.au.dk/tinyearth>

Kom i gang med Tiny Earth:

- Del på forhånd klassen op i arbejdsgrupper på ca. 3 personer.
Hver gruppe tildeles et gruppenummer.
- Alle elever skal oprette sig med deres (studie)mail på Tiny Earth Discovery Databasen.
discovery.tinyearth.wisc.edu.
Maillisten sendes forud for forløbets start til tinyearth@eng.au.dk, så vi kan give eleverne adgang til at indtaste deres fund.

Spørgsmål?

Frederikke Dybdahl Hansen
Projektkoordinator, Tiny Earth Danmark
Tlf. 28452455
tinyearth@eng.au.dk

Del 1

Indsamling af jord

I første øvelse vil eleverne indsamle jordprøver fra naturen. Denne jordprøve er kilden til de bakterier, de skal undersøge gennem forløbet. Tiny Earth introducerer øvelsen og hjælper med udførsel.

Information til underviser:

- ☐ Tiny Earth medbringer alle materialer på dagen.
- ☐ Vi afsætter ca. 30 min til prøveindsamling, så eleverne kan med fordel have gjort sig nogle tanker om ønsket indsamlingssted på forhånd.
- ☐ Jordprøver kan evt. indsamles som hjemme-arbejde. Vi kan da sende kits på forhånd med posten. Prøverne skal indsamles fra offentlig jord og opbevares på køl indtil udpladning.

Indhold af kit

Kit til jordindsamling

- Jordspyd
- Jordtermometer
- 2x 50 ml falconrør
- Teske til jordindsamling
- Frysepose
- Lineal
- pH strips og aflæsningsskema
- Demineraliseret vand
- Datark til jordindsamling

OBS.

For at undgå forekomst af sundheds-skadelige bakterier bør eleverne undgå jordprøver med døde dyr, ekskrementer ol.

Undervisningsmateriale til Del 1 - Indsamling af jord

Baggrundsmateriale:

- Kapitel 2: Jord er ikke bare jord

Protokol:

- Indsamling af jordprøver

Video:

- Jordindsamling
- Youtube video til jordtypebestemmelse:
"Soil Texture by feel"

Del 1

Udpladning af jordbakterier

I anden øvelse vil eleverne frigive bakterierne fra jordprøven, fremstille en fortyndingsrække, udvælge vækstmedie og udplade bakterierne.

Vi medbringer de fleste materialer til prøveforberedelse og udpladning. Enkelte remedier skal I selv skaffe.

Tjekliste til underviser:

- ☐ Forbered arbejdsstationer i laboratoriet med de nødvendige materialer. Eleverne kan med fordel arbejde aseptisk ved brug af bunsenbrænder, men dette er ikke et krav.
- ☐ Forbered områder hvor pladerne kan inkubere f.eks. ved forskellige temperaturer, luftfugtighed, lys osv. Agarpladerne forventes at lugte under inkubering.

Indhold af kit

Kit til udpladning af jordbakterier

- Vejebåd og teske
- 50 ml rør med sterilt 0,9% saltvand
- 5 eppendorfrør med sterilt 0,9% saltvand
- Sterile glasperler og spatler til udpladning
- 90 mm agarplader med forskelligt medie

I skal selv skaffe

- Vægt til afvejning af 1 g jord
- Pipetter og pipettespidser (100 µl)
- Vortexer til prøveblanding (alternativt pipettering)
- Stativer til eppendorfrør
- Permanent markers til at skrive på Petriskåle
- Bunsenbrændere hvis I vil øve sterilteknik (Ikke et krav fra vores side)

Undervisningsmateriale til Del 1 - Udpladning af jordbakterier

Baggrundsmateriale:

- Kapitel 3: Bakterievækst og -kulturer
- Kapitel 4: Bakterier er også, hvad de spiser

Protokoller:

- Behandling af jordprøver
- Opskrifter på typiske vækstmedier
- Fortyndingsrækker og udpladning

Videoer:

- Behandling af jordprøver
- Fortyndingsrække og udpladning

OBS.

Agarpladerne bør efter udpladning ikke inkubere ved temperaturer $>35^{\circ}\text{C}$. Dette er for at mindske risikoen for vækst af sundhedsskadelige bakterier.



Del 1

Udvælgelse af jordbakterier

I tredje øvelse vil eleverne undersøge deres agarplader for vækst. Eleverne vil sandsynligvis se vækst allerede efter et par dage - men agarpladerne vil nok blive mere og mere interessante med tiden! Umiddelbart inden workshopen på Aarhus Universitet kan eleverne tælle kolonier, beregne antal CFU/gjord og udvælge interessante kolonier, som de vil undersøge for antibiotikaproduktion senere i forløbet.

Information til underviser:

- ☐ Giv gerne eleverne muligheden for løbende at holde øje med deres agarplader. Kolonierne vil typisk ændre udseende, når de går ind i en ny vækstfase. Måske kan eleverne allerede se indikationer på bakteriel inhibering hjemmefra? Eleverne kan også sammenligne deres fund med vores bakteriekatalog, som løbende bliver opdateret på vores hjemmeside.
- ☐ Hver gruppe udvælger i alt 20 interessante bakteriekolonier fra alle deres agarplader. Disse markeres på pladen med et nummer fra 1-20.

OBS.

Bakterier på agarplader må under inkubationsperioden på gymnasiet kun observeres gennem låget. Låget skal forblive på pladen.

Undervisningsmateriale til Del 1 - Udvælgelse af jordbakterier

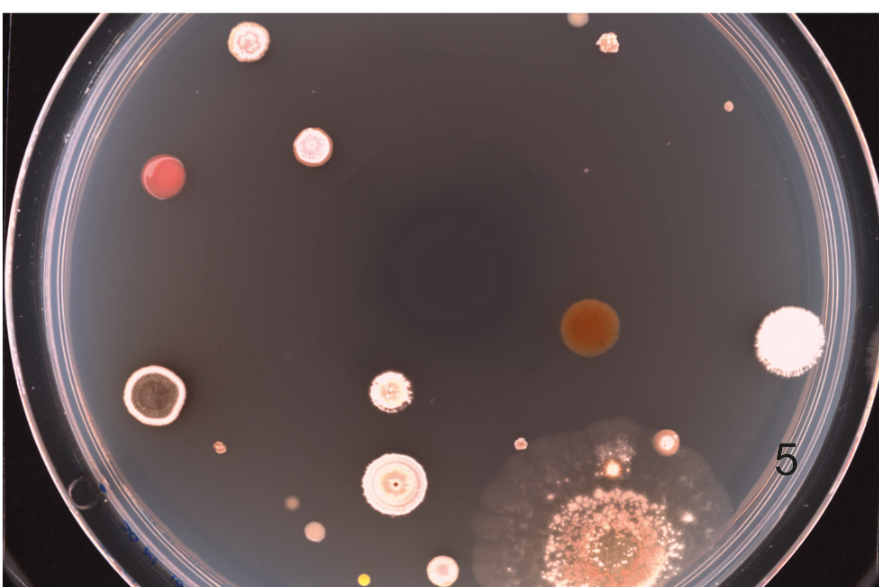
Baggrundsmateriale:

- Kapitel 5: Kolonier vs. flydende kulturer

Protokoller:

- Koloniers morfologi

Bakteriekatalog:



Del 2

Karakterisering af jordbakterier

I forløbets anden del inviteres eleverne på en workshop i vores undervisningslaboratorier. Workshopen vil starte kl. 9.00 og slutte senest kl. 15.00. Hvis I ankommer i biler, kan I senest dagen inden workshopen sende alle nummerplader til tinyearth@eng.au.dk og dermed holde gratis på alle parkeringspladser markeret som "medarbejderparkering" i Universitetsparken og omkring Universitetet. Der er flere medarbejderparkeringspladser omkring laboratorierne. Den nærmeste er mellem indgang 10A og 10B på Gustav Wieds Vej.

Information til underviser:

- ☐ Medbring alle elevernes agarplader. Husk at forsegle agarpladerne med parafilm inden transport.
- ☐ Mind eleverne om at tage madpakke med. Der vil **ikke** være mulighed for at købe mad.
- ☐ Computere, mobiltelefoner, tablets ol. er ikke tilladt i laboratorierne.

Adressen for workshopen:

Aarhus Universitet Bygning 3140
Gustav Wieds Vej 10A
8000 Aarhus C



Undervisningsmateriale til Del 2 - Karakterisering af jordbakterier

Baggrundsmateriale:

- Kapitel 6: Mød ESKAPEpatogenerne
- Kapitel 7: Antibiotika: Opdagelse, opbygning og virkemåde
- Kapitel 8: Lærdine isolater at kende
- Kapitel 9: I sidste ende handler det hele om kemi
- Kapitel 10: Resistensmod antibiotika
- Kapitel 11: Klassisk vs. moderne klassificering
- Kapitel 12: Bakterier i kontekst

Protokoller:

- Isolering af jordbakterier
- PCR
- Test for antibiotikaproduktion
- Agarose gelelektroforese
- Gramtest- og farvning
- Biokemiske tests

Videoer:

- Isolering af jordbakterier
- PCR
- Agarose gelelektroforese

Del 3

Gennemgang af resultater

I forløbets tredje del skal eleverne analyseres deres resultater og indtaste dem i den internationale Tiny Earth Discovery database. Resultaterne vil blive uploadet på platformen TaskCard og læreren vil modtage et direkte link til resultaterne ca. 1-2 uger efter workshoppen. Eleverne har via platformen TaskCard mulighed for at stille spørgsmål direkte til os. Vi hjælper gerne med databehandlingen (f.eks. sekvensanalyse) over et online møde med klassen.

Tjekliste til underviser:

- ☐ Alle elever bør på forhånd downloade UGENE. Andre værktøjer kan også anvendes, men videoguiden tager udgangspunkt i UGENE. UGENE kan downloades her: <http://ugene.net/download.html>
- ☐ Eleverne kan med fordel se videoguiden på Tiny Earth Danmarks hjemmeside. På hjemmesiden findes også en guide til at indtaste data i databasen.
- ☐ Eleverne bør medbringe deres noter, dataark observationer mm. fra hele forløbet. Alt dette skal indtastes i databasen.

Undervisningsmateriale til Del 3 - Gennemgang af resultater

Protokoller:

- Databehandling af 16SrRNA gen sekvenser
- DNA sekvensanalyse med BLAST og RDP

Videoer:

- Sekvensanalyse

Link til database:

<https://discovery.tinyearth.wisc.edu/>