

### NURMEN KALIUMTALOUS

*MMT Into Saarela, MTT, Ympäristön tutkimus, Maaperä ja ympäristö, into.saarela@mtt.fi*

Hyväkasvuinen nurmihehtaari käyttää kaliumia (K) kasvukauden kuluessa noin 250 kiloa. Maan luontaiset kaliumvarat vaihtelevat suoviljelysten mitättömän pienistä savien ja kiillepitoisten hietojen todella runsaisiin reserveihin, joita tiheäjuuriset nurmikasvit hyödyntävät tehokkaasti. Laihoille soille ja hiekkamaille kaliumia pitää levittää jokaiselle sadolle samaan tapaan kuin tyypeä. Parhaiden savi- ja kiillemaiden kaliumreservit taas riittävät hyviin nurmisatoihin useita, jopa kymmeniä vuosia. Suurin osa rehun kaliumista palautuu lannassa takaisin peltoihin, koska sitä poistuu tilan kierrosta eläintuotteissa suhteellisen vähän. Kalium kiertää maassa ja kasveissa helpommin kuin ilmaan haihtuva ja vesistöihin huuhtoutuva tyyppi tai lujasti maahan pidentävä fosfori.

#### **Kaliumin esiintyminen ja tehtävät kasveissa**

Maankuoren keskimääräinen kaliumpitoisuus on 1,9 % ja maaperän 1,2 %. Suomen peruskallion happamissa kivilajeissa ja kivennäismaissa kaliumia on kuitenkin enemmän. Runsaasti kaliumia sisältäviä, yleisiä mineraaleja ovat hitaasti rapautuva kalimaasälpä ja helpommin rapautuvat kerssilikaatit eli kiilteet. Tärkeimpiä luontaisia kaliumin lähteitä ovat biotiitin kaltaiset kiilteet ja niistä jauhautunut hieno maa-aines, joka on kemiallisesti rapautunut nuorena maaperässä vain vähän. Pehmeät, ohuiksi suomiksi lohkeavat kiilteet ovat jauhautuneet hienommaksi kuin kvartsi ja maasälvät ja rikastuneet hienoon maa-ainekseen. Kiilteet ovat muodostuneet hapen, piin, alumiinin, raudan ja magnesiumin muodostamista ohuista levyistä eli kidehiloista. Niiden väleissä oleva kalium voi vaihtua muihin kationeihin ja vapautua maanesteeseen lujien kidehilojen hajoamatta. Hilanvälisten kationien vaihtuminen on hidaskasvireaktio, koska ionit kulkeutuvat suomumaisten hiukkasten sisälle ja ulos niiden reunojen kautta.

Tällaista kiillemineraalien reservikaliumia on melkein kaikissa savimaissa ja kiillepitoisissa hiedassa erittäin runsaasti, jopa pari prosenttia eli kymmeniä tonneja hehtaarilla. Karkeiden maiden

kaliuminluovutuskyky vaihtelee kuitenkin mineraalikoostumuksen mukaan ja on paikoin lähes olematon. Etelä-Suomen savialueen karkeatkin maat ovat luonnostaan kaliumrikkaampia kuin muiden alueiden samat maalajit. Kaliumionien vaihtuminen ulos kiilteestä on palautuva reaktio, joka etenee päivittäin suuntaan maanesteen kaliumpitoisuuden kasvaessa. Savimaihin lisätystä lannoitekaliumista osa pidättyy tilapäisesti kasveille kelpaamattomaan muotoon, mutta vapautuu taas kasvien ottaessa maanesteestä kaliumioneja. Kerssilikaatit pidättävät kaliumioneja valikoivasti myös ulkopinnoilleen, josta ne vaihtuvat nopeasti muihin kationeihin. Maanesteen kaliumpitoisuus on savimaissa suhteellisen pieni kiinteille pinnoille pidättyneen eli vaihtuvan kaliumin pitoisuuden verrattuna. Juurisolut ottavat luokseen diffundoituvaa kaliumia aktiivisesti samalla tavalla kuin fosforia.

Lisätyn kaliumin pidättyminen huonontaa lannoituksen hyväksikäyttöä pitemmälle rapautuneilla mailla, mutta Suomen nuoren maaperän savimineraalit ovat edelleen suurelta osin kaliumin miehitämiä ja toimivat hyvinä luontaisina kaliumin lähteinä. Osittainen pidättyminen vähentää kaliumin huuhtoutumista ja liiallista kulkeutumista kasviin eli luksusottoa ja on siten pikemminkin hyödyllistä. Luonnostaan niukasti kaliumia sisältävät maat eli pitkälle lajittuneet karkeat kivennäismaat ja eloperäiset maat pidättävät lisättyä kaliumia niin heikosti, ettei niiden kaliumvaroja voida vesiliukoisilla lannoitteilla juuri lisätä. Runsaan lannoituksen välittömänä seurauksena olisi kasvien kaliumpitoisuuden tarpeeton nousu, ja maahan jääneestä kaliumista suuri osa huuhtoutuisi muutamassa vuodessa. Vaikka kaliumtase on jatkuvasti ylijäämäinen, karkeiden maiden vaihtuvan kaliumin pitoisuus ei suurene kohtuullisella lannoituksella yleensä enempää kuin välttävään viljavuusluokkaan.

Kalium on välttämätön alkuaine sekä eläimille että kasveille. Sen korvaamattomuus perustuu kaliumkationien poikkeuksellisen ohueen vesihuntuun.

Kasvit tarvitsevat sitä enemmän kuin eläimet, joiden solujen sisällä kalium on pääkationi kuten kasveissakin, mutta eläinkudoksen solujen välissä on enemmän muita kationeja. Osa kaliumin tehtävistä on epäspesifiä ja korvattavissa muilla kationeilla. Ruokinnan kannalta edullinen kaliumin korvaaminen natriumilla voi onnistua merkittävässä määrin raiheinillä ja koiranheinällä mutta tuskin muilla Suomessa viljeltävillä heinälajeilla. Timotein natriumin ottoa voidaan lisätä vain rajoittamalla kaliumin tarjonta lievän puutteen tasolle. Kalium ei muodosta pysyviä orgaanisia yhdisteitä, mutta on aktiivisissa soluissa osittain proteiineihin sitoutuneena. Tiiviiden kalvojen huuhtoutumiselta suojaamat kaliumionit voivat solukon kuoltua vapautua siitä orgaanisen aineen hajoamatta.

Kalium-kationit toimivat orgaanisten anionien ja negatiivisten ryhmien kemiallisesti passiivisina vastaioneina sekä solunesteen osmoottisen paineen ja happamuuden säätelijöinä. Solulimassa ja viherhiukkasissa kaliumin pitoisuus on melko suuri ja vakaa. Kaliumioneja aktiivisesti siirtämällä aiheutetut osmoottisen paineen muutokset säätelevät ilmarakojen avautumista ja muita kasvien liikkeitä. Kalium aktivoi kymmenien entsyymien toimintaa ja osallistuu fotosynteesiin, proteiinien synteesiin ja orgaanisten aineiden kuljetukseen. Kaliumionit sekoittavat orgaanisten aineille pinoille pidättyneiden vesimolekyylien järjestystä ja notkistavat systeemiä vaikuttamatta liikaa reagoiviin aineisiin, kuten niihin lujemmin tarttuvat metalli- ja ammoniumionit tekisivät.

Paljolti kaliumiin perustuva solun vakuolien osmoottinen paine lisää pehmeiden solukoiden jäykkyyttä ja venyttää kasvavia soluja. Kalium parantaa kasvien kuivan- ja kylmänkestävyyttä sekä vastustuskykyä eräitä sienitauteja vastaan, joiden tuhoja voi ehkäistä myös kalisuolan sisältämä kloori. Edullisissa lämpö-, valo- ja kosteusoloissa lievä kaliumin niukkuus pienentää satoa vähemmän kuin vaikeissa äärioloissa.

### **Kasvien kaliumin tarve ja otto**

Kalium on hapen, hiilen ja vedyn jälkeen kasvien neljänneksi runsain alkuaine typen rinnalla. Kuiva-ainetta kohti laskettu optimaalinen sadon kaliumpitoisuus vaihtelee kehitysasteen ja lehte-

vyyden mukaan. Runsaalla typpellä lannoitettujen heinäkasvien riittävä kaliumpitoisuus on säilörehuasteella noin 2,4 %, joka on myös 15 % valkuaista sisältävän kasvin typpipitoisuus. Kasvifysiologisesti riittävä kaliumpitoisuus on hiukan pienempi, mutta kuivien kausien varalle ja talvehtimisen varmistamiseksi keskimääräisen kaliumpitoisuuden tulee olla näin suuri, jos tavoitteena on lannoituksen optimointi sadon määrän mukaan. Pienemmät kaliumpitoisuudet vähentävät satoa lähellä optimia aika loivasti ja voivat olla tarkoituksenmukaisia sadon kivennäiskoostumuksen parantamiseksi, mutta lannoituskustannusten säästö ei yleensä korvaa sadonvähennystä. Laidunasteella kasvissa tulisi olla kaliumia enemmän, heinässä taas riittää pienempi kaliumpitoisuus. Kun valkuaista on 10–12,5 %, kaliumpitoisuuden optimi on 1,6–2,0 %. Sadon valkuaispitoisuuden kasvaessa 10:stä 17,5 prosenttiin sen kaliumin tarve kasvaa kesinkertaisella kuuden tonnin satotasolla 96 kilosta 168 kiloon ja hyvällä kymmenen tonnin satotasolla 160 kilosta 280 kiloon hehtaaria kohti.

Sadon kaliumin ja typen pitoisuuksien kiinteä riippuvuus ei johdu niiden osallistumisesta samoihin reaktioihin tietyssä suhteessa, vaan ravinnetarpeen ja kasvin rakenteen välisestä yhteydestä. Nuoressa ruohossa, jossa on runsaasti aktiivista proteiini- eli typpipitoista solukkoa, tarvitaan myös kaliumia ja muitakin ravinteita runsaasti kasvin kuiva-ainetta kohti laskettuna. Koiranheinän kaliumpitoisuus on vähän suurempi kuin muiden nurmikasvien, jos kaliumia on runsaasti saatavana.

### **Kalium ja muut ravinteet**

Ellei kaliumin saanti maasta ole kovin heikkoa, typpilannoitus suurentaa heinäkasvien kaliumpitoisuutta. Suuret typpimäärät voivat aiheuttaa kaliumin ottoa yli tarpeen eli ns. luksusottoa, jota ei juuri esiinny typen saannin ollessa niukkaa. Arveluttavan runsas typpilannoitus voi kertyä kasveihin osittain nitraattityppinä ja lisätä kaliumin tarvetta ja ottoa myös negatiivisten nitraatti-ionien vastakationeina. Fosfori ja maan hyvä kalkkitila edistävät juurten kasvua ja ravinteiden ottoa. Voimakas happamuus ja fosforin puute voivat aiheuttaa välillisesti myös kaliumin puutetta, vaikka sitä olisi maassa riittävästi tarjolla. Maan kuivuminen haittaa kasvien kaliumin saantia ja voi pienentää niiden

kaliumpitoisuutta, mutta samalla jopa suurentaa sadon typpi- kalsium- ja magnesiumpitoisuutta.

Kationit vähentävät muiden kationien ottoa antagonisesti eli kilpailemalla keskenään. Vilkasliikkeisellä kaliumilla on taipumusta etuiluun, eikä sen ottoa juuri voida hillitä muita kationeja lisäämällä.

Erityisen tehokkaasti kalium syrjäyttää magnesiumia ja lähes yhtä tehokkaasti kalsiumia. Savi- maahan lisätty kalium vaihtaa kuitenkin magnesiumia maanesteeseen ja pidättyy itse niin tehokkaasti, että kaliumlannoitus voi jopa suurentaa kasvin magnesiumpitoisuutta. Raskaisiin hivenravinnekationeihin kalium vaikuttaa vähemmän, mutta sen puute saattaa lisätä mm. sinkin ja mangaanin pitoisuuksia. Kaliumin puutteessa natriumia voi päästä runsaasti sellaisiin kasveihin, jotka normaaleissa oloissa torjuvat sitä tehokkaasti.

Kaliumlannoituksen vaikutus sadon kivennäiskoostumukseen on käytännössä merkittävä heikosti kaliumia pidättävillä karkeilla kivennäismailla ja eloperäisillä mailla. Kaliumin suhde muihin makrokationeihin nousee korkeimmaksi kevätsadossa, jossa on vähemmän kalsiumia ja magnesiumia kuin myöhemmin kesällä kasvaneessa sadossa. Runsaan lannan käytön seurauksena kaliumin ylimäärä on yleensä suurin nuorena nurmessa, jossa myös lannan jälkivaikutuksesta johtuva typpiylimäärä voi lisätä kaliumin luksusottoa ja sen aiheuttamia haittoja. Suuri kotieläinten ja niiden tuottaman lannan määrä peltoalaan verrattuna suurentaa kotoisen kaliumin ja fosforin osuutta ja pienentää vastaavasti ostoravinteiden tarvetta nurmikasvien ravitsemuksessa. Käytännössä tämä merkitsee entistä typpirikkaampien lannoitteiden käyttöä heinävaltaisten nurmien lannoituksessa.

### **Nurmen kaliumlannoituksen optimointi**

Kasvien optimaalinen ravinteiden saanti turvataan annetun ravinnemäärän mitoituksella satokohtaisesti tai säätelemällä maan viljavuutta pitemmällä aikavälillä. Pellon ravinnetalouden suunnittelussa satokohtainen strategia on tyypillistä tyypellä ja maan viljavuuden optimointi kalsiumilla. Nurmen kaliumtalouden hallinnassa lyhyen ajan optimoinnin merkitys korostuu luontaisesti köyhillä ja lisät

tyä kaliumia heikosti pidättävillä mailla eli hyvin karkeilla kivennäismailla ja eloperäisillä mailla. Maan vaihtuvan kaliumin pitoisuutta ei voida tällaisilla mailla pitää tyydyttävän viljavuusluokan edellyttämällä tasolla suurentamatta nurmikasvien kaliumpitoisuutta liikaa, mutta optimaalinen kaliumin saanti voidaan turvata satokohtaisella lannoituksella samaan tapaan kuin typen saanti. Suurilla määrillä biotiittia nurmikasvien kaliumin saanti voidaan turvata muutamaksi vuodeksi kokonaan.

Savespitoiset maat sisältävät hitaasti vapautuvaa reservikaliumia enemmän ja pidättävät lisättyä kaliumia tehokkaammin, eli ne ovat kaliumin suhteen paremmin puskuroituja kuin karkeat ja eloperäiset maat. Hyvin puskuroiduilla mailla yksittäisille sadoille annettavien kaliummäärien merkitys on sekä sadon määrän että laadun kannalta paljon pienempi kuin heikosti puskuroiduilla mailla. Jäykät savet ovat niin vahvasti puskuroituja, että nurmikasvien ottamat muutama sata kiloa kaliumia hehtaarilta muuttavat niiden kaliumtilaa suhteellisen vähän. Tarpeeton vesiliukoinen kalium voi pienentää satoa myös savimailla levitettäessä sitä kuivalle nurmelle, koska liukoiset suolat rasittavat kasveja aina kun vedestä on niukkuutta. Suolastressin merkitys on suurin heikosti vettä pidättävillä, vähämultaisilla, karkeilla mailla, ja siitä kärsivät eniten ensimmäisen vuoden nurmen hennot oraat.

Kohtuullinenkin maan pinnalle levitetty kaliumannos saattaa häiritä myös matalajuuristen oraiden magnesiumin ja kalsiumin ottoa, joka helpottuu nurmen vanhetessa ja ylisuurten maan kaliumvarojen ehtyessä. Kivennäismailla ensimmäisen vuoden nurmen kevätlannoitus kaliumilla ei ole tarpeellista koska kaliumia tulee peltoon usein tarpeeksi lannassa, ja nuoren nurmen kaliumlannoitus voidaan tarvittaessa korvata myös välikasvien tai suojaviljan väkilannoituksella. Suojaviljan ruumenista, sängestä ja juurista vapautuu jonkin verran kaliumia, vaikka oljet kerätään pois pelloilta. Ravinnetaseiden mukaan kotieläintiloille soveltuvaa typpi-rikkilannoitetta kannattaa käyttää ensisijaisesti nuorilla nurmilla ja korvata satojen ottamia suuria kaliummääriä myöhempinä nurmivuosina levityksellä kaliumpitoisilla lannoitteilla. Syyspainotteinen kaliumin jako on suositeltava myös vanhemmilla nurmilla.

Laadukkaiden nurmisatojen taloudellinen tuottaminen edellyttää, että kaliuminlannoitus optimoidaan viljavuustutkimuksen avulla maan kaliumtilan mukaiseksi. Heikosti puskuroiduilla mailla vaihtuvan kaliumin pitoisuus eli viljavuustutkimuksen kaliumluku muuttuu nurmella niin nopeasti, että se on luotettava vain vuoden tai kaksi. Pitemmän ajan kaliumlannoituksen tarvetta osoittaa tarkemmin happouutolla määritetty reservikalium. Vanhoissa tutkimuksissa käytetty, kuumaan happouuttoon perustuva reservikaliumin määrittämenetelmä on ollut luotettava, ja kylmä happouutto on uusissa tutkimuksissa ennustanut nurmikasvien kaliumin saantia vielä tarkemmin. Ohutturpeisilla soilla ja multamailla sekä kerroksellisilla kivennäismailla pohjamaa voi olla merkittävä kaliumin lähde. Happoliukoista reservikaliumia on yleensä syvemmällä enemmän kuin pitimmälle rapautuneessa pintamaassa. Karkeiden maiden vähämultaisten syvempien kerrosten kationinvaihtokapasiteetti on niin pieni, että niistä kannattaa tutkia ensisijaisesti happoliukoista reservikaliumia.

Vaikka nurmikasvit tarvitsevat kaliumia runsaasti, ne ottavat sitä tiheällä juuristollaan niin tehokkaasti, ettei maan kaliumtilan tarvitse olla erityisen hyvä runsaiden satojen tuottamiseen. Tyydyttävä kaliumtila riittää ainakin yhteen täyteen satoon ja myös välttävissä kaliumluokassa saadaan aluksi hyviä satoja ilman kaliumlannoitusta. Suuret nurmisadot kuitenkin ehdyttävät maan kaliumvarat nopeasti ja sato vähenee jyrkästi, ellei otettua kaliumia korvata lannoituksella tai maan omista reserveista. Laihimmillä turve- ja hiekkamailla kaikki otettu kalium pitää korvata lannoituksella viimeistään toisena nurmivuonna, mutta savi- ja

kiillemaiden runsaat reservit riittävät useiksi vuosiksi ilman täydennystä. Niitä kannattaa hyödyntää ainakin silloin, kun pääosa maasta otetusta kaliumista palautuu peltoon lantana, jolloin ravinteiden ryöstö ei vaaranna maan viljavuutta eikä kestävää viljelyä. Vahvasti puskuroiduille maille kalium voidaan antaa melko harvoin ja suurina annoksina, mutta sitä ei kannata levittää liukoisena suolana kuivalle nurmelle.

*Asiasanat: kalium, kasvinravinteet, kivennäiset, lannoitus, pintalannoitus, viljavuus*



*Kuva. Kaliumin puutos koiranheinällä. Lehtien kärkien kellastuminen ja punaruskea värisävy sekä jyrkkä raja sairaan ja terveen solukon välillä on kaliumin puutteelle tyypillistä. Lievässä puutteessa kasvu voi olla jokseenkin normaalia. Ankarassa puutteessa esiintyy myös nekroosia eli solukon kuolemista, jolloin kasvusto näyttää palaneelta. Kuvan koiranheinä kasvaa moreenilla, jossa oli ennen kokeen kylvöä vaihtuvaa kaliumia 10 mg/l. Kuva Into Saarela.*