

Fosfori, maaperä ja ilmastonmuutos

Miksi nurmen sato ei ole kokeissa laskenut, vaikka maan fosforipitoisuus on alittanut satovasterajan?

Tehokas fosforin käyttö on tärkeää viljelyn kannattavuuden parantamisessa sekä ympäristövaikutusten vähentämisessä. Kun pellolta poistuu sadossa saman verran tai enemmän fosforia kuin sinne lannoitteissa annetaan, maan fosforipitoisuus laskee. Tämä on ollut ympäristökorvausehtojen tavoitteena korkeimpien fosforiluokkien osalta ja siihen on päästy. Samalla kuitenkin viljelijöiden huoli tiukentuneista fosforilannoitusrajoista ja maan fosforivarojen ehtymisestä ja eläinterveydestä on kasvanut.

Mikä on maan fosforipitoisuuden ja lannoitefosforin suhde huuhtouman muodostumisessa viljalla ja nurmella?

FOMARE-hankkeen tutkimus oli käytännönläheistä ja konkreettista. Se sisälsi pitkäaikaisia kenttäkokeita sekä uusia koeasetelmia ja data-analyysia.

Uudet nurmen fosforilannoituskokeiden tulokset poikkeavat aiemmista koesarjoista: satovasteita ei ole saatu, vaikka niitä aikaisempien tutkimusten perusteella olisi pitänyt tulla. FOMAREN tulosten mukaan nurmi pystyykin hyödyntämään aiemmin lähes käyttökelvottomiksi määriteltyjä maan fosforivaroja – ohra ei.

**Hankkeen nimi:
Fosfori, maaperä ja ilmastonmuutos**

Tutkimuksissa nousi esiin erityisesti lannoitushistorian vaikutus eli ns. perintöfosfori, jota maassa on alueesta riippuen edelleen paljon 1970–1990 -lukujen nykymittapuun mukaan runsaan lannoituksen jäljiltä. Ilmastonmuutoksen eteneminen – maan lämpötilan nousu ja ajoittain hyvinkin runsaat sateet – ovat parantaneet olosuhteita nurmen fosforinotolle. Nykyiset ravinteiden oton suhteen tehokkaat ja satoiset nurmilajikkeet pystyvät myös hyödyntämään fosforia aiempaa paremmin. Maan fosforivarat ja suosituksen mukainen lannoitus riittävät siis yleensä turvaamaan nurmen kasvun. Kuivuus – joka sekin on ilmastonmuutoksen myötä yleistymässä – estää kuitenkin maan fosforin vapautumista ja kasvien fosforin saantia. Nurmirehussa ajoittain havaitut hälyttävän alhaiset fosforipitoisuudet liittyvätkin enemmän kuivuuteen kuin maan laskevaan fosforipitoisuuteen, vaikka näilläkin on yhteys erityisesti kesän ensimmäisessä nurmisadossa.

FOMARE

**Tekijät:
Kirsi Järvenranta
Arja Louhisuo
Maarit Termonen
Perttu Virkajärvi**

Keväällä levitettävän mineraalilannoitteen fosfori muuntuu nopeasti osaksi maan pintakerroksen fosforipitoisuutta ja vaikuttaa sitä kautta suoraan huuhtoutuvan fosforin määrään. Kasvukauden alkupuolella annettu lannoitus ei normaaleissa sääolosuhteissa itsessään lisää huuhtoutumista. Sitä vastoin lannoiterajoitusten maan fosforipitoisuutta laskeva vaikutus vähentää suoraan fosforihuuhtomaa. Toisaalta varsinkin nurmilla lannoitefosfori rikastuu maan pintakerrokseen, joten sen fosforipitoisuus muodostuu korkeammaksi kuin maanäytteeseen otettavassa kyntökerroksessa on. Tämä tulee ottaa huomioon huuhtomaa mallinnettaessa.

Tuloksia voidaan hyödyntää lannoitussuosittelun tarkennuksessa ja viljelytekniikan kehittämisessä sekä sato- ja vesistökuormitusmalleissa, tutkimusyhteistyössä, politiikkapäätöksissä ja viestittäessä karjatalouden ympäristövaikutuksista.

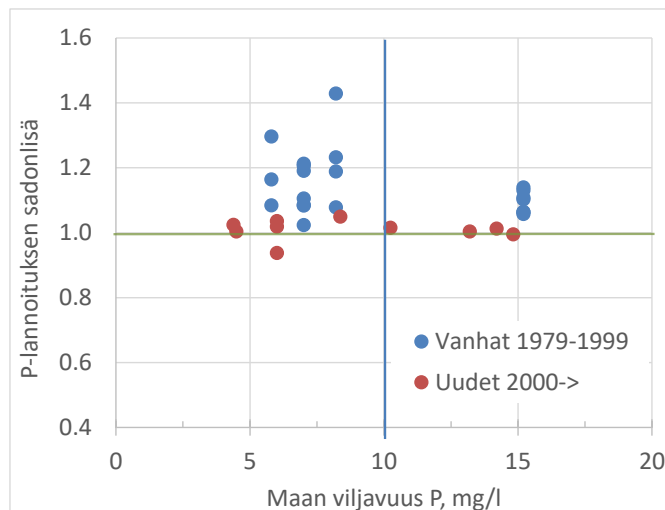
Johdanto

Onko maan fosforin saatavuus parantunut nurmen kannalta, koska uusissa kokeissa ei ole saatu satovastetta?

FOMAREn kenttäkokeet vastaavat kysymykseen.

Nurmirehun tuotanto on monelta kannalta merkittävin tekijä nautakarjatalouden taustalla. Tehokas fosforin käyttö on tärkeässä roolissa viljelyn kannattavuuden parantamisessa sekä ympäristövaikutusten vähentämisessä. Samalla kuitenkin viljelijöiden huoli tiukentuneista fosforilannoitusrajoista, maan fosforivarojen ehtymisestä ja eläinterveydestä on kasvanut. Uudet nurmen fosforilannoituskokeiden tulokset poikkeavat merkittävästi aiemmista koesarjoista: satovasteita ei ole saatu, vaikka niitä aikaisempien tutkimusten perusteella olisi ollut odotettavissa. Ilmaston lämmetessä kasvukausi on pidentynyt, talvi lyhentynyt ja maaperän lämpötila noussut. Tämä nostaa esiin kysymyksen, onko fosforin saatavuus muuttunut, ainakin monivuotisten kasvien osalta. Ja jos on, niin mistä syystä?

Hankkeen ydinajatus oli selvittää maan fosforin saatavuuden muuttumista kasvinravitsemuksen ja vesistökuormituksen kannalta. Tutkimus perustui empiirisiin kokeisiin sisältäen pitkäaikaisia kenttäkokeita sekä uusia koeasetelmia ja data-analyysiä. Tuloksia voidaan hyödyntää lannoitus-suositusten tarkennuksessa ja viljelytekniikan kehittämisessä sekä sato-, elinkaarianalyysi- ja vesistökuormitusmalleissa, tutkimusyhteistyössä, politiikkapäätöksissä ja viestittäessä karjatalouden ympäristövaikutuksista.



P-lannoituksen satovaste suhdelukuna (> 1 sadonlisää). Kivennäismaan nurmet maan P-luvun mukaan vanhat = 1979 -1999 uudet = 2000 - 2023

Aineisto ja menetelmät

FOMAREn fosforilannoituskokeet muodostavat selkeän kuvan fosforin kierrosta karjatilän nurmen ja ohranviljelyssä.

Aineisto sisältää Maaningalla ja Ruukissa tehtyjen empiiristen kenttäkokeiden tuloksia sekä kirjallisuudesta saatua vertailudataa. Kenttäkokeet: 1a) Pitkäaikaiskoe; maa- ja satoaineistoa yli 20 vuodelta alkaen vuodesta 2003, 1b) Porraskoe; maa- ja satoaineistoa hyvin matalan fosforitilan maalta, 1c) Lohkokoe; Maaningalle perustettu ainutlaatuinen koepelto, jossa samalla loholla maan matala, keskimääräinen ja korkea P-pitoisuus sekä P-lannoiteportaot, tästä sato- ja maa-aineistot, 1d) SIMU-koe; lohkokokeelta tehdyn huuhtoumakokeen maa- ja vesinäyteaineistot.

Nurmiviljelyssä maan P-luvun laskun tulkinta muuttuu - perintöfosforin käyttökelpoisuus on oletettua parempi.

Nurmirehun ajoittain alhaiset P-pitoisuudet liittyvät enemmän kuivuuteen kuin maan laskevaan fosforipitoisuuteen tai lannoitukseen.

Miten yhdistää nurmirehun ja viljantuotannon vaatimukset maan fosforipitoisuuden suhteen?

Tulokset, niiden vaikuttavuus ja johtopäätökset

Tutkimuksessa ei saatu nurmien fosforilannoituksella satovasteita, vaikka maan viljavuusfosfori oli selvästi alle nykyisen satovasterajan (< 10 mg/l). Käytettäessä nykyisiä lannoitussuosituksia maan viljavuus-P -pitoisuus laski käytössä olevien mallien mukaisesti. Samalla havaittiin lannoitehistorian vaikutus eli ns. perintöfosfori, jota maassa on alueesta riippuen edelleen paljon 1970–1990 -lukujen nykymittapuun mukaan runsaan lannoituksen jäljiltä. Ilmastomuutoksen eteneminen – maan lämpötilan nousu ja ajoittain hyvinkin runsaat sateet – ovat parantaneet olosuhteita nurmen fosforinotolle. Ajan kuluessa perintöfosforin käyttökelpoisuus heikkenee, mikäli sitä ei pidetä biologisessa kierrossa viljelemällä kasvia, joka pystyy hyödyntämään maan fosforia silloinkin, kun viljavuusfosforin pitoisuus on hyvin matala. Nurmi pystyy tähän.

Koska satovasterajaa ei edelleenkaan pystytty määrittämään, on perintöfosforin riittävyyden ennustaminen epätarkkaa. Kevätohra reagoi fosforiin toisin kuin nurmi: maan viljavuus-P oli tärkeämpi kuin lannoite-P kasvun kannalta. Molemmilla kasveilla karjanlantaa käytettäessä P-tase oli usein enemmän positiivinen kuin mineraalilannoitusta käytettäessä.

Nurmirehussa ajoittain havaitut alhaiset fosforipitoisuudet liittyvät enemmän kuivuuteen kuin maan laskevaan fosforipitoisuuteen tai lannoitukseen.

Keväällä levitettävän mineraalilannoitteen fosfori muuntui nopeasti osaksi maan pintakerroksen fosforipitoisuutta ja vaikutti sitä kautta suoraan huuhtoutuvan fosforin määrään. Kasvukauden alkupuolella annettu lannoitus ei normaaleissa sääolosuhteissa itsessään lisää huuhtoutumista. Sitä vastoin lannoiterajoitusten maan fosforipitoisuutta laskeva vaikutus vähentää suoraan fosforihuuhtomaa. Toisaalta varsinkin nurmilla lannoitefosfori rikastuu maan pintakerrokseen ja sen fosforipitoisuus muodostuu korkeammaksi kuin maanäytteeeseen otettavassa kyntökerroksessa. Karjanlannan (lietteen) P ei sitoudu maahan yhtä hyvin kuin mineraalilannoitteen P. Niinpä nurmilta fosforin huuhtoutuminen riippuu erityisesti maan P-luvusta ja karjanlannan käytöstä.

Tulevaisuuden haasteet

Ympäristöpoliittiset linjaukset tukevat P-lannoituksen vähentämistä, mutta eivät ota kantaa maan P-pitoisuuden laskun seurauksia tuotannon kannattavuuteen tai maankäyttöä ohjaaviin vaikutuksiin.

Nurmilla P-luvun lasku vesistökuormituksen kannalta hyväksyttävälle tasolle ei vaikuta satotasoon, mutta ohran satotaso laskee, kun maan viljavuus P alenee. Toisaalta ohran viljelyn kannalta optimaalinen P-luku johtaa väistämättä suurempaan vesistökuormitukseen.

Yleisesti nurmenviljelyyn liittyvä haaste on karjanlannan syyslevitys ja ilmastomuutoksen myötä huomattavasti kohonnut fosforin huuhtoutumisriski kasvukauden ulkopuolella.

Perintöfosforin määrän alueellinen sekä karjatilan sisäinen vaihtelu tulee selvittää ja laatia ennuste sen riittävydestä.

Toimintasuositukset

Nurmen osalta nykyisten lannoitussuositusten soveltamista voidaan jatkaa, vaikka maan viljavuusfosforin pitoisuus jatkaa laskua, koska nurmi pystyy hyödyntämään maan erilaisia fosforijakeita silloinkin, kun maan viljavuusfosforin pitoisuus on hyvin alhainen.

Kevätviljojen osalta viljavuusfosforin laskuun liittyviin satoriskeihin tulee kiinnittää huomiota. Lainsäädännön on mahdollistettava riittävä kevätiljojen fosforilannoitus alhaisen fosforipitoisuuden lohkoilla, huomioiden huuhtoumariskin kasvaminen. Ravinteiden käytön tehokkuutta voidaan parantaa täsmälannoituksella.

Perintöfosforin määrän alueellinen sekä karjatilan sisäinen vaihtelu tulee selvittää ja laatia ennuste sen riittävydestä. Arviossa on otettava huomioon myös kalkituksen ja orgaanisen aineen vaikutus fosforijakeiden hyödynnettävyyteen.

EU:n maaperädirektiivissä käytettävä OlsenP -uutto johtaa happamassa maaperässä kasveille käyttökelpoisen fosforin yliarvioon ja liian tiukkoihin lannoitusrajoituksiin. Sen sijaan Suomessa käytössä oleva ammoniumasetaattiuuttainen viljavuusfosfori kuvaa erinomaisesti sekä kasvien ravinnetarpeita että ympäristökuormituksen riskejä. Siksi direktiivin "Healthy soil"- tila tulee määrittää olemassa olevan kriteeristön pohjalta.

Nurmirehun P-pitoisuus on yleensä riittävällä tasolla. Kuivien kausien vaikutuksesta rehun P-pitoisuus voi kuitenkin jäädä matalaksi ja silloin kivennäisanalyysin merkitys korostuu. Nurmirehun matala fosforipitoisuus voidaan korjata kivennäisliisillä tai muun dieetin koostumuksella.

Tarkempi lukeminen

Järvenranta, K., Louhisuo, A., Termonen, M., Rätty, M. Uusitalo, R., Yli-Halla, M., Virkajärvi, P. 2024. Fosfori, maaperä ja ilmastonmuutos rehuntuotannossa. Phosphorus, soil and climate change in a feed production FOMARE. Hallinnollinen loppuraportti. 23 s.

Louhisuo, A., Yli-Halla, M., Termonen, M., Kykkänen, S., Järvenranta, K. & Virkajärvi, P. 2023. Long-term changes in soil phosphorus in response to fertilizer application and negative phosphorus balance under grass rotation in mineral soils in Nordic conditions. Soil use and management 40:e13013. <https://doi.org/10.1111/sum.13013>