



Euroopa Maaelu Arengu  
Põllumajandusfond:  
Euroopa investeeringud  
maapiirkondadesse

# Mulla tervis. Mikrobioloogilised analüüsid mullast.

Helena Lasner

**Põllumajandusuuringute Keskus**

aprill 2019

# Mulla kvaliteedi parameetrid

- Keemilised
- Füüsikalised
- Bioloogilised
  - **Mulla mikroobikooslus**
  - Vihmausside tegevus
  - Mulla ensümaatiline aktiivsus
  - Orgaanilise aine sisaldus

# Mulla mikroorganismid

- Viirused, bakterid, seened, vetikad ja algloomad; kokku moodustavad nad vähem kui 0.5% mulla märgkaalust.

| Organismid  | Arvukus g-1                        | Biomass (kg/ha)      |
|-------------|------------------------------------|----------------------|
| Bakterid    | $10^8$ - $10^9$<br>$10^7$ - $10^8$ | 300-3000<br>300-3000 |
| Seened      | $10^5$ - $10^6$                    | 500-5000             |
| Vetikad     | $10^3$ - $10^6$                    | 10-300               |
| Algloomad   | $10^3$ - $10^5$                    | 5-200                |
| Lülijalgsed | 30                                 | 500-1000             |
| Vihmaussid  |                                    | 350-1000 (2500)      |
| Taimejuured |                                    | 10-50 tonni          |

# Mulla mikroobikooslus

- Bakterid on väikseimad kuid arvukamad mikroorganismid mullas. Määratud üle 60 000 liigi.
- Mullas elavaid seeni on määratud ca 100 000 liiki. Neist 150 on mükoriisa liike. 90% taimedest omab mingit sidet mükoriisaga.
- Mulla ülemises kihis (10cm) on bakterite ja seente biomass ning arvukus suurem kui sügavamates kihtides.
- Suur osa (95-99%) mullabakteritest on mittekultiveeritavad.
- Bakterid osalevad aineringes, muutes surnud orgaanika anorgaanilisteks ühenditeks.
- Bakterite elutegevus muudab mulla viljakamaks.
- 1g mullas on rohkem organisme, kui maakeral inimesi.

# Bakterite ja seente tähtsus

- Orgaanilise aine lagundamine.
- Mulla struktuuri parandamine.
- Taimede varustamine vajalike toitainetega.
- Kahjulike ühendite ja elementide puhverdamine ja kahjutustamine.



*Azospirillum*



*Rhizobium*



Phosphobacteria



*Azotobacter*



# Mullabakterid

- **Proteobakterid** -*Pseudomonas, Nitrosomonas, Rhizobium, Bradyrhizobium, Chromatium*, purpursed mittevävlibakterid: osalevad N fikseerimises, fotosünteesivad
- **Rohelised vävlibakterid** – fotosünteesivad, kasutavad vävliühendeid elektronidoonorina
- **Aktinomütseedid**- lagundavas ligniini, kitiini, pektiini, keratiini, huumusainet
- **Spoore moodustavad bakterid**- *Bacillus, Clostridium*
- **Tsüanobakterid**- fikseerivad lämmastikku
- **Risosfääri bakterid** katavad juure pinnast 5-10%, ülekaalus on G- bakterid (*Pseudomonas, Achromobacter*), vähem on G+ baktereid (*Bacillus, Arthrobacter*).
- **Endofüütsed bakterid** elavad taime juurtes, oodustavad taime kasvu ja kaitsevad tõvestavate mikroobide eest. Bakterite arvukus juures varieerub vahemikus  $10^3$ - $10^7$  PMÜ/g toorkaalu kohta (*Pseudomonas, Bacillus, Erwinia, Cellulomonas, Clavibacter, Curtobacterium ja Microbacterium*).

# Mullaseened

- Mükoriisa on sümbioos taimejuure ja seene vahel. Seen varustab taime mineraalsete toitainetega mullast.
  - Ektomükoriisa (esineb männil, kasel, pajul, tammel) puhul paiknevad seene niidid taime rakkude vahel ja ümber.
  - Endomükriisa (esineb enamikul teraviljadel, kanarbikulistel, orhideedel, kartulil, õunapuul) korral tungib seene niit taime rakku, kus moodustuvad vesiikulid.
- Taime kasu mükoriisast: toitainete parem absorptsioon mullast, ionide selektiivne absorptsioon mullast, resistentsus taimepatogeenide suhtes (antibiootikumide tootmine), suurem taluvus toksiinide suhtes, suurem taluvus keskkonnategurite temp., niiskus, pH kõikumise suhtes.
- Seen saab taimelt fotosünteesi produkte.
- Taimejäänuste lagundamine. Kasutavad efektiivselt orgaanilist ainet erinevate ainete sünteesiks. Levinumad *Penicillium*, *Trichoderma*, *Mucor*, *Mortierella*, *Cladosporium*, *Chefalosporium*, *Fusarium*, *Gliocladium jt*



# Patogeensed mikroorganismid mullas

- **Klostriidid:** *Clostridium tetani*, *Clostridium botulinum* ja *Clostridium perfringens* on endospore moodustavad bakterid, kelle tavaliseks elupaigaks on muld.
- **Listeriad:** *L. monocytogenes*
- **Enterobakterid:** *Citrobakter*, *Enterobakter*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Escherichia coli*
- **Bacillused:** *B. Anthracis*- antraks. Bioterrorism! *B. Cereus*, *B. Coagulans*, *B. Thuringiensis*
- taimehaigusi põhjustavd enamasti **seeded**, millede osa elutsüklist möödub mullas, N: *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Phythium*, *Verticillium*



# Mullaanalüüsid taimetervise ja mikrobioloogia laboris:

- **Mullabakterid**
  - eosbakterid (*Bacillus spp.*)
  - bakterite üldarv
  - tselluloosilagundajad bakterid
  - nitrifitseerijad bakterid
  - denitrifitseerijad bakterid
  - azotobakterid
  - aktinomütseedid
  - sulfaate redutseerivad bakterid
  - mügarbakterid



# Eosbakterid (*Bacillus spp.*)

- Moodustavad suure hulga bakterite üldhulgast
- Arenevad taimejäänuste lagunemise hilisematel etappidel
- Moodustavad vastupidavaid spoore, jäävad ellu ekstreemsetes tingimustes
- Eritavad mulda taimekasvu edendavaid ja patogeenide vastaseid aineid
- Annavad taimedele kaitset ebasoodsates keskkonnatingimustes



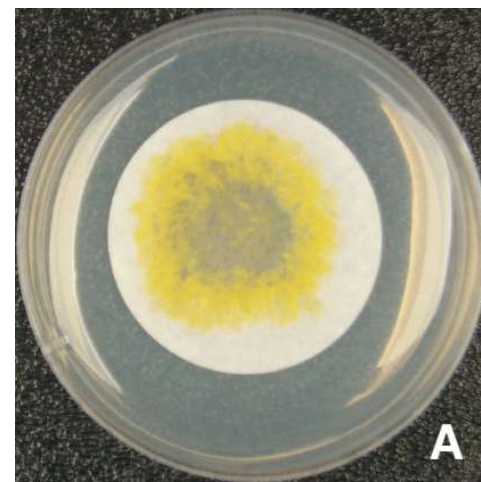
# Bakterite üldarv

- Näitab kultiveeritavate mullabakterite arvukust (vahemik  $4 \cdot 10^6$  kuni  $2 \cdot 10^9$  kuivaines)

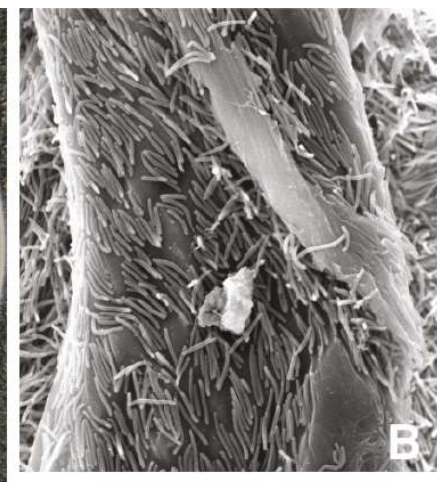


# Tselluloosilagundajad bakterid

- *Cellulomonas*, *Cellovibrio*,  
*Thermomonospora*,  
*Cytophaga*.
- Aeroobsetes tingimustes  
lagundatakse tselluloos CO<sub>2</sub>,  
veeks ja mikroobseks  
biomassiks.



10 mm



10 μm



# Nitriifitseerijad bakterid

- Levinumad perekonnad:  
*Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*,  
*Nitrobacter*, *Nitrococcus*
- Muudavad mullas olevaid  
lämmastikuühendeid  
nitraatideks

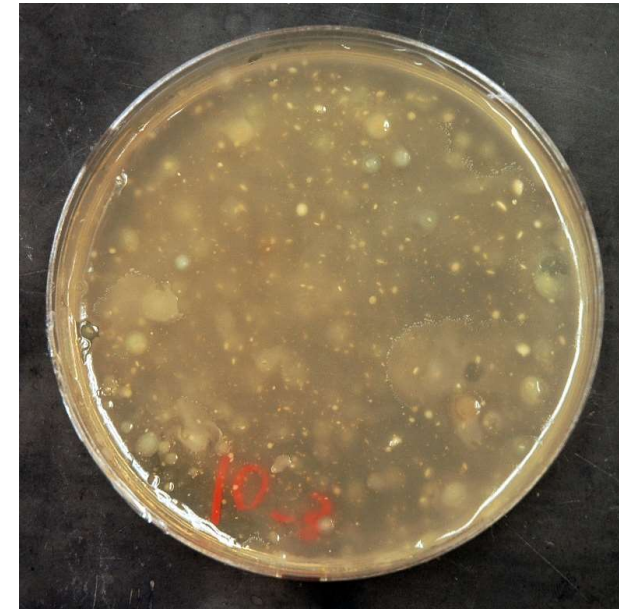


# Denitrifitseerijad bakterid

- Redutseerivad nitraate või nitriteid lämmastiku sisaldavateks gaasideks ja viivad seeläbi lämmastiku tagasi atmosfääri (lämmastiku ringe). Iseloomulik hapnikuvaestele liigniisketele muldadele.
- Eemaldavad taimedele kättesaadavat lämmastikku: *Thiobacillus denitrificans*, *Micrococcus denitrificans*, *Paracoccus denitrificans* ja *Pseudomonas*.
- Denitrifikatsiooni tulemusel tekivad kõrvalproduktid, lämmastikoksiid (NO) mis õhus reageerib NO<sub>2</sub>-ks ehk lämmastikdioksiidiks (õhusaaste, happvihmad), dilämmastikoksiid (N<sub>2</sub>O kasvuhooonegaas).
- Denitrifikatsiooni tulemusena väheneb lämmastikväetiste kasutamise efektiivsus, sest väetisena lisatud lämmastik muutakse gaasilisteks ühenditeks. Mullast väljalendunud lämmastik on põllumajanduse seisukohast kasutu.
- Lämmastikväetiste kasutamise tõttu satub vette palju nitraate. Nitraatidest saab vabaneda, kasutades denitrifikatsiooni protsessi.

# Azotobakterid

- Gram-negatiivsed mullabakterid, mis osalevad lämmastikuringes sidudes õhust lämmastikku
- *A. Chroococcum*, *A. agilis*, *A. paspali* and *A. vinelandii*



# Aktinomütseedid ehk aktinobakterid

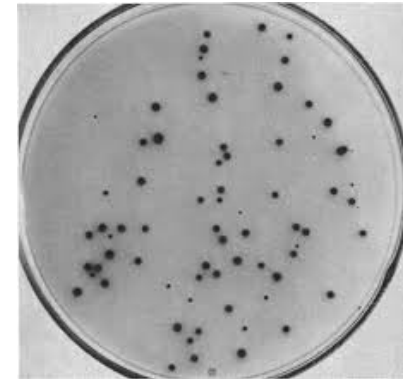
- Peamiselt *Streptomyces* liigid, toodavad antibiootikume, N: streptomütsiin, erütromütsiin, klooramfenikool, rifamütsiini jt
- Paljunevad eostega: *Actinomyces*, *Corynebacterium*, *Nocardia*, *Propionibacter*, *Streptomyces*, *Micromonospora*, *Frankia*.
- Mullabakterid kelle tunneb ära iseloomuliku liigniiske mulla lõhna järgi. Iseloomulik lõhn tuleb nende eritavast ainest geosmiinidest.





# Sulfaate redutseerivad bakterid

- Fototroofid oksüdeerivad  $H_2S$  sulfaadiks ja sulfaatsed hingajad redutseerivad sulfaadi  $H_2S$ -ks. Nii tekib väike väävliringe.
- Sulfaate redutseerivate bakterite perekonnad: *Desulfovibrio*, *Desulfobulbus*, *Desulfobacter*, *Desulfomicrobium*, *Desulfobacterium*, *Desulfosarcina*, *Desulfonema*.



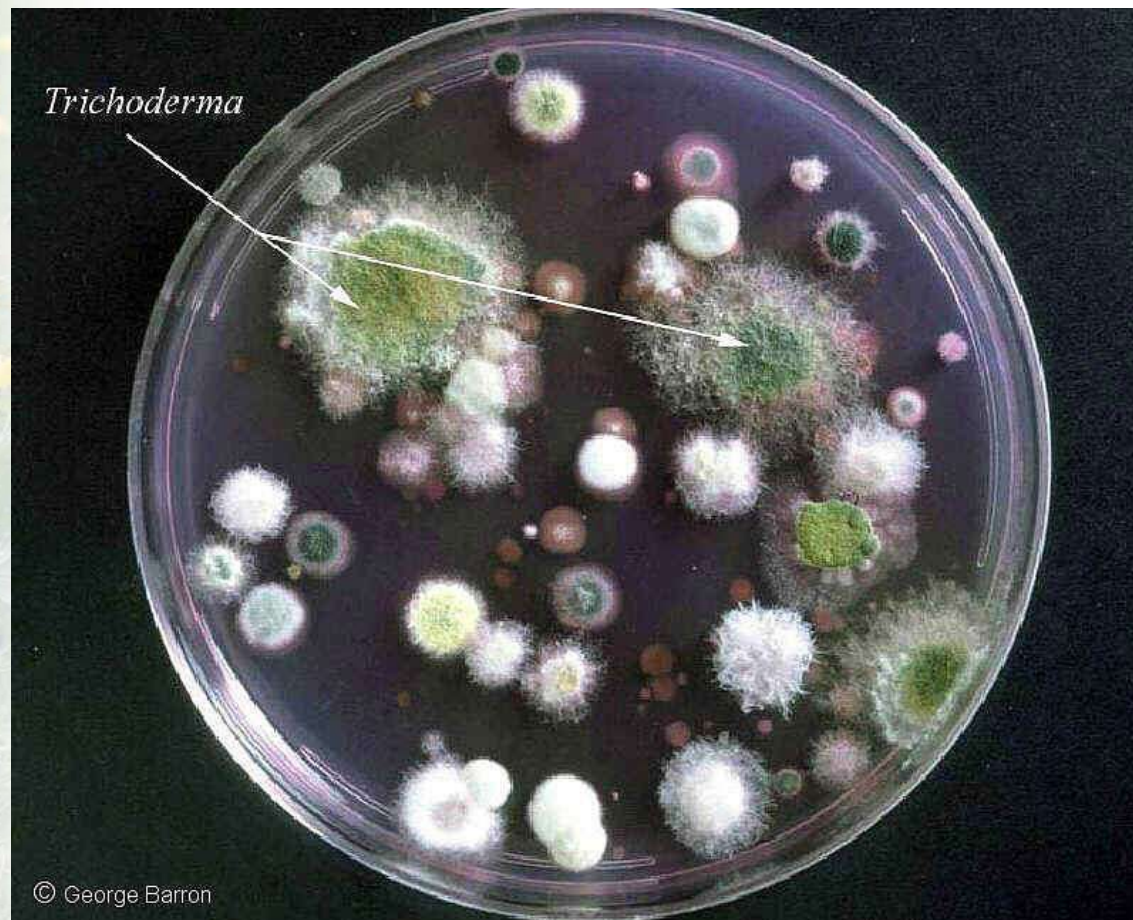
# Mügarbakterid

- Elavad liblikõieliste taimede ja leppade juurtel.
- Seovad õhulämmastikku.
- Muudavad N taimedele kättesaadavateks N-ühenditeks.
- Rikastavad mulda N-ühenditega.



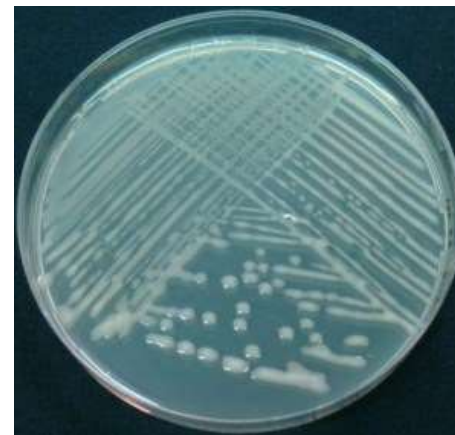
Ka **mikroseened** osalevad aktiivselt orgaanilise aine mineraliseerimisprotsessis ja huumuse tekkimisel

- hallitus- ja pärmseened agaril



# Mikroorganismide kollektsoon

- Kollektsoon asutati 1949.a. sisaldab ~ 300 seenekultuuri (peamiselt mullaseened) ja üle 200 bakteritüve.
- Näiteks: Mullaseened- *Fusarium*,  
*Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*,  
*Rhizopus*, *Agaricales*, *Yeasts*
- bakterid- *Bacillus*,  
*Rhizobium*  
*Actinomyces*



# *Pleurotus ostreatus* ehk austerservik



# Kontaktid:

- Põllumajandusuuringute Keskus
  - Teaduse 4/6, Saku, Harjumaa
- Koduleht: <https://pmk.agri.ee/>
- E-post: [info@pmk.agri.ee](mailto:info@pmk.agri.ee)
- Info telefon 6729137
- Proovide vastuvõtt E-->R (8:00 kuni 16:00) tel 6729112

**Täna tähelepanu eest!**