

Markmikrobernas mångfald

”Den fattiges regnskog”

Forskarhjälp 2025: *Bakteriejakten*
Tord Ranheim Sveen, SLU

Bakgrund

Mikrober:
Bakterier och svampar,
Protister, alger, protozoa... etc.

*Hur påverkas markmikroberna av att öppna landskap
växer igen och blir till skogsmark?*



Bakgrund

Hur många mikrober finns det? Hur vet vi det? Var finns de? Vad gör de?

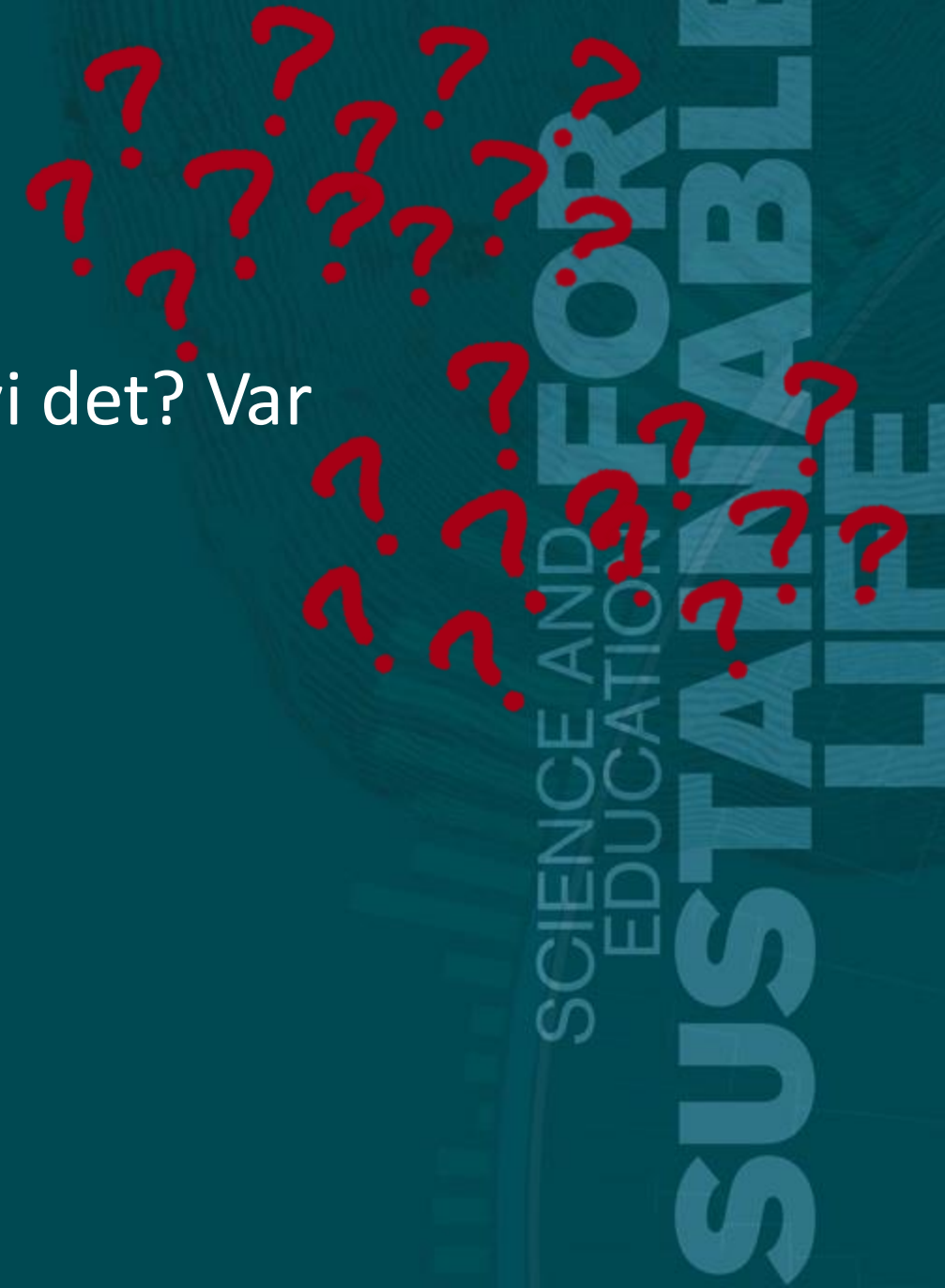
Fyra kapitel

Kapitel I: Historisk bakgrund

Kapitel II: Sätt mikroberna på kartan!

Kapitel III: Mikrobiell mångfald

Kapitel IV: Vår inverkan

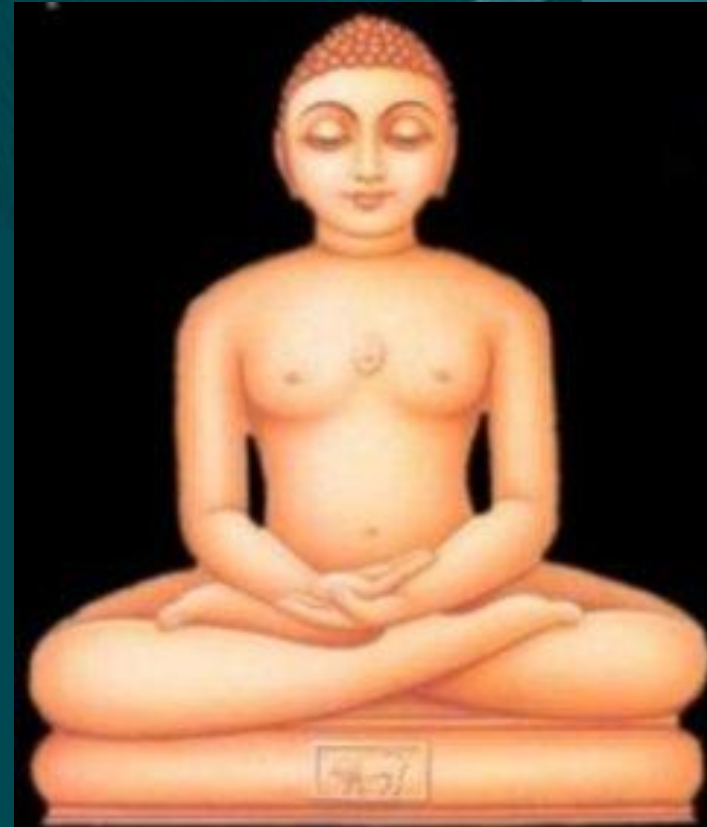


Kapitel I: Historisk bakgrund

Mikrober = organismer osynliga för blotta ögat

Nigoda: *små varelser som föds i kluster och finns överallt. Lever under fraktioner av en sekund.*

Jag tror det när jag ser det



FOR
FABLE

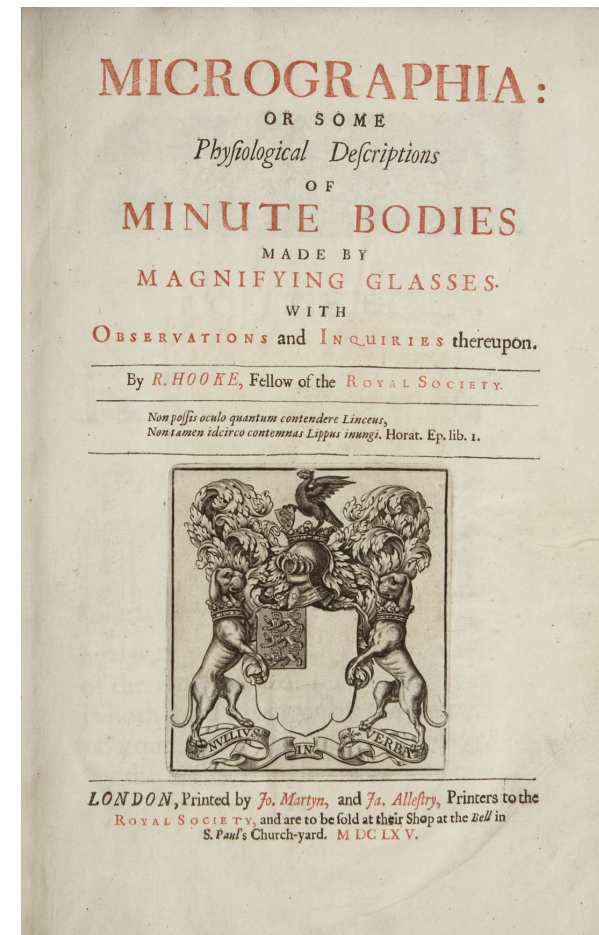


1600-talet

Världens första beskrivna
mikrob!

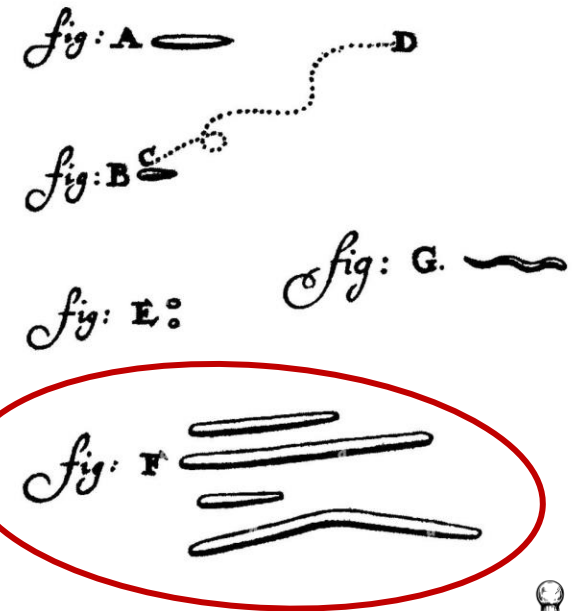
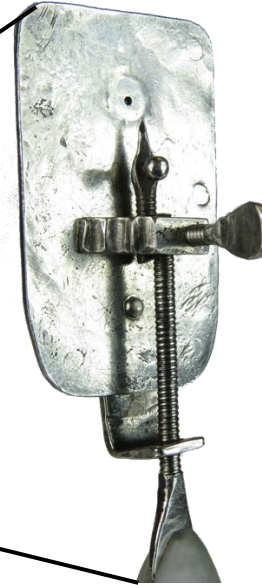
Robert Hooke 1665:

Micrographia



Mikroskopet

PLATE XXIV



Bakterion = "liten stav"

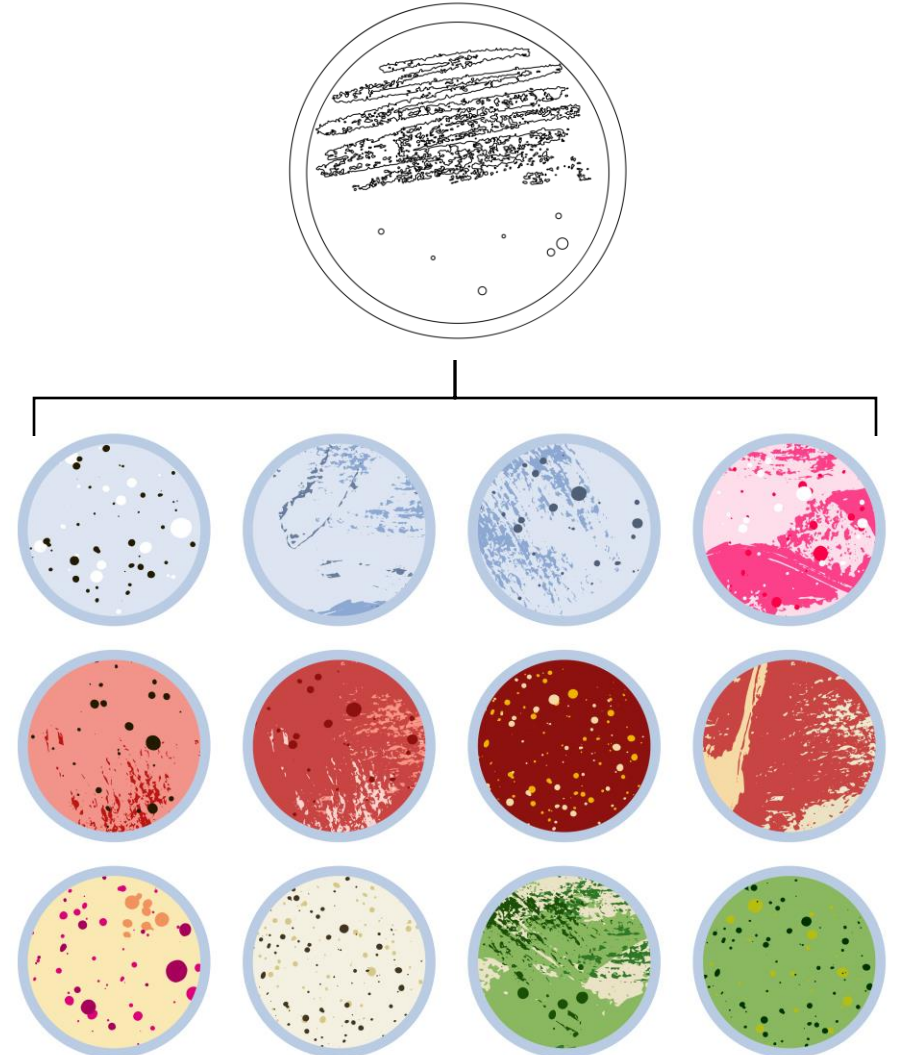


Antonie van Leeuwenhoek (1632 –
1723)

Mikroberna tas på allvar

1800-talet

- Bakteriologi / mikrobiologi som vetenskaplig disciplin
- Bakteriekulturer
- Renodla kulturer med specifika profiler



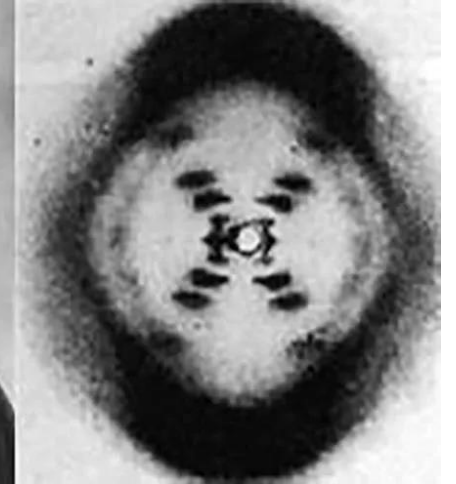
Nya glasögon

1900-talet och framåt

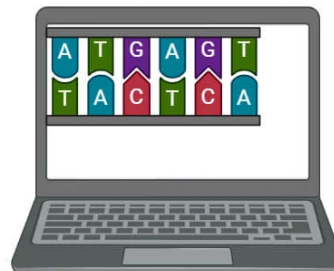
- Upptäckten av DNAs struktur:
1953
- PCR: 1983
- DNA sekvensering



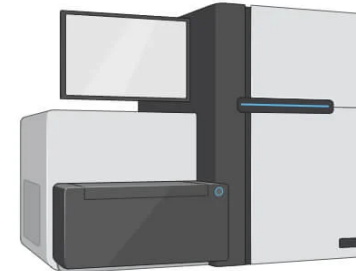
Rosalind Franklin



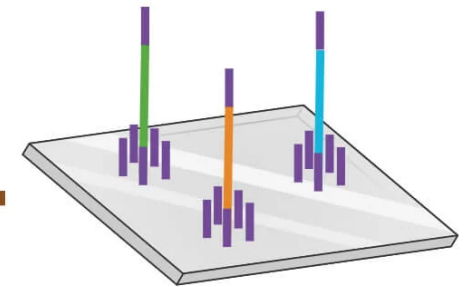
Första bilden av DNA



Data Analysis

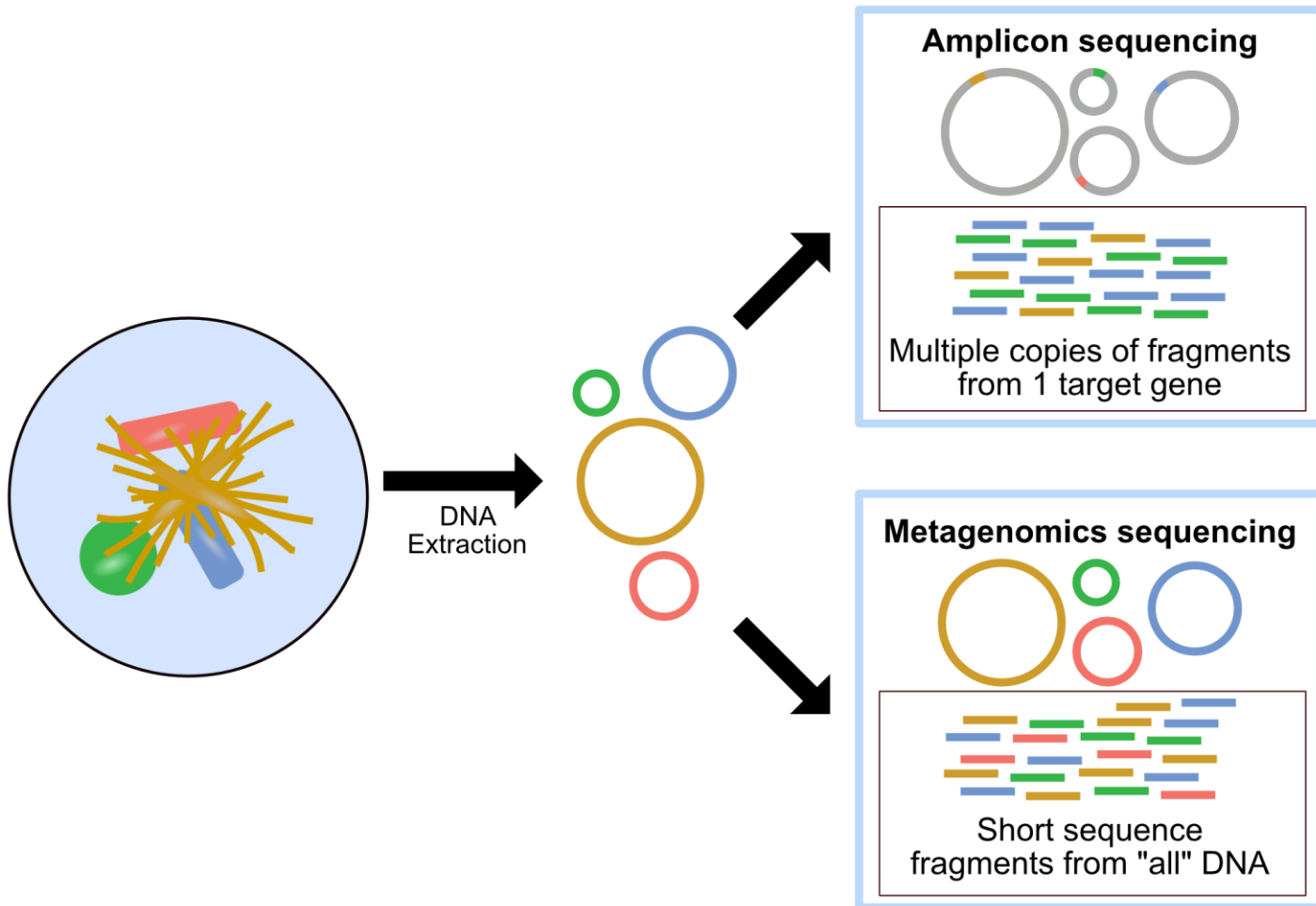


DNA Sequencing



DNA Library

Två tekniker



- Hur många arter?
- Vilka är de?

Taxonomisk mångfald

- Hur många gener?
- Vad gör de?

Genetisk / funktionell mångfald

E. coli at 10000 X

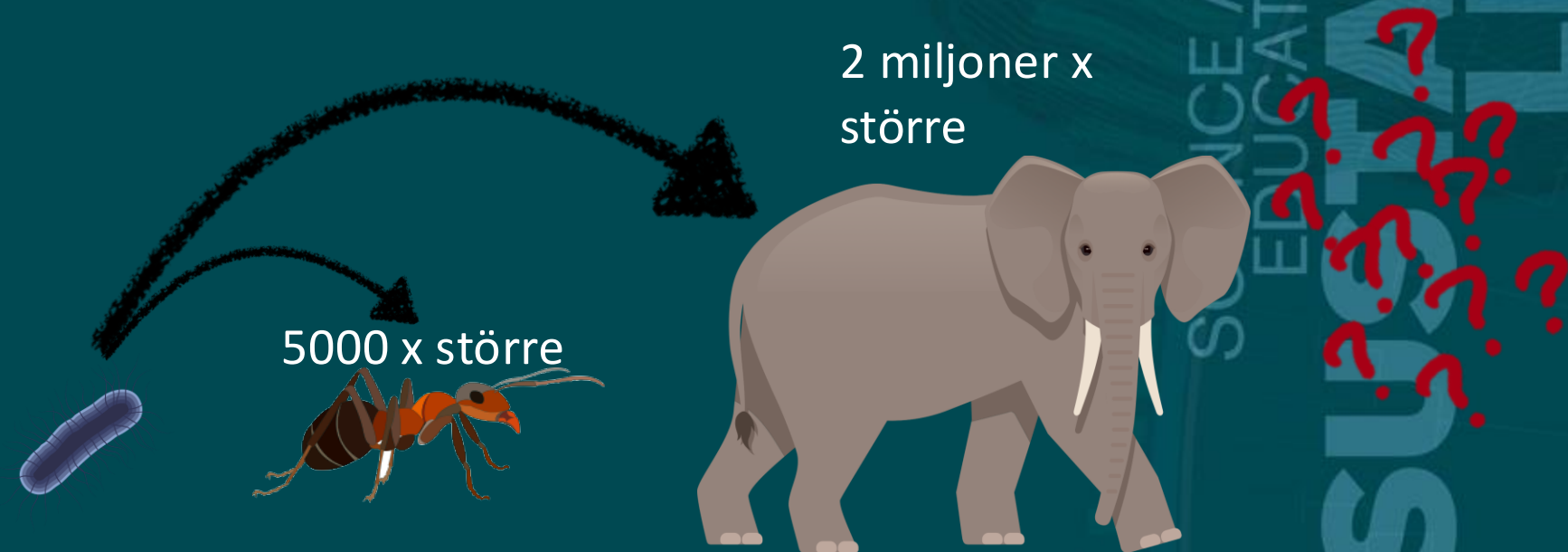


1 μm

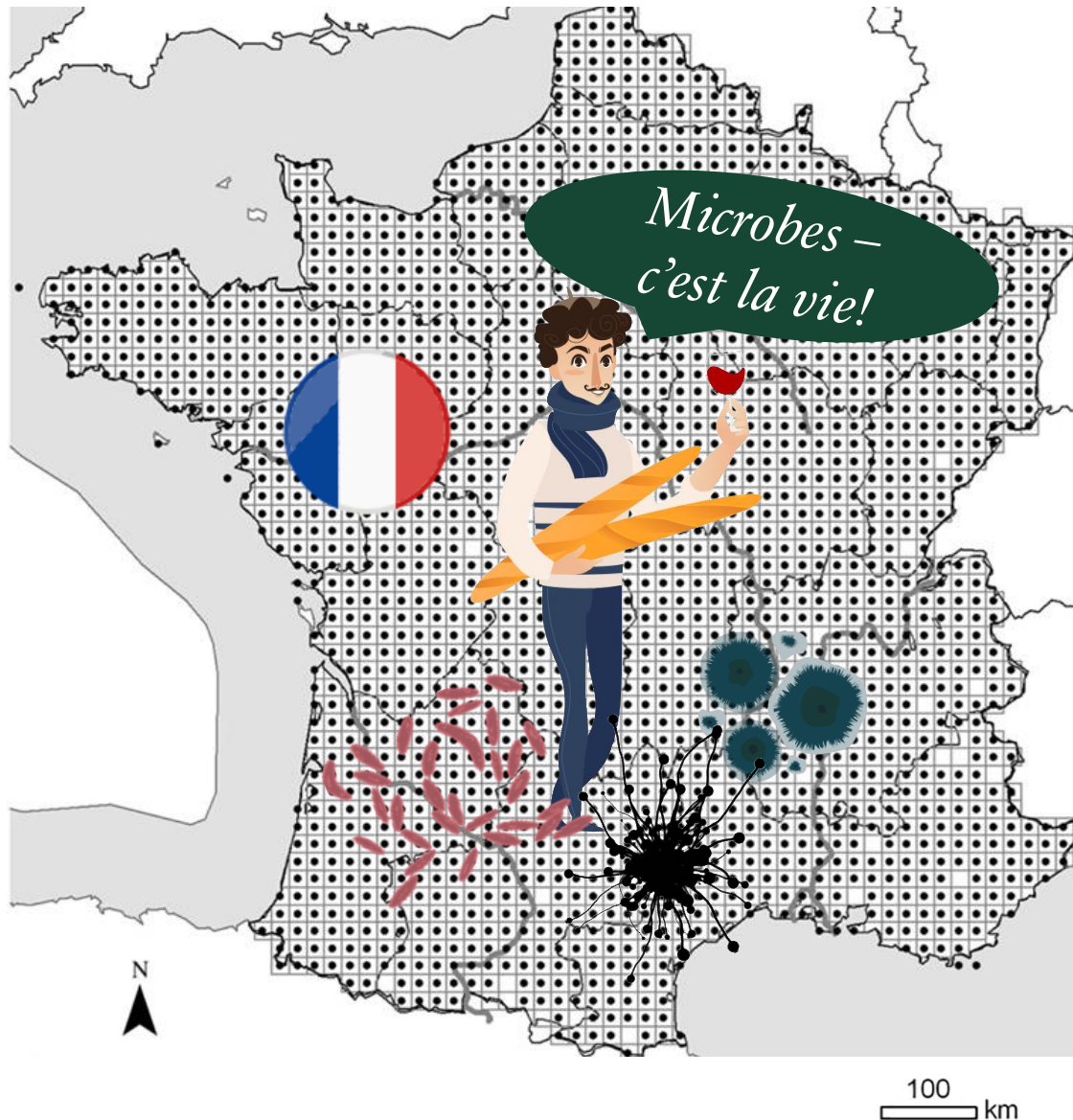
Kapitel II: Satt mikroberna på kartan!

Biogeografi: kartlägg mikrobernas utbredning och förstå dess drivkrafter

Mikrobiell ekologi = makrobiell ekologi?



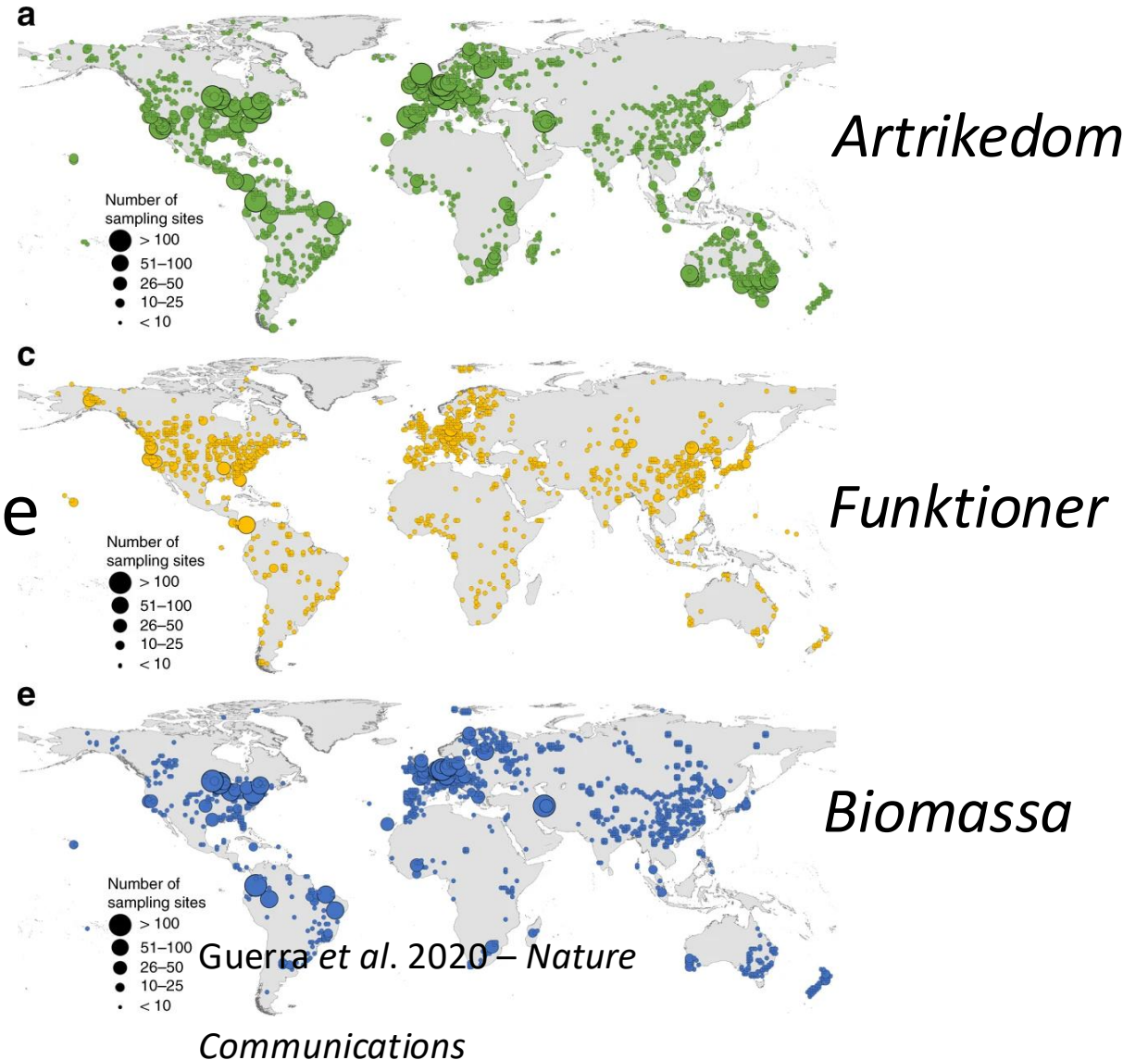
Kartläggningen pågår



Karimi *et al.* 2018 – *Science Advances*
Terrat *et al.* 2017 – *PLOS One*

Var vi letar

Pågående
kartläggning
Många globala
studier
Är lokala processer
återspeglade globalt – och vice
versa?
Underrepresentation av
länder och världsdelar



Kapitel III: Mikrobiell mångfald

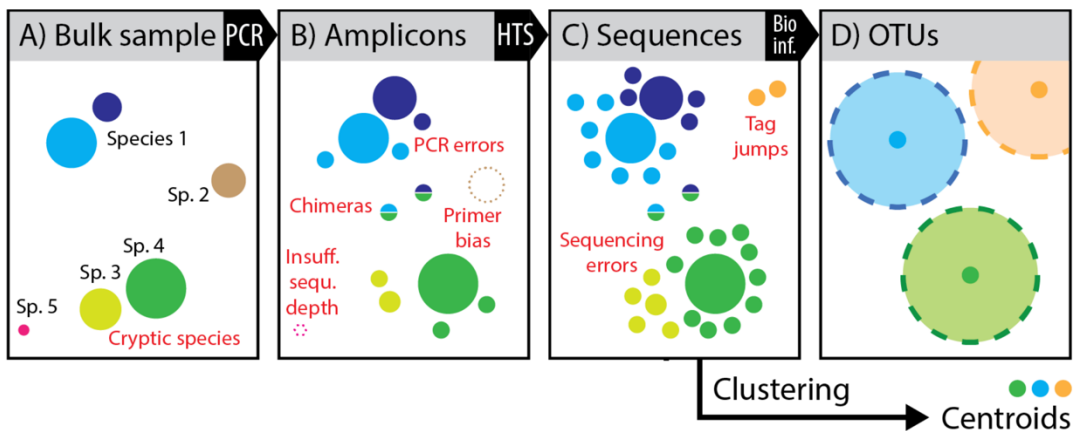
Artrika miljöer

Lite om artbegreppet

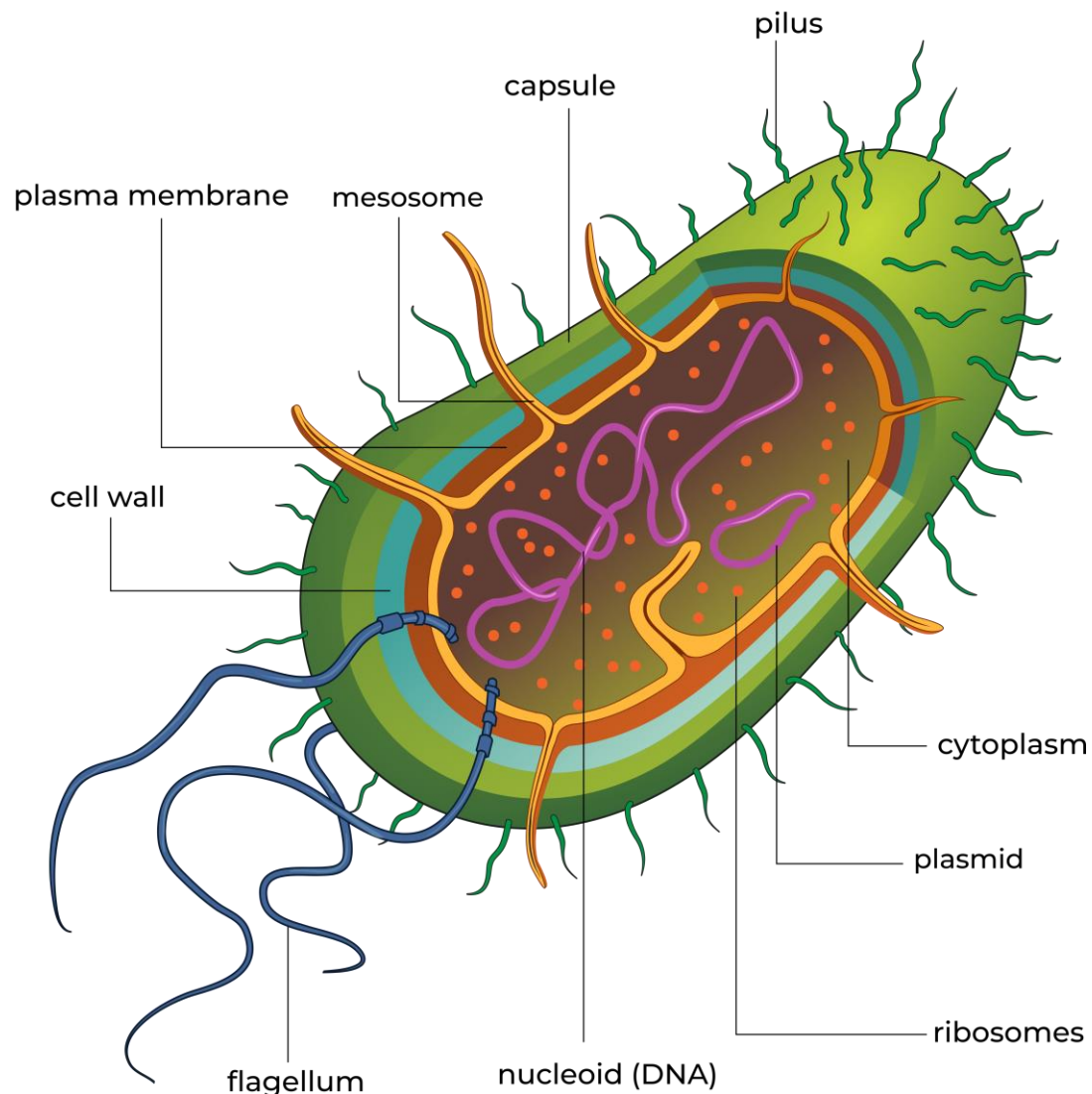
Vilka miljöer har mest mångfald?

Artbegreppet

- Artbegreppet är en definitionsfråga (filosofi!)
- Genetiska markörer (16S rDNA)

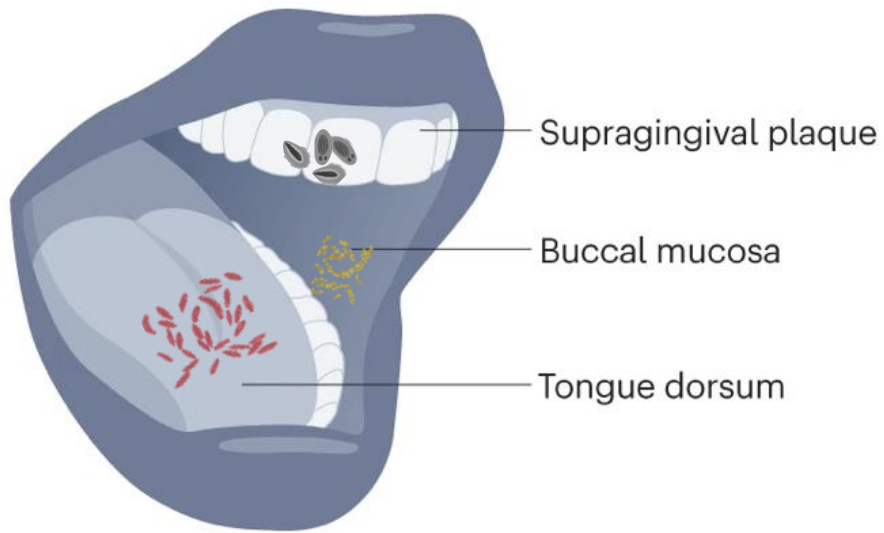


- PCR och sammanfogning till kluster
- OTU = *Operational Taxonomic Unit* – inte arter!

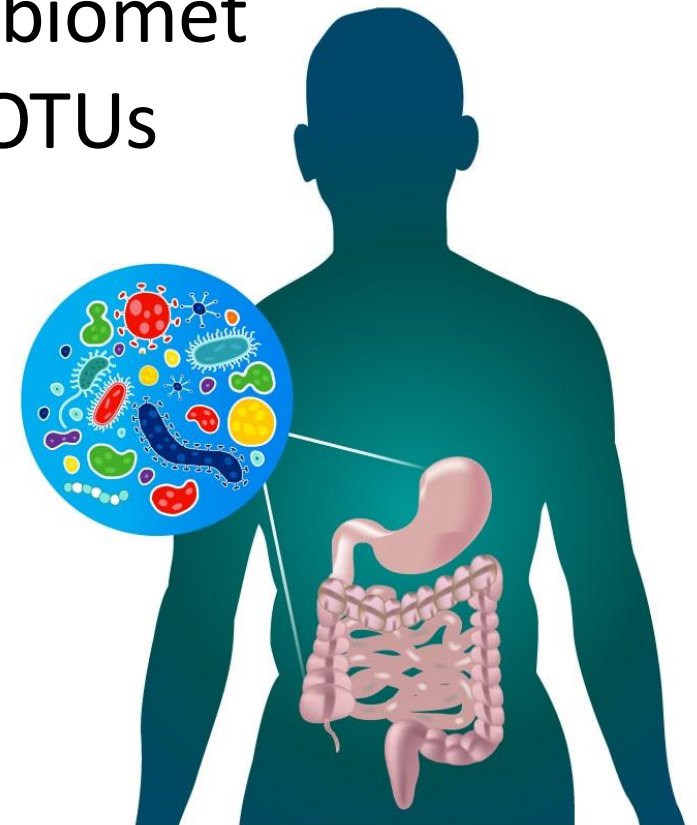


Mångfalden inom oss

Munmikrobiomet
Ca 700 OTUs



Tarmmikrobiomet
500-1000 OTUs

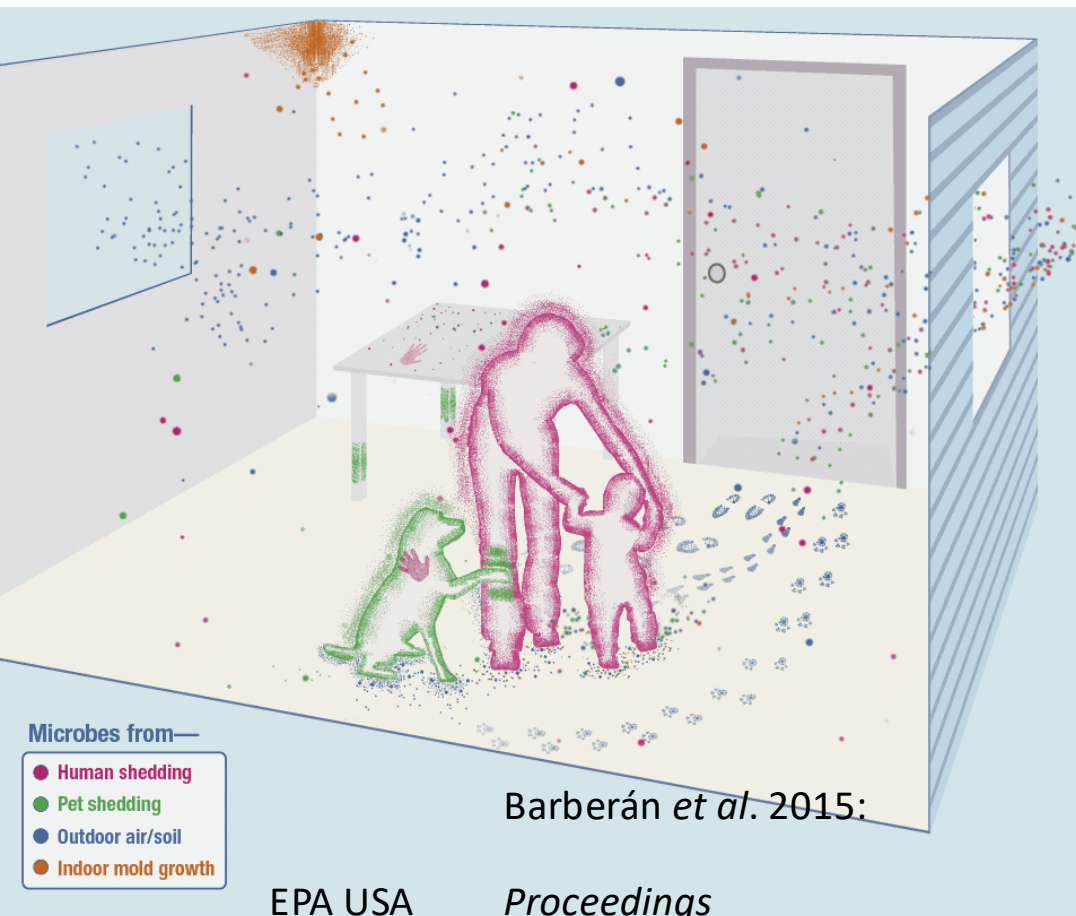


Baker et al. 2024: *Nature Reviews*

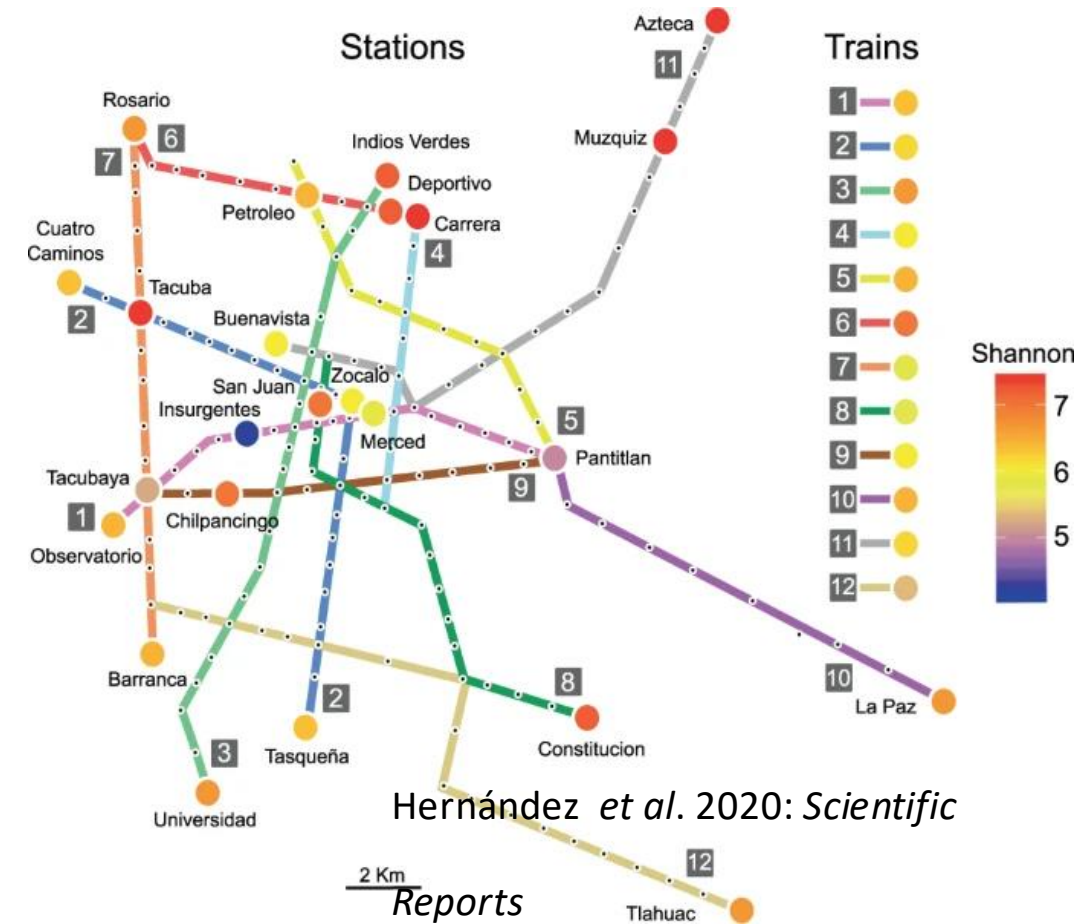
Microbiology

Mångfalden runt oss

Inomhusmikrobiomet i
ett Amerikanskt hem 9.000 OTUs



Mexico Citys
tunnelbanemikrobiom:
200 – 15000 OTUs



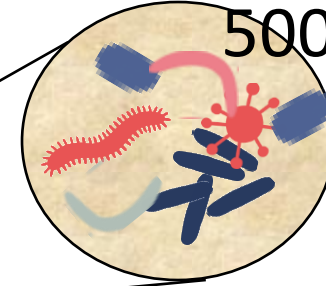
Extrema miljöer

Sediment från
Marianergraven:
Ca 7000 OTUs

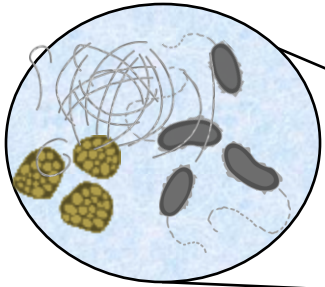
Växter

Lövmikrobiomet:

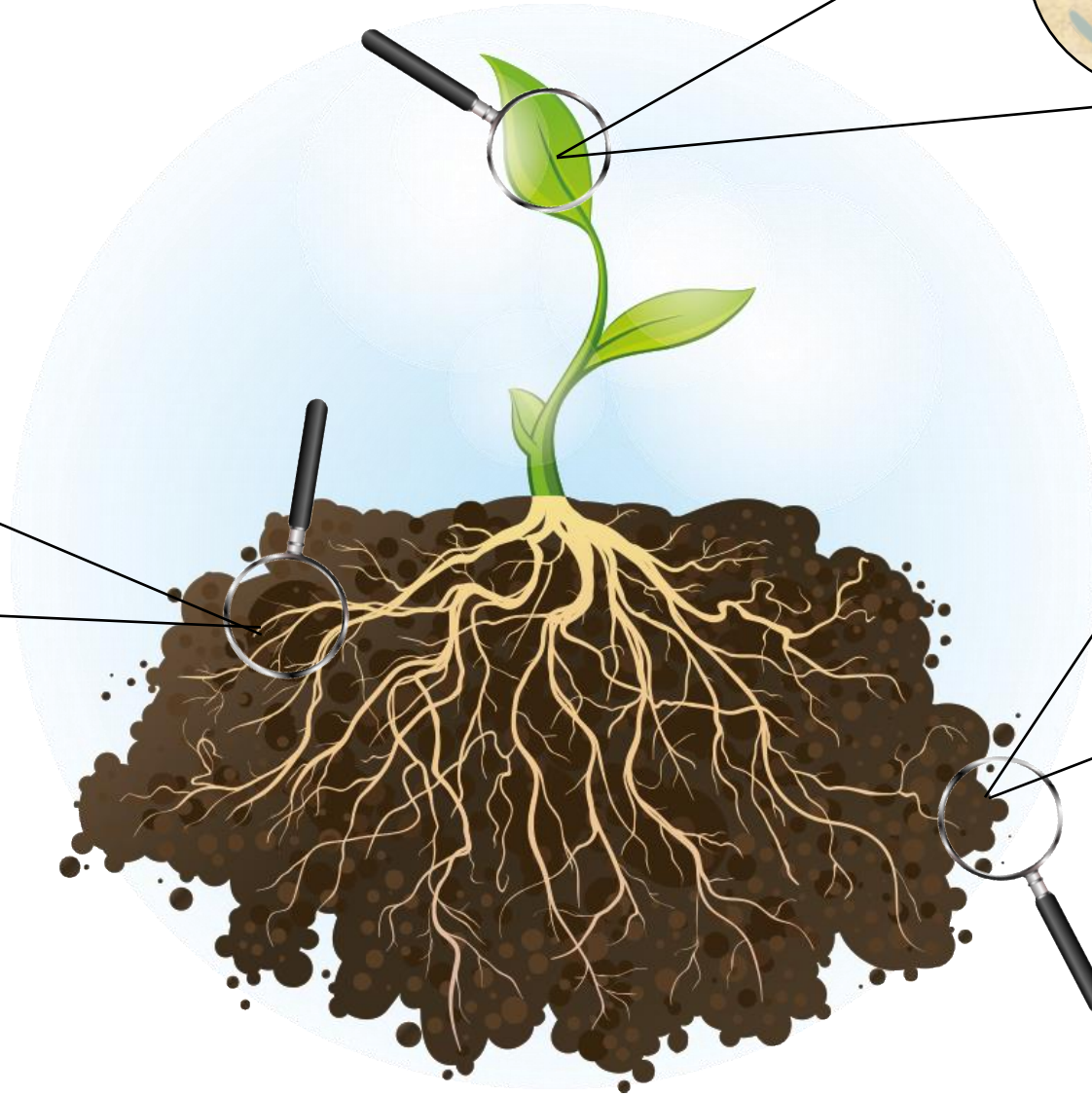
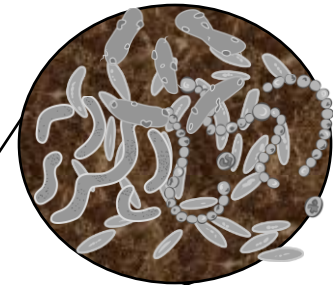
500 - 1500 OTUs



Rotmikrobiomet:
1000 - 3000 OTUs

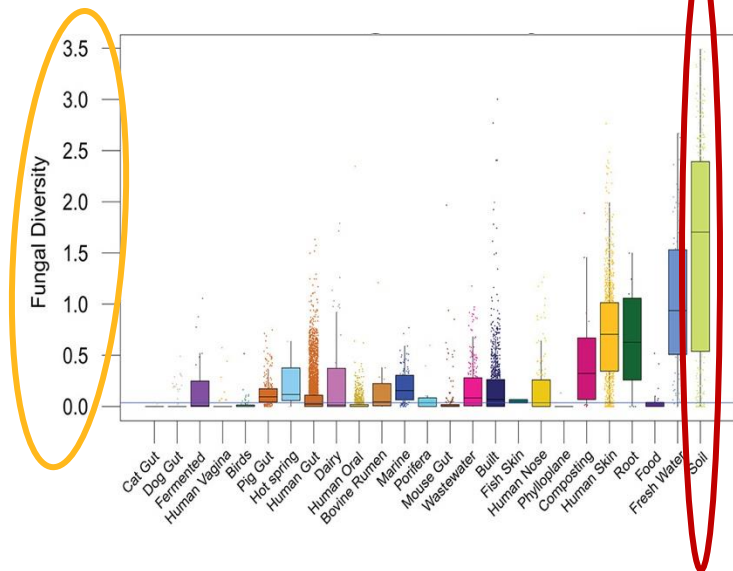
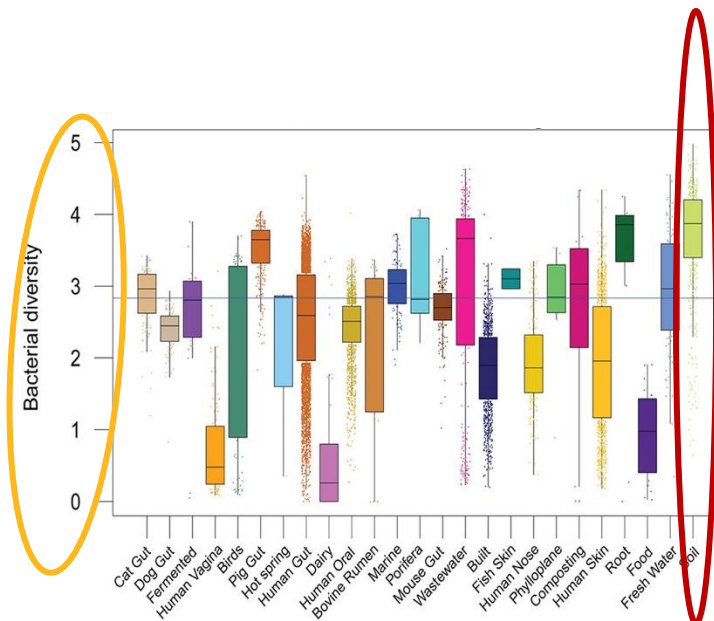
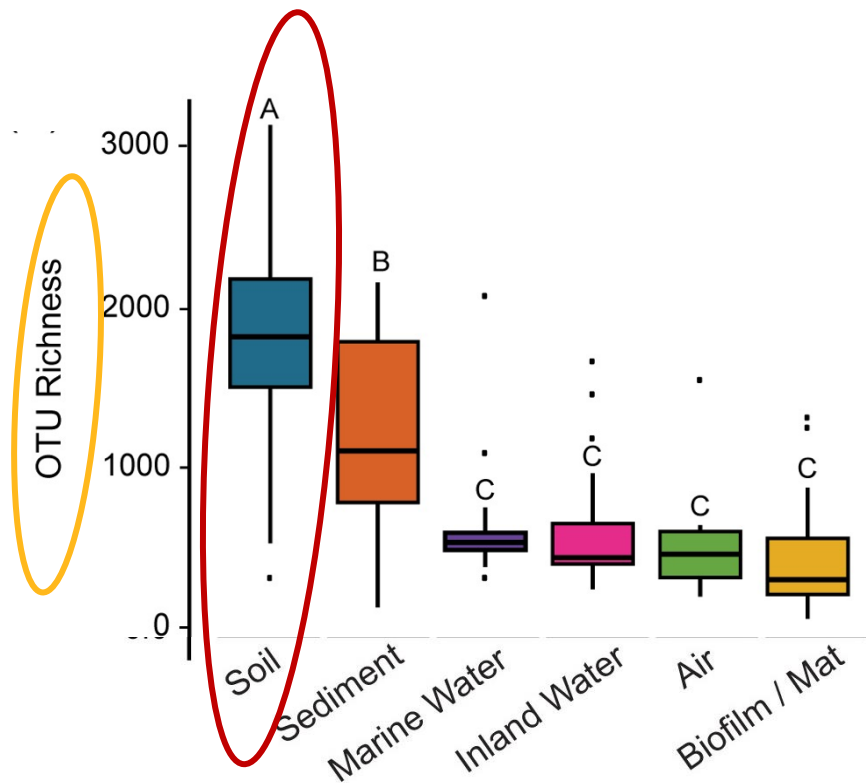


Markmikrobiomet:
1000 - 15000 OTUs



Artrika miljöer

- Olika mått på mångfald
- Högst mångfald i marken



Den komplexa marken

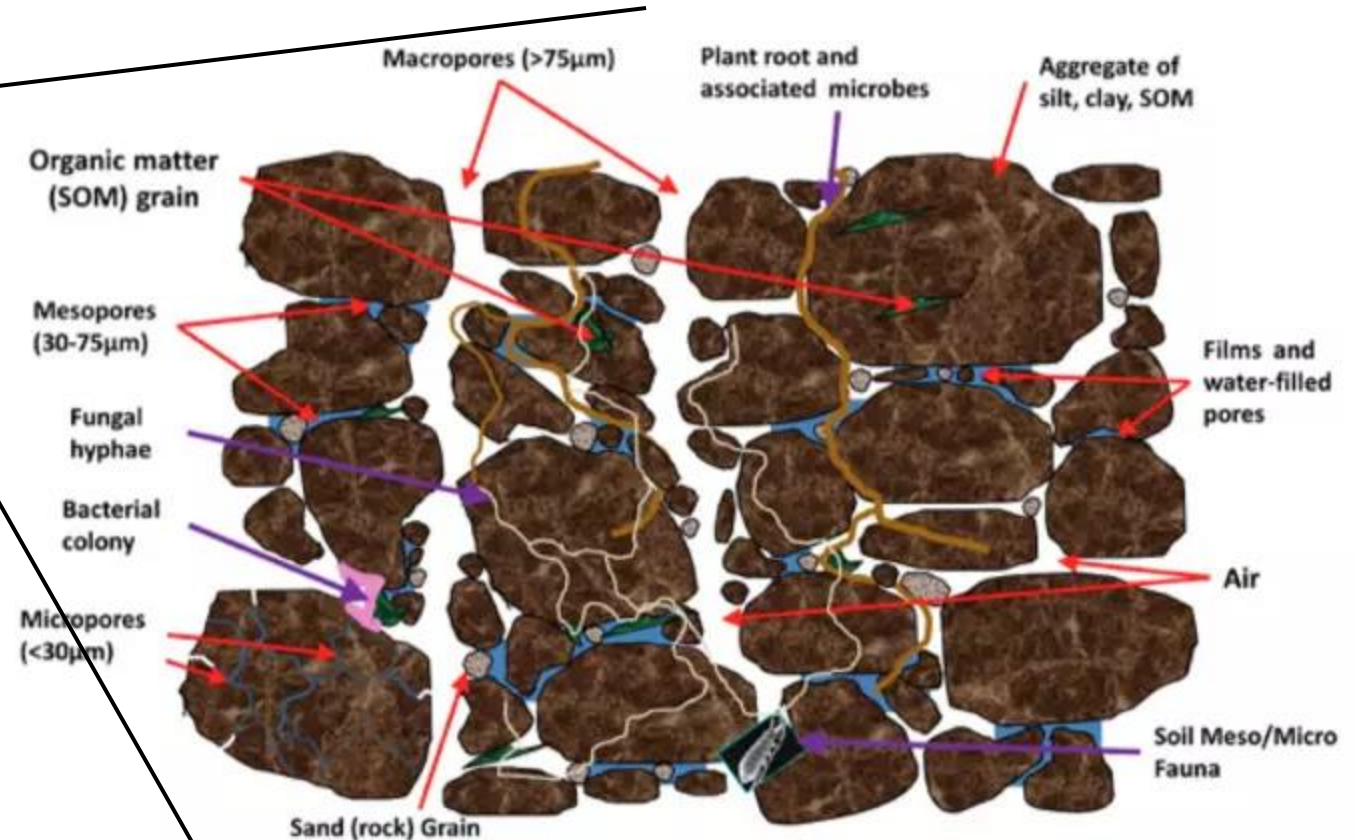
Vad är så speciellt med marken?

Spatial heterogenitet

Många nicher
= hög mångfald



Brunelle 2020: AOAC International



Steven Vanek, adapted from Steven Fonte.

Biologisk mångfald

dagspressen uppmärksammas allt oftare frågor som rör den biologiska mångfalden. Orsaken är att vi idag vet att den biologiska mångfalden minskar i hög takt, samtidigt som vi lär oss mer om hur viktig den är. Förlusten av biologisk mångfald räknas idag till ett av de största miljöproblemen på jorden. Biologisk mångfald kategoriseras i tre nivåer:

- Ekosystemnivå
- Artnivå
- Genetisk nivå

Den första nivån, mångfald på ekosystemnivå, betyder att det finns olika typer av ekosystem, figur 3A. Det vill säga, det finns olika miljöer där det kan leva olika typer av organismer. Ett ekosystem består av alla levande organismer inom ett specifikt område samt yttre faktorer såsom tillgång till näring, ljus och vatten. De yttre faktorerna, de så kallade abiotiska faktorerna, är förutsättningarna för de levande organismerna i ett ekosystem. Avgörande för hur ekosystemet ser ut är de abiotiska faktorerna tillsammans med ekosystemets storlek, placering samt interaktion mellan arterna. Det finns ingen definition av hur stort eller litet ett ekosystem kan vara – ett ekosystem kan utgöras av en sjö eller ett hav. En stubbe, vad som finns under en sten eller en pöl är även det exempel på ekosystem. **Ekosystem kan vara artrika såsom en i tropisk regnskog, eller artfattiga såsom en granskog i Småland.**

Nästa nivå, mångfald av arter, handlar om hur många arter och hur många individer av varje art det finns i ett specifikt ekosystem, figur 3A. Artbegreppet

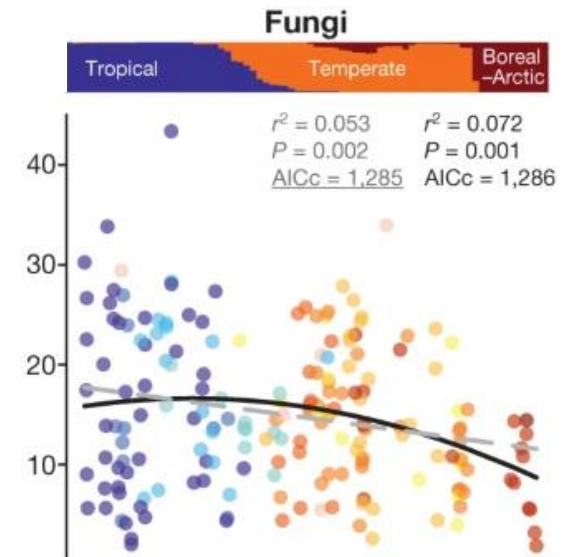
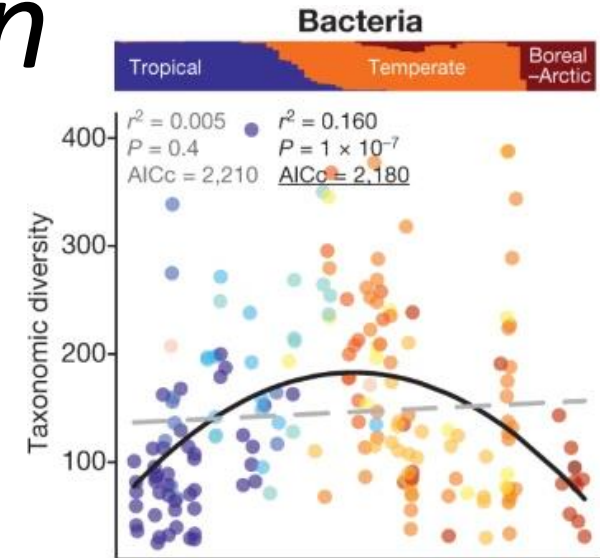
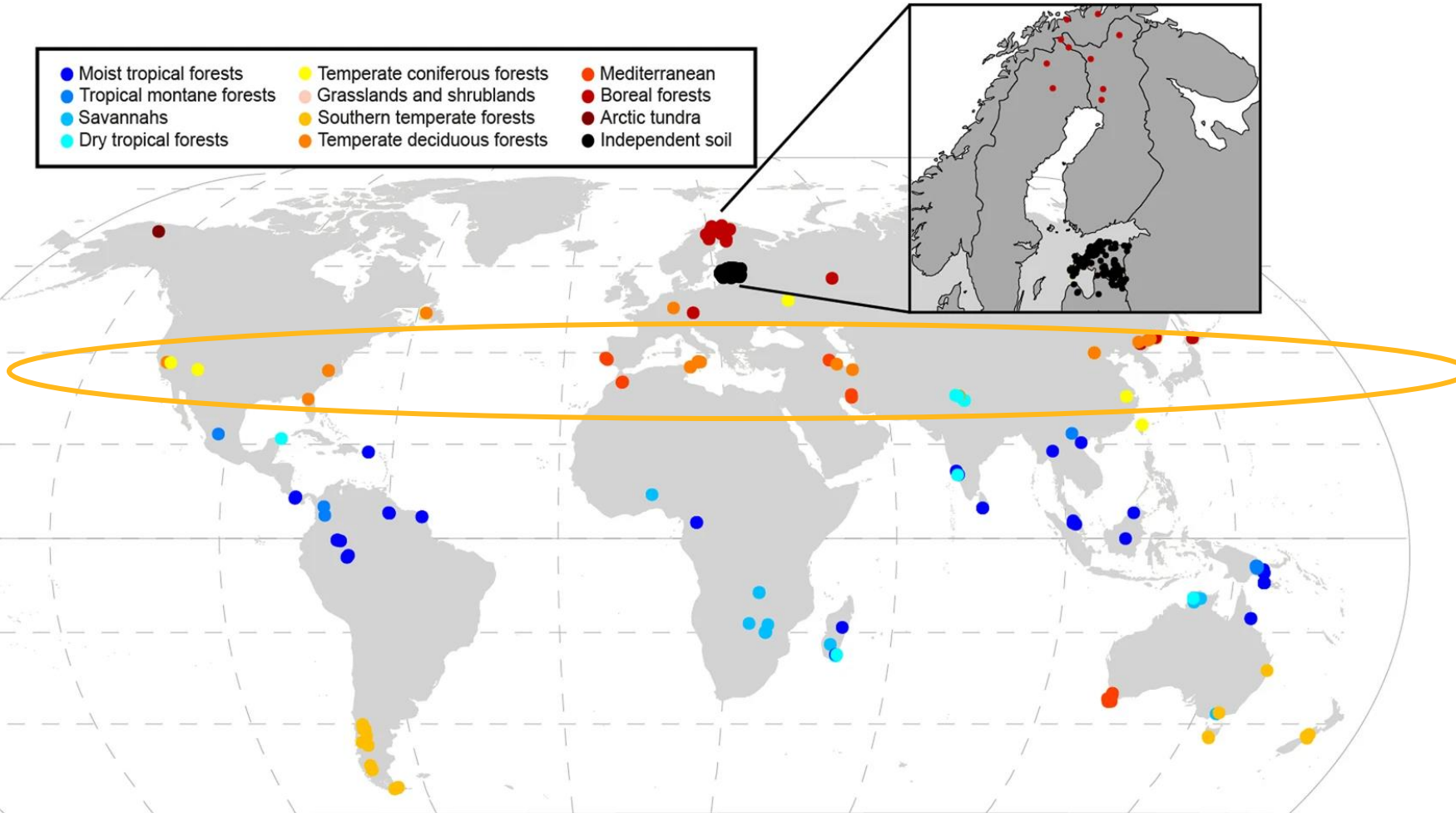
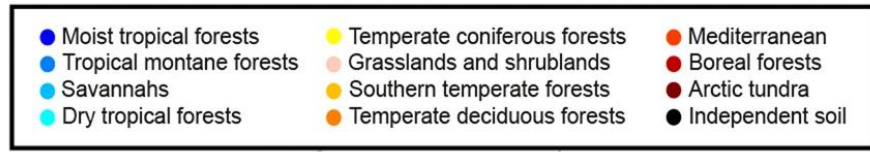


Tallskog i Småland



Regnskog i Paraguay

Den globala mångfalden





Kapitel IV: Vår inverkan

Hur påverkar våra levnadssätt mikroberna?

Hoten mot biologisk mångfald

- Markanvändning klart största hotet mot biologisk mångfald
- Hur påverkas mikroberna av förändrad markanvändning?

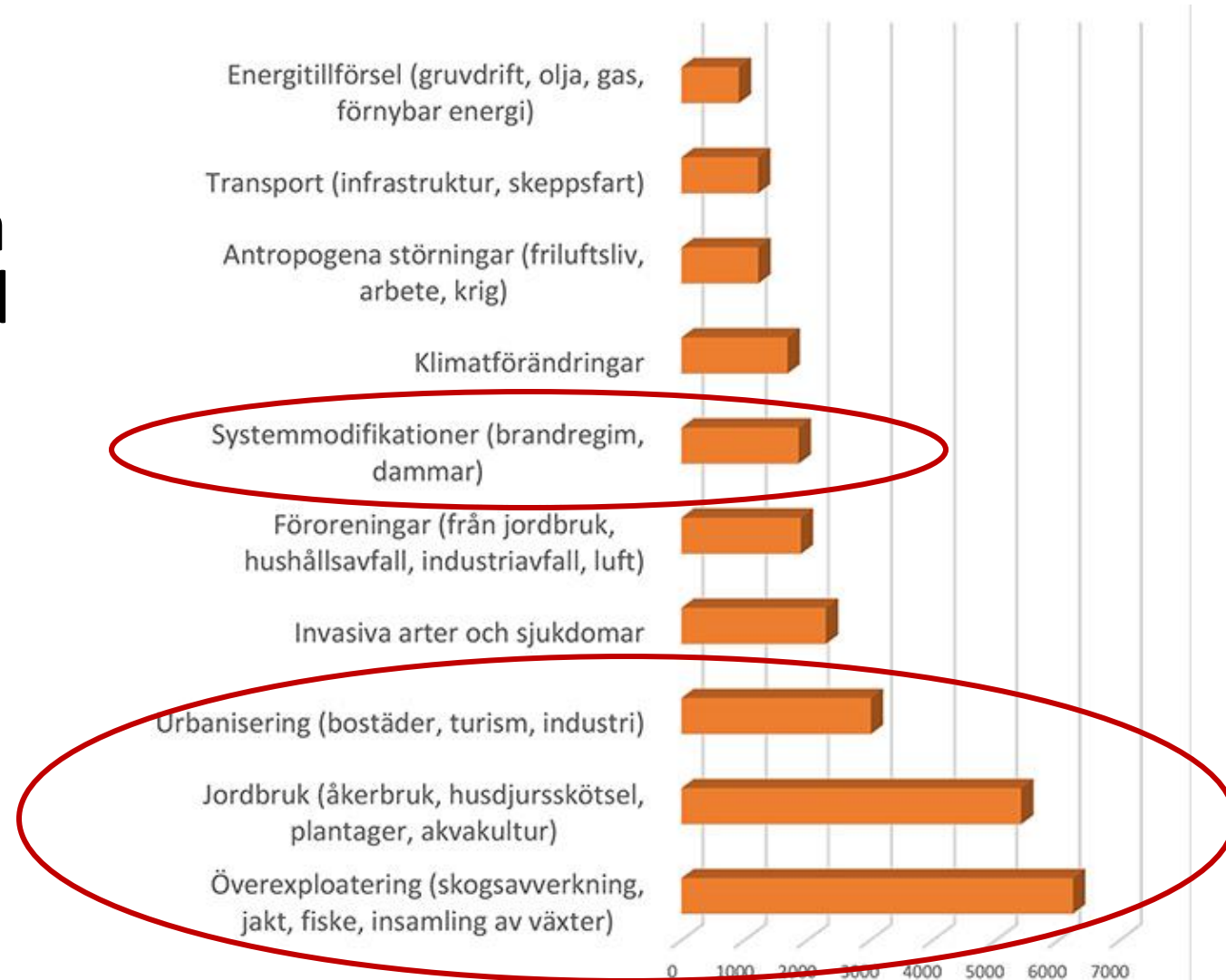
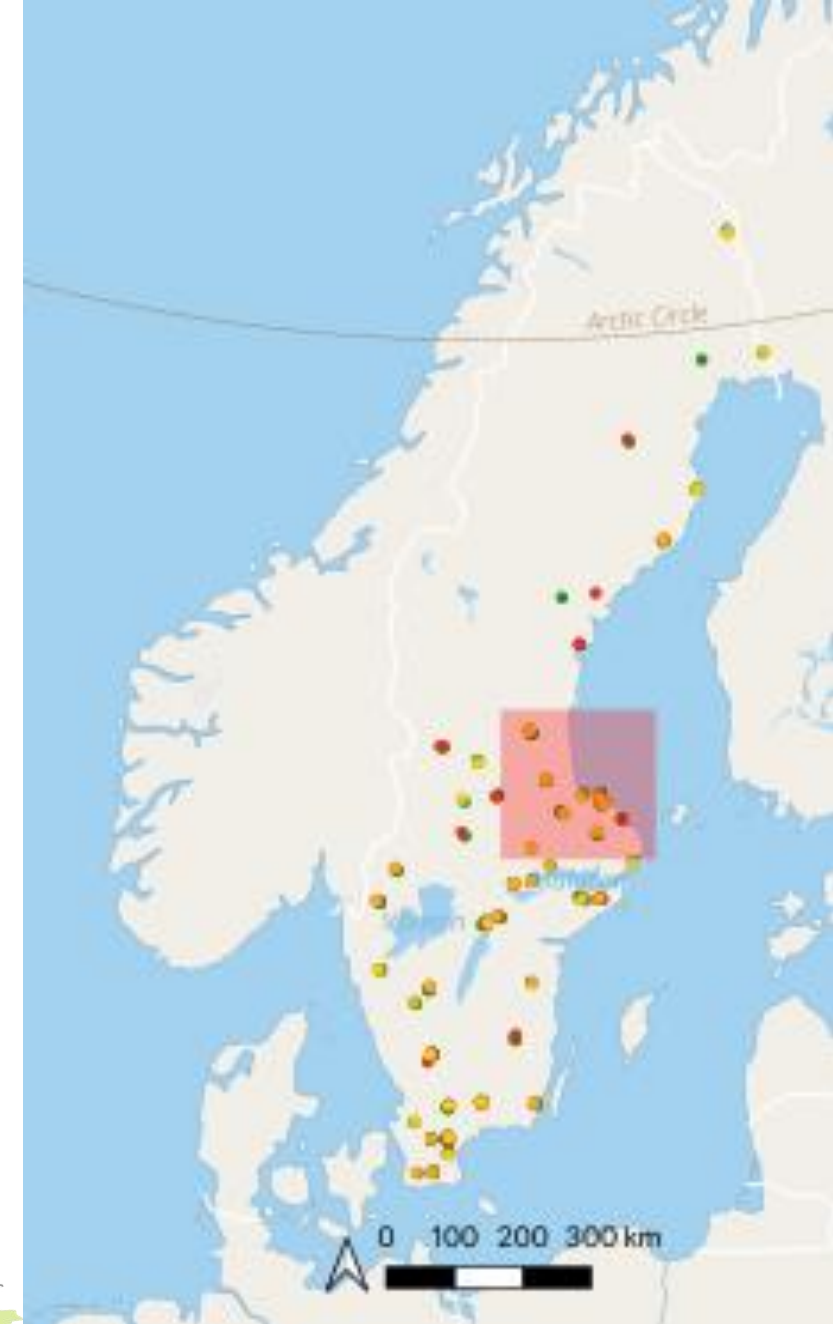


Diagram modifierat från Maxwell *et al.* 2016: *Nature*

Igenväxning

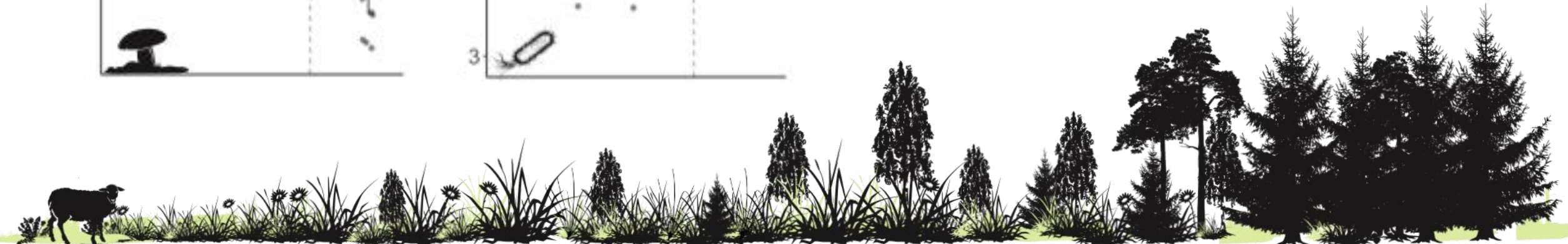
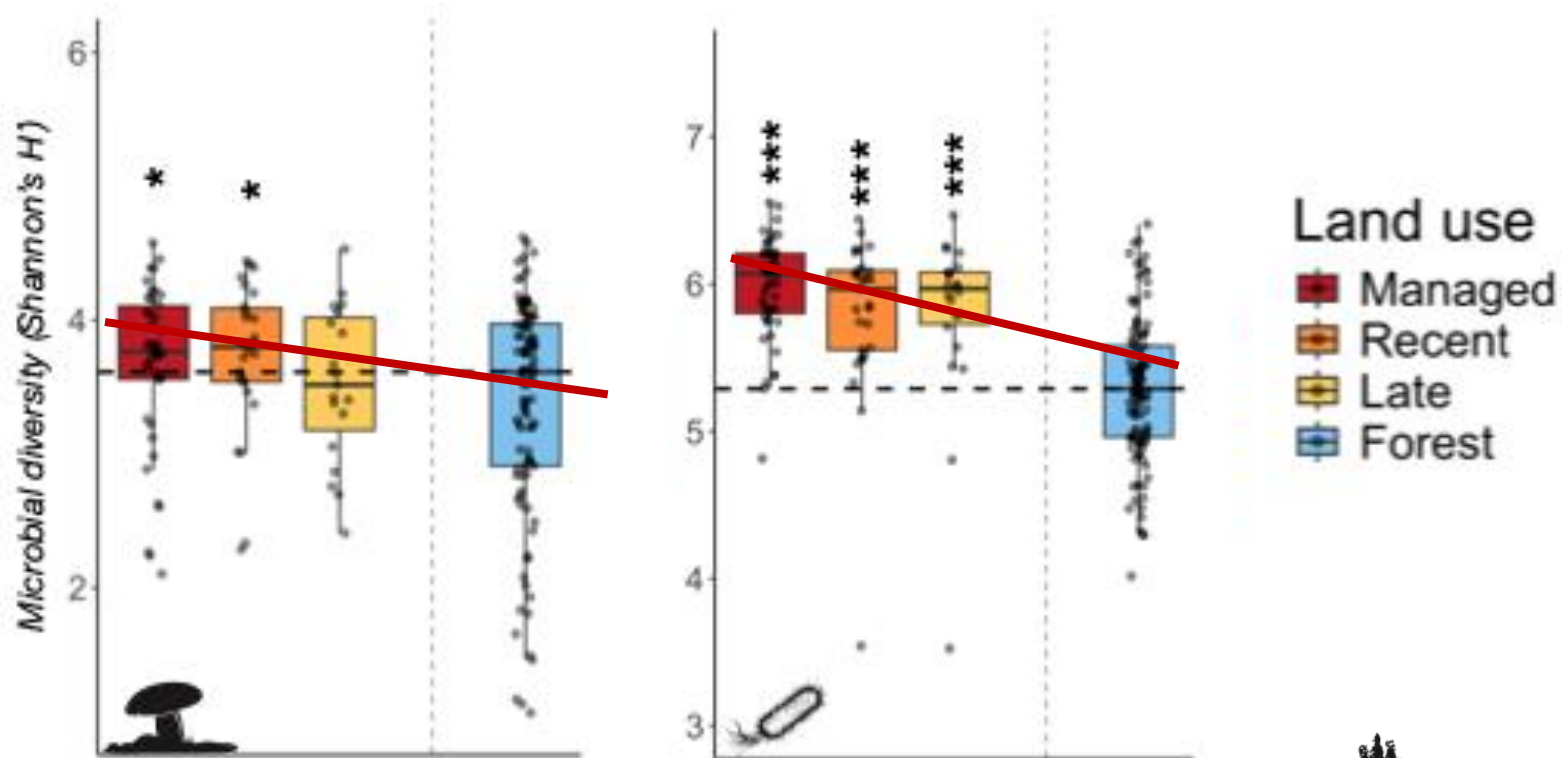
- Förlorat habitat för växter, insekter, fåglar m.m.
- Hur påverkas markmikrobiomet?



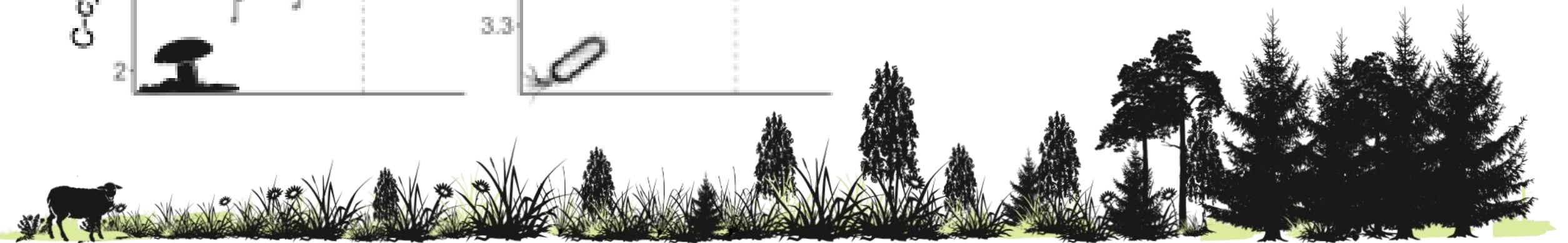
Resultat

Taxonomisk mångfald (OTUs)

Minskande mångfald!



*Ökande eller stabil
mångfald!*



Markanvändning & Mikrober

- *Mångfald har många dimensioner*
 - *Taxonomisk mångfald (antal arter / OTUs)*
 - *Genetisk mångfald*
 - *Funktionell mångfald*
- *Dessa behöver inte vara samstämmiga!*

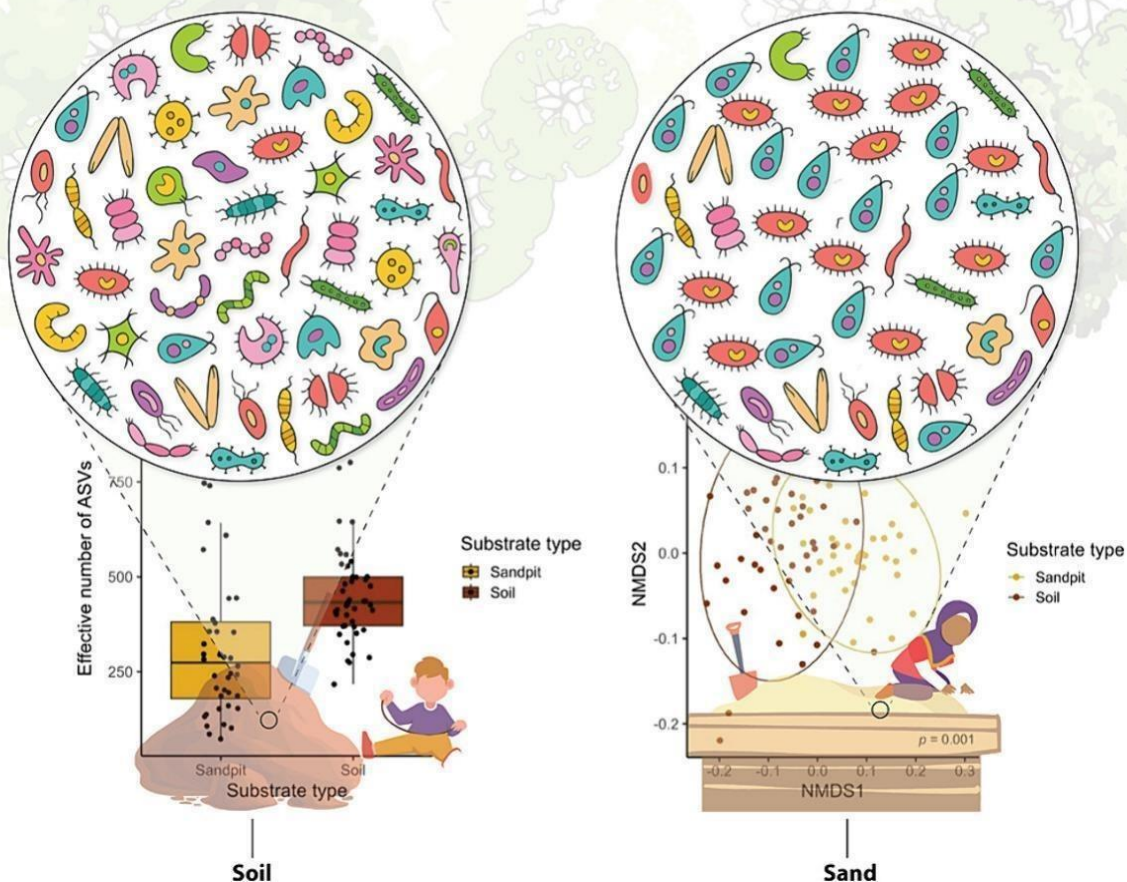
*Mångfald är frågan,
inte svaret*

– Ashley Shade,
Amerikansk mikrobiell
ekolog

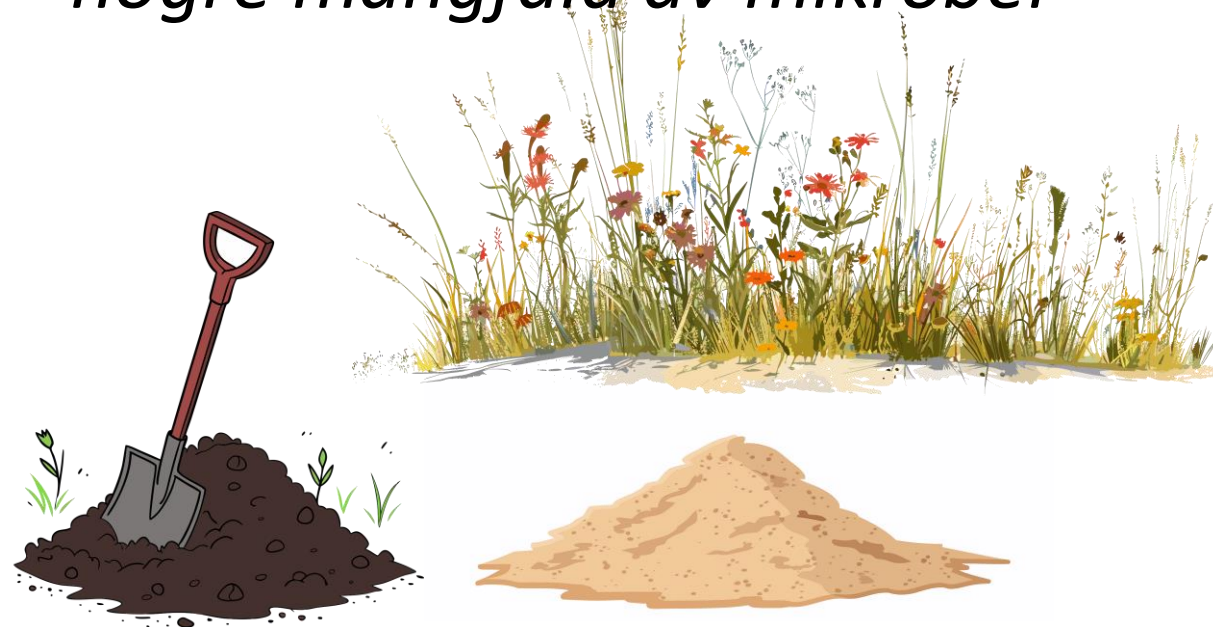


Mikrober i förskolan

Childcare centre soil microbiomes are influenced by substrate type and surrounding vegetation condition

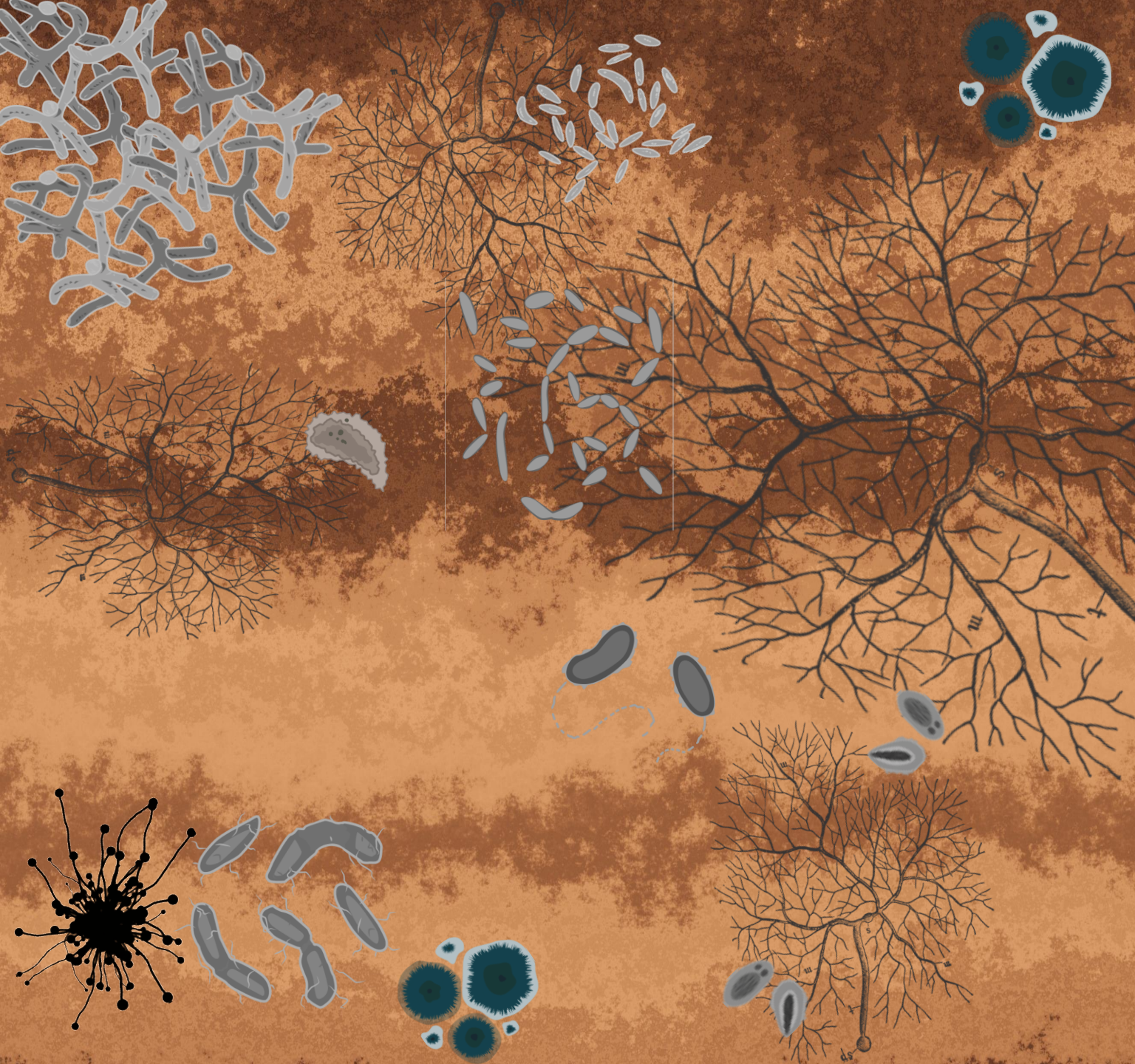


- Högre mångfald i jord än i sand
- Omgivningens ekologi påverkar!
- Högre mångfald av växter = högre mångfald av mikrober



Sammanfattning

- *Studier av mikrober helt beroende av teknik*
- *Mikroskop – experiment - DNA*
- *Artbegreppet är problematiskt - OTU*
- *En sanslös mångfald: men vilken mångfald menas?*
- *Marken en s.k. biodiversitets "hot spots"*
- *Mikroberna påverkas av vårt sätt att bruka marken*



Tips

Wim van Egmond,
Microphotographer

<https://vimeo.com/showcase/4341765/video/246948827>