



Lehtilannoitteiden imeytymiseen ja tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä

Kasvit ottavat pää- ja hivenravinteita pääasiassa juurten kautta. Juurten ravinteidenotto voi kuitenkin heikentyä joko maaperä- tai sääolosuhteiden takia. Puutos- ja stressitilanteissa lehtien kautta annettavat ravinteet korjaavat kasvin tilannetta hetkellisesti ja ylläpitävät kasvua.

Lehtilannoitteiden käytössä on kuitenkin haasteita. Alla on kerrottu lehtilannoitteiden imeytymiseen ja tehokkuuteen vaikuttavista tekijöistä.

Esimerkkejä pääravinteista

- **Typpi (N)** ja **kalium (K)**, ovat erittäin liikkuvia ja imeytyvät kasviin nopeasti lehdistä levityksen jälkeen.
 - Typpiyhdisteistä, urea läpäisee lehden pinnan hyvin. Noin 30 % lehtiin levitetystä ureasta imeytyy kasviin tunnin kuluessa ja 6–48 tunnissa se on kulkeutunut muihin kasvinosiin.
- **Kalsiumia (Ca)** imeytyy kasviin lehtien kautta niukasti. Erityisesti Ca-karbonaattit, -oksidit ja -silikaatit eivät imeydy lehtien kautta juuri lainkaan, ja näitä käytetäänkin kasvia suojaavina aineina lehden pinnalla (aurinkoa ja happoja vastaan).
- **Rikkiä (S)** imeytyy kasviin lehtien kautta, mutta näin imeytyneenä sen liikkuvuus kasvissa on heikko.

Lehtilannoitteiden koostumus ja käyttö

Ruiskutettavassa aineessa tärkeitä asioita ovat: **aineen molekyylipaino, varaus ja vesiliukoisuus.**

Yleisimpiä epäorgaanisia, **veteen liukenevia** lannoitteita ovat **nitraatit ja sulfaattiyhdisteet**. Sulfaatit (SO_4^{2-}) ovat maailmanlaajuisesti eniten käytetty lehtilannoite, ei siksi että ne olisivat tehokkaimpia, vaan koska ne ovat yleensä halvimpia, turvallisimpia ja helpoimpia käsitellä.

Usein korkean ravinnepitoisuuden omaavat nestemäiset lannoitteet perustuvat liukenemattomiin yhdisteisiin, kuten oksideihin, karbonaatteihin ja hydroksideihin. Ne ovat hitaita liukenemaan ja siten hitaasti kasvin käytettävissä.

Synteettisesti **kelatoidut yhdisteet** voivat olla liian suuria tai epäedullisesti varautuneita päästäkseen tehokkaasti lehtien sisään. Lehtilannoitteissa niiden kanssa käytetään usein liuottajaa, joka hajoittaa kelaatin lehden pinnalla. Kelaatit ovat synteettisiä, joten niillä on myös negatiivisia vaikutuksia.

Jos ravinteita ei ole kunnolla suojattu (esim. kelaatio/kompleksointi), voi syntyä ei-toivottuja reaktioita: Esimerkiksi kationit kuten Ca, Mg, Fe, Cu ja Mn voivat muodostaa liukenemattomia yhdisteitä fosforin tai rikin kanssa.

Ominaisuus	Kompleksointi (suola)	Kelatointi
Molekyylin tyyppi	Orgaaninen / epäorgaaninen	Orgaaninen
Lähde	Luonnollinen	Luonnollinen tai synteettinen
Ympäristöystävällisyys	Korkea	Korkea (luonnollinen)Matala (synteettinen)
Imeytyminen kasviin (lehtien kautta)	Kyllä	Synteettisillä: Ei
Lisäravinteiden tarjonta kompleksoivasta aineesta	Kyllä	Synteettisillä: Ei
Molekyylin stabiilisuus	Keskitaso	Korkea
pH-kestävyys	Matala–keskitaso	Korkea
Soveltuvuus lehtilannoitukseen	Korkea	Synteettisillä: Matala
Soveltuvuus maaperälannoitukseen	Heikko	Korkea
Lehtipolttoriskin todennäköisyys	Matala	Keskitaso–korkea
Tankkiseosongelmien riski	Keskitaso–korkea	Matala

JUSTUS VON LIEBIGIN
MINIMILAKI VUODELTA 1840

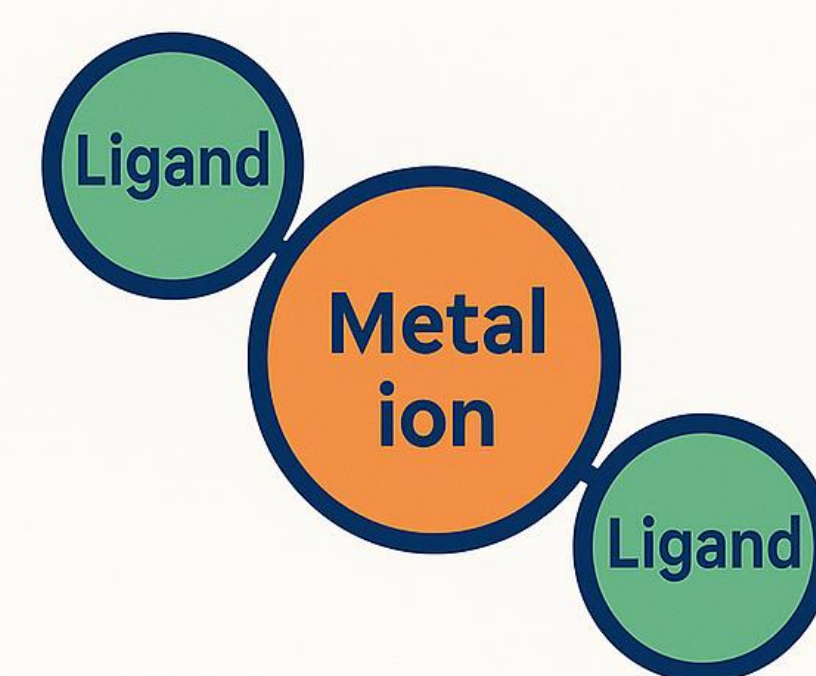


Kuvituskuva Al:n tekemä

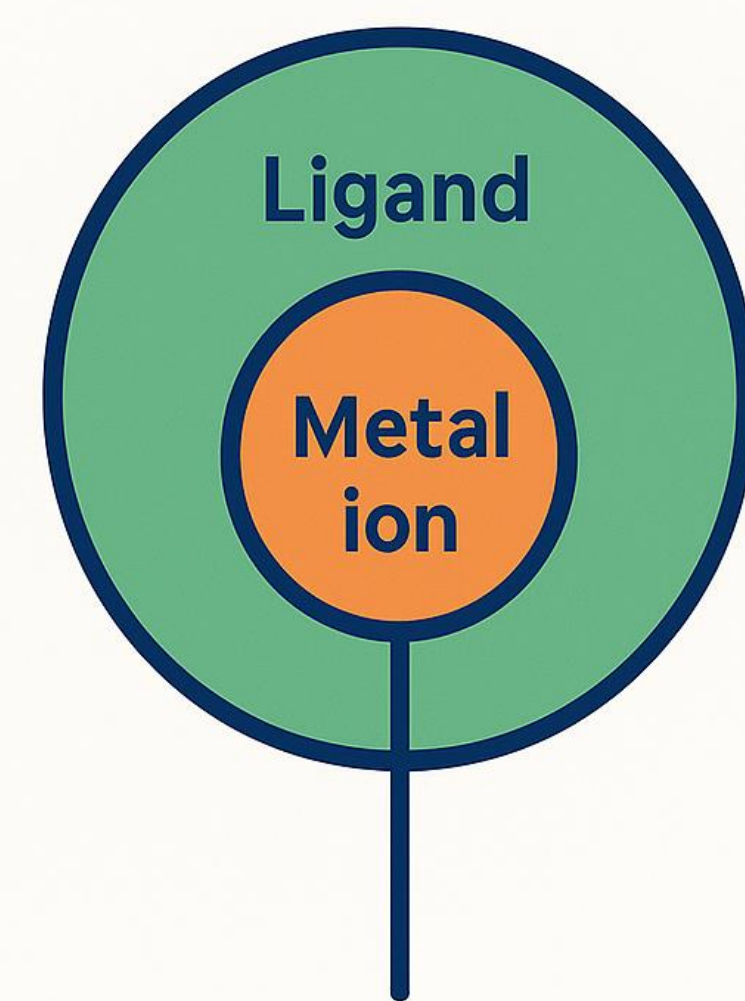
Esimerkkejä hivenravinteista

- **Boori (B)** -yhdisteet voivat imeytyä kasvien lehtiin nopeasti, mutta niiden liikkuvuudessa on eroja viljelykasvien välillä.
- **Sinkkiä (Zn) ja rautaa (Fe)** imeytyy kasveihin lehtien kautta, mutta niiden liikkuvuus kasveissa on heikkoa.
- **Kupari (Cu)** kupari imeytyy kasviin lehtien kautta, mutta siitä on olemassa tiettyjä muotoja (hydroksidit, oksidit, oksikloridit) jotka eivät juurikaan läpäise lehden pintaa, vaan jäävät lehtien pinnalle suojaamaan kasvia bakteereilta ja sieniltä, ja toimivat näin kasvinsuojeluaineiden tavoin.

Complexation



Chelation



Kuvituskuva Al:n tekemä

Kuva 2. Kelaatti ympäröi koko ionin (oikealla), jolloin se saattaa olla liian suuri päästäkseen lehden sisään.

Mn-lehtilannoitteiden vertailu imeytymisen perusteella

Valmiste	Muoto	Läpäisy kutikulasta	Sisäinen kulkeutuminen	Huomioita
Mn-EDTA Plus	Kelatoitu + adjuvantti	✓ Erittäin hyvä (~70%)	✓ Hyvä	Paras imeytyminen, adjuvantti kriittinen
Mn-EDTA (ilman adjuvanttia)	Kelatoitu	⚠ Kohtalainen (~44%)	✓ Hyvä	Hitaampi läpäisy, mutta toimii sisäisesti
Mn-nitraatti	Epäorgaaninen suola	✓ Hyvä imeytyminen	⚠ Heikompi kulkeutuminen	Kelaattia edullisempi, luonnollisempi
Mn-sulfaatti	Epäorgaaninen suola	⚠ Kohtalainen (~22%)	⚠ Kohtalainen	Edullinen mutta selvästi heikompi kuin nitraatti
Mn-glukonaatti / -sitraatti	Luonnonkelatoitu	⚠ Vaihteleva	✓ Kohtuullinen	Tarvitsee lisäksi adjuvanttia
Mn-karbonaatti / MnO / MnO₂	Epäorg. liukenematon	✗ Hyvin heikko / ei imeydy	✗ Ei kulkeudu	Näkyvä "coffee ring" -jääminä
Mn-humaatit / fulvohapot	Luonnonkelatoitu	⚠ Hyvä, jos pienimolekyylinen	✓ Hyvä	Erittäin lupaavia ekologisia vaihtoehtoja, riippuu rakenteesta

Lähteet:

Alexander, A. & Hunsche, M. (2016). Influence of formulation on the cuticular penetration and on spray deposit properties of manganese and zinc foliar fertilizers. *Agronomy* 6 39.
Ducatti, R.D.B. & Tironi, S.P. (2024) Enhancing the efficiency and sustainability of foliar fertilization in agriculture. *Agronomy Science and Biotechnology*, 10 1-21.