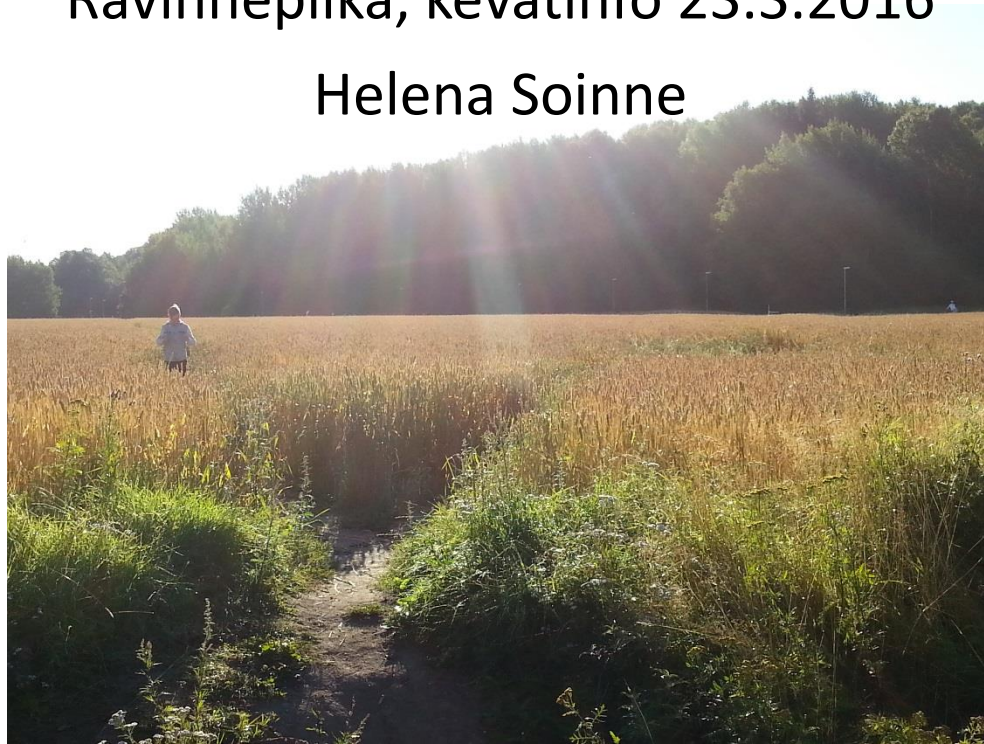


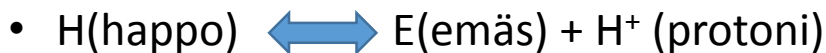
Maan happamuus ja kalkitus

Ravinnepiika, kevätinfo 23.3.2016

Helena Soinne



Happo, emäs ja pH



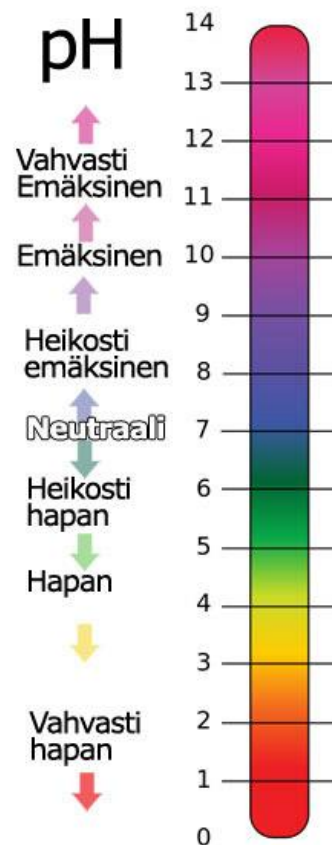
- liuoksen pH on H^+ -ionien aktiivisuuden negatiivinen logaritmi

- $pH = -\log [H^+]$

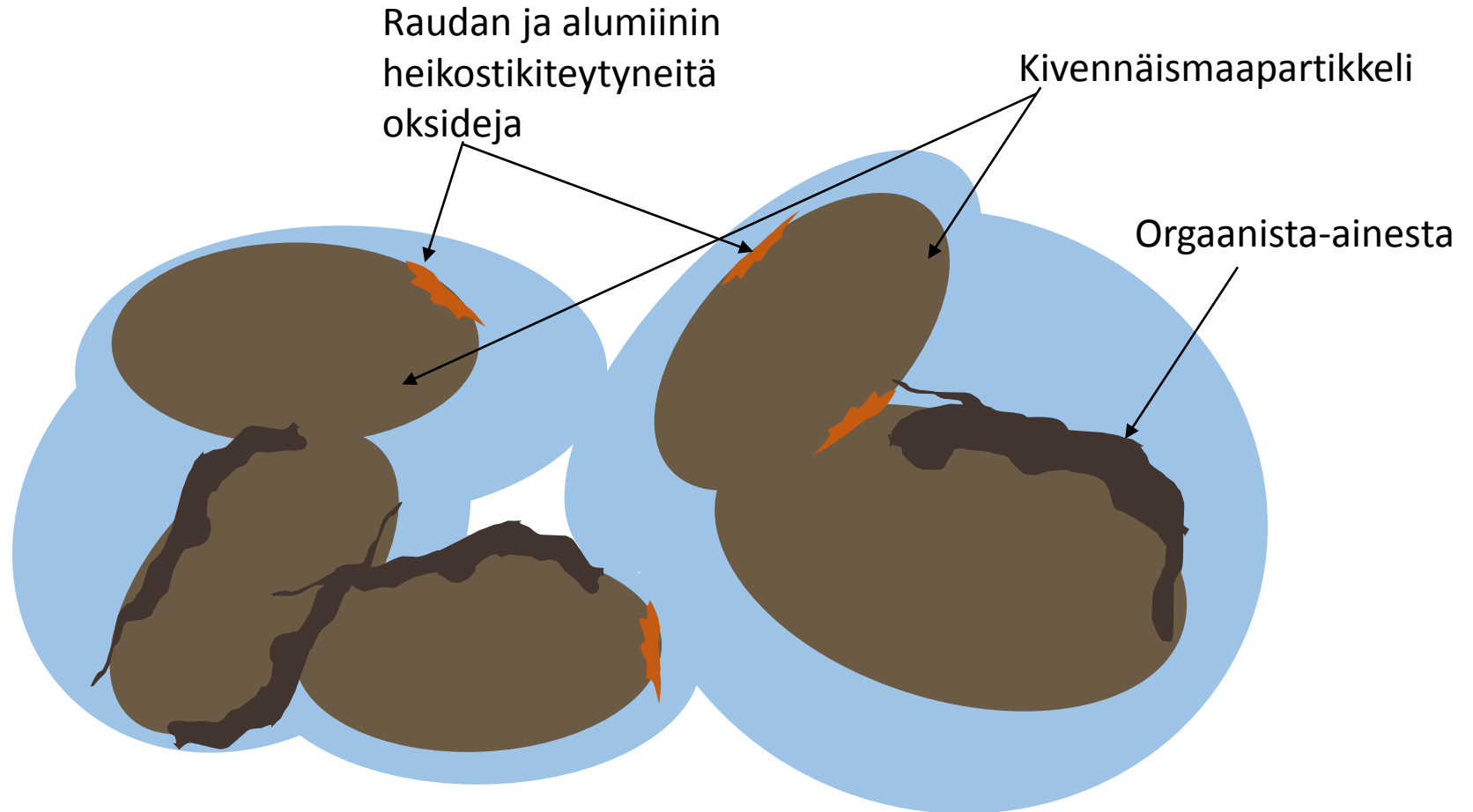
- $[H^+] = 10^{-5} \text{ mol/l}$

→ $-\log [H^+] = 5$

→ $pH = 5$

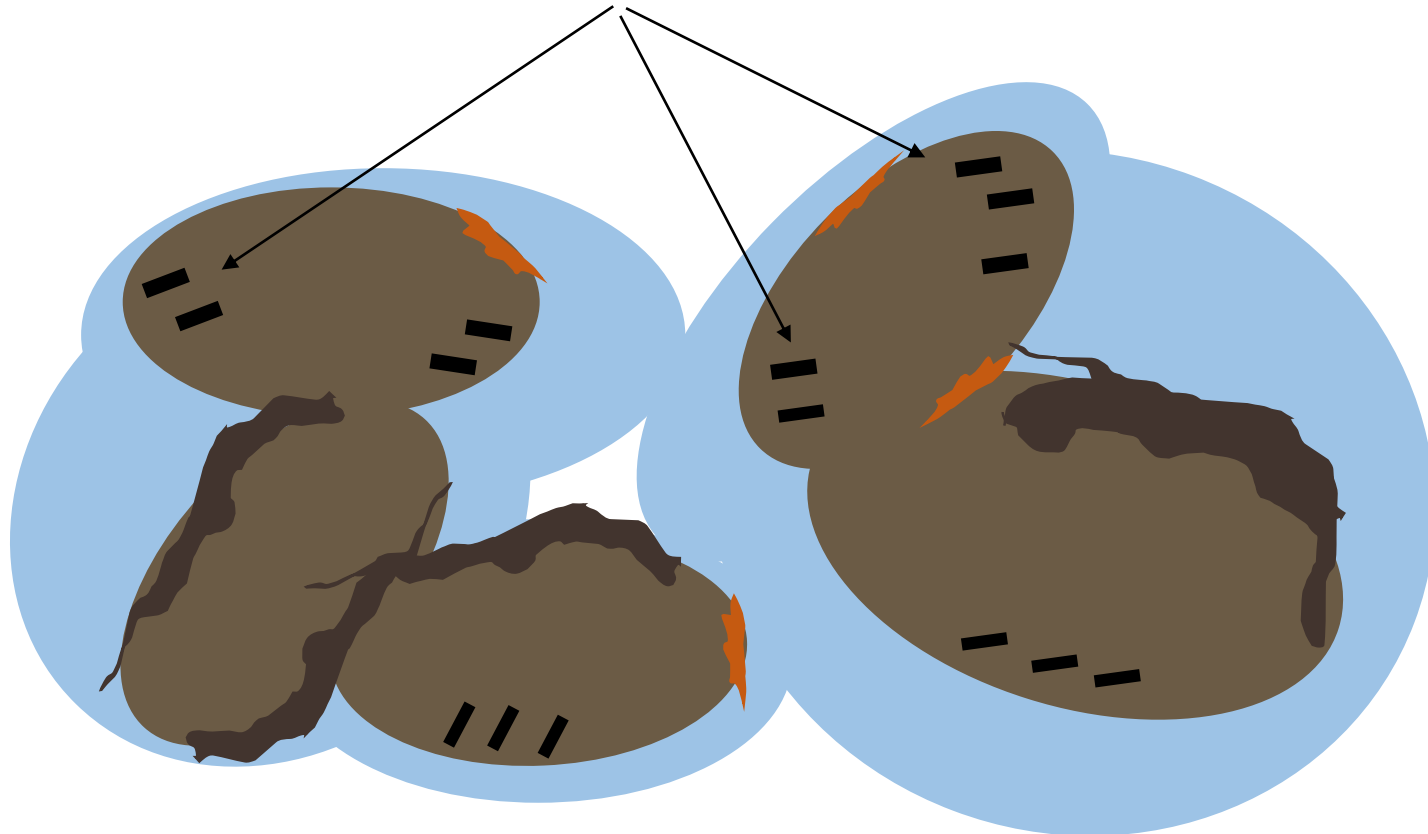


Maa



Maa

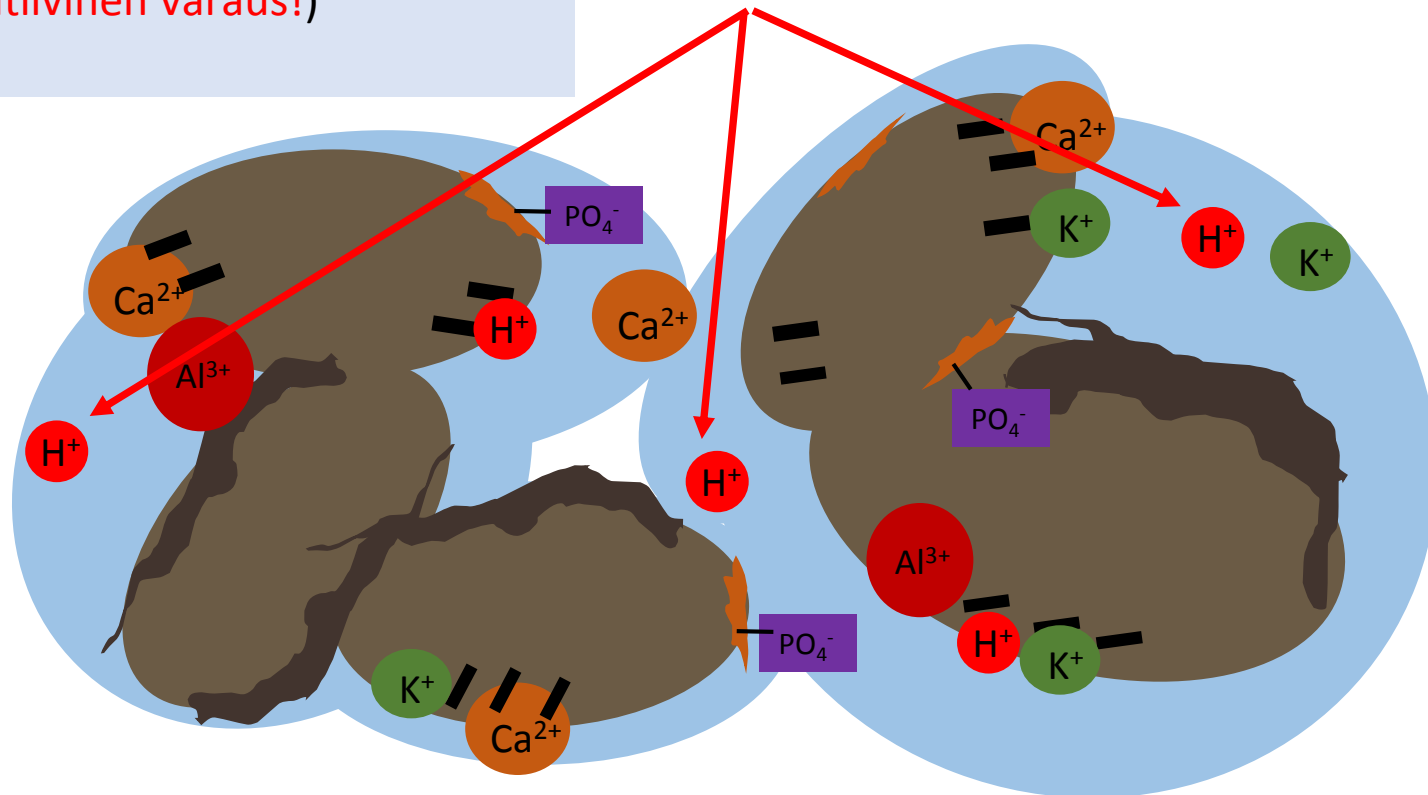
Maapartikkelit ovat negatiivisesti varautuneita



Maa

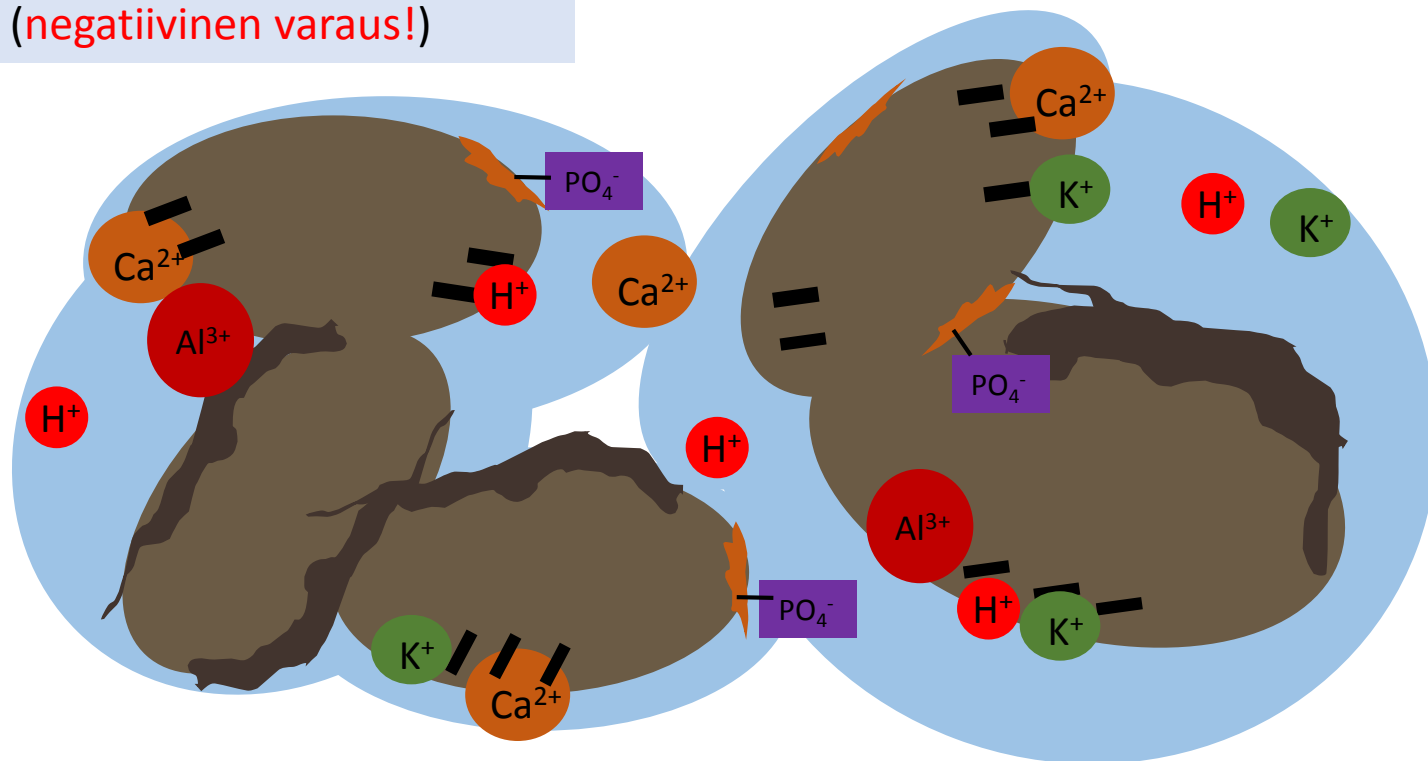
Ravinteet ioneina: esim. K^+ , Ca^{2+} ,
(positiivinen varaus!)

H^+ pitoisuus vedessä \rightarrow pH

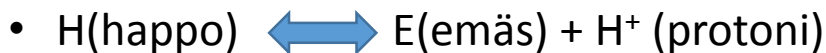


Maa

Ravinteet ioneina: esim. K^+ , Ca^{2+} ,
(positiivinen varaus!)
 PO_4^- (negatiivinen varaus!)



Happo, emäs ja pH



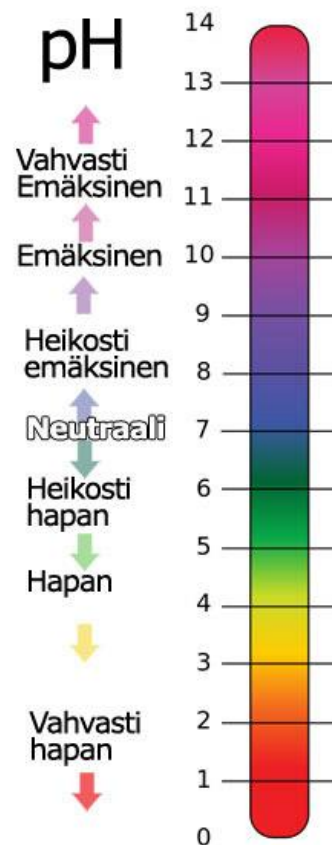
- liuoksen pH on H^+ -ionien aktiivisuuden negatiivinen logaritmi

- $pH = -\log [H^+]$

- $[H^+] = 10^{-5} \text{ mol/l}$

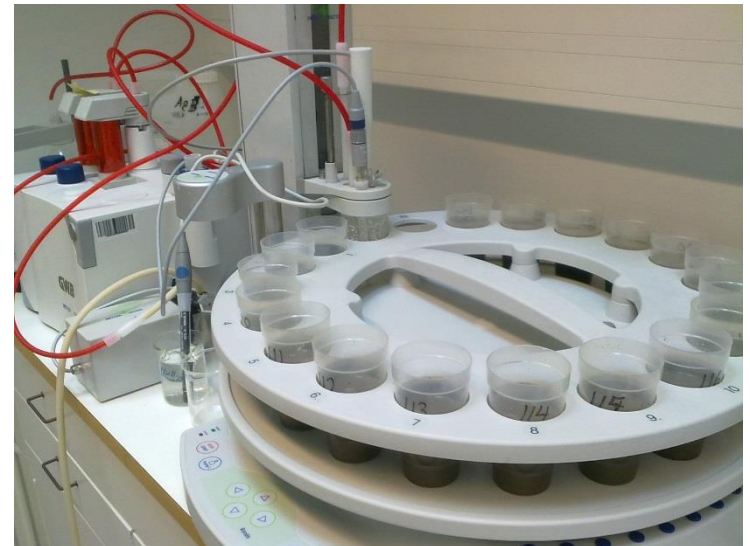
→ $-\log [H^+] = 5$

→ $pH = 5$



Maan pH

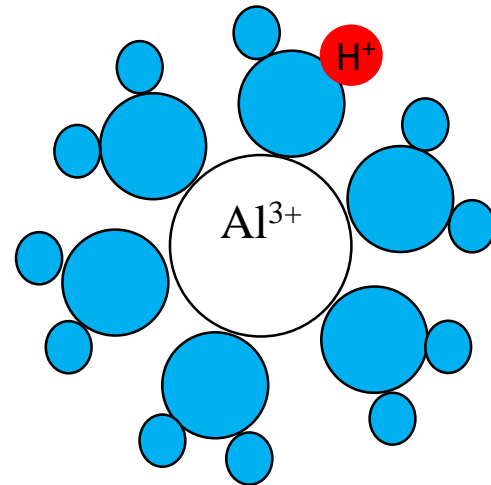
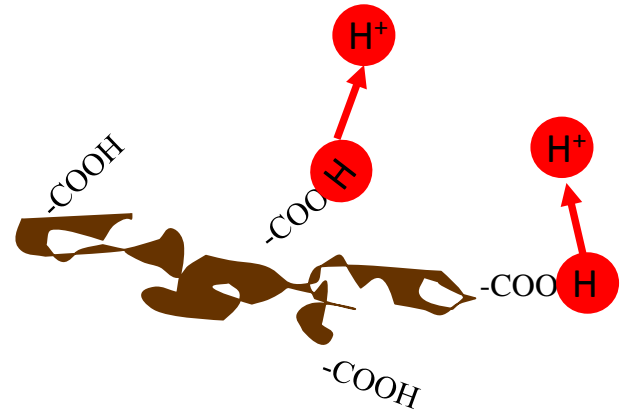
- pH:n määrittystä varten maa pitää liettää nesteeseen
 - Esim. 1:2,5
- Saadaan juuri mittaushetkellä vaikuttava happamuus
- pH riippuu määrittystavasta
- Vesi pH on 0,5 – 1 pH yksikköä suurempi kuin suolaliuoksesta (0,01 M CaCl₂) mitattu
- Vesi pH altis kasvukauden aikaisille vaihteluille
 - lannoitus ja ravinteiden otto vaikuttavat suolapitoisuuteen maassa



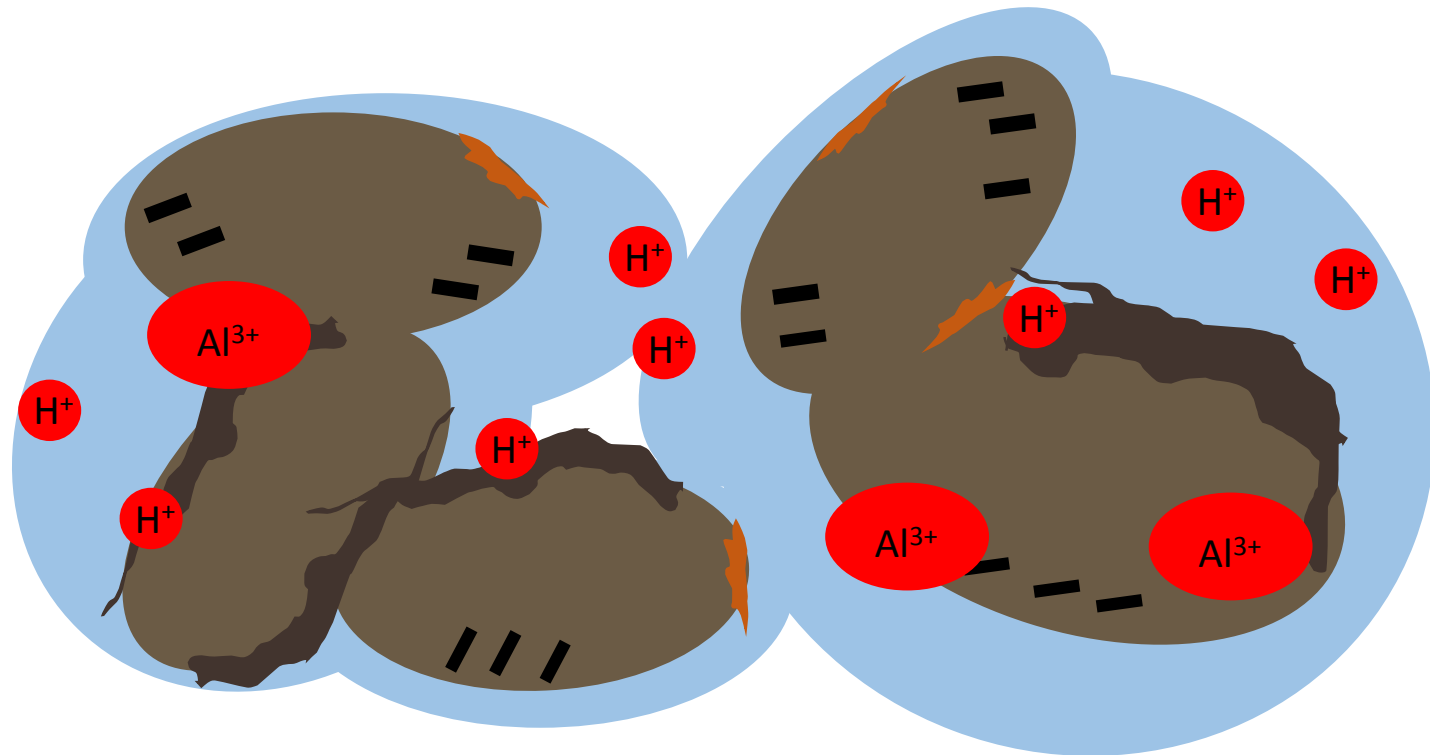
Maan happamuus

- Aktiivinen happamuus
 - H^+ liuoksessa (pH)
- Kokonaishappamuus
 - Maahan pidättyneet
 - H^+
 - Al^{3+}

Hydratoitunut alumiini luovuttaa lisää happamuutta maaveteen:
 $Al(H_2O)_6^{3+} \rightarrow AlOH(H_2O)_5^{2+} + H^+$



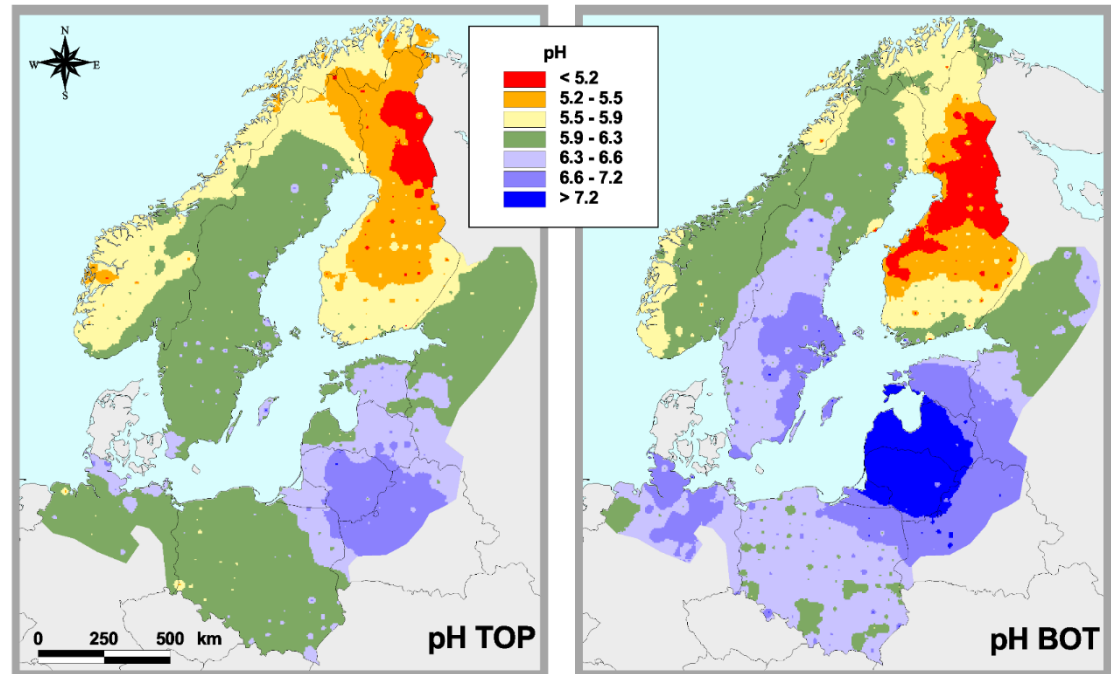
Maan happamuus



- Kokonaishappamuus saadaan selville nostamalla maan pH:ta lisäämällä siihen emästä
- pH:n noustessa H^+ siirtyy maapinnoilta maanesteeseen

Maan pH Suomessa

- **Suomessa luonnostaan happamat maat**
 - Suomen kallioperä ja siitä syntynyt maa on hapanta (ei kalkkikiveä)
 - Humidi-ilmasto, sataa enemmän kuin haihtuu → huuhtoutuminen



Maan happamuuden vaikutuksia

- **Maan liiallinen happamuus**
 - heikentää ravinteiden saantia
 - Edistämällä fosforin pidättymistä
 - Lisää huuhtoutumista (vaihtuvat kationit Ca^{2+} jne)
 - Vähentää biologista aktiivisuutta (hajotustoiminta ja orgaanisten ravinteiden vapautuminen)
 - Lisää haitallisen alumiinin liukoisuutta
- Liian korkea pH heikentää monien hivenravinteiden saatavuutta

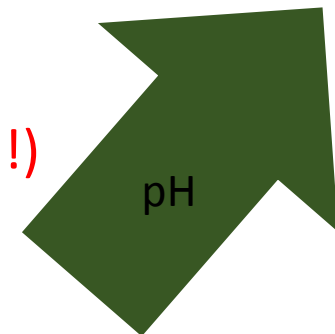
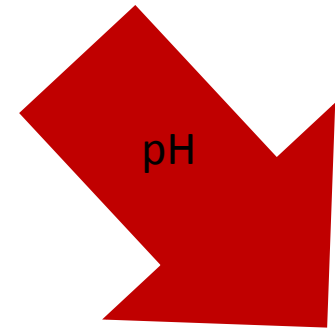
Maan happamoituminen

= hapon neutralointikyvyn väheneminen

- Happamoituminen on luonnollinen prosessi jota maatalous voi kiihdyttää

Maan happamuuteen vaikuttavia prosesseja:

- Hiilidioksidin liukeneminen
 - Kasvin raviteidenotto (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ ...)
 - Ammoniumin nitrifikaatio
 - Nitraatin huuhtoutuminen
 - Ravinteiden huuhtoutuminen (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ ...)
 - Orgaanisen aineksen epätäydellinen hajoaminen, kylmät ja märät olosuhteet
-
- Kasvin raviteidenotto (PO_4^- , NO_3^- ,)
 - Kasvien maatumisen ja ravinteiden palautuminen (!)
 - Orgaanisen typen mineralisaatio
 - Denitrifikaatio
 - Rapautuminen



Reaktiot

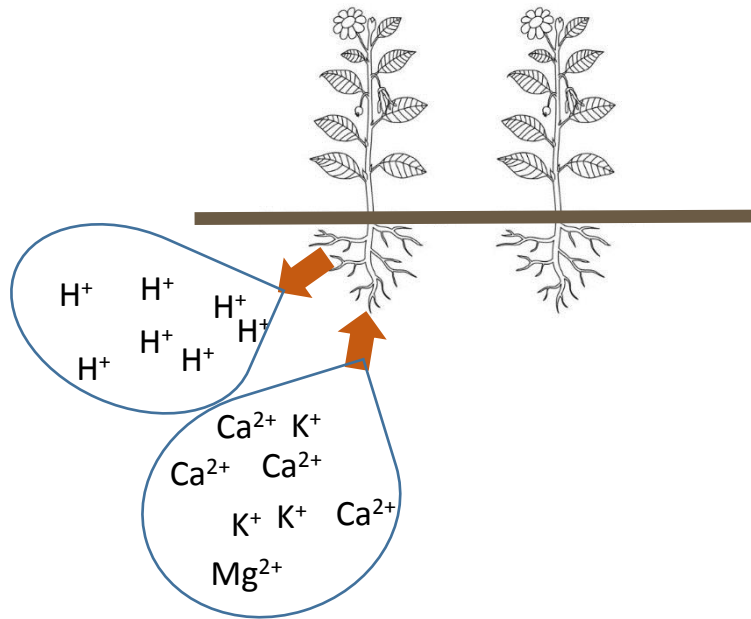
Esim. hiilen ja typen kiertoon liittyvä prosessit:

H⁺ muutos

Hiilidioksidin liukeneminen	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$	+1
Orgaanisen aineksen hajoamien org.hapoiksi	$\text{Organic C} \rightarrow \text{R-COOH} \rightarrow \text{R-COO}^- + \text{H}^+$	+1
Orgaanisten happojen hajoamien	$\text{R-COO}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{RH} + \text{CO}_2 (\text{g})$	-1
Typen sidonta	$\text{N}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{R-OH} \rightarrow 2\text{R-NH}_2 + 1.5\text{O}_2$	0
Orgaanisen typen mineralisaation	$\text{R-NH}_2 + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{R-OH} + \text{NH}_4^+$	-1
Ammoniakin haihtuminen	$\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}^+$	+1
Nitrifikaatio	$\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+$	+2
Denitrifikaatio	$2\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{N}_2 + 2.5\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	-2

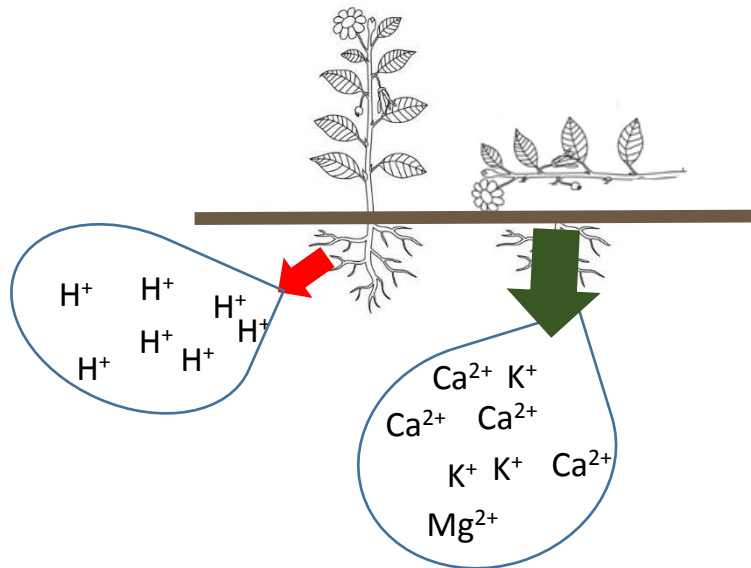
Maan happamuuteen vaikuttaa: Ravinteidenotto

- Kun kasvi ottaa ravinnekationin (Ca^{2+}) se vapauttaa maahan protoneita (H^+ , H^+)



Maan happamuuteen vaikuttaa: Ravinteidenotto

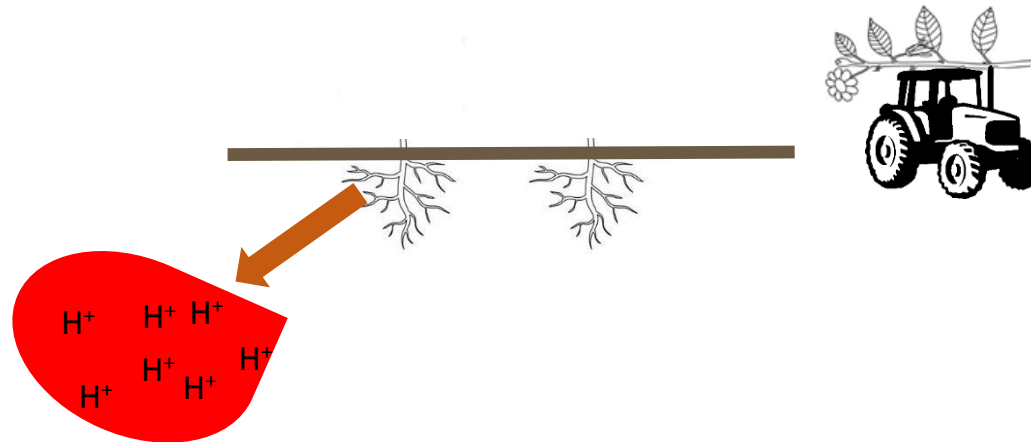
- Kun kasvi ottaa ravinnekationin (Ca^{2+}) se vapauttaa maahan protoneita (H^+ , H^+)
- Kun kasvi kuolee, orgaanisen aineksen mukana ravinnekationit palautuvat maahan \rightarrow mineralisaatio kuluttaa protoneita
- Nettovaikutus = 0



Ei happamoitumista, jos kationit palautuvat kasvin mukana maahan

Maan happamuuteen vaikuttaa: Ravinteidenotto

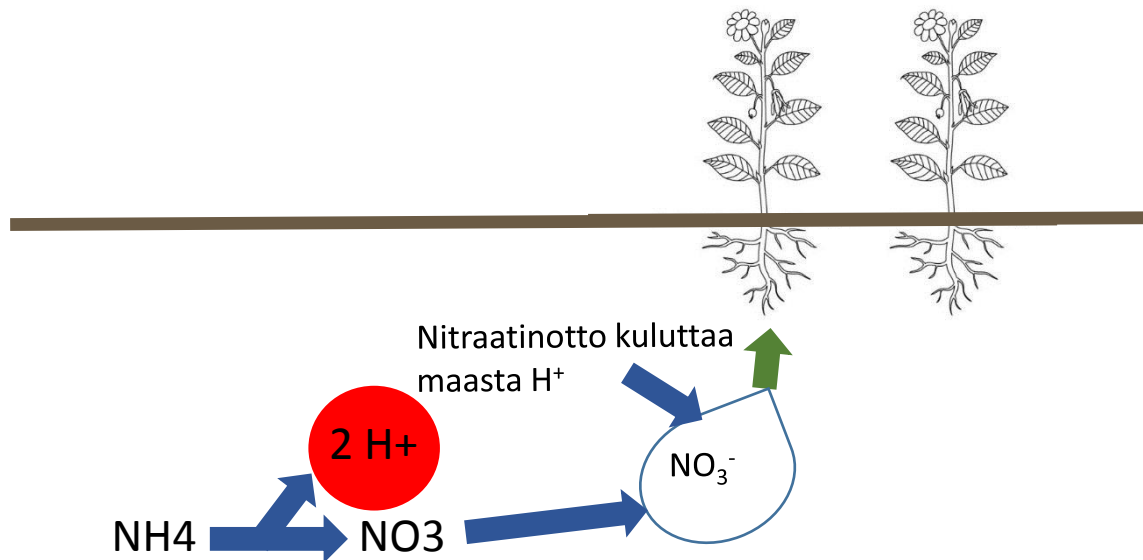
- Kun kasvi ottaa ravinnekationin (Ca^{2+}) se vapauttaa maahan protoneita (H^+ , H^+)
- Kun sato korjataan, ravinnekationeita poistuu kierrosta \rightarrow happamoituminen



Maan happamuuteen vaikuttaa: Typen reaktiot

- Ammoniumin nitrifikaation tuottaa maahan happamuutta (H^+ , H^+)
- Nitraatinotto puolestaan kuluttaa protoneita eli vähentää happamuutta

Netto +1



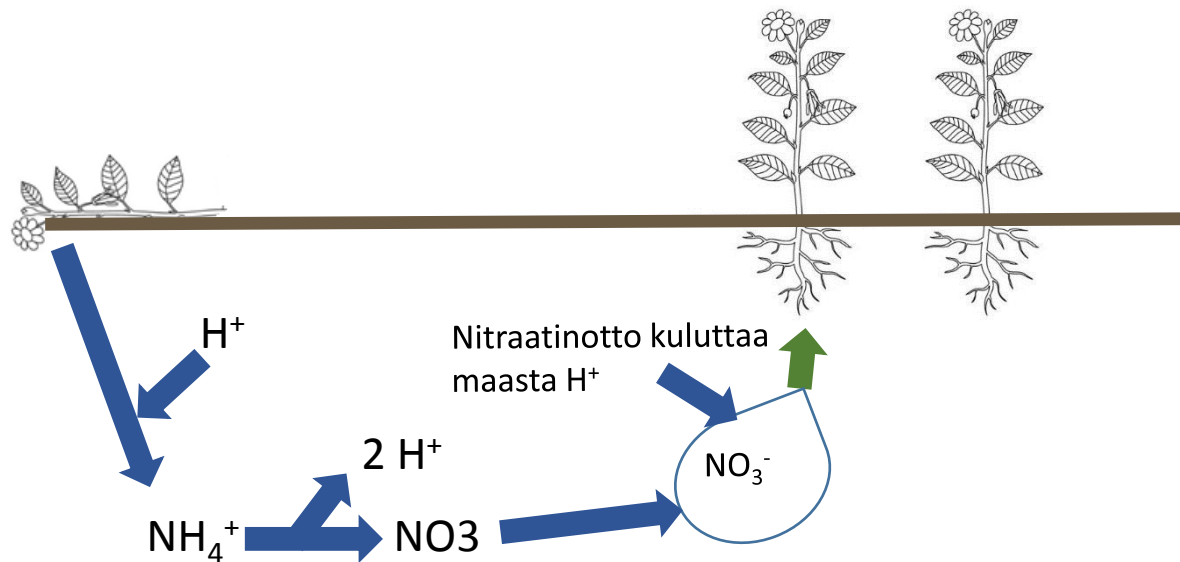
Maan happamuuteen vaikuttaa: Typen reaktiot

Ammoniumin nitrifikaatio tuottaa maahan happamuutta (H^+ , H^+)

Nitraatinotto kuluttaa protoneita eli vähentää happamuutta

Maatuvasta kasvista palautuu typpeä maahan, hajottaminen kuluttaa protoneita

Netto = 0

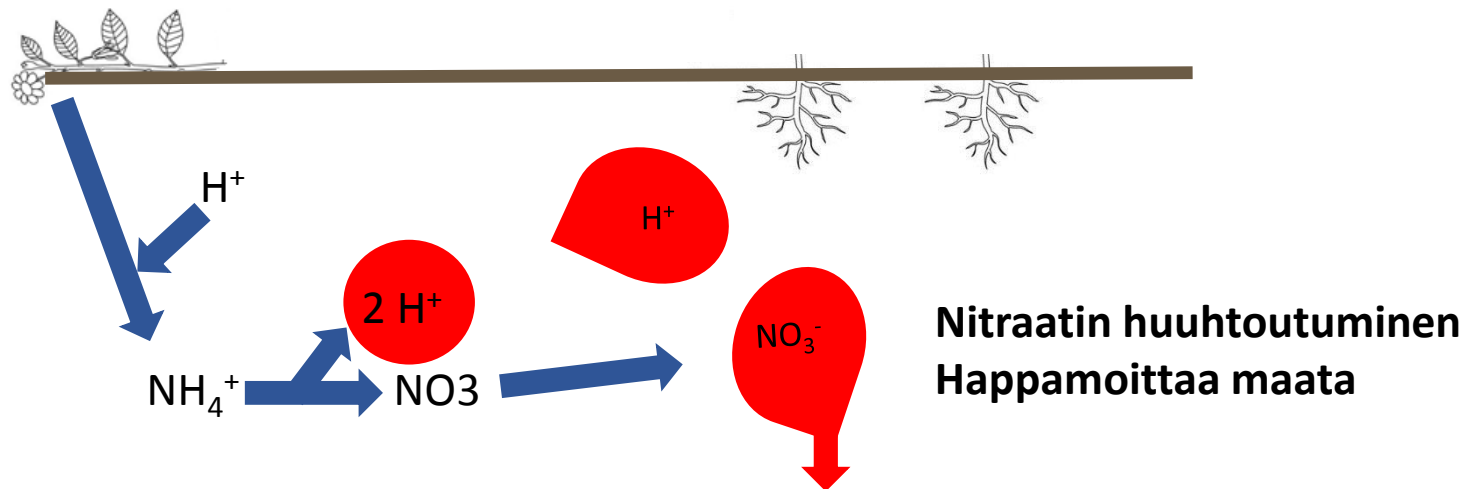


Maan happamuuteen vaikuttaa: Typen reaktiot

Ammoniumin nitrifikaation tuottaa maahan happamuutta (H^+ , H^+)

Nitraatinotto kuluttaa protoneita eli vähentää happamuutta

Jos nitrifikaatio tuottaa enemmän nitraattia kun kasvit voivat ottaa tai nitraattia huuhtoutuu maahan tulee ylimääräisiä protoneita → happamoituminen



Maan happamuus Suomessa

Luontainen

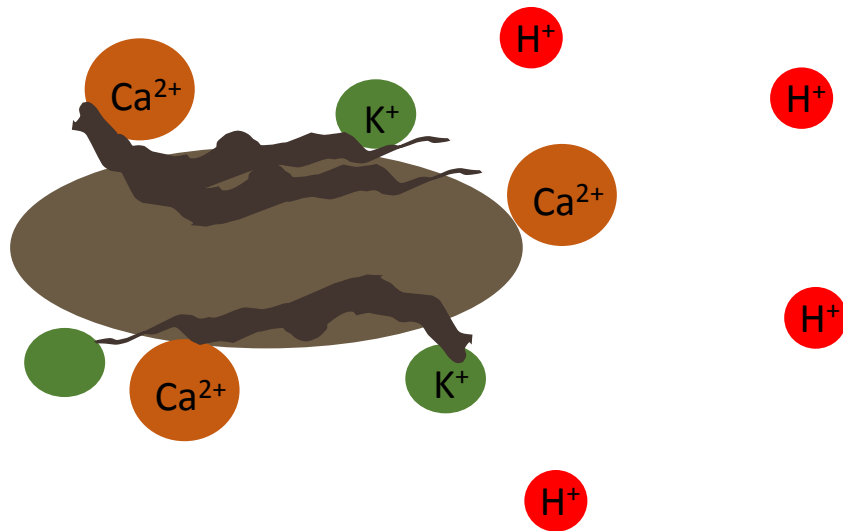
- Happamat kallioperän rapautumistuotteet
- huuhtoutuminen
- Orgaanisen aineksen epätäydellinen hajoaminen (orgaaniset hapot)

Viljelystä johtuva happamoituminen

- Ammoniumtyyppä sisältävät lannoitteet → nitrifikaatio
- Nitraattia tulee maahan enemmän kuin kasvit pystyvät ottamaan → Nitraatin huuhtoutuminen
- Satona korjattu kasvimateriaali viedään pois pelloilta, jolloin kasvimateriaalin ravinnektionit eivät palaudu takaisin maahan

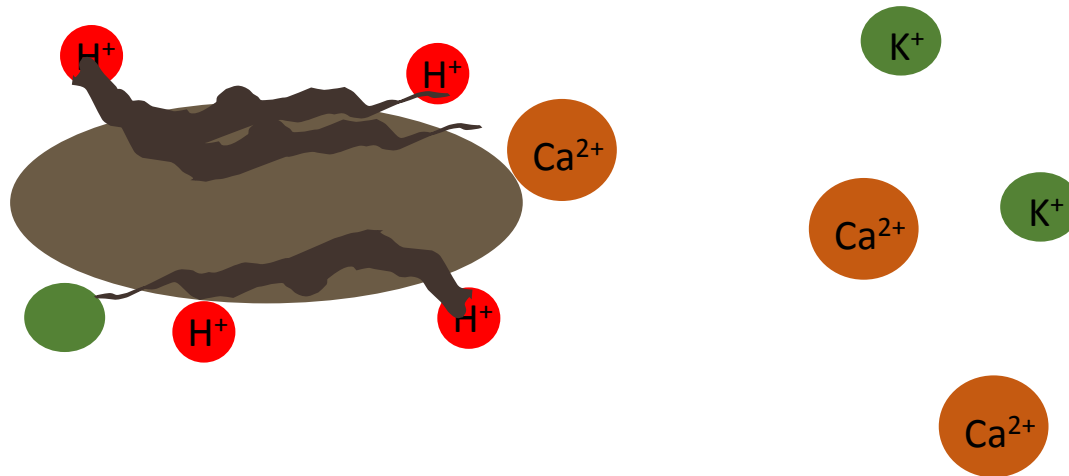
Maan happamoituminen - Fosfori ja ravinnekationit

- Happamassa maassa ravinnekationeiden huuhtoutumisriski kasvaa



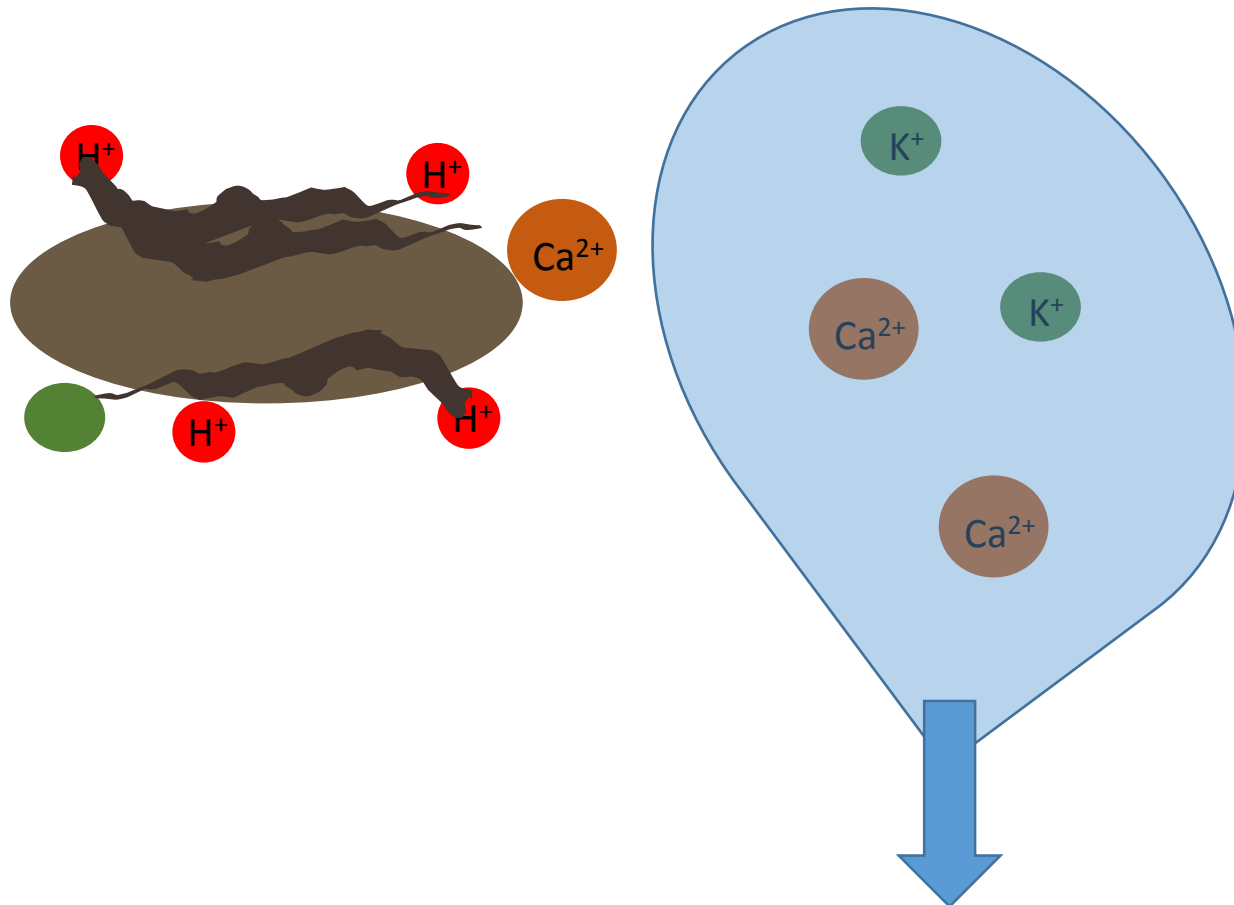
Maan happamoituminen - Fosfori ja ravinnekationit

- Happamassa maassa ravinnekationeiden huuhtoutumisriski kasvaa



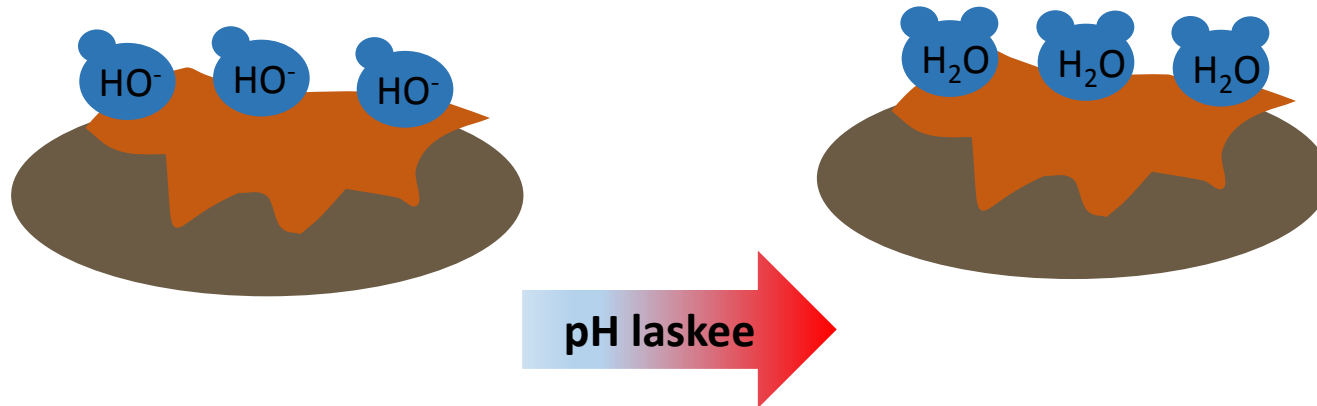
Maan happamoituminen - Fosfori ja ravinnekationit

- Happamassa maassa ravinnekationeiden huuhtoutumisriski kasvaa



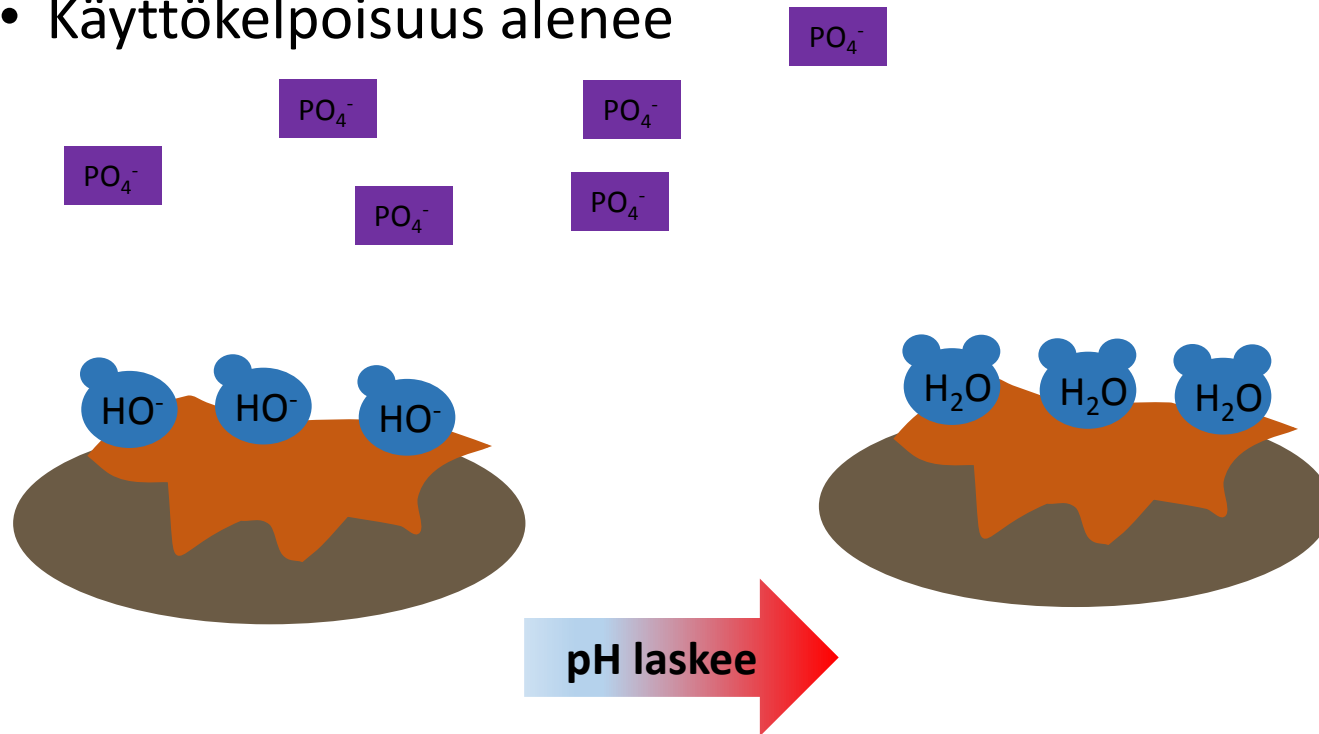
Maan happamoituminen - Fosfori ja ravinnekationit

- Happamassa maassa fosfori pidättyy tehokkaammin
 - Käyttökelpoisuus alenee



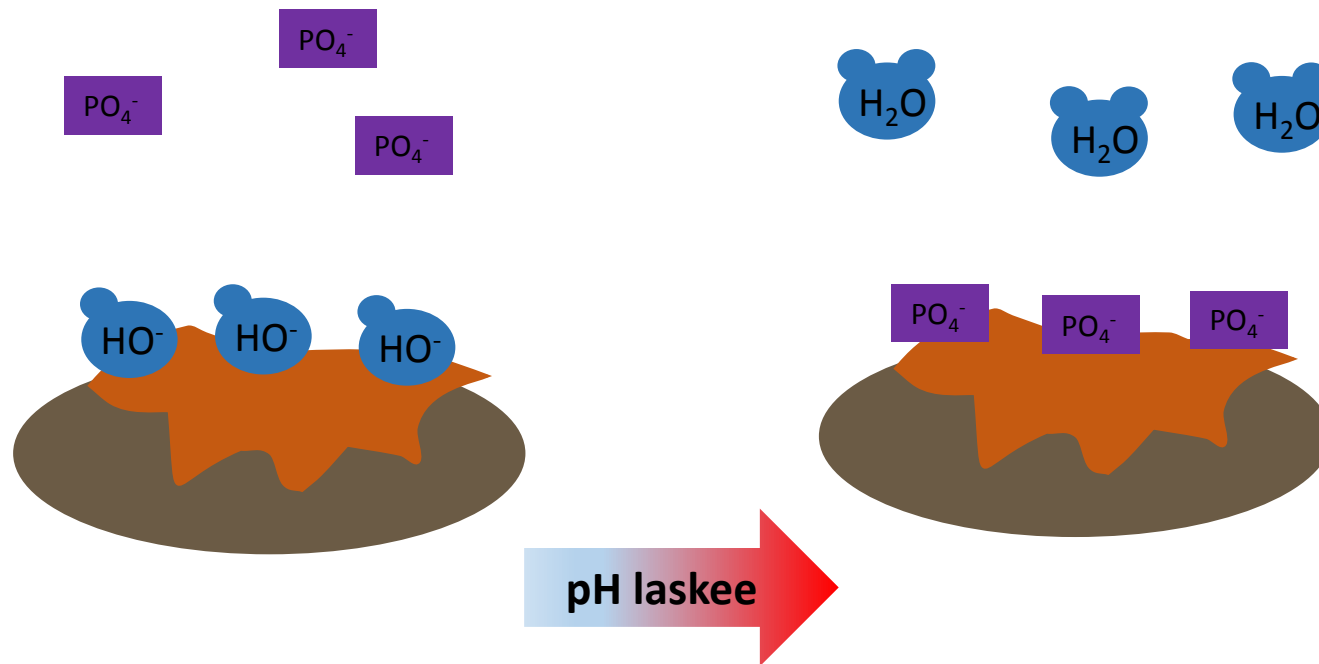
Maan happamoituminen - Fosfori ja ravinnekationit

- Happamassa maassa fosfori pidättyy tehokkaammin
 - Käyttökelpoisuus alenee



Maan happamoituminen - Fosfori ja ravinnekationit

- Happamassa maassa fosfori pidättyy tehokkaammin
 - Käyttökelpoisuus alenee



Maan happamoituminen ja ravinteet

- Maan happamoituminen heikentää kationien pidättymistä
 - Huuhtoutumisriski kasvaa
- Fosforin pidättyminen on tehokkaampaa alhaisessa pH:ssa
 - Käyttökelpoisuus alenee
 - pH:n noustessa fosfori irtoaa pidätyspaikoilta helpommin

Kalkitus

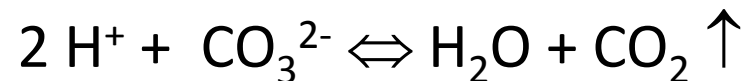
- Kalkitsemalla pyritään vähentämään maan happamuutta ja sen vaikutuksia

Kalkitusainevaihtoehtoja

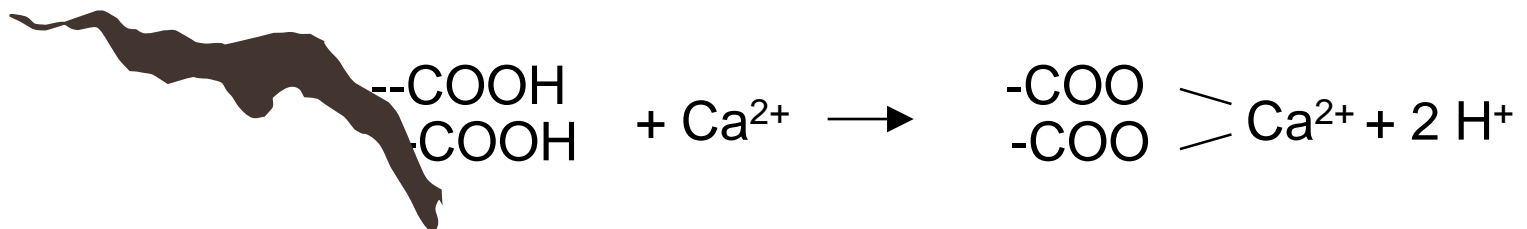


- Kalkitusaineen

- anioni neutraloi H⁺:n: $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$

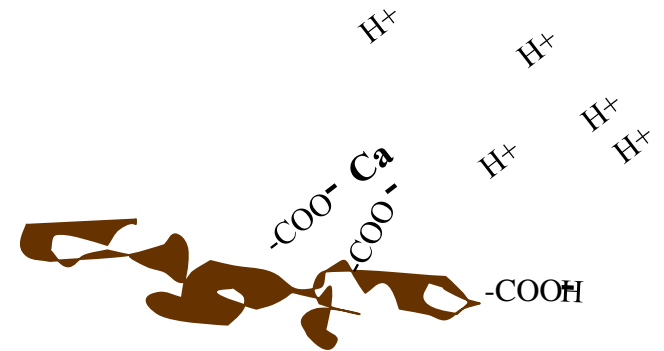


- kationi voi vaihtaa happamia kationeja pois pidätyspaikoilta



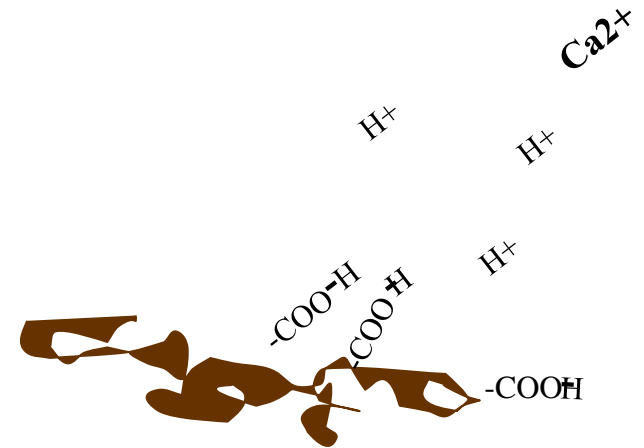
Kalkitus ja maan puskurointikyky

- Puskurointikyky kuvaa maan kykyä vastustaa pH:n muutosta
 - Savimaissa suurempi puskurointikyky kuin karkeissa maissa
- Happamoitumien ei välttämättä näy pH:ssa, jos H^+ sitoutuu maahan
- Kun puskurointi loppuu, pH laskee



Kalkitus ja maan puskurointikyky

- Puskurointikyky kuvaa maan kykyä vastustaa pH:n muutosta
 - Savimaissa suurempi puskurointikyky kuin karkeissa maissa
- Happamoitumien ei välttämättä näy pH:ssa, jos H^+ sitoutuu maahan
- Kun puskurointi loppuu, pH laskee
- **Mitä parempi puskurikyky, sitä enemmän tarvitaan kalkkia, jotta pH saadaan nousemaan.**

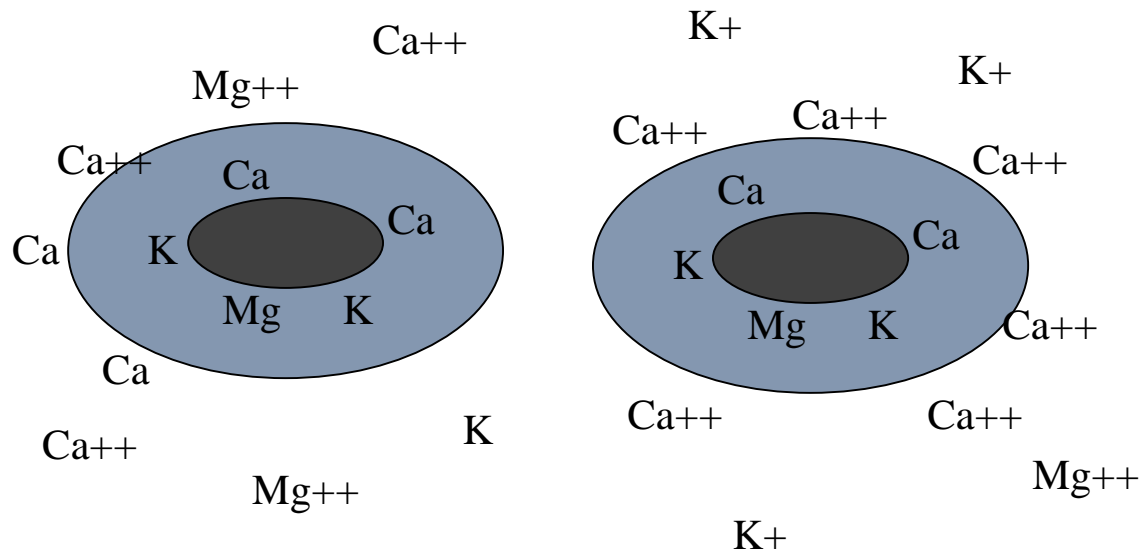


Kalkitus

- pH:n nousu
 - Parantaa fosforin käyttökelpoisuutta maassa
 - Ravinnekationeiden varastoituminen paranee
 - vähentää metallien toksisuutta (mm. Al, Mn, Fe)
 - mikrobitoiminta elpyy (bakteerien kilpailukyky paranee)
- Kalkitus parantaa myös maan rakennetta

Kalkitseminen ja maan rakenne

- pH:n nousu parantaa maan rakenteen kannalta hyvien mikrobien kilpailukykyä (lima-aineet)
- Ravinteiden saatavuus – kasvien parempi kasvu – laajempi juuristo
- Suolavahvuuden kasvu



Kalkitseminen ja maan rakenne

- **Kestävä mururakenne vähentää**

- Liettymistä ja kuorettumista
- eroosiota, veden savisameutta
- varmistaa veden imeytymistä pinnasta syvempiin kerroksiin



- **Mururakenteen ollessa heikko**

- sade rikkoo
- maa liettyy ja kuorettuu
- pintavirtailua –eroosiota
- veden imeytyminen hidastuu
- maa pysyy märkänä



Yhteenveto

- pH kuvaa H^+ pitoisuutta maanesteessä
- Suomessa luontaisesti happamat maat
 - Hapan kallioperä → hapan maaperä
 - Humidi ilmasto → huuhtoutuminen
- Happamuutta aiheuttavia prosesseja peltomaissa ovat:
 - Nitrifikaatio ja ylimääräisen nitraattitypen huuhtoutuminen
 - Kasvien ravinteiden otto ja kasvimateriaalin poisvieminen pelloilta

Yhteenveto

- pH:n laskua voi hillitä palauttamalla orgaanista ainesta peltoon
- Ehkäisemällä nitraatin kertymistä → nitraatin huuhtoutumista
- Kalkitus nostaa maan pH:ta
 - Tarvittavan kalkin määrä riippuu maan puskurointikyvystä
- pH:n nousu parantaa
 - fosforin käyttökelpoisuutta
 - ehkäisee ravinnekationien huuhtoutumista
 - elvyttää mikrobitoimintaa (ravinteiden kierto)
 - parantaa mururakennetta

Kiitos!

