

ökoloogia

õigusteadus

pere

pedagoogika

looming

permakultuur



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa Investeeringud
maapiirkondadesse

Mullaelustik on põllumehe sõber!

Marian Nummert
marianipermakultuur.ee

Väike-Maarja
Mai 2023



MIKS MULD?



“Muld on ühiskonna suurim vara, seda tuleb hoida ja kasvatada. Nagu inimeste puhul, võib ka mulla kohta öelda: terves mullas terve taim.”

Üllar Hiire

„Muld on see väärtus ja varandus, mida maaharijatena peame üha tõsisemalt silmas pidama,“ rõhutas mees. Sest viljakasvataja töö tulemus tuleb üksnes läbi mullaviljakuse.

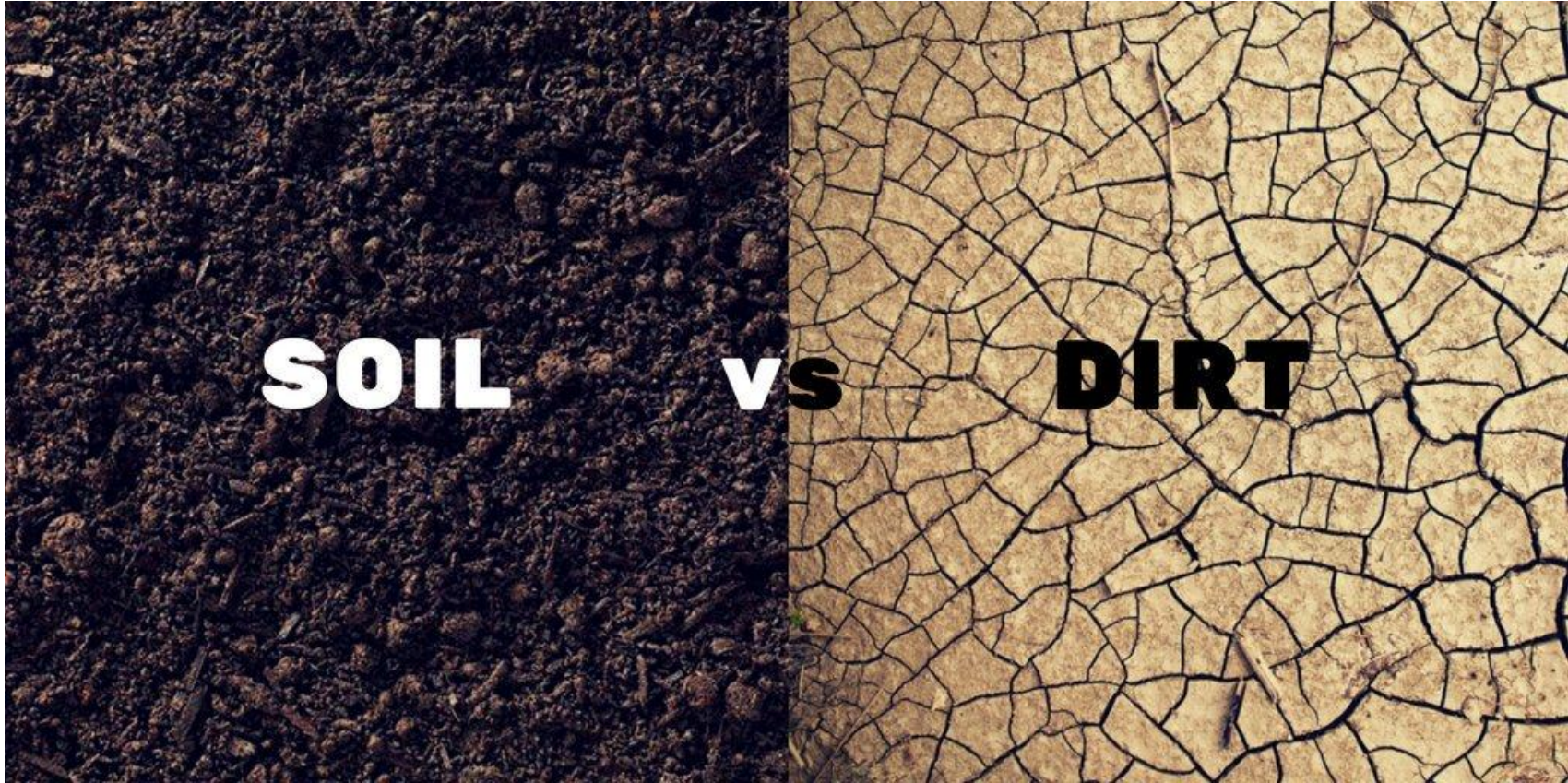
Mäemõisa osaühingus liigutakse mullasõbralikumate harimistehnoloogiate suunas. Põldudel rakendatakse peamiselt **otsekülvi** Kanada tehnoloogia abil, kasvatatakse **vahekultuuride segusid** nii kevadel kui ka sügisel, kogu **põhk jäetakse põllule**, katses on **kaaskultuurid**.



<https://maaleht.delfi.ee/artikkel/120079914/ullar-hiire-taastab-ja-hoiab-mullaviljakust>

<https://maaleht.delfi.ee/artikkel/120066338/ullar-hiire-pollumajanduses-kehtib-tode-terves-mullas-terve-taim>





SOIL

vs

DIRT









Muld = rikkus

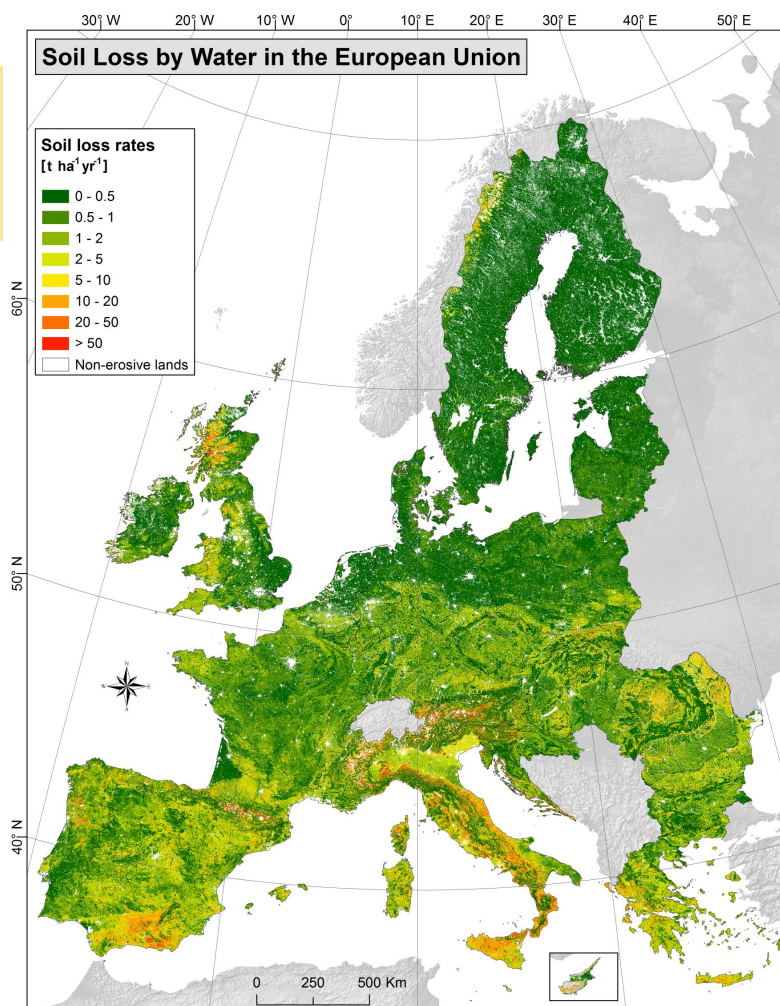
Peotäies mullas rohkem elusolendeid kui planeedil inimesi!

Muld on Maa kõht! Mida kõht teeb?



Muld kaob..

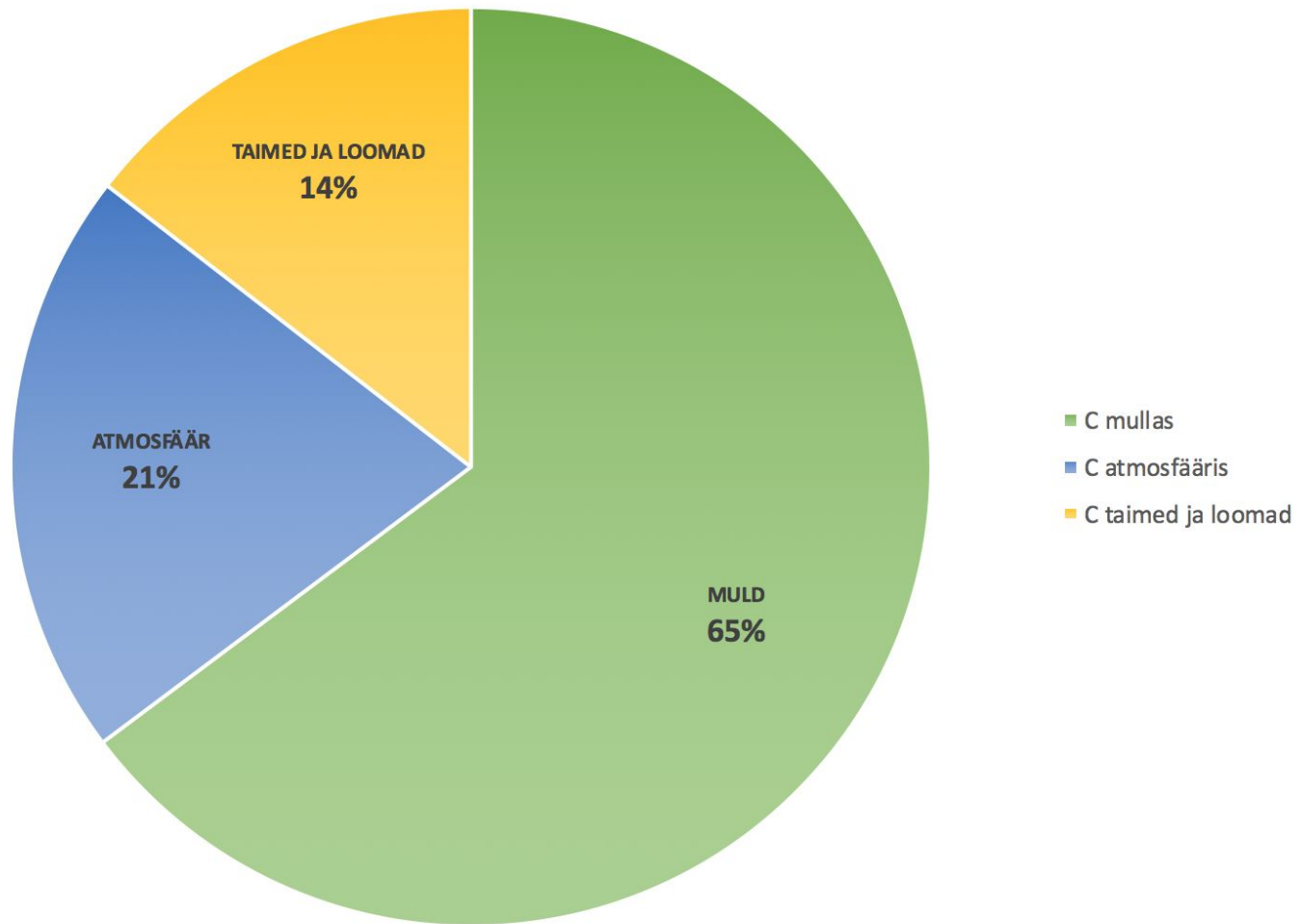
- Kas 0,5 tonni mulda hektari kohta aastas kaotada on normaalne?
- Planeedil kaob aastas **24 000 000 000** tonni viljakat mulda! Kuhu?
- Umbes 50 koristust on jäänud!



Database: LUCAS soil, REDES, Copernicus, Eurostat, GAEC (CAP), LUCAS 2012



Süsiniku sisaldus (miljardit tonni)



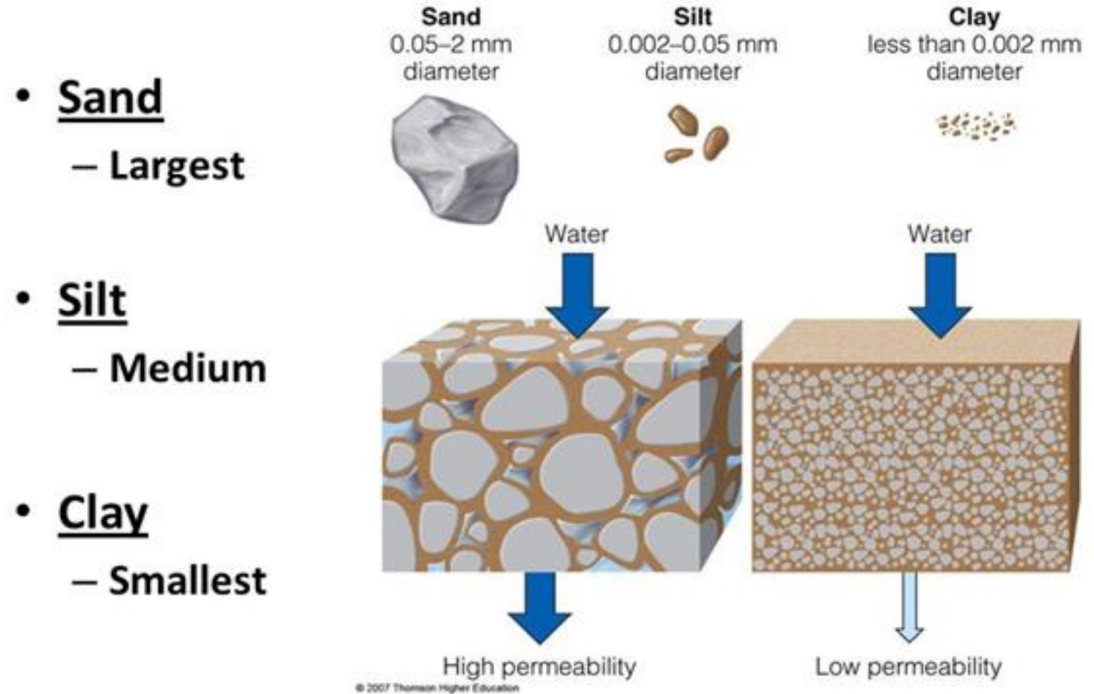
KUIDAS TEKIB MULD?



Muld koosneb:

- 1) **Mineraalne** osa - liiv, aleuriit, savi - kõik mineraalained tasakaalus
 - a) Liiv - 0,05-2 mm
 - b) Aleuriit - 0,002-0,05 mm
 - c) Savi - < 0,002 mm
- 2) **Orgaaniline** osa - (must)
- 3) **Elusorganismid** (aeroobsed)

Soil Particle Size



Mulla 3 olekut

MULD		
TAHKE (mullamaatriks)	GAAS (mulla atmosfäär)	VEDELIK (mullalahus)
Orgaaniline aine	Õhk	Vesi
Mineraalid		
ELUSORGANISMID		



KÕIK MINERAALAINED, MIDA TAIMED VAJAVAD,
ON OLEMAS MULLA MINERAALSES OSAS, LIIVAS JA SAVIS.
VAJA ON AINULT **MULLAELUSTIKKU!**



MIS MULLAS TOIMUB?



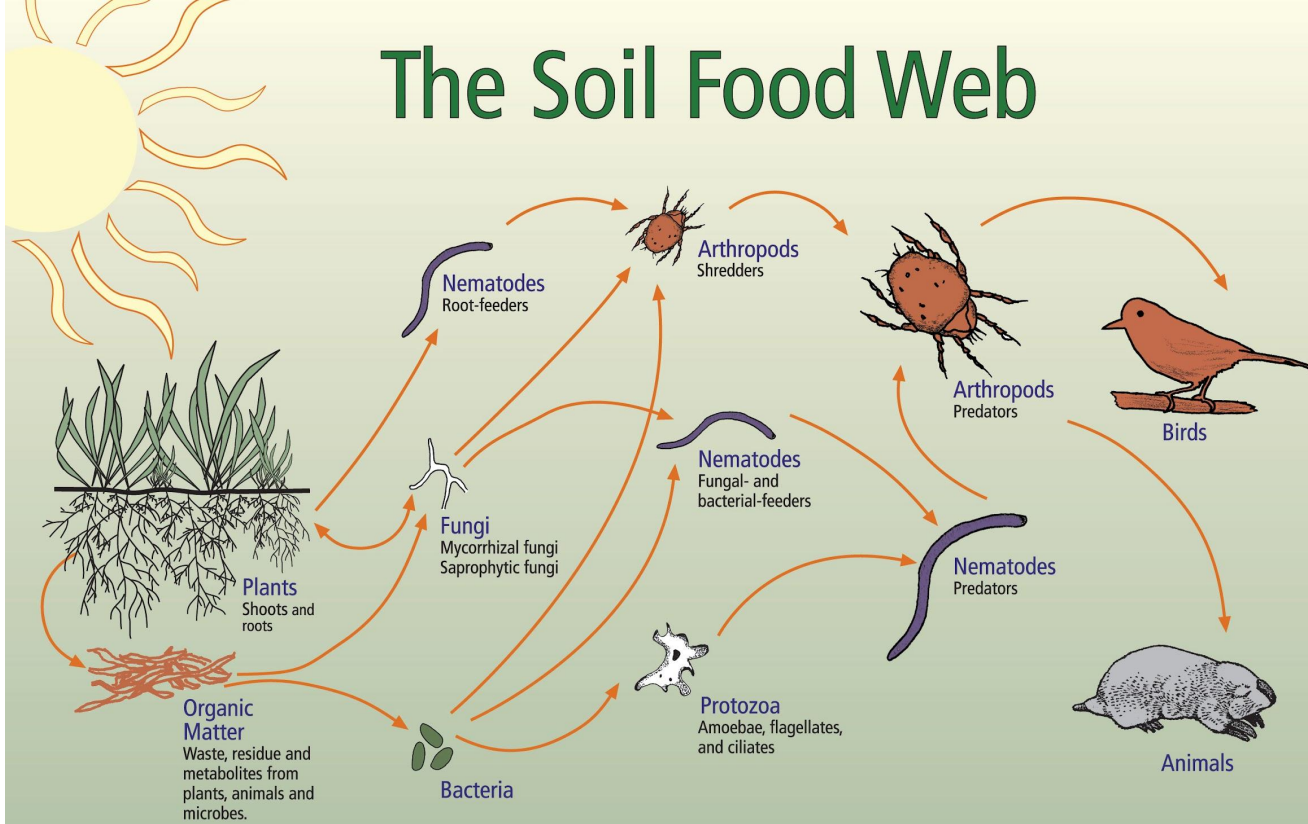


THE SOIL FOODWEB

Our soil teams with a multitude of organisms which provide the necessary work for healthy plants to grow free from disease, pests, and infertility. These interconnected interactions and feeding relationships (quite literally “who eats who”) help determine the types of nutrients present in soil, its depth, and pH, and even the types of plants which can grow.



The Soil Food Web



First trophic level:
Photosynthesizers

Second trophic level:
Decomposers
Mutualists
Pathogens, Parasites
Root-feeders

Third trophic level:
Shredders
Predators
Grazers

Fourth trophic level:
Higher level predators

Fifth and higher trophic levels:
Higher level predators

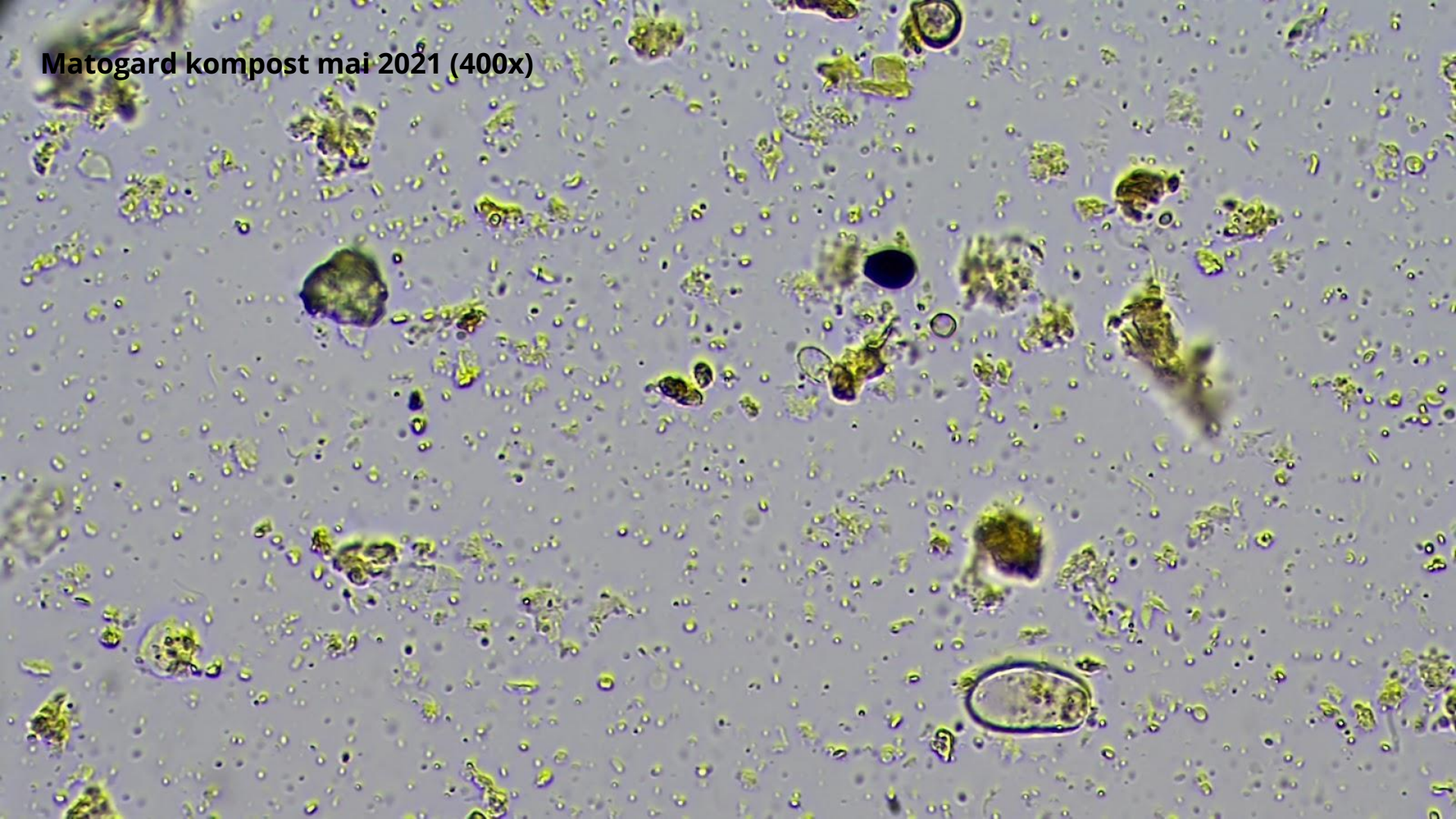


Millega taimed mullaelustikku toidavad?

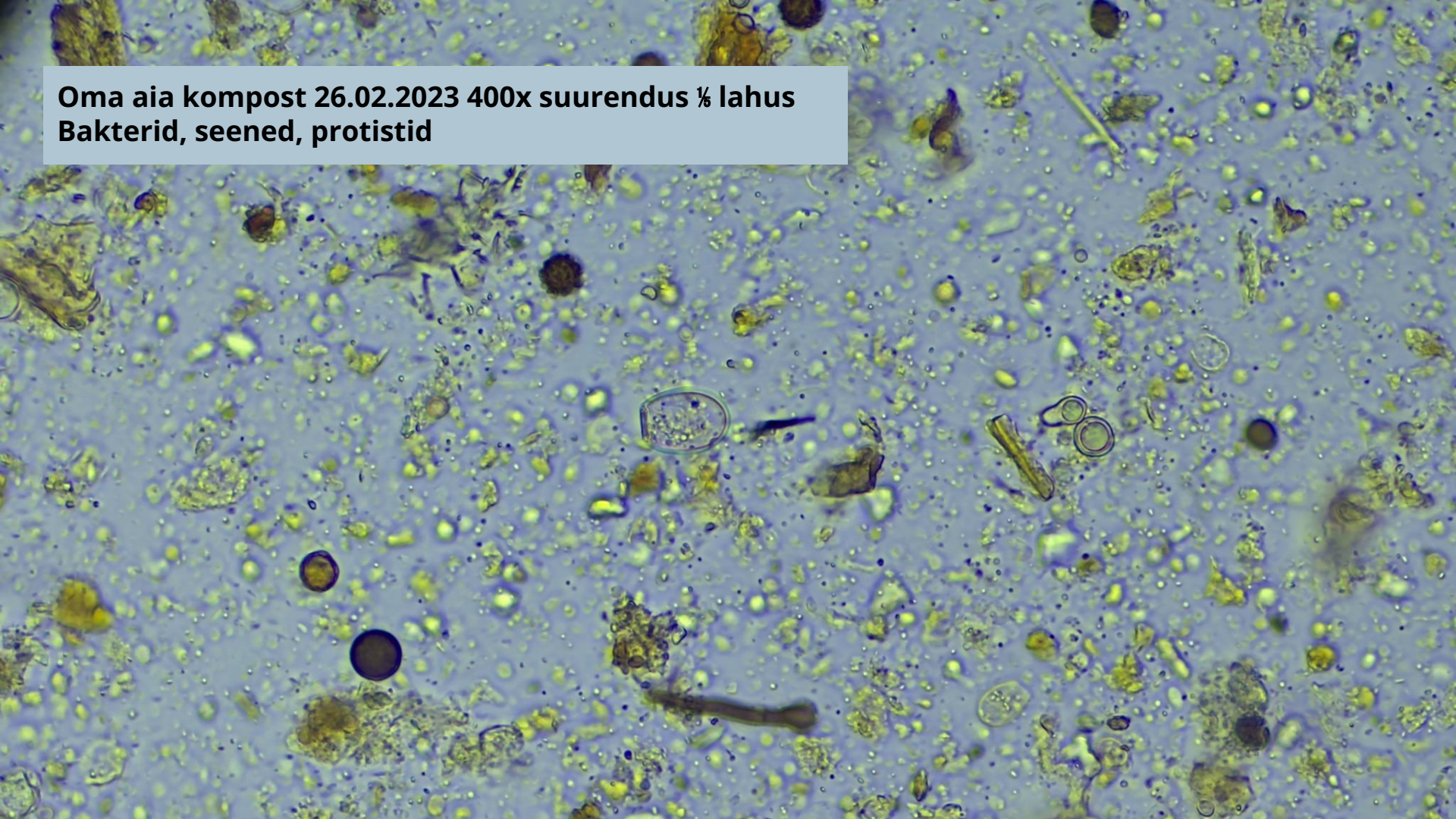
- Lihtsad suhkrud
- Valgud
- Keerulisemad suhkrud



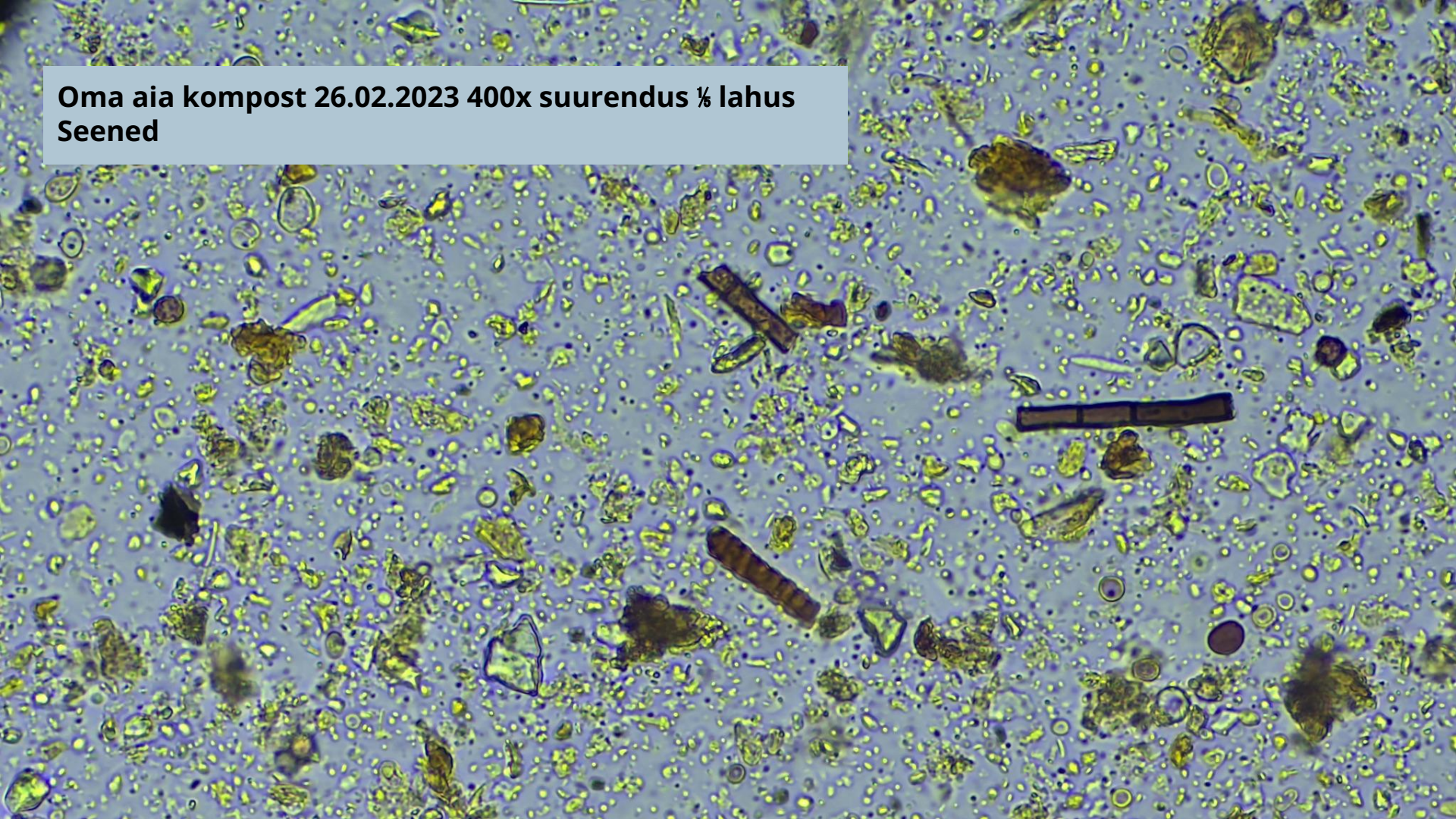
Matogard kompost mai 2021 (400x)



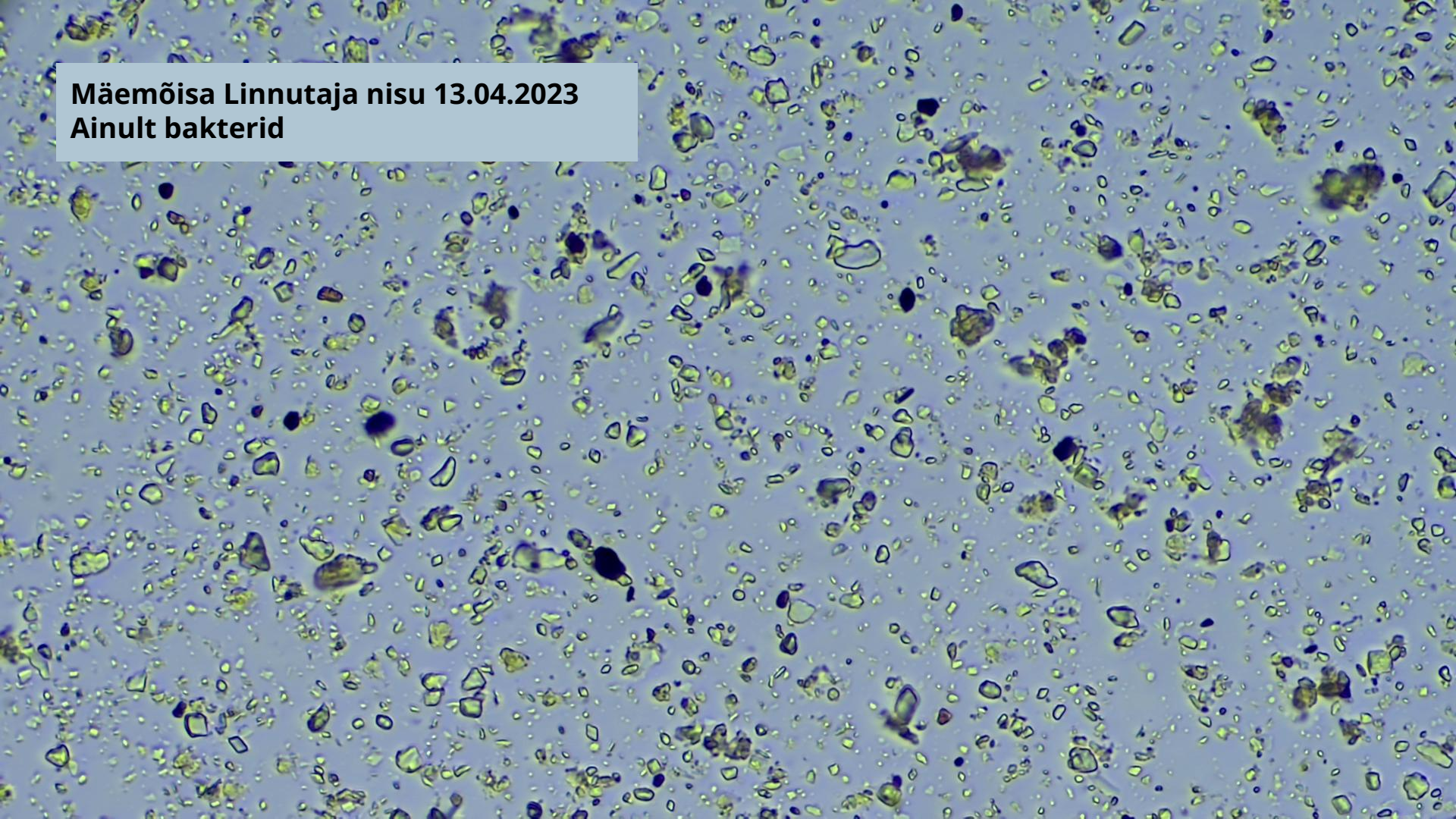
**Oma aia kompost 26.02.2023 400x suurendus ¼ lahus
Bakterid, seemned, protistid**



Oma aia kompost 26.02.2023 400x suurendus ¼ lahus
Seened



Mäemõisa Linnutaja nisu 13.04.2023
Ainult bakterid



Avarmaa metsamuld mai 2021 (400x) - kasulik seen



Avarmaa metsamuld mai 2021 (400x) - hele seen

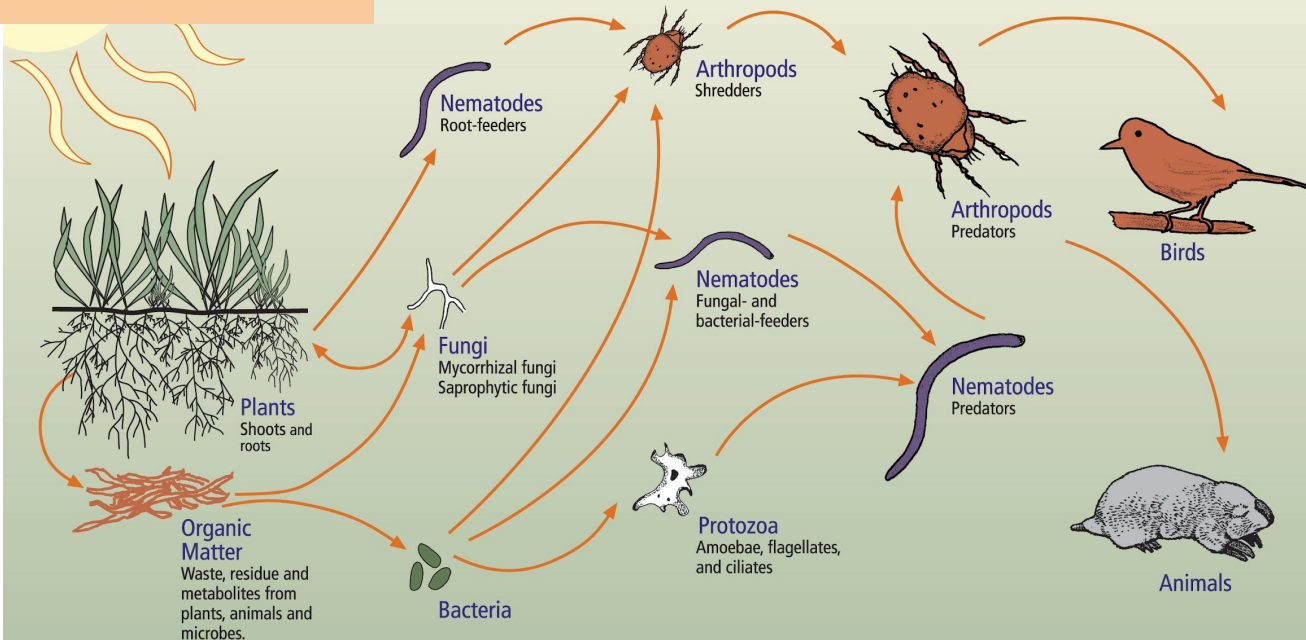


Avarmaa metsamuld mai 2021 (400x) - nematood



Taimede tervis ja saagikus sõltub mullatoiduvõrgustiku toimimisest!

The Soil Food Web



First trophic level:
Photosynthesizers

Second trophic level:
Decomposers
Mutualists
Pathogens, Parasites
Root-feeders

Third trophic level:
Shredders
Predators
Grazers

Fourth trophic level:
Higher level predators

Fifth and higher trophic levels:
Higher level predators



Mikroskoobiga mulla vaatamine

- Ainus viis näha, mis mullas tegelikult toimub!
- Võimalik teada saada **bakterite ja seente suhe** (biomass)
- Võimalik näha, kas on haigustekitajaid mullas - head vs halvad (aeroobne vs anaeroobne)

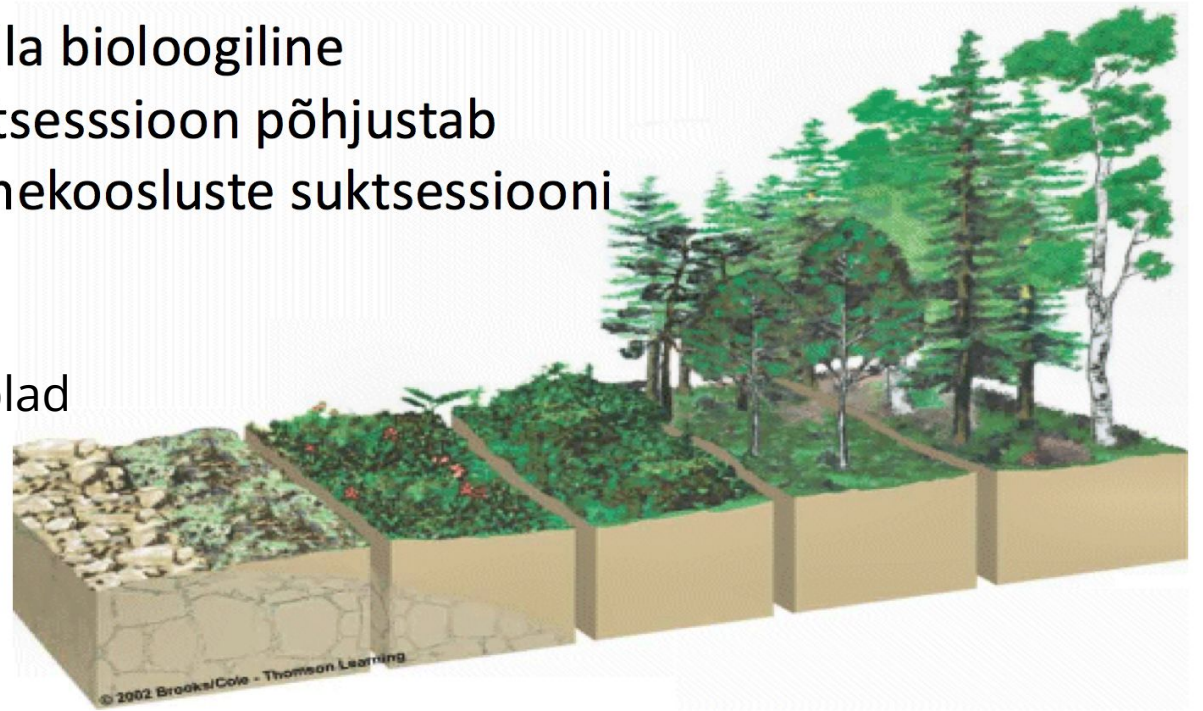
- Mullaelustiku uurimine laboris külvidega - problemaatiline:
 - Ebasobivad tingimused aeroobsetele organismidele
 - Kitsas toidulaud
 - Näeb pigem patogeene
- Mulla orgaanikasisalduse hindamine - Kaudne, ei näita kes ja mis mullas on ja kas neil läheb hästi või mitte.



Taimed

Mulla bioloogiline
suktsessioon põhjustab
taimekoosluste suktsessiooni

- Samblikud ja samblad
- Kõrrelised
- Püsikud
- Põõsad
- Puud



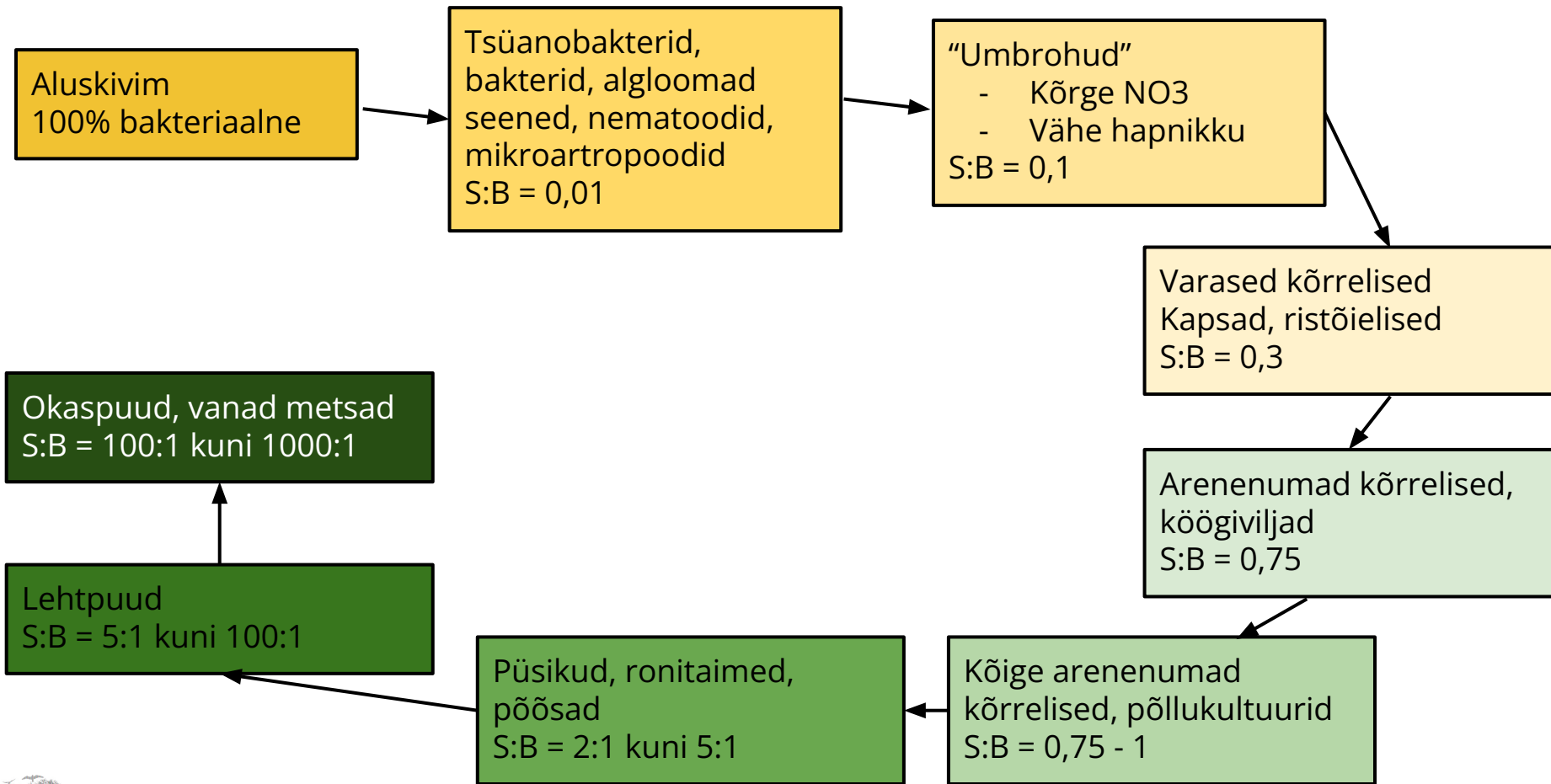
Bakterid **Vähe seeni** **Tasakaalus** **Rohkem seeni** **Seened**

Bakterid: 10 µg	100 µg	500	600 µg	500 µg	700 µg
Seened: 0 µg	10 µg	250	600 µg	800 µg	7000 µg



MIS KASU on PÕLLUMEHEL MULLAELUSTIKUST?





KUIDAS TEKIB MULD?

Terved mullad → terved taimed

- Mullaelustik toidab taimi õigel ajal õige toiduga.
- Kaitse haiguste eest nii maa peal kui maa all.

?

Terved taimed → terve muld

- Ilma taimedeta oleks meil vaid liiv, savi ja aleuriit.
- Taimed annavad:
 - Süsinik ja suhkrud → küte mikroobidele, kes toodavad **orgaanikat** ja teevad **toitained** taimedele kättesaadavaks
 - **Huumus** tekib tänu taimede panusele ökosüsteemi

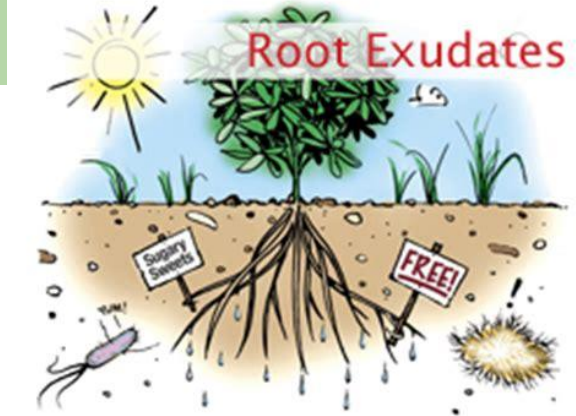


KUIDAS TEKIB MULD?

Haiged taimed → haige muld

!

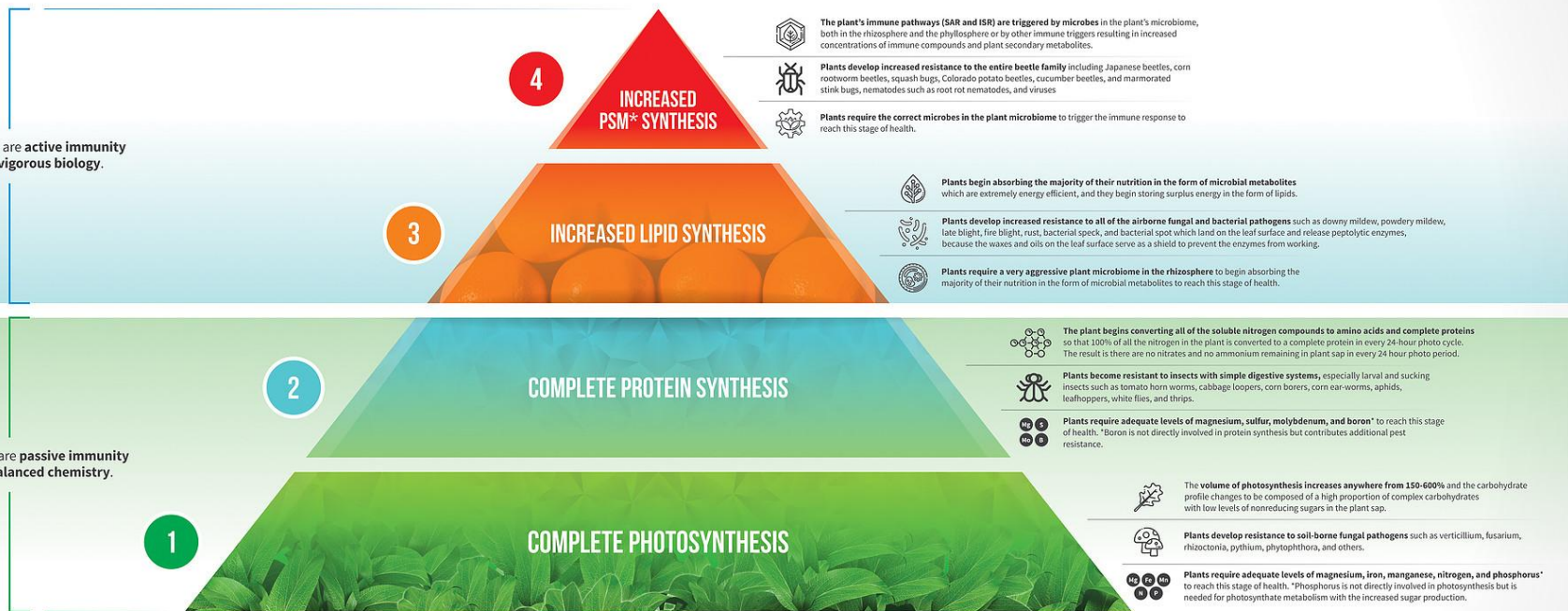
- **Haiged taimed** → toodavad lihtsaid süsivesikuid, aminohappeid ja teisi ühendeid sellistes suhetes, mis suurendavad patogeenide elumust, **toetab haigustekitajaid** mullas!
- **Terved taimed** → toodavad komplekssemaid süsivesikuid, polüsahhariide, ensüüme ja täisväertuslike valke, lisaks taime teiseseid metaboliite → toetab **haigusi tõrjuvat** mikrobioloogilist kogukonda mullas.



PLANT HEALTH PYRAMID

The upper 2 levels are **active immunity** and based on **vigorous biology**.

The lower 2 levels are **passive immunity** and based on **balanced chemistry**.



“Healthy plants can become completely resistant to diseases and insects.”

- John Kempf -

Inimese ülesanne:

- Tagant lükata
- Ise eest ära tulla

Terved taimed

John Kempf
Advancing Eco
Agriculture

Mullaelustik toidab
ja kaitseb taimi →
terved taimed

Taimed tõlgivad
päikesevalguse
suhkruteks ja toidavad
mullaelustikku →
terve muld

Elaine Ingham
SoilFoodWeb

Terve muld



MÜKORIISA (seen + taimejuured)

Põllukultuuridest tahavad kõik peale ristõieliste mükoriisat moodustada!

- Sümbioos u 80-90 % maailma taimedega
- Maal kasvanud umbes 460 miljonit aastat
- Glomaliini (glükoproteiini) tekitaja - glomaliin moodustab kuni **40% mulla C sisaldusest**
- Planeedi muld - u **1,58** triljonit tonni C (10 astmel 12)
- Glomaliini panus - u **630** miljardit tonni C (10 astmel 9)
- Maismaa taimestik - **611** miljardit tonni C (10 astmel 9)

Kui tahad süsinikku mulda siduda → toeta seente elu mullas!



Kõik taimede vajalikud mineraalained on mullas olemas!

- Miks kasvavad taimed paremini kui neile mineraalväetiseid visata?
- Mineraalained peavad muutuma lahustuvatesse vormidesse, et taimed neid kätte saaks.
- Mis/kes muudab mineraalained taimede kättesaadavaks?
- **MULLAELUSTIK!**



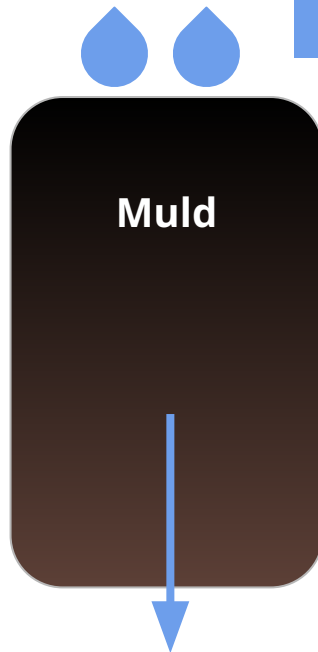
Milline näeb välja terve muld/kompost?

- Värv - 70% šokolaad (mitte tumedam)
- Lõhnab hästi (aeroobne)
- Ei pudise laiali - on struktuur
- Võib näha elusorganisme (nt vihmausse, sajajalgseid, ämblikke jt)



Muld puhastab vett

Vihm

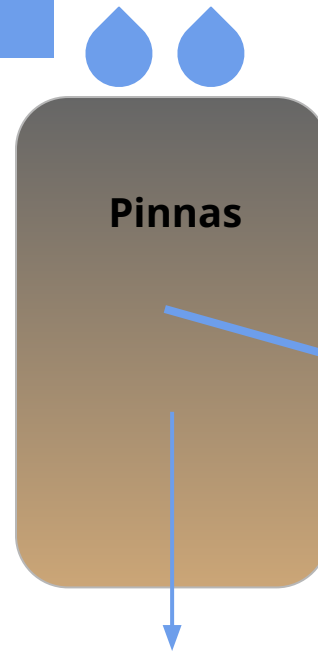


Organismid loovad struktuuri

Toitained püsivad mullas

Vesi püsib poorides ja liigub aeglaselt läbi mulla

Puhas vesi



Pole organisme, pole struktuuri

Toitained liiguvad veega kaasa

Mulla poorid ei hoia vett kinni, vesi liigub kiirelt läbi mulla.

Leostumine, erosioon ja äravool

Vesi liigutab saviosakesi ja anorgaanilisi keemilisi ühendeid, ei mingit "puhastumist"

* *Elaine Ingham, Soilfoodweb.com*





Kui tark on loodus?



Mis juhtub mulla elustikuga kui me mulda harime?

- Künname
- Kultiveerime
- Rullime
- Tallame...



...väetame?

- Soolad (nt YaraMila NPK (S) 20-5-15 (8) ohutuslehel):
 - NH_4NO_3 (ammooniumnitraat)
 - KNO_3 (kaaliumnitraat)
 - NH_4Cl_2 (ammooniumkloriid)
 - $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 5\text{H}_2\text{O}$ (boorakspentahüdraat)
- **osmoos!**

How to Kill Bacteria With Salt



...taimekaitseme?

- Pestitsiidid - *pest-i-cide* (kahjurite tapmine)
 - Herbitsiidid - taimede
 - Fungitsiidid - seente
 - Insektsiidid - putukate
 - Bakteritsiidid - bakterite
 - Nematotsiidid - nematoodide

Taimekaitse on erinevate meetmete ja toodete kasutamine **inimestele vajalike taimede** kaitsmiseks neid kahjustavate loomade, putukate, haigustekitajate ja umbrohtude eest.



“Püsivaid orgaanilisi saasteaineid käsitleva Stockholmi konventsiooni järgi on **üheksa kaheteistkümnest** kõige ohtlikumast ja püsivamast orgaanilisest kemikaalist pestitsiidid.”



Aerobne vs anaerobne

Lothlorien
vs Mordor

Kasulikud vs haigustekitajad



Conceptual Sketch



Miks kasvavad umbrohud?

- Kasvatavad "lahtist haava" kinni
- Katavad ja kaitsevad mulda
- Taastavad mullastruktuuri - võimsad juured - nt ohakas, orashein, naat, võilill, kesalill jne
- Päästavad mulda
- Pioneerliigid, mis aitavad mullal hakata edasi liikuma "metsapoolle"



KASULIKUD PUTUKAD

- **Mitmekesine** taimestik → õige toit õigel ajal õigele putukale:
 - Mitmeliigilised hekid /
 - metsikud ja umbrohutunud alad /
 - mitmekesised püsikupeenrad /
 - lilled köögiviljade vahel
- 1) Tee teadust - uuri välja **mida keegi millal** vajab
- 2) **Istuta kõike**, mis päikese all kasvab ja naudi tulemust

N.B.! Putukad-putukad-taimed suhted! Putukad kui sümfooniaorkester!



Kahjuritõrje

- KÜSIMUS 1: Mis lubab lehetäidel taime kahjustada?
 - Süsivesikud taimes meelitavad lehetäid kohale;
 - Mullabioloogia → mineraalainete kättesaadavus taimele → ensüümide kofaktorid → ensüümid → süsivesikute profiil
- KÜSIMUS 2: Miks ilmuvad lehetäid sellesse ökosüsteemi?
 - Kuidas me majandame põllu ökosüsteemi, mis lubab lehetäidel kontrollimatult paljuneda?
 - Monokultuurne põld ebatäiuslike süsivesinike profiiliga taimedega - täiuslik toit lehetäidele, kahjureid pole!
 - Insektsiididega pritsimine parandab lehetäide olukorda veelgi - hävitab kahjurid ja nõrgestab taimi
- KÜSIMUS 3: Kuidas majandada ökosüsteemi nii, et lehetäisid seal poleks?
 - Toita taimi nii, et nad oleks terved
 - Lõpetada mulla elustikku hävitamine
 - Rand-kivikilbik on bioloogiline tõrje lehetäidele



Kuidas paljundada lehetäisid?

Palju lehetäisid → **palju kasulikke putukaid**, nt lepatriinusid. Tuleb luua õiged tingimused - **vabu nitraate taimemahlas**:

- 1) Anna taimele **rohkem lämmastikku** (N) kui ta sellel arenguetapil vajab.
- 2) **Ära anna** taimele **magneesiumi** (Mg) parema fotosünteesi jaoks.
- 3) **Ära anna** taimele **väävlit** (S), mida ta vajab väävlit sisaldavate aminohapete ja terviklike valkude tootmiseks.
- 4) **Ära anna** taimele **molübdeeni** (Mb) nitraadi reduktaasi ensüümi jaoks.
- 5) **Ära anna** taimele **boori** (B), mis võiks suurendada tema immuunsust.

Kui Sa järgid neid lihtsaid samme, võid kindel olla, et Sinu kasvatavad taimed pakuvad lehetäidele täiuslikku toidulauda. Lisaks on sinu taimed ideaalseks toiduks ka paljudele röövikulistele putukatele nagu kapsauss, tubakasuru ja pea kõik teised röövikud. Selline vastsete paljundamine pakub hea toidulaua lindudele ja kasulikele putukatele - väärtuslik ökosüsteemi teenus!

Kui Sa ei soovi neid putukaid oma aiamaal paljundada, on lahendus ilmselge - ära järgi neid lihtsaid samme ja kahjuritel pole võimalik kasutada Sinu aiamaad oma toidulauana.



Kahjurid?

- looduses hävitatakse **nõrgad**
- taime immuunsüsteem
- taime toitumine → inimese toitumine
- tasakaalus mullaelustik ja mitmekesisus väldib kahjurite vohamise
 - teod vs nematoodid
 - mutid vs kahjurid mullas
- 25% kasulikud, 25% kahjulikud, 50% neutraalsed



MILLISED ON VALIKUD?



REGENERATIVE AGRICULTURE SHIFTS THE PARADIGM

Compete with Nature

Disturb Soil

Monoculture

Reductionist



Partner with Nature

Protect Soil

Diversity

Holistic

Graphic produced by General Mills, 2018
Photo: Patience Pines (Demeter® Biodynamic Certified), Lake Lure, NC



Eesmärk: kasvatada ja kaitsta mulda

1. **Ära häiri!** - muidu hävitad mullaorganismide kodu → erosioon
2. **Kaitse** - hoia muld alati kaetuna! Paljas muld on anomaalia.
3. **Mitmekesisus** - nii taimede kui loomade osas. Monokultuur on inimeste leiutis.
4. **Elavad juured** - toeta nii pikalt kui võimalik. Nt umbrohi tärkab varem ja uinub hiljem!
5. **Loomariik** - loodus ei toimi ilma loomadeta, vegan ökosüsteemi pole olemas! Kui loomad söövad rohtu, siis see stimuleerib taimi vabastama rohkem süsinikku mulda. Ka putukad, kahjurite kiskjad, vihmaussid!

* *Dirt to Soil*



1. Kata ja kaitse mulda

- **Muld olgu kaetud** kas elavate taimede või surnud taimeosadega - lehed, oksad, lagunevad taimed, multš jmt.
- Kaitse tuule ja vee erosiooni eest
- Vee hoidmine
- Stabiilne temperatuur
- Kaitse vihmapiiskade "löökide" eest

Vaata ülevalt
mitu % mullast on kaetud? Eesmärk 100%

- püsipeenrad
- kompost kaitseb samuti mulda
- kasvata püsikuid, need tärkavad varem!
- kata talveks peenrad multšiga



2. Häiri mulda võimalikult vähe

Mulla häirimine juhtub mitmel viisil:

1. **bioloogiline häirimine** - nt **ülekarjatamine** takistab taimede ja mullaelustiku tööd;
2. **keemiline häirimine** - nt **väetiste ja taimekaitsevahendite** kasutamine katkestab mullaelustiku toimimist, mõjub hävitavalt mullaelustikule;
3. **füüsiline häirimine** - nt **kündmine ja kaevamine**, lõhub mulla struktuuri, mistõttu kaob pooriruum õhu ja vee jaoks ning mullas tekib anaeroobsete tingimustega **tihes**.
 - Tihes soodustab patogeenide arengut, takistab taimejuurte kasvamist, põhjustab liigniiskust (kuna vesi ei saa liikuda läbi mulla pooriruumi), põhjustab CH₄ ja N₂O lahkumist mullast ning aitab kaasa vee- ja tuuleerosioonile.
 - Kündmise käigus paiskub õhku palju süsinikku - **mullaorganika põleb** ootamatult lisandunud hapniku tõttu ning teisalt põletatakse põllutöomasinates palju süsinikku (kütust).

→ Häiri mulda võimalikult vähe!



3. Soodusta taimede mitmekesisust

- Jäljenda loomulikke taimekooslusi
- Rakenda viljavaheldust
- Kasvata geneetiliselt mitmekesiseid kultuure
- Mitmekesisus on ainuke viis kuidas läbida keerukaid muutusi!

- Tõhusam toitainete ringlus
- Tõuseb toidujulgeolek
- Suureneb mullaelustiku mitmekesisus
- Paraneb mulla veehoidmisvõime.



4. Püsiv taim- /juurkate

- Mullaelustikku tuleb kogu aeg toita!
 - Looduslikud taimed (**püsikud**) - kasvavad varakevades hilissügiseni - toidavad juureeritistega mullaelustikku suure osa aastast!
 - Kultuurtaimed - alustavad hiljem, lõpetavad varem



5. Loomade ja taimekasvatuse ühendamine

- Ajalooliselt **loomad ja taimed koos** kasvanud ja arenenud - **sünenergia** mullaga
- Kaasaegne põllumajandus on loomad ja taimed eraldanud → probleemid: reostus, toitaine import kaugelt, haigused, muldade kadu
- Holistiline karjatamine - **Alan Savory** jt (*holistic management* ja *grazing*)



MULLASÕBRALIK TEE

- Huumus teeb mulla pehmeks ja kohevaks
- **Multšimine** surub umbrohud alla ja lisab toitaineid
- Taimed toidavad mullaelustikku ja elustik toidab taimi - **tasakaalukalt ja loomulikult**

- Loodus on parem **partnerina**, mitte orjana!



MOTHER BROWNING FLOGGING HER APPRENTICE IN THE CELLAR.



Charles Darwin

The Formation of Vegetable Mould, Through the Action of Worms (1881) - viimane raamat



MIDA TEHA?



Kõik saavad millegagi alustada?

- Alusta väiksest, aga alusta! Katsepõllud!
- Mõistmise protsess - miks ja mis?
- Põllumeeste omavaheline suhtlemine
- Mitmete põlvkondade töö on seljataga - mitmete põlvkondade töö on ees!
- Looduse toiduvõrgustik - tervikuna - linnud
- LOODUSE LOOGIKAst on vaja aru saada.
Häid planeete on raske leida :)



Millega me katsetame?

- Elurikas kompost - Elaine Ingham, Johnson Su
- Kompostiekstrakt - mulda
- Kompostitee - lehestikule
- Kaaskultuurid
- Vahekultuurid
- Vähem harimist
- Vähem pestitsiide
- **Rohkem ELU!**





MARIANIPERMAKULTUUR.EE - KUULAME LOODUST!
MULLAELUSTIK.EE - MULLAELUSTIKU LABOR

