



# ORGAANISET LANNOITEVALMISTEET MAAN KASVUKUNNON PARANTAJINA – VAIKUTUKSET MAAN RAVINNETALOUTEEN JA RAKENTEeseen

12.3.2024

MMT Salla Venäläinen

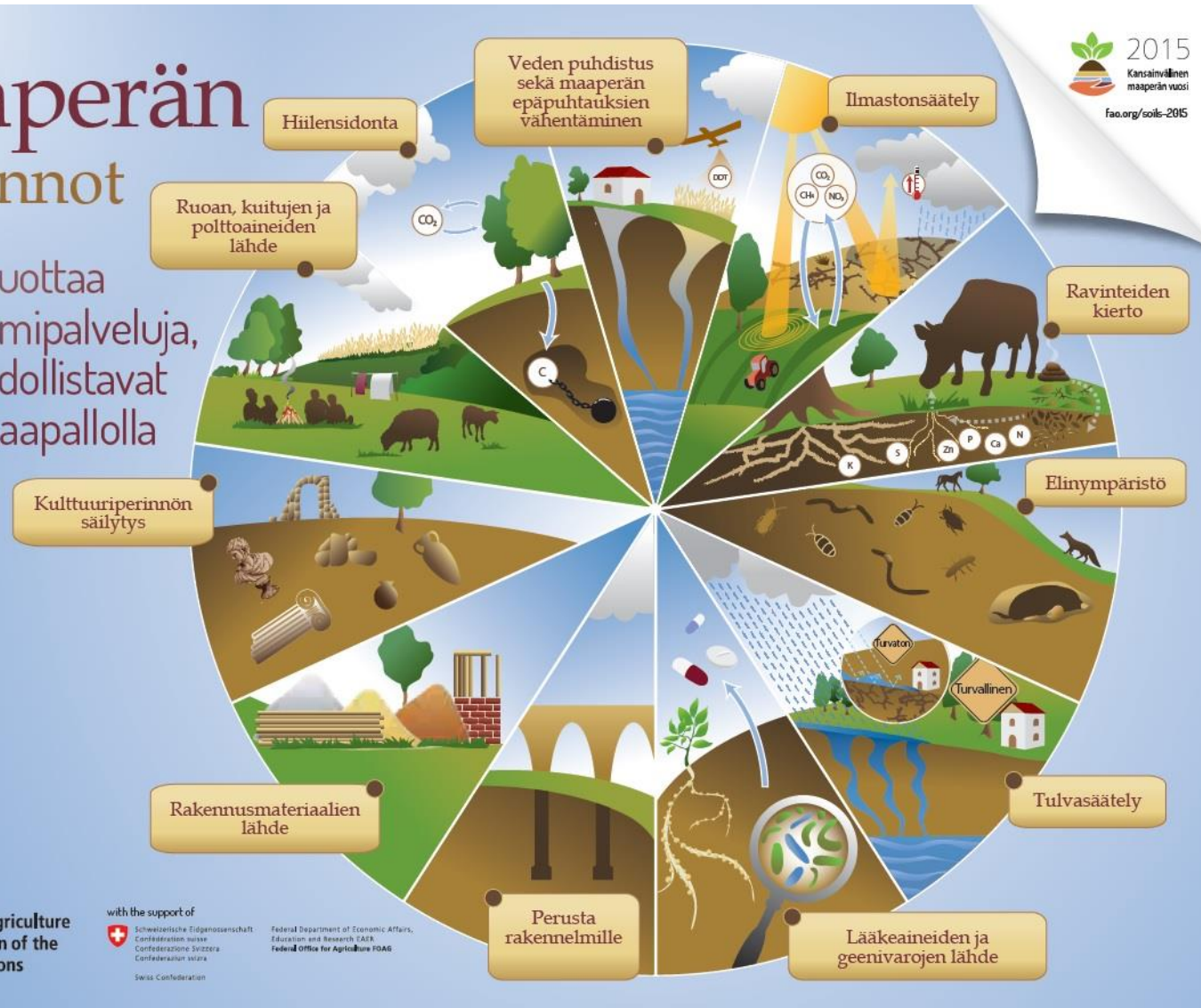
**KIERTO**KASVU

# Maaperän ekosysteemipalvelut

# KIERTO KASVU

## Maaperän toiminnot

Maaperä tuottaa ekosysteemipalveluja, jotka mahdollistavat elämän maapallolla



- ▶ Maaperä tuottaa ekosysteemipalveluita, jotka mahdollistavat elämän maapallolla
- ▶ Viljelijät keskeisessä roolissa ko. palveluiden jalkauttamisessa
  - ▶ ruuan, kuitujen ja polttoaineiden tuottaminen
  - ▶ ravinteiden kierto
  - ▶ hiilensidonta
  - ▶ ilmastonsäätely
  - ▶ jne.



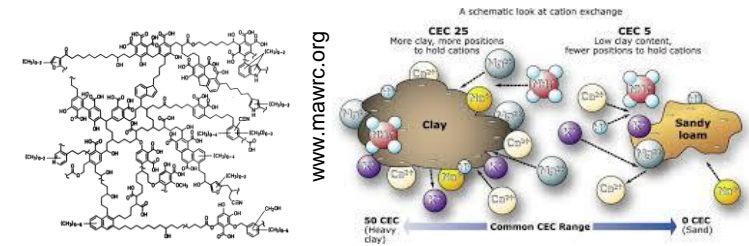
# Maaperä on aineiden kierron keskiössä

- ▶ Maaperä (pedosfääri) on kiinteässä vuorovaikutuksessa
  - ▶ ilmakehän (atmosfääri)
  - ▶ vesikehän (hydrosfääri)
  - ▶ elonkehän (biosfääri) ja
  - ▶ kivikehän (litosfääri) kanssa
- ▶ Maaperällä on keskeinen rooli aineiden biogeokemiallisessa kierrossa
  - ▶ **maa- ja metsätalous on tärkeä osa kiertotaloutta**



## Miten maaperä toimii?

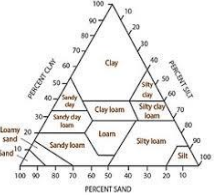
- ▶ Maaperän ominaisuudet säätelevät sen toimintaa
  - ▶ kemialliset ominaisuudet
    - ▶ mineraaliaineksen kemiallinen koostumus, happamuus, orgaanisen aineksen määrä ja laatu
  - ▶ biologiset ominaisuudet
    - ▶ kasvit, eläimet, mikrobit
  - ▶ fysikaaliset ominaisuudet
    - ▶ tekstuuri (lajitekoostumus), struktuuri (rakenne)
- ▶ Kemiallisten, fysikaalisten ja biologisten tekijöiden välinen vuorovaikutus kiinteää
  - ▶ monisyiset syy-seuraus –suhteet



**Kemialliset ominaisuudet**

**Biologiset ominaisuudet**

**Fysikaaliset ominaisuudet**



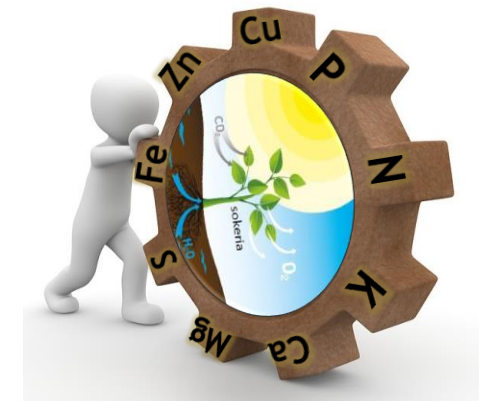
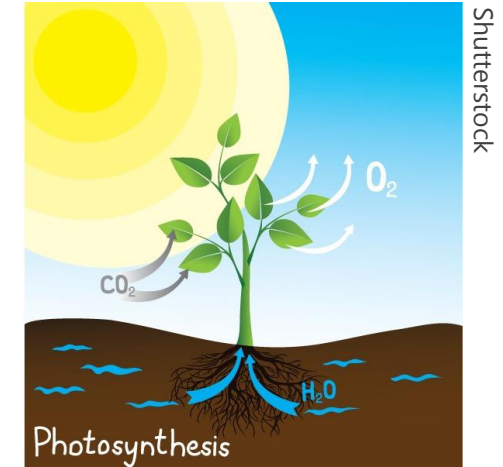
Salla Venäläinen

→ Häiriö/muutos yhdessä osassa heijastuu koko systeemin toimintaan

# Maaperä on ravinteiden kierron keskiössä

- ▶ Kasvien "yhteyttämiskoneisto" ei pyöri ilman ravinteita
  - ▶ kasvin kasvun kannalta välttämättömiä alkuaineita
  - ▶ otetaan hiiltä lukuun ottamatta maaperästä
- ▶ Kullakin ravinteella oma, usein varsin spesifi rooli koneiston pyörittämisessä
  - ▶ luokittelu ottomäärän (ei tärkeyden!) perusteella
    - ▶ makroravinteet, mikroravinteet (+ hyödylliset alkuaineet, esim. seleeni)
- ▶ Maaperä varastoi ravinteita kasveille käyttökelpoiseen muotoon
  - ▶ kasvi ei pysty hyödyntämään kaikkea, mitä maassa on
  - ▶ käyttökelpoisuuteen voidaan vaikuttaa esim. lannoituksella, kalkituksella ja orgaanista ainesta lisäämällä
    - ▶ **orgaaniset lannoitevalmisteet!**
      - ▶ vaikutusmekanismien ymmärtäminen keskeistä

## KIERTOKASVU



# Maan orgaaninen aines (1)

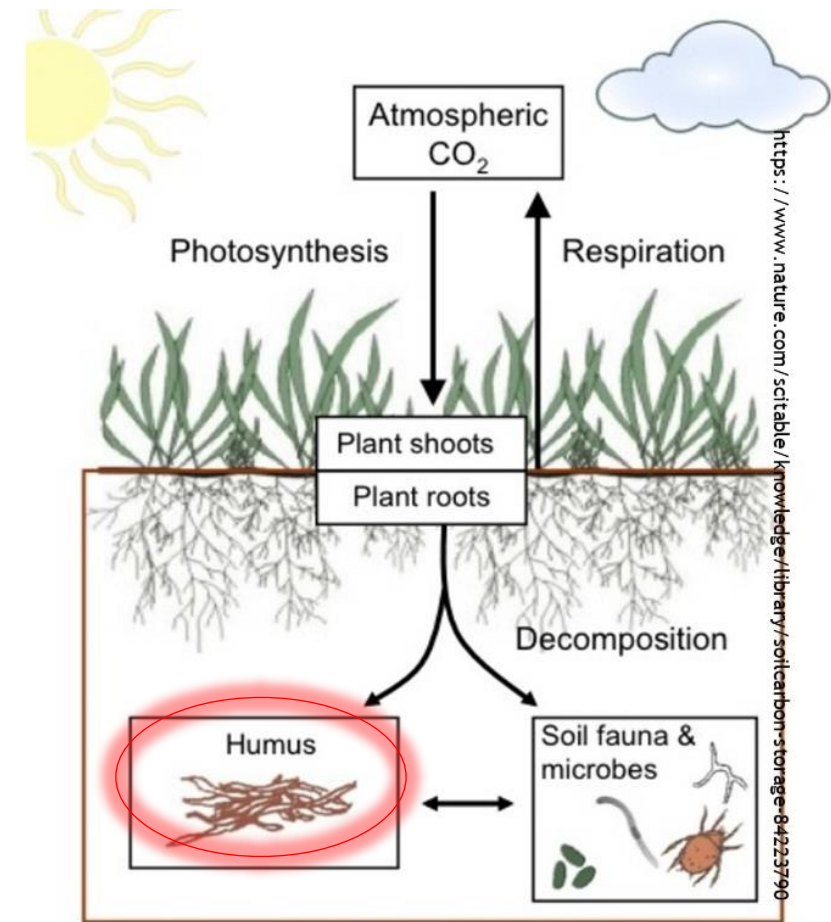
- ▶ Maan orgaaninen aines koostuu eri hajoamisasteella olevasta eloperäisestä aineksesta ("jatkumo")

## 1) Hajoava eloperäinen eli orgaaninen aines

- ▶ kuolleet kasvinosat, eläimet, mikrobit
  - ▶ mikrobien (ja muiden eliöiden) energianlähde, ylläpitää biologista aktiivisuutta
  - ▶ valtaosa eloperäisestä aineksesta hajoaa CO<sub>2</sub>:ksi, H<sub>2</sub>O:ksi ja ravinteiksi
    - ravinteet vapautuvat kiertoon
- ▶ pieni osa hajotustuotteista stabiloituu maassa humukseksi



# KIERTOKASVU

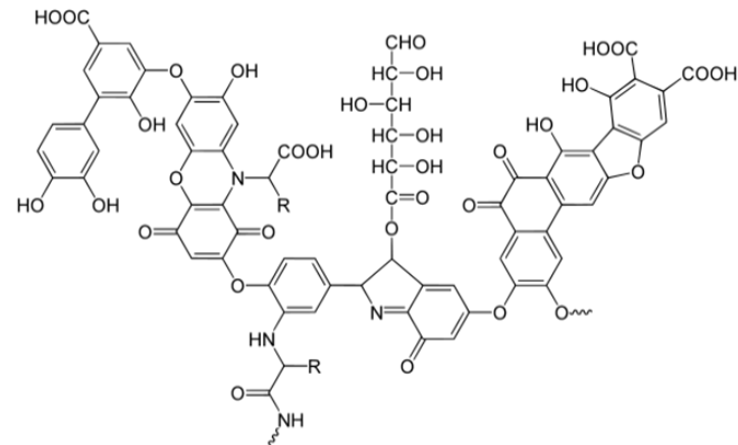




# Maan orgaaninen aines (2)

## 2) Stabiili orgaaninen aines eli humus

- ▶ eloperäisen aineksen mikrobiologisen hajotuksen väli- ja lopputuotteista uudelleensyntetisoitunutta tummaa amorfista massaa
  - ▶ humuksen muodostuminen luonnossa on hidas prosessi
  - ▶ esim. mädätys nopeuttaa orgaanisen aineksen hajoamista
- ▶ erittäin kestävää mikrobiologista hajotusta vastaan
  - ▶ puoliintumisaika satoja vuosia, jopa tuhat vuotta
    - ▶ tärkeä ja kestävä hiilinielu
  - ▶ ei toimi maassa ravinteiden/energian lähteenä vaan reaktiokomponenttina (vrt. hajoava org. aines)



# Maan orgaanisen aineksen merkitys (1)

- ▶ Orgaanisen aineksen hajotessa ja prosessoituessa mikrobiologisesti (= humifioituminen) sen ominaisuudet muuttuvat
  - ▶ hiukkaspintojen määrä (ominaispinta-ala) kasvaa
  - ▶ reaktioaktiivisuus kasvaa
  - ▶ funktionaalisten (eli toiminnallisten) ryhmien (esim. karboksyyliyhmiä  $-\text{COOH}$ ) määrä kasvaa
  - ▶ vedenpidätyskyky kasvaa
  - ▶ **vähentää maaperän poudanarkuutta**
- ▶ Muutos konkreettisesti nähtävissä esim. turvemilla
  - ▶ vrt. orgaanisten lannoitevalmisteiden raaka-aineena käytettävä biokaasulaitoksen mädätysjäännös!



Kuva (muokattu): Ari-Pekka Hongisto



H<sub>1</sub> Kiertokasvu

H<sub>2</sub>

H<sub>3</sub>

H<sub>5</sub>-H<sub>6</sub>

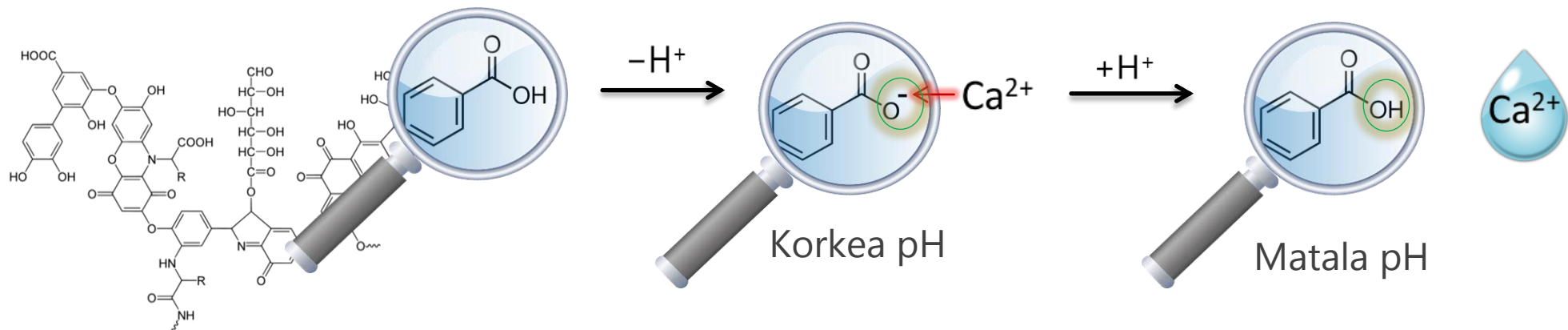
H<sub>7</sub>

H<sub>9</sub>-H<sub>10</sub>



# Maan orgaanisen aineksen merkitys (2)

- ▶ Kivennäismaahiukkasilla pysyvä negatiivinen sähkövaraus (savimineraalit)
- ▶ Humuksen sähkövaraus riippuu maan pH:sta:
  - ▶ (riittävän) korkea pH → humuksen funktionaaliset ryhmät luovuttavat protonin ( $H^+$ )
    - ▶ negatiivinen nettovaraus (= **kationinvaihtokapasiteetti**) kasvaa
    - ▶ voi pidättää positiivisesti varautuneita ravinneioneja eli *kationeja* (esim.  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) ns. vaihtuvaan muotoon
      - ▶ **ravinteet helposti kasvien käytettävissä mutta suojassa huuhtoutumiselta**
  - ▶ matala pH → humuksen funktionaaliset ryhmät vastaanottavat protonin ( $H^+$ )
    - ▶ protonoituneet ryhmät menettävät sähkövarauksensa
    - ▶ ravinteiden huuhtoutumisherkkyys lisääntyy
      - ▶ kalkituksen merkitys maan kationinvaihtokapasiteetin kannalta!



# Maan orgaanisen aineksen merkitys (3)

- ▶ Happamissa olosuhteissa maan mineraaliaineksesta liukenee maanesteeseen alumiini-ioneja ( $\text{Al}^{3+}$ )
  - ▶  $\text{Al}^{3+}$  sitoutuu tehokkaasti negatiivisesti varautuneille kationinvaihtopaikoille
    - ▶ syrjäyttää hiukkaspinnoilta maanesteeseen 1- ja 2-arvoisia ravinnekationeja (esim.  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ )
      - ▶ ravinteiden huuhtoutumisherkkyys lisääntyy
- ▶  $\text{Al}^{3+}$  on kasveille toksinen
  - ▶ heikentää juurten solujen jakautumista ja juurten kasvua, häiritsee DNA-synteesiä kasvisoluissa
  - ▶ sitoutuminen orgaaniseen ainekseen vähentää  $\text{Al}^{3+}$ :n biologista saatavuutta → fytotoksisuutta
    - ▶ **multavassa maaperässä kasvit sietävät korkeampia Al-pitoisuuksia**
    - ▶ sama mekanismi toimii myös esim. lyijyn (Pb) ja kuparin (Cu) kohdalla



# Maan orgaanisen aineksen merkitys (4)

- ▶ Monet ravinteet esiintyvät maaperässä negatiivisesti varautuneina ioneina eli *anioneina*
  - ▶ esim. fosfori (fosfaattina  $\text{HPO}_4^{2-}$ ), molybdeeni (molybdaattina  $\text{MoO}_4^{2-}$ ), typpi (nitraattina  $\text{NO}_3^-$ )
- ▶ Anionien sitoutumismekanismi riippuu niiden kemiallisesta luonteesta
  - ▶ esim. fosfaatti ja molybdaatti voivat pidäytyä maan kivennäisainekseen verrattain vahvoin kemiallisin sidoksin
    - ▶ voimakas pidättyminen rajoittaa biologista saatavuutta
      - ▶ suorat vaikutukset kasveissa: esim. fosforin puutosoireet
      - ▶ välilliset vaikutukset kasveissa: esim. molybdeenia tarvitaan biologisessa typensidonnassa
  - ▶ biologiseen saatavuuteen voidaan vaikuttaa
    - a) kasvattamalla maaperän orgaanisen aineksen pitoisuutta (**orgaaniset maanparannusaineet!**)
      - ▶ humus sitoutuu itse maan kivennäisainekseen
        - ▶ "tukkii" pidätyspinnat ja lisää kilpailua pidätyspaikoista → ravinneanionien sitoutuminen heikkenee
        - ▶ **ravinneanionien biologinen saatavuus paranee**
    - b) kalkituksella
      - ▶ maan pH:n nousu heikentää ravinneanionien sitoutumista → biologinen saatavuus paranee



# Maan orgaanisen aineksen merkitys (5)

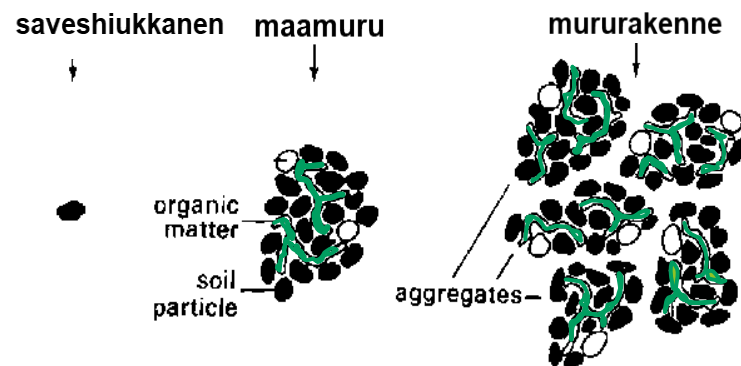
- ▶ Sekä hajoava että stabiili orgaaninen aines edesauttavat maan mururakenteen muodostumista

### 1) Hajoava orgaaninen aines

- ▶ ruokkii maaperän eliöitä, jotka edesauttavat maamurujen muodostumista
  - ▶ bakteerit muodostavat lima-aineita, jotka sitovat yksittäisiä maahiukkasia yhteen
  - ▶ sienet sitovat rihmastoillaan yksittäisiä maahiukkasia yhteen
  - ▶ lierot syövät maa-ainesta ja ulostavat maamuruja sekä möyhentävät ja rei'ittävät maata

### 2) Stabiili orgaaninen aines (humus)

- ▶ humus sitoutuu maan kivennäisainekseen
  - ▶ sitoo yhteen yksittäisiä maahiukkasia muodostaen suurempia yksiköitä → muruja



<https://extension.umn.edu/soil-management-and-health/soil-organic-matter-cropping-systems#organic-matter-cycling-1388662>

Muokattu: <http://www.fao.org/3/r4082e/r4082e03.htm>

# Maan orgaanisen aineksen merkitys (6)

- ▶ Hyvä rakenne tärkeä maan kasvukunnon, ravinnetalouden ja ympäristön näkökulmasta
  - ▶ **ehkäisee eroosiota**
    - ▶ ravinnetappiot ja vesistökuormitus vähenevät
  - ▶ **juurten kohtaama mekaaninen vastus vähenee**
    - ▶ juurten kasvu helpottuu
    - ▶ merkitystä erityisesti savimailla
  - ▶ **maan vesi- ja kaasutalous paranevat**
    - ▶ juuret saavat happea
      - ▶ soluhengitys ja energiansaanti toimivat
    - ▶ ehkäisee pelkistävien olosuhteiden muodostumista ritsosfäärissä
      - ▶ vähentää kasville haitallisten pelkistymistuotteiden (esim. rikkivety  $H_2S$ , etyleeni  $C_2H_4$ ) muodostumista
      - ▶ vähentää redox-herkkien mikroravinteiden (esim. Fe, Mn) liikasaannin riskiä
      - ▶ vähentää denitrifikaation aiheuttamia typpitappioita
- ▶ Hiukkaspinnoille sitoutunut orgaaninen aines edesauttaa maan hiilivaraston ylläpitämisessä
  - ▶ maamurujen sisään sulkeutunut orgaaninen aines on suojassa hajottajilta



Kuva: Helinä Hartikainen

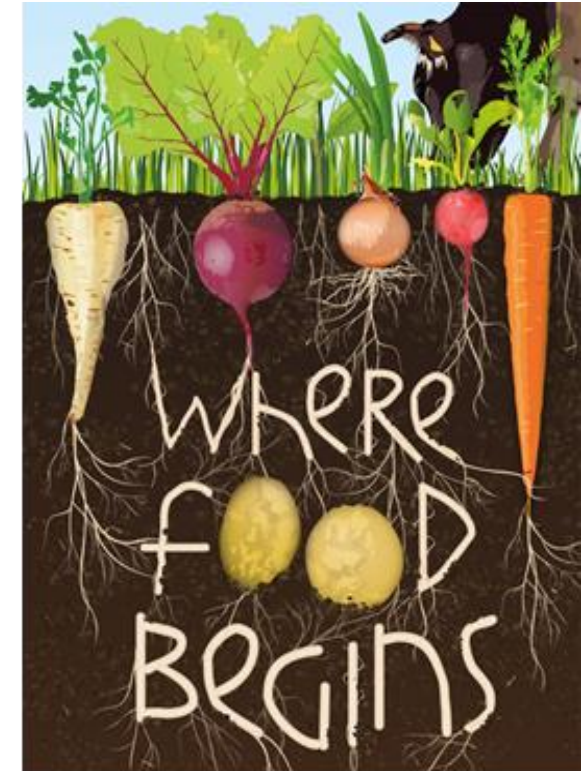


[http://soilerosion.net/water\\_erosion.html](http://soilerosion.net/water_erosion.html)

# Orgaaniset lannoitevalmisteet maaperässä

- ▶ Maan orgaanisen aineksen lisäämisellä monipuoliset suotuisat vaikutukset
  - ▶ **maan vedenpidätyskykyyn**
    - ▶ maan poudanarkuus vähenee
  - ▶ **maan ravinteidenpidätyskykyyn ja ravinteiden biologiseen saatavuuteen**
    - ▶ kasvattaa maan kationinvaihtokapasiteettia
    - ▶ lisää tiukasti sitoutuvien anionimuotoisten ravinteiden biologista saatavuutta
  - ▶ **maan rakenteeseen**
    - ▶ edesauttaa kestävien maamurujen muodostusta
    - ▶ ehkäisee eroosiota ja vesistöjen ravinnekuormitusta
    - ▶ maan vesi- ja kaasutalous kohenevat
  - ▶ **maan biologiseen aktiivisuuteen**
    - ▶ edistää ravinteiden kiertoa
    - ▶ välilliset vaikutukset maan rakenteeseen
- ▶ Orgaaniset lannoitevalmisteet sisältävät itsessään ravinteita
  - ▶ ravinteet vapautuvat maaperään ja takaisin kiertoon

KIERTO**KASVU**



<http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/en/c/285853/10>



# KIERTO KASVU

**Kiitos!**

**Salla Venäläinen**

MMT, Maaperä- ja ympäristötiede  
Vanhempi asiantuntija, maaperätiede ja lannoitevalmisteet

salla.venalainen@kiertokasvu.fi

+358 40 755 2135

Kiertokasvu, Ruthon Group Oy

[www.kiertokasvu.fi](http://www.kiertokasvu.fi)