

# Mikä on kationinvaihtokapasiteetti?

Iina Haikarainen

ProAgria Etelä-Savo

Ravinnepiian Kevätinfo 15.3.2017



# Kationinvaihtokapasiteetti

Ca<sup>2+</sup>

Mg<sup>2+</sup>

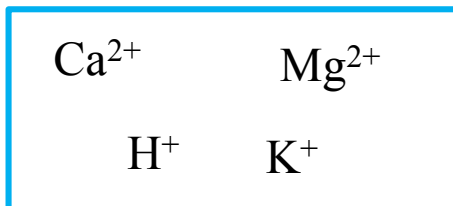
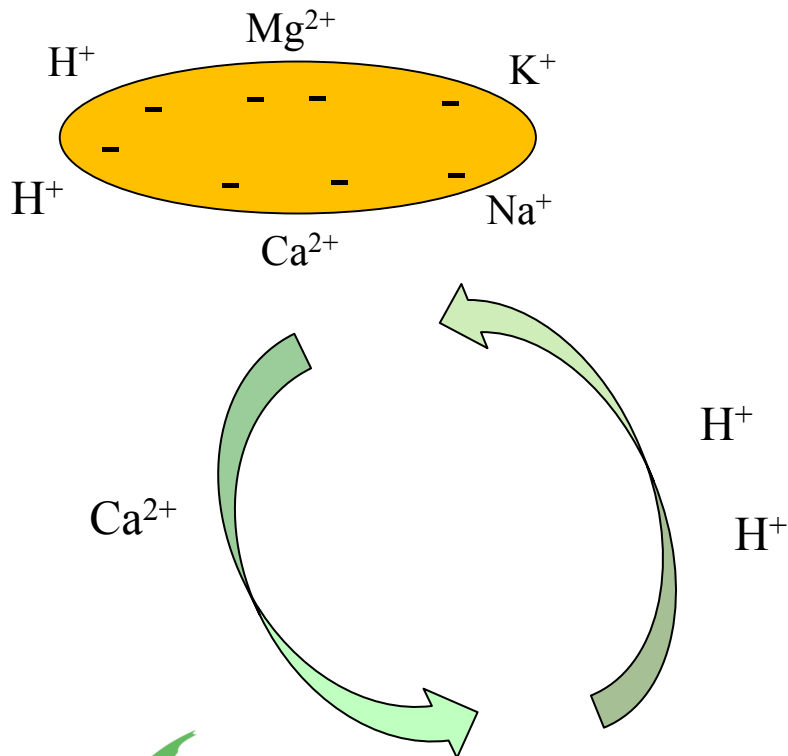
K<sup>+</sup>

- Kationi = Positiivisesti varautunut ioni
- Kationinvaihtokapasiteetti (KVK)
  - Antaa osviittaa maan kyvystä pidättää positiivisesti varautuneita kationeja
    - Viljelyn kannalta tärkeät ravinnekationit (kalsium, magnesium, kalium...)
  - Maaperän ominaisuudet vaikuttavat
    - pH, maalaji ja multavuus
  - Kationien keskinäinen suhde vaikuttaa maan rakenteeseen

→ KVK:n ymmärtäminen antaa tukea ravinnetalouden ja maan rakenteen hoidon suunnitteluun

# Kationinvaihtokapasiteetti

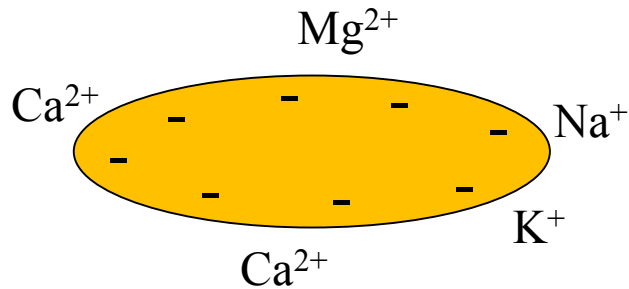
- Suurin osa kasviravinteista positiivisesti varautuneessa kationimuodossa
- Kationit sitoutuvat maan kiintoaineksen pinnoille sähköisin voimin
  - Ei pysyvä sidos
  - Maan negatiivinen nettovaraus
- Vapautuvat maahiukkasten pinnoilta kun maanesteen ravinnepitoisuus pienenee kasvin ravinteidenoton myötä
- Sitoutuvat pinnoille maavedestä
  - Org. Aineksen hajotuksesta, lannoituksesta
- Kationinvaihto = tasapainoreaktio
  - Kationit vaihtuvat tasapainosuhteessa



# Kationinvaihtokapasiteetti

- Kationin sitoutumispaikka maan kiintoaineeseen pinnalla = Kationinvaihtopaikka
  - Paikat muodostavat maan kationinvaihtokapasiteetin (KVK)
- KVK = potentiaalinen ominaisuus
- Efektiivinen KVK → Määritys maan omassa pH:ssa
- Potentiaalinen KVK → Määritys puskuriliuoksessa (pH 7 / 8.2)
  - Korkeampi KVK johtuen vaihtuvista KVK-paikoista
  - Kaikki paikat maassa eivät aina toimi ravinnekationeiden pidätyspaikkoina

# Kationinvaihtopaikat

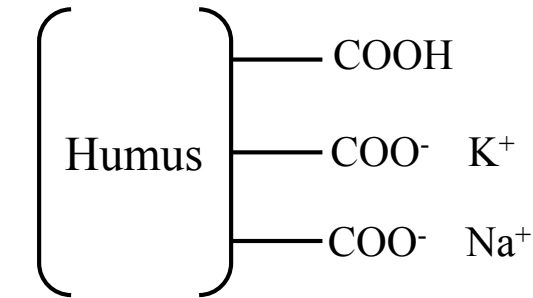


- Savimineraalit

- Saveksen ainesosia
  - Pysyviä varauksia
  - Erilaisia savimineraaleja
    - KVK riippuu savimineraalin rapautumisasteesta
- Rapautumisasteen noustessa KVK nousee

- Humuksessa

- Suuri ominaispinta-ala, moniulotteinen rakenne
- Runsaasti reaktioaktiivisia ryhmiä
- pH-riippuvaisia pidätyspaikkoja
  - Eivät aina pidätä kationeita
  - Merkitys korostuu kun pH nousee



# Maalajin vaikutus

- Maahiukkasten koko vaikuttaa pidättävän pinnan määrään
  - Mitä pienempi hiukkanen, sitä enemmän pinta-alaa kationeiden sitoutumista varten
    - Vrt. purkki täynnä savea / hiekkaa
  - Pinnoille mahtuu enemmän ravinnekationeja
  - Savimineraalien määrä
    - Savimailla on suurempi KVK verrattuna kivennäismaihin

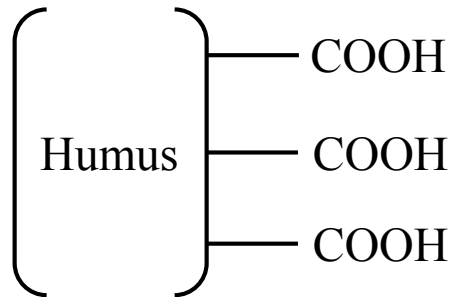
	Karkeat kivennäismaat	Hietamoreeni, hiesu	Multamaat, savimaat
KVK (cmol (+) / kg)	< 10	10-15	> 20

# Multavuuden vaikutus

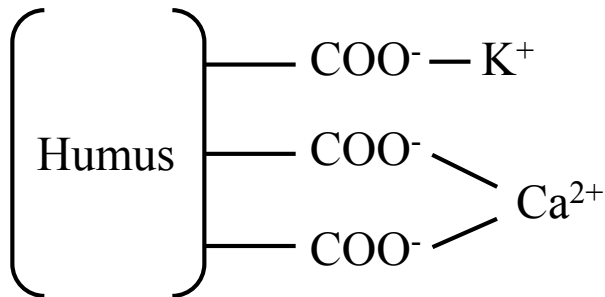
- Mitä multaisempi maa, sitä enemmän KVK-paikkoja
- Orgaanisen aineksen hajotuksen myötä syntynyt humus toimii kationien pidätyspintana
  - Humuksen reaktioaktiiviset ryhmät toimivat sitoutumispaikkana
  - pH:sta riippuvaisia, nosto vapauttaa KVK-paikkoja
  - Kalkituksen rooli tärkeä
- Maan orgaanisen aineksen määrän lisääminen
  - Karjanlanta, viherlannoitus, maanparannusaineet
  - Maahan syntyy enemmän KVK-paikkoja
  - Parempi viljavuus

# Maan pH:n vaikutus

pH 5.0



pH 6.5

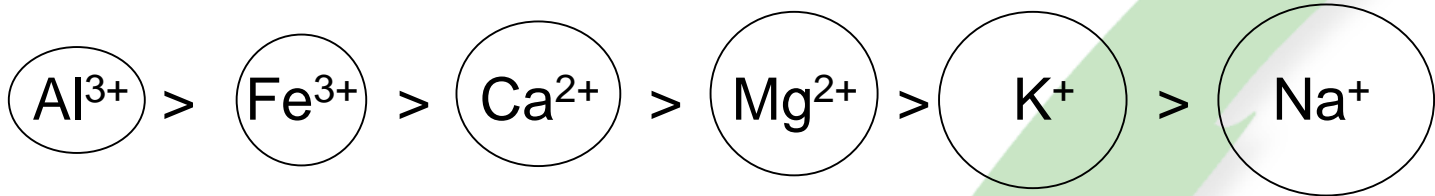


- Maan pH vaikuttaa humuksen kationinvaihtopaikkojen määrään
  - Happamassa maassa alhaisempi KVK
    - Vety-ionien (H<sup>+</sup>) suuri määrä
    - Humuksen reaktioaktiivisten ryhmien kationinvaihtopaikat miehitetty vetyioneilla
    - Ravinnekationien sitoutuminen vähentynyt
- pH:ta nostamalla voidaan tehdä tilaa ravinnekationeille
  - Vetyionit irtoavat ja vapautuu KVK-paikkoja

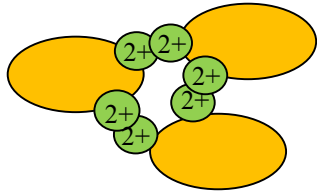


# Kationien väliset suhteet

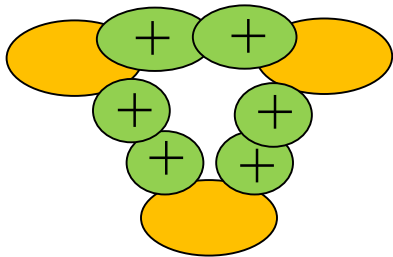
- Kationien väliset suhteet vaikuttavat maan rakenteeseen
  - Maan kationikoostumuksella on merkitystä!
  - Kationin koko ja varaus määrittävät käyttäytymistä maassa
    - Sitoutumiskyky kasvaa kun ionin varaus kasvaa
    - Sitoutumiskyky kasvaa kun ionin ionisäde kasvaa
  - Nämä määrittävät kationin ympärille muodostuvaa vesikehää
    - Kationi sitoutuu sitä tiukemmin maahiukkasen pinnalle, mitä pienempi vesikehä sillä on



# Kationien suhteet ja maan rakenne



2-arvoiset kationit



1-arvoiset kationit

- Suhteet vaikuttavat maamurujen muodostumiseen
  - Maamurut syntyvät kun kationien välille muodostuu sidoksia
  - Mitä pienempi vesikehä, sitä kestävämpi sidos
- Suhteet vaikuttavat myös murujen kestävyyskykyyn
  - 2-arvoisia enemmän → hyvä kestävyys
  - Noussut 1-arvoisten määrä → huono kestävyys → Liettymis- ja kuorettumisriski etenkin hienoilla mailla
- 2-arvoisten kationien parempi kilpailukyky KVK-paikoista
  - Runsas määrä vähentää 1-arvoisten sitoutumista

# Kationien suhteet ja maan rakenne

- Kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ )
  - Tärkeää kestävän mururakenteen muodostumisen kannalta
  - 2-arvoisten tiukempi sitoutuminen!
- Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ )
  - Tekee osansa mururakenteen muodostumisessa
  - Liian suuret määrät suhteessa kalsiumin määrään voivat aiheuttaa maan pinnan kuorettumista ja liettymistä
- 1-arvoiset kationit: Kalium ( $\text{K}^+$ ), natrium ( $\text{Na}^+$ )
  - Maan liettymis- ja kuorettumisriski suurilla pitoisuuksilla

	$\text{H}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{K}^+$
% / KVK %	0-5	70-80	12-18	3-5

# Kationinvaihtokapasiteetti

- Kationinvaihtokapasiteetti on potentiaalinen ominaisuus
  - Kaikki vaihtopaikat eivät todellisissa peltoolosuhteissa osallistu vaihtoreaktioihin
    - Veden kulkureitit eivät tavoita koko maan pinta-alaa
    - Maamurujen sisällä olevat vaihtopinnat eivät pääse osaksi kationinvaihtoa

# Kationinvaihtokapasiteetti

- Alhainen KVK → Vähäisemmät ”ravinnevarastot”
  - Huuhtoutuminen lannoitettaessa?
  - Alhaisempi maan viljavuus
  - Maalajia alhaisempi KVK voi johtua maan happamoitumisesta
    - Vety-ioni vallannut vaihtuvat KVK-paikat
    - Efektiivinen KVK alentunut
    - Kalkitus vapauttaa paikkoja
- Korkea KVK
  - Maa ”varastoi” hyvin ravinnekationeita
  - Hyvä maan viljavuus

# Eli siis

- Kationinvaihtokapasiteetti kertoo maan kyvystä pidättää ravinteita
  - Maalajilla suuri vaikutus
    - Saveksen KVK korkea
- Orgaanisen aineksen lisääminen nostaa kationinvaihtokapasiteettia
  - Karjanlanta, viherlannoitus
- pH:n nosto voi nostaa kationinvaihtokapasiteettia
  - Kalkituksen vaikutus
  - Edistää mururakenteen muodostumista
- Hyvät kationien väliset suhteet = Parempi maan rakenne
  - Lannoituksen suunnitteleminen
  - Kalkitusaineen valinta

# Kiitos mielenkiinnostasi!

