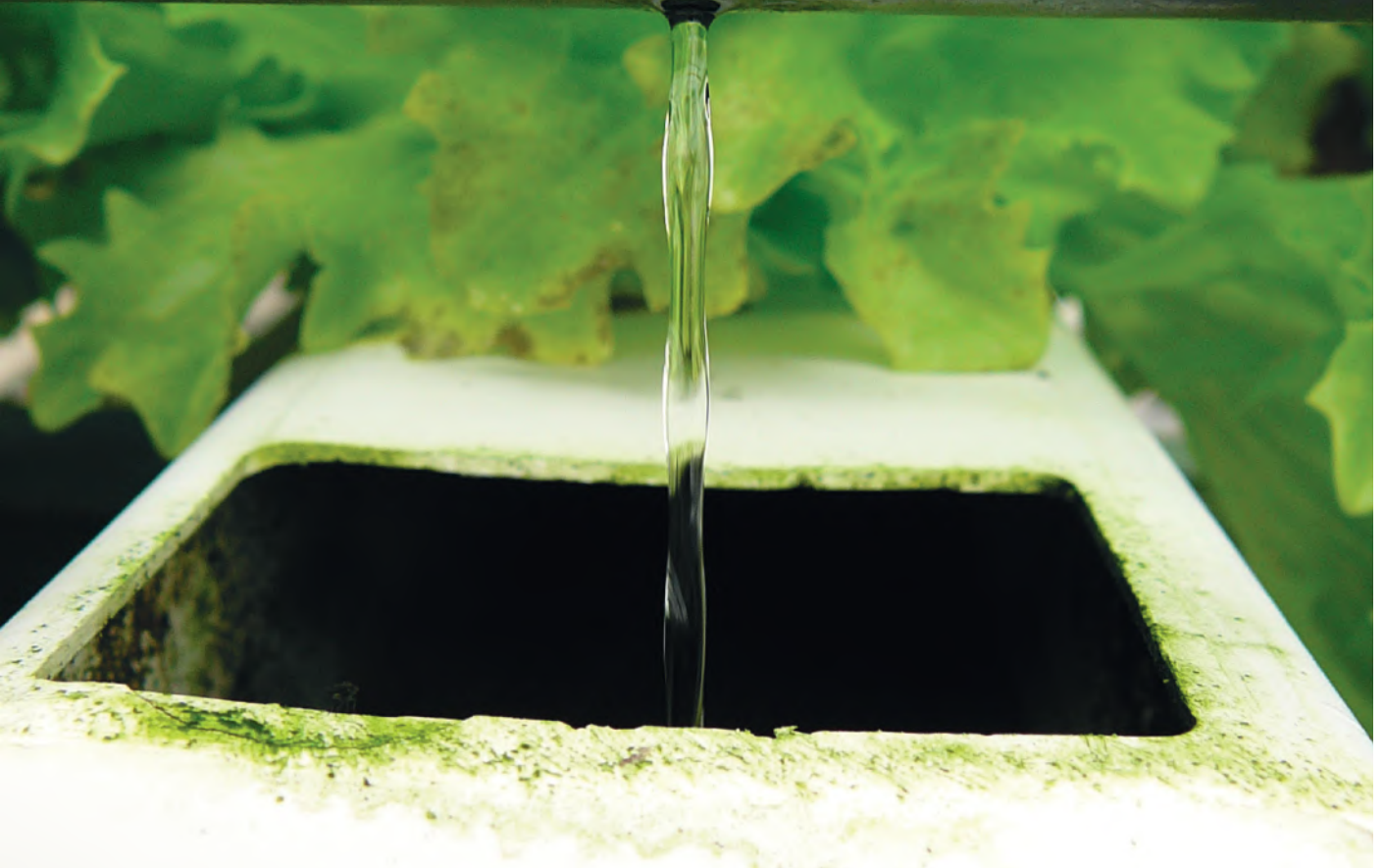


Valotuksen optimointi
ja glysiinibetaini avuksi
**Hallitse salaatin
NITRAATTI**



Kasvihuoneessa ympärivuotisesti kasvatettavan ruukkusalaatin laatuun ja erityisesti sen nitraattipitoisuuteen vaikuttavat monet tekijät. Tehokas tapa nitraattipitoisuuden vähentämiseen on lisätä kasvien valon saantia etenkin kasvatuksen loppuvaiheessa ja ottaa huomioon nykyistä tarkemmin kasvien saama vuorokautinen kokonaisvalomäärä.

TEKSTI: JUHA ALASAARELA, KARI JOKINEN, TITTA KOTILAINEN JA JARKKO MAKKONEN

Kun salaatin nitraattipitoisuutta seurataan, on tärkeä myös säätää kasteluveden nitraattia sekä samalla valon määrää.

Uudet teknologiat mahdollistavat sekä todellisen kasvien saaman valomäärän että kastelulannoitusliuoksen nitraattipitoisuuden jatkuvatoimisen ja reaaliaikaisen mittauksen. Nämä molemmat helpottavat kasvien nitraattipitoisuuden hallintaa viljelmillä. Näin optimoidaan uudella tasolla ruukkasalaattien kasvua ja laadua sekä kasvatukseen tarvittavien resurssien käyttöä.

Tehoravinne, joka kertyy helposti salaattiin

Nitraatti on tehokas typen lähde salaatin viljelyssä. Osa saatavilla olevasta nitraattitypeistä voi kuitenkin kerääntyä kasviin. Tällöin kasvi ei käytä sitä aminohappojen tai valkuaisaineiden muodostukseen, vaan se varastoituu soluihin nitraattina.

Tätä tapahtuu etenkin silloin, kun kasvi kasvaa puutteellisissa valo-olosuhteissa, eli esimerkiksi pohjoisilla leveysasteilla kesäkauden ulkopuolella, kun luonnonvalon määrä on rajallinen ja valotusta ei ole optimoitu.

Huonoissa valo-oloissa yhteyttäminen on heikkoa ja yhteyttämistuotteita muodostuu niukasti. Kasvi voi alkaa käyttää jopa solujen nestetasapainon säätelyä ylläpitäviä yhteyttämistuotteita soluhengitykseen ja kasvuun. Niiden tilalle soluihin tulee nitraattia, ja nitraatin määrä kasvissa väistämättä nousee.

Vesiliukoinen nitraatti jakautuu salaattissa epätasaisesti kasvin eri osiin. Sitä on enemmän vanhoissa lehdissä ja vesipitoisissa lehtiruodeissa. Siksi kaupakunnostuksessa tehty ulommaisten lehtien poisto alentaa tehokkaasti salaatin nitraattipitoisuutta, mutta lisää työtä ja laskee myytäväksi päätyvän salaatin painoa. Uusissa lehdissä, kuten nuorissa kasveissakin, nitraattia on vähiten.

EU-asetus rajoittaa enimmäispitoisuutta

Nitraatin pääasiallinen lähde ravinnossa ovat nitraattia sisältävät kasvikset, aikuisilla erityisesti salaattit. Salaattien taipumus kerätä ylimäärin nitraattia on johtanut siihen, että EU-tason asetuksessa

elintarvikkeissa olevien nitraattien enimmäismäärästä on erilliset ylärajat salaateille: huhtikuun ja syyskuun välisenä aikana 4 000 milligrammaa ja muulloin 5 000 milligrammaa nitraattia katteen alla kasvatetun salaatin tuorepainokiloa kohden.

Kasvien syönnin terveyshyödyt tunnetaan hyvin, mutta nitraatin haitallisuuden ja sille asetettujen raja-arvojen vuoksi viljelijän täytyy kiinnittää huomiota salaattien nitraattipitoisuuksiin.

Viljelmällä salaattien nitraattipitoisuus voidaan mitata esimerkiksi Luken kehittämällä pikamittausmenetelmällä. Yksittäisten salaattien välillä nitraattipitoisuuden vaihtelu on suurta, joten parhaimman tilannekuvan saamiseksi mittauksia tulee tehdä säännöllisesti ja useammasta kuin yhdestä kasvista.

Myös kaupan keskusliikkeet tarkkailevat salaattien nitraattipitoisuuksia osana omavalvontaa. Tuotteen matala nitraattipitoisuus on salaatin arvoa kasvattava laatutekijä.

Valotusta tarkkailtava nitraatin hallitsemiseksi

Monien tutkimusten mukaan kasvihuoneviljelyssä valo-olosuhteet vaikuttavat salaatin nitraattipitoisuuteen. Tämä ilmeni myös tuoreessa pro gradu -tutkimuksessa.

Käytännön viljelmällä suoritus kolmen kuukauden pituisessa seurantamittauksessa valotuksen lisäys alensi salaatin nitraattipitoisuutta ja nopeutti kasvua. Kun päivittäinen mitattu kokonaisvalokertymä syksyllä väheni ja lähestyi arvoa kuusi moolia neliölle vuorokaudessa, eikä tekovalotusta käytetty, salaattien nitraattipitoisuus kohosi lähelle EU-asetuksen määrittelemää enimmäispitoisuutta.

Tulokset osoittivat siis selvästi, että luonnonvalon vähentyessä syksyllä tulee tekovalotus aloittaa riittävän ajoissa. Se pitää myös mitoittaa oikein nitraattipitoisuuden hallitsemiseksi.

Joidenkin tutkimusten mukaan salaatin nitraattipitoisuus voi vaihdella myös saman vuorokauden sisällä. Nitraattipitoisuus on korkeimmillaan aamulla, kun pimeä jakso päättyy ja valojakso alkaa.



Optoseven Oy

Jatkuvatoimisella mittausteknologialla voidaan valotus mitata suoraan kasvuston tasolta ja nitraatti kastelulannoiteliuoksesta. Kuvassa on myös tutkimuksenaikainen prototyyppi nitraattianalysaattorista, joka on nykyisellään pikkukuvan kaltainen laite.

Suoritetussa viljelmäseuranassa vuorokautisella sadonkorjuuajalla ei kuitenkaan havaittu olevan vaikutusta salaatin nitraattipitoisuuteen. Tämä saattoi johtua viljelmän tutkimusjaksolla käyttämästä suhteellisen lyhyestä pimeäajaksosta, vain kaksi tuntia.

Tutkimuksessa myös kasvin ikä vaikutti nitraattipitoisuuteen. Tarkasteltaessa neljän, viiden ja kuuden viikon ikäisiä taimia oli neljän viikon ikäisissä selvästi vähiten nitraattia. Viiden ja kuuden viikon ikäisten salaattien nitraattipitoisuudet olivat samaa luokkaa.

Syyskaudella valotuksen lisääntymässä nitraattipitoisuus laski

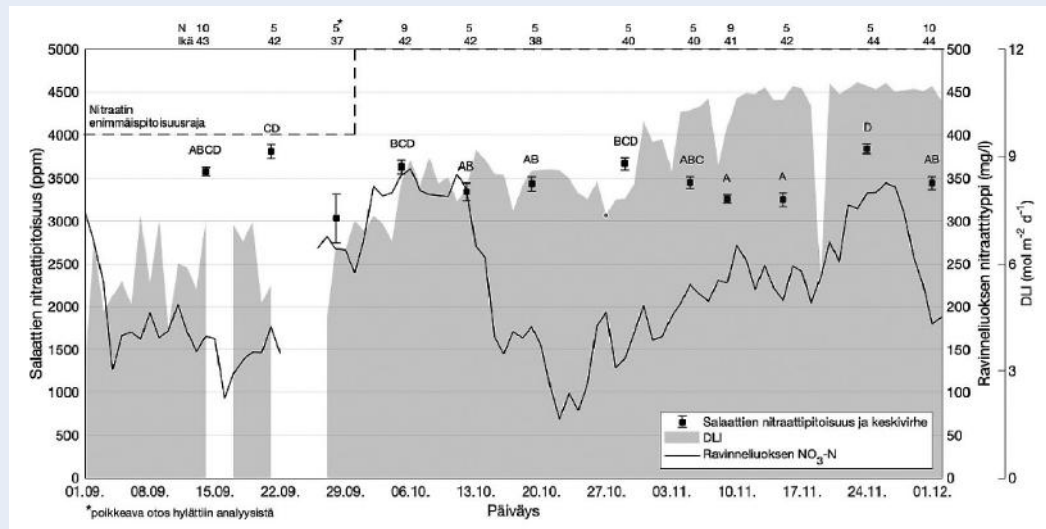
kuitenkin huomattavasti enemmän kuuden viikon ikäisillä taimilla kuin nuoremmilla. Tulos viittaa siihen, että jo pelkästään kasvatuslinjan loppuvaiheen valotuksen seurannalla ja tarpeen vaatiessa sen lisäyksellä voidaan saada merkittävä hyöty nitraattipitoisuuden alentamiseksi.

Vaikka valotuksen vaikutukset kasvuun ja laatuun tiedostetaan useimmilla kasvihuoneviljelmillä, niin sen säätelyyn ja mittaukseen kannattaa panostaa entistä enemmän käytännössä. Näin erityisesti jäsalaattiviljelmillä, koska riittävä valonsaanti nopeuttaa kasvua ja ehkäisee nitraattipitoisuuden nousua.

>>

Jo pelkästään kasvatuslinjan loppuvaiheen valotuksen seurannalla ja tarpeen vaatiessa sen lisäyksellä voidaan saada merkittävä hyöty nitraattipitoisuuden alentamiseksi.

VALOA LISÄÄ JA RAVINNELIUOKSEN NITRAATTIA VÄHEMMÄKSI



Salaattiotosten nitraattipitoisuuksien keskiarvot ja keskiarvojen keskivirheet, päivittäinen valokertymä, DLI, sekä ravinneliuoksen nitraattityypipitoisuus aikajanalla. Otokset on luokiteltu parivertailun testituloksen mukaan kirjaimilla tilastollisesti eroaviin ryhmiin. Kuvassa on katkoviivalla merkitty nitraatin enimmäispitoisuusraja sekä yläreunassa otosten koko, N, ja otoksen ikä vuorokausissa.

Uusi teknologia valon ja nitraatin mittaukseen

Kun mittausteknologia kehittyi edullisemmaksi ja helppokäyttöisemmäksi, on kasvihuoneen kasvuolosuhteita mahdollista kontrolloida jatkuvatoimisesti ja reaaliaikaisesti aikaisempaa tarkemmin.

Vaikka auringonvalo säästää tekovalotukseen kuluva energia erityisesti kesäkaudella, tulee ympärivuotisessa viljelyssä huomioida oikea-aikaisen tekovalotuksen mahdollisuudet täysipainoisesti myös laadukkaiden salaattikasvien tuotannossa.

Kasvihuoneen ja kasvien valotuksen hallinta on usein vaikeaa, kun se perustuu pelkästään kasvihuoneen ulkopuolella olevaan globaalisäteilymittariin ja valaisimien laskennallisen asennustehoon.

Myös verhojen käyttö ja muutokset auringon kulmassa vaikuttavat sisälle tulevan säteilyn määrään. Kasvien saama todellinen kokonaisvalokertymä tulee mitata siis kasvien tasolta.

Tässä tutkimuksessa käytettiin suomalaisen Optoseven Oy:n ja Timo Rajamäen kehittämää kasvihuoneviljelyyn soveltuva jatkuvatoimista mittalaitetta. Se monitoroi automaattisesti ravinneliuoksen nitraattityypipitoisuutta sekä kasveille käyttökel-poista valosäteilyä.

Kasvuston tasalle sijoitettu säteilyanturi antoi jatkuvasti tietoa salaattien valo-olosuhteista sekä valokertymästä kasvien koko kas-

vun aikana. Sen tuottamaa tietoa käytettiin tulosten laskennassa ja analysoinnissa.

Laitteella mitattiin myös jatkuvatoimisesti kasteluravinneliuoksen nitraattipitoisuutta. Pelkästään johtokykyyn perustuva ravinneliuoksen mittaus ei havaitse mahdollisia vääristymiä ravinnesuhteissa.

Ideaalitulanteessa kasveille annettava nitraattityppi voidaan säätää kasveille tulevan valon mukaan – periaatteella vähän nitraattia, kun valoa vähän ja päinvastoin.

Soveltamalla uutta mittausteknologiaa ja liittämällä se olemaan olevaan kasvihuoneen mittaus- ja ohjausjärjestelmään kyetään esimerkiksi entistä tarkemmin hallitsemaan salaattikasvien nitraattipitoisuutta. Näin pystytään tuottamaan hyvälaatuisia tuotteita kuluttajille ympärivuotisesti.

Onhan kunnia-asia, että kotimaiset kasvokset, mukaan lukien kasvihuonesalaatit, alittavat ympäri vuoden myös EU-tason asetuksen mukaiset nitraattipitoisuuden enimmäisarjat.

Alasaarela toimii Helsingin yliopistossa, Jokinen ja Kotilainen Luonnonvarakeskuksessa ja Makkonen Optoseven Oy:ssä.

Juha Alasaarela, Jääsalaatin nitraattipitoisuuden hallinta kasvihuoneviljelyssä. Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto 2019.

Nitraatin pikamittaamenetelmästä katso P&k 3/2015.

Mikä on DLI, kokonaisvalokertymä?

DLI-lyhenne tulee sanoista Daily Light Integral eli kokonaisvalokertymä. Sen yksikkö on mol/m²/d ja sen voi laskea helposti, kun valotuksen määrä on tasainen hetkestä toiseen, kuten on kasvihuoneessa tekovalotuksen osalta.

Kokonaiskertymä lasketaan kertomalla mitattu PAR-säteily μmol/m²/s tunnissa olevien sekuntien määrällä ja edelleen niin monella tunnilla kuin valotus on ollut päällä ja jakamalla tulos vierellä miljoonalla, jotta saadaan mikromooleista mooleja. Esimerkiksi jos tekovalotus on asetettu tasolle PAR 200 μmol/m²/s ja valotus on käytössä 18 tuntia päivässä: 200 μmol/m²/s * 3 600 s * 18 h / 1e6 = 13 mol/m²/d.

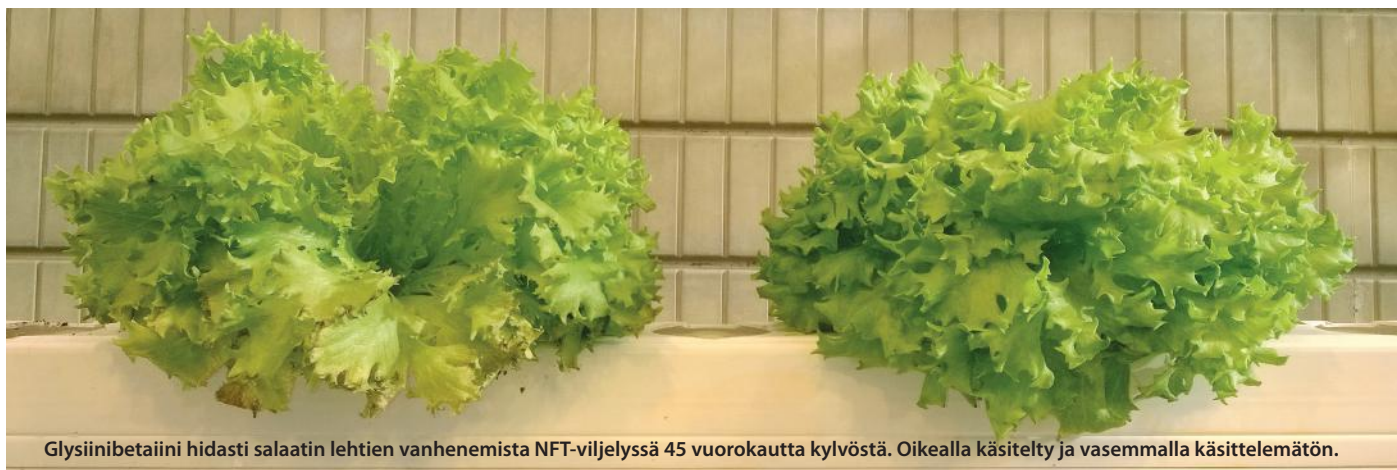
Kokonaisvalokertymän laskeminen ulkona on hieman erilainen prosessi, koska säteilyn määrä vaihtelee voimakkaasti vuorokauden aikana ja tietysti vuodenaikojen mukaan. Kokonaisvalokertymä saadaan laskettua erillisellä kaavalla satelliittipohjaisesti mitatusta globaalisäteilystä.

Tätä tarkastelua varten on kehitetty sovellus, jonka ensimmäinen versio on jo käytettävissä osoitteessa <http://agrispectra.farm>. Sovelluksen pohjalta sekä Ilmatieteen laitoksen Jokioisten mittausaseman tiedoista on koottu esimerkkitalukko kokonaisvalokertymistä eri alueilla. Luvut ovat keskiarvoja kymmenen vuoden ajalta.

TITTA KOTILAINEN

DLI eri maissa eri vuodenaikoina

Kk	Etelä-Suomi	Hollanti	Almeria
1	<2	5	19
2	5	9	26
3	14	19	36
4	26	31	45
5	36	35	51
6	39	38	57
7	40	36	57
8	28	30	51
9	17	22	39
10	8	13	29
11	2	6	20
12	<1	4	18



Glysiinibetaiini hidasti salaatin lehtien vanhenemista NFT-viljelyssä 45 vuorokautta kylvöstä. Oikealla käsitelty ja vasemmalla käsittelemätön.

GLYSIINIBETAINIINILLA hyviä tuloksia salaattilla

Nitraattiseurannan perusteella salaattikasvien nitraattipitoisuudet eivät Suomessa aina alita EU:n lainsäädännössä asetettuja enimmäispitoisuuksia. Luontaisella glysiinibetaiinilla voidaan nitraatin kertymistä estää. Samalla saavutetaan muita hyviä tuloksia.

TEKSTI: KARI JOKINEN, ANNA-KAISA SALOVAARA, MINNAMARI EDELMANN JA PIRJO MÄKELÄ KUVA: KARI JOKINEN

Nitraattityppi säätelee kasviravinnevaihtuksen lisäksi solun suolatasapainoa, mutta monet kasvit, kuten salaatit, saattavat ottaa nitraattityppeä ylimäärin. Nitraattia kertyy erityisesti kasvin yhteyttämisen kannalta epäsuotuisissa kasvuoloissa, kuten niukassa valossa. Glysiinibetaiinia, GB, tuottavat monet ravinnoksi käytettävät viljelykasvit luontaisesti, mutta useimmilta salaattikasveilta puuttuu kyky tuottaa sitä. GB suojaa kasvien elintoimintoja stresseiltä.

– Tavoitteena oli tutkia, miten osmolyttisesti kasvien aineenvaihduntaan vaikuttavalla GB:lla voidaan hallita kasviravinteena annettavan nitraatin kertymistä salaattikasveihin, sanoo johtava tutkija **Kari Jokinen** Lukelta.

KOKEESSA OLIVAT jääsalaatti 'Frillice' ja friseetyyppinen lehtisalaatti 'Exact'. NFT-järjestelmässä kasteluravinneliukseen lisättiin glysiinibetaiinia kolmena eri pitoisuutena, ja lisäksi oli kontrollijäsen ilman GB:tä.

Käsittely aloitettiin 29 ja lopetettiin 36 vuorokautta kylvön jälkeen. Salaateista määriteltiin tuorepaino, kuivapaino, nitraattipitoisuus ja GB-pitoisuus.

JUURISTONKAUTTA annettu GB pienensi kasvi- ja kasvuhuoneessa kasvaneiden salaattikasvien lehtien nitraattipitoisuutta jopa 40–50 prosenttia. Kasvin ottaman GB:n ja lehtien nitraattipitoisuuden välillä oli negatiivinen vuorovaikutus.

Kasvihuonekokeissa GB suurensi myös salaattikasvien kiviainepitoisuutta ja hidasti lehtien vanhenemista. Näin salaattituotteiden kauppakestävyys lisääntyy ja kunnostustarve ennen myyntiä vähenee.

– Alustavien makutestien perusteella GB ei vaikuttanut salaattien makuun, Jokinen huomauttaa.

Laskelmien mukaan yhden GB:n käyttökerran kustannus on 6–25 euroa tuhatta kastelulannosliuoslitraa kohti. Käyttökustannukseen vaikuttavat muun muassa salaatin nitraattipitoisuuden pienentämistavoite, viljelmän GB:n käyttömäärä ja annostelun tekninen toteutus.

Jokinen on johtava tutkija Lukessa. Salovaara, Edelmann ja Mäkelä toimivat Helsingin yliopistossa.

Tutkimusta rahoittivat Suomen Kulttuurirahasto, Kauppapuutarhaliiton Puutarhasäätiö sekä Maiju ja Yrjö Rikalan Puutarhasäätiö.

Lue lisää glysiinibetaiinista tomaatilla P&k 13/2019 s. 24–25.

KEKKILÄ
PROFESSIONAL

KEKKILÄN VAHVA KAKSIKKO VIHANNEKSILLE JA MARJOILLE



SUPEREX

- Vesiliukoinen lannoite vihannesten, kukkien ja marjojen viljelyyn vakiona tai räätälöitynä.

Käytätkö jo Kekkilän kierrätyspalvelua?
Lue lisää kekkilaprofessional.fi/kierratyspalvelu



NATURAL CONTROL -VILJELYLEVY

- Kotimainen ja ympäristöystävällinen viljelylevy tomaatin-, kurkun-, paprikan- ja mansikanviljelylle.
- Turvallinen ja helposti hallittava viljely.
- Biohajoavan muovin ansiosta levyt on helppo kompostoida.



www.kekkilaprofessional.fi • Asiakaspalvelu 020 331 491