

MTTK

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 21/91

Salaatin viljely ja sadon laatu

JOKIOINEN 1991
ISSN 0359-7652

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 21/91

Salaatin viljely ja sadon laatu

Cultivation of lettuce and quality of yield

Yhteistutkimuksen ”Salaatin viljelymenetelmien kehittäminen ja viljelytoimien vaikutus salaatin laatuun” loppuraportti

Toimittaneet

RAILI JOKINEN ja RISTO TAHVONEN

Maatalouden tutkimuskeskus
31600 JOKIOINEN
916-1881

Jokioinen 1991
ISSN 359-7652

SISÄLLYS - Contents

| | sivu- page |
|---|---------------|
| ESIPUHE | 1 |
| YHTEENVETO | 3 |
| ENGLISH SUMMARY | 7 |
| | |
| SALAATIN TAIMIKASVATUS - Growing of lettuce seedlings | |
| JOKINEN, R. & MÄKILÄ, J. Turpeen lannoitus salaatin taimikasvatusta varten - <i>Summary: Fertilization of peat soil for the raising of lettuce seedlings</i> | 11 |
| JOKINEN, R. & HUKKANEN, K. R. Salaatin taimien lannoitus kivivillakuutioissa - <i>Summary: Fertilization of lettuce seedlings grown on rockwool</i> | 23 |
| MÄKILÄ, J., AALTONEN, M. & TAHVONEN, R. Salaatin taimikasvatusaika ja sen vaikutus satoon - <i>Summary: Optimal length of growing period of lettuce seedlings and its effect on the yield</i> | 33 |
| MÄKILÄ, J., JOKINEN, R. & TAHVONEN, R. Salaatin taimien kasvu eri valotusjaksoilla - <i>Summary: Growth of lettuce seedlings in different photoperiods</i> | 45 |
| | |
| KASVIHUONESALAATIN VILJELY JA SADON LAATU - Cultivation of glasshouse lettuce and the quality of yield | |
| JOKINEN, R., MÄKILÄ, J., AALTONEN, M. & SAARINEN, J. Typpilannoittelajin ja -määrän sekä kloridilannoituksen vaikutus keräsalaatin satoon ja sadon laatuun turveviljelyssä - <i>Summary: Effect of N fertilizer, N amount and Cl level on the yield and yield quality of head lettuce grown on peat soil</i> | 53 |
| JOKINEN, R. & MÄKILÄ, J. Kerä- ja lehtisalaatin lannoitus kiertävässä ravinneliuksessa; kasvien kasvurytmi, sato ja sadon laatu - <i>Summary: Effect of fertilization treatments on the growth and chemical quality of lettuce grown in recirculating nutrient solution</i> | 73 |
| JOKINEN, R. & MÄKILÄ, J. Lannoituksen vaikutus turpeessa tai kiertävässä ravinneliuksessa kasvatettujen Lollo Rossa-lajikkeiden väritymiseen, satoon ja sadon laatuun - <i>Summary: Effect of fertilization on the coloring, head weight and quality of Lollo Rossa cultivars grown in peat soil or recirculating nutrient solution</i> | 89 |

| | |
|---|-----|
| HUKKANEN, K. R. & BARTOSIK, M.-L. Lisävalon avulla viljelyjen keräsalaattilajikkeiden menestyminen turve- ja ravinneliuosviljelyssä - <i>Summary: Butterhead lettuce grown in peat and recirculating nutrient solution with additional lighting</i> | 99 |
| TAHVONEN, R. Lannoituksen vaikutus salaatin kadmiumpitoisuuteen - <i>Summary: The effect of fertilization on the cadmium content of lettuce</i> | 109 |
| TAHVONEN, R. Salaattitutkimusten makukokeet - <i>Summary: Taste tests of some of the lettuce experiments</i> | 119 |
| HUKKANEN, K. R. & BARTOSIK, M.-L. Kasvihuoneessa viljeltyjen keräsalaattien nitraattipitoisuus - <i>Summary: Nitrate content of lettuce grown in greenhouse</i> | 123 |
| TAHVONEN, R. <i>Pythium</i> -sienen merkitys salaatin vesiviljelyssä - <i>Summary: Effect of Pythium-fungi on the growth of lettuce in recirculating nutrient solution</i> | 135 |
| AVOMAANSALAATIN LAJIKKEET JA TYPPILANNOITUS - Nitrogen fertilization of crisphead lettuce cultivars in field conditions | |
| JOKINEN, R., MÄKILÄ, J. & PIETOLA, L. Rapean salaatin typpilannoitus avomaalla - <i>Summary: Response of outdoor crisphead lettuce to nitrogen fertilization</i> | 147 |
| PESSALA, R., JOKINEN, R. & AALTONEN, M. Typpilannoituksen vaikutus rapeiden keräsalaattilajikkeiden satoon ja sadon laatuun - <i>Summary: Effect of nitrogen fertilization on the yield and yield quality of crisphead lettuce cultivars</i> | 173 |

ESIPUHE

Maatalouden tutkimuskeskuksessa tehtiin vuosina 1988-1991 yhteistutkimus "Salaatin viljelymenetelmien kehittäminen ja viljelytoimien vaikutus salaatin laatuun". Maa- ja metsätalousministeriö rahoitti hanketta maataloudelisten yhteistutkimusten määrärahoista noin 30 prosentilla koko hankkeen kustannuksista.

Salaatin viljely yleistyi 1980-luvulla maassamme nopeasti, samalla kasvoi salaatin kulutuskin. Viljelyn helppous kiertävässä ravinneliuoksessa, kasvien nopea kasvurytmi ja salaatin soveltuvuus vaatimattomiinkin kasvatusoloihin houkutteli useita viljelijöitä salaatin kasvatukseen. Viljely on keskittynyt Grand Rapids-lajikkeeseen muiden Pohjoismaiden tapaan. Pehmeälehtistä keräsalaattia kasvatetaan pääasiassa turvealustalla ja rapealehtistä salaattia avomaalla sekä lisäksi Lollo Rossa-tyyppisiä lehtisalaatteja kasvihuoneessa ja avomaalla.

Tutkimuksessa selviteltiin salaatin viljelyyn, taimikasvatukseen, lannoitukseen, valotukseen ja juuristotautien torjuntaan liittyviä aiheita. Sadon nitraattipitoisuuden vähentämiseen tähtäävät tutkimukset olivat keskeisiä. Salaatin laatua selvitettiin useissa osatutkimuksissa.

Tutkimukseen osallistuivat Maatalouden tutkimuskeskuksen ympäristöntutkimuslaitos, kasvinsuojelun tutkimuslaitos, kasvintuotannon tutkimuslaitoksen maanviljelyskemian ja -fysiikan tutkimusala, puutarhatuotannon tutkimuslaitos, Martensin vihannes-tutkimusasema, keskuslaboratorio ja Helsingin yliopiston puutarhatieteen laitos.

Maa- ja metsätalousministeriön yhteistutkimusrahoista palkattuina tutkijoina olivat MMM Marja Aaltonen (1.1.1988-31.5.1989) ja MMK Johanna Mäkilä (1.8.1989-31.1.1991). Heidän tehtävänään oli ympäristöntutkimuslaitoksella tehtyjen tutkimusten suunnitteluun ja toteutukseen liittyvät tehtävät, avustavan henkilökunnan ohjaus, kirjallisuuden seuranta ja osaraporttien laatiminen. Kokeiden hoitoon ja analyysien tekoon palkattiin tästä rahasta henkilökuntaa noin puoleksi vuodeksi.

Maatalouden tutkimuskeskuksen omalla rahoituksella tutkimukseen osallistuivat va. prof. Risto Tahvonen kasvinsuojelun tutkimuslaitokselta, tutkimusaseman johtaja Marja-Liisa Bartosik ja tutkija Kaisa Reeta Hukkanen Martensin vihannestutkimusasemalta, tutkija Raija Tahvonen keskuslaboratoriosta, vanh. tutkija Raili Pessala puutarhatuotannon tutkimuslaitokselta, tutkija Liisa Pietola kasvintuotannon tutkimuslaitoksen maanviljelyskemian ja -fyysiikan tutkimusalalta, tutkimusta johtanut erikoistutkija Raili Jokinen ja tutkija Juha Saarinen ympäristöntutkimuslaitokselta.

Eri tutkimuslaitoksilla tutkimuksen toteuttamiseen osallistui lukuisa joukko avustavaa henkilökuntaa kasvihuoneissa ja peiloilla tehtyjen kokeiden hoitoon, laboratorioissa analyysien tekoon sekä laitosten kanslioissa erilaisiin toimistopalveluihin.

Yliassistentti Irma Voipio Helsingin yliopiston puutarhatieteen laitokselta oli mukana asiantuntijana. Työvoimapulan vuoksi hän ei toteuttanut aiheeseen liittyviä tutkimuksia.

Tutkimushanke edistyi monialaisuudestaan huolimatta suunnitelmien mukaisesti ja yhteistyö eri osatutkimusten toteuttajien välillä oli hyvä ja antoisa. Loppuraportin toimittivat Raili Jokinen ja Risto Tahvonen.

Parhaimmat kiitokset Maa- ja metsätalousministeriölle tutkimukseen osoitetusta rahoituksesta, Maatalouden tutkimuskeskuksen ylijohtaja Esko Poutiaiselle tutkimuksen saamasta tuesta, ympäristöntutkimuslaitoksen johtajalle professori Jouko Sippolalle tutkimuksen vaatiman henkilökunnan ja työskentelymahdollisuuksien järjestämisestä, kasvintuotannon tutkimuslaitoksen johtajalle professori Paavo Eloselle kenttäkokeen vaatimista järjestelyistä sekä kaikille tutkimukseen osallistuneille tutkijoille ja tekniselle henkilökunnalle ahkeruudesta, asiantuntevasta avusta ja työn ilosta. Kiitokset myös Maatalouden tutkimuskeskuksen tietopalveluyksikölle tämän tutkimuksen loppuraporttina julkaistavan tiedotteen painokuntoon saattamisesta ja monistuksesta.

Jokioisilla lokakuussa 1991

Raili Jokinen
erikoistutkija,
tutkimuksen johtaja

Risto Tahvonen
va. professori

YHTEENVETO

Maatalouden tutkimuskeskuksessa vuosina 1988-1991 käynnissä olleessa yhteistutkimuksessa "Salaatin viljelumenetelmien kehittäminen ja viljelytoimien vaikutus salaatin laatuun" tehtiin useita osatutkimuksia, joissa käsiteltiin kasvihuonesalaatin taimikasvatusta, viljelyä turpeessa ja kiertävässä ravinneliuoksessa sekä rapean keräsalaatin typpilannoitusta avomaalla.

Kasvihuonesalaatin taimikasvatus

Taimikasvatusturpeeseen sekoitetuilla ravinnemäärillä 250-350 g typpeä, 300-350 g fosforia ja 350-450 g kaliumia turvekuutiota kohti saatiin painavimmat taimet. Mainitut ravinnemäärät saadaan esimerkiksi 2,0-2,5 kilosta Puutarhan Y -lannosta. Kasvuturpeen tuottajien valmistamiin lannoitettuihin turpeisiin tulisi lisätä puuttuvat ravinnemäärät. Pilleröity siemen vaatii taimikasvatusvaiheessa runsaamman lannoituksen kuin tavallinen siemen. Kalkitukseksi riittää 8 kg kuutiolle dolomiittikalkki 2:ta. Kivivillakuutioissa taimien kastelu 3-4 päivän välein liuoksella, jonka typpipitoisuus oli 245 mg/l, fosforipitoisuus 75 mg/l ja K:N=3, saatiin painavimmat 'Grand Rapidsin' taimet. Keräsalaatille ('Berlo') K:N-arvot 1,5 ja 3 olivat samanarvoisia. Taimille annettu lannoitus vaikutti vain yhdessä kokeessa lopullisen sadon määrään kiertävässä ravinneliuoksessa.

Taimikasvatuksessa tulee välttää liian pitkää tai liian lyhyttä kasvatusaikaa. 'Grand Rapidsille' 21-25 vuorokauden ja keräsa-laateille ('Cortina', 'Falcon', 'Nanda' ja 'Norden') 19-21 vuorokauden taimikasvatusajat olivat edullisimmat sadon määrää ajatellen. 'Salinan' sato ei riippunut taimikasvatusajasta (19-28 vuorokautta). Valotusjaksoja 12 h, 16 h ja 24 h yhdisteltiin eri pituisiin päiväjaksoihin (5, 7, 9, 10, 14 tai 19 vuorokautta) 13 erilaisena vaihtoehtona, ja selviteltiin taimien painon ja lehtialan kehitystä. Painavimmat ja lehtialaltaan suurimmat taimet saatiin valotuksella 24 h/19 vuorokautta. Seuraavaksi parhaat vaihtoehdot olivat 24 tunnin valotus taimikasvatuksen alussa, minkä jälkeen valotusaikaa vähennetään 16 tuntiin 5-9 vuorokauden ajaksi taimikasvatuksen lopulla. 'Nordenin' taimien paino oli suurempi kuin 'Cortinan' tai 'Scorpion' lyhyillä valotusjaksoilla. Taimikasvatuksen aikana annetut valotusjaksot eivät vaikuttaneet 'Cortinan' kerän painoon.

Kasvihuonesalaatin viljely ja sadon laatu

Ammoniumtyppeä (20 prosenttia typen määrästä) ja nitraattityppeä sisältävien lannoitusten vaikutukset turveviljelyssä 'Aryn', 'Cortinan', 'Fortessan' ja 'Kelvinin' kerän painoon ja nitraat-

tipitoisuuteen olivat olemattomat, koska puristenesteen typpipitoisuus jäi alle 150 mg/l. Astiakokeena suuremmilla typpimäärillä tehdyissä tutkimuksissa samat lannoitteet tuottivat keskenään yhtä suuret pehmeän keräsalaatin ('Katanga', Kelvin' ja 'Sunlight') sadot kaikilla kolmella typpitasolla. Urean pieni määrä ei poikennut edellisistä, mutta suuret ureamäärät olivat haitaksi salaatin kasvulle. Ammoniumtyyppiä sisältävä lannoitus vähensi tuoresadon nitraattipitoisuutta keskimäärin 10 prosentilla. Kloridimäärät 0, 150, 300 tai 600 mg turvelitraa kohti eivät muuttaneet ammoniumtai nitraattityypellä saatuja salaattisatoja, mutta suuret typpimäärät yhdessä runsaan kloridilannoituksen kanssa olivat salaatille haitallisia. Kloridilannoitus (150 mg Cl/l turvetta) yhdessä ammoniumtyyppiä sisältävän lannoituksen kanssa vähensivät keräsalaatin nitraattipitoisuutta 15-30 prosentilla.

Kiertävän ravinneliuoksen väkevyyksillä 1,5, 3 tai 5 mS/cm keräsalaatin ('Sunlight') kasvu oli hitainta ensimmäisenä viikkona istutuksen jälkeen 5 mS/cm liuoksessa, mutta kasvu elpyi nopeasti. Suurimmat kerän painot saatiin, kun ravinneliuoksen johtokyky oli istutuksen jälkeen kahden viikon ajan korkea (3 tai 5 mS/cm) ja se pienennettiin tämän jälkeen 1,5 mS/cm:iin. Myös sadon nitraattipitoisuus (3360 mg/kg tuoresatoa) oli tällä lannoituksella muita lannoitusvaihtoehtoja pienempi. 'Grand Rapidsin' satoon johtokyvyn muutosten vaikutukset olivat vähäiset, nitraattia sen sadot sisälsivät vähiten jatkuvassa väkevässä ravinneliuoksessa (2680 mg/kg). Ammoniumtyyppiä (20 prosenttia) sisältävä typpilannoite vähensi kevättalvella keräsalaatin ('Scorpio') nitraattipitoisuutta noin 6 prosenttia nitraattityyppeen verattuna ja yhdessä kloridilisäyksen kanssa (150 mg/l kiertävää ravinneliuosta) noin 15 prosentilla. Keräsalaatin keskimääräinen nitraattipitoisuus (noin 4000 mg/tuorekilo) oli korkeampi kuin 'Grand Rapidsin' (2900 mg/kg), kun kumpikin lajike sai samat lannoitukset.

Lollo Rossa -tyyppisten lajikkeiden Valeria, Lotto ja Rossy värittyminen ei parantunut turveviljelyssä typpi- (155 mg N /l turvetta) tai kaliumlisälannoituksella (490 mg K/l turvetta). Kiertävän ravinneliuoksen kolme johtokyvyn tasoa 1,5, 3 tai 5 mS/cm eivät nekään lisänneet värittymistä syys-marraskuussa tehdyssä kokeessa. Kummallakin kasvualustalla salaattiyksilön paino jäi 100 gramman vaiheille. Nitraattia tutkitut lajikkeet sisälsivät lähes yhtä paljon kuin 'Grand Rapids'.

Talvella 14-18 tunnin valotus varmisti pitkän päivän lajikkeiden valmistumisen korjuukuntoisiksi selvästi nopeammin kuin päiväneutraalien lajikkeiden. Pitkän päivän lajikkeista Novita, Provita ja Piccolo virittyivät kukintaan. Kummallakin kasvualustalla pitkän päivän lajikkeet olivat herkkiä erilaisille kasvuhäiriöille. Ravinneliuosviljelyssä ongelmana oli lehdenreunapolte ja turveviljelyssä lasittuminen. Satoisimmat pitkän päivän lajikkeet turveviljelyssä olivat Scania ja Vicky. Päiväneutraaleista 'Titania' valmistui muita nopeammin.

Lannoitteiden sisältämä kadmium siirtyi kasveihin ja kiertävässä ravinneliuoksessa johtokyvyn nostaminen kohotti salaatin kadmiumpitoisuutta. Lannoitteiden kadmiumpitoisuuksissa oli lähes kaksinkertaisia eroja eri tuote-erien välillä. Varsinkin kiertävässä ravinneliuosviljelyssä lannoitteiden kadmiumpitoisuuksia tulisi kontrolloida, koska salaatti kerää helposti kadmiumia.

Makukokeiden avulla pyrittiin selvittämään lajikkeiden välisiä eroja sekä kasvualustan tai lannoituksen vaikutuksia makuun. Testiryhmä oli kuluttajaraatia vastaava harjaantunut ryhmä. Turpeessa tai ravinneliuoksessa kasvatettujen salaattien välillä ei todettu makueroja. Lannoituksen todettiin vaikuttavan makuun, mutta miellyttävyyseroja ei voitu osoittaa. Viljelyalustat ja lannoitteet voidaan siis valita vapaasti. Norden-lajikkeen väri ja maku osoittautuivat lajikekokeissa muita lajikkeita huonommaksi. Lajikekokeissa ei löydetty selvästi muita parempia lajikkeita.

Kasvihuoneessa eri vuodenaikoina kasvatettujen keräsalaattilajikkeiden tuoresadon nitraattipitoisuus oli turveviljelyssä 2930–3790 mg/kg ja kiertävässä ravinneliuoksessa 2260–6100 mg/kg. Turpeessa yhdeksästä lajikkeesta kahden keskimääräinen nitraattipitoisuus ylitti 3500 mg/kg, ravinneliuosviljelyssä kolmestatoista lajikkeesta yhdeksän. Ravinneliuosviljelyssä neljän lajikkeen suurin nitraattipitoisuus oli yli 6000 mg/kg. Molemmilla kasvualustoilla Bellona-lajikkeen nitraattipitoisuus oli selvästi pienempi kuin muiden lajikkeiden. Kun sadonkorjuuta edeltäneiden viiden päivän aikana kertynyt valosumma kohosi, salaatin nitraattipitoisuus pieneni ($r=0.71^{**}$).

Pythium-sieni aiheutti voimakkaana saastuntana ravinneliuosviljelyssä sadon alenemisen kolmannekseen verrattuna terveeseen kasvustoon. Taudinaiheuttajan leviäminen terveelle viljelmälle sairaiden taimien mukana alensi jo ensimmäisellä viljelykerralla satoa noin 15–20 prosenttia. Kun viljelmää ei desinfioitu, sato aleni kesäaikana noin 70 prosenttia. Taudinaiheuttaja levisi saastuneista viljelykouruista terveisiin niin nopeasti, että saman viljelmän saastutetuista ja saastuttamattomista viljelykouruista korjatujen satojen ja tautisuuksien välillä ei ollut eroja. Myöhään syksyllä ja talvella, jolloin kasvatuslämpötila oli 10–14 °C, *Pythium*-sienen aiheuttamat sadonmenetykset olivat lievempiä kuin kesällä 18–25 °C lämpötilassa. Taimiruukkujen käsittely propamokarbi-hydrokloridi -fungisidilla tai Streptomycetes-biotorjuntavalmisteella ja kasvatuskourujen puhdistus vähensi tautituhoja vain vähän tai ei lainkaan. Taimen iällä ei ollut merkitystä *Pythium*-sienen aiheuttamiin satomenetyksiin. Propamokarbi-hydrokloridi kiertovedessä torjui taudin tuhoja tehokkaasti, mutta sato oli kuitenkin noin kolmanneksen heikompi kuin terveessä kasvustossa ja kolmanneksen suurempi kuin biologisesti tai pintajännitystä alentavalla aineella käsitellyssä kiertovedessä. *Pythium*-sieni vähensi salaatin veden kulutusta noin 40 prosenttia terveeseen kasvustoon verrattuna.

Rapean keräsalaatin typpilannoitus- ja lajikekokeet avomaalla

Rapealehtisille keräsalaateille 'Bix', 'Ithaca', 'Kelvin' ja 'Malika' typpilannoitus 50+30 kg/ha tyyppiä riitti takaamaan korkean satotason ja hyvän laadun. Tätä suuremmat typpimäärät (100+30, 150+30 ja 200+30 kg/ha) kohottivat hieman sadon nitraattipitoisuutta ja heikensivät varastointikestävyyttä. Kerien keskimääräinen nitraattipitoisuus oli 320 mg tuorepainossa. Typpien määrän kasvattaminen kohotti kerien kalsium-, magnesium-, rikki-, natrium-, sinkki-, mangaani- ja booripitoisuutta. 'Kelvin' osoittautui sadontuottokyvyltään ja laadultaan parhaaksi lajikkeeksi. Kauppakunnostuksessa poistettavien sadon osien mukana pellolle jäi lannoitetuissa koejäsenissä tyyppiä laskennallisesti arvioiden 80 kg/ha.

Typpimäärillä 80+40 ja 120+40 kg/ha tehdyssä lajikekokeessa (lajikkeet: Calona, Crispino, Kelvin, Malika, RS 822560, Salinas ja Telda) kerän bruttopaino, I lk:n kerän paino tai 100 m²:ltä korjattu sato eivät riippuneet typpimäärästä. Tuoresadon nitraattipitoisuus kohosi 25 prosenttia (290:stä 360 mg/kg:een), lukuun ottamatta Kelvinin nitraattipitoisuutta.

ENGLISH SUMMARY

The growing conditions of lettuce (Lactuca sativa L.) seedlings, and the cultivation of lettuce on peat soil and in recirculating nutrient solution in glasshouse, and in field conditions were studied in a series of studies conducted at the Agricultural Research Centre of Finland in 1988-1991.

Growing of lettuce seedlings

For good growth lettuce seedlings grown in Vefi pots (diam. 4 cm) filled with Sphagnum peat required the following amounts of nitrogen, phosphorus and potassium: 250-350 g N, 300-350 g P and 350-450 g K per cubic meter peat, e.g. 2.0-2.5 kg of compound fertilizer 11-11-20. Pelleted seeds required heavier fertilization than untreated seeds. On rockwool, watering the seedlings every three days with nutrient solutions containing 245 mg N and 75 mg P per liter solution, ratio K:N=3, gave the highest weight of seedlings of 'Grand Rapids'. For the butterhead lettuce 'Berlo' K:N ratios of 1.5 and 3 had an equal effect on the seedling weight. The fertilizer treatments given during the seedling time had no effect on the final yields or head weights.

Seedling periods longer or shorter than 21-25 days for 'Grand Rapids' or 19-21 days for butterhead lettuces ('Cortina', 'Falcon', 'Nanda', 'Norden') are not recommended. Seedlings grown at the above optimal periods gave the highest yields, except 'Salina' which grew very well with 19-28 days old seedlings. Photoperiods of 12 h, 16 h and 24 h during 5, 7, 9, 10, 14 or 19 days were given in 13 different combinations. Seedlings of the highest weight and greatest leaf area were grown in light for 24 h/19 days. The next best were the 24 h photoperiod after seeding and the 16 h photoperiod during 9-5 days at the end of seedling time. 'Norden' produced the heaviest seedlings in short photoperiods. The yield of 'Cortina' was not dependent on the light conditions during the seedling time.

Cultivation of glasshouse lettuce and the quality of yield

Nitrogen fertilizers containing 100 per cent nitrate, or 80 per cent nitrate and 20 per cent ammonium had an equal effect on the head weight and nitrate content of 'Amy', 'Cortina', 'Fortessa' and 'Kelvin' grown on peat soil when the amount of N added was low. In pot experiments, higher amounts of the same N fertilizers and urea were studied with four levels of chloride. The head weight of the butterhead lettuces 'Katanga', 'Kelvin' and

'Sunlight' was not dependent on the fertilizer type. The nitrate content decreased with ammonium containing N fertilizer by about 10 per cent and together with chloride by about 15-30 per cent. The highest levels of nitrogen and chloride were injurious to lettuce. The optimum level of chloride seemed to be 150 mg Cl/liter peat for three successive crops.

In the recirculating nutrient solution the electrical conductivity (EC) levels 1.5, 3 and 5 mS/cm were kept constant during the growing period or varied in different combinations. The butterhead lettuces 'Scorpio' and 'Sunlight' developed slowly during the first week after planting when the EC was high (5 mS/cm). Thereafter the head weight increased rapidly (10 g/day). The heaviest heads were grown when the EC of the nutrient solution was 3 or 5 mS/cm during two weeks after planting and then diminished to 1.5 mS/cm. The increase of EC with advancing growth was most unfavorable. The nitrate content of fresh heads varied between 3660 and 4460 mg/kg, the lowest contents being achieved by decreasing the EC of nutrient solution. The yield of 'Grand Rapids' was less dependent on the EC of the nutrient solution; the nitrate content varied between 2680 and 3300 mg/kg fresh weight. The lowest values were observed in lettuces grown at a constant EC of 5 mS/cm. Nitrogen fertilization including 20 per cent ammonium decreased the nitrate content of head lettuces by about 6 per cent, and ammonium together with chloride (150 mg/l recirculating nutrient solution) by about 15 per cent.

The coloring of the Lollo Rossa cultivars Valeria, Lotto and Rossy was not intensified on peat soil by additional amount of N (155 mg/l peat) or K (490 mg/l peat). The same was observed in recirculating nutrient solution at EC levels of 1.5, 3 and 5 mS/cm. The yield weight and the nitrate content of yield were on neither growth base dependent on the fertilization level. The nitrate content of Lollo Rossa type lettuces seemed to be at the same level as in 'Grand Rapids'.

In winter, photoperiods of 14-18 h/day induced bolting in the long-day cultivars Novita, Provita and Piccolo. Other long-day cultivars grew faster than the day-neutral cultivars, but were on peat or in circulating nutrient solution more sensitive to disturbances. Tipburn was the problem in nutrient solution culture and glassiness in peat culture. On peat soil the most high-yielding long-day cultivars were Scandia and Vicky. The day-neutral cultivar Titania grew fastest.

The cadmium of the fertilizers was transferred to the lettuce crops. In recirculating nutrient solution culture the cadmium content of lettuce was highest with the most concentrated nutrient solutions. Differences between fertilizer lots could be even double. The cadmium content of fertilizers used in nutrient solution cultures should be controlled, because lettuce takes up cadmium easily.

Taste tests were made to ascertain the differences between lettuce cultivars, as well as the effect of the type of growth base and fertilization on the taste. The test group was a trained group of consumers. No differences were detected between lettuces grown on peat or in recirculating nutrient solution. Fertilization did affect the taste, but no differences were detected in the pleasantness. The color and taste of cultivar Norden were worse than those of others cultivars. No cultivar proved superior.

On average, the nitrate content of lettuce varied greatly during the growing season, particularly in recirculating nutrient solution culture. The content was highest in the autumn and spring. In recirculating nutrient solution the average nitrate content ranged from 2260 to 6100 mg/kg fresh lettuce. Nine out of the thirteen cultivars exceeded the limit 3500 mg/kg, and four cultivars had the nitrate content even higher than 6000 mg/kg. On peat soil nitrate content of lettuce ranged from 2930 to 3790 mg/kg, and two out of nine cultivars had an average nitrate content higher than 3500 mg/kg. In both peat and recirculating nutrient solution cultures, cultivar Bellona showed a decidedly lower nitrate content than the other cultivars. In the recirculating nutrient solution, the increase in light integral collected during five previous days from harvest decreased the nitrate content of fresh butterhead lettuce ($r=0.71^{**}$).

Pythium diseases on lettuce roots with heavy infection caused in water culture yield decreases of 15-70 per cent. The spread of the disease with seedlings decreased the yield of healthy seedlings in the first growing period by about 15-20 % per cent. When the culture equipment was not disinfected, the yield decrease was 70 %.

Pythium spread from the infected growing canal so quickly that there were no differences in yields and disease indexes between the plants grown in inoculated and noninoculated canals. The yield losses were smaller in late autumn and winter at 10-14 °C than in summer at 18-25 °C. A treatment of seedling pots with propamocarbhydrochloride or Streptomyces microbial preparation decreased or disease losses only little, or had no effect. The age and the size of plants had no effect on damages and yield losses caused by Pythium. Propamocarbhydrochloride in circulating water increased significantly the yield of lettuce compared to the culture treated with Agral or Streptomyces biopreparation, but the yield was 30 % lower than that of healthy culture. Pythium decreased the water consumption of plants by about 40 % compared to the healthy plants.

Nitrogen fertilization of crisphead lettuce cultivars in field conditions

Crisphead lettuce cultivars Bix, Ithaca, Kelvin and Malika were fertilized with four levels of N (0, 50+30, 100+30, 150+30 and 200+30 kg/ha) on a sandy clay soil of good nutrient

status. For all cultivars 50+30 kg/ha N was enough to produce a high yield and good quality. Higher N amounts slightly increased the accumulation of nitrate in heads, and trimming losses during storage. The nitrate content of heads was 320 mg/kg fresh weight, on average. The concentrations of Ca, Mg, S, Na, Zn, Mn and B increased by high amounts of N fertilization. Nitrogen in crop residues amounted to 80 kg/ha when N was applied. Of the cultivars, Kelvin produced the best yield and best quality.

Nitrogen fertilization amounts of 80+40 and 120+40 kg N/ha had no effect on total head weight, first class head weight and yield per 100 m² of the seven varieties (Calona, Crispina, Kelvin, Malika, RS 822560, Salinas and Telda). The nitrate content of heads increased by 25 per cent (from 290 mg/kg to 360 mg/kg FW), Kelvin an exception. Of the cultivars, Calona had the lowest nitrate content at low N level.

TURPEEN LANNOITUS SALAATIN TAIMIKASVATUSTA VARTEN

Fertilization of peat soil for the raising of lettuce seedlings

Raili Jokinen ja Johanna Mäkilä
Maatalouden tutkimuskeskus
Ympäristöntutkimuslaitos

TIIIVISTELMÄ

Salaatin taimikasvatus turpeessa tuotti painavimmat taimet, kun kasvualustaan oli sekoitettu 2,0-2,5 kg Turpeen Y-lannosta turvekuutiota kohti. Lannoittamattomaan turpeeseen tulisi lisätä 250-350 g typpeä, 300-350 g fosforia ja 350-450 g kaliumia turvekuutiota kohti. Kasvatuksen aikana edellisten lisäksi annetuilla typpeä ja kaliumia sisältävillä lisälannoituksilla ei ollut positiivista vaikutusta taimien painoon ja lehtialaan. Valmiit lannoitetut kasvuturpeet eivät sisältäneet tarpeeksi ravinteita. Kalkituksella 8 kg dolomiittikalkki 2:ta turvekuutiota kohti pH-luku kohosi lähelle kuutta, mikä oli lyhyttä taimikasvatusaikaa varten riittävä.

Tekijöiden osuudet: Raili Jokinen suunnitteli kokeet, laski tulokset ja kirjoitti raportin, Johanna Mäkilä valvoi tutkimuksen toteutusta ohjaten avustavan henkilökunnan työskentelyä ja teki kirjallisuuden haut.

JOHDANTO

Taimikasvatuksen tavoitteena on tuottaa mahdollisimman elinvoimaisia ja tanakoita taimia jatkokasvatusta varten. Maassamme on myynnissä eri karkeusastetta olevia lannoitettuja turpeita, joita viljelijät käyttävät taimien kasvualustana. Valmiiden lannoitetujen turpeiden sijaan monet viljelijät käyttävät lähellä sijaitsevasta suosta otettua turvetta, joka kalkitaan ja lannoitetaan taimikasvatusta varten.

Salaatin taimien kasvatusta eri tavoin lannoitetuissa ja eri materiaaleista koostuvissa kasvualustoissa ovat tutkineen muiden muassa KRATKY ja MISHIMA (1981). Turvetta, vermikuliittia, perliittiä tai hietaa eri suhteissa sisältävillä kasvualustoilla he saivat parhaat salaatin taimet sekoittamalla kasvualustaan 4-8 grammaa litraa kohti lannoitetta 8-14-7 ja antamalla lehtilannoituksena lisäksi päivittäin 3,8 l neliömetrille lannoiteliuosta, jossa oli 200 mg litrassa lannoitetta 13-11-21.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää turpeessa kasvatettavien salaatin taimien lannoitusta ja arvioida kaupasta saatavien turpeiden ravinnesisällön riittävyttä taimien kasvatukseen.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Salaatin taimien kasvatukseen turpeessa liittyviä lannoituskokeita tehtiin kolmea eri tyyppiä. Kasvualustana oli Satoturve Oy:n kalkittu ja lannoitettu B2-turve tai saman valmistajan lannoittamaton ja kalkitsematon C0-turve. Taimet kasvatettiin läpimitaltaan 6 cm:ssa Vefi-ruukuissa kasvihuoneessa.

Moniravinteisen lannoitteen määrät

Lannoittamattomaan ja kalkitsemattomaan C0-turpeeseen sekoitettiin kuutiometriä kohti kahdeksan kiloa dolomiittikalkki 2:ta sekä Turpeen Y-lannosta viisi eri määrää: 0, 0,5, 1,0, 1,5 tai 2,0 kiloa (koe 1: 25.10.-8.11.1989). Toisessa kokeessa (koe 2: 17.4.-2.5.1990) Turpeen Y-lannosmäärät olivat: 0, 1,0, 2,0, 2,5 tai 3,0 kiloa turvekuutiota kohti. Kiloina turvekuutiota kohti ilmoitetut lannoitemäärät ovat yhtä suuret kuin grammoita turvelittraa kohti esitetyt määrät.

Lannoituksissa lisättiin turpeeseen seuraavat määrät typpeä, fosforia ja kaliumia:

| Turpeen Y -lannos kg/m ³ | Typpi | Fosfori | Kalium | Koe n:o |
|---|---------------------------|---------|--------|------------|
| | N | P | K | |
| | g/m ³ turvetta | | | |
| 0,0 | 0 | 0 | 0 | 1 ja 2 |
| 0,5 | 55 | 54 | 98 | 1 |
| 1,0 | 110 | 107 | 196 | 1 ja 2 |
| 1,5 | 165 | 161 | 294 | 1 |
| 2,0 | 220 | 214 | 392 | 1 ja 2 |
| 2,5 | 275 | 268 | 490 | 2 |
| 3,0 | 330 | 322 | 588 | 2 |

Turve kalkittiin noin viikkoa ennen lannoitusta ja kasteltiin, lannoitteet sekoitettiin kymmenen litran eriin turvetta, seokset kostutettiin 45 painoprosenttiin ja annettiin tasapainottua yli yön.

Vefi-ruukut täytettiin turpeella käsin ja ruukkuihin kylvettiin neljä siementä (lajike Norden). Taimilaatikkoon (=lannoitusruutuun) aseteltiin 18 pilleröidyllä siemenellä kylvettyä ja 18 paljaalla siemenellä kylvettyä ruukkuja. Lannoitusruutujen kerranteita kokeissa oli kolme. Osaruutumenetelmän mukaisissa kokeissa lannoitus oli pääruutuna ja siementyyppi osaruutuna.

Kylvökset peitettiin noin parin vuorokauden ajan styrox-levyllä itämisen varmistamiseksi. Kasvihuoneen lämpötila pidettiin 15-18 °C:ssa ja kosteus 50 ja 70 prosentin välillä. Valotus annettiin korkeapainenaatriumlampuilla (SON-T) 24 tuntia 5000-6500 luxia. Taimien kasvatusaika oli 14 vuorokautta.

Neljästä kylvetystä taimesta ensimmäisen paino punnittiin viiden vuorokauden kuluttua itämisestä, toisen paino kymmenen vuorokauden ja loppujen kahden taimen paino kokeen lopussa. Jokaisesta osaruudusta punnittiin eri kertoina 15 taimen paino yksitellen. Taulukoissa ja kuvissa tulokset esitetään yhden taimen painoina.

Taimikasvatuksen päätyttyä kasvualustat otettiin talteen, kuivattiin ja jauhettiin viljavuusanalyysejä varten. Happamaan ammoniumasetaattiin uuttuvat (VUORINEN ja MÄKITIE 1955) kalsium ja kalium mitattiin plasmaemissiospektrometrillä (ICP-ARL), uuttuva fosfori molybdensinimenetelmällä värjätystä liuoksesta kolorimetrimetrimillä. Johtoluku ja pH mitattiin turpeen ja veden suspensiosta (1:2,5) yli yön tapahtuneen tasapainottumisen jälkeen.

Tulosten luotettavuus testattiin varianssianalyyseillä ja aineistona oli ruuduista punnittujen 15 taimen painon summa, koska taimien painon vaihtelut yhden ruudun sisällä tulevat näin otetuksi huomioon. Lannoitusten tai siementyyppien väliset parittaiset erot testattiin Tukeyn t-testillä, HSD $p=0,05$ (STEEL ja TORRIE 1981). Taulukoissa esitetään vain merkitsevät t-testin tulokset.

Fosfori- ja kaliummäärät

Lannoittamaton ja kalkitseminen C0-turve kalkittiin kahdeksalla kilolla dolomiittikalkki 2:ta kuutiota kohti. Kymmenen litran eriin kalkittua turvetta sekoitettiin kahden fosforimäärän ($P_1=100$ g, $P_3=300$ g P/m^3 turvetta) ja kolmen kaliummäärän ($K_1=150$ g, $K_2=300$ g, $K_3=450$ g K/m^3 turvetta) seokset (koe 3: 2.1.-16.1.1990) tai kahden kaliummäärän ($K_1=300$ g, $K_2=450$ g K/m^3 turvetta) ja kolmen fosforimäärän ($P_1=150$ g, $P_2=300$ g, $P_3=450$ g P/m^3 turvetta) seokset (koe 4: 27.3.-10.4.1990). Lannoitteina käytettiin puhtaita kemikaaleja ja punnitut määrät ilmenevät taulukosta 1. Aikaisempien kokeiden tulosten perusteella kalsiumnitraattina annetun typen määräksi valittiin 150 mg/l turvetta.

Osaruutumallin mukaisissa kokeissa lannoitukset olivat pääruutuina ja siementyyppit osaruutuina.

Turpeiden ruukutus, siementen kylvö, kylvösten peittäminen, kasvatusaika ja taimien punnitus tehtiin kuten edellisissäkin kokeissa. Myös kasvihuoneen lämpötila- ja kosteussäädöt sekä valotus olivat samat kuin edellä.

Typpi- ja kaliumlannoitus taimikasvatuksen lopulla

Lannoittamaton ja kalkitseminen C0-turve kalkittiin kuten aikaisemminkin ja lannoitettiin 1,5 kilolla Turpeen Y-lannosta ja 5,6 kilolla monokalsiumfosfaattia. Tämän lannoituksen sisältämät ravinnemäärät olivat edellisissä kokeissa osoittautuneet edullisiksi. Turvekuutiota kohti laskettuna lannoituksessa annettiin 165 g typpeä, 300 g fosforia ja 300 g kaliumia.

Turpeella täytettyihin Vefi-ruukkuihin kylvettiin yksi pille-röity siemen, lajikkeina Scorpio (koe 5: 13.2.-6.3.1990) ja Nanda

Taulukko 1. Turpeen lannoitusten fosfori- ja kaliummäärät (g/m³ turvetta) ja lannoitukseen käytetyt kemikaalit salaatin taimikasvatuskokeissa.

Table 1. Phosphorus and potassium levels (g/m³ peat) and amounts of chemicals (p.a.) added in peat for growing of lettuce seedlings.

| | | Fosfori P g/m ³ turvetta g/m ³ peat | Kalium K g/m ³ turvetta g/m ³ peat | Kemikaalit kg/m ³ turvetta Chemical compounds kg/m ³ peat | | | |
|------------|-----|--|---|--|--|-----|--|
| | | | | KH ₂ PO ₄ | K ₂ HPO ₄ ·3H ₂ O | KCl | Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O |
| Koe 3 Exp. | | | | | | | |
| P1 K1 | 100 | 150 | 3.48 | 1.46 | | | |
| P1 K2 | 100 | 300 | 3.48 | 1.46 | 2.86 | | |
| P1 K3 | 100 | 450 | 3.48 | 1.46 | 5.75 | | |
| P3 K1 | 300 | 150 | 3.48 | | | | 8.94 |
| P3 K2 | 300 | 300 | 10.44 | | | | 2.13 |
| P3 K3 | 300 | 450 | 13.18 | | 0.40 | | |
| Koe 4 Exp. | | | | | | | |
| K1 P1 | 150 | 300 | | 8.76 | | | 1.32 |
| K1 P2 | 300 | 300 | | 8.76 | | | 7.42 |
| K1 P3 | 450 | 300 | | 8.76 | | | 12.51 |
| K2 P1 | 150 | 450 | 6.59 | | 4.98 | | |
| K2 P2 | 300 | 450 | | 13.02 | | | 5.05 |
| K2 P3 | 450 | 450 | | 13.02 | | | 11.15 |

(koe 6: 14.3.-4.4.1990). Taimia kasvatettiin 14 vuorokautta samoissa oloissa kuin aikaisempiakin taimikasvatuskokeita.

Tutkittavat lannoitukset typpeä ja kaliumia sisältävillä liuoksilla tehtiin alkukasvatuksen jälkeen pipetoimalla ruukkuihin 10 ml jotakin seuraavista lannoitteista:

| Liuos | Typpeä | Kaliumia | Liuos | Typpeä | Kaliumia |
|--------------|--------|----------|--------------|--------|----------|
| | N | K | | N | K |
| mg/l liuosta | | | mg/l liuosta | | |
| 1. | 0 | 0 | 7. | 400 | 400 |
| 2. | 150 | 800 | 8. | 400 | 1600 |
| 3. | 400 | 800 | 9. | 400 | 2200 |
| 4. | 1000 | 800 | 10. | 400 | 3100 |
| 5. | 1400 | 800 | | | |
| 6. | 1900 | 800 | | | |

Yhteen lannoitusruutuun (taimilaatikkoon) ladottiin 36 ruukkua. Kokeet toteutettiin satunnaistettujen lohkojen mallin mukaan, kerranteita oli kolme. Kokeen lopussa punnittiin viiden taimen paino kustakin ruudusta ja määritettiin lehtialaplanimetrillä niiden yhteinen lehtiala, punnittiin viidentoista muun taimen yhteispaino tuoreena ja kuivana.

Samaa tutkimusaihetta jatkettiin kahdessa muussa kokeessa siten, että lannoitettuun ja kalkittuun B2-turpeeseen sekoitettiin kalkkisalpietaria (1,39 kg) ja monokalsiumfosfaattia (0,8 kg) turvekuutiota kohti. Näissä lannoitteissa tuli typpeä 165 g ja kaliumia 214 g turvekuutiolle. Lannoitetussa turpeessa oli typpeä 110 g, fosforia 110 g ja kaliumia 200 g, ja kasvualustassa siis yhteensä 275 g typpeä, 324 g fosforia ja 200 g kaliumia.

Turpeella täytettyihin ruukkuihin kylvettiin yksi pilleröity Sunlight-lajikkeen siemen. Kahden viikon kuluttua taimettumisesta saman taimilaatikon (36 ruukkua) kaikkiin ruukkuihin pipetoitiin 10 ml jotakin seuraavista typpeä ja kaliumia sisältävistä liuoksista:

| Koe 7. | | | Koe 8. | | |
|--------|--------------|---------------|--------|--------------|---------------|
| Liuos | Typpeä N | Kaliumia K | Liuos | Typpeä N | Kaliumia K |
| | mg/l liuosta | | | mg/l liuosta | |
| 1. | 300 | 0 | 1. | 0 | 300 |
| 2. | 300 | 350 | 2. | 350 | 300 |
| 3. | 300 | 700 | 3. | 700 | 300 |
| 4. | 300 | 1050 | 4. | 1050 | 300 |
| 5. | 300 | 1400 | 5. | 1400 | 300 |
| 6. | 300 | 1750 | 6. | 1750 | 300 |

Kokeet tehtiin syksyllä 1990 (koe 7: 21.9.-15.10.; koe 8: 19.10-9.11.). Lämpötila ja valotus olivat samat kuin aikaisemmissa taimikasvatuskokeissa, erona kuitenkin taimille annettu hiilidioksidilannoitus (900 ppm) aamulla klo 5-10 ja iltapäivällä klo 14-18. Satunnaistettujen lohkojen kokeissa oli kolme kerranetta.

Kolmen viikon kuluttua taimettumisesta punnittiin viiden taimen painot ja mitattiin niiden lehtiala, punnittiin 15 taimen yhteispaino tuoreena ja kuivana.

Kolmen, neljän vuorokauden kuluttua lisälannoituksesta taimissa todettiin selviä magnesiumin puutteen oireita. Niiden torjumiseksi ei kuitenkaan annettu magnesiumlannoitusta, koska kokeen lopettamiseen oli enää muutama päivä eikä taimia ollut takoitettu jatkokasvatukseen. Kalkituksen jälkeen turpeet oli heti lannoi-

tettu ja kylvetty, eikä dolomiittikalkin magnesiumille jäänyt riittävästi liukenemisaikaa, minkä vuoksi kaliumlannoitus aiheutti magnesiumin puutteen. Kalkittu kasvualusta tulisi pitää kosteana vähintään viikon ajan ennen kylvöä.

Taimien jatkokasvatus turpeessa

Kokeesta 5 saatuja taimia kasvatettiin kasvihuoneessa turpeessa tarkoituksena selvittää taimille annetun lannoituksen mahdollista vaikutusta lopulliseen satoon. Ruutuun istutettiin kolme viiden taimen riviä 6.3.1990 ja sato korjattiin 18.4.1990. Kokeessa oli vain kaksi kerrannetta, koska taimia ei riittänyt useampaan kerranteeseen.

Kasvualustana oli kalkittua ja lannoitettua Satoturpe B2:ta 10 cm:n kerros. Kasveja kasteltiin, mutta ei lannoitettu. Valotus-takaan ei annettu, koska kasvatettiin päiväneutraalia lajiketta.

Sadonkorjuu tehtiin keskimmäisestä rivistä, jonka viidestä kerästä otettiin kolme keskimmäistä, punnittiin bruttosato ja kauppakunnostuksen jälkeen I lk:n sato. Kauppakelpoisen sadon kerät halkaistiin ja toinen puolikas jokaisesta kerästä yhdistettiin kuiva-ainemääritystä varten.

TULOKSET JA TARKASTELU

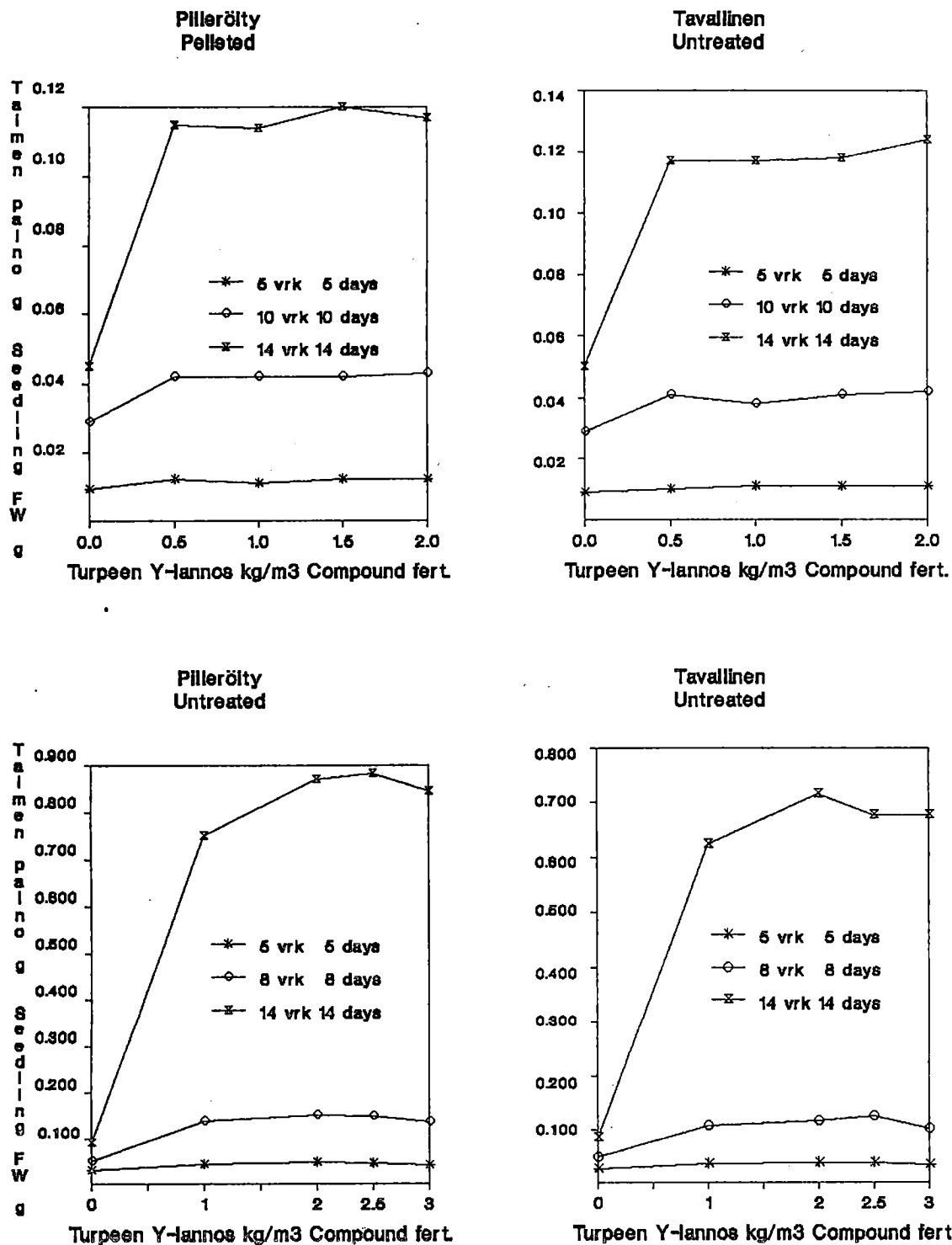
Taimien paino ja lehtiala

Erilaisilla Turpeen Y-lannosmäärillä (0-2 kg/m³) tehty lannoitus ei vaikuttanut salaatin taimien painoon eri punnituskertoina, vain lannoittamattomien taimien paino oli muita pienempi (Kuva 1).

Lannoitemäärät 0-3 kg turvekuutiolle aiheuttivat jo selvät taimien painon erot kaikkina kolmena punnituskertana (Kuva 1). Pilleröidyillä siemenellä saatiin yleensä painavammat taimet kuin käsittelemättömällä siemenellä. Lannoituksen optimimäärä näytti asettuvan 2,0-2,5 kilon tienoille. Kasvatuksen alussa yhdellä kilolla Turpeen Y -lannosta saatiin saman painoiset taimet kuin 2,5 kilolla. Käsittelemättömällä siemenellä taimien lopullinen paino ei riippunut lannoituksen määrästä, kuitenkin suunta oli samanlainen kuin pilleröidyilläkin siemenellä.

Kaksi viikkoa kasvatetun taimen painon riippuvuus lannoitemäärästä oli suoraviivainen kummallakin siementyyppillä (koe 1: $r=0,30$; koe 2: $r=0,60^*$). Toisen asteen termi ei lisännyt selittävyydestä, vaikka varsinkin kokeessa 2 suurin lannoitemäärä aiheutti lievän taimen painon vähenemisen.

Kolmen kaliummäärän vaikutus taimen painoon kahdella fosforitasolla samoin kuin kolmen fosforimäärän vaikutus kahdella kaliumtasolla testattiin erikseen kummallekin siementyypille tavoitteena optimimäärän löytäminen (Kuva 2).



Kuva 1. Turpeen Y-lannosmäärien 0-2,0 kg/m³ ja 0-3 kg/m³ turvetta vaikutus pilleröidyllä tai tavallisella siemenellä kylvettyjen salaatin taimien painoon 5, 10 (8) ja 14 vuorokauden kulluttua taimettumisesta (Koe 1 ja 2).

Fig. 1. Effect of 0-2.0 kg/m³ and 0-3 kg/m³ peat of compound fertilizer (11-11-20) on the FW (g) of lettuce seedlings 5, 10 (8) and 14 days after emergence (Experiment 1 and 2).

Kahtena ensimmäisenä punnituskertana fosfori- ja kaliumlannoitusten määrillä ei ollut merkitsevää vaikutusta taimien painoon. Kahden viikon ikäisten pilleröidyillä siemenellä kylvettyjen taimien paino lisääntyi kaliummäärän nousun myötä kummallakin fosforitasolla, vain suurin kalium- ja fosforimäärä yhdessä aiheuttivat taimen painon vähenemisen (Kuva 2). Koska fosforin määrät eivät vaikuttaneet taimien painoon, kaliummäärien ja taimien painon välinen käyräviivainen riippuvuus ($r=0.52$) laskettiin ottamatta huomioon fosforitasoja. Tavallisella siemenellä kylvettyjen taimien paino oli riippumaton fosforitasoista ja kaliumin määrästä.

Kolmesta fosforimäärästä keskimäinen antoi suurimmat pilleröidyillä siemenellä kylvetyt taimet (Kuva 2). Kaliumtasosta riippumaton taimen painon ja fosforimäärän välinen vuorosuhde oli lineaarinen ja merkitsevä ($r=0.77^*$). Suurin määrä kumpaakin ravinnetta aiheutti taimen painon lievän vähenemisen, joka ei kuitenkaan ollut merkitsevä. Tavallisella siemenellä saatujen taimien paino oli riippumaton fosforin määrästä K1-tasolla, lannoitus K2P2 heikensi taimien kasvua.

Pilleröidyillä siemenellä tehtäville kylvöille turpeen lannoituksen kaliumin optimimäärä oli noin 320 mg ja fosforin optimimäärä 290 mg turvelittraa kohti. Tavalliselle siemenelle riittänevät 300 mg kaliumia ja 150 mg fosforia.

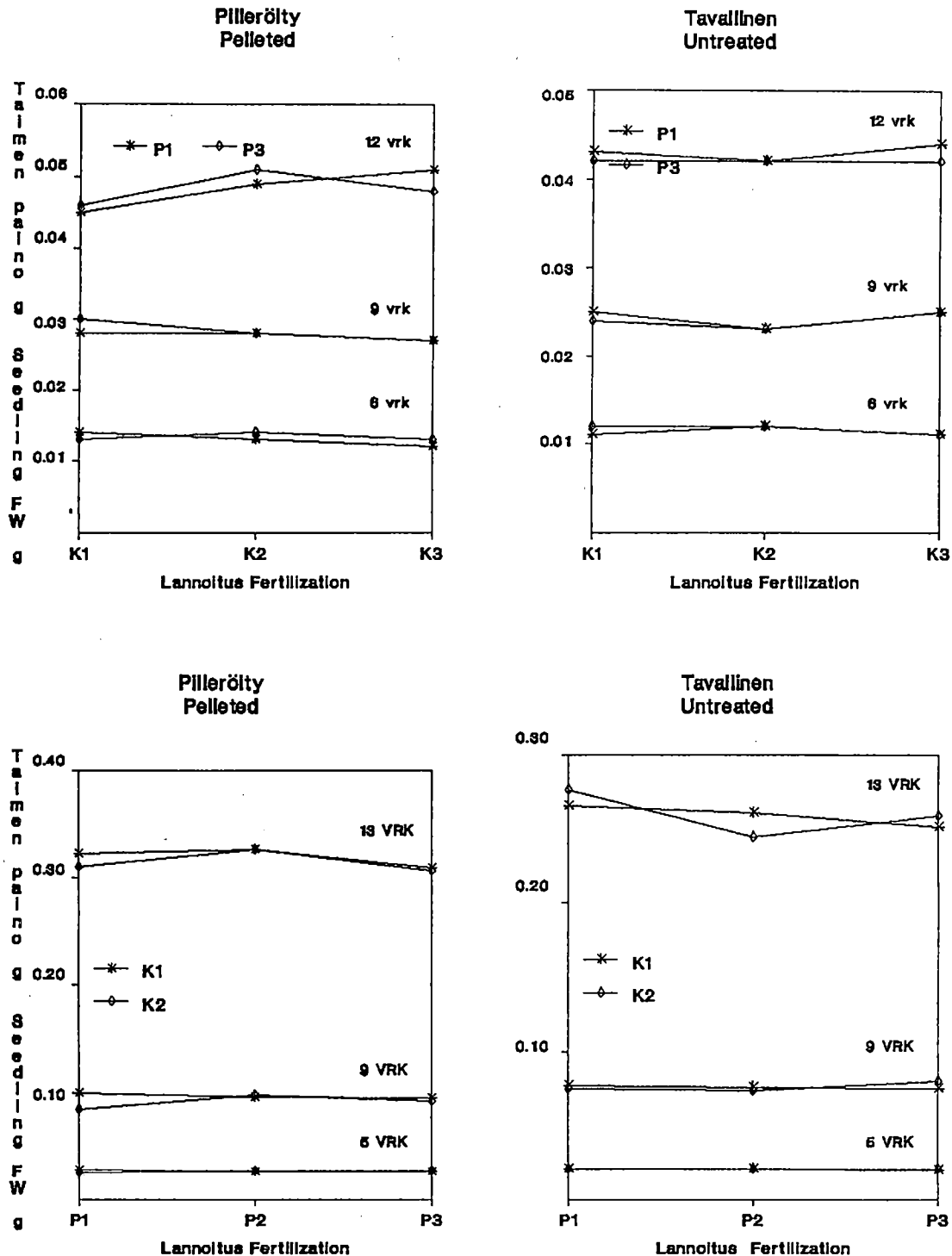
Kahden viikon taimikasvatuksen jälkeen annetuilla eriväkevyisillä tyypeä ja kaliumia sisältävillä lannoiteliuksilla ei ollut selvää positiivista vaikutusta taimien painoon, lehtialaan tai kuiva-ainepitoisuuteen (Taulukko 2). Edellytyksenä kuitenkin on, että turpeen peruslannoitus sisältää edellisissä kokeissa riittäviksi todetut määrät tyypeä, fosforia ja kaliumia.

Taimen painon ja lehtialan välinen positiivinen vuorosuhde oli melko kiinteä niissä neljässä kokeessa, joiden taimista mainitut ominaisuudet selvitettiin ($r=0.92^{**}$). Kun taimen paino kohosi yhdellä grammalla, lehtiala lisääntyi 7,8 cm²:lla.

Taimille annettu lisälannoitus ei vaikuttanut lopullisen sadon painoon tai ravinnepitoisuuksiin. Ilman lisälannoitusta kerän keskimääräinen paino oli 116 g ja erilaisilla lisälannoituksilla 118–148 g. Sama todettiin kivivillakuutioissa tehtyjen salaatin taimien lannoituskokeiden yhteydessä (JOKINEN ja HUKKANEN 1991).

Turpeen ominaisuudet

Taimikasvatuksen jälkeen kuivatetuista turvenäytteistä tehdyt analyysit osoittivat, että Turpeen Y-lannosmäärän kasvattaminen pienensi pH-lukua ja kalsiumpitoisuutta sekä kohotti johtolukua, kalium- ja fosforipitoisuutta (Taulukko 3). Kasvualustan korkeahko johtoluku, esimerkiksi 2,5 kilolla Y-lannosta saatu, ei näyttänyt olevan salaatilelle haitallinen, saatiinhan tällä lannoituksella painavimmat taimet.



Kuva 2. Pilleröidyllä ja tavallisella siemenellä kylvettyjen sa-
laatin taimien paino 6 (5), 9 ja 12 (13) vuorokauden kuluttua
taimettumisesta, kun turve lannoitettiin kahden fosforimäärän
(P1=100 g, P3=300 g/m³ turvetta) ja kolmen kaliummäärän
(K1=150 g, K2=300 g, K3=450 g/m³ turvetta) eri yhdistelmillä (Koe 3) tai
kahden kaliummäärän (K1=300 g, K2=450 g/m³ turvetta) ja kolmen
fosforimäärän (P1=150 g, P2=300 g, P3=450 g/m³ turvetta) eri
yhdistelmillä (Koe 3 ja 4).

Fig. 2. Effect of combinations of two P levels (P1=100 g; P3=300 g) and three K levels (K1=150 g; K2=300 g; K3=450 g/m³ peat) or two K levels (K1=300 g, K2=450 g/m³ peat) on the FW (g) of lettuce seedlings 6 (5), 9 and 12 (13) days after emergence (Experiment 3 and 4).

tulosta) annettujen typpi- ja kaliummäärien vaikutus 21 vuorokautta vanhojen salaatin taimien painoon (g/%), lehtialaan (cm²/%) ja kuiva-ainepitoisuuteen (%).

Table 2. Effect of N and K fertilizer solutions given to 14 days old seedlings on the fresh weight (g/%), leaf area (cm²/%) and dry matter content of 21 days old seedlings.

| Liuoksessa Concentr. of solution mg/l | | Taimen paino FW g/% | Lehti- ala Leaf area cm ² | Kuiva- aine DM % | Taimen paino FW g/% | Lehti ala Leaf area cm ² | Kuiva- aine DM % | |
|--|----------|------------------------------|--|---------------------------|------------------------------|---|---------------------------|--|
| N | K | Koe 5 Exp. | | | Koe 6 Exp. | | | |
| 0 | 0 | 1.13= | 64.1= | 5.1 | 1.87= | 92.1= | 5.1 | |
| | | 100 | 100 | | 100 | 100 | | |
| 150 | 800 | 105 | 104 | 4.3 | 105 | 99 | 4.9 | |
| 400 | 800 | 102 | 86 | 4.7 | 111 | 101 | 4.8 | |
| 1000 | 800 | 102 | 91 | 4.1 | 102 | 93 | 4.8 | |
| 1400 | 800 | 117 | 105 | 4.6 | 106 | 101 | 4.8 | |
| 1900 | 800 | 89 | 87 | 5.0 | 108 | 97 | 4.8 | |
| 400 | 400 | 101 | 96 | 4.4 | 103 | 99 | 4.8 | |
| 400 | 1600 | 108 | 102 | 4.3 | 97 | 92 | 4.9 | |
| 400 | 2200 | 126 | 111 | 4.9 | 110 | 105 | 4.9 | |
| 400 | 3080 | 97 | 87 | 5.0 | 97 | 92 | 5.0 | |
| N/K (koe 7) | | N/K (koe 8) | | Koe 7 Exp. | | | Koe 8 Exp. | |
| 0/350 | 350/0 | 1.17= | 12.3= | 4.3 | 0.67= | 37.5= | 3.0 | |
| | | 100 | 100 | | 100 | 100 | | |
| 350/350 | 350/350 | 85 | 85 | 4.2 | 108 | 109 | 4.6 | |
| 700/350 | 350/700 | 80 | 87 | 4.3 | 107 | 109 | 4.5 | |
| 1050/350 | 350/1050 | 67 | 75 | 4.9 | 95 | 98 | 4.8 | |
| 1400/350 | 350/1400 | 73 | 77 | 5.1 | 107 | 107 | 4.9 | |
| 1750/350 | 350/1750 | 61 | 67 | 5.3 | 92 | 91 | 4.8 | |
| HSD, p=0.05 | | 34 | 9 | 0.2 | | | | |

Erilaisilla fosfori- ja kaliummäärien yhdistelmillä turpeen kaliumpitoisuus kohosi P1-tasolla jyrkemmin kuin P3-tasolla ja vastaavasti fosforipitoisuus K1-tasolla jyrkemmin kuin K3-tasolla. Syynä lienee taimien ravinteiden oton lisääntyminen runsaalla lannoituksella. Kasvualustoista ei päässyt ravinteita hukkaan, koska jokaisen taimilaatikon pohjalle levitettiin reunoista ylös nostettu muovikalvo.

Taulukko 3. Turpeen Y-lannosmäärien sekä fosforin ja kaliumin eri määrien vaikutus turpeen pH- ja johtolukuun sekä happamaan ammoniumasetaattiin uuttuviin kalsium-, kalium- ja fosforipitoisuuksiin taimikasvatuksen jälkeen otetuissa näytteissä (Kokeet 1, 2, 3 ja 4).

Table 3. Acid ammonium acetate extractable Ca, K and P contents, pH(H₂O) and EC of dried peat samples (taken after harvest of lettuce seedlings) affected by compound fertilizers as well as P and K levels (Experiments 1, 2, 3 and 4).

| Turpeen Y-lannos Compound fertiliz. 11-11-20 kg/m ³ | H ₂ O | Johto- luku EC 10xms/cm | Kalsium Ca mg/l turvetta | Kalium K mg/l peat | Fosfori P mg/l peat |
|---|------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Koe 1 Exp. | | | | | |
| 0.0 | 6.8 | 2.1 | 1950 | 36 | 6 |
| 0.5 | 6.2 | 4.0 | 1790 | 198 | 78 |
| 1.0 | 6.1 | 5.2 | 1720 | 313 | 104 |
| 1.5 | 6.3 | 7.4 | 1800 | 488 | 165 |
| 2.0 | 6.0 | 8.4 | 1750 | 604 | 192 |
| HSD, p=0.05 | 0.7 | 2.0 | 140 | 143 | 54 |
| Koe 2 Exp. | | | | | |
| 0.0 | 6.6 | 1.9 | 1640 | 25 | 6 |
| 1.0 | 5.9 | 3.6 | 1520 | 185 | 72 |
| 2.0 | 5.8 | 7.6 | 1460 | 426 | 200 |
| 2.5 | 5.8 | 9.4 | 1480 | 500 | 266 |
| 3.0 | 5.8 | 11.4 | 1490 | 711 | 262 |
| HSD, p=0.05 | 0.3 | 0.8 | 70 | 43 | 49 |
| Koe 3 Exp. | | | | | |
| P1 K1 | 5.8 | 5.2 | 1440 | 177 | 116 |
| P1 K2 | 5.7 | 6.7 | 1470 | 335 | 118 |
| P3 K1 | 5.5 | 6.6 | 1600 | 128 | 315 |
| P3 K2 | 5.6 | 6.6 | 1520 | 344 | 282 |
| P3 K3 | 5.6 | 6.6 | 1390 | 402 | 270 |
| HSD, p=0.05 | 0.1 | 0.8 | 100 | 17 | 37 |
| Koe 4 Exp. | | | | | |
| K1 P1 | 6.1 | 5.6 | 1570 | 335 | 146 |
| K1 P3 | 5.7 | 8.7 | 1800 | 383 | 590 |
| K2 P1 | 5.9 | 8.6 | 1580 | 525 | 160 |
| K2 P2 | 6.1 | 7.5 | 1640 | 535 | 322 |
| K2 P3 | 6.0 | 7.8 | 1680 | 501 | 445 |
| HSD, p=0.05 | 0.1 | 1.1 | 130 | 64 | 86 |

P- ja K -tasojen selitykset taulukossa 1.
Explanation of P and K levels in Table 1.

Taimikasvatuksen lopulla annettu ylimääräinen kaliumlannoitus kohotti selvästi turpeen johtolukua ja kaliumpitoisuutta, ja se varsinkin oli kokeessa 8 syynä taimien heikkoon kasvuun. Kaliummäärien lisäyksen myötä johtoluku kohosi 14,3:sta 28,3:een ja kaliumpitoisuus 337:stä 2190 mg:aan litrassa turvetta.

Tässä tutkimuksessa saadut ravinnesuositukset poikkeavat KRATKYn ja MISHIMAn (1981) laatimista siinä, että fosforin tarve ei osoittautunut niin suureksi kuin he esittivät (600-1100 mg/l kasvualustaa). Taimikasvatuksen aika oli heidän kokeissaan neljä viikkoa, käsillä olevassa tutkimuksessa kolme viikkoa.

Kivivillakuutioissa tehty taimikasvatus osoitti, että typen ja kaliumin suhde tulisi olla lähellä kolmea (JOKINEN ja HUKKANEN 1991). Turpeessa näyttävät riittävän kaksinkertaiset kaliummäärät typpeen verrattuna.

Useiden erilaisten taimikasvatukseen liittyvien lannoituskokeiden perusteella voitiin todeta, että turpeen lannoituksen tulisi sisältää noin 250-350 g typpeä, 300-350 g fosforia ja 350-450 g kaliumia turvekuutiota kohti, kun kylvöt tehdään pilleröidyllä siemenellä. Valmiit lannoitetut turpeet eivät sisällä tarpeeksi ravinteita, minkä vuoksi lisälannoitus on tarpeen taimikasvatuksen aikana tai kasvualustaan tulee sekoittaa ravinteita ennen kylvöä. Kalkitukseksi riittää kahdeksan kiloa dolomiittikalkki 2:ta kuutiolle, sillä se nosti turpeen pH:n lähelle kuutta.

KIRJALLISUUS

- JOKINEN, R. & HUKKANEN, K. R. 1991. Salaatin taimien lannoitus kivivillakuutioissa. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 21/91: 23-32.
- KRATKY, B. A. & MISHIMA, H. Y. 1981. Lettuce seedling and yield response to preplant and foliar fertilization during transplant production. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106: 3-7.
- STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. 1981. Principles and procedures of statistics. 633 p. Singapore.
- VUORINEN, J & MÄKITIE, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. Agrogeol. Julk. 63, 44 p.

SUMMARY

For the good growth of lettuce seedling grown in Vefi pots (diam. 6 cm) filled with Sphagnum peat required the following amounts of fertilization: 250-350 g N, 300-350 g P and 350-450 g K per cubic meter peat, e.g. 2.0-2.5 kg of compound fertilizer 11-11-20. Pelleted seeds required heavier fertilization than untreated seeds.

SALAATIN TAIMIEN LANNOITUS KIVIVILLAKUUTIOISSA*Fertilization of lettuce seedlings grown on rockwool*

Raili Jokinen ja Kaisa Reeta Hukkanen
 Maatalouden tutkimuskeskus
 Martensin vihannestutkimusasema

TIIVISTELMÄ

Grand Rapids ja Berlo -lajikkeiden taimia kasvatettiin kivivillakuutioissa elo- ja lokakuussa 1990 ja seurattiin neljän eri lannoiteliuksen vaikutusta taimien painoon. Lannoiteliukset sisälsivät 245 mg/l typpeä, 50 (P1) tai 75 (P1,5) mg/l fosforia, 370 tai 740 mg/l kaliumia ja K:N=1,5 tai 3. Painavimmat 'Grand Rapidsin' taimet saatiin lannoituksella, jonka fosforipitoisuus oli 75 mg/l, kaliumpitoisuus 740 mg/l, typpipitoisuus 245 mg/l ja K:N=3. Keräsalaatin taimille suuri fosforimäärä oli eduksi, mutta K:N-ravinnesuhteella ei ollut yhtä suurta merkitystä kuin lehtisalaatin taimille.

Kiertävässä ravinneliuksessa kasvatetun salaattisadon paino oli elokuussa suurin, kun taimille annetun lannoituksen fosforipitoisuus oli 75 mg/l, lokakuussa taimien lannoituksen ja lopullisen sadon painon välillä ei ollut riippuvuutta.

Taimien nitraatti- ja ravinnepitoisuudet olivat 65-90 prosenttia lopullisen sadon vastaavista pitoisuuksista.

Tekijöiden osuudet: Raili Jokinen suunnitteli kokeet, laski tulokset ja laati käsikirjoituksen. Kaisa Reeta Hukkanen hoiti kokeen toteutuksen itsenäisesti.

JOHDANTO

Salaatin taimikasvatus kivivillakuutioissa poikkeaa turpeessa tehtävästä kasvatuksesta esimerkiksi sen vuoksi, että kasvualustaa ei voida lannoittaa ennen kasvatuksen alkamista. Lisäksi kasvualusta ei sido ravinteita, vaan niitä on annettava useana eränä kasvatuksen aikana.

Varsinaista tutkimukseen perustuvaa selvitystä salaatin taimien ravinteiden tarpeesta ja lannoituksesta ei ole saatavana. Se kuitenkin tiedetään, että fosforilla ja kaliumilla on suurempi merkitys kuin työllä taimien kasvun alkuvaiheessa. Erilaisia turpeen, vermikuliitin, perliitin ja hiekan seoksia kasvualustana käyttäneet KRATKY ja MISHIMA (1981) saivat parhaat salaatin taimet lannoituksilla, joissa yhteen litraan kasvualustaa sekoit-

tettiin 320-640 mg typpeä, 560-1120 mg fosforia ja 280-560 mg kaliumia.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää salaatin taimien fosforin ja kaliumin tarvetta kivivillassa toteutettavassa taimikasvatuksessa sekä taimille annettavien ravinteiden mahdollista vaikutusta lopullisen sadon määrään.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Taimikasvatus tehtiin Maatalouden tutkimuskeskuksen Martensin vihannestutkimusasemalla taimikasvatustaapissa, jonka lämpötila säädettiin noin 18 °C ja kosteus 80 prosenttiin.

Salaatin siemenet kylvettiin 4x3,5x3,5 cm:n kivivillakuutioihin; lehtisalaattia ('Grand Rapids') kaksi siementä kuutioon ja keräsalaattia ('Berlo') yksi siemen. Taimilaatikot ladottiin täyteen kasvualustakuutioita (112 kpl/laatikko) ja eri salaattilajikkeet omiin laatikoihinsa. Osaruutukokeina tehdyissä kahdessa kokeessa salaattilajikkeet olivat pääruutuina ja lannoitukset osaruutuina. Yksi taimilaatikko edusti yhtä osaruutua. Ensimmäisessä taimikasvatuskokeessa ei ollut kerranteita, toisessa niitä oli kolme.

Kokeissa verrattiin neljän erilaisen lannoituksen vaikutusta taimien kasvuun ja ravinnepitoisuuksiin. Lannoitteiden ravinnepitoisuuksien laskennalliset arvot olivat: 245 mg/l typpeä (nitraattityppi), 50 (P1) tai 75 (P2) mg/l fosforia ja 370 (K1) tai 740 (K2) g/l kaliumia. Lannoituksena annettujen kaliumin ja typen ravinnesuhde oli K:N=1,5 tai K:N=3,0.

Perusliuokset valmistettiin eri lannoitteista seuraavasti:

Lannoite

| | |
|-----------------------|---------|
| Puutarhan hydrolannos | 125 g/l |
| Kalkkisalpietari (1) | 60 " |
| Kalkkisalpietari (2) | 54 " |
| Mg-Se-nitraatti (1) | 50 ml/l |
| Mg-Se-nitraatti (2) | 40 " |
| Kaliumsulfaatti (1) | 4,4 g/l |
| Kaliumsulfaatti (2) | 92 " |
| Diammoniumfosfaatti | 12,5 " |

Lannoiteliuokset valmistettiin perusliuoksista sekoittamalla yksi osa (esimerkiksi yksi litra) kutakin seuraavan suunnitelman mukaisesti:

- Liuos 1.
 P 1; K:N=1,5 Puutarhan hydrolannos
 Kalkkisalpietari (1)
 Mg-Se-nitraatti (1)
 Kaliumsulfaatti (1)
- Liuos 2.
 P 1,5; K:N=3,0 Puutarhan hydrolannos
 Kalkkisalpietari (1)
 Mg-Se-nitraatti (1)
 Kaliumsulfaatti (2)
- Liuos 3.
 P 1; K:N=1,5 Puutarhan hydrolannos
 Kalkkisalpietari (2)
 Mg-Se-nitraatti (2)
 Diammoniumfosfaatti
 Kaliumsulfaatti (1)
- Liuos 4.
 P 1,5; K:N=3,0 Puutarhan hydrolannos
 Kalkkisalpietari (2)
 Mg-Se-nitraatti (2)
 Diammoniumfosfaatti
 Kaliumsulfaatti (2)

Saatuja lannoiteliuoksia laimennettiin vedellä niin, että johtokyvyksi saatiin 3 mS/cm. Lannoiteliuosten analyysit osoittivat, että laskennallisia ravinnepitoisuuksia ei kaikilta osin saavutettu lannoitteiden epäpuhtauksien tai muiden syiden vuoksi. Liuosten typpipitoisuus vaihteli 203-309 mg/l, fosforipitoisuus 38-56 mg/l, kaliumpitoisuus 490-650 mg/l, johtokyky oli kaikissa 2,8, pH 6,5-6,8 ja K:N 1,7-3,2.

Kylvöksiä kasteltiin taimikasvatuksen aikana (koe 1: 20 vrk, koe 2: 22 vrk) kolmen, neljän päivän välein. Kummallekin salaattilajikkeelle annettiin lannoiteliuoksia yhteensä noin 4500 ml taimilaatikkoa kohti.

Lannoitusten vaikutusta taimien kasvuun seurattiin taimien painon, kuiva-ainepitoisuuden ja ravinnepitoisuuksien perusteella. Taimikasvatuksen aikana otettiin kahdesti taiminäytteet punnitusta varten, 12 vuorokauden kuluttua kylvöstä ja taimikasvatuksen lopussa. Ensimmäisellä punnituskerralla 15 taimen yhteispaino oli kuitenkin niin pieni, ettei kasvimassaa kertynyt riittävästi analyysija varten. Kivivillakuutioista otettiin taimien punnituksen jälkeen puristenestenäytteet analyysija varten (koe 2).

Taimikasvatuksen päätyttyä taimet istutettiin kiertävään ravinneliuokseen jatkokasvatusta varten. Ravinneliuoksen johtokyky oli noin 3 mS/cm ja se sisälsi puutarhan hydrolannosta (10-prosenttinen) ja kalkkisalpietaria (9,5-prosenttinen) suhteessa 1:1.

Taimikasvatuksen ja jatkokasvatuksen aikataulu oli kahdessa eri kokeessa seuraava:

| | Koe 1 | Koe 2 |
|---------------------------|--------|--------|
| Kylvö | 15.08. | 24.09. |
| Ensimmäinen punnitus | 27.08. | 4.10. |
| Toinen punnitus | 4.09. | 16.10. |
| Istutus jatkokasvatukseen | 4.09. | 16.10. |
| Sadonkorjuu | 1.10. | 15.11. |

Jatkokasvatuskokeessa salaattilajikkeet olivat pääruutuina ja taimien lannoituskäsittelyt osaruutuina, kerranteita oli neljä. Sadonkorjuun yhteydessä jokaisesta ruudusta punnittiin viiden ruukun sadon tai kerän paino. Kuiva-aine-, nitraatti- ja kivennäisaineanalyysseja varten otettiin talteen kunkin ruudun sadosta puolet halkaisemalla kerät tai puolittamalla lehtisalaattisato. Kasvinäytteet analysoitiin JOKISEN ja MÄKILÄN (1991 a) esittämin menetelmin. Analyysitulokset ilmoitetaan nitraatin osalta milligrammoina kilossa tuoretta satoa, pääravinteet (Ca, K, P, Mg ja S) grammoina kilossa ja hivenravinteet (Cu, Zn, Mn, Fe ja B) milligrammoina kilossa kuiva-ainetta.

Tulosten luotettavuus testattiin osaruutukokeiden varianssianalyysillä ja käsittelyiden väliset parittaiset erot Tukeyn t-testillä, HSD $p=0,05$ (STEEL ja TORRIE 1981). Taulukoissa esitetään vain merkitsevät t-testin tulokset.

TULOKSET

Taimikasvatus

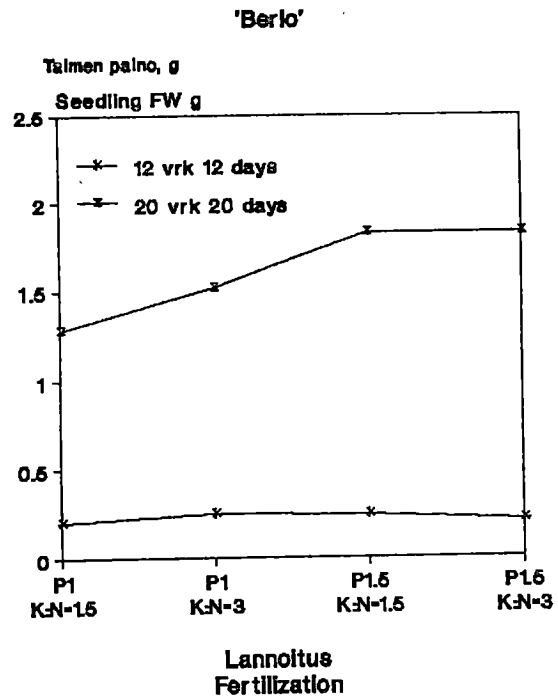
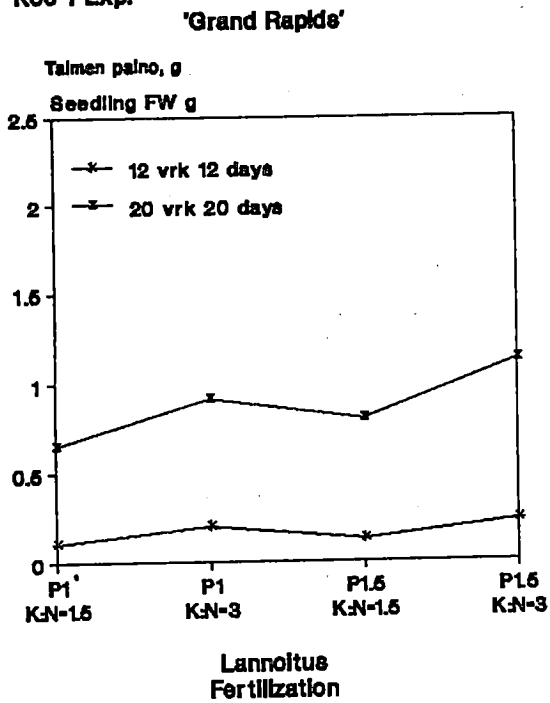
Ensimmäisellä punnituskerralla 'Grand Rapidsin' taimien paino näytti olevan lannoituksella K:N=3,0 lähes kaksinkertainen muihin verrattuna (koe 1). 'Berlon' taimien paino ei riippunut lannoituksesta (Kuva 1).

Kummassakin kokeessa toisena punnituskertana taimien paino oli edelleen suurin lannoiteliuosta 4 saaneissa 'Grand Rapids'-ruuduissa. Lannoituksen korkea fosforipitoisuus ja K:N olivat sille eduksi. Keräsalaatin taimet näyttivät hyötyvän eniten lannoiteliuoksen korkeasta fosforipitoisuudesta.

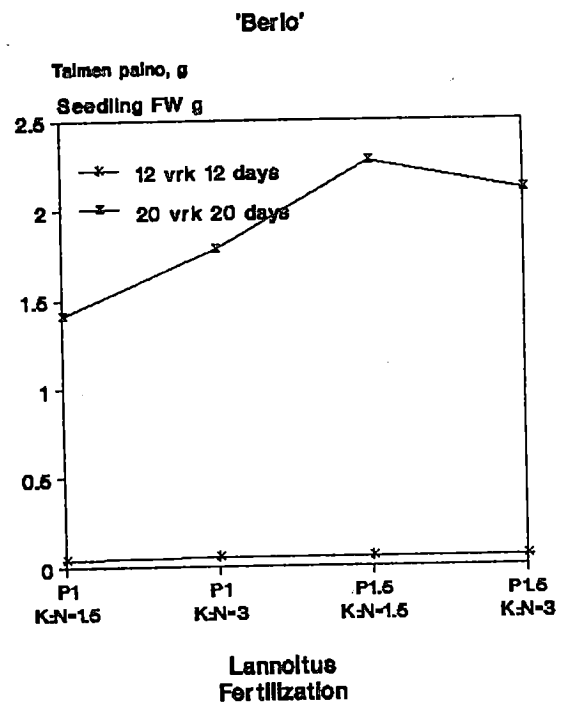
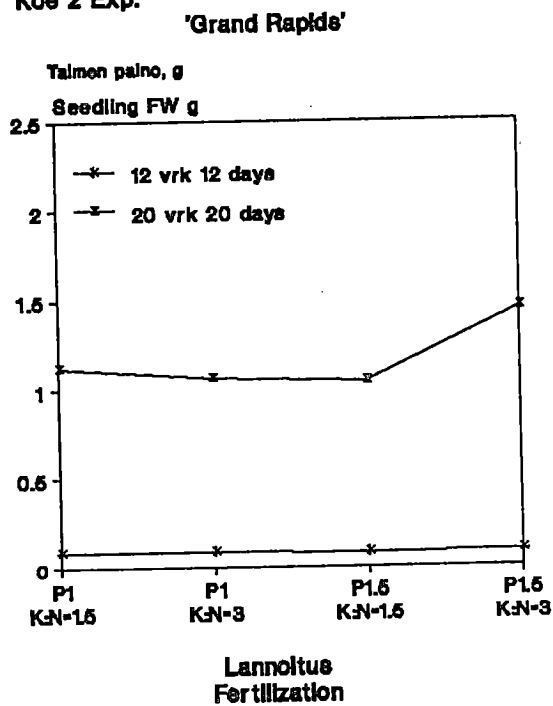
Taimien kasvu ensimmäisen punnituksen jälkeisinä 10-12 vuorokautena oli erittäin nopea, sillä keräsalaatin taimien paino yli 30-kertaistui ja lehtisalaatin taimien yli 20-kertaistui.

Liuoksella 3 (P 1, K:N=1,5) saadut taimet olivat selvästi muita hennompiä ensimmäisessä kokeessa. Toisessa kokeessa vastaavaa ei enää todettu.

Koe 1 Exp.



Koe 2 Exp.



Kuva 1. Lannoiteliuksen fosforipitoisuuden sekä kaliumin ja typen suhteen vaikutus kahden salaattilajikkeen taimen painoon.
Fig. 1. Effect of P content, and K:N ratio of fertilizer solution on the fresh weight of seedlings of 'Grand Rapids' and butterhead lettuce 'Berlo' grown on rockwool.

HSD, $p=0.05$

| | 12 vrk 12 days | 20 vrk 20 days |
|----------------------------------|-------------------|-------------------|
| lajike cultivar | 0.02 g | 0.08 g |
| laj. x lann. cultiv. x fertiliz. | 0.02 g | 0.69 g |

Taulukko 1. Lannoiteliuosten fosforipitoisuuden sekä kaliumin ja typen suhteen vaikutus taimien ravinnepitoisuuksiin (koe 2).

Table 1. Nitrate and inorganic nutrient contents of lettuce seedlings grown on rockwool and fertilized with two P levels ($P_1=50$ g/l; $P_{1.5}=75$ mg/l) and two K:N ratios (1.5 and 3).

| Liuos Fertil. | Ca | K | P | Mg | S | Cu | Zn | Mn | Fe | B | Nitr. mg/kg tuore FW |
|-------------------|-------------------------------|-----|------|-----|-----|---------------------------------|----|-----|-----|----|-------------------------------|
| | g/kg kuiva-ainetta g/kg DM | | | | | mg/kg kuiva-ainetta mg/kg DM | | | | | |
| Grand Rapids | | | | | | | | | | | |
| 1. | 9.9 | 104 | 9.9 | 5.1 | 3.3 | 8.0 | 78 | 174 | 94 | 27 | 1960 |
| 2. | 7.9 | 108 | 9.1 | 3.8 | 3.7 | 5.9 | 66 | 164 | 102 | 27 | 1650 |
| 3. | 9.9 | 90 | 11.3 | 4.5 | 4.3 | 10.2 | 60 | 134 | 115 | 30 | 2220 |
| 4. | 8.7 | 107 | 11.0 | 4.0 | 3.8 | 8.8 | 62 | 174 | 131 | 28 | 2160 |
| Berlo | | | | | | | | | | | |
| 1. | 8.0 | 105 | 8.9 | 4.7 | 3.2 | 5.2 | 60 | 139 | 65 | 25 | 2090 |
| 2. | 6.8 | 116 | 8.4 | 3.7 | 3.4 | 4.9 | 67 | 126 | 62 | 28 | 2200 |
| 3. | 8.6 | 100 | 9.8 | 4.2 | 3.5 | 7.4 | 45 | 120 | 103 | 28 | 3310 |
| 4. | 7.2 | 116 | 9.7 | 3.7 | 3.6 | 7.4 | 54 | 149 | 97 | 30 | 2720 |
| HSD, $p=0.05$ | | | | | | | | | | | |
| laj. cult. | 0.4 | 2 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 2 | 6 | 4 | | 166 |
| lann fertiliz. | 0.6 | 6 | 0.7 | 0.2 | 0.2 | 2.2 | 10 | 14 | 28 | 1 | 359 |

Kokeen 2 toisen punnituskerran taimien ravinnepitoisuuksissa oli selvä ero kerä- ja lehtisalaatin välillä. 'Grand Rapidsin' taimet sisälsivät kalsiumia, fosforia, kuparia, sinkkiä, manganaa, rautaa ja nitraattia merkitsevästi enemmän kuin 'Berlon' taimet (Taulukko 1).

Yhteen kivivillakuutioon kylvettyjen kahden lehtisalaatintaimen yhteispaino oli keskimäärin 0,5 g suurempi kuin yhden keräsalaatin taimen. Kun verrataan kummankin salaattilajikkeen yhden taimen painoa, keräsalaatin paino oli 1,2-2,2-kertainen lehtisalaatin taimeen verrattuna. Suuressa taimessa ravinteet olivat laimeampana kuin pienessä taimessa. Ravinnepitoisuus kerrottuna taimen painolla osoitti, että keräsalaatti otti keskimäärin hieinan tehokkaammin ravinteita kuin lehtisalaatti. Taimien kasvu ja ravinteiden otto olivat samansuuntaisia.

Lannoituskäsittelyiden aiheuttamat muutokset taimien ravinnepitoisuuksiin olivat selvimmät fosforin kohdalla, kaliumpitoisuuden erot olivat melko vähäiset runsaasta kaliumlannoituksesta huolimatta. Suuri kaliummäärä näytti edistävän kuparin, raudan ja nitraatin kertymistä taimiin.

Taulukko 2. Kasvualustan puristenesteen ravinnepitoisuudet taimikasvatuksen jälkeen (Koe 2).

Table 2. EC (mS/cm), NO₃ -N and NH₄ -N, K and P contents (mg/l) of solution pressed from rockwool at the end of seedling growth (Experiment 2).

| Lannoitus Fertiliz. | Johto- kyky EC mS/cm | Nitr. typpi NO ₃ -N | Amm. typpi NH ₄ -N | Kalium K | Fosfori P |
|------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------|--------------|
| | | mg/litra | mg/l solution | | |
| Grand Rapids | | | | | |
| 1. P1, K:N=1.5 | 4.1 | 380 | 14 | 638 | 23 |
| 2. P1, K:N=3 | 4.6 | 271 | 16 | 998 | 21 |
| 3. P1.5, K:N=1.5 | 3.6 | 317 | 64 | 598 | 71 |
| 4. P1.5, K:N=3 | 3.7 | 209 | 18 | 741 | 63 |
| Berlo | | | | | |
| 1. | 3.7 | 313 | 16 | 600 | 29 |
| 2. | 4.0 | 205 | 15 | 891 | 17 |
| 3. | 3.6 | 322 | 66 | 605 | 77 |
| 4. | 4.0 | 213 | 29 | 864 | 69 |
| HSD, P=0.05 | | | | | |
| laj. cult. | 0.1 | 11 | | | |
| lann. fertiliz. | 0.5 | 44 | 12 | 111 | 11 |

Ensimmäisten tainten punnituksen jälkeen otetuissa kasvualustan puristenesteissä oli tyypeä ja kaliumia lähes kaksinkertainen määrä lannoiteliuoksiin verrattuna (tuloksia ei esitetä). Taimet eivät kyenneet kasvun alussa ottamaan ravinteita juuri lainkaan ja puristenesteiden johtokykykin oli kohonnut lähelle 4,5 mS/cm.

Taimikasvatuksen lopussa kasvualustoissa oli fosforia P1-ruuduissa selvästi alle tavoitellun 50 mg/l. Suuri fosforimäärä oli ollut riittävä, koska puristenesteen fosforipitoisuus oli 75 mg/l (Taulukko 3). Lannoiteliuksen korkea K:N-suhde aiheutti taimien runsaan typen oton, koska puristeneste sisälsi tyypeä vähemmän kuin matalan K:N-arvon ruuduissa.

Taimet olivat ottaneet myös runsaasti kaliumia, sillä taimikasvatuksen lopussa suuresta kaliummäärästä oli puristenesteessä jäljellä suhteellisesti vähemmän kuin pienestä kaliummäärästä.

Jatkokasvatus

Taimille annettu lannoitus näytti hieman vaikuttavan salaattien kasvuun kiertävässä ravinneliuksessa, vaikka jatkokasvatus tehtiin yhdessä tietyn väkevyisessä lannoiteliuksessa (Taulukko 4).

Taulukko 3. Taimille annetun lannoituksen fosforipitoisuuden sekä ravinnesuhteen K:N vaikutus kahden salaattilajikkeen satoon ja kuiva-ainepitoisuuteen kiertävässä ravinneliuosviljelyssä.
Table 3. Effect of P level and K:N ratio in fertilization of lettuce seedlings on the yield weight (g/pot FW) and dry matter content (DM %).

| Lannoitus Fert. | Koe 1 | | Exp. | | Koe 2 | | Exp. | |
|--------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|
| | Grand Rapids | | Berlo | | Grand Rapids | | Berlo | |
| | Sato FW g | Kuiva- aine DM % | Sato FW g | Kuiva- aine DM % | Sato FW g | Kuiva- aine DM % | Sato FW g | Kuiva- aine DM % |
| 1. | 123 | 2.2 | 146 | 6.4 | 119 | 3.2 | 126 | 3.9 |
| 2. | 143 | 1.9 | 148 | 7.1 | 110 | 3.3 | 129 | 3.9 |
| 3. | 144 | 2.1 | 160 | 6.8 | 123 | 3.3 | 125 | 3.9 |
| 4. | 156 | 1.7 | 175 | 6.3 | 126 | 3.1 | 125 | 4.2 |
| HSD, p=0.05 | | | Sato Yield | K-a DM | | | K-a DM | |
| lajike cult. | | | 12 | 0.1 | | | 0.4 | |
| lann. fertiliz. | | | 11 | | | | | |

Kummassakin kokeessa 'Grand Rapidsista' saatiin suurin sato, kun taimet oli lannoitettu liuoksella 4 (P 1,5; K:N=3,0). Ero taimikasvatuksen liuoksiin kaksi ja kolme oli lopullisessa sadossa merkitsevä. Keräsalaatin ('Berlo') kerät olivat ensimmäisessä kokeessa painavimmat, kun taimille annettiin liuoksia kolme tai neljä. Toisessa kokeessa taimien lannoitus ei vaikuttanut keräsalaatin lopulliseen satoon.

Ensimmäisessä kokeessa keräsalaatin kuiva-ainepitoisuus oli noin kolminkertainen lehtisalaattiin verrattuna ja taimille annetut liuokset kaksi tai kolme kohottivat eniten lopullisen sadon kuiva-ainepitoisuutta. Toisessa kokeessa vain lajikkeiden välinen kuiva-ainepitoisuuksien ero oli merkitsevä.

Ravinteiden kertyminen lopulliseen satoon ei enää riippunut selvästi taimille annetun lannoituksen laadusta, vaikka ensimmäisessä kokeessa salaattien sadon paino näyttikin hieman hyötyvän taimille annetun lannoituksen korkeasta fosforipitoisuudesta (Taulukko 4).

Salaattilajikkeiden väliset erot lopullisen sadon ravinteiden pitoisuuksissa olivat saman suuntaiset kuin taimienkin ravinnepitoisuuksissa. Keräsalaatin korkea nitraatti- ja kuiva-ainepitoisuus saattavat liittyä toisiinsa, koska muita ravinteita keräsalaatti sisälsi vähemmän kuin lehtisalaatti.

Taulukko 4. Taimille annetun lannoituksen fosforipitoisuuden sekä ravinnesuhteen K:N vaikutus sadon ravinnepitoisuuksiin kiertävässä ravinneliuosviljelyssä (Koe 2).

Table 4. Effect of P level (P1 50; P1.5 75 mg/l solution) and K:N ratio in fertilization given during the growing of seedlings on the nitrate and inorganic nutrient content of final yield. (Experiment 2).

| Lannoitus Fert. | Ca | K | P | Mg | S | Cu | Zn | Mn | Fe | B | Nitr. mg/kg tuore FW |
|--------------------|-------------------------------|-----|------|-----|-----|---------------------------------|----|-----|----|----|-------------------------------|
| | g/kg kuiva-ainetta g/kg DW | | | | | mg/kg kuiva-ainetta mg/kg DW | | | | | |
| Grand Rapids | | | | | | | | | | | |
| 1. | 15.3 | 128 | 12.1 | 2.2 | 3.9 | 7.9 | 57 | 268 | 89 | 35 | 2280 |
| 2. | 15.8 | 129 | 12.4 | 2.3 | 4.0 | 8.3 | 57 | 261 | 78 | 34 | 2480 |
| 3. | 15.7 | 130 | 12.5 | 2.3 | 4.0 | 8.1 | 58 | 259 | 82 | 35 | 2423 |
| 4. | 15.6 | 131 | 12.4 | 2.3 | 4.1 | 7.7 | 55 | 264 | 67 | 36 | 2271 |
| Berlo | | | | | | | | | | | |
| 1. | 11.2 | 113 | 10.7 | 3.2 | 3.0 | 7.4 | 95 | 217 | 69 | 32 | 3503 |
| 2. | 11.2 | 114 | 10.6 | 3.0 | 3.0 | 7.1 | 50 | 211 | 60 | 33 | 3794 |
| 3. | 17.3 | 118 | 10.8 | 3.4 | 3.0 | 8.5 | 92 | 231 | 71 | 31 | 3548 |
| 4. | 10.9 | 111 | 10.4 | 3.1 | 3.1 | 7.6 | 52 | 208 | 79 | 31 | 3806 |
| HSD, p=0.05 | | | | | | | | | | | |
| laj. cult. | | 8 | 0.9 | 0.3 | 0.2 | | | 20 | | | 364 |

TARKASTELU

Tässä tutkimuksessa taimikasvatusaika pidettiin kerä- ja lehtisalaatille samana eli 22 vuorokautena. MÄKILÄN ym. (1991) tekemässä tutkimuksessa se osoittautui sopivaksi lehtisalaatille. Keräsalaatin taimille riitti 19-20 vuorokauden taimikasvatusaika. Taimikasvatusvaiheen lopussa keräsalaatin yhden taimen painon lisäys oli lähes kaksinkertainen lehtisalaattiin verrattuna.

Taimikasvatuksen aikana annetulla lannoituksella voitiin edistää tainten kasvua. Lannoiteliuoksen korkea fosforipitoisuus (75 g/l) ja ravinnesuhde K:N (3,0) olivat eduksi taimien kasvuun kivivillakuutioissa. KRATKY ja MISHIMA (1981) totesivat, että runsaalla kasvualustan typpilannoituksella saadaan painavia taimia, joiden vesipitoisuus on suuri ja ne ovat vaikeasti käsiteltäviä. Käsillä olevassa tutkimuksessa pienellä K:N-arvolla (1,5) saatiin hentoja vaikeasti käsiteltäviä taimia, koska typpeä oli runsaasti kaliumiin verrattuna.

Yli kaksi grammaa painavat taimet saattavat olla jo liian suuria. Ne kärsivät helposti siirrosta. Myös silloin kun taimia joudutaan istutusajan porrastamisen tai muun syyn vuoksi säilyttämään viileässä, suuret taimet - yli 1,8 g - eivät ole suositeltavia (MAASWINKEL 1989).

Turpeessa tehdyt salaatin taimien lannoituskokeet (JOKINEN ja MÄKILÄ 1991 b) viittaavat samaan kuin tämän tutkimuksen tuloksetkin, että fosforiin ja kaliumiin tulee kiinnittää erityishuomio taimien lannoituksessa.

Salaatin taimikasvatus kivivillassa näyttää vaativan erilaisen lannoituksen kuin sadon tuottaminen kiertävässä ravinneliuoksessa. Taimikasvatuksen alussa - noin kymmenen päivän ajan - taimille annetaan vuorotellen lannoiteliuosta ja vettä. Lannoiteliuoksen typpipitoisuus 245 mg/l, fosforipitoisuus 75 mg/l, kaliumipitoisuus 740 mg/l ja K:N=3,0 ovat suositeltavia. Taimikasvatuksen lopulla annetaan samaa lannoitetta jokaisena kastelukertana.

KIRJALLISUUS

- JOKINEN, R. & MÄKILÄ, J. 1991 a. Kerä- ja lehtisalaatin lannoitus kiertävässä ravinneliuoksessa; kasvien kehitysrytmi ja sadon laatu. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 21/91: 73-87.
- & MÄKILÄ, J. 1991 b. Turpeen lannoitus salaatin taimikasvatusta varten. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 21/91: 11-22.
- KRATKY, B. A. & MISHIMA, H. Y. 1981. Lettuce seedlings and yield response to preplant and foliar fertilization during transplant production. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106: 3-7.
- MAASWINKEL, R. 1989. Koelen van plantmaterial in zomer hoeft niet nadelige te zijn. Weekbl. Groenten Fruit 44:33.
- MÄKILÄ, J., AALTONEN, M. & TAHVONEN, R. 1991. Salaatin taimikasvatusaika ja sen vaikutus satoon. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 21/91: 33-43.
- STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. 1981. Principles and procedures of statistics. 633 p. Singapore.

SUMMARY

On rockwool, watering the lettuce seedlings every three days with nutrient solution containing 245 mg N, 75 mg P, 740 mg K per liter solution, and ratio K:N=3, gave the highest weight of seedlings of 'Grand Rapids'. For the butterhead lettuce 'Berlo' K:N ratios of 1.5 and 3 had an equal effect on the seedling weight. The fertilizer treatments given during the seedling time had no effect on the final yield or head weight.

SALAATIN TAIMIKASVATUSAIKA JA SEN VAIKUTUS SATOON

Optimal length of growing period of lettuce seedlings and its effect on the yield

Johanna Mäkilä¹⁾, Marja Aaltonen¹⁾ ja Risto Tahvonen²⁾

Maatalouden tutkimuskeskus

¹⁾Ympäristöntutkimuslaitos

²⁾Kasvinsuojelun tutkimuslaitos

TIIVISTELMÄ

Kerä- ja lehtisalaattilajikkeiden Cortina, Falcon, Nanda, Norden, Salina ja Grand Rapids taimia kasvatettiin eri pituisia aikoja sekä keväällä että syksyllä. Kokeiden tarkoituksena oli selvittää miten taimikasvatusaikaa voitaisiin lyhentää ja estää taimien virittyminen kukintaan.

Kokeiden perusteella näyttää siltä, että salaatin taimikasvatuksessa tulee välttää liian nuoria tai vanhoja taimia. 'Grand Rapids'-lehtisalaatin taimia tulee kasvattaa riittävän pitkään (21-25 vuorokautta), jotta saadaan laadukas sato. Pehmeille keräsalaateille 19-21 vuorokauden taimikasvatusaika näyttää olevan suositeltavin, vaikka kaikilla lajikkeilla taimikasvatusajan pituudella ei ollut vaikutusta satoon.

Tekijöiden osuudet: Johanna Mäkilä ja Marja Aaltonen toteuttivat taimikasvatuskokeet kumpikin eri aikoina, Johanna Mäkilä laati käsikirjoituksen, Risto Tahvonen suunnitteli tutkimuksen yhdessä kahden edellä mainitun henkilön kanssa ja ohjasi näytteiden mikroskopiaa.

JOHDANTO

Salaattilajikkeet ovat joko pitkänpäivän tai päiväneutraaleja kasveja ja niillä on epäsuotuisissa valo-oloissa taipumus muodostaa kukka-aiheita. Talvella kasvihuoneessa viljeltyt salaattit ovat yleensä pitkän päivän ja muina aikoina päiväneutraaleja lajikkeita. Salaatin kriittisen päivänpituuden on arvioitu olevan noin 14 tuntia (HÖSSLIN ym. 1964), mutta useiden uusien lajikkeiden valokäyttäytymisestä ei ole täyttä selvyyttä ja tämä vaikeuttaa sekä kylvöaikataulujen laadintaa että viljelyä.

Salaatin taimikasvatus kestää tavallisesti 3-5 viikkoa riippuen vuodenajasta ja siitä onko viljelijällä mahdollisuus antaa lisävalotusta. Kokeiden tarkoituksena oli selvittää kuinka taimikasvatusaikaa pystyttäisiin lyhentämään ja estämään salaatin taimien virittyminen kukintaan.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Kokeissa kasvatettiin salaatin taimia eri pituisia aikoja. Osa taimista preparoitiin kasvupisteen kehityksen seuraamiseksi taimikasvatuksen päättyessä ja osa istutettiin kasvihuoneeseen jatkokasvatukseen.

Osakokeissa I-IV viljeltiin pehmeälehtisiä keräsalaattilajikkeita ja osakokeessa IV myös lehtisalaattia ('Grand Rapids'). Osakokeiden lajikkeet, kylvö- ja istutuspäivät sekä taimikasvatusajat on esitetty taulukossa 1. 'Cortina' on päiväneutraali lajike, 'Falcon' soveltuu viljelyyn varhaiskeväästä kesään ja 'Grand Rapidsia' voidaan viljellä ympäri vuoden. 'Nandan' viljelyaika on syksyllä, talvella ja keväällä. 'Norden' on talvilajike ja 'Salina' soveltuu viljelyyn kevättalvesta myöhäissyksyyn.

Kaikissa osakokeissa oli kolme kerrannetta. Kokeet I-III olivat lohkoittain satunnaistettuja kokeita, joissa taimikasvatusaikoja oli neljä ja yhdessä koeruudussa kymmenen tainta. Kaikkia taimikasvatusaikoja varten salaatin siemenet kylvettiin samana päivänä ja istutettiin lopulliseen kasvualustaan eri aikoina 15-23 vuorokauden kuluttua kylvöstä. Koe IV oli osaruutukoe, jossa pääruutuina olivat neljä lajiketta ja osaruutuina viisi taimikasvatusaikaa; ruudussa oli 15 tainta (5 tainta/rivi). Kylvöt tehtiin eri ajankohtina niin, että kaikkien salaattien jatkokasvatus alkoi samana päivänä ja eri taimikasvatusajan saaneet salaattit kasvoivat lähes samoissa oloissa.

Osakokeissa I-III taimet kasvatettiin Maatalouden tutkimuskeskuksen kasvintuotannon tutkimuslaitoksen kasvatuskaapeissa (Kryo Service Oy). Kasvatuskaappien lämpötila säädettiin +18 °C ja valotus-teho 15 000 luxiin. Kvanttianturilla varustetulla säteilymittarilla mitattiin kasvatuskaappien PAR-valon määrä. Yhteyttämisen kannalta tärkein aallonpituusalue on 400-720 nm ja lamppujen kirjojot sijaitsivat tällä alueella. Muunnettuna wateiksi neliometriä kohti oli PAR-säteilyn intensiteetti kasvatuskaapeissa noin 80 W/m². Taimia valotettiin 24 tuntia vuorokaudessa ja kasteltiin muutamia kertoja laimealla kastelulannoitteella.

Kokeessa IV taimet kasvatettiin pienessä kasvihuoneosastossa, jossa lämpötila oli 18-20 °C ja suhteellinen kosteus noin 60 %. Valaistustaso oli noin 12 000 luxia ja valoa annettiin 24 tuntia vuorokaudessa.

Taimet kylvettiin kalkitulla ja lannoitetulla turpeella täytettyihin Vefi-ruukkuihin; yksi siemen/ruukku (myös 'Grand Rapids'). Taimia kasteltiin taimikasvatuksen ajan pelkällä vedellä.

Kasvihuoneeseen istutetut taimet kasvatettiin turvepedissä. Kokeissa I-III istutustiheys oli 25 tainta neliometrille ja kokeessa IV 21,4 tainta neliometrille. Kasvualustana oli Satoturpeen lannoitettu ja kalkittu kasvuturve (B2). Kokeessa IV turve kastel-

Taulukko 1. Taimikasvatusaikakokeissa käytetyt lajikkeet, kylvö- ja istutuspäivät sekä taimikasvatusajat.

Table 1. Lettuce cultivars, seeding and transplanting dates and growing times in the experiments concerning optimum length of seed plant production.

| Koe Exp. n:o | Lajike Cultivar | Kylvö- päivä Date of seeding | Istutus- päivä Date of transplant. | Taimikasvatus- ajat, vrk Growing time of seedlings, days |
|--------------------|--------------------|---------------------------------------|---|---|
| I | Cortina | 21.2. | 6.3.-13.3. | 15, 17, 19, 22 |
| II | Nanda | 17.4. | 3.5.- 9.5. | 17, 19, 21, 23 |
| III | Salina | 20.4. | 5.5.-11.5. | 16, 18, 20, 22 |
| IV | Falcon | 8.8.-22.8. | 5.9. | 28, 25, 21, 18, 14 |
| | Grand Rapids | 8.8.-22.8. | 5.9. | 28, 25, 21, 18, 14 |
| | Norden | 8.8.-22.8. | 5.9. | 28, 25, 21, 18, 14 |
| | Salina | 8.8.-22.8. | 5.9. | 28, 25, 21, 18, 14 |

tiin vakiokosteuteen (450 g/turvelitra) ennen istutusta. Kokeissa I-III taimia kasteltiin laimealla (0,1-0,2-prosenttisella) kastelulannoitteella ja kokeessa IV vedellä.

Osa taimista preparoitiin stereomikroskoopin alla taimikasvatuksen päätyttyä. Jokaisessa osakokeessa tutkittiin taimien kasvupisteitä ja osakokeessa IV laskettiin lisäksi lehtien lukumäärä (täysin kehittyneet ja kehittymässä olevat lehdet) sekä punnittiin tuorepainot.

Kokeessa I seurattiin taimien tuore- ja kuivapainon kehitystä jatkokasvatuksen aikana turvealustalla. Näytteet otettiin 16.3. ja 28.3. Kokeessa IV mitattiin 18.9. keräsalaattien pienimmät ja suurimmat halkaisijat, kolmen suurimman lehden pituus ja merkittiin muistiin mahdollinen kukkavarsien muodostuminen. Lehtisalaa- tista mitattiin kolmen suurimman lehden pituus. Kukkavarsien muodostumista seurattiin myös kasvun edistyessä.

Sadot korjattiin kokeesta I 26.4., kokeesta II 31.5. ja kokeesta III 1.6. Sadonkorjuun yhteydessä punnittiin kerien brutto- ja nettopaino (I luokka yli 100 g, II luokka alle 100 g) sekä mitattiin kerien leveys ja korkeus. Yhden kerranteen kerät halkaistiin ja niistä tutkittiin mahdolliset kukka-aiheet.

Kokeesta IV sato korjattiin sitä mukaa kun kerät kehittyivät sadonkorjuukelpoisiksi. 'Falconin', 'Grand Rapidsin' ja 'Salinan' sadonkorjuupäivät olivat 6., 11., 13., ja 20.10. 'Nordenin' kaikki kerät alkoivat kukkia ennen sadonkorjuuta. Salaattien kokonaiskasvatusaika vaihteli 45:n ja 73:n vuorokauden välillä (Taulukko 2).

Sadon brutto- ja nettopainot punnittiin (I ja II luokan sato) sekä

Taulukko 2. Salaattilajikkeiden kokonaiskasvatusaika eri taimikasvatus- ja viljelyaikojen mukaan (vrk).

Table 2. Total growing time (days) of lettuce cultivars grown in glasshouse according to seedling and cultivation times.

| Viljelyaika vrk Cultivation time, days | Taimikasvatus, vrk Seedling time, days | | | | |
|---|---|----|----|----|----|
| | 28 | 25 | 21 | 18 | 14 |
| 31 | 59 | 56 | 52 | 49 | 45 |
| 36 | 64 | 61 | 57 | 54 | 50 |
| 38 | 66 | 63 | 59 | 56 | 52 |
| 45 | 73 | 70 | 66 | 63 | 59 |

nettoruuduista että suojataimista. Keräsalaateista mitattiin keri-
rien leveys ja korkeus sekä kannan korkeus. Ulko- ja sisälehdistä
määriteltiin reunapolttteen esiintyminen.

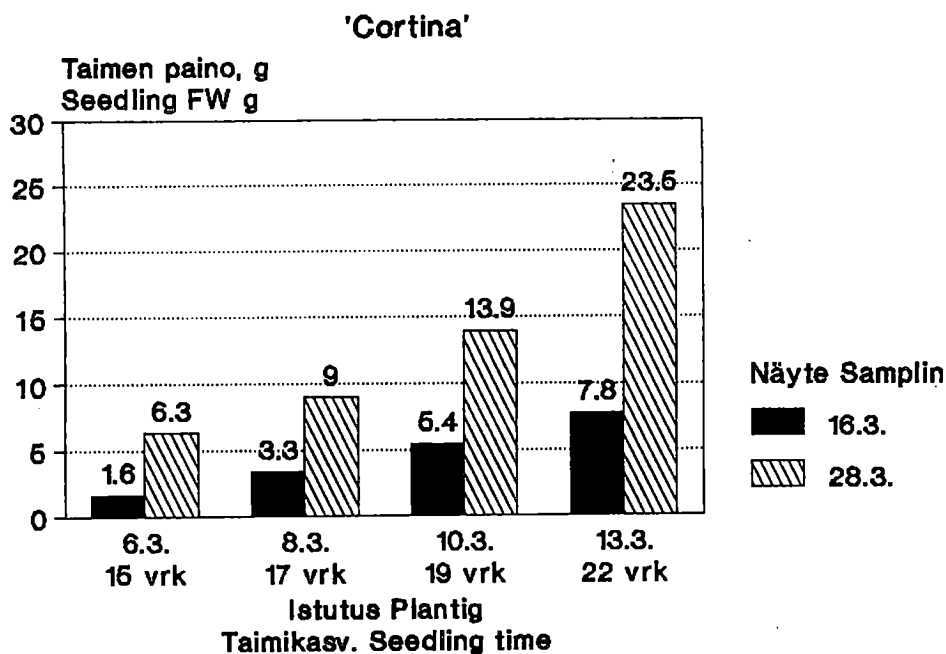
Tulokset testattiin varianssianalyysillä ja istutuskertojen väli-
set erot Studentin t-testillä (PME, $p=0,05$; kokeet I-III) tai
osaruutukokeiden varianssianalyysillä ja istutuskertojen ero Tu-
keyn t-testillä, HSD $p=0,05$ (STEEL ja TORRIE 1981). Taulukoissa
esitetään vain merkitsevät t-testin tulokset.

TULOKSET JA TARKASTELU

Suojariveistä otetuista näytteistä seurattiin salaatin tuorepainon
kehitystä viljelyn aikana kokeessa I. Tuorepainot olivat 22 vuoro-
kauden taimikasvatuksen saaneissa kasveissa noin nelinkertaiset 15
vuorokauden kasvatusaikaan verrattuna, kun näytteet otettiin
16.3. (Kuva 1). Toisena näytekertana (28.3.) tuorepainojen suh-
teet eri taimikasvatusaikojen välillä olivat säilyneet lähes sa-
moina kuin ensimmäisissäkin näytteissä. Vasta 28.3. jälkeen alkoi
nuorimpina istutettujen taimien kehitys kiihtyä. Syynä lienee se,
että 6.3. istutettujen taimien valo-olosuhteet olivat heikot. Sa-
laatit kasvoivat pelkällä luonnonvalolla.

Taimien kuiva-ainepitoisuus oli ensimmäisellä näytekerralla
(16.3.) noin 6 prosenttia, kun taimikasvatusaika oli 22 vuorokaut-
ta. Lyhimmän taimikasvatusajan kasveissa oli kuiva-ainetta noin 2
prosenttia. Toisella näytekerralla (28.3.) kasvien kuiva-ainepi-
toisuus oli noin 4 prosenttia taimikasvatusajan pituudesta riippu-
matta.

Paras satotulos saatiin 19 vuorokautta kasvatetuilla taimilla ja
selvästi huonoin tulos lyhyen taimikasvatusajan jälkeen (Taulukko
3). Lyhin taimikasvatusaika tuotti paljon alle 100 gramman pai-
noisia keriä. Kasveissa ei todettu sadonkorjuun aikana kukka-ai-
heita.



Kuva 1. Taimikasvatusajan vaikutus 16.3. ja 28.3. punnittujen kasvien painoon 3-10 vuorokauden ja 15-22 vuorokauden viljelyn jälkeen (Koe I).

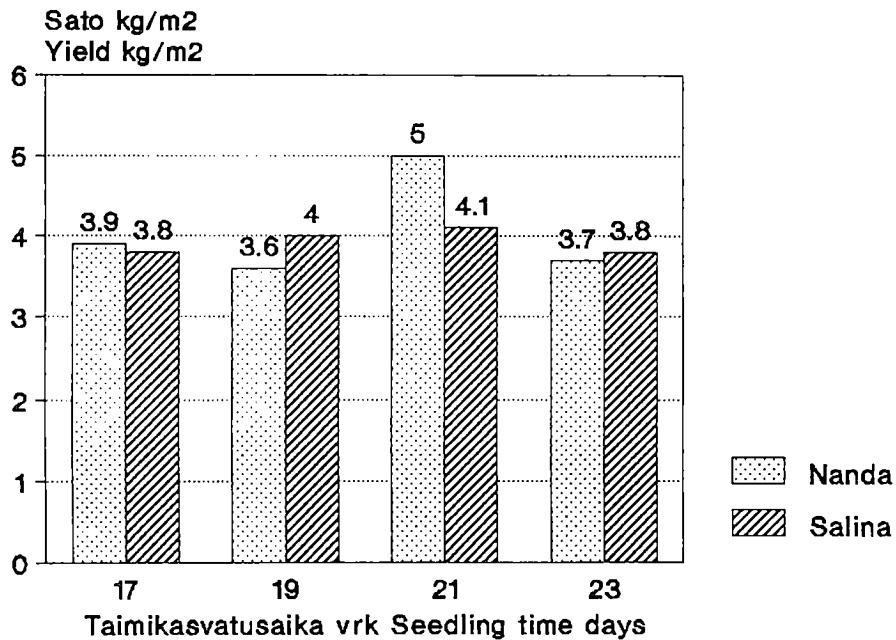
Fig. 1. Effect of seedling time on the plant fresh weight (g) in samples taken on March 16 and March 28 after growing on peat for 3-10 days or 15-22 days.

Taulukko 3. Taimikasvatusajan (15, 17, 19 ja 22 vuorokautta) vaikutus Cortina-lajikkeen kerän painoon (g) ja satoon (kg/m²). Istutustiheys 25 tainta/m².

Table 3. Effect of growing time of seedlings (15, 17, 19 and 22 days) on the head weight (g FW) and yield (kg/m²) of the lettuce cultivar Cortina. Seedlings transplanted 25 pcs/m².

| Istutus päivä Date of transpl. | Taimikasv. vrk Seedling time, days | Sato kg/m ² Yield kg/m ² | | Kerän paino g Head weight g | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|-------|--------------------------------|-------|
| | | Brutto | Netto | Brutto | Netto |
| 6.6. | 15 | 2.85 | 2.35 | 114 | 94 |
| 8.3. | 17 | 3.78 | 3.17 | 151 | 127 |
| 10.3. | 19 | 5.00 | 4.58 | 199 | 183 |
| 13.3. | 22 | 4.15 | 4.15 | 166 | 166 |
| PME, p=0.05 | | 0.29 | 0.30 | | |

Kokeessa II kasvatettiin syksyn, talven ja kevään viljelyyn sopivaa Nanda-lajiketta. Sato korjattiin 45 vuorokauden kuluttua kylvöstä (31.5.) Taimikasvatusajan pituudella ei ollut vaikutusta bruttosatoon (kuva 2). Kerissä ei ulkopuolisesti tarkasteltuna todettu kukka-aiheita, mutta halkaistuissa kerissä näkyivät selvästi venyneet kannat ja muodostuneet kukka-aiheet. Niitä oli



Kuva 2. Taimikasvatusajan vaikutus 'Nandan' ja 'Salinan' turvepedissä kasvatettuun satoon (kg/m²).

Fig. 2. Effect of growing time of seedlings on the yield (kg/m²) of the head lettuces 'Nanda' and 'Salina'.

kaikkien taimikasvatusaikojen kerissä. Tämä voidaan tulkita joko niin, että lyhyinkin taimikasvatus 24 tunnin valotuksella vuorokaudessa oli aiheuttanut virittymisen kukkimaan tai niin, että virittyminen on tapahtunut istutuksen jälkeen.

Kevättalvesta myöhäissyksyyn viljelyyn soveltuvaa lajiketta Salina kasvatettiin kokeessa III. Sen sato korjattiin 43 vuorokauden viljelyajan jälkeen (1.6.). 'Salina' tuotti hyvänlaatuisen sadon, eikä taimikasvatusaika vaikuttanut sadon määrään (Kuva 2). Kerissä ei todettu kukka-aiheita.

Kokeessa IV kasvatettiin neljää lajiketta samanaikaisesti ja taimikasvatuksen loputtua osa taimista preparoitiin. Kaikilla lajikkeilla 25 vuorokauden taimikasvatuksen saaneet taimet olivat painavimmat ja niissä oli eniten lehtiä muihin taimikasvatusaikoihin verrattuna (Taulukko 4). 'Salinalle' tämä taimikasvatusaika näytti olevan ylivoimaisesti paras. 'Nordenille' 21–28 vuorokauden taimikasvatukset antoivat lähes samanpainoiset taimet eli periaatteessa jo 21 vuorokauden taimikasvatus oli sille riittävä. Kaikkien lajikkeiden 14 vuorokautta kasvatetuissa taimissa oli pienin lehtien lukumäärä ja tuorepaino.

Taimien preparointi toi esiin, että ainoastaan 'Nordenin' 28, 25 ja 21 vuorokautta kasvatettujen taimien kasvupiste oli hieman pulistunut eli valotus oli vaikuttanut haitallisesti taimiin. Yksi 28 vuorokauden taimista oli jo siirtymävaiheessa, mutta kukka-aiheet eivät kuitenkaan vielä olleet selvästi erilaistuneet. Muut

Taulukko 4. Neljän salaattilajikkeen taimien tuorepainot (g) eripituisten taimikasvatusaikojen päättyessä (5.9.1989, Koe IV).

Table 4. Fresh weight (g) of lettuce seedlings after growing periods of 14, 18, 21, 25 and 28 days (Experiment IV).

| Lajike Cultivar | Taimikasvatusaika, vrk Growing time of seedlings, days | | | | |
|--------------------|---|-----|-------------------|-----|-----|
| | 28 | 25 | 21 | 18 | 14 |
| | Taimen paino, g | | FW of seedling, g | | |
| Falcon | 2.1 | 2.6 | 1.6 | 1.2 | 0.4 |
| Grand Rapids | 1.3 | 2.4 | 1.6 | 0.6 | 0.3 |
| Norden | 2.3 | 2.4 | 2.0 | 1.4 | 0.5 |
| Salina | 1.7 | 2.8 | 1.3 | 1.2 | 0.4 |
| HSD, p=0.05 0.6 g | | | | | |

lajikkeet kehittyivät virittymättä taimikasvatusajan pituudesta riippumatta.

Taimet mitattiin kahden viikon kuluttua istutuksesta (18.9.), kun niiden kasvu oli lähtenyt hyvin alkuun. Vain 'Falconilla' ja 'Salinalla' 14 vuorokautta taimikasvatettujen kerien pienin halkaisija oli selvästi pienempi kuin 21, 25 tai 28 vuorokautta kasvatettujen. Kerien suurin halkaisija ei selvästi vaihdellut eri taimikasvatusaikojen mukaan, mutta 'Salinan' ja 'Nordenin' 18 vuorokauden taimilla kasvaneet kerät olivat kookkaampia ja 28 vuorokauden taimilla saadut kerät hieman pienempiä kuin muiden taimikasvatusaikojen. Vastaavasti 'Falconin' 21 vuorokauden taimilla saadut kerät olivat tässä vaiheessa hieman suurempia kuin 14 vuorokauden taimilla saadut kerät.

Kaksi viikkoa istutuksesta 'Grand Rapidsin' kolmen suurimman lehden pituus vaihteli taimikasvatusajan mukaan siten, että lehdet olivat pisimpiä 21 vuorokauden taimilla ja lyhyimpiä sekä 14 vuorokauden että 28 vuorokauden taimilla kasvatetuissa salaateissa. Muilla lajikkeilla suurimmat lehdet olivat pisimpiä 18 ja 21 vuorokauden ja lyhyimpiä 28 vuorokauden taimilla kasvatetuissa salaateissa.

Taimien virittymistä kukintaan seurattiin koko kasvatuksen ajan. Ainoastaan 'Norden', joka on tarkoitettu talven viljelyyn, alkoi kukkia. Pisimmän taimikasvatuksen saaneet taimet muodostivat nopeimmin kukkavarren (Taulukko 5). Satoa olisi ehkä saatu 14 vuorokautta taimikasvatetuista salaateista, jos sadonkorjuu olisi tehty 11.10. Kasvit olivat kuitenkin melko huonosti kerineitä ja pieniä, joten niiden annettiin vielä kasvaa runsaan viikon, minkä jälkeen kaikki kerät kukkivat.

Taulukko 5. Eripituisen taimikasvatuksen saaneiden 'Nordenin' kerien virittyminen kukintaan (%) viljelyn edetessä.

Table 5. Proportion (per cent) of heads of 'Norden' starting bolting while growing on peat.

| Havainto päivä Date of observations | Taimikasvatusaika, vrk Growing time of seedlings, days | | | | |
|--|--|-----|-----|-----|-----|
| | 28 | 25 | 21 | 18 | 14 |
| | Kukkimaan virittyneitä kasveja, % Plants starting bolting, per cent | | | | |
| 18.09. | 67 | 53 | 0 | 0 | 0 |
| 27.09. | 100 | 100 | 46 | 0 | 0 |
| 29.09. | | | | 0 | 0 |
| 4.10. | | | 100 | 80 | 0 |
| 11.10. | | | | 100 | 13 |
| 16.10. | | | | | 20 |
| 20.10. | | | | | 100 |

Taimikasvatusajat vaikuttivat selvästi 'Grand Rapidsin' ja 'Salinan' bruttosatoihin (Taulukko 6). 'Salinalla' suurin bruttosato saatiin 21 vuorokauden taimikasvatuksella ja pienin 14 ja 28 vuorokauden taimilla. 'Grand Rapids' tuotti parhaat bruttosadot 21, 25 ja 28 vuorokauden taimilla ja pienimmän sadon 14 vuorokauden taimilla. 'Falconin' satoihin taimikasvatusajalla ei ollut vaikutusta. Kaikkien lajikkeiden I luokan sadot olivat riippumattomia taimikasvatusajasta, mutta kaikkien lajikkeiden 21 vuorokauden taimilla saatu I luokan sato oli hieman muita taimikasvatusaikoja parempi.

'Falconin' ja 'Grand Rapidsin' II luokan sadot olivat samanarvoisia taimikasvatusajasta riippumatta. 'Salinasta' saatiin suurin II luokan sato 21 vuorokauden ja pienin 14 tai 18 vuorokauden taimilla.

Taimikasvatusajat eivät vaikuttaneet 'Falconin' ja 'Salinan' I luokan sadon kuiva-ainepitoisuuteen (keskimäärin 3,6 %), kerien korkeuteen, leveyteen, kannan korkeuteen tai lehdenreunapolttteen esiintymiseen. Kuitenkin 'Salinan' ja 'Grand Rapidsin' 14 vuorokauden taimilla kasvatetuissa sadoissa esiintyi hieman enemmän sekä ulko- että sisälehtien reunapolttetta kuin muiden taimikasvatusaikojen sadoissa.

Kauppakelpoisen sadon osuus kokonaissadosta sekä I ja II luokan sadon suhteelliset määrät eri taimikasvatus- ja kasvihuoneviljelyaikojen yhdistelmillä esitetään kuvassa 3. 'Falconin' ja 'Salinan' sadon pääosa saatiin kaikilla taimikasvatusajoilla 38 vuorokauden viljelyn jälkeen eli kokonaiskasvatusajat vaihtelivat 56:n

Taulukko 6. Eripituisten taimikasvatusaikojen vaikutus kolmen salaattilajikkeen brutto- ja I luokan sadon painoon (g/kerä, kasvi).

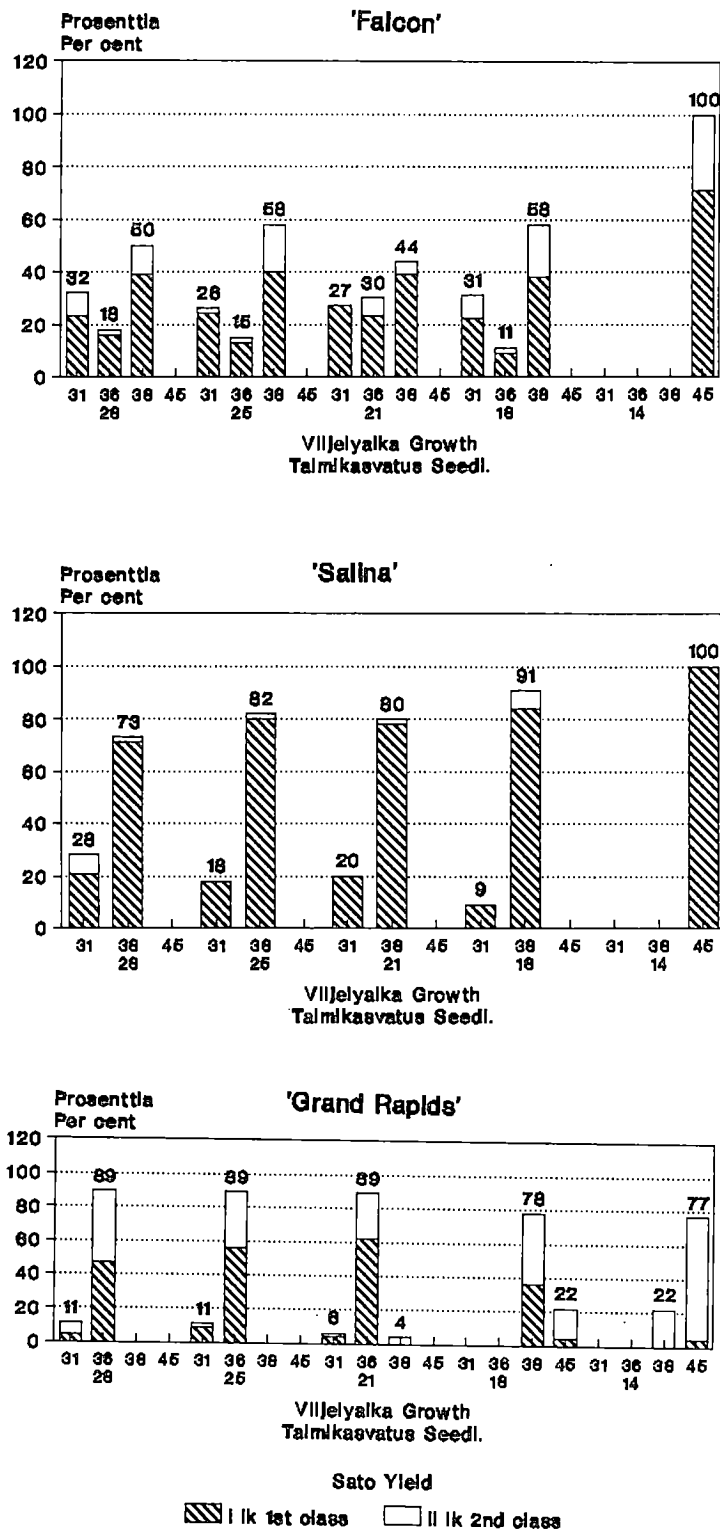
Table 6. Effect of growing time of seedlings on the weight (g/head, yield) of final yield.

| Lajike Cultivar | Taimikasvatusaika, vrk Growing time of seedlings, days | | | | |
|--------------------|---|-----|-----|-----|-----|
| | 28 | 25 | 21 | 18 | 14 |
| | Bruttosato g/kasvi Total yield, g/plant | | | | |
| Falcon | 132 | 156 | 155 | 143 | 148 |
| Grand Rapids | 121 | 140 | 146 | 116 | 102 |
| Salina | 141 | 164 | 167 | 166 | 163 |
| HSD, p=0.05 27 g | | | | | |
| | I luokan sato, g/kasvi 1st class yield, g/plant | | | | |
| Falcon | 121 | 125 | 137 | 130 | 131 |
| Grand Rapids | 120 | 129 | 131 | 119 | 116 |
| Salina | 125 | 135 | 143 | 142 | 135 |
| HSD, p=0.05 19 g | | | | | |

ja 66:n vuorokauden välillä. 'Grand Rapids' korjattiin hieman liian aikaisin, sillä 36 vuorokauden kasvihuoneviljelyn jälkeen osa sadoista oli vielä alipainoisia ja luokiteltiin II luokkaan.

Kokeiden perusteella näyttää siltä, että salaatin taimikasvatuksessa tulee välttää liian nuoria tai liian vanhoja taimia. 'Grand Rapids'-lehtisalaatin taimia tulee kasvattaa riittävän pitkään (21-25 vuorokautta), jotta saadaan hyvä lopullinen sato. Pehmeille keräsalaateille 19-21 vuorokauden taimikasvatusaika näyttää olevan suositeltavin, vaikka kaikilla lajikkeilla taimikasvatuksen pituudella ei ollut vaikutusta satoon. Vanhojen lajikkeiden sopivimmaksi taimikasvatusajaksi osoittautui KURJEN (1974) mukaan 14-18 vuorokautta. BOAn ym. (1979) kokeissa pehmeän keräsalaatin kerät olivat sitä kiinteämpiä mitä vanhempia taimet olivat. Suurimmat kerät saatiin 21 vuorokautta kasvatetuilla taimilla.

Nopean taimikasvatuksen etuina ovat muun muassa erillisen taimikasvatustilan mahdollisimman lyhytaikainen ja tehokas käyttö sekä taimikasvatuksen riskien väheneminen. Eräänä mahdollisuutena on säilyttää sopivan kokoisia taimia jonkin aikaa kylmässä, jos istutus ei ole mahdollista suunnitelmien mukaan. MAASWINKELIN (1988, 1989) mukaan ainakin kesällä voidaan hyväkuntoisia, alle 1,8 gramman painoisia taimia säilyttää +4 °C lämpötilassa joitakin päiviä ilman, että sillä on vaikutusta satoon.



Kuva 3. Korjuukelpoisen sadon osuus 'Falconin', 'Salinan' ja 'Grand Rapidsin' istutetuista taimista sekä I ja II luokan kerien suhteellinen määrä erilaisten taimikasvatus- ja viljelyaikojen jälkeen.

Fig 3. Percentage of marketable yield on planted seedlings of 'Falcon', 'Salina' and 'Grand Rapids', and the proportion of first and second class heads in the yield after different seedling and growing periods.

KIRJALLISUUS

- BOA, W., COX, E. F., BIRKENSHAW, J. E., FOSTER, D. K. & SENIOR, D. 1979. The establishment and yields of vegetable crops grown from blocks designed for automatic transplanting. *Exp. Hort.* 31: 26-34.
- HÖSSLIN, R. von, STEIB, T. & MAPPES, F. 1964. *Gemüsebau*. 542 p. München.
- KURKI, L. 1974. Effect of propagation time and seed pot volume on the yield of glasshouse lettuce in different growing seasons. *Ann. Agric. Fenn.* 13: 71-78.
- MAASWINKEL, R. 1988. Slaplanten koelen kan onder bepaalde voorwaarden. *Weekbl. Groenten Fruit* 5.8.1988: 24.
- 1989. Koelen van plantmateriaal in zomer hoeft niet nadelig te zijn. *Weekbl. Groenten Fruit* 7.7.1989: 33.
- STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. 1981. *Principles and procedures of statistics*. 633 p. Singapore.

SUMMARY

Seedling periods longer or shorter than 21-25 days for 'Grand Rapids' or 19-21 days for butterhead lettuces ('Cortina', 'Falcon', 'Nanda', 'Norden') are not recommended. Seedlings grown at the above optimal periods gave the highest yields, except 'Salina' which grew very well with 19-28 days old seedlings.

SALAATIN TAIMIEN KASVU ERI VALOTUSJAKSOILLA

Growth of lettuce seedlings in different photoperiods

Johanna Mäkilä¹⁾, Raili Jokinen¹⁾ ja Risto Tahvonen²⁾

Maatalouden tutkimuskeskus

¹⁾ Ympäristöntutkimuslaitos

²⁾ Kasvinsuojelun tutkimuslaitos

TIIVISTELMÄ

Pitkässä päivässä herkästi kukkivan Norden-lajikkeen ja pitkänpäivän lajikkeiden Cortinan ja Scorpion taimia kasvatettiin eri pituisissa valojaksoissa, valon määrä pidettiin samana. Kokeissa seurattiin taimien painon, lehtialan ja lehtien lukumäärän riippuvuutta valojaksoista.

Kaikista lajikkeista saatiin painavimmat taimet, kun valoa annettiin 24 tuntia. Myös taimien lehtiala, kehittyneiden lehtien lukumäärä ja sormin irroitettavien pienten lehtien lukumäärä olivat tällä valotuksella suurimmat. Seuraavaksi parhaat tulokset saatiin valojaksoilla, joissa 10-14 vuorokautta itämisen jälkeen annettu 24 tunnin valotus vähennettiin 9-5 vuorokauden ajaksi 16 tunnin valotukseen. Lyhyillä valojaksoilla 'Nordenin' taimet kasvoivat painavammiksi kuin 'Cortinan' tai 'Scorpion' taimet.

Tekijöiden osuudet: Tutkimuksen suunnittelivat tekijät yhdessä, Johanna Mäkilä vastasi kokeiden toteutuksesta, Raili Jokinen laski tulokset, kirjoituksen laativat Johanna Mäkilä ja Raili Jokien yhteistyönä.

JOHDANTO

Taimikasvatuksen aikana annettavalla riittävällä valotuksella salaatin taimista saadaan tanakoita. Valotusjaksojen taloudellisimman järjestelyn ja taimien koon välisestä vuorosuhteesta ei ole täyttä selvyyttä.

Aikaisemmissa tutkimuksissa on selvitetty, että taimikasvatuksen jälkeen salaatin kehitykseen vaikuttaa valojaksojen pituus voimakkaammin kuin valon määrä (CRAKER ja SEIBERT 1983), varsinkin kasvun alussa lehtialan kasvu ja valojakson pituus ovat selvässä positiivisessa vuorosuhteessa keskenään. Liian tehokas ja pitkäaikainen valotus toisaalta hidastaa kasvua (IKEDA ym. 1988), ja paras tulos saavutetaan tinkimällä valon tehosta ja jatkamalla valojakson pituutta.

Taulukko 1. Salaatin taimikasvatuksessa käytettyjen valotusjaksojen yhdistelmä.

Table 1. Combinations of photoperiods during the growing of lettuce seedlings.

| Käsittely Treatment | Valotusjaksot tuntia/vrk Photoperiods h/day | Yhteensä Total |
|------------------------|--|-------------------|
| Koe I Exp. 1. | 24 h / 10 vrk + 16 h / 11 vrk | 21 vrk |
| 2. | 24 h / 14 vrk + 16 h / 7 vrk | |
| 3. | 24 h / 21 vrk | |
| 4. | 16 h / 21 vrk | |
| 5. | 16 h / 14 vrk + 24 h / 7 vrk | |
| 6. | 16 h / 24 vrk + 24 h / 11 vrk | |
| Koe II Exp. 1. | 24 h / 10 vrk + 16 h / 9 vrk | 19 vrk |
| 2. | 24 h / 14 vrk + 16 h / 5 vrk | |
| 3. | 24 h / 10 vrk + 12 h / 9 vrk | |
| 4. | 24 h / 14 vrk + 12 h / 5 vrk | |
| 5. | 16 h / 10 vrk + 12 h / 9 vrk | |
| 6. | 16 h / 14 vrk + 12 h / 5 vrk | |
| 7. | 24 h / 19 vrk | |
| 8. | 16 h / 19 vrk | |
| 9. | 12 h / 19 vrk | |
| 10. | 12 h / 10 vrk + 24 h / 9 vrk | |
| 11. | 12 h / 14 vrk + 24 h / 5 vrk | |
| 12. | 16 h / 10 vrk + 24 h / 9 vrk | |
| 13. | 16 h / 14 vrk + 24 h / 5 vrk | |

Taimien hidas kasvu lyhyillä valotusjaksoilla verrattuna nopeaan kasvuun pitkinä valojaksoina ja eri tapauksissa saatu sähkön kulutuksen säästö vaikuttavat siihen, minkälainen valotusohjelma on edullisin.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää päiväneutraalien ja lyhyen päivän salaattilajikkeiden taimien kasvua 12, 16 ja 24 tunnin valotusjaksoja eri tavoin yhdistelemällä.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Kahdessa osakokeessa (I ja II) kasvatettiin salaatin taimia eripituisissa valojaksoissa 21 tai 19 vuorokauden ajan (Taulukko 1). Osakokeessa I saatuja taimia viljeltiin turvepedissä satoon asti.

Molemmissa kokeissa oli pitkässä päivässä herkästi kukintainduktion saavana lajikkeena Norden, päiväneutraalina lajikkeena osakokeessa I oli Cortina ja osakokeessa II Scorpio.

Kokeiden aikataulu oli seuraava:

| | Koe I | Koe II |
|-----------------------|-----------|------------|
| Kylvö | 20.2.1990 | 17.10.1990 |
| Valotus alkoi | 23.2.1990 | 19.10.1990 |
| Taimikasvatus päättyi | 16.3.1990 | 7.11.1990 |
| Istutus | 16.3.1990 | |
| Sadonkorjuu | 26.4.1990 | |

Kokeet toteutettiin osaruutukokeina, joissa pääruutuna oli valojakso ja osaruutuna lajike, kerranteita oli kolme. Taimikasvatuksen lajikeruudussa oli 18 tainta. Osakokeen I Cortina-lajikkeelle tehdyssä jatkokasvatusosuudessa yhdessä ruudussa oli viisi tainta ja kerranteita vain kaksi, sillä kasvualustana käytetty turve ei ollut tasalaatuista.

Salaatin siemenet olivat pilleröityjä lukuun ottamatta osakokeen II Norden-lajiketta, jonka siemen oli pilleröimätön. Siemenet kylvettiin turpeella täytettyihin Vefi-ruukkuihin. Turve oli lannoitettu yhdellä kilolla Turpeen Y-lannosta ja kalkittu 8 kilolla dolomiittikalkki 2:ta turvekuutiota kohti (koe I) tai lannoitettu kahdella kilolla Turpeen Y-lannosta ja 1,4 kilolla kalsiumnitraattia (kemikaali) turvekuutiota kohti sekä kalkittu kuin edellisessäkin kokeessa. Taimikasvatuksen aikana kokeessa I taimille annettiin 14 vuorokauden kuluttua kylvöstä kalsiumnitraattiliuosta (200 mg N/l liuosta). Turve kostutettiin kummassakin kokeessa vaikiokosteuteen (450 g/l turvetta). Kylvökset peitettiin muutamaksi päiväksi stryroxlevyllä itämisen varmistamiseksi, minkä jälkeen kasvatus eri valojaksoissa aloitettiin.

Valotusjaksot 12 ja 16 tuntia olivat samassa kasvihuoneosastossa, joka oli jaettu valkoisella muovilla kahteen osaan; valotus 24 tuntia oli viereisessä osastossa. Taimilaatikoita siirrettiin osastosta toiseen valotusohjelman mukaan. Valoa annettiin 12 tunnin jaksossa kello 6.00-18.00 ja 16 tunnin jaksossa kello 4.00-20.00. Valonlähteenä olivat suurpainenatriumlamput. Yhteyttämisen kannalta tärkeintä 400-720 nm:n aallonpituusalueella olevaa PAR valoa tuli keskimäärin $75,8 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$. Osakokeessa II annettiin hiilidioksidilannoitusta 900 ppm kello 5.00-10.00 ja 14.00-18.00, kaikissa kolmessa osastossa. Taimia suihkutettiin vedellä joka päivä kosteuden säilyttämiseksi kasvualustassa.

Itämisen aikana lämpötila pidettiin +18 °C:ssa. Valotusosuuden aikana sekä lämpötila että kosteus poikkesivat eri osastoissa. Kokeessa I lämpötila oli +14 °C ja suhteellinen kosteus 50-60 %. Kokeessa II 24 tunnin valojaksossa lämpötila oli +16 °C ja suhteellinen kosteus 50-65 prosenttia. Valojaksoissa 12 ja 16 tuntia lämpötila oli päivällä +16 °C ja yöllä +14 °C, suhteellinen kosteus 45-55 prosenttia.

Taimikasvatuskokeen I jälkeen tehdyssä viljelykokeessa turvepeti oli 10 cm paksu Satoturve B2. Se kasteltiin vakiokosteuteen (450 g/turvelitra) ennen istutusta. Päivälämpötila oli +18-20 °C ja yölämpötila +11 °C, suhteellinen kosteus 50-90 prosenttia.

Taimikasvatuksen päätyttyä kokeen I jokaisesta ruudusta punnittiin yksittäin viiden taimen tuorepaino ja samoista taimista mitattiin lehtiala lehtiplanimetrillä. Viidestä muusta taimesta punnittiin tuore- ja kuivapaino kuiva-ainepitoisuuden määrittämiseksi. Jatkokasvatuksen jälkeen punnittiin sadon brutto- ja nettopaino (kaikki kerät I luokan satoa) ja määritettiin kuiva-ainepitoisuus viiden erän keskiarvona.

Kokeessa II jokaisen ruudun viidestä taimesta punnittiin yksittäin tuorepainot ja mitattiin niiden yhteinen lehtiala. Kymmenestä taimesta määritettiin kuiva-ainepitoisuus ja kolmesta taimesta laskettiin suurimpien kasvulehtien ja sormin irrotettavien lehtien lukumäärä.

Käsittelyiden väliset erot testattiin osaruutukokeiden varianssianalyysillä ja parittaiset erot Tukeyn t-testillä (HSD, $p=0,05$; STEEL ja TORRIE 1981). Taulukoissa esitetään vain merkitsevät t-testin tulokset.

TULOKSET JA TARKASTELU

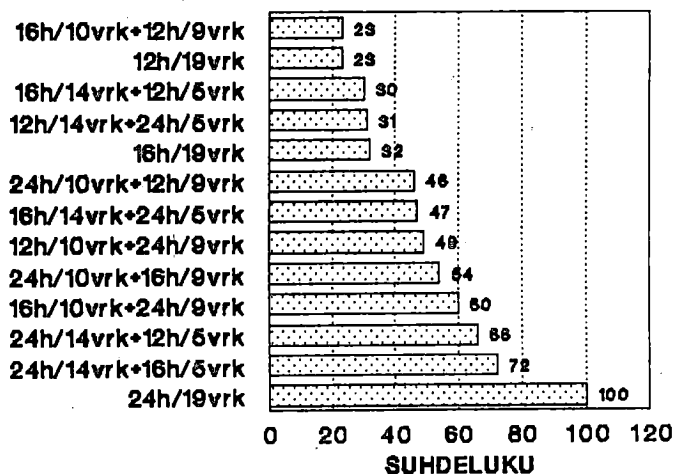
Kokeessa I valojaksoilla ei ollut vaikutusta taimien painoon, lehtialaan eikä kuiva-ainepitoisuuteen (Taulukko 2). 'Nordenin' taimet olivat selvästi painavampia ja suurempia kuin 'Cortinan' taimet. 'Nordenin' kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 1,5 prosenttiyksikköä korkeampi kuin 'Cortinan' kuiva-ainepitoisuus.

Valojaksoilla ei ollut vaikutusta jatkokasvatuksessa olleen 'Cortinan' satoon (Taulukko 2).

Valojaksoilla oli selvä vaikutus taimien painoon toisessa kokeessa. Parhaiten kasvoivat kummankin lajikkeen ne taimet, jotka saivat valotusta ympäri vuorokauden (Kuva 1). Kun taimille annettiin kasvatuksen alussa valotusta 12 tai 16 tuntia vuorokaudessa, taimien paino oli selvästi muita pienempi, vaikka kasvatuksen lopussa annettiin valotusta 24 tuntiakin (jaksotus 11). Jos valotusta on jostakin syystä pakko antaa vähemmän kuin 24 tuntia vuorokaudessa, parhaimman tuloksen näyttivät antavan 16 ja 24 tunnin erilaiset yhdistelmät. Taimikasvatuksen alussa valotusta olisi ehkä syytä antaa 24 tuntia ja vähentää kasvatuksen lopulla jopa 12 tuntiin vuorokaudessa. Taimikasvatuksen aikana toteutettavaan valotusohjelmaan vaikuttanee myös lamppujen valoteho, sitä ei kuitenkaan käsitelty tässä tutkimuksessa. Salaatin sadon kasvua selvittävissä tutkimuksissa valon määrällä ei ole ollut yhtä suurta merkitystä kuin valojakson pituudella (DRAKER ja SEIBERT 1983, IKEDA ym. 1988).

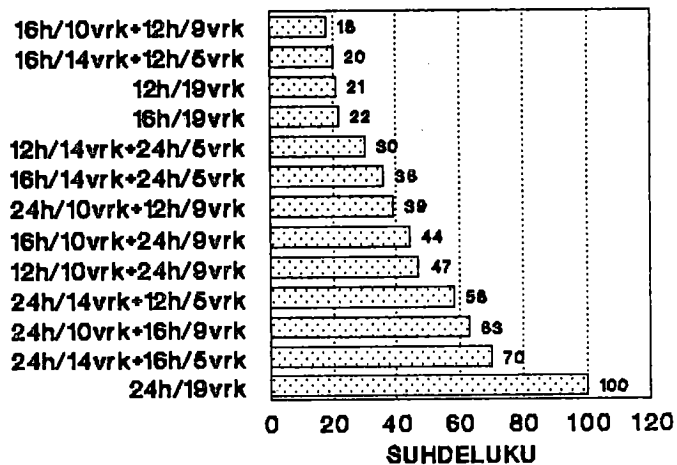
Taimen paino, Suhdeluku
Relative seedling FW
'Norden'

Valotusjaksot Photoperiods



Taimen paino, Suhdeluku
Relative seedling FW
'Scorpio'

Valotusjaksot Photoperiods



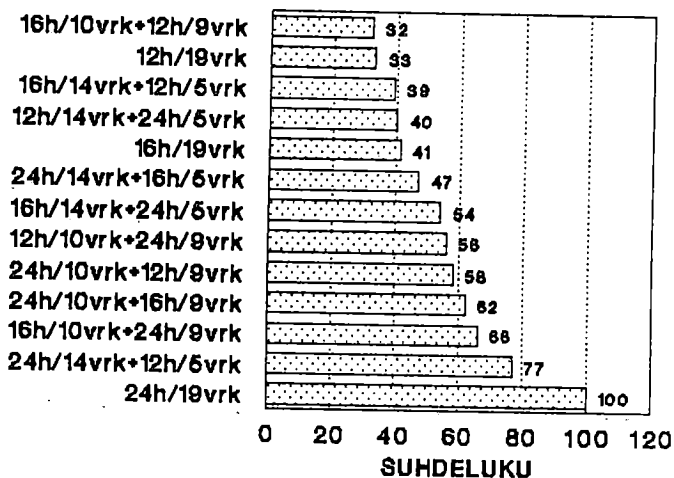
HSD, $p=0.05$ 18

Kuva 1. Erilaisten valotusjaksojen vaikutus 'Nordenin' ja 'Scorpio' suhteelliseen taimen painoon 19 vuorokautta kestäneen taimikasvatuksen lopussa (Koe 2). Suhdeluku 100 = 1,3 g ('Norden') tai 1,0 g ('Scorpio').

Fig. 1. Effect of different photoperiod schedules on the relative weight of seedlings of the lettuce cultivars Norden and Scorpio at the end of the growing period of 19 days (Experiment 2). Relative weight 100 = 1.3 g ('Norden') or 1.0 g ('Scorpio').

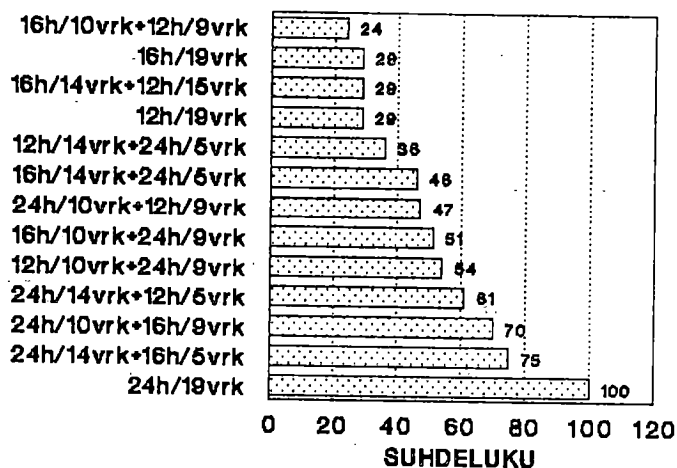
Lehtiala, Suhdeluku
Relative leaf area
'Norden'

Valotusjaksot Photoperiods



Lehtiala, Suhdeluku
Relative leaf area
'Scorpio'

Valotusjaksot Photoperiods



HSD, p=0.05 4

Kuva 2. Eripituisten valotusjaksojen vaikutus 'Nordenin' ja 'Scorpio' suhteelliseen lehtialaan 19 vuorokautta kestäneen taimikasvatuksen jälkeen. Suhdeluku 100 = 60,5 cm² ('Norden') tai 2,3 cm² ('Scorpio').

Fig. 2. Effect of different photoperiod schedules on the relative leaf area of lettuce cultivars Norden and Scorpio after growing period of 19 days. Relative leaf area 100 = 60,5 cm² ('Norden') or 42,3 m² ('Scorpio').

Taulukko 2. Valotusjaksojen vaikutus Norden- ja Cortina-lajikkeiden taimien tuorepainoon sekä jatkokasvatuksessa olleen 'Cortinan' kerän painoon (Koe I).

Table 2. Effect of light period on the fresh weight of 'Norden' and 'Cortina' seedlings and on the head weight of 'Cortina' after growing to full maturity on peat (Experiment I).

| Valotusjaksot Photoperiods | Taimen paino, g Seedling FW, g | | Sadon paino, g Head weight, g | |
|-------------------------------|-----------------------------------|---------|----------------------------------|-------|
| | Norden | Cortina | Brutto I lk Cortina | |
| 1. 24h/10vrk + 16h/11vrk | 1.7 | 1.3 | 143.5 | 136.3 |
| 2. 24h/14vrk + 16h/ 7vrk | 1.7 | 1.1 | 129.0 | 122.3 |
| 3. 24h/21vrk | 2.0 | 1.4 | 150.0 | 143.4 |
| 4. 16h/21vrk | 1.7 | 1.0 | 136.7 | 130.8 |
| 5. 16h/14vrk + 24h/ 7vrk | 1.8 | 1.1 | 138.5 | 132.0 |
| 6. 16h/10vrk + 24h/11vrk | 1.7 | 1.2 | 149.2 | 142.3 |

Taulukko 3. Valotusjaksojen vaikutus Norden- ja Scorpio-lajikkeista irroitettujen isojen ja pienten lehtien lukumäärä taimikasvatuksen lopussa (Koe II).

Table 3. Effect of light period schedules on the number of developed leaves and detected undeveloped leaves in the cultivars Norden and Scorpio (Experiment II).

| Valotusjaksot Photoperiods | Isot kasvulehdet kpl Number of leaves | | Sormin irroitettavat lehdet, kpl Number of undeveloped leaves | |
|-------------------------------|---|---------|--|---------|
| | Norden | Scorpio | Norden | Scorpio |
| 9. 12h/19 vrk | 1.8 | 1.4 | 4.1 | 3.4 |
| 5. 16h/10vrk + 12h/9vrk | 2.0 | 1.1 | 4.3 | 3.2 |
| 11. 12h/14vrk + 24h/5vrk | 2.0 | 1.8 | 4.6 | 4.1 |
| 8. 16h/19vrk | 2.0 | 1.6 | 4.8 | 3.8 |
| 6. 16h/14vrk + 12h/5vrk | 2.0 | 1.1 | 4.8 | 3.0 |
| 10. 12h/10vrk + 24h/9vrk | 2.2 | 2.1 | 5.1 | 4.4 |
| 4. 24h/14vrk + 12h/5vrk | 2.2 | 2.1 | 5.1 | 4.9 |
| 13. 16h/14vrk + 24h/5vrk | 2.4 | 1.6 | 5.3 | 4.1 |
| 3. 24h/10vrk + 12h/9vrk | 2.4 | 2.1 | 5.7 | 4.9 |
| 12. 16h/10vrk + 24h/9vrk | 2.7 | 1.9 | 5.4 | 4.1 |
| 1. 24h/10vrk + 16h/9vrk | 2.7 | 2.0 | 5.7 | 4.9 |
| 2. 24h/14vrk + 16h/5vrk | 2.9 | 2.4 | 6.0 | 5.2 |
| 7. 24h/19vrk | 3.1 | 2.9 | 6.0 | 5.6 |

Saatujen tuloksien merkitystä vähentää kuitenkin se, että 16 tunnin valotuksessa taimet kärsivät yhden viikonvaihteen aikana kuivuudesta (taimille suihkutettu vesimäärä ei ollut riittävä).

Viiden taimen yhteisen lehtialan perusteella laskettu yhden taimen lehtiala oli eri valotusjaksoilla hyvin saman suuntainen kuin taimien painokin (Kuva 2). Taimen painon ja lehtialan välinen vuoro-suhte oli kiinteä ($r=0.94^{***}$, $n=26$).

Taimikasvatuksen lopussa muutamista taimista lasketut isojen lehtien ja sormin irroitettavien pienten lehtien lukumäärät tukivat taimien painon perusteella saatua tietoa valotuksen vaikutuksesta taimien kasvuun (Taulukko 3).

Norden-lajikkeen taimissa oli eniten lehtiä valotuksella (24 h/19 vrk (7) tai 24 h/14 vrk+16 h/5 vrk (2)), 'Scorpion' taimissa oli eniten lehtiä valotuksella 24 h/19 vrk (7). Samoin kehittymässä olevien lehden aiheiden lukumäärä oli suurin ympäri vuorokauden koko taimikasvatusajan annetussa valotuksessa. Lajikkeista 'Norden' näytti kasvattaneen runsaammin lehtiä kuin 'Scorpio'.

KIRJALLISUUS

- CRAKER, L. E. & SEIBERT, M. 1983. Light and the development of Grand Rapids lettuce. *Can. J. Plant Sci.* 63: 277-281.
- IKEDA, A., NAKAYAMA, S., KITAYA, Y. & YABUKI, K. 1988. Effects of photoperiod, CO₂ concentration, and light intensity on growth and photosynthetic rates of lettuce and turnip. *Acta Hort.* 229: 273-282.
- STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. 1981. Principles and procedures of statistics. 633 p. Singapore.

SUMMARY

Photoperiods of 12 h, 16 h and 24 h during 5, 7, 9, 10, 14 or 19 days were given in 13 different combinations. Seedlings of the highest weight and greatest leaf area were grown in light for 24 h/19 days. The next best were the 24 h photoperiod after seeding and then 16 h photoperiod during 9-5 days at the end of seedling time. 'Norden' produced the heaviest seedlings in short photoperiods. The yield of 'Cortina' was not dependent on the light conditions during the seedling time.

**TYPPILANNOITELAJIN JA -MÄÄRÄN SEKÄ KLOORIDILANNOITUKSEN VAIKUTUS
KERÄSALAATIN SATOON JA SADON LAATUUN TURVEVILJELYSSÄ**

Effect of N fertilizer, N amount and Cl level on the yield and yield quality of head lettuce grown on peat soil

Raili Jokinen, Johanna Mäkilä, Marja Aaltonen ja Juha Saarinen
Maatalouden tutkimuskeskus
Ympäristöntutkimuslaitos

TIIVISTELMÄ

Turpeessa kasvatetun keräsalaatin sadon määrän sekä nitraatti- ja ravinnepitoisuuksien muutoksia tutkittiin astiakokeessa. Nitraatti- tai osittain ammoniumtyyppinä (20 prosenttia typen kokonaismäärästä) annettulla lannoituksella saatiin yhtä suuret sadot typen määrästä riippumatta. Urean osuus typen määrästä oli tässä tutkimuksessa liian suuri ja runsas typpimäärä haittasi salaatin kasvua.

Kloridilannoituksen neljä määrää 0, 150, 300 ja 600 mg turvelitraa kohti eivät vaikuttaneet salaatin satoon, kun typpilannoitus oli kohtuullinen.

Keräsalaatin tuoresadon nitraattipitoisuus vaihteli 630-6600 mg/kg. Ammoniumtyyppiä sisältävä lannoitus verrattuna samaan määrään nitraattityyppiä vähensi nitraattipitoisuutta lievästi (keskimäärin 10 prosenttia). Muutos oli suurin runsaalla typpilannoituksella. Kloridilannoitus yhdessä ammoniumtyyppiä sisältävän lannoituksen kanssa vähensi nitraattipitoisuutta keskimäärin 20 prosenttia.

Keräsalaatin kerän painon ja nitraattipitoisuuden kannalta edullisimmaksi typpilannoituksen määräksi yhdelle sadolle saatiin 250-300 mg/l turvetta jaettuna useana eränä kasvatuksen aikana. Sopivin kloorin määrä kolmea satoa varten on 150 mg/l turvetta sekoitettuna turpeeseen ja yhdistettynä ammoniumtyyppiä (10 prosenttia) sisältävään typpilannoitukseen.

Typen määrällä ja lajilla tai kloridilannoituksella ei ollut merkittävää vaikutusta salaatin kuiva-ainetta kohti laskettuihin pää- tai hivenravinnepitoisuuksiin yksittäisissä kokeissa. Eri vuosina tehdyissä kokeissa ravinnepitoisuuksien tasoero oli selvä lannoitemäärien suuren eron vuoksi.

Tekijöiden osuudet: Tutkimuksen suunnitteli, toteutusta valvoi ja käsikirjoituksen laati Raili Jokinen. Johanna Mäkilä avusti astiakokeiden käytännön toteutuksessa, teki kirjallisuuden haut, ja laati alustavan turvekokeen raportin, Marja Aaltonen vastasi alustavan turvepetikokeen toteutuksesta, Juha Saarinen avusti alustavan kokeen toteutuksessa ja testasi laboratoriossa kloridin analyysimenetelmiä.

JOHDANTO

Lehtivihannesten sisäisen laadun tärkein arviointiperuste on nitraattipitoisuus. Useissa maissa ovat terveysviranomaiset asettaneet nitraatin enimmäispitoisuudelle rajan, jonka ylittäviä eriä ei voida myydä kuluttajille (BENOIT ja CEUSTERMANS 1989). Suomessa vastaavia raja-arvoja ei ole asetettu, vaikka esimerkiksi lehti- ja keräsalaatin viljely on lisääntynyt.

Muiden muassa Hollannissa, Sveitsissä ja Saksassa on keräsalaatin nitraattipitoisuudelle ylärajat, jotka hieman poikkeavat eri maissa (SWEMMER 1990). Hollannissa yläraja on ollut vuodesta 1985 lähtien talvella (1.10.-31.3.) 4500 mg ja muuna aikana 3500 mg tuorekilossa. Sveitsissä ja Saksassa on vuodesta 1986 lähtien saanut tuoreessa salaattikilossa olla nitraattia 3500 mg vuodenaikasta riippumatta.

Elintarvikkeiden korkea nitraattipitoisuus on ihmiselle haitallinen, sillä nitraatista muodostuu elimistössä mahdollisesti syöpää aiheuttavia yhdisteitä. Pienille lapsille voi nitraatin liiallisesta saannista olla seurauksena vaikeita kudosten hapen saannin ongelmia, kehittyy methemoglobinemia. Kasvikunnan tuotteissa esiintyy kuitenkin usein myös C- ja E-vitamiinia ja muita aineita, joilla on nitraatin haitallisia terveysvaikutuksia ehkäisevä ominaisuus.

Maailman terveysjärjestön WHO:n suositusten mukaan nitraatin saanti ei saisi ylittää vuorokaudessa viittä milligrammaa henkilön painokiloa kohti (esimerkiksi 70 kilooselle henkilölle 350 mg/vrk). PENTTILÄN ym. (1990) tutkimusten mukaan suomalaiset aikuiset saavat päivittäin salaattista keskimäärin 3,9 mg nitraattia ja kaikista vihanneksista yhteensä 44,3 mg. Nitraatin kokonaisuus saanti 55,3 mg vuorokaudessa on noin 25 prosenttia WHO:n suositusten enimmäismäärästä.

Eräiden tutkimusten mukaan salaatin ja muiden lehtivihannesten nitraattipitoisuuden lisääntyminen on suorassa suhteessa käytetyn nitraattityppilannoituksen määrään (EEROLA ym. 1974, SPLITTSTÖSSER ym. 1974, GEENWOOD ja HUNT 1986), toisissa taas maan nitraattipitoisuuden vaikutus on todettu vähäiseksi (REININK ja EENINK 1988). Pimeinä vuodenaikoina vihannesten nitraattipitoisuuden vähentämiseen on erityisiä syitä, sillä silloin kasvien yhteyttämistoiminta on hidasta. Juurten nitraatin otto ja kuljetus lehtiin jatkuu myös pimeänä vuorokaudenaikana (RUFTY ym. 1984).

Suurta huomiota on erityisesti 1980-luvulla kiinnitetty viljelytekniisiin keinoihin haluttaessa vähentää vihannesten nitraattipi-

toisuutta. Typpilannoituksen määrä, lannoitelaji sekä kloridilannoituksen käyttö ovat olleet tutkimuksen kohteina kasvihuoneessa ravinneliuosviljelyssä (STEENHUIZEN 1988, HÄHNDEL 1984, van der BOON ym. 1986, 1990) tai avomaalla (HÄHNDEL ja WEHRMAN 1986 a, 1986 b) tehdyissä tutkimuksissa.

Suomessa viljellään kasvihuoneissa lehtisalaattia yleensä kiertävässä ravinneliuoksessa ja keräsalaattia turvepedissä. Yhdessäkään aikaisemmista salaatin nitraattipitoisuuden vähentämiseen tähtäävissä tutkimuksista kasvualustana ei ole ollut turve. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on astiakokein selvittää turvealustalla kasvatetun keräsalaatin nitraattipitoisuuden riippuvuutta typpilannoituksen määrästä, typpilannoittelajista sekä kloridilannoituksen määrästä.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Alustavat viljelykokeet turvealustalla

Kasvualustana oli noin 20 cm:n kerros kalkittua ja lannoitettua kasvuturvetta (Satoturve B2). Kokeissa selviteltiin ammonium- ja nitraattityypen vaikutusta Amy- ja Cortina-lajikkeiden satoon ja nitraattipitoisuuteen. Lannoitteista toinen oli Puutarhan hydro-lannos (typpi kokonaan nitraattina) ja toinen Kemira Oy:n valmistama koelannoite, jossa hydrolannoksen tyyppästä 20 prosenttia oli ammoniumtyyppinä. Lisäksi kasvualustaan annettiin viljelyn aikana kalkkisalpietaria. Kaikki lannoitteet annettiin 1-2-prosenttisina liuoksina.

Kokeissa typpilannoitukset olivat pääruutuina ja lajikkeet osaruutuina, kerranteita oli toisessa kokeessa neljä ja toisessa kolme. Taimien istutustiheys oli 20 tainta neliömetrille eli 15 tainta osaruutua kohti. Salaatteja viljeltiin normaalin viljelytekniikan mukaisesti antamalla jokaisena kastelukertana laimeita ravinne-liuoksia. Taimet istutettiin kasvualustaan 5.4. ja 16.8. ja sato korjattiin 3.5. ja 15.9.1988.

Astiakokeiden perustaminen ja hoito

Kokeet tehtiin kasvihuoneessa vuosina 1988-1990 Kick-Braukmannin kaksiseinämaisissä astioissa, joiden tilavuus on yhdeksän litraa.

Kaikissa kokeissa oli kasvualustana kasvuturve, joko lannoitettu tai lannoittamaton. Jokaiselle kokeelle oli lisäksi yhteistä se, että typpilannoitus annettiin kokonaan nitraattina (NL 2) tai tyypin kokonaismäärästä 20-40 prosenttia oli ammoniumtyyppiä (NL 1). Typpilannoitusmääriä oli kolme molemmista lannoittelajeista (N1, N2, N4). Natriumkloridina tai kaliumkloridina annettua kloridilannoitusta oli neljä määrää (Cl 0, Cl 1, Cl 2, Cl 4). Typen ja kloridin määrät olivat erilaiset eri vuosina.

| | <u>A. Pääruutu</u> <i>Main plot</i> | | <u>B. Osaruutu</u> <i>Subplot</i> | |
|-----|---|------------------------------------|--------------------------------------|------|
| | Typpi- laji <i>N fert.</i> | Typpi- määrä <i>N amount</i> | Kloridi- määrä <i>Cl level</i> | |
| A1. | NL 1= NO ₃ +NN ₄ -N | N 1 | B0. | Cl 0 |
| A2. | NL 1 | N 2 | B1. | Cl 1 |
| A3. | NL 1 | N 4 | B2. | Cl 2 |
| A4. | NL 2= NO ₃ -N | N 1 | B4. | Cl 4 |
| A5. | NL 2 | N 2 | | |
| A6. | NL 2 | N 4 | | |

Osaruutukokeina tehdyissä yksittäisissä kokeissa typpilannoitukseen liittyvät käsittelyt olivat pääruutuina ja kloridilannoitukset osaruutuina. Kokeissa oli joka vuosi kerranteita neljä ja astioita siis yhteensä 96 (4 x 6 x 4).

Vuonna 1988 nitraattityppilannoitteena käytettiin kaliumnitraattia (NL 2) ja siihen lisättiin ammoniumtyppi ammoniumnitraattina (NL 1). Kasveja lannoitettiin samoilla typpimäärillä kolme kertaa, jolloin typen yhteismäärät yhtä turvelittraa kohti olivat 40 (N1), 80 (N2) tai 160 (N4) mg. Kloridilannoitus annettiin vain kokeen perustamisen yhteydessä keväällä ja kloorin määrät olivat 0 (Cl 0), 40 (Cl 1), 80 (Cl 2) tai 120 (Cl 4) mg turvelittraa kohti kaliumkloridina. Milligrammoina turvelittraa kohti ilmoitetut ravinnemäärät vastaavat grammaja turvekuutiota kohti (esim. 50 mg/l turvetta = 50 g/m³ turvetta).

Edellisten lisäksi lannoittamattomaan ja kalkitseemattomaan kasvuturpeeseen (Säötöve B0) lisättiin turvelittraa kohti 4 g kalkkiviijauhetta ja 2 g Puutarhan PK-lannosta (2-7-17). PK-lannoksessa lisätyt typpi-, fosfori- ja kaliummäärät olivat N 40, P 140 ja K 330 mg/litra turvetta. Peruslannoituksena ja koelannoituksena yhteensä annetun kaliumin ja typen suhde oli typpitasoilla N1, N2 ja N4 vastaavasti 4,1, 2,8 ja 1,7.

Toukokuussa (13.5.) kylvettiin suoraan kasvualustaan Katanga-lajikkeen siemeniä viisi kappaletta, jotka taimettumisen jälkeen harvennettiin kolmeen taimeen. Kasveja kasteltiin de-ionisoidulla vedellä joka toinen päivä ja kastelun tasaisuus varmistettiin punnitsemalla astioiden painot kerran viikossa. Tavoitekosteus oli 45 tilavuusprosenttia. Turvekerroksen läpi mahdollisesti valunut kasteluvesi kertyi astian ulko- ja sisäseinämän väliin, mistä kasvit saivat sen tarvitessaan. Sato korjattiin 27.6.

Samoihin astioihin kasvualustaa vaihtamatta kylvettiin Kelvin-lajikkeen siemenet heinäkuussa (10.7.). Typpilannoitukset edellä mainituilla määrillä uusittiin kolmesti kasvatuksen aikana. Muita lannoituksia ei annettu. Sato korjattiin 14.9.

Vuonna 1989 kasvualustana oli kalkittu ja lannoitettu kasvuturve (Satoturve B2), johon lisättiin turvelittraa kohti 9 g dolomiittikalkkia ja 2,2 g Puutarhan PK-lannosta. Laskennallinen arvio turpeeseen tehtaalla lisätyn ja kokeen perustamisen yhteydessä lisätyn PK-lannoksen mukana tulleista ravinnemääristä on seuraava: N 154 mg/l, P 264 mg/l ja K 585 mg/l turvetta.

Typpilannoitteet tehtiin Puutarhan hydrolannoksesta, jonka typestä 20 prosenttia on ammoniumtyyppiä (Kemiran valmistama erikoislannoite tutkimuksia varten). Lannoksesta tehtiin kaksi erää 6-prosenttisia liuoksia, toinen niistä (NL 1) tehtiin 1,1-prosenttiseksi urean suhteen (10 % $\text{NH}_4\text{-N}$, 40 % $\text{NO}_3\text{-N}$ ja 50 % urea-N) ja toinen (NL 2) 3,3-prosenttiseksi kalkkisalpietarin suhteen (10 % $\text{NH}_4\text{-N}$ ja 90 % $\text{NO}_3\text{-N}$). Salaateille annettiin kymmenkertaisesti laimennetuissa liuoksissa tyyppiä kokeen alussa viikon välein yhteensä 375 (N1), 750 (N2) tai 1500 (N4) mg turvelittraa kohti. Kloridi lisättiin ruokasuolana kokeen perustamisen yhteydessä, ja sen määrät olivat 0 (Cl 0), 180 (Cl 1), 360 (Cl 2) tai 720 (Cl 4) mg turvelittraan. Kaikissa lannoitteissa yhteensä salaatit saivat kaliumia 3,5-kertaisen määrän tyypeen verrattuna, sillä hydrolannoksen mukana kasvualustaan lisättiin muitakin ravinteita.

Sunlight-lajikkeen siemenet kylvettiin suoraan kasvualustaan (12.3.), viisi siementä astiaan ja taimet harvennettiin myöhemmin kolmeen (6.4.). Kaikki kuusi lannoituskertaa annettiin ensimmäiselle salaattisadolle, koska haluttiin selvittää kuinka kauan näkyvät ammonium- tai nitraattityypen erot salaatin nitraattipitoisuudessa. Runsaan urealannoituksen vuoksi suuren typpimäärän (N4) astioissa kasvualustan puristenesteen johtokyky kohosi yli 30 mS/cm ja salaatin kasvu oli heikko. Osa astioiden kolmesta taimesta kuoli, minkä vuoksi ensimmäisellä sadolla ei ole merkitystä kokeen kannalta.

Vuoden loppuun mennessä kasvatettiin yhteensä viisi satoa samoissa astioissa ilman lannoitusta. Kastelut tehtiin de-ionisoidulla vedellä. Toista ja sitä seuraavia satoja varten taimet kasvatettiin etukäteen lannoitetussa turpeessa Vefi-ruukuissa ja taimia istutettiin kasvustastiaan kolme. Tällä menettelyllä nopeutettiin kokeen toteutusta. Kylvö-, istutus- ja sadonkorjuupäivät olivat seuraavat:

| | Kylvö | Istutus | Korjuu |
|---------|--------|---------|--------|
| 1. sato | 12.03. | - | 22.05. |
| 2. sato | 26.05 | 19.06. | 24.07. |
| 3. sato | 17.07. | 3.08. | 8.09. |
| 4. sato | 24.08. | 14.09. | 10.10. |
| 5. sato | 26.09. | 20.10. | 7.12. |

Vuonna 1990 kasvatettiin vain kaksi satoa syksyllä elokuun ja joulukuun välisenä aikana. Kasvualustana oli kalkittu ja lannoitettu kasvuturve (Satoturve B2), johon lisättiin 10 g dolomiittikalkkia turvelittraa kohti.

Typpilannoitukseen liittyvät käsittelyt tehtiin Puutarhan hydro-lannoksilla, joista toisen tyyppi oli kokonaan nitraattina (NL 2; kaupan oleva lannoite) ja toisen tyypestä 20 prosenttia oli ammoniumtyyppinä (NL 1; kokeita varten valmistettu erikoislannoite). Kahtena eränä kasvatuksen aikana annetut typpimäärät olivat turvelittraa kohti yhteensä 30 (N1), 60 (N2) tai 120 (N4) mg. Lannoitukset annettiin kummallekin sadolle istutuksen yhteydessä ja kerran kasvatuksen aikana. Kloridimäärät olivat 0 (Cl 0), 150 (Cl 1), 300 (Cl 2) tai 600 (Cl 4) mg, natriumkloridina kokeen perustamisvaiheessa. Turpeen sisältämien ja kokeen aikana annettujen lannoitusten K:N oli 3,7. Kasvit saivat valotusta 24 tuntia vuorokaudessa.

Kokeen toteutuksen aikataulu oli seuraava:

| | Kylvö | Istutus | Korjuu |
|---------|-------|---------|--------|
| 1. sato | 10.8. | - | 4.10. |
| 2. sato | 25.9. | 18.10. | 3.12. |

Kaikina vuosina astioista otettiin jokaisen sadonkorjuun jälkeen puristenestenäytteet turpeen ravinnetilan seuraamista varten. Puristesteiden ottoa edeltävänä päivänä turpeet kasteltiin vedellä vakiopainoon (vastaamaan 45 tilavuusprosentin kosteutta), jotta turpeen erilainen kosteus eri astioissa ei vaikuttaisi analyysituloksiin. Kokeen lopussa otettiin jokaisesta astiasta turvenäyte, joka kuivatettiin 35 °C:ssa ja jauhettiin analyysejä varten.

Astiaa kohti korjatun sadon (kolmen kerän) kokonaispaino punnittiin tuoreena, otettiin näytteet kuiva-aine- ja ravinnepitoisuusmäärityksiä varten. Näytteet kuivatettiin 40 °C:ssa muutamia päiviä ja lopuksi 105 °C:ssa yli yön. Kuivatut näytteet jauhettiin analyysejä varten.

Analyysimenetelmät

Kasvinäytteiden kokonais-Ca, -K, -Mg, -P, -Cu, -Zn, -Mn ja -Fe analyysejä varten 2-3 g:n erät näytteitä poltettiin 450 °C:ssa yli yön, tuhka liuotettiin 3 M kloorivetyhappoon ja suodatettiin. Suodatinpaperi ja siihen jäänyt palamaton kasviainekas poltettiin uudelleen 600 °C:ssa 2 tuntia, uutettiin kloorivetyhappoon ja suodatettiin samaan pulloon ensimmäisen tuhkauutteen kanssa (ANON. 1986). Pullo täytettiin merkkiin. Ravinnepitoisuudet mitattiin plasmaemissiospektrometrilla (ICP-ARL) ja tulokset ilmoitetaan kuiva-ainetta kohti.

Rikki-, boori- ja natriummääritystä varten kasvinäytteille tehtiin märkäpoltto, jossa koeputkeen lisättiin 0,5 g kasvinäytettä ja 5 ml väkevää typpihappoa, seosta keitettiin kunnes se kirkastui (ANON 1986). Määritykset tehtiin plasmaemissiospektrometrilla.

Kokonaistyyppi määritettiin tavanomaisella Kjeldal-menetelmällä (märkäpoltto väkevän rikkihapon kanssa). Ammoniumtyypeksi vapautunut kasviaineksen typpipitoisuus mitattiin värjätystä liuoksesta

AKEA-laitteella. Nitraattipitoisuuden määrittämistä varten kuivaa kasviainesta (0,25 g) uutettiin tunnin ajan 1 M kaliumkloridilla ja nitraattipitoisuus määritettiin sulfanilamidilla värjätystä liuoksesta AKEA-laitteella (NOVOZAMSKY ym. 1983).

Kasvinäytteiden kloridipitoisuus määritettiin ionispesifisellä elektrodilla (Orion). Kasvinäytettä (0,25 g) huiskutettiin 15 minuuttia 50 ml:ssa 0,1 M typpihappoa. Sen jälkeen kloridipitoisuus mitattiin suoraan seoksesta titraamalla 0,0282 M hopeanitraatin ja 0,1 M typpihapon (suhteessa 1:1) seoksella potentiometrisesti, samanaikaisesti voimakkaasti hämmentäen magneettisekoittimella. Mittauslaitteen osoittaman millivolttilukeman perusteella määrättiin titrauksen loppukohta, kun lukemassa tapahtui jyrkkä lasku (LACROIX ym. 1970).

Turvenäytteiden pH ja johtoluku määritettiin maa-vesisuspensiosta (1:1, tilavuussuhde) elektrodeilla. Pääravinteet (Ca, K, Mg, P ja S) uutettiin happamalla ammoniumasetaatilla (1:10, tilavuussuhde) normaalin viljavuusanalyysin mukaan (VUORINEN ja MÄKITIE 1955). Hivenravinteet (Cu, Zn, Mn ja Fe) uutettiin edellä mainitussa uutetuhteessa happaman ammoniumasetatin ja EDTA:n seoksella (LAKANEN ja ERVIÖ 1971). Uutteiden ravinnepitoisuudet mitattiin plasmaemissiospektrometrilla.

Turpeen puristenesteiden ravinnepitoisuudet mitattiin suodatuista näytteistä suoraan plasma-laitteella, sekä pH, johtokyky ja kloridi ionispesifisillä elektrodeilla. Ammonium- ja nitraattityppi analysoitiin myös suoraan suodoksista AKEA-laitteella.

Tulosten tilastomatemaattiset käsittelyt tehtiin osaruutumenetelmän varianssianalyysillä, jossa typpilannoitukseen liittyneet käsittelyt olivat pääruutuina ja kloridilannoitustasot osaruutuina. Käsittelyiden väliset parittaiset erot testattiin Tykeyn t-testillä (STEEL ja TORRIE 1981). Taulukoissa esitetään erojen merkitsevyyttä osoittavat HSD-arvot todennäköisyydellä $p=0,05$.

TULOKSET

Tuoresadot

Alustavissa turveviljelykokeissa lannoitusten vaikutukset kerien painoon eivät olleet selvät (Taulukko 1). Ammoniumtyyppiä sisältänyt lannoitus näytti lievästi pienentävän 'Cortinan' kerän painoa keväällä ja 'Amy'n' kerän painoa syksyllä.

Astiakokeissa oli kaikkina vuosina 24 koekäsittelyä, kuusi typpilannoitukseen liittyvää ja niissä jokaisessa neljä kloridilannoituksen tasoa. Näiden kaikkien tulosten esittämistä ei ole katsottu tarpeelliseksi, vaan keskitytään erilaisten keskiarvojen perusteella tehtäviin selvityksiin.

Typpilannoituksella, jossa osa tyypeistä oli ammoniumtyyppinä (NL 1) ei ollut merkittävästi nitraattityyppistä (NL 2) poikkeavaa vaiku-

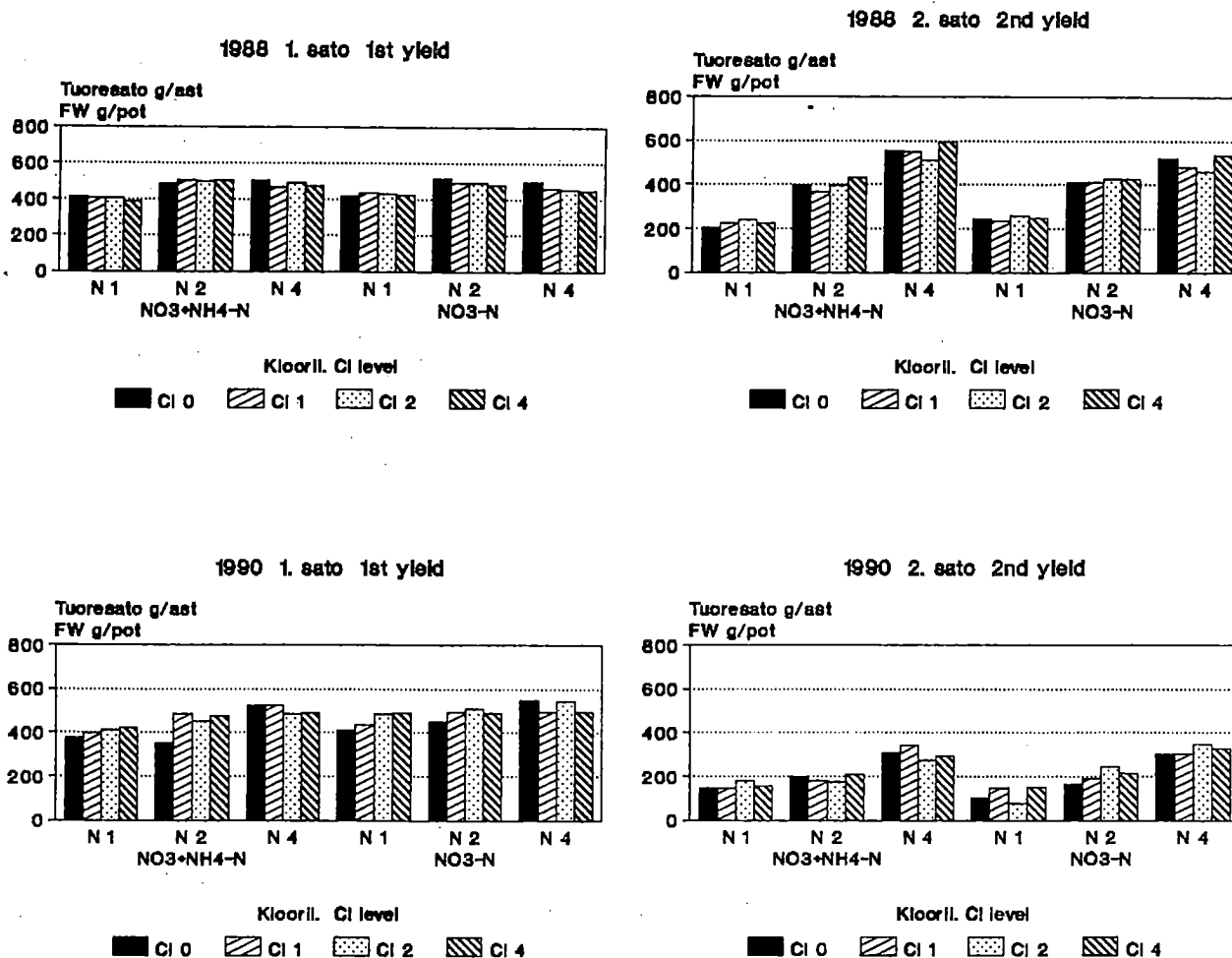
Taulukko 1. Nitraatti- ja ammoniumtyppilannoituksen vaikutus pehmeiden keräsalaattien brutto- ja nettosatoon (kg/m²) ja kerän painoon turveviljelyssä.

Table 1. Effect of nitrate and ammonium (20 per cent of N) fertilization on the yield (kg/m²) and head weight (g) of butterhead lettuce cultivars Amy and Cortina grown in greenhouse on peat soil

| Lannoitus <i>Fertilization</i> | Lajike <i>Cultivar</i> | Sato kg/m ² | | Kerän paino |
|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------|-------------|
| | | Yield kg/m ² | | Head weight |
| | | Brutto Total | I lk First cl | g |
| Koe 1 <i>Exp.</i> | | | | |
| NO ₃ -N | Amy | 3.5 | 3.0 | 143 |
| | Cortina | 3.9 | 3.5 | 164 |
| NO ₃ +NH ₄ -N | Amy | 3.5 | 3.0 | 141 |
| | Cortina | 3.6 | 3.1 | 149 |
| Koe 2 <i>Exp.</i> | | | | |
| NO ₃ -N | Amy | 4.0 | 3.6 | 147 |
| | Cortina | 4.1 | 3.5 | 141 |
| NO ₃ +NH ₄ -N | Amy | 3.6 | 3.3 | 130 |
| | Cortina | 4.3 | 3.7 | 149 |

tusta salaatin tuorepainoon eri typpitasoilla ja eri vuosina tehdyissä kokeissa. Typen määrän lisäämisellä oli satoa lisäävä vaikutus ensimmäisenä ja kolmantena vuonna, jolloin lannoitemäärät jaettiin tasaisesti koko kasvatuksen aikana (Kuva 1). Toisena vuonna kokeen alussa annetut suuret typpimäärät vähensivät satoa typpilajista riippumatta ja suurimmat sadot saatiin yleensä pienimmällä typpimäärällä. Ero suurimmalla typpimäärällä saatuun satoon verrattuna oli kolmena ensimmäisenä korjuukertana selvempi kuin kokeen loppupuolella (Kuva 2).

Kloridilannoituksen määrää nostamalla voitiin vaikuttaa vain vähän salaatin tuoresatoon ensimmäisenä ja kolmantena vuonna, kuitenkin lievää sadon lisääntymistä oli havaittavissa. Toisena vuonna suurin kloridimäärä oli selvästi liian suuri, koska sato väheni erityisen selvästi vielä kolmantena korjuukertana. Viidennen sadon määrä ei enää riippunut kloridilannoituksen määrästä. Ilman kloridia ja pienimmällä kloridimäärällä saadut sadot eivät poikenneet selvästi toisistaan.



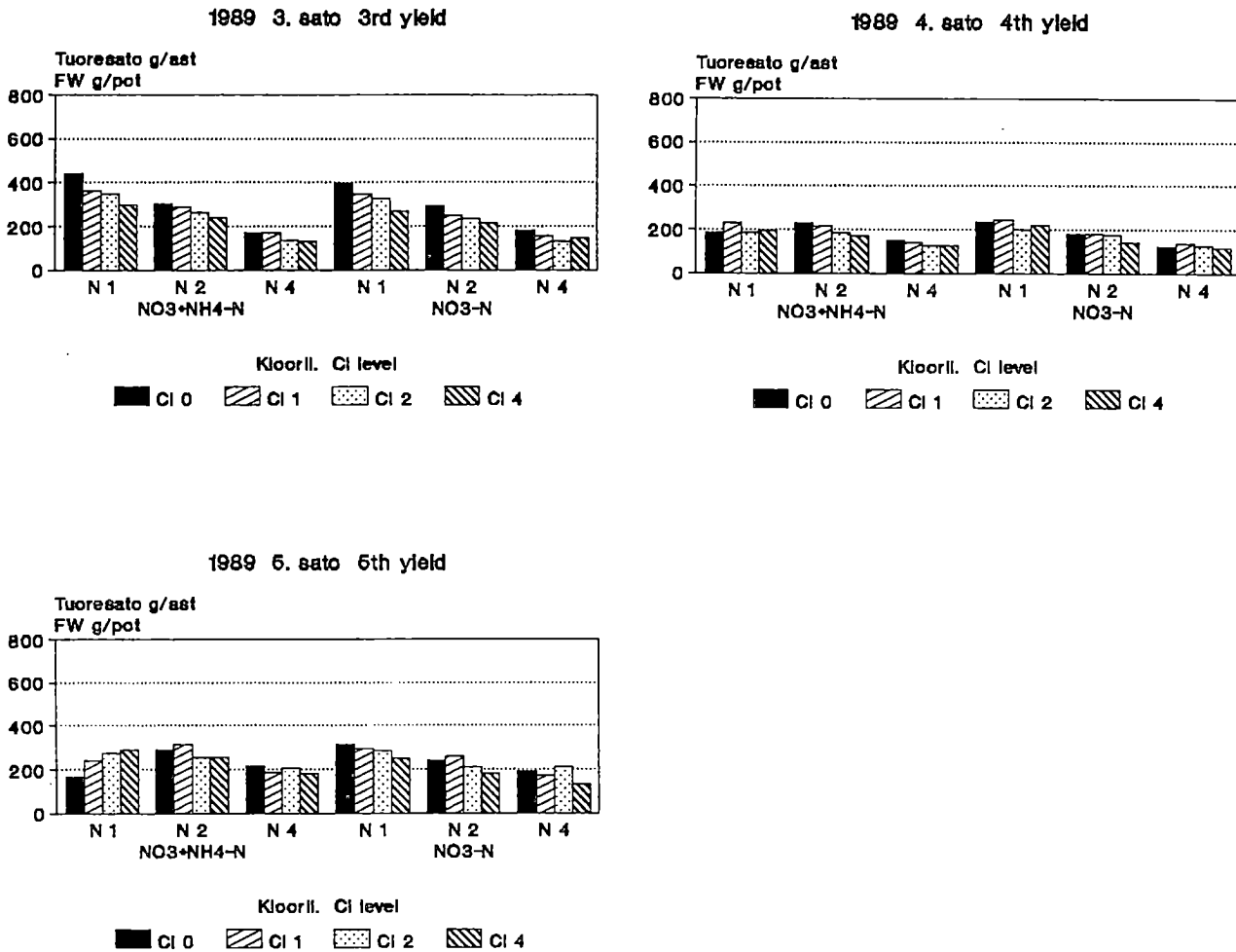
Kuva 1. Typpilannoitusten ja kloridimäärien vaikutus keräsalaatin satoon (g/ast, kolme kerää) turveviljelyssä (1988 ja 1990).

Fig. 1. Effect of N treatments and Cl levels on the yield of head lettuce (g/pot, three heads) grown on peat soil in 1988 and 1990.

Typpilannoitusten ja kloridikäsittelyiden välinen yhteisvaikutus ei ollut merkitsevä. Se osoittaa, että kloridilla saadut tulokset olivat suunnaltaan ja määrältään riippumattomat typpilannoituksen määrästä tai lannoitelajista ja päinvastoin.

Nitraattipitoisuus

Alustavassa turveviljelykokeessa salaattien tuoresadon nitraattipitoisuus oli keväällä keskimäärin 1100 mg/kg ja syksyllä 1900 mg/kg eikä lannoitusten välillä ollut eroa, sillä kasvualustan puristenesteen typpipitoisuus oli koko kasvatuksen ajan alle 200 mg/l. Kasvatuksen aikana kasvihuoneessa mitatun kokonaissäteilyn ja salaattien nitraattipitoisuuden välinen vuorosuhde oli heikko ($r=0,15$).

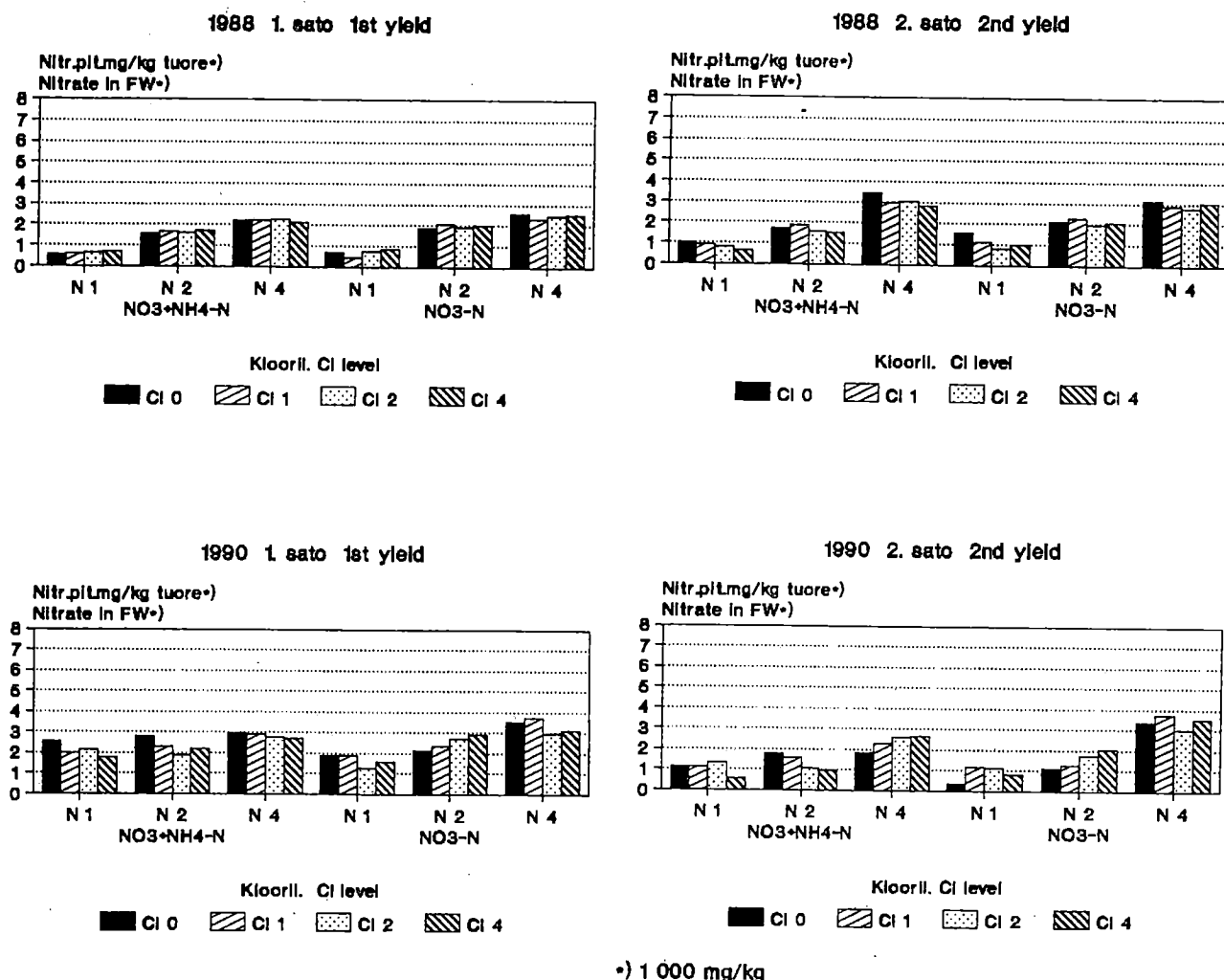


Kuva 2. Typpilannoitusten ja kloridimäärien vaikutus keräsalaatin satoon (g/ast, kolme kerää) turveviljelyssä (1989).

Fig. 2. Effect of N treatments and Cl levels on the yield of head lettuce (g/pot, three heads) grown on peat soil in 1989.

Astiakokeissa salaatin nitraattipitoisuuden nousu typpilannoite-
määrän lisäämisen myötä oli merkitsevä kaikissa kokeissa. Typpi-
määrien väliset erot olivat suurimmat ensimmäisenä vuonna, jolloin
käytetyt typpimäärät olivat kaikkein pienimmät (kuva 3 ja 4).

Ammoniumtyypeä sisältävällä lannoituksella voitiin jonkin verran
vähentää salaatin nitraattipitoisuutta, ja nitraattipitoisuuden
muutos oli riippuvainen typpilannoituksen määrästä. Kohtalaisella
typpimäärällä (N2) ammoniumtyypeä sisältävä lannoitus vähensi sa-
laatin nitraattipitoisuutta yli 10 prosentilla, suurimmalla typpi-
määrällä (N4) jopa 30 prosentilla (1990 2. sato) nitraattitypeä
saaneeseen salaatiin verrattuna. Typpilannoitelajien välinen ero
oli kuitenkin merkitsevä pääasiassa silloin, kun typpilannoituksen
määrä oli suurin.

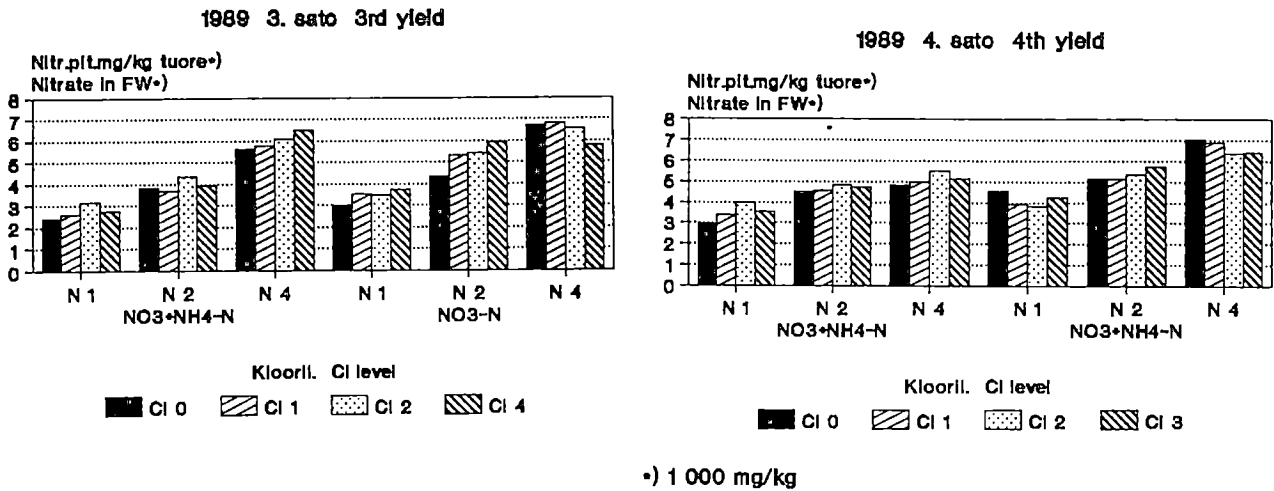


Kuva 3. Typpilannoitusten ja kloridimäärien vaikutus keräsalaatin nitraattipitoisuuteen (mg/tuorekilo) turveviljelyssä (1988 ja 1990).

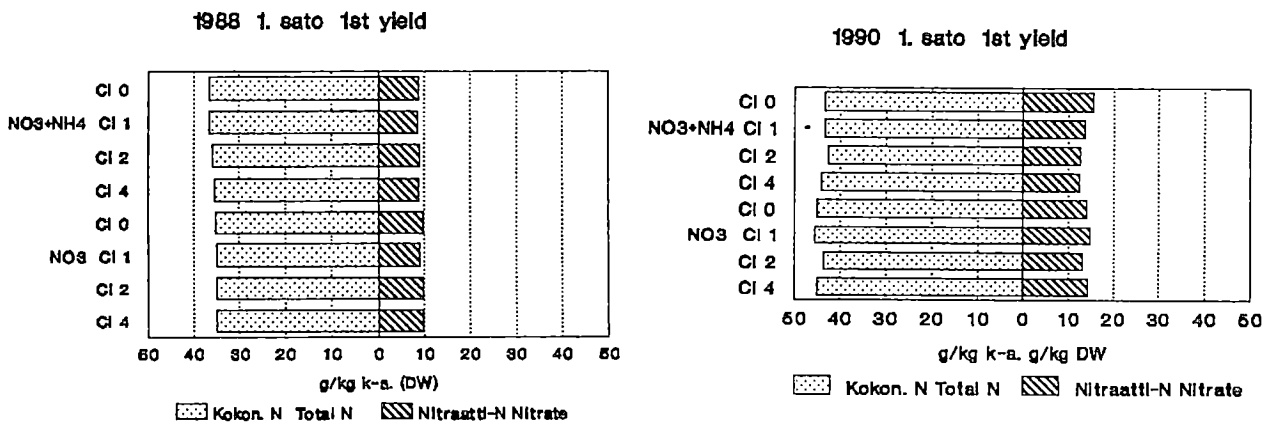
Fig. 3. Effect of N fertilizer, N amount and Cl level on the nitrate content (mg/kg FW) of head lettuce grown on peat soil in 1988 and 1990.

Kloridilannoituksella oli vain kahtena korjuukertana (1988, 2. sato; 1990, 1. sato) merkitsevä tuoresadon nitraattipitoisuutta vähentävä vaikutus. Selvin tulos saatiin yleensä suurimmalla kloridimäärällä. Toisena vuonna kloridilannoitus kohotti salaatin nitraattipitoisuutta lievästi, koska käytetyt typpimäärät olivat liian suuret.

Osittain ammoniumina lisätyllä typpellä ei kovin selvästi voitu muuttaa nitraattina olevan typhen osuutta kokonaistypestä keräsaalatissa. Kloridilannoitukseen ei vaikuttanut nitraattitypen osuuteen kokonaistypestä, esimerkkeinä vuosina 1988 ja 1990 saadut tulokset (kuva 5). Salaatin ottaman nitraattitypen muuttumista kasvin soluissa orgaanisiksi typpiyhdisteiksi ei siis voitu lisätä ammoniumtyppi- tai kloridilannoituksella kovin tehokkaasti.



Kuva 4. Typpilannoitusten ja kloridimäärien vaikutus keräsalaatin nitraattipitoisuuteen (mg/tuorekilo) turveviljelyssä (1989).
Fig. 4. Effect of N fertilizer, N amount and Cl level on the nitrate content (mg/kg FW) of head lettuce grown on peat soil in 1989.



Kuva 5. Kloridimäärien vaikutus salaatin kokonais- ja nitraattityppipitoisuuteen (g/kg kuiva-ainetta), kolmen typpilannoitustason keskiarvona (1988 ja 1990).
Fig 5. Total and nitrate nitrogen content (g/kg DW) of head lettuce in four chloride fertilization level, means of three nitrogen treatments in 1988 and 1990.

Ravinnepitoisuudet

Typpilannoituksen määrän lisäys aiheutti ensimmäisen vuoden kokeessa lievän typpipitoisuuden kohoamisen (Taulukko 2). Kloridilannoitus ei vaikuttanut salaatin typpipitoisuuteen. Muina vuosina tutkituilla lannoituksilla ei ollut merkitsevää vaikutusta sadon typpipitoisuuteen.

Keräsalaatin pääravinnepitoisuudet vaihtelivat huomattavasti vähemmän kuin hivenravinnepitoisuudet eri vuosina tehdyissä kokeissa tai eri lannoituskäsittelyiden seurauksena. Siitä huolimatta, että esimerkiksi kasvualustan kaliumpitoisuuksien erot olivat eri vuosina suuret, sadon kaliumpitoisuuden vaihtelut olivat vähäiset.

Salaatin kalsium-, rikki- ja natriumpitoisuus pieneni typpimäärän lisäyksen myötä ja muutos oli ammoniumtyypeä sisältävällä lannoituksella suurempi kuin nitraattityypellä. Magnesium- ja fosforipitoisuuteen typpimäärät aiheuttivat sekä positiivisia että negatiivisia muutoksia. Kloorin määrä salaateissa väheni typen määrän lisäämisen seurauksena ja muutos oli selvin nitraattityypen suurimmalla määrällä. Rungas nitraattityppilannoitus vaikeutti siis salaatin kloorin ottoa, mutta kloridilla ei ollut vaikutusta typen ottoon.

Kloridilannoituksen määrällä ei yleensä ollut minkäänlaista vaikutusta salaatin pääravinnepitoisuuksiin, lukuun ottamatta tietysti kloori- ja natriumpitoisuuden kohoamista lannoitemäärien lisäämisen seurauksena. Kalsiumpitoisuus näytti muutamina korjuukertoina pienenevän kloridimäärää nostettaessa. Typpi- ja kloridikäsittelyiden yhteisvaikutus eri ravinteisiin oli vailla merkitsevyyttä.

Kupari-, sinkki- ja booripitoisuuden suurin arvo oli enintään kaksinkertainen pienimpään keskimääräiseen pitoisuuteen verrattuna. Mangaanin kohdalla pienimmän ja suurimman pitoisuuden arvot olivat jopa kymmenkertaiset.

Ammoniumtyypen määrän kasvattaminen lannoituksessa aiheutti salaatin kupari- ja sinkkipitoisuuden, joskus myös mangaanipitoisuuden pienenemisen, nitraattityypellä saadut samansuuntaiset muutokset olivat lievemmat kuin ammoniumtyypeä sisältävällä lannoituksella saadut. Boori- ja rautapitoisuus eivät riippuneet typpilannoituksen määrästä tai lajista.

Kloridimäärän kohottaminen lisäsi salaatin kuparipitoisuutta merkittävästi lähes jokaisena korjuukertana, muiden hivenravinteiden pitoisuudet eivät riippuneet kloridin määrästä lannoituksessa.

Kasvualustan ominaisuudet

Kasvualustan puristenesteiden ravinnepitoisuudet olivat useissa tapauksissa alle kymmenesosa turpeesta kokeen lopussa määritettyjen uuttuvien ravinteiden määrästä.

Puristenesteen johtokykyarvot olivat ensimmäisenä ja kolmantena vuonna ensimmäisen sadonkorjuun jälkeen otetuissa näytteissä 1,8

Taulukko 2. Typpilannoitelajin ja -määrän sekä kloridilannoituksen vaikutus keräsalaatin ravinnepitoisuuksiin turveviljelyssä (vaihteluväli).

Table 2. Effect of N fertilizer, N amount and Cl level on the mineral contents (g/kg dW, mg/kg DW) of head lettuce grown on peat soil. Ranges are given.

| Lannoitus Fertilization | Ravinnepitoisuudet, g/kg kuiva-ainetta Mineral contents, g/kg DW | | | | |
|----------------------------|---|---------|----------|-----------|-------|
| | Ca | K | Mg | P | |
| NL 1 N1 | 10.7-15.9 | 96-108 | 4.3-6.3 | 8.4-10.4 | |
| NL 1 N2 | 9.4-15.7 | 101-113 | 4.0-6.9 | 8.1-10.5 | |
| NL 1 N4 | 9.3-15.0 | 103-118 | 4.4-6.7 | 7.4-10.6 | |
| NL 2 N1 | 10.8-16.0 | 89-109 | 3.8-7.1 | 7.1-11.2 | |
| NL 2 N2 | 10.6-15.0 | 100-112 | 4.5-6.8 | 7.8-10.5 | |
| NL 2 N4 | 11.1-14.7 | 101-110 | 4.8-6.2 | 7.4-11.3 | |
| Cl 0 | 10.7-16.4 | 103-113 | 4.2-6.8 | 8.1-11.0 | |
| Cl 1 | 10.0-15.9 | 100-113 | 4.3-6.7 | 8.2-10.5 | |
| Cl 2 | 10.2-14.9 | 99-110 | 4.4-6.6 | 7.9-10.2 | |
| Cl 4 | 10.3-13.6 | 96-109 | 4.4-6.5 | 7.7-10.0 | |
| | N | S | Na | Cl | |
| NL 1 N1 | 31-49 | 3.3-6.2 | 4.6-7.7 | 14.1-36.5 | |
| NL 1 N2 | 36-47 | 3.2-7.5 | 4.2-7.5 | 12.8-36.4 | |
| NL 1 N4 | 41-47 | 3.0-5.2 | 4.6-5.2 | 10.0-32.8 | |
| NL 2 N1 | 30-47 | 3.1-4.9 | 5.0-7.0 | 13.8-40.0 | |
| NL 2 N2 | 38-46 | 3.0-7.0 | 3.9-6.9 | 11.5-33.1 | |
| NL 2 N4 | 38-47 | 2.9-4.8 | 4.4-5.5 | 9.5-25.8 | |
| Cl 0 | 36-49 | 3.2-6.3 | 0.9- 2.1 | 7.1-10.9 | |
| Cl 1 | 36-49 | 3.1-6.7 | 3.5- 5.2 | 10.2-36.0 | |
| Cl 2 | 36-47 | 3.1-5.5 | 5.6- 7.7 | 12.5-42.8 | |
| Cl 4 | 35-45 | 3.1-6.1 | 7.1-12.0 | 17.4-47.3 | |
| | Ravinnepitoisuudet, mg/kg kuiva-ainetta Mineral contents, mg/kg DW | | | | |
| | Cu | Zn | Mn | Fe | B |
| NL 1 N1 | 7.7-25.9 | 85-160 | 41-249 | 24-87 | 28-61 |
| NL 1 N2 | 7.3-17.3 | 73-150 | 40-249 | 23-95 | 27-66 |
| NL 1 N4 | 8.1-16.7 | 84-129 | 63-230 | 24-93 | 33-50 |
| NL 2 N1 | 7.6-18.5 | 68-142 | 24-273 | 23-89 | 24-59 |
| NL 2 N2 | 8.4-18.9 | 83-143 | 35-304 | 23-91 | 30-74 |
| NL 2 N4 | 9.2-19.2 | 76-171 | 49-233 | 25-95 | 36-55 |
| Cl 0 | 7.2-19.6 | 83-126 | 76-258 | 22-97 | 33-61 |
| Cl 1 | 8.4-18.3 | 84-132 | 59-245 | 24-89 | 28-72 |
| Cl 2 | 9.0-19.6 | 83-138 | 66-236 | 23-91 | 28-62 |
| Cl 4 | 9.1-20.2 | 76-139 | 65-232 | 24-90 | 29-63 |

ja 5,7 mS/cm välillä, toisena vuonna samassa vaiheessa suurimmat arvot olivat lähellä 30 mS/cm (Taulukko 3). Toisena vuonna puristenesteiden johtokyvyn nousun aiheuttivat korkea kaliumpitoisuus (2500-6000 mg/l) ja NO₃-N-pitoisuus (1500-2900 mg/l) suurimman typpimäärän saaneissa kasvualustoissa. Kloridin määrä analysoitiin puristenesteistä toisena ja kolmantena vuonna. Typen määrän liksäyksellä ei ollut selvää vaikutusta kloridipitoisuuteen. Eri kloriditasoilla puristenesteiden kloridipitoisuus vaihteli toisena vuonna 65 ja 1700 mg/l välillä.

Ammoniumtypen pitoisuus toisen vuoden kokeen puristenesteissä oli jo toisen sadon jälkeen lähellä yhtä milligrammaa litraa kohti, vaikka arvot vielä ensimmäisen sadon jälkeen vaihtelivat 200 ja 1500 mg/l välillä. Ammoniumtypen nitrifioituminen turpeessa oli tapahtunut nopeasti sen jälkeen, kun urean ja ammoniumtypen lisääminen lannoituksessa oli lopetettu.

Turpeesta tehdyt analyysit osoittivat, että toisen vuoden lopussa viiden sadon jälkeen nitraattityppipitoisuus oli vain suurimmalla typpilannoituksen tasolla liian korkea (Taulukko 3). Kahtena muuna vuotena kasvualustassa oli nitraattityppeä niukasti. Uuttuvan kaliumin määrät turpeessa ylittivät toisena vuonna jonkin verran suositusarvot.

TARKASTELU

Keräsalaatin nitraattipitoisuuden kohoaminen typpilannoituksen määrän noustessa oli nitraattityppilannoituksella jyrkempi kuin ammoniumtyppeä sisältävällä lannoituksella. Turveviljelyssä saadaan helposti satoja, joiden nitraattipitoisuus ei ylitä Keski-Euroopassa sovellettavia raja-arvoja, jos lisätyppilannoitus annetaan vain yhtä satoa varten kerralla.

Ammoniumtyppeä sisältävä lannoitus pienensi lievästi keräsalaatin nitraattipitoisuutta ja muutos kasvoi jonkin verran typen määrän lisäämisen myötä. Nitraattityppilannoitukseen verrattuna salaatin nitraattipitoisuus väheni kohtalaisilla typpimäärillä (120-375 mg N/l turvetta) yli 10 prosenttia. Suurimmalla typpimäärällä (yli 750 mg N/l turvetta) vastaava muutos vaihteli 4 ja 30 prosentin välillä. Avomaalla HÄHNDEL ja WEHRMANN (1986 a) saivat eri typpilannoitelajeilla samansuuntaisia joskin määrältään selvempiä tuloksia kuin tässä tutkimuksessa saatiin.

Urean käyttö typpilannoitteena aiheuttaa helposti kasveihin polttovioituksia, koska kasvihuoneen kosteassa ja lämpimässä ilmassa urea hajoaa nopeasti ja haihtuva ammoniakki vioittaa salaatin lehtiä. Kuitenkin urean käyttö on edullista laimeina liuoksina, sillä ureaa saaneiden salaattien nitraattipitoisuus näytti olevan pienempi kuin nitraattityppeä saaneiden, silloinkin kun kasvualustassa ei enää ollut ammoniumtyppeä. Toisena syynä saattaa olla se, että kasvualustan kaliumpitoisuus ja johtoluku olivat korkeat. Typen kokonaismäärää ne eivät muuttaneet, vaikka nitraattipitoisuus laski.

Taulukko 3. Typpilannoitelajin ja -määrän vaikutus sadonkorjuun jälkeen otettujen turpeen puristenesteiden sekä kasvukausien lopussa otettujen turvenäytteiden ominaisuuksiin.

Table 3. Effect of N fertilizer and N amount on the electrical conductivity (mS/cm) and element content (mg/l) in presswater of peat, and acid ammonium acetate extractable contents of elements (mg/l soil) in peat at the end of experiments.

| Typpilann. N treatm. | Puristenesteen ravinnepitoisuudet mg/l Element content in presswater of peat mg/l | | | | | | | | |
|-------------------------|--|---|------|-------|-------------------------|--------------|------|------|--|
| | 1988 | 1989 | | 1990 | 1988 | 1989 | | 1990 | |
| | 1. | 2. | 3. | 1. | 1. | 2. | 3. | 1. | |
| | Johtokyky mS/cm | | | EC | NO ₃ -N mg/l | | | | |
| | | | | | D | | | | |
| ML 1 N1 | 2.0 | 8.5 | 4.6 | 2.1 | 2 | 530 | 170 | 15 | |
| NL 1 N2 | 2.4 | 12.5 | 7.3 | 2.6 | 18 | 1060 | 560 | 30 | |
| NL 1 N4 | 4.1 | 25.4 | 13.7 | 2.8 | 190 | 2945 | 1450 | 45 | |
| NL 2 N1 | 2.2 | 8.8 | 5.2 | 1.8 | 5 | 660 | 270 | 5 | |
| NL 2 N2 | 2.8 | 14.4 | 9.3 | 1.9 | 25 | 1385 | 385 | 20 | |
| NL 2 N4 | 5.7 | 21.3 | 14.9 | 2.6 | 350 | 2490 | 1545 | 70 | |
| | | Kalium (K) | | | | Kloridi (Cl) | | | |
| NL 1 N1 | 295 | 1470 | 620 | 85 | 773 | 436 | 355 | | |
| NL 1 N2 | 450 | 2285 | 1130 | 130 | 840 | 455 | 430 | | |
| NL 1 N4 | 865 | 5435 | 2665 | 225 | 1110 | 595 | 375 | | |
| NL 2 N1 | 375 | 1310 | 585 | 60 | 735 | 400 | 355 | | |
| NL 2 N2 | 645 | 2480 | 1350 | 85 | 760 | 510 | 335 | | |
| NL 2 N4 | 1520 | 4075 | 2585 | 205 | 910 | 575 | 370 | | |
| | | Uuttuvat ravinteet, mg/l turvetta Extractable elements mg/l peat | | | | | | | |
| | 1988 | 1989 | 1990 | 1988 | 1989 | 1990 | | | |
| | Johtoluku 10xmS/cm | | | EC | NO ₃ -N | | | | |
| | | | | | D | | | | |
| NL 1 N1 | 5.6 | 11.1 | 4.9 | 1.4 | 74 | 0.8 | | | |
| NL 1 N2 | 6.6 | 20.2 | 5.6 | 4.1 | 420 | 2.6 | | | |
| NL 1 N4 | 8.9 | 30.7 | 6.6 | 63.8 | 795 | 9.0 | | | |
| NL 2 N1 | 6.2 | 11.3 | 4.4 | 1.7 | 78 | 0.3 | | | |
| NL 2 N2 | 7.1 | 17.7 | 4.8 | 7.3 | 258 | 2.5 | | | |
| NL 2 N4 | 11.6 | 33.5 | 6.0 | 137.0 | 789 | 19.1 | | | |
| | | Kalium (K) | | | | Fosfori (P) | | | |
| NL 1 N1 | 321 | 509 | 218 | 11.8 | 37.9 | 54.9 | | | |
| NL 1 N2 | 461 | 1050 | 351 | 11.3 | 65.3 | 66.0 | | | |
| NL 1 N4 | 773 | 1724 | 571 | 10.2 | 99.9 | 91.5 | | | |
| NL 2 N1 | 430 | 577 | 240 | 12.7 | 44.6 | 46.0 | | | |
| NL 2 N2 | 673 | 941 | 316 | 10.8 | 70.0 | 58.6 | | | |
| NL 2 N4 | 1152 | 1887 | 577 | 10.6 | 114.7 | 95.4 | | | |

Kloridilannoitus vähensi merkitsevästi salaatin nitraattipitoisuutta vain muutamassa tapauksessa. Ero oli selvin syys-lokuussa 1988 ja 1990 kasvatetuissa salaateissa. Kumpanakin vuonna kloridimäärä Cl 2 pienensi nitraattipitoisuutta noin 15 prosentilla. Suurimman kloridimäärän saaneissa sadoissa varsinkin yhdessä nitraattitypen kanssa salaatin nitraattipitoisuus osoitti nousun merkkejä. Aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu kloridilannoituksen olevan tehokkain nitraattipitoisuuden vähentäjä, kun typpilannoitus on ollut runsas ja se annetaan osittain ammoniumtyypinä (HÄHNDEL ja WEHRMAN 1986 b). Käsillä olevassa tutkimuksessa toisen vuoden runsaiden typpimäärien lisäksi annettu kloridi ei muuttanut merkitsevästi salaatin nitraattipitoisuutta eri vuodenaikoina kasvatetuissa sadoissa.

Keräsalaatin sato näytti hieman lisääntyneen kloridilannoituksella silloin, kun nitraattipitoisuus pieneni. Kloridin vaikutus satoon oli selvin ammoniumtyyppeen yhdistettynä.

Vaikka toisen ja kolmannen vuoden tuloksia esiteltäessä on mainittu typen määrät turvelitraa kohti, todellisuudessa on kuitenkin ollut kyse kaikkien ravinteiden määristä. Kokeisiin käytetyt lannoitteethan valmistettiin moniravinteisista lannoitteista. Typen määrän kasvu aiheutti myös muiden ravinteiden määrän kasvun lannoituksessa. Tavoitteena oli pitää ravinnesuhteet, erityisesti salaatille tärkeä K:N, samana kaikilla lannoitustasoilla, jotta sen vaikutukset tuloksiin voitiin eliminoida.

Keräsalaatin hivenravinnepitoisuuksien vaihtelut olivat eri korjuukertojen välillä suuremmat kuin typpi- tai kloridilannoitusten aiheuttamat muutokset. Kuten aikaisemmin todettiin typpilannoitukseen liittyi kahtena viimeisenä vuonna moniravinteisten lannoitteiden tuomat kasvavat hivenravinnemäärät. Turpeen peruslannoituksen hivenainesisältö oli ehkä suurin syy eri kertoina korjattujen satojen hivenravinnepitoisuuksien tasoeroihin, vaikka turpeista kokeiden lopussa tehdyt uuttuvien hivenravinteiden määritykset eivät kovin selvästi tue tätä olettamusta.

Vähän (noin 10 prosenttia) ammoniumtyypeä sisältävällä typpilannoituksella yhdessä kaliumkloridin (kloridia 150 mg/l turvetta) kanssa oli lievä salaatin nitraattipitoisuutta vähentävä vaikutus turveviljelyssä. Ammoniumtypen nopean nitrifioitumisen vuoksi typpilannoitus tulee antaa muutamina erinä kastelun yhteydessä kasvatuksen aikana. Kumpikaan lannoite ei vaikuttanut haitallisesti sadon määrään.

KIRJALLISUUS

- ANON. 1986. Methods of soil and plant analysis. Maatalouden tutkimuskeskus 45 p. Jokioinen
- BENOIT, T. & CEUSTERMANS, N. 1989. Recommendations for the commercial production of butterhead lettuce in NFT. *Soilless Culture* 5: 1-12.
- BOON, J. van der, STEENHUIZEN, J. W. & STEINGRÖVER, E. 1986. Effect of EC, and Cl and NH_4 concentration of nutrient solutions on nitrate accumulation in lettuce. *Acta Horticulture* 222: 35-42.
- , STEENHUIZEN, J. W. & STEINGRÖVER, E. 1990. Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration, NH_4/NO_3 ratio and temperature of the recirculating nutrient solution. *J. Hort. Sci.* 65: 309-321.
- EEROLA, M., VARO, P. & KOIVISTOINEN, P. 1974. Nitrate and nitrite in spinach (*Spinacia oleracea* L.) as affected by application of different levels of nitrogen fertilizer, blanching and storage after thawing of frozen products. *Acta Agric. Scand.* 24: 286-290.
- GREENWOOD, D. J. & HUNT, J. 1986. Effect of nitrogen fertilizer on the nitrate contents of field vegetables grown in Britain. *J. Sci. Food Agric.* 37: 373-383.
- HÄHNDEL, R. 1984. Beeinflussung des Nitratgehaltes von Spinat sowie von Kopfsalat, Rote Beete und Radies durch variiertes N- und Cl-Ernährung. Diss. 132 p., Univesität Hannover.
- & WEHRMANN, J. 1986 a. Einfluss der NO_3^- bzw. NH_4^- -Ernährung auf Ertrag und Nitratgehalt von Spinat und Kopfsalat. *Z. Pflanzenern. Bodenk.* 149: 290-302.
- & WEHRMANN, J. 1986 b. Einfluss der Cl-Ernährung auf Ertrag und Nitratgehalt von Spinat und Kopfsalat. *Z. Pflanzenern. Bodenk.* 149: 303-313.
- LACROIX, R. L., KEENEY, D. R. & WALSH, L. N. 1970. Potentiometric titration of chloride in plant tissue extracts using the chloride ion electrode. *Soil Sci. Plant Anal.* 1:1-6.
- LAKANEN, E. & ERVIÖ, R. 1971. A comparison of eight extractants for the determination of plant available micromicronutrients in soils. *Acta Agr. Fenn.* 128: 223-232.
- NOVOZAMSKY, I., HOUBA, V.J.G., EIJK, D. van der & ECK, R. van. 1983. Notes on determination of nitrate in plant material. *Neth. J. Agric. Sci.* 31: 239-248.
- PENTTILÄ, P.-L., RÄSÄNEN, L. & KIMPPA, S. 1990. Nitrate, nitrite and N-nitroso compounds in Finnish foods and the estimation of the dietary intakes. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 190: 174-175.
- REININK, K. & EENINK, A. H. 1988. Genotypical differences in nitrate accumulation in shoots and roots of lettuce. *Scient. Hortic.* 37: 13-24.
- RUFTY, Th. W. jr., ISRAEL, D. W. & VOLK, R. J. 1984. Assimilation of $^{15}\text{NO}_3^-$ taken up by plants in the light and in dark. *Plant Physiol.* 76: 769-775.
- SPLITTSTÖSSER, W. E., VANDEMARK, J. S. & KHAN, S. M. A. 1974. Influence of nitrogen fertilization upon protein and nitrate concentration in some vegetable crops. *Hort Sci.* 9: 124-125.
- STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. 1981. Principles and procedures of statistics. 633 p. Singapore.
- STEENHUIZEN, J. W. 1988. Het nitraatgehalt van sla op voedingsfilm. 7. Invloed chlorideconcentratie in de voedingsoplossing. *Inst. Bodemvrucht. Rapp.* 11-67, 110 p.

- SWEMMER, E. von. 1990. Nitrate in Gemüse. *Gemüse* 1990,3: 172, 174-175.
- VUORINEN, J. & MÄKITIE, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. *Agrogeol. Publ.* 63: 1-44.

SUMMARY

Nitrogen fertilizers containing 100 per cent nitrate, or 80 per cent nitrate and 20 per cent ammonium had an equal effect on the head weight and nitrate content of 'Amy' and 'Cortina' butterhead lettuces grown on peat soil when the amount of N added was low. In pot experiments, higher amounts of the same N fertilizers and urea were studied with four levels of chloride. The head weight of the butterhead lettuces 'Katanga', 'Kelvin' and 'Sunlight' was not dependent on the fertilizer type. The nitrate content decreased with ammonium containing N fertilizer by about 10 per cent and together with chloride by about 15-30 per cent. The highest levels of nitrogen and chloride were injurious to lettuce. The optimum level of chloride seemed to be 150 mg per liter peat for three successive crops.

**KERÄ- JA LEHTISALAATIN LANNOITUS KIERTÄVÄSSÄ RAVINNELIUOKSESSA;
KASVIEN KASVURYTMI, SATO JA SADON LAATU**

Effect of fertilization treatments on the growth and chemical quality of lettuce grown in recirculating nutrient solution

Raili Jokinen ja Johanna Mäkilä
Maatalouden tutkimuskeskus
Ympäristöntutkimuslaitos

TIIVISTELMÄ

Kiertävän ravinneliuoksen väkevyyksillä 1,5, 3 tai 5 (6) mS/cm tehdyissä kokeissa pehmeän keräsalaatin kasvu oli ensimmäisenä viikkona istutuksen jälkeen hitain väkevimmässä liuoksessa. Sen jälkeen kehitysrytmi nopeutui ja suurimmat kerät saatiin, kun ravinneliuoksen johtokyky oli kasvatuksen alussa korkea (3 tai 5 mS/cm) ja parin viikon ajan ennen sadonkorjuuta noin 1,5 mS/cm. Kerän painon erot olivat vain harvoin merkitseviä. 'Grand Rapids'-salaatilla ravinneliuoksen pysyvän väkevyyden tai väkevyyden muutosten vaikutus sadon kehitykseen ja painoon oli vähäinen.

Valoisana vuodenaikana (touko-elokuu) jatkuva väkevän (5 mS/cm) ravinneliuoksen käyttö tuotti noin 10 % vähemmän nitraattia sisältävän 'Grand Rapids'-salaatin sadon kuin jatkuva laimea (1,5 mS/cm) ravinneliuos. Keräsalaatin nitraattipitoisuus oli pienin sadoissa, jotka saatiin kasvatusajan loppua kohti laimenevalla ravinneliuoksella. Jatkuvalle laimealle ravinneliuoksella kasvatettujen kerien nitraattipitoisuus oli noin 7 % ja jatkuvalla väkevällä ravinneliuoksella kasvatettujen noin 15 % edellä mainittua korkeampi.

'Grand Rapidsin' nitraattipitoisuus (keskim. 2900 mg/kg tuoresaatoa) oli kesäaikana pienempi kuin keräsalaatin (keskim. 4000 mg/kg), kun kummatkin oli kasvatettu samanlaisilla lannoituksilla. Ammoniumtyyppiä (20 % typen kokonaismäärästä) sisältävä lannoitus vähensi kevättalvella keräsalaatin nitraattipitoisuutta vain noin 6 % ja ammoniumtypen lisäksi annettu kloridilannoitus (ravinneliuoksen kloridipitoisuus 150 mg/l) noin 15 %; molemmat nitraattityypilannoitukseen verrattuna.

Tekijöiden osuudet: Raili Jokinen suunnitteli tutkimuksen, valvo sen toteutusta, laski tulokset ja laati käsikirjoituksen, Johanna Mäkilä teki kirjallisuuden haut ja osallistui kokeiden käytännön toteutukseen ohjaten avustavan henkilökunnan työtä.

JOHDANTO

Huomattava osa Suomessa tuotettavasta lehtisalaattisadosta kasvatetaan kiertävässä ravinneliuksessa, pehmeää keräsalaattia taas viljellään pääosin turvealustalla.

Salaatin ravinteiden tarvetta kiertävässä ravinneliuksessa on selvitetty useissa tutkimuksissa (WILLUMSEN 1984, GOOR 1987, GOOR ym. 1988, VOOGT 1988). Suurin osa tutkimuksista on tehty keräsaalaatilla, sillä sitä viljellään Keski-Euroopassa niin kiertävässä ravinneliuksessa kuin maapohjallakin. Pohjoismaissa viljellään yleisesti 'Grand Rapids'-lehtisalaattia. Näyttää kuitenkin siltä, että Hollannissa ryhdytään tuottamaan 'Grand Rapidsia' Pohjoismaiden markkinoille (NUNNINK 1990).

Sadon korkea nitraattipitoisuus on salaatin viljelyn keskeinen ongelma. Nitraattipitoisuuden on todettu riippuvan muun muassa lannoituksesta (BLOM-ZANDSTRA ja LAMPE 1983, HÄHNDEL 1984, STEENHUIZEN 1987, STEENHUIZEN 1988, SHINOHARA ja SUZUKI 1988, VOOGT 1988, GUTTORMSEN 1989, BOON ym. 1990), ravinneliuksen lämpötilasta (BOON ym. 1990), kasvihuoneilman hiilidioksidipitoisuudesta (KAISER ja FÖRSTER 1989) sekä kasvien valotuksesta (BLOM-ZANDSTRA ja LAMPE 1983). Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli verrata erilaisten lannoituskäsittelyiden vaikutusta lehti- ja keräsalaatin satoon, kasvien kasvurytmiin sekä sadon nitraatti- ja ravinnepitoisuuksiin.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Kokeita varten Maatalouden tutkimuskeskukseen hankittiin vuonna 1989 neljä erillistä kiertävän ravinneliuosviljelyn yksikköä. Järjestelmissä on tanskalaisen DGT:n automatiikka lannoitteiden annosteluun ja kiertävän ravinneliuksen johtokyvyn säätöön.

Jokaiseen viljely-yksikköön kuuluu kolme pöytää, joissa kussakin on seitsemän 20 taimen Vefi-kourua. Kasvien juurten ohi virrannut ravinneliuos kerätään kourujen päissä poikittain olevaa avokourua pitkin takaisin keräilysaaviin ja johdetaan uudelleen kasvien käyttöön.

Lannoituskokeita tehtiin kolmessa yksikössä, toisin sanoen kokeissa voitiin verrata samanaikaisesti kolmea erilaista lannoitusta kolmena kerranteena. Kaikin puolin hyvän laitteiston heikkoutena oli se, että saman käsittelyn kolme kerrannetta olivat samalla puolella kasvihuonetta.

Kokeet toteutettiin vanhahkossa lasikattoisessa ja -seinäisessä kasvihuoneessa. Se oli kuitenkin erinomainen salaatin kasvatukseen kaikkina vuodenaikoina. Vain keskikesällä lämpötila pyrki kohoamaan yli 30 °C katon ja seinien varjostuksesta huolimatta. Talvella lämpötila pysyi kovillakin pakkasilla yöllä lähellä +10 °C. Pimeänä aikan jokaisen pöydän yläpuolella oli yksi valaisin

Taulukko 1. Kiertävän ravinneliuoksen väkevyyden vaihtamisohjelma lehti- ja keräsalaatin kasvatuksessa.

Table 1. Changes of the EC (mS/cm) of nutrient solution during the growing of 'Grand Rapids' and 'Sunlight' lettuce cultivars.

| Vaihtoehto Alter- native | Kiertävän ravinneliuoksen johtokyky mS/cm EC of recirculating nutrient solution, mS/cm | | | | | |
|--------------------------------|---|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | Grand Rapids | | | Sunlight | | |
| | Istutus 1.8. Plant. | Muutos 8.8. Chang. | Muutos 15.8. Chang. | Istutus 27.4. Plant. | Muutos 7.5. Chang. | Muutos 14.5. Chang. |
| 1. | 3.0 | -> 3.0 | -> 3.0 | 1.5 | -> 1.5 | -> 1.5 |
| 2. | 3.0 | -> 5.0 | -> 5.0 | 1.5 | -> 3.0 | -> 3.0 |
| 3. | 3.0 | -> 5.0 | -> 1.5 | 1.5 | -> 3.0 | -> 5.0 |
| 4. | 3.0 | -> 3.0 | -> 1.5 | 1.5 | -> 1.5 | -> 5.0 |
| 5. | 3.0 | -> 1.5 | -> 5.0 | 1.5 | -> 5.0 | -> 3.0 |
| 6. | 5.0 | -> 5.0 | -> 5.0 | 3.0 | -> 3.0 | -> 3.0 |
| 7. | 5.0 | -> 1.5 | -> 3.0 | 3.0 | -> 5.0 | -> 1.5 |
| 8. | 5.0 | -> 5.0 | -> 1.5 | 3.0 | -> 3.0 | -> 5.0 |
| 9. | 5.0 | -> 3.0 | -> 1.5 | 3.0 | -> 1.5 | -> 5.0 |
| 10. | 5.0 | -> 5.0 | -> 3.0 | 3.0 | -> 5.0 | -> 1.5 |
| 11. | 1.5 | -> 1.5 | -> 1.5 | 5.0 | -> 5.0 | -> 5.0 |
| 12. | 1.5 | -> 1.5 | -> 3.0 | 5.0 | -> 3.0 | -> 1.5 |
| 13. | 1.5 | -> 3.0 | -> 5.0 | 5.0 | -> 1.5 | -> 3.0 |
| 14. | 1.5 | -> 3.0 | -> 3.0 | 5.0 | -> 1.5 | -> 1.5 |
| 15. | 1.5 | -> 1.5 | -> 5.0 | 5.0 | -> 5.0 | -> 3.0 |

(SON-T 400), minkä vuoksi vain lampun alla oleva osa pöydästä oli kokeen nettoruutuna. Hiilidioksidia annosteltiin kasvihuoneilmaan noin 900 ppm syksyllä ja talvella, kun kasvihuoneen kattoluukut olivat kiinni.

Lannoituskokeissa tutkittiin ravinneliuoksen väkevyyden (johtokyvyn) vaikutusta salaatin satoon ja kasvurytmiin pitämällä ravinneliuoksen johtokyky koko viljelyn ajan samana tai muuttamalla sitä muutaman kerran viljelyn aikana (Taulukko 1). Muutokset tehtiin siten, että pöytiin johdetun ravinneliuoksen johtokyky pidettiin koko ajan samana, mutta Vefi-kouruja kasveineen siirrettiin viikon välein pöydästä toiseen.

Vakiona pidetyn ravinneliuoksen väkevyydet olivat 1,5, 3 tai 5 (6) mS/cm. Lannoitteiden perusliuokset valmistettiin Kemira Oy:n Puutarhan hydrolannoksesta, Puutarhan täyslannoksesta tai Kekkilän 5 Super-X:stä (10-prosenttinen liuos) ja kalkkisalpietarista (9,5-prosenttinen) liuos. Perusliuoksia annosteltiin kiertoveteen suhteessa 1:1 tai 1:0,8 (moniravinteinen lannos : kalkkisalpietari).

Kiertävän ravinneliuoksen saavit tyhjennettiin viikoittain, jolla estettiin kasvien vähän ottamien ravinteiden kertyminen ravinneliuokseen. Ajoittain ilmenneet laitteistojen toimintahäiriöt aiheuttivat myös kiertävän ravinneliuoksen uusimistarpeen.

Keräsalaatin nitraattipitoisuuden vähentämistä tutkittiin kevä-talvella 1990 kahdessa kokeessa. Niistä ensimmäisessä salaatile annettiin 17.1. ja 5.3. välisenä aikana Puutarhan hydrolannoksesta ja kalkkisalpietarista koostuva lannoitus siten, että kiertävän ravinneliuoksen johtokyky oli istutuksen jälkeen noin neljän viikon ajan 1,5, 3 tai 6 mS/cm. Tämän jälkeen johtokyky säädettiin kaikissa 5:een mS/cm ja kokeen alussa väkevintä liuosta saaneiden salaattien kiertoveteen lisättiin ruokasuolaa niin, että kiertoveden klooripitoisuudeksi tuli 150 mg/l.

Toisessa kokeessa käytettiin kalkkisalpietarin lisäksi Kemira Oy:n koetarkoituksiin valmistamia kahta Puutarhan hydrolannosta, joista toisen tyyppi oli kokonaan nitraattina ja toisen tyypestä 20 prosenttia oli ammonium- ja 80 prosenttia nitraattityyppinä. Näistä valmistettiin 10-prosenttiset perusliuokset. Kalkkisalpietarista tehtiin 9,5-prosenttinen perusliuos. Niitä johdettiin kiertoveteen suhteessa 1:0,9 (hydrolannos:kalkkisalpietari). Ammoniumtyyppiä sisältävää lannoitusta johdettiin kahteen viljely-yksikköön, ja niistä toiseen annettiin lisäksi ruokasuolaa sama määrä kuin edellisessäkin kokeessa. Koe toteutettiin 9.3. ja 17.4. välisenä aikana.

Siemenet kylvettiin lannoitetulla ja kalkitulla turpeella täytettyihin 6 cm:n Vefi-ruukkuihin ('Grand Rapidsia' kaksi siementä ruukkuun, keräsalaatteja yksi siemen) ja taimet kasvatettiin noin 18 °C lämpötilassa ja 24 h valotuksessa eri kasvihuoneessa kuin varsinainen sato. Taimikasvatusaika oli noin kolme viikkoa, se kuitenkin vaihteli eri vuodenaikoina.

Istutuksen jälkeen kasvustoista otettiin viikon välein kasveja, ne punnittiin kasvurytmin määrittämistä varten ja kuivatettiin kuiva-ainepitoisuuden määrittämistä varten. Kuivatetuista näytteistä määritettiin taimien ravinnepitoisuudet niinä näytekertoina, joina kasvaines riitti analyysiin.

Lopullinen sato korjattiin yleensä silloin, kun ruukun sadon paino ylitti maatilahallituksen asettaman vähimmäispainon 130 g ('Grand Rapids'). Keräsalaatit korjattiin useimmiten painavampina kuin lehtisalaatti. Sadonkorjuun yhteydessä jokaisesta ruudusta punnittiin 5-10 ruukun sadon bruttopaino ja otettiin näytteet kuiva-aineen sekä ravinnepitoisuuksien määrittämistä varten.

Kuiva-ainepitoisuus määritettiin karkeaksi silputusta kasvinäytteestä pitämällä sitä muutama päivä ilmastoidussa lämpökaapissa noin +40 °C:ssa ja sen jälkeen 105 °C:ssa yli yön. Näyte punnittiin tuoreena ja kuivana, kuiva-ainepitoisuus laskettiin näiden

tietojen perusteella. Sen jälkeen näytteet jauhettiin nitraatti- ja ravinneanalyysija varten.

Kuivapoltolla tuhkauteen näytteen kloorivetyhappouutteesta määritettiin Ca-, K-, P-, Mg-, Cu-, Zn-, Mn- ja Fe-pitoisuudet, ja märkäpoltolla (väkevä typpihappo) saadusta kasviuutteesta S-, B- ja Na-pitoisuudet plasmaemissiospektrometrillä ICP-ARL (ANON. 1986). Kokonaistyyppi määritettiin Kjeldal-poltolla saadusta uutteen värijäykseen jälkeen AKEA-laitteella. Nitraatti uutettiin kasvinäytteistä 1 M KCl:lla ja sulfanilamidilla värjätyin liuoksen värin intensiteetti mitattiin AKEA-laitteella (NOVOZAMSKY ym. 1983). Kloridipitoisuus määritettiin ioniselektiivisellä elektrodilla (Orion) potentiometrisenä titrauksena kuivan kasvinäytteen ja 0,1 M typpihapon suspensiosta 0,0282 M hopeanitraatin ja 0,1 M typpihapon seoksella (LACROIX ym. 1970). Millivolttilukeman jyrkkä lasku osoitti titrauksen loppukohtaan.

Analyysitulokset ilmoitetaan alkuaineina kuivaa kasviainesta kohti. Tästä poiketen nitraattipitoisuus ilmoitetaan tuoretta kasviainesta kohti nitraattina (nitraattipitoisuus = $4,429 \times N$ -pitoisuus).

Viljelyn aikana kiertävän ravinneliuoksen ravinnepitoisuudet määritettiin ICP-ARL:lla, ammonium- ja nitraattityyppi AKEA:lla sekä pH, johtoluku ja kloridipitoisuus asianomaisten mittausten vaatimilla selektiivisillä elektrodeilla suoraan liuoksista. Näytteet otettiin joka toinen päivä. Lisäksi ravinneliuoksen johtokykyä seurattiin päivittäin viljelijöiden käyttöön tarkoitetulla kannettavalla laitteella.

TULOKSET

Ensimmäinen koe oli laitteiden testausta ja käytön opettelua. Ravinneliuoksen väkevyydet olivat 1, 1,5, 2 tai 3 mS/cm. Perusliuokset valmistettiin Puutarhan täyslannoksesta ja kalkkisalpietarisista. Viikon kuluttua istutuksesta ravinneliuoksen kaliumpitoisuus oli alle 100 mg/l ja tyyppiä siinä oli noin kaksinkertainen määrä kaliumiin verrattuna. Kasvatuksen lopulla 'Grand Rapids'-lehtisalaatin kasvustot olivat vaalean sinertävän vihreitä, pitkävartiseksi venähtäneitä ja hauraita. Kasvu-aika istutuksesta (19.6.) sadonkorjuuseen (13.7.) oli runsas kolme viikkoa. Kiertävän ravinneliuoksen väkevyydellä ei ollut vaikutusta sadon painoon, se vaihteli 120 ja 140 g välillä. Ravinneliuosten liian suuri typpimäärä kaliumiin verrattuna aiheutti salaatin tavanomaisesta poikkeavan kasvun. Ravinneliuoksen väkevyyden lisääminen kohotti sadon kuiva-ainepitoisuutta yhdellä prosenttiyksiköllä (4-5 %) ja nitraattipitoisuutta noin 1000 mg/kg (1450-2460 mg/kg).

Seuraavissa kokeissa lehtisalaattia lannoitettiin edellistä väkevämällä (johtokyky 1,5, 3 tai 6 mS/cm) samoista lannoitteista tehdyillä ravinneliuksilla, tavoitteena selvittää liuoksen väke-

vyiden vaikutusta kasvuun. Ravinneliuoksen väkevyyden kasvattaminen ei kuitenkaan parantanut tilannetta, koska typen ja kaliumin suhde pysyi samana. Kasveissa ilmeni selviä ulkolehtien reunapoltteen oireita, vähiten kuitenkin ravinneliuoksen 6 mS/cm kasveissa. Syynä reunapoltteeseen oli ilmeisesti kaliumin puute, koska ravinneliuoksen kaliumipitoisuus oli kokeen lopussa alle 100 mg/l, mutta typpipitoisuus 120-600 mg/l ja kalsiumipitoisuus 200-700 mg/l.

Sadon paino oli suurin johtokyvyllä 1,5 mS/cm kasvatetuissa salaateissa. Heinä-elokuussa ero laimeimmassa ja väkevimmässä ravinneliuoksessa kasvatettujen satojen painossa oli yli 50 g (157-107 g), mutta syys-lokakuussa vain 9 g (112-103 g). Salaatin nitraattipitoisuus vaihteli 1440-2400 mg/kg tuoresatona kesäaikaana, syksyllä 3000-3600 mg/kg. Pimeänä vuodenaikana salaatin kuivan sadon sisältämä typen kokonaismäärä (48-50 g/kg) oli suurempi kuin valoisana aikana (34-44 g/kg), samoin myös nitraattina olevan typen osuus kasvin kokonaistypestä.

Viljelyn kuluessa tehdyn ravinneliuoksen väkevyyden muutoksen vaikutusta lehtisalaattiin tutkittiin elokuussa 1990 edellä (Taulukko 1) esitetyn ohjelman mukaisesti. Ennen kasvien siirtämistä liuoksesta toiseen otettiin kahden ruukun näytteet jokaisesta Vefi-kourusta. Täten selvitettiin viikon aikana tapahtunut kasvu ja mahdollinen ravinnepitoisuuden muutos. Viimeisen johtokyvyn muutoksen (15.8.) jälkeen kasvit kasvoivat noin kaksi viikkoa samassa liuoksessa sadonkorjuuseen asti.

Erilaisilla lannoituskäsittelyillä saatujen kasvien painot eivät poikenneet merkittävästi toisistaan eri näytteenottokertoina eikä lopullisessa sadossa (Taulukko 2). Ensimmäisessä näytteiden otossa ruukun sato oli muita suurempi laimeimmassa ravinneliuoksessa ja pienimmät taimet kasvoivat väkevissä (3 tai 5 mS/cm) ravinneliuoksissa. Taimien istutus suoraan väkevään liuokseen hidasti aluksi kasvua. Toisen näytteen paino oli lisääntynyt eniten jatkuvasti väkevissä liuoksissa kasvaneissa salaateissa (käsittelyt 4 ja 10). Laimeassa liuoksessa (15) salaatin painon muutos viikon aikana jäi vähäiseksi. Tuloksen tekee epävarmaksi se, että painon seuranta ei tehty samoja kasveja kasvatettaessa, vaan punnitukseen otettiin etukäteen laaditun suunnitelman mukaisesti kaksi ruukkuja jokaisesta kourusta. Tulokset ovat siis kuuden ruukun satojen keskiarvoja.

Suurin lopullinen sato, 186 g, saatiin lannoituksella, jonka väkevyys laski koekauden loppua kohti (käsittely 9), mutta yhtä suuri sato, 184 g, saatiin myös jatkuvalla laimealla lannoituksella (käsittely 11). Pienin sato, 155 g, saatiin lannoituksella, jonka johtokyky kohotettiin viikon kuluttua istutuksesta 1,5:sta 3:een mS/cm (käsittely 14).

Viisi vuorokautta ennen lopullista sadonkorjuuta olisivat vain käsittelyillä 10, 11 ja 15 tuotetut sadot täyttäneet kaupparehian salaatin vähimmäispainon. Vajaan viikon kuluttua kaikilla

Taulukko 2. Kasvatuksen aikana tehtyjen kiertävän ravinneliuoksen väkevyyden muutosten vaikutus 'Grand Rapids'-lehtisalaatin tuorepainoon (kaksi yksilöä ruukussa) kasvun eri vaiheissa sekä päivittäinen kasvun lisäys 8.8. ja 27.8. välisenä aikana.

Table 2. Effect of the change of EC of nutrient solution during the growing on the FW (g) of 'Grand Rapids' at four weighing times, and the FW increase between Aug. 8-27 (g/day)

| Vaihto- ehto | Johtokyky mS/cm EC mS/cm | Näyte Sample | Näyte Sample | Näyte Sample | Sato Yield | Painon lisäys g/vrk Weight incr. g/day FW |
|------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|---------------|--|
| Alter- native | elokuuta August | Tuorepaino, g/ruukku FW, g/pot | | | | |
| 1. | 3.0 ->3.0 ->3.0 | 5.4 | 32.0 | 120.5 | 159.3 | 7.7 |
| 2. | 3.0 ->5.0 ->5.0 | 7.1 | 34.1 | 108.2 | 159.5 | 7.6 |
| 3. | 3.0 ->5.0 ->1.5 | 7.3 | 38.6 | 123.8 | 167.7 | 8.0 |
| 4. | 3.0 ->3.0 ->1.5 | 8.0 | 40.4 | 103.1 | 163.2 | 7.8 |
| 5. | 3.0 ->1.5 ->5.0 | 8.8 | 33.2 | 115.2 | 177.3 | 8.4 |
| 6. | 5.0 ->5.0 ->5.0 | 5.6 | 36.9 | 95.0 | 157.6 | 7.6 |
| 7. | 5.0 ->1.5 ->3.0 | 6.2 | 36.3 | 122.3 | 168.6 | 8.1 |
| 8. | 5.0 ->5.0 ->1.5 | 5.7 | 36.7 | 113.5 | 160.2 | 7.7 |
| 9. | 5.0 ->3.0 ->1.5 | 7.2 | 25.8 | 112.9 | 186.5 | 9.0 |
| 10. | 5.0 ->5.0 ->3.0 | 6.5 | 42.4 | 130.5 | 179.3 | 8.6 |
| 11. | 1.5 ->1.5 ->1.5 | 9.0 | 36.2 | 138.8 | 183.5 | 8.7 |
| 12. | 1.5 ->1.5 ->3.0 | 8.2 | 31.5 | 123.5 | 166.2 | 7.9 |
| 13. | 1.5 ->3.0 ->5.0 | 7.5 | 37.4 | 106.5 | 164.4 | 7.8 |
| 14. | 1.5 ->3.0 ->3.0 | 7.3 | 34.5 | 119.7 | 155.3 | 7.4 |
| 15. | 1.5 ->1.5 ->5.0 | 10.1 | 29.2 | 137.2 | 172.9 | 8.1 |

käsittelyillä saatiin selvästi vähimmäispainon ylittäviä salaatteja. Sadon paino lisääntyi 8.8. ja 27.8. välisenä aikana eri lannoituksilla 7,4-9,0 g/vrk.

Lopullisessa sadossa oli nitraattia 2680-3300 mg tuorekilossa (keskimäärin 2930 mg/kg), kokonaistyyppiä 42,2-45,1 g kuiva-ainekilossa (43 g/kg) ja nitraattityypen osuus kokonaistyyppistä 39,2-48,0 prosentin välillä (keskiarvo 43 %) (Taulukko 3). Viikkoa ennen sadonkorjuuta otettujen näytteiden tuorepainon nitraattipitoisuus vaihteli 2730 ja 3170 mg/kg välillä (2950 mg/kg), kokonaistyyppipitoisuus 42,8-46,6 g/kg kuiva-ainetta (44 g/kg) ja nitraattityypen osuus kokonaistyyppistä 32,9 ja 40,3 prosentin välillä (38 %). Tänä aikana ei kuitenkaan kaikkien lannoitusten keskiarvona laskettu satojen nitraattipitoisuus muuttunut. Kaksi viikkoa ennen sadonkorjuuta otetuissa näytteissä oli keskimääräinen nitraattipitoisuus (2030 mg/kg) pienempi, kokonaistyyppipitoisuus (47 g/kg) suurempi, mutta nitraattityypen osuus kokonaistyyppistä (24 %) pienempi kuin lopullisessa sadossa.

Taulukko 3. Kiertävän ravinneliuoksen väkevyyden (mS/cm) muutosten vaikutus salaatin nitraattipitoisuuteen (mg/kg tuoresatoa), typen kokonaismäärään (g/kg kuiva-ainetta) ja nitraattitypen osuuteen kokonaistypestä (%) 'Grand Rapidsin' ja 'Sunlightin' sadoissa.

Table 3. Effect of the EC (mS/cm) of nutrient solution on nitrate mg/kg FW) and total N (g/kg DW) contents, and on the per cent ratio of nitrate N to total N in the yield of 'Grand Rapids' and 'Sunlight'.

| Ravinneliuos Recirc. soln johtokyvyn muutos Changes of EC | Grand Rapids | | | Sunlight | | |
|---|---------------------------------|------------------------------|--|---------------------------------|------------------------------|--|
| | Nitr. mg/kg tuorep. FW | Kokon. Total N g/kg | Nitr.N ----- Kok. N Tot. N % | Nitr. mg/kg tuorep. FW | Kokon. Total N g/kg | Nitr.N ----- Kok. N Tot. N % |
| 1.5 ->1.5 ->1.5 | 2950 | 44,6 | 40,3 | 4095 | 42,4 | 47,4 |
| 1.5 ->1.5 ->5.0 | 2850 | 42,2 | 41,2 | 4230 | 44,6 | 42,2 |
| 1.5 ->3.0 ->3.0 | 2830 | 44,3 | 42,4 | 4040 | 42,2 | 46,3 |
| 1.5 ->3.0 ->5.0 | 2920 | 44,5 | 43,6 | 4460 | 43,7 | 44,5 |
| 3.0 ->3.0 ->3.0 | 2900 | 43,4 | 40,8 | 4180 | 42,9 | 46,4 |
| 3.0 ->5.0 ->1.5 | 2910 | 42,6 | 42,8 | 3660 | 41,4 | 46,8 |
| 3.0 ->1.5 ->5.0 | 3300 | 42,0 | 48,0 | 4120 | 44,0 | 44,2 |
| 5.0 ->5.0 ->5.0 | 2680 | 42,4 | 42,0 | 4430 | 44,3 | 46,7 |
| 5.0 ->3.0 ->1.5 | 3050 | 42,8 | 45,4 | 3800 | 42,1 | 46,5 |
| 5.0 ->5.0 ->3.0 | 2770 | 42,4 | 42,1 | 4200 | 44,7 | 46,8 |
| 5.0 ->1.5 ->3.0 | 2930 | 43,1 | 43,9 | 3940 | 42,7 | 44,6 |

Erilaisilla kiertävän ravinneliuoksen johtokykyarvojen muutoksilla ei ollut merkittävää vaikutusta eri näytteiden tai lopullisen sadon ravinnepitoisuuksiin. Salaatin kasvun edistyessä useiden ravinteiden pitoisuus pysyi samana koko ajan, kuitenkin magnesium-, kupari- ja sinkkipitoisuudet laskivat merkittävästi sadonkorjuuseen mennessä (Taulukko 4).

Keräsalaatin kerän painon riippuvuutta ravinneliuoksen väkevyydestä selviteltiin talvella. Taimet istutettiin marraskuun lopulla ja sato korjattiin tammikuun puolivälissä. Johtokykyarvoilla 1,5, 3 ja 6 mS/cm saadut kerät painoivat 66, 56 ja 70 g. Koe jouduttiin lopettamaan ennenkuin kerät ehtivät saavuttaa 100 g painon. Puutteellisissa valo-oloissa kasvien kasvu oli odotettua hitaampi.

Tarkimmin ravinneliuoksen väkevyyden vaikutusta keräsalaatin satoon tutkittiin toukokuussa 1990 tehdyssä kokeessa, jonka suunnitelma on esitetty taulukossa 1.

Kasvatuksen aikana otettujen kasvinäytteiden painot eivät riippuneet lannoituksista (Taulukko 5). Sadonkorjuun ajankohtana

Taulukko 4. 'Grand Rapids'-lehtisalaatin ja 'Sunlight'-keräsalaatin ravinnepitoisuudet (vaihteluväli) kasvatuksen aikana otetuissa näytteissä sekä lopullisessa sadossa.

Table 4. Contents of mineral element (DW) and nitrate (FW) of 'Grand Rapids' and 'Sunlight' lettuce cultivars in samples and yields collected during the growth in recirculating nutrient solution (ranges are given).

| Ravinne Element | Grand Rapids | | | Sunlight | |
|--------------------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|
| | Näyte Sample | Näyte Sample | Sato Yield | Näyte Sample | Sato Yield |
| | 15.8. | 22.8. | 27.8. | 21.5 | 28.5. |
| Ca, g/kg k-a | 16.3-24.7 | 15.3-27.8 | 14.0-27.8 | 10.1-20.0 | 8.3-15.4 |
| A | | | | | |
| K " | 105-123 | 99-117 | 106-129 | 103-122 | 91-120 |
| P " | 8.4-12.5 | 8.6-10.8 | 9.0-11.7 | 7.9-9.8 | 6.9-10.0 |
| Mg " | 2.9-4.3 | 2.5-3.7 | 2.4-3.6 | 2.8-3.6 | 2.4-3.5 |
| S " | 3.7-6.1 | 3.5-4.6 | 3.7-4.5 | 2.8-3.4 | 2.7-3.1 |
| N " | 43-54 | 40-49 | 38-49 | 40-51 | 40-47 |
| Na " | 0.5-1.1 | 0.6-1.3 | 0.5-1.5 | 0.7-0.9 | 0.8-1.1 |
| NO ₃ mg/kg tp | 1150-2580 | 2310-3190 | 2430-3370 | 2880-3740 | 3320-4680 |
| NO ₃ -N/N, % | 17-30 | 36-41 | 39-43 | 34-36 | 40-48 |
| Cu, mg/kg | 9.6-14.9 | 8.2-13.9 | 7.8-11.8 | 3.4-8.9 | 5.5-9.7 |
| Zn " | 143-334 | 84-230 | 85-182 | 93-216 | 78-159 |
| Mn " | 148-264 | 111-233 | 119-235 | 180-439 | 167-362 |
| Fe " | 60-123 | 50-111 | 52-125 | 50-110 | 55-101 |
| B " | 19-31 | 23-33 | 24-37 | 27-34 | 30-36 |

suurimmat kerät, 211 ja 204 g, saattiin käsittelyillä 10 (3 →5 →1,5 mS/cm) ja 12 (5 →3 →1,5 mS/cm), pienimmät kerät, 163 g, taas lannoituksella 3 (1,5 →3 →5 mS/cm). Näiden välinen ero oli merkitsevä. Kerän paino ylitti selvästi I luokan sadon vaatimuksen 100 g. Tämän painon kerät saavuttivat useissa tapauksissa jo noin kolmen viikon kuluttua istutuksesta.

Ensimmäisen näytteenoton ja sadonkorjuun välisenä kolmen viikon jaksona keräsalaatin sato lisääntyi vuorokaudessa hieman nopeammin kuin 'Grand Rapids'-lehtisalaatin. Kasvatuksen alussa annettu väkevä ravinneliuos lisäsi keräsalaatin kasvua jopa 10 g/vrk.

Keräsalaatista analysoitiin vain 21.5. ja 28.5. otetut näytteet. Viikon aikana koko kokeessa mitattujen salaattisatojen keskimääräinen nitraattipitoisuus kohosi 3180:sta 4090 mg:aan tuorekilossa, typhen kokonaismäärä väheni 45:sta 43 grammaan kuiva-ainetta ja nitraattitypen osuus kokonaistypestä lisääntyi 35:stä 45 prosenttiin (Taulukko 3). Nitraattipitoisuus kohosi lähes kolmannek-

Taulukko 5. Kasvatuksen aikana tehtyjen kiertävän ravinneliuoksen väkevyyden muutosten vaikutus keräsalaatin ('Sunlight') kerän painon kasvatuksen eri vaiheissa.

Table 5. Effect of the change of EC (mS/cm) of nutrient solution on the FW (g/head) of head lettuce 'Sunlight' at four weighing times during the growth.

| Vaihto- ehto | Johtokyky EC mS/cm | muut. Ist. Muut. | Näyte Sample | Näyte Sample | Näyte Sample | Sato Yield | Painon lisäys g/vrk Weight incr. g/day FW |
|---------------------|-----------------------|----------------------|---|-----------------|-----------------|---------------|--|
| Al- ter- nat. | 27.4.->7.5.->14.5. | Plant. Chang. Chang. | 7.5. | 14.5. | 21.5. | 28.5. | 7.-28.5. |
| | | | Kerän keskipaino, g Mean weight of head, g | | | | |
| 1. | 1.5 ->1.5 ->1.5 | | 8.5 | 38.8 | 101.3 | 177.7 | 8.5 |
| 2. | 1.5 ->3.0 ->3.0 | | 9.5 | 46.7 | 102.8 | 178.4 | 8.4 |
| 3. | 1.5 ->3.0 ->5.0 | | 7.8 | 45.6 | 90.9 | 163.1 | 7.8 |
| 4. | 1.5 ->1.5 ->5.0 | | 10.4 | 39.2 | 82.4 | 171.4 | 8.1 |
| 5. | 1.5 ->5.0 ->3.0 | | 11.2 | 35.9 | 101.4 | 198.8 | 9.4 |
| 6. | 3.0 ->3.0 ->3.0 | | 9.6 | 48.3 | 105.3 | 174.2 | 8.2 |
| 7. | 3.0 ->3.0 ->5.0 | | 9.3 | 43.3 | 90.1 | 177.7 | 8.3 |
| 8. | 3.0 ->1.5 ->5.0 | | 11.0 | 45.4 | 90.6 | 181.4 | 8.6 |
| 9. | 3.0 ->5.0 ->1.5 | | 9.5 | 50.2 | 98.7 | 211.1 | 10.0 |
| 10. | 5.0 ->5.0 ->5.0 | | 11.2 | 45.5 | 99.3 | 172.5 | 8.1 |
| 11. | 5.0 ->3.0 ->1.5 | | 10.1 | 44.0 | 104.1 | 204.1 | 9.7 |
| 12. | 5.0 ->1.5 ->3.0 | | 6.0 | 34.4 | 107.0 | 172.0 | 8.3 |
| 13. | 5.0 ->1.5 ->1.5 | | 11.6 | 36.0 | 98.9 | 179.1 | 8.4 |
| 14. | 5.0 ->5.0 ->3.0 | | 8.3 | 44.9 | 97.3 | 193.6 | 9.3 |
| HSD, p=0.05 | | | | | | 48.0 | |

sella lyhyessä ajassa. Näiden lisäksi myös salaatin kuparipitoisuus kohosi merkittävästi.

Eri lannoitusten vaikutus keräsalaatin ravinnepitoisuuksiin oli lähes poikkeuksetta merkityksetön (Taulukko 4). Tulosten luotettavuutta vähentää se, että jokaisesta kerranteesta otettiin vain kaksi ruukkua kunakin kertana analysoitavaksi, minkä vuoksi otos on liian pieni.

Kiertävän ravinneliuoksen typpipitoisuus oli johtokyvyn arvoilla 1,5, 3 ja 5 vastaavasti keskimäärin 130, 230 ja 500 mg/l, kaliumipitoisuus 200, 500 ja 900 mg/l ja kalsiumipitoisuus 200, 280 ja 360 mg/l; luvut ovat siis kaksi kertaa viikossa tehtyjen analyysien keskiarvoja.

Scorpio-lajikkeella valotusta käyttäessä kerän painot olivat jonkin verran pienemmät kuin maaliskuussa luonnon valoilla saadut kerät (Taulukko 6). Ammoniumtyyppiä sisältävien lannoitusten

Taulukko 6. Nitraatti- ja ammoniumtyppilannoituksen sekä kloridilannoituksen vaikutus keräsalaatin satoon ja ravinnepitoisuuksiin kiertävässä ravinneliuksessa.

Table 6. Effect of nitrate and ammonium nitrogen, and chloride on head weight, nitrate and mineral element contents of head lettuce grown in recirculating nutrient solution.

| Sato ja ravinteet Yield parameters | Lannoitukset Fertilizations | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|---|-----|-----------------|---|--------------------------------------|-----|
| | 17.1.-5.3.1990 | | | | 9.3.-17.4.1990 | | | |
| | NO ₃ | NO ₃ + NH ₄ | NO ₃ + NH ₄ +Cl | HSD | NO ₃ | NO ₃ + NH ₄ +Cl | NO ₃ + NH ₄ | HSD |
| Kerän paino, g Head weight, g | 88 | 102 | 110 | | 165 | 174 | 183 | |
| Ca g/kg k-a (DW) | 12.5 | 12.7 | 12.5 | | 13.7 | 12.8 | 12.7 | 0.4 |
| K " | 107 | 102 | 98 | 4 | 106 | 105 | 104 | 2 |
| P " | 9.6 | 10.4 | 10.3 | 0.2 | 9.7 | 9.6 | 10.1 | 0.1 |
| Mg " | 3.0 | 3.2 | 3.4 | 0.1 | 3.1 | 3.1 | 3.6 | 0.1 |
| S " | 3.2 | 3.1 | 3.1 | | 2.9 | 3.0 | 3.4 | 0.1 |
| N " | 44 | 45 | 46 | | 44 | 44 | 48 | |
| Cl " | | | | | 0.5 | 0.5 | 1.2 | 0.1 |
| NO ₃ , mg/kg tp (FW) | 3880 | 3740 | 3350 | 500 | 3210 | 2940 | 2770 | 137 |
| NO ₃ -N/tot N, % | 38 | 42 | 37 | | 33 | 30 | 29 | |
| Cu mg/kg k-a (DW) | 12.4 | 11.9 | 12.5 | 0.5 | 9.4 | 8.2 | 9.8 | 0.7 |
| Zn " | 108 | 76 | 91 | 10 | 84 | 72 | 83 | 3 |
| Mn " | 353 | 228 | 219 | 43 | 256 | 192 | 216 | 13 |
| Fe " | 66 | 83 | 88 | 13 | 89 | 110 | 99 | 4 |

vaikutus kerän painoon ei ollut kummassakaan kokeessa merkitsevää. Kuitenkin sekä ammoniumtyppi että kloridilannoitus näyttivät hieman kohottavan kerän painoa.

Kerien nitraattipitoisuus oli talvella korkeampi kuin keväällä, vaikka ravinneliuksen johtokyky oli kasvatuksen lopussa kummassakin kokeessa 5 mS/cm. Nitraattityppilannoitukseen verrattuna ammoniumtyypeä sisältävä lannoitus vähensi keräsalaatin nitraattipitoisuutta keskitalvella vain 4 prosenttia (140 mg/kg) ja keväällä 8 prosenttia (270 mg/kg). Ammoniumtyyppeen liitetty kloridilannoitus vähensi sadon nitraattipitoisuutta kummassakin kokeessa 14 prosenttia (530 mg/kg tai 440 mg/kg).

Ammoniumtyppi- ja kloridilannoitus vähensivät merkitsevästi keräsalaatin mangaanipitoisuutta ja keskitalvella myös sinkkipitoisuutta. Salaatin rauta- ja fosforipitoisuudet näyttivät hieman

lisääntyneen nitraattityppilannoituksella saatuihin arvoihin verrattuna. Kloridilisäys (150 mg/l) kiertävään ravinneliuokseen nosti salaatin kloridipitoisuuden noin kaksinkertaiseksi (0,6:sta 1,2 grammaan kilossa kuiva-ainetta).

TARKASTELU

Lehti- ja keräsalaatin satojen nitraattipitoisuudet poikkesivat toisistaan merkitsevästi siten, että keräsalaatti sisälsi selvästi enemmän nitraattia kuin lehtisalaatti samojen lannoitusten keskiarvoja verrattaessa. Salaattilajikkeiden välinen ero lienee geneettinen, sillä se todettiin kasvatuksen aikana otetuissa kasvustonäytteissäkin. Kokonaistypen määrä oli kummankin lajikkeen sadoissa lähes sama, ja sen seurauksena nitraattitypen osuus kokonaistypestä oli keräsalaatissa suurempi kuin lehtisalaatissa. Lajikkeiden välisiä nitraattipitoisuuden eroja on todettu myös keräsalaattilajikkeiden kesken (BLOM-ZANSTRA ja EENINK 1986, REININK ym. 1987, REININK ja EENINK 1988, van NES 1988, HUKKANEN ja BARTOSIK 1991). REININKin ja EENINKin (1988) mukaan pehmeällä keräsalaatilla lajikkeiden väliset erot olivat suurimmat kasvun alussa ja tasoittuivat kasvun lopulla.

Valoisana vuodenaikana kiertävän ravinneliuoksen korkea johtokyky näyttäisi vähentävän 'Grand Rapids'-salaatin nitraattipitoisuutta, sillä kasvien juurten ulottuvilla on runsas määrä muita ravinteita estämässä nitraatin ottoa. Jatkuva korkea johtokyky vähentää kuitenkin sadon painoa.

Pehmeällä keräsalaatilla väkevä ravinneliuos (3 tai 5 mS/cm) kasvatuksen alussa ja sen jälkeen kahden viimeisen viikon aikana ennen sadonkorjuuta annettu laimea ravinneliuos (1,5 mS/cm) tuotti vähemmän nitraattia sisältävät sadot kuin jatkuva laimean ravinneliuoksen käyttö. Toimenpiteellä oli edullinen vaikutus myös kerän painoon. REININKin ja EENINKin (1988) mukaan ei ravinneliuoksen typpipitoisuudella ole kovin suurta vaikutusta salaatin nitraattipitoisuuteen, mutta juurten nitraattipitoisuus kohosi jyrkästi ravinneliuoksen typpipitoisuuden nousun myötä. Näiden kahden tutkimuksen tulokset eivät kaikilta osin tue toisiaan.

GUTTORMSEN (1989) antoi muutaman päivän ajan kasvatuksen lopulla keräsalaateille puhdasta vettä ja totesi sadon nitraattipitoisuuden selvästi laskevan, mutta sadon määrä väheni samalla. Parhain tulos saataisiin ehkä vähentämällä lannoitusta kasvatuksen lopussa alle 1 mS/cm (SHINOHARA ja SUZUKI 1988).

Ammoniumtyypeä sisältävällä lannoituksella voitiin keräsalaatin nitraattipitoisuutta vähentää keinovalossa talvella vain lievästi, eikä kloridilannoitukseen yhdessä ammoniumtyypen kanssa aiheuttanut niin suurta nitraattipitoisuuden laskua kuin van der BOON ja STEENHUIZEN (1986) saivat. Yhdessä muiden salaatin nitraattipitoisuutta vähentävien viljelytekniesten tekijöiden kanssa vähäisellä ammoniumtyypen ja kloridilannoituksen käytöllä olisi merki-

tystä. Liian runsas ammoniumtyypen määrä talvella viileässä tai kesällä lämpimässä ravinneliuoksessa aiheuttaa kasveilla ammoniummyrkytyksen (IKEDA ja OSAWA 1984). Myös salaatin maku kärsii ainakin talvella ilmenee TAHVOSEN (1991) tämän tutkimuksen näytteistä tekemistä makututkimuksista. Kloridilannoituksella oli edullinen vaikutus salaatin makuun, tietoja ei kuitenkaan ole kloridin vaikutuksista salaatin ravintoarvoon.

Korkean luontaisen nitraattipitoisuutensa vuoksi keräsalaatti vaatii edellä mainittujen lisäksi muita toimenpiteitä sadon laadun parantamiseen. STEENHUIZEN (1987) antoi viileää ravinneliuosta kasvatuksen loppuvaiheessa tai piti kasvihuoneen lämpötilan alhaisena ja sai nitraattipitoisuuden vähenemään 4-19 prosenttia. Näistä toimenpiteistä saattaisi olla hyötyä myös 'Grand Rapidsin' viljelyssä. Valotuksen vaikutusta nitraatin kertymiseen salaatteihin talvella tulisi selvittää tarkemmin, jos viljelyä tulevaisuudessa harjoitetaan laajassa mitassa myös pimeänä vuodenaikana.

Kerä- ja lehtisalaatin sadon määrän riippuvuus ravinneliuoksen väkevyydestä oli vähäinen, eikä salaatin kasvatus epäonnistunut väkevässäkään ravinneliuoksessa. Samansuuntaisia tuloksia ovat saaneet muiden muassa MORGAN ym. 1980.

Ravinneliuoksen johtokyvyn kasvattamisella ei ollut kovin suurta vaikutusta pehmeän keräsalaatin tai lehtisalaatin ravinnepitoisuuksiin. Ammoniumtyypilannoitus vähensi keräsalaatin kalsium-, sinkki- ja mangaanipitoisuutta sekä lisäsi rikki- ja rautapitoisuutta. Kloridilannoitus yhdessä ammoniumtyypen kanssa aiheutti typpi-, fosfori-, rikki- ja magnesiumpitoisuuden kasvun, mutta nitraattityypen kanssa kloridilannoitus lisäsi typpi- ja nitraattipitoisuutta. Tulokset ovat samansuuntaisia STEENHUIZENin (1987, 1988) saamien kanssa.

'Grand Rapids'-lehtisalaatin luontainen nitraattipitoisuus oli pienempi kuin pehmeiden keräsalaattien 'Scorpio' ja 'Sunlight'. Kiertävässä ravinneliuoksessa voitiin kummankin salaattilajin nitraattipitoisuutta vähentää lannoituksella. Ravinneliuokseen lisätty kloridi (150 mg/l) yhdessä ammoniumtyypeä sisältävän lannoituksen kanssa tai kasvatuksen loppua kohti laimeneva ravinneliuoksen käyttö vähensivät pehmeän keräsalaatin nitraattipitoisuutta. Lehtisalaatille jatkuva väkevän ravinneliuoksen anto oli nitraattipitoisuuden vähenemisen vuoksi edullinen, samalla kuitenkin sadon painokin väheni.

KIRJALLISUUS

- ANON. 1986. Methods of soil and plant analysis. Maatalouden tutkimuskeskus 45 p. Jokioinen.
- BLOM-ZANDSTRA, M. & EENIK, A. H. 1986. Nitrate concentration and reduction in different genotypes of lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111: 908-911.
- & LAMPE, J. E. M. 1983. Effect of chloride and sulphate salts on the nitrate content in lettuce plants (*Lactuca sativa* L.). J. Plant Nutr. 6: 611-628.
- BOON, J. van der & STEENHUIZEN, J. W. 1986. Reduction of the nitrate concentration of lettuce grown in recirculating nutrient solution. Plant and Soil 91: 485-488.
- , STEENHUIZEN, J. W. & STEINGRÖVER, E. G. 1990. Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration, NH_4/NO_3 ratio and temperature of the recirculating nutrient solution. J. Hort. Sci. 65: 309-321.
- GOOR, B. J. van 1987. Nutrientenbehoefte van sla in verschillende groeistadia: Literatuurstudie. Inst. Bodemvrucht. Rapp. 10-87, 29 p.
- , JAGER, A. de & VOOGT, W. 1988. Nutrient uptake of some horticultural crops during the growing period. ISOSC Proc. 1988: 164-176.
- GUTTORMSEN, G. 1989. Nitrat i veksthussalat. Norsk Landbr.forskn. 3: 117-121.
- HUKKANEN, K. R. & BARTOSIK, M.-L. 1991. Kasvihuoneessa viljeltyjen keräsalaattien nitraattipitoisuus. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 21/91: 123-133.
- HÄHNDEL, R. 1984. Beeinflussung des Nitratgehaltes von Spinat sowie von Kopfsalat, Rote Beete und Radies durch variierte N- und Cl-Ernährung. Diss. 132 p. Universität Hannover.
- IKEDA, H. & OSAWA, T. 1984. Lettuce growth as influenced by N source and temperature of the nutrient solution. ISOSC Proc. 1984: 273-284.
- KAISER, W. M. & FÖRSTER, J. 1989. Low CO_2 prevents nitrate reduction in leaves. Plant Physiol. 91: 970-974.
- LACROIX, R. L., KEENEY, D. R. & WALSH, L. M. 1970. Potentiometric titration of chloride in plant tissue extracts using the chloride ion electrode. Soil Sci. Plant Anal. 1: 1-6.
- MORGAN, J. V., MOUSTAFA, A. T. & TAN, A. 1980. Factors affecting the growing-on stages of lettuce and chrysanthemum in nutrient solution culture. Acta Hort. 98: 253-261.
- NES, M. van 1988. Grote verschillen in genetisch materiaal. Weekbl. Groenten Fruit, 2 Dec. 1988: 44-45.
- NOVOZAMSKY, I., HOUBA, V. J. G., EIJK, D. van der & ECK, R. van 1983. Notes on determination of nitrate in plant material. Neth. J. Agric. Sci. 31: 239-248.
- NUNNINK, E. 1990. Start pluksla via alternatieve verkoop. Weebl. Groenten Fruit, 23 Nov. 1990: 46-47.
- REININK, K. & EENINK, A. H. 1988. Genotypical differences in nitrate accumulation in shoots and roots of lettuce. Scient. Hort. 37: 13-24.
- , GROENWOLD, R. & BOOTSMA, A. 1987. Genotypical differences in nitrate content in *Lactuca sativa* L. and related species and correlation with dry matter content. Euphytica 36: 11-18.
- SHINOHARA, Y. & SUZUKI, Y. 1988. Quality improvement of hydroponically grown leaf vegetables. Acta Hort. 230: 279-286.

- STEENHUIZEN, J. W. 1987. Het nitraatgehalte van sla op voedingsfilm. 6. EC-vaarde en Ca/Mg-verhouding van de voedingsoplossing. Inst. Bodemvrucht. Rapp. 8-87, 89 p.
- 1988. Het nitraatgehalte van sla op voedingsfilm. 7. Invloed chlorideconcentratie in de voedingsoplossing. Inst. Bodemvrucht. Rapp. 11-87, 110 p.
- TAHVONEN, R. 1991. Salaattitutkimusten makukokeet. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 21/91: 119-121.
- WILLUMSEN, J. 1984. Nutritional requirements of lettuce in water culture. ISOSC Proc. 1984: 777-791.
- VOOGT, W. 1988. K/Ca ratios with butterhead lettuce grown in recirculating water. ISOSC Proc. 1988: 469-482.

SUMMARY

The butterhead lettuces 'Scorpio' and 'Sunlight' developed slowly during the first week after planting when the EC of the recirculating nutrient solution was high (5 mS/cm). Thereafter the head weight increased rapidly (10 g/day). The heaviest heads were grown when the EC was 3 or 5 mS/cm during two weeks after planting and then diminished to 1.5 mS/cm. The nitrate content of fresh heads varied between 3660 and 4460 mg/kg, the lowest contents being achieved by decreasing the EC of nutrient solution. Nitrogen fertilization including 20 per cent ammonium nitrogen decreased the nitrate content of head lettuce by about 6 per cent, and ammonium together with chlorine (150 mg/l recirculating nutrient solution) by about 15 per cent.

The yield of 'Grand Rapids' was less dependent on the EC of the nutrient solution; the nitrate content varied between 2680 and 3300 mg/kg fresh weight. The lowest values were observed in lettuces grown at a constant EC of 5 mS/cm.

**LANNOITUKSEN VAIKUTUS TURPEESSA TAI KIERTÄVÄSSÄ RAVINNELIUK-
SESSA KASVATETTujen LOLLO ROSSA -LAJIKKEIDEN VÄRITTYMISEEN,
SATOON JA SADON LAATUUN**

*Effect of fertilization on color, head wieght, and quality of
yield of the Lollo Rossa cultivars grown in peat or recircula-
ting nutrient solution*

Raili Jokinen ja Johanna Mäkilä
Maatalouden tutkimuskeskus
Ympäristöntutkimuslaitos

TIIVISTELMÄ

Lollo Rossa -tyypin salaattilajikeiden Valeria, Lotto ja Rossy sadon paino jäi lähelle 100 g, kun niitä kasvatettiin syys-mar-raskuussa noin kahden kuukauden ajan kasvihuoneessa joko tur-peessa tai kiertävässä ravinneliuoksessa. Salaattien kasvun nopein vaihe ajoittui kasvatusjakson loppupuolelle.

Turpeeseen annetuilla lannoituksilla (NPK1, NPK2, NPK1+N tai NPK1+K) eikä kiertävän ravinneliuoksen johtokyvyn arvoilla 1,5, 3 tai 5 mS/cm ollut merkitsevää vaikutusta eri lajikkeiden satoon. Turpeessa kasvatetun Valeria -lajikkeen sato oli muita pienempi.

'Valerian' keskimääräinen nitraattipitoisuus oli kummallakin kasvualustalla korkeampi kuin 'Loton'. Vähiten nitraattia si-sälsivät turpeessa lannoituksella NPK1+K ja ravinneliuoksessa johtokyvyllä 1,5 mS/cm kasvatetut sadot.

Tutkitut lannoitukset eivät vaikuttanut Lollo Rossa -lajikkeiden sadon väritymiseen turvepedissä tai kiertävässä ravinneliuok-sessa.

Tekijöiden osuudet: Kirjoittajat suunnittelivat tutkimuksen yhteistyönä, Johanna Mäkilä toteutti kokeet, Raili Jokinen laski tulokset ja laati käsikirjoituksen.

JOHDANTO

Lollo Rossa -tyyppisten salaattien viljelyssä kasvin väritymi-seen vaikuttavat ennen kaikkea lajike (VEGTER ym. 1990) ja lan-noitus, mutta myös monet eri tekijä, jotka aiheuttavat kasville stressin; esimerkiksi kuivuus tai viileys (DAVIS ja RICKWOOD 1990).

Avomaalla kasvatettujen Lollo Rossa -lajikkeiden värin intensiteettiä voitiin lisätä runsaalla typpilannoituksella aikaisin keväällä. Kesällä runsas typpilannoitus vähensi punaista väriä (DAVIS ja RICKWOOD 1990).

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kasvihuoneessa turvealustalla ja kiertävässä ravinneliuksessa Lollo Rossa -lajikkeiden kasvuun liittyviä seikkoja sekä typpi- tai kaliumlannoituksen vaikutusta sadon määrään, väritymiseen, nitraatti- ja ravinnepitoisuuksiin.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkittaviksi Lollo Rossa -lajikkeiksi valittiin Valeria (LM), Lotto (LM) ja Rossy (NiZ). Lajikkeiden luontaisessa värityksessä oli eroja, Valeria oli punaisin. Turvepedissä ja kiertävässä ravinneliuksessa kasvatettiin lähes samanaikaisesti samoja lajikkeita.

Kasvatus turpeessa

Taimet kasvatettiin turpeella täytetyissä Vefi-ruukuissa (halk. 6 cm) kasvihuoneessa elokuussa 1990, kylvöpäivä 9.8. ja taimet istutettiin turvepetiin 5.9. Istutettavissa taimissa oli sirkkalehtien lisäksi kolme kasvulehteä. Lajikkeista Valerian taimet olivat selvästi muita punalehtisemmät ja Loton vaalean vihreät.

Turvepeti oli noin 10 cm paksu ja se oli jaettu kahteentoista 1,7 m² (1 x 1,7 m) ruutuun nostamalla turvekerroksen alle levitetty muovi poimuille. Jokaisessa ruudussa oli turvetta noin 200 litraa. Lannoitettuun ja kalkittuun kasvuturpeeseen (Satorurpe B2) lisättiin yhden ruudun turvemäärää kohti seuraavat lannoitukset:

| Lannoitus | Lannoitteet |
|-----------|--|
| 1. NPK1 | 10 litraa 0,1 % Puutarhan hydrolannosta |
| 2. NPK2 | 10 litraa 0,4 % Puutarhan hydrolannosta |
| 3. NPK1+N | 10 litraa 0,1 % Puutarhan hydrolannosta + 200 g kalkkisalpietaria (155 mg N/l turvetta) |
| 4. NPK1+K | 10 litraa 0,1 % Puutarhan hydrolannosta + 200 g kaliumsulfaattia (490 mg K/l turvetta) |

Ennen istutusta mitattu kasvualustojen kalsiumpitoisuus vaihteli 3040-3580 mg/l turvetta, kalimpitoisuus 548-1350 mg/l, magne-siumpitoisuus 539-551 mg/l, fosforipitoisuus 83-104 mg/l, pH 6,2-6,6 ja johtoluku 7,3-9,5.

Kasvualustat kostutettiin 50 tilavuusprosentin kosteuteen pari päivää ennen istutusta ja peitettiin paperikuitukankaalla. Tai-

miruukut aseteltiin kuitukankaan päälle viiden taimen riveihin, 20 tainta neliömetrille. Istutustiheys oli suosituksia (16 tainta/neliölle) suurempi yhtä lajiketta kohti varatun tilan vähyyden vuoksi. Muutaman päivän kuluttua istutuksesta taimien juuret olivat tunkeutuneet kuitukankaan läpi turpeeseen ja taimet pysyivät kasvualustassa tukevasti pystyssä koko kasvatuksen ajan.

Osaruutumenetelmällä perustetussa kokeessa lannoituskäsittelyt olivat pääruutuina ja lajikkeet osaruutuina, kerranteita oli kolme.

Kasvatuksen aikana turvealustaa kasteltiin vedellä tarpeen mukaan, tavoitteena pitää noin 45 tilavuusprosentin kosteus. Kasvit saivat vain luonnonvaloa. Kasvihuoneen lämpötila vaihteli 10 ja 18 °C:n ja suhteellinen kosteus 60 ja 90 prosentin välillä.

Sadot korjattiin 30.10. Kasvien kokonaispaino ja kauppakunnotetun sadon paino punnittiin. Kuiva-ainepitoisuus- ja ravinnemäärityksiä varten otettiin näytteet. Kasvualustasta otettiin turvenäytteet ruuduittain sadonkorjuun jälkeisenä päivänä.

Kasvatus kiertävässä ravinneliuksessa

Taimet kasvatettiin turpella täytetyissä Vefi-ruukuissa kuten turvepedin kokeessakin ja istutettiin Vefi-kouruihin 17.9. Kasvatus aloitettiin ilman valotusta. Valot kytkettiin 20.10. ja silloin aloitettiin myös hiilidioksidilannoitus (900 ppm). Kasvihuoneen lämpötila ja kosteus vaihtelivat samoissa rajoissa kuin turvepetiviljelyssäkin.

Kiertävässä ravinneliuksessa Lollo Rossa -lajikkeita kasvatettiin väkevyydeltään 1,5, 3 tai 5 mS/cm liuoksissa. Kerranteita oli kolme. Lotto -lajiketta oli yhdessä ruudussa 20 tainta eli yksi Vefi-kouru, muita lajikkeita oli kaksi kourua. Lajikkeiden paikat arvottiin erikseen jokaisessa ruudussa.

Kasvustoista otettiin näytteitä 27.9., 9.10. ja 19.10. sekä kasvatuksen lopussa 19.11. Tavoitteena oli selvittää salaattilajikkeiden kasvurytmiä.

Viimeisen näytteenottokerran ja lopullisen sadon ravinnepitoisuudet ja kuiva-ainepitoisuus määritettiin. Kiertoveden ravinnepitoisuuksia seurattiin viikoittain otetuista näytteistä.

Tulosten luotettavuus testattiin osaruutumenetelmän varianssianalyysillä ja käsittelyiden väliset erot Tukeyn t-testillä, HSD, $p=0,05$ (STEEL ja TORRIE 1981). Taulukoissa esitetään vain merkitsevät t-testin tulokset.

TULOKSET JA TARKASTELU

Turvepedissä eri lannoitusvaihtoehdot eivät aiheuttaneet lajikkeiden väritymiseroja. Kasvualustan ravinnepitoisuuksien erot eivät ehkä olleet riittävän suuret tai typen ja kaliumin määrät olivat riittämättömät. Englannissa avomaalla tehdyissä kokeissa runsaalla typpilannoituksella oli väritymistä edistävä vaikutus aikaisin keväällä (DAVIES ja RICKWOOD 1990). Runsaan kaliummäärän vaikutusta väritymiseen tulisi vielä selvittää, vaikka muutkin kasvuoloihin liittyvät seikat vaikuttanevat väritymiseen.

MAASWINKEL (1989) tutki valon vaikutusta väritymiseen ja toteasi, että yhteyttämisen kannalta tehokkaan valon määrä tulee olla syksyllä ja talvella erittäin suuri riittävän punaisen värin saamiseen. Mahdollisesti kuivahko kasvualusta edistää myös väritymistä. Näitä asioita ei kuitenkaan selvitetty tässä tutkimuksessa.

Lollo Rossa -lajikkeiden kasvussa näytti olevan jonkin verran lannoituksen aiheuttamia eroja. 'Valerian' sato oli merkittävästi muita pienempi kaikilla lannoitustasoilla (Taulukko 1). Toisaalta lannoitusten väliset erot eivät olleet minkään lajikkeiden sadoissa merkittäviä.

Kauppakunnostushävikki oli kaikilla lajikkeilla pieni, suurin 'Lotolla' viisi prosenttia ja pienin 'Valerialla' yksi prosentti. Lannoitusten aiheuttamat I lk:n sadon erot eri lajikkeilla olivat saman suuntaiset kuin bruttosadoissakin.

'Valeria' sisälsi muita enemmän nitraattia (keskimäärin 2900 mg tuorekilossa) ja pitoisuus oli alhaisin lannoituksilla NPK2 ja NPK1+K. Muiden lajikkeiden nitraattipitoisuus oli noin 10 prosenttia pienempi kuin 'Valerian' ja lannoitus NPK1+K tuotti vähiten nitraattia sisältävät sadot. Nitraattitypen osuus kokonaistypestä oli 35 ja 45 prosentin välillä. Kokonaistypeä eri lajikkeiden sadoissa oli lähes samat määrät. Tämän vuoksi 'Valerian' nitraattitypen osuus kokonaistypestä oli muita lajikkeita korkeampi. Pitoisuuksien erojen syynä lienee se, että 'Valerian' sato oli muita pienempi.

Lollo Rossa -lajikkeet eivät poikenneet 'Grand Rapids' -lehtisalaatista nitraatti- ja kokonaistyyppipitoisuudeltaan (JOKINEN ja MÄKILÄ 1991).

Lannoitusten aiheuttamat satojen ravinnepitoisuuksien erot eri lajikkeiden välillä olivat melko vähäiset (Taulukko 2). Kasvualustaan lisätty kalkkisalpietari kohotti kaikkien lajikkeiden kalium- ja magnesiumpitoisuutta sekä vähensi sinkkipitoisuutta NPK1- ja NPK2-lannoituksiin verrattuna. Kaliumsulfaatti taas kohotti kaliumpitoisuutta, mutta vähensi kalsium- ja mangaanipitoisuutta.

Taulukko 1. Turvepedissä kasvatettujen Lollo Rossa -lajikkeiden sato ja kuiva-ainepitoisuus eri lannoitustasoilla.

Table 1. Effect of fertilization treatments on the fresh weight (g), first class yield (g) and dry matter content (%) of Lollo Rossa cultivars grown on peat soil.

| Lajike Cultivar | NPK1 | NPK2 | NPK1+N | NPK1+K |
|---|------|------|--------|--------|
| <i>Kokonaissato, g</i> <i>Fresh weight, g</i> | | | | |
| Valeria | 75 | 83 | 80 | 72 |
| Lotto | 115 | 108 | 110 | 110 |
| Rossy | 106 | 111 | 104 | 105 |
| HSD, p=0.05 laj. cult. 8 g; laj.xlann. cult.xfertiliz. 32 g; | | | | |
| <i>I lk:n sato, g</i> <i>First class weight, g</i> | | | | |
| Valeria | 74 | 82 | 79 | 71 |
| Lotto | 112 | 105 | 103 | 106 |
| Rossy | 104 | 109 | 99 | 101 |
| <i>Kuiva-aine, %</i> <i>Dry matter cont., %</i> | | | | |
| Valeria | 3.7 | 3.7 | 3.6 | 3.9 |
| Lotto | 3.6 | 3.7 | 4.0 | 3.8 |
| Rossy | 3.7 | 3.9 | 3.8 | 3.8 |

'Rossyn' sadot sisälsivät merkitsevästi muita vähemmän kaliumia ja magnesiumia sekä 'Valerian' sadot mangaania.

Kiertävässä ravinneliuoksessa eri lajikkeiden kasvurytmissä ei ollut selviä eroja (Kuva 1). Kasvien kehitys oli aluksi erittäin hidas, sillä 32 päivän kuluttua istutuksesta taimien keskimääräinen paino oli 21 grammaa. Seuraavien 30 päivän aikana taimien paino lisääntyi 70 grammalla. Lopullisen sadon paino jäi kaikilla lajikkeilla hieman alle 100 gramman. Ulkomailla Lollo Rossa -lajikkeiden avomaalta korjatun sadon minimipainoksi mainitaan 250 g (DAVIS ja RICKWOOD 1990), Suomessa noudatettaneen lehtisalaatille annettua vähimmäispainosuositusta 130 g.

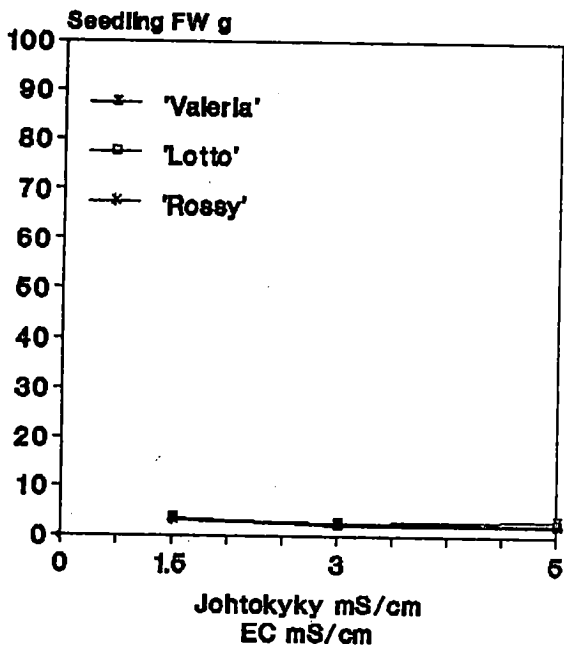
Ravinneliuoksen väkevyys 1,5 mS/cm näytti taimien kasvun alkuvaiheessa olleen edullisin kaikille lajikkeille. Kolmannella näytteenottokerralla 3 mS/cm johtokyky oli ehkä epäedullisin ja korjuun aikoihin 3 mS/cm:llä saatiin suurimmat 'Valerian' ja 'Rossyn' sadot, 5 mS/cm näytti olevan 'Lotolle' hieman laimeita liuoksia edullisempi.

Taulukko 2. Turvepedissä kasvatettujen Lollo Rossa -lajikkeiden sadon ravinnepitoisuudet eri lannoitustasoilla.

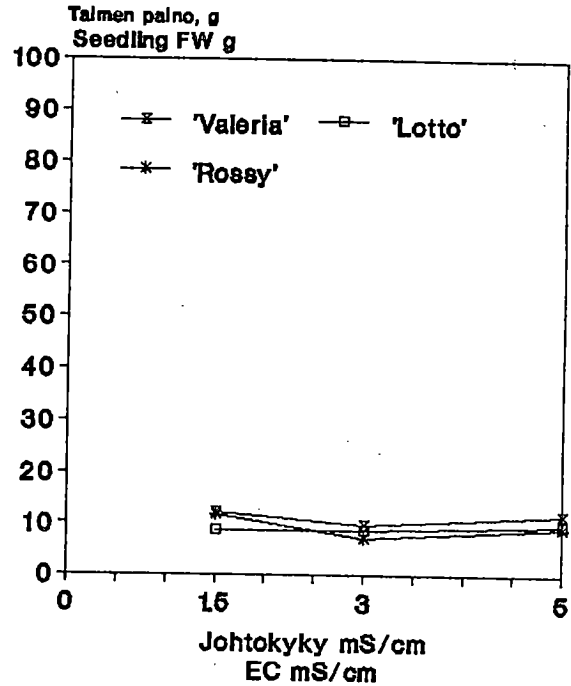
Table 2. Effect of fertilization treatments on the nitrate (mg/kg FW), macroelement (g/kg DW) and microelement (mg/kg DW) contents of Lollo Rossa cultivars grown on peat soil.

| Lajike Cultivar | NPK1 | NPK2 | NPK1 +N | NPK1 +K | NPK1 | NPK2 | NPK1 +N | NPK1 +K |
|--------------------|-----------------|------|------------|------------|------------------------------|------|------------|------------|
| | N g/kg | | | | NO ₃ mg/kg tuore | | | |
| Valeria | 43 | 42 | 43 | 40 | 3170 | 2720 | 2840 | 2740 |
| Lotto | 42 | 42 | 41 | 44 | 2580 | 2410 | 2620 | 2440 |
| Rossey | 44 | 44 | 44 | 42 | 2710 | 2870 | 2820 | 2610 |
| HSD, p=0.05 | | | | | laj.cult. 250; lann.fert.251 | | | |
| | Ca g/kg | | | | K g/kg | | | |
| Valeria | 16.3 | 16.0 | 16.6 | 14.2 | 104 | 106 | 102 | 108 |
| Lotto | 16.2 | 16.3 | 17.1 | 13.4 | 106 | 104 | 99 | 111 |
| Rossey | 15.5 | 15.4 | 16.6 | 13.6 | 102 | 100 | 99 | 107 |
| HSD, p=0.05 | lann.fert. 1.0 | | | | laj.cult. 1; lann.fert. 3 | | | |
| | P g/kg | | | | Mg g/kg | | | |
| Valeria | 10.5 | 10.4 | 9.8 | 9.5 | 5.1 | 5.0 | 5.5 | 4.7 |
| Lotto | 10.3 | 10.3 | 9.9 | 9.7 | 5.0 | 5.0 | 5.4 | 4.5 |
| Rossey | 10.5 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 4.7 | 4.7 | 5.2 | 4.3 |
| HSD, p=0.05 | | | | | laj.cult.0.1; lann.fert.0.2 | | | |
| | S g/kg | | | | Na g/kg | | | |
| Valeria | 2.9 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 1.3 | 1.3 | 1.0 | 1.1 |
| Lotto | 2.9 | 3.0 | 2.8 | 3.3 | 1.2 | 1.3 | 1.2 | 1.0 |
| Rossey | 2.9 | 3.3 | 3.2 | 3.1 | 1.3 | 1.3 | 1.2 | 1.0 |
| | Cu mg/kg | | | | Zn mg/kg | | | |
| Valeria | 11.6 | 12.8 | 11.1 | 10.1 | 127 | 136 | 114 | 120 |
| Lotto | 12.3 | 12.6 | 11.2 | 11.0 | 130 | 130 | 116 | 124 |
| Rossey | 12.5 | 11.0 | 10.5 | 12.1 | 136 | 132 | 126 | 133 |
| HSD, p=0.05 | lann. fert. 1.3 | | | | lann. fert. 7 | | | |
| | Mn mg/kg | | | | Fe mg/kg | | | |
| Valeia | 84 | 107 | 131 | 91 | 121 | 141 | 135 | 118 |
| Lotto | 145 | 158 | 144 | 113 | 121 | 125 | 130 | 149 |
| Rossey | 155 | 159 | 139 | 137 | 128 | 197 | 144 | 124 |
| HSD, p=0.05 | lann.fert. 24 | | | | | | | |
| | B mg/kg | | | | Nitr.N / Tot N, % | | | |
| Valeria | 43 | 45 | 45 | 47 | 45 | 44 | 42 | 40 |
| Lotto | 46 | 49 | 42 | 45 | 41 | 35 | 37 | 34 |
| Rossey | 45 | 51 | 50 | 44 | 35 | 34 | 38 | 36 |
| HSD, p=0.05 | laj. cult. 2 | | | | laj. cult. 4 | | | |

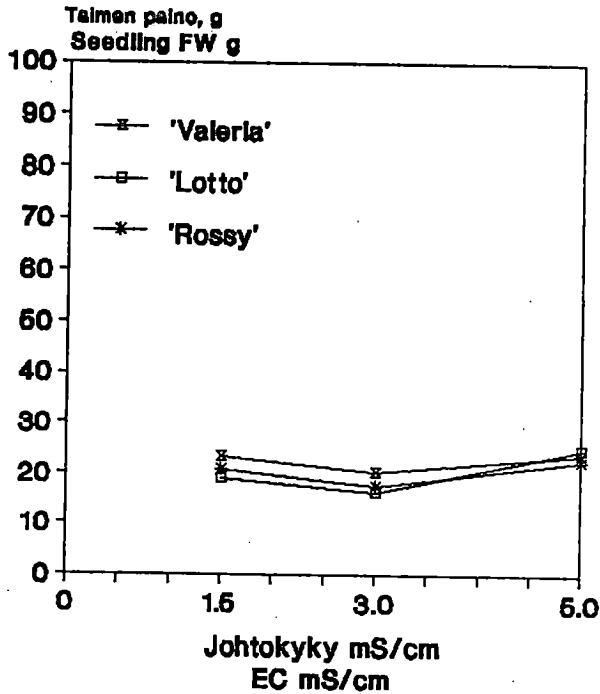
Näyte 27.9.
Sample Sept. 27
Taimen paino, g



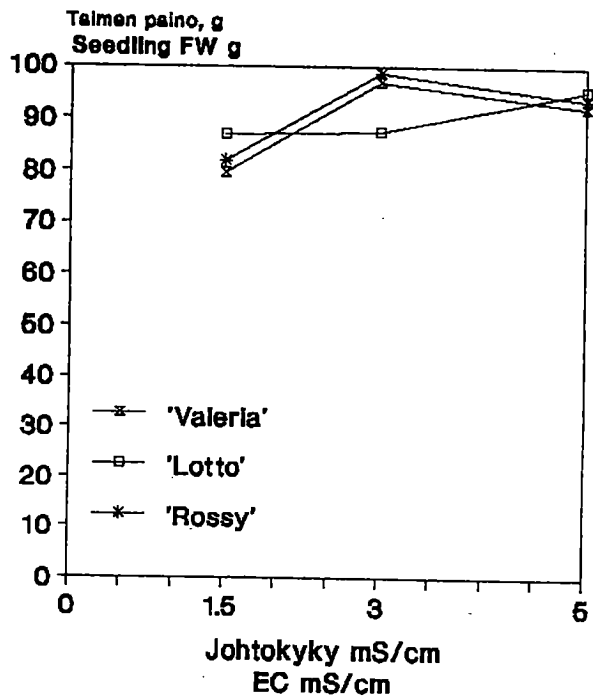
Näyte 9.10.
Sample Oct. 9
Taimen paino, g



Näyte 19.10.
Sample Oct. 19
Taimen paino, g



Sato 19.11.
Yield Nov. 19
Taimen paino, g



Kuva 1. Kiertävän ravinneliuoksen johtokyvyn vaikutus Lollo Rossa -lajikkeiden Valeria, Lotto ja Rossy kasvurytmiin.
Fig. 1. Effect of EC (mS/cm) of recirculating nutrient solution on the development of Lollo Rossa cultivars Valeria, Lotto and Rossy.

Kiertävässä ravinneliuksessa vähiten nitraattia sisälsivät johtokyvyllä 1,5 mS/cm ja eniten johtokyvyllä 3 mS/cm tuotetut sadot kaikilla lajikkeilla (Taulukko 3). Typen kokonaismäärä kasvoi ravinneliuksen väkevyyden (johtokyvyn) kasvaessa. Nitraattitypen osuus kokonaistypestä oli saman suuntainen eri lannoituksilla ja lajikkeilla kuin nitraattipitoisuudenkin. Lajikkeista Valerialla oli muita korkeampi nitraattipitoisuus, kun ravinneliuksen johtokyky oli 1,5 tai 3 mS/cm. Väkevässä ravinneliuksessa (5 mS/cm) 'Lotto' sisälsi muita vähemmän nitraattia.

Turpeessa kasvaneiden satojen nitraattipitoisuus samoin kuin kalium-, fosfori- ja magnesiumpitoisuus olivat jonkin verran korkeammat kuin kiertävässä ravinneliuksessa kasvaneiden.

Kiertävässä ravinneliuksessa saatiin taas runsaammin hivenravinteita (kuparia, mangaania, rautaa ja booria) sisältävät sadot kuin turpeessa.

Kuukautta ennen sadonkorjuuta otettujen kasvinäytteiden ravinnepitoisuudet osoittivat, että kasvun edistyessä nitraatti-, kalium- ja rautapitoisuus lisääntyivät, kun taas fosfori-, kupari- ja mangaanipitoisuus pienenevät (tuloksia 19.10. otetuista näytteistä ei esitetä).

Lollo Rossa -lajikkeiden noin kahden kuukauden mittainen kasvatusaika vaikeuttaa niiden viljelyä kiertävässä liuksessa esimerkiksi lehti- tai keräsalaatin kanssa samassa yksikössä. Viljelylle kiertävässä ravinneliuksessa sinänsä ei ole esteitä, mikäli se voidaan toteuttaa erillisenä muista kasveista.

Kasvualustan peittäminen paperikuitukankaalla piti kasvualustan kosteuden tasaisena, teki kastelun helpoksi, suojasi kasveja likaantumiselta kasvuaikana ja sadonkorjuun yhteydessä. Kuitukankaan halpa hinta ja helppo hävittäminen käytön jälkeen ovat sen etuja rei'itettyyn muoviin verrattuna.

Taulukko 3. Kiertävän ravinneliuoksen väkevyyden vaikutus Lollo Rossa -lajikkeiden sadon ravinnepitoisuuksiin.

Table 3. Effect of EC (mS/cm) of nutrient solution on the nitrate (mg/kg FW), macroelement (g/kg DW) and microelement (mg/kg DW) contents of Lollo Rossa cultivars in final yield.

| Lajike Cultivar | Ravinneliuoksen johtokyky, mS/cm EC of recirculating solution, mS/cm | | | | | |
|--------------------|---|------|----------------------------|-----------------------------|------|------|
| | 1.5 | 3.0 | 5.0 | 1.5 | 3.0 | 5.0 |
| | N g/kg | | | NO ₃ mg/kg tuore | | |
| Valeria | 36 | 40 | 45 | 2590 | 3150 | 2800 |
| Lotto | 36 | 42 | 44 | 1910 | 2950 | 2540 |
| Rossey | 35 | 41 | 42 | 2250 | 2410 | 2890 |
| HSD, p=0.05 | laj.cult. 1;lann.fert. 1 | | | lann. fert. 200 | | |
| | Ca g/kg | | | K g/kg | | |
| Valeria | 27.7 | 15.1 | 16.6 | 84 | 101 | 96 |
| Lotto | 28.1 | 15.5 | 15.8 | 80 | 100 | 95 |
| Rossey | 28.0 | 15.5 | 16.0 | 80 | 99 | 93 |
| HSD, p=0.05 | lann. fert. 2.2 | | laj. cult. 2; lann.fert. 4 | | | |
| | P g/kg | | | Mg g/kg | | |
| Valeria | 8.3 | 9.3 | 8.7 | 3.6 | 3.2 | 3.1 |
| Lotto | 8.6 | 9.6 | 9.2 | 3.6 | 3.4 | 3.1 |
| Rossey | 8.5 | 9.8 | 9.2 | 3.6 | 3.4 | 3.2 |
| HSD, p=0.05 | lann. fert. 0.6 | | | lann. fert. 0.2 | | |
| | S g/kg | | | Na g/kg | | |
| Valeria | 2.7 | 2.9 | 2.9 | 0.6 | 0.7 | 0.6 |
| Lotto | 2.8 | 3.0 | 2.9 | 0.6 | 0.8 | 0.6 |
| Rossey | 2.8 | 3.0 | 2.9 | 0.5 | 0.7 | 0.6 |
| HSD, p=0.05 | lann. fert. 0.1 | | | | | |
| | Cu mg/kg | | | Zn mg/kg | | |
| Valeria | 13.8 | 13.4 | 13.7 | 194 | 87 | 102 |
| Lotto | 13.7 | 13.3 | 13.2 | 209 | 90 | 104 |
| Rossey | 13.6 | 13.1 | 13.0 | 201 | 89 | 103 |
| HSD, p=0.05 | laj. cult. 4; lann.fert. 3 | | | | | |
| | Mn mg/kg | | | Fe mg/kg | | |
| Valeria | 346 | 250 | 311 | 76 | 98 | 96 |
| Lotto | 388 | 271 | 318 | 68 | 103 | 96 |
| Rossey | 364 | 282 | 340 | 74 | 106 | 117 |
| HSD, p=0.05 | laj.cult 23;lann.fert. 44 | | | laj.cult.8;lann.fert.10 | | |
| | B mg/kg | | | Nitr. -N/tot N, % | | |
| Valeria | 50 | 51 | 54 | 32 | 36 | 28 |
| Lotto | 52 | 51 | 48 | 27 | 31 | 28 |
| Rossey | 52 | 53 | 49 | 24 | 34 | 30 |
| HSD, p=0.05 | lann. fert. 3 | | | | | |

KIRJALLISUUS

- DAVIS, J. & RICKWOOD, A. 1990. Getting the colour. *Grower*, April 5th 1990: 20-21.
- JOKINEN, R. & MÄKILÄ, J. 1991. Kerä- ja lehtisalaatin kasvat-
tus kiertävässä ravinneliuoksessa; kasvien kehitysrytmi ja
sadon laatu. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 21/91:
73-87.
- MAASWINKEL, R. 1989. Teelt alternatieve slatypen in herfst
en winter erg moeilijk. *Weekbl. Groenten Fruit*, 11 Aug.
1989: 41.
- STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. 1981. Principles and procedures
of statistics. 633 p. Singapore.
- VEGTER, J., BRUIJN, J. de & GURP, H. van 1990. Rassenkeus
vooral bepaald door roodkleuring gewas. *Weekbl. Groenten
Fruit*, 31 Aug. 1990: 36-37.

SUMMARY

The coloring of Lollo Rossa cultivars Valeria, Lotto and Rossy was not intensified on peat soil by additional amounts of N (155 mg/l peat) or K (490 mg/l peat). The same was observed in re-circulating nutrient solution at EC levels of 1.5, 3 and 5 mS/cm. The yield weight and the nitrate content of yield were on neither growth base dependent on the fertilization level. Nitrate content of Lollo Rossa type lettuces seemed to be at the same level as in 'Grand Rapids' leaflettuce.

**LISÄVALON AVULLA VILJELTYJEN KERÄSALAATTILAJIKKEIDEN MENESTYMINEN
TURVE- JA RAVINNELIUSVILJELYSSÄ**

*Butterhead lettuce grown in peat and circulating nutrient solution
with additional lighting*

Kaisa Reeta Hukkanen ja Marja-Liisa Bartosik
Maatalouden tutkimuskeskus
Martensin vihannestutkimusasema

TIIVISTELMÄ

Talvikaudella 1990-1991 testattiin keräsalaatin päiväneutraalien ja pitkän päivän lajikkeiden menestymistä viljeltäessä lisävalon avulla. Kokeita tehtiin sekä kiertävässä ravinneliusviljelyssä että turpeessa. Valotusaika eri kokeissa oli 14-18 h/vrk. Vaikka päivänpituus oli yli 12 h/vrk, ainoastaan pitkän päivän lajikkeet Novita, Provita ja Piccolo virittyivät kukintaan. Pitkän päivän lajikkeet valmistuivat korjuukuntoisiksi yleensä selvästi nopeammin kuin päiväneutraalit lajikkeet. Toisaalta pitkän päivän lajikkeet olivat molemmilla kasvualustoilla huomattavasti päiväneutraaleja lajikkeita herkempiä häiriötekijöille. Niinpä etenkin ravinneliusviljelyssä päiväneutraalit lajikkeet osoittautuivat huomattavasti viljelyvarmemmiksi kuin pitkän päivän lajikkeet. Turpeessa satoisimpia pitkän päivän lajikkeita olivat Scania ja Vicky. Päiväneutraaleista lajikkeista parhaiten menestyi Titania, joka valmistui selvästi muita lajikkeita nopeammin.

Marja-Liisa Bartosik ja Kaisa Reeta Hukkanen suunnittelivat kokeet. Kaisa Reeta Hukkanen kokosi, käsitteli ja arvioi tulokset.

JOHDANTO

Salaatin kulutus on viime vuosina lisääntynyt meillä niin runsaasti, että monet viljelijät haluavat tuottaa lehtisalaatin lisäksi myös keräsalaattia ympäri vuoden. Viime aikoina salaattiviljelyyn

on kiinnostuttu lisävalon käytöstä talvikaudella viljelyn nopeuttamiseksi.

Meidän oloissamme voidaan kesällä viljellä vain ns. päiväneutraaleja lajikkeita, jotka eivät virity pitkässä päivässä kukintaan. Sen sijaan syksyllä, talvella ja alkukevällä viljellään usein pitkän päivän lajikkeita, sillä ne ovat monesti nopeampia kuin päiväneutraalit lajikkeet. Pitkän päivän lajikkeet kuitenkin virittyvät kukintaan, kun vuorokauden valoisan jakson pituus ylittää tietyn rajan. Mikäli aiotaan viljellä salaattia talvella lisävalon avulla, on mahdollinen kukintaan virittyminen otettava huomioon valotusaikaa ja lajikkeita valittaessa.

Syystalvella 1990 tehtiin Martensin vihannestutkimusasemalla ja eräällä viljelmällä keräsalaatin lajikekokeita lisävalon avulla. Kokeissa oli sekä päiväneutraaleja että pitkän päivän lajikkeita. Vihannestutkimusasemalla salaatteja viljeltiin kiertävässä ravinneliuksessa ja viljelmällä turvepetissä. Kokeiden avulla pyrittiin löytämään talvikaudella lisävalon avulla tapahtuvaan viljelyyn sopivia keräsalaattilajikkeita.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Ravinneliuosviljelykokeet

Vihannestutkimusasemalla keräsalaatin (*Lactuca sativa* L. var *capitata* L.) päiväneutraalit ja pitkän päivän lajikkeet olivat eri kokeissa mutta samoissa olosuhteissa. Molempien lajikeryhmien salaatteja testattiin kaksi kertaa (Taulukko 1).

Taulukko 1. Viljelyaikataulu ravinneliuosviljelykokeissa.
Table 1. Growing schedule of the experiments in circulating nutrient solution.

| Lajikeryhmä group of cv. | kylvöpv. d. of sowing | istutuspv. d. of planting | sadonkor- juupv. d. of harvest | kasvuaika vrk growing period, days |
|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---|--|
| päiväneutraalit day-neutral | 5.10. | 18.10. | 21.11. | 47 |
| | 31.10. | 26.11. | 30.11. | 56 |
| pitkän päivän long-day | 5.10. | 18.10. | 2.01. | 63 |
| | 31.10. | 26.11. | 21.11. | 47 |
| | | | 27.12.* | 57 |

* Pelkästään silmämääräiset havainnot kerien kunnosta.
Only visual observations of the heads.

Ravinneliuosviljelyssä testattiin pitkän päivän lajikkeita Animo LM (verranne), Babette NiZ, Berlo TS, Claudia LM, Flora LM, Geisha V, Panama SG, Pantra AH, Patricia EZ, Piccolo TS, Provita EZ, Sabrina EZ, Scania LM, Scorpio LM ja Vicky EZ. Päiväneutraaleista lajikkeista kokeissa olivat Cortina LM (verranne), Sitonia EZ, Sunlight TS, Titania EZ ja Virginia EZ.

Kokeet järjestettiin lohkoittain satunnaistettuna. Pitkän päivän lajikkeiden kokeissa oli kolme kerrannetta ja kussakin ruudussa oli viisi havintokasvia. Koeruudun ala oli 0,20 m². Päiväneutraalien lajikkeiden kokeissa oli viisi kerrannetta. Ensimmäisessä kokeessa (kylvö 5.10.) ruudusta korjattiin kahdeksan kasvia niin, että ensimmäisellä korjuukerralla korjattiin kolme kerää ja jälkimmäisellä kerralla viisi. Koeruuden ala oli tällöin 0,32 m². Toisessa kokeessa oli kussakin ruudussa viisi havintokasvia ja kaikki korjattiin yhdellä kertaa. Ruudun ala oli 0,20 m².

Kokeiden toteutus

Siemenet kylvettiin 4 cm x 3,5 cm x 3,5 cm:n kivivillakuutioihin. Kylvöksiä pidettiin noin puolitoista viikkoa taimikasvatushuoneessa, jossa ilman lämpötila oli noin 18°C ja suhteellinen kosteus 60-70 %. Taimikasvatushuoneessa taimia valotettiin 36 W:n TLD-loisteputkilla ympäri vuorokauden. Valomäärä oli 80 W/m². Ennen istutusta taimet olivat muutaman päivän laatikoissa kasvihuoneessa, jossa valoisan jakson pituus oli 16 h/vrk ja valoa annettiin 100 W/m².

Taimet istutettiin mustissa muoviruukuissa Vefi-ränneihin. Kasveja valotettiin 400 W:n suurpainenatriumlampuilla (SON-T). Valomäärä oli 80 W/m². Lokakuussa istutettuja taimia valotettiin 14 h/vrk ja marraskuussa istutettuja 18 h/vrk. Kasvihuoneen lämpötila oli valotettaessa noin 18°C ja pimeänä kautena 14-15°C. Ilman suhteellinen kosteus oli 65-75 %. Kiertävässä ravinneliuoksessa oli viljelmäkohtaista Super X S 97 -lannoitetta 800 g/1000 l, kalkkisalpietaria 504 g/1000 l ja magnesiumseleeniä 105 ml/1000 l. Siten liuoksessa oli typpeä 165 mg/l, kaliumia 240 mg/l ja kalsiumia 113 mg/l.

Turvealustakokeet

Viljelmällä tehtiin kolme koetta, joihin salaatit kylvettiin syyskuun lopussa sekä marraskuun alussa ja loppupuolella (Taulukko 2). Päiväneutraaleista lajikkeista kaikissa kolmessa kokeessa olivat Cortina LM, Desso LM, Rosana EZ, Sitonia EZ, Sundance TS, Sunlight TS, Titania EZ, ja Virginia EZ. Lisäksi kahdessa viimeisessä kokeessa olivat lajikkeet Falcon LM ja Hudson LM. Pitkän päivän lajikkeista kaikissa kokeissa olivat Berlo TS, Claudia LM, Flora LM, Patricia EZ, Piccolo TS, Provita EZ, Scania LM, Scorpio LM ja Vicky EZ. 'Novita' LM oli kahdessa ensimmäisessä kokeessa. Verranelajikkeena oli Cortina.

Taulukko 2. Viljelyaikataulu turvepetiviljelyssä.

Table 2. Growing schedule of the experiments in peat.

| kylvöpv. date of sowing | istutuspv. date of planting | sadonkorjuupv. date of harvest | kasvu-aika vrk growing per- iod, days |
|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|
| 28.09. | 25.10. | 20.11. | 52 |
| | | 3.12. | 66 |
| 9.11. | 4.12. | 4.01. | 56 |
| | | 8.01. | 60 |
| 23.11. | 21.12. | 18.01. | 56 |
| | | 23.01. | 61 |

Kokeet järjestettiin lohkokkain satunnaistettuna ja niissä oli neljä kerrannetta. Ensimmäisessä kokeessa oli viisi havaintokasvia kussakin ruudussa ja kahdessa muussa kokeessa oli kahdeksan havaintokasvia/ruutu. Sato korjattiin kahdessa erässä (Taulukko 2). Ensimmäisessä kokeessa korjattiin ensin yksi kerranne ja myöhemmin loput kolme. Muissa kokeissa korjattiin ensin kaikista kerranteista puolet ruudun kasveista eli neljä kasvia jokaisesta ruudusta. Toisella kerralla korjattiin loput puolet. Koeruudun ala oli ensimmäisessä kokeessa 0,17 m² (5 kasvia) ja toisissa kokeissa 0,27 m² (8 kasvia).

Kokeiden toteutus

Siemenet kylvettiin 6 cm x 6 cm x 6 cm:n turvepaakkuihin. Kylvöksiä valotettiin suurpainenatriumlampuilla (SON-T 400 W) 17 tuntia vuorokaudessa. Valomäärä oli 80 W/m². Taimet istutettiin muovihuoneeseen valkoisella muovilla katettuun turvepetiin. Istutustiheys oli 30 kasvia/m². Turve oli otettu viljelyyn jo kesällä, jolloin se oli kalkittu ja peruslannoitettu. Viljelyvaiheessa salaatteja valotettiin suurpainenatriumlampuilla (SON-T 400 W) noin 17 ja puoli tuntia vuorokaudessa. Valoa annettiin 100 W/m². Kasvihuoneilman lämpötila oli valotettaessa 16-17°C ja pimeän jakson aikana 12-13°C. Ilman suhteellinen kosteus pyrittiin pitämään noin 70-80 %:ssa. Salaatteja kasteltiin liuoksella, jossa oli Super X 5:tä (50 %) ja kalkkisalpietaria (35 %) sekä tarvittaessa kaliumnitraattia (15 %). Liuoksen kokonaisväkevyyks oli 0,1 %.

Havainnot

Sadonkorjuuvaiheessa punnittiin ensin kerien bruttopaino ja kaupakunnostuksen jälkeen nettopaino. Kaupakunnostettaessa keristä poistettiin vanhentuneet ja vioittuneet lehdet. Kaupakelpoiset kerät lajiteltiin koon mukaan I ja II luokkaan. I luokan kerien nettopaino oli 100 grammaa tai suurempi ja II luokan 70-100 grammaa. Myös kerien ulkoinen laatu kirjattiin. Mikäli kerissä oli lehdenreunapoltetta tai lasittumista niin, että ne olivat myytäväksi kelpaamattomia, punnittiin vain kerien bruttopaino.

TULOKSET JA TARKASTELU

Kukkiminen

Viljelijän kokeissa vallinneessa päivänpituudessa, noin 17 ja puoli tuntia, pitkän päivän lajikkeet Novita, Provita ja Piccolo virittyivät kukintaan. 'Novita' olisi viljelijän mukaan suosittu lajike kauniin ulkonäkönsä ansiosta, mutta kukinnan takia siitä ei saatu lainkaan kauppakelpoista satoa. Siksi 'Novita' jätettiin pois viljelmän viimeisestä kokeesta. 'Provitan' ja 'Piccolon' kukintaan virittymistä ei ollut yhtä helppo havaita ulkoapäin kuin 'Novitan'. 'Provitan' virittyminen tuli näkyviin vasta jälkimmäisillä korjuukerroilla. 'Piccolon' kukintaan virittyminen oli havaittavissa vain yhden kerran. Kukintaan virittymisen takia 'Novita' 'Provita' ja 'Piccolo' on jätetty satotulosten yhteydessä tarkastelematta.

Valotusaika vihannestutkimusasemalla ravinneliuosviljelyssä oli lokakuun istutuksissa kolme ja puoli tuntia lyhyempi ja marraskuun istutuksissa puoli tuntia pitempi kuin turveviljelyssä. Vihannestutkimusasemalla ei havaittu millään lajikkeella kukintaan virittymistä. Tosin on huomattava, että marraskuussa istutettuja pitkän päivän lajikkeita ei huonon laadun vuoksi tarkasteltu yksilöittäin vaan kustakin lajikkeesta tehtiin kerranteittain vain yleiskatsaus kasvien kunnosta. On luultavaa, että 'Provita' oli virittynyt kukintaan myös vihannestutkimusasemalla, sillä sen kerät olivat pystyjä ja melko korkeita. Vihannestutkimusasemalla 'Novita' oli mukana Curly-salaattien lajikekokeessa samoissa viljelyolosuhteissa kuin tässä esitetyt lajikkeet. Se virittyi kukintaan sekä 14 että 18 tunnin päivänpituudessa.

Kerien ulkoinen laatu

Ravinneliuosviljelykokeissa salaattien laatua heikensi eniten lehtien reunojen ruskettuminen eli lehdenreunapolte. Lehtien reunojen ruskettuminen johtuu yleensä joko kalsiumtalouden häiriöistä tai haihdutukseen nähden liian hitaasta veden kulkeutumisesta kasviin. Kasvin huonoon veden ottoon voivat puolestaan olla syynä liian kuiva kasvualusta, heikko juuristo tai liian korkea kasvualustan nesteen johtokyky. Runsas haihtuminen taas johtuu alhaisesta ilmakesteydestä (NORRGREN ja MOLEN 1987).

Lehdenreunapoltetta oli molemmissa ravinneliuoskokeissa, mutta se oli ankarampaa lokakuun lopussa kylvetyissä kasveissa. Kokeissa tuli selvästi esille, että pitkän päivän lajikkeet ovat keskimäärin huomattavasti alttiimpia lehdenreunapoltteelle kuin päiväneutraalit lajikkeet.

Ensimmäisessä kokeessa päiväneutraalit lajikkeet olivat ensimmäisellä korjuukerralla täysin virheettömiä (tosin suuri osa keristä oli tuolloin vielä melko pieniä), mutta jälkimmäisen korjuun yhteydessä ja toisessa kokeessa kaikki päiväneutraalit lajikkeet olivat ainakin jonkin verran reunapoltteisia. Minkään lajikkeeseen sato ei kuitenkaan tuhoutunut täysin reunapoltteen takia. Pahimmin reunapoltteisia päiväneutraaleja lajikkeita olivat Cortina, Sunlight ja Titania. Pitkän päivän lajikkeista jo ensimmäisessä kokeessa reunapolte oli vioittanut pahoin kaikkia muita lajikkeita

alpaitsi Animoa ja Berloa. Toisessa kokeessa reunapolte turmeli täysin useimpien pitkän päivän lajikkeiden sadon. Ainoastaan 'Animo', 'Berlo', 'Sabrina' ja 'Vicky' olivat kohtalaisessa kunnossa. Ravinneliuosviljelykokeissa runsas lehdenreunapolte lienee johtunut kuivasta kasvihuoneilmasta ja siten runsaasta haihduttamisesta. Ilmankosteutta ei voitu pitää tasaisena, sillä koehuoneessa ei ole automaattista sumutusta.

Turveviljelyssä salaattien laatua heikensi lasittuminen. Lasittumisenkin on eräs lehdenreunapoltteen muoto. Sitä saattaa esiintyä, jos kasvihuoneen ilman kosteus on suuri ja samanaikaisesti juuripaine työntää runsaasti vettä kasviin. Kasvi ei pysty korkean ilmankosteuden takia haihduttamaan tarpeeksi, ja kasviin syntyvän ylipaineen vuoksi osa solunesteestä siirtyy soluväleihin. Tämä näkyy lehdissä tummina, kuultavina laikkuina (NORRGREN ja MOLEN 1987).

Samoin kuin lehtien reunojen ruskettuminen, lasittuminen oli ongelmana lähinnä vain pitkän päivän lajikkeilla. Niinpä eniten lasittuneita lajikkeita olivat Berlo, Flora, Claudia, Patricia, Scania ja Scorpio. Lasittuminen oli alkanut yleensä jo ennen ensimmäistä sadonkorjuuta. Lasittumista esiintyi viljelmällä siitäkin huolimatta, että kasvihuoneen tuuletusluukut olivat koko ajan 5-10 % auki kasvihuoneilman kosteuden vähentämiseksi. Juurten aktiivisuuteen ja sitä kautta veden ottoon voidaan vaikuttaa säätelemällä kasvualustan lämpötilaa. Yksi keino välttää lasittumista onkin pitää alustan lämpötila 8-10°C:ssa, jolloin kasviin ei kulkeudu liikaa vettä.

Satomäärät ravinneliuosviljelyssä

Kuten jo edellä todettiin pitkän päivän lajikkeista saatiin ravinneliuosviljelyssä lehdenreunapoltteen takia hyvin pieni kauppakelpoinen sato. Marraskuun korjuun yhteydessä 15 korjatusta salaattista 'Animon' kaikki kerät olivat I luokkaa ja I luokan nettosato neliömetriä kohti oli 3,5 kg (Taulukko 3). 'Berlolla' I luokan salaatteja oli 10 kpl ja neliösato oli 2,0 kg. Muilla pitkän päivän lajikkeilla kauppakelpoisia salaatteja oli vain kahdeksan kpl tai vähemmän. Kuvan saamiseksi salaattien koosta ja kehityksestä laskettiin tässä vaiheessa reunapoltteesta huolimatta lajikkeittain kaikkien korjattujen salaattien (15 kpl) bruttoyksilöpainon keskiarvo. Se oli suurin 'Animolla' (147 g) ja 'Scanialla' (143 g) ja pienin 'Piccololla' sekä 'Claudialla' ja 'Sabrinalla' (100 g). Lokakuun viimeinen päivä kylvetyistä pitkän päivän lajikkeista ei saatu lainkaan myytävää satoa.

Samaan aikaan, kun korjattiin ensimmäisen kerran pitkän päivän lajikkeet, korjattiin myös 15 kerää jokaisesta päiväneutraalista lajikkeesta. Tuolloin muiden paitsi 'Titanian' kerät olivat vielä enimmäkseen II luokkaan kuuluvia tai pieniä (Taulukko 3). 'Titaniasta' saatiin tässä vaiheessa yli kaksinkertainen I luokan nettoneliösato muihin lajikkeisiin verrattuna. Tämän kokeen toisella korjuukerralla 'Cortinan' I luokan nettosato oli 1,8 kg/m² ja muiden lajikkeiden 3,0-3,4 kg/m². Tammikuun alussa oli 'Virginian' I luokan sato selvästi suurin, 2,3 kg/m². 'Sitonian' sato oli tuolloin pienin, 0,7 kg/m².

Taulukko 3. Pitkän päivän ja päiväneutraalien lajikkeiden I luokan nettosato neliometriä kohti ravinneliuosviljelyssä.
Table 3. First class net yield of long-day and day-neutral cultivars grown in circulating nutrient solution.

| kylvöpv. d. of sowing satopv. d. of harvest lajike cultivar | I luokan nettosato kg/m ² class I net-yield kg/m ² | | |
|---|---|--------|----------------|
| | 5.10. | 30.11. | 31.10. 2.1. |
| <hr/> | | | |
| pitkän päivän <i>long-day</i> | | | |
| Animo LM | 3.5 | | |
| Berlo TS | 2.0 | | |
| Flora LM | 0.2 | | |
| Geisha V | 0.5 | | |
| Liset NiZ | 0.6 | | |
| Pantra AH | 0.6 | | |
| Patricia EZ | 0.4 | | |
| Sabrina EZ | 0.7 | | |
| *) | | | |
| päiväneutr. <i>day-neutral</i> | | | |
| Cortina LM | 0.0 | 1.8 | 1.1 |
| Sitonia EZ | 0.4 | 3.4 | 0.7 |
| Sunlight TS | 0.7 | 3.1 | 1.1 |
| Titania EZ | 1.9 | 3.3 | 1.3 |
| Virginia EZ | 0.9 | 3.0 | 2.3 |

*) Lajikkeista Babette, Claudia, Panama, Piccolo, Provita, Scania, Scorpio ja Vicky ei tullut reunapoltteen takia kauppakelpoista satoa.
The cultivars Babette, Claudia, Panama, Piccolo, Provita, Scania, Scorpio and Vicky were injured by tipburn and therefore not saleable.

Satomäärät turveviljelyssä

Viljelmällä kevättalvella 1990 ilman lisävaloa tehdyissä lajikekokeissa lajikkeiden I luokan nettosadot neliometriä kohti laskettuina olivat 1,6-3,9 kg. Toukokuun puolivälissä korjattujen päiväneutraalien lajikkeiden sadot olivat suuria: 5,5-5,8 kg/m². Näissä syksyn lisävalokokeissa jälkimmäisillä korjuukerroilla päiväneutraalien lajikkeiden sadot olivat 2,7-5,7 kg/m² ja pitkän päivän lajikkeiden 0,6-5,3 kg/m². Monista lajikkeista saatiin siis kevään tuloksiin verrattuna erittäin hyvä sato (Taulukko 4). Joidenkin lajikkeiden nettosato oli syksyn ensimmäisessä kokeessa jopa lähellä toukokuun satomääriä. On kuitenkin huomattava, että lisävalokokeissa istutustiheys oli 30 kasvia/m², kun se kevään kokeissa oli vain 25 kasvia/m².

Koska kokeiden sadot korjattiin kahdessa erässä, pystyttiin vertailemaan, valmistuvatko eri lajikeryhmien lajikkeet eri aikoina. Kaikissa kolmessa kokeessa ilmeni, että pitkän päivän lajikkeet saavuttivat korjuukypsyyden aiemmin kuin päiväneutraalit lajikkeet (Taulukko 4). Tämä näkyi siinä, että ensimmäisillä korjuukerroilla päiväneutraalien lajikkeiden II luokan (nettopaino alle 70 grammaa) osuus on keskimäärin selvästi suurempi kuin pitkän päivän lajikkeiden.

Kunkin viljelykerran kahden korjuukerran yhteenlasketun I luokan sadon perusteella satoisimpia pitkän päivän lajikkeita olivat Scania ja Vicky. Päiväneutraaleista lajikkeista Titania oli kahdessa kokeessa satoisin ja kolmannessa toiseksi satoisin. Muiden päiväneutraalien lajikkeiden sadot vaihtelivat suuresti eri viljelykerroilla.

Syyskuun lopussa ja marraskuun alussa kylvetyissä turveviljelykokeissa parhaimpien lajikkeiden sadot olivat kutakuinkin samaa luokkaa molemmissa lajikeryhmissä (Taulukko 4). Viimeisessä, marraskuun loppupuolella kylvetyssä kokeessa sen sijaan parhaiden päiväneutraalien lajikkeiden sadot olivat huomattavasti suurempia kuin pitkän päivän lajikkeiden. Tämä johtui juuri pitkän päivän lajikkeiden runsaasta lasittumisesta.

Cortinan ja muiden lajikkeiden vertailu

Viljelmällä verrannelajiketta Cortinaa satoisampia kaikilla korjuukerroilla olivat päiväneutraalit lajikkeet Sunlight ja Titania. Kahdessa ensimmäisessä kokeessa sekä viimeisen kokeen ensimmäisellä korjuukerralla pitkän päivän lajikkeista 'Cortinan' veroisia tai sitä satoisampia olivat 'Claudia', 'Flora' ja 'Scania'. On kuitenkin huomattava, että nuo kolme lajiketta olivat viimeisen kokeen jälkimmäisellä korjuukerralla pahoin reunapolttteen pilaimia.

Vihannestutkimusaseman kokeissa 'Cortinan' satotuloksia voitiin verrata vain toisiin päiväneutraaleihin lajikkeisiin. Tuloksissa on merkille pantavaa, että 'Cortinan' I luokan keskimääräinen bruttoyksilöpaino on selvästi pienempi kuin muiden lajikkeiden. Siksi 'Cortinan' I luokan nettoneliösadot jäivät suhteellisen pieniksi. Tämä tarkoittaa, että 'Cortina' valmistuu hitaammin kuin muut näissä kokeissa testatut päiväneutraalit lajikkeet. Sama tuli esille myös viljelmältä 18. tammikuuta korjatussa kokeessa. 'Cortinan' 16 korjatusta kerästä 15 kuului pienen koon vuoksi II luokkaan, kun taas muilla lajikkeilla II luokan keriä oli korkeintaan 8.

Toisaalta ravinneliuosviljelyssä havaittiin selvästi, että 'Cortinan' kauppakunnostushävikki oli melko paljon pienempi kuin muiden lajikkeiden.

Taulukko 4. Päiväneutraalien ja pitkän päivän lajikkeiden I luokan nettosato neliometriä kohti turveviljelyssä.

Table 4. First class net yield of day-neutral and long-day cultivars grown on peat.

| kylvöpv. d. of sowing | I luokan nettosato kg/m ² class I net-yield kg/m ² | | | | | | | | |
|--------------------------|--|-------|--------------|-------|------|--------------|--------|-------|--------------|
| | 28.9. | | | 9.11. | | | 23.11. | | |
| satopv. d. of harvest | 20.11. | 3.12. | yht. tot. | 4.1. | 8.1. | yht. tot. | 18.1. | 23.1. | yht. tot. |
| lajike cultivar | | | | | | | | | |
| päiväneutr. day-neutral | | | | | | | | | |
| Cortina LM | 1,3 | 4,5 | 5,8 | 1,3 | 2,8 | 4,1 | 0,2 | 3,7 | 3,9 |
| Desso LM | 0,6 | 4,1 | 4,7 | 0,9 | 2,8 | 3,7 | 2,3 | 3,9 | 6,2 |
| Falcon LM | - | - | - | 1,9 | 3,2 | 5,1 | 2,7 | 4,7 | 7,4 |
| Hudson LM | - | - | - | 0,9 | 3,1 | 4,0 | 3,4 | 4,2 | 7,6 |
| Rosana EZ | 1,2 | 4,6 | 5,8 | 1,1 | 2,8 | 3,9 | 3,3 | 4,7 | 8,0 |
| Sitonia EZ | 3,2 | 5,1 | 8,3 | 2,0 | 3,9 | 5,9 | 2,1 | 3,4 | 5,5 |
| Sundance TS | 1,9 | 3,8 | 5,7 | 1,2 | 2,7 | 3,9 | 1,3 | 3,1 | 4,4 |
| Sunlight TS | 3,2 | 5,3 | 8,5 | 1,5 | 3,2 | 4,7 | 2,1 | 4,5 | 6,6 |
| Titania EZ | 3,5 | 5,7 | 9,2 | 3,1 | 3,7 | 6,8 | 3,4 | 4,5 | 7,9 |
| Virginia EZ | 0,0 | 4,3 | 4,3 | 2,3 | 3,1 | 5,4 | 1,8 | 4,2 | 6,0 |
| pitkän päivän long-day | | | | | | | | | |
| Berlo TS | 2,7 | 3,6 | 6,3 | 2,6 | 3,9 | 6,5 | 2,6 | 2,4 | 5,0 |
| Claudia LM | 1,3 | 4,5 | 5,8 | 2,3 | 3,3 | 5,6 | 0,2 | 0,0 | 0,2 |
| Flora LM | 3,6 | 5,0 | 8,6 | 2,8 | 3,9 | 6,7 | 0,7 | 0,6 | 1,3 |
| Patricia EZ | 3,3 | 4,3 | 7,6 | 0,5 | 0,9 | 1,4 | 1,4 | 0,6 | 2,0 |
| Scania LM | 4,1 | 5,3 | 9,4 | 2,3 | 2,8 | 5,1 | 3,3 | 2,8 | 6,1 |
| Scorpio LM | 4,1 | 3,7 | 7,8 | 2,6 | 4,2 | 6,8 | 1,8 | 2,2 | 4,0 |
| Vicky EZ | 1,2 | 3,4 | 4,6 | 3,2 | 3,8 | 7,0 | 1,6 | 3,5 | 5,1 |

YHTEENVETO

Viljeltäessä keräsalaattia lisävalon avulla niin, että vuorokauden valoisian jakson pituus on 12 tuntia tai enemmän voidaan lajikkeeksi valita joko päiväneutraali lajike tai pitkän päivän lajike, joka ei viritä helposti kukintaan. Kuitenkin, jos viljelyolot kasvihuoneessa eivät ole helposti säädettävissä, on varmempaa valita lisävaloviljelyyn päiväneutraali lajike, sillä pitkän päivän lajikkeet ovat herkkiä lasittumiselle ja lehdenreunapolttelle. Näissä kokeissa päiväneutraaleista lajikkeista osoittautui nopeimmaksi Titania. Yleisesti viljelty 'Cortina' taas oli suhteellisen hidas muihin päiväneutraaleihin lajikkeisiin verrattuna.

KIRJALLISUUS

NORRGREN, U. & MOLEN, S.A. 1987. Odling av växthussallat. 34 p.
Sveriges Lantbruksuniversitet. Konsulentavdelningens rapporter.
Trädgård 325. Alnarp.

SUMMARY

During winter 1990-1991 research on day-neutral and long-day lettuce cultivars grown with additional lighting was carried on. The tests were accomplished in both peat and circulating nutrient solution. Additional lighting was used 14-18 hours per day in different tests. Although the day length exceeded 12 hours per day, only the long-day cultivars Novita, Provita and Piccolo initiated bolting. In general the long-day cultivars could be harvested sooner than the day-neutral cultivars. On the other hand, the long-day cultivars with both growing methods were noticeably more sensitive to disorders. Day-neutral cultivars, particularly those grown in circulating nutrient solution, turned out noticeably better than the long-day cultivars. The highest yielding cultivars grown in peat were Scania and Vicky. Most succeeded of day-neutral cultivars was Titania, which matured noticeably sooner than the others.

LANNOITUKSEN VAIKUTUS SALAATIN KADMIUMPITOISUUTEEN*The effect of fertilization on the cadmium content of lettuce*

Raija Tahvonen
 Maatalouden tutkimuskeskus
 Keskuslaboratorio

TIIVISTELMÄ

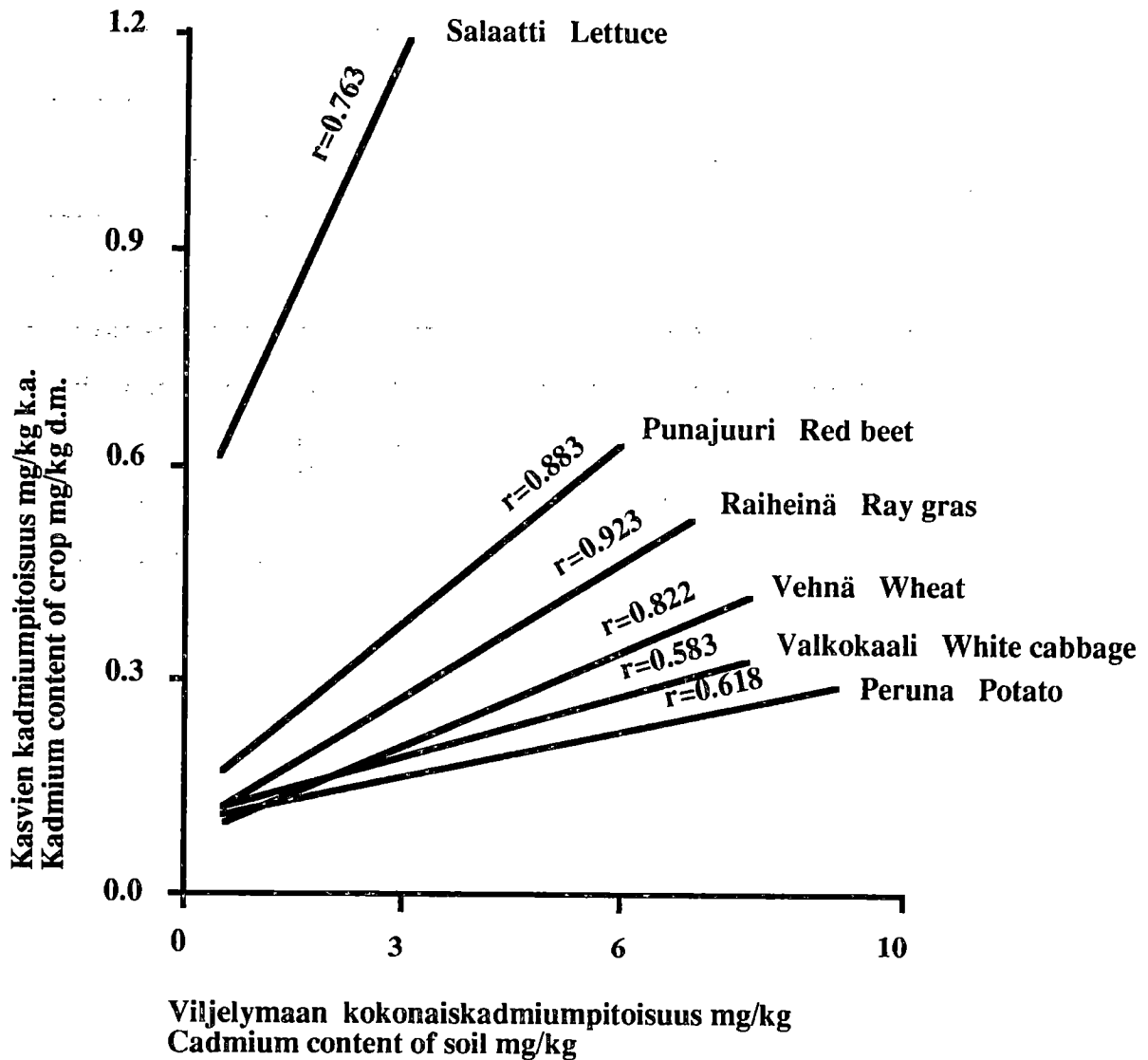
Lannoituksen vaikutusta salaatin kadmiumpitoisuuteen tutkittiin pistokoeluonteisesti muutamista lannoituskokeista. Lannoitteiden kadmiumin todettiin siirtyvän kasveihin. Vesiviljelyssä ravinneliuoksen johtokyvyn kasvaessa salaatin kadmiumpitoisuus kasvoi. Lannoitteiden kadmiumpitoisuuksissa oli jopa kaksinkertaisia eroja eri tuote-erien välillä. Varsinkin vesiviljelyssä käytettävien lannoitteiden kadmiumpitoisuuksia tulisi kontrolloida, koska saatti kerää helposti kadmiumia.

JOHDANTO

Kadmium on maaperän luonnollinen osa. Siitä on ihmisen toiminnan seurauksena tullut myös ympäristömyrky. Kadmium on raskasmetalli, joka ihmisen elimistöön kertyessään aiheuttaa mm. munuais- ja luustovaurioita ja keskushermostohäiriöitä.

Salaatti kerää helposti kasvualustasta kadmiumia (Kuva 1). Lajikkeiden väliset erot ovat kuitenkin suuria (CREWS ja DAVIES 1985, YURAN ja HARRISON 1986, ROORDA van EYSINGA ja COOLS 1988). Kun kasvialustan kadmiumpitoisuus on korkea, voi salaatin kadmiumpitoisuus olla useita milligrammoja kilossa tuorepainoa. Jopa 30 % kadmiumista voi olla peräisin ilmasta. Suuri osa laskeutuneesta kadmiumista on poistettavissa huolellisella pesulla.

Kirjallisuustietojen mukaan kaupoista kerättyjen tai puhtailla alueilla tuotettujen salaatinäytteiden kadmiumpitoisuudet ovat 0-0,190 mg/kg tuorepainoa (ELLEN ym. 1990, GUNDERSON 1987, WIERSMA ym. 1986, WOLNIK ym. 1983). Suomessa 1988 ja 1989 tukkukaupoista kerättyjen koti- ja ulkomaisten salaatinäytteiden kadmiumpitoisuus oli keskimäärin 0,021 mg/kg vaihteluvälin ollessa 0,002-0,089 mg/kg (TAHVONEN ja KUMPULAINEN 1991). Suomessa kasvisten korkein sallittu kadmiumpitoisuus on tällä hetkellä 0,1 mg/kg tuorepainoa. PIEPPOSEN (1988) mukaan valvontalaboratorioiden tutkimista salaatinäytteistä 13,3 % ylitti kadmiumin sallitun enimmäispitoisuuden vuosina 1985-1987. Valvontalaboratorioiden näytteet eivät kuitenkaan vastaa keskimäärin markkinoilla olevia tuotteita, vaan niihin valikoidaan nimenomaan epäilyksenalaisia tuotteita normaalien pistokoenäytteiden lisäksi.



Kuva 1. Viljelymaan kadmiumpitoisuuden vaikutus sadon kadmiumpitoisuuteen. Viljelymaa on jätevesilietteellä lannoitettu kalkkipitoinen hiuemaa (FLEMING ja DAVIS 1985).

Fig. 1. The effect of soil cadmium content on the cadmium content of crops. The soil is calciferous loam fertilized with sewage sludge (FLEMING ja DAVIS 1985).

Maaperän kadmiumpitoisuus Suomessa on pieni (SILLANPÄÄ 1988). Viljelymaan alhainen pH kuitenkin edistää kadmiumin siirtymistä kasveihin. Myös maalaji ja lannoitus vaikuttavat kadmiumin imeytymiseen. Suomessa fosforilannoitteille on asetettu kadmiumraja 100 mg/kg P. Muiden lannoitteiden kadmiumpitoisuuksille ei ole raja-arvoja.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Tässä osaprojektissa tutkittiin pistokoeluoontoisesti muutamien lannoituskokeiden salaatti- ja lannoitenäytteitä tarkoituksena selvittää lannoitteiden vaikutusta sadon kadmiumpitoisuuteen. Uuden vesiviljelyjärjestelmän ensimmäisestä sadosta otettiin myös näytteet kadmiumanalyysiin, koska haluttiin varmistaa järjestelmän turvallisuus.

Salaatti

Esikäsitteily
Salaattinäytteet pestiin huolellisesti ennen kuivausta. Näytteet kuivattiin lämpökaapissa 65 °C tai pakkaskuivaajalla. Näytteet liuotettiin typpihappoon (TAHVONEN ja KUMPULAINEN 1991).

Mittaus

Salaattinäytteiden kadmiumpitoisuudet määritettiin atomiabsorptiospektrofotometrillä (Varian SpectrAA 40) käyttäen Zeeman taustankorjausta ja matriisimodifikaattorina $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$. Määritykset tehtiin L'Vov:n tasolla varustetulla putkella tuhkiuslämpötilan ollessa 800-1000 °C ja atomisointilämpötilan ollessa 2400-2600 °C.

Laadunvarmistus

Jokaisessa liuotus- ja mittauserässä oli mukana laadunvarmistusnäytteenä perunareferenssimateriaalia, jonka kadmiumpitoisuus on hyvin pieni (KUMPULAINEN ym. 1988), ja tarvittaessa Kemiran viherrehua (SAARI ja PAASO 1980) näytteiden kadmiumpitoisuuden ollessa suuri.

Lannoitteet

Lannoitenäytteet liuotettiin ja mitattiin samalla tavalla kuin salaattinäytteet.

TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Ammoniumtyypilannoitteen kadmiumpitoisuus oli huomattavasti pienempi kuin nitraattityypilannoitteen kadmiumpitoisuus, mutta turpeessa viljeltyjen salaattinäytteiden kadmiumpitoisuuksissa ei ollut yhtä suuria eroja (Taulukot 1 ja 2). Savimaassa ja turpeessa kasvatettujen nitraattityypellä lannoitettujen 'Cortina'-näytteiden kadmiumpitoisuudessa on suuri ero (Taulukko 2). Viljelyalustojen kadmiumpitoisuuksia ei määritetty. Tuorepainoa kohti laskettuna 'Amyn' kadmiumpitoisuudet olivat 0,005-0,015 mg/kg ja 'Cortinan' kadmiumpitoisuudet 0,006-0,045 mg/kg. Amy-lajikkeesta ei ollut mukana kaupakelpoista näytettä, mutta 'Cortinan' tuloksista voidaan todeta kadmiumpitoisuuden nousevan kasvukauden edistyessä. Kadmiumin kertyminen oli Cortina-lajikkeessa varsin huomattavaa kahden viimeisen näytteenottokerran välillä vajaan viikon aikana. Täysikokoinen kasvi tietenkään kuluttaa vettä ja lannoitteita huomattavasti enemmän kuin keskenkasvuiset kasvit. Olisi ehkä syytä vielä tutkia kadmiumin kertymistä kaupakuntoiseen salaattiin.

Taulukko 1. Amy-lajikkeen kadmiumpitoisuudet typpilannoitus-
kokeessa. (Kylvö 18.3., istutus 5.4., sadonkorjuu 3.5.)

Table 1. Cadmium contents in cultivar Amy in N-fertilization
experiment. (Seeding March 18, planting April 5, harvesting
May 3).

| | Cd µg/kg ka Cd µg/kg dw | |
|---|---|--|
| NO ₃ -N-lannoite turpeeseen NO ₃ -N fertilizer in peat | 20 % NH ₄ -N+80 % NO ₃ -N lannoite turpeeseen 20 % NH ₄ -N+80 % NO ₃ -N fertilizer in peat | näytteen otto pvm sampling date |
| 136 | 102 | 12.4 |
| 291 | 187 | 26.4 |

Ravinneliuoksen väkevyyys 1-2 %.

Concentration of nutrient solution 1-2 %.

Lannoitteiden kadmiumpitoisuudet: Puutarhan hydrolannokset, NO₃-N lan-
noite (typestä 100 % NO₃-N) 0,8 mg Cd/kg, NH₄-N-lannoite (typestä 20 %
NH₄-N ja 80 % NO₃-N) 0,16 mg/kg.

Cadmium contents of the fertilizers: Garden hydrofertilizers
(8-4-28), NO₃-N fertilizer (100 % of N as NO₃-N) 0.8 mg

Cd/kg, NH₄-H fertilizer (20 % of N as NH₄-N and 80 % as NO₃-N) 0.16
mg/kg.

Taulukko 2. Cortina-lajikkeen kadmiumpitoisuudet typpilannoi-
tuskokeessa. (Istutus 5.4., sadonkorjuu 5.-6.5.)

Table 2. Cadmium contents in cultivar Cortina in N-fertilization
experiment. (Planting April 5, harvesting May 5-6).

| | Cd µg/kg ka Cd µg/kg dw | | |
|---|---|--|--|
| NO ₃ -N-lannoitus turve NO ₃ -N fertiliz. peat | NH ₄ -lannoitus turve NH ₄ -N fertiliz. peat | NO ₃ -N-lannoitus savi NO ₃ -N fertiliz. loam | näytteen- otto pvm date of sampling |
| 171 | 164 | | 7.4. |
| 498 | 591 | 118 | 19.4. |
| 894* | 660* | 182 | 5.-6.5. |
| | | | 10.5. |

* liian suuriksi kasvaneita

* overgrown

Ravinneliuoksen väkevyyys 1-2 %.

Concentration of nutrient solution 1-2 %.

Lannoitteiden kadmiumpitoisuudet: Puutarhan hydrolannoitteet
NO₃-N-lannoite (typestä 100 % NO₃-N) 0,8 mg Cd/kg, NH₄-N-lannoite
(typestä 20 % NH₄-N ja 80 % NO₃-N) 0,16 mg/kg.

Cadmium contents of the fertilizers: Garden hydrofertilizers
(8-4-28), NO₃-N fertilizer (100 % of N as NO₃-N) 0.8 mg Cd/kg,

NH₄-fertilizer (20 % of N as NH₄-N and 80 % as NO₃-N) 0.16 mg/kg.

Taulukko 3. Typpilannoituskokeen näytteiden kanssa samanaikaisesti analysoitujen vertailunäytteiden kadmiumpitoisuudet.

Table 3. Cadmium contents of samples comparable with samples of N-fertilization experiments (samples analysed in the same batch).

| VTA vesiviljely Vegetable Exp. Sta. solution culture | | Kauppapuutarha, turve Market garden, peat | |
|--|----------------------------|--|----------------------------|
| Lajike cultivar | Cd µg/kg ka Cd µg/kg dw | Lajike cultivar | Cd µg/kg ka Cd µg/kg dw |
| Cortina | 91 | Norden | 1713 |
| Kelvi | 12 | Norden | 858 |
| Norden | 116 | | |

VTA:lla kiertoveden johtokyky oli 1 mS/cm ja lannoitteet: 0,09 % Puutarhan hydrolannos, 0,07 % kalkkisalpietari, 0,01 % typpihappo, 0,004 % fosforihappo kesällä ja syksyllä.

Conductivity of nutrient solution at VES was 1 mS/cm and fertilizers: 0.09 % Garden hydrofertilizer (8-4-28), 0.07 % calcium nitrate, 0.01 % nitric acid, 0.004 % phosphoric acid in summer and autumn.

Kauppapuutarhan turpeen lannoitus: Dolomiittikalkki 2H 8 kg/m³, turpeen peruslannos 4 1,2-1,5 kg/m³. Kastelulannoitteena 0,1 % liuos, josta 50 % Super X, 45 % kalkkisalpietari ja 15 % kaliumnitraatti.

Peat fertilization at the market garden: Dolomitic limestone 2H 8 kg/m³, peat fertilizer 4 1.2-1.5 kg/m³. Irrigation fertilizer 0.1 % solution of fertilizer containing 50 % Super X, 45 % calcium nitrate and 15 % potassium nitrate.

Typpilannoituskokeen näytteiden kanssa samaan aikaan analysoitiin muutamia vihannestutkimusaseman vesiviljelykokeiden näytteitä ja kauppapuutarhalta otettuja näytteitä (taulukko 3). Norden-lajikkeen kadmiumpitoisuudet kauppapuutarhalta otetuissa näytteissä olivat huomattavasti suuremmat kuin vihannestutkimusaseman vesiviljelyssä kasvatettujen näytteiden pitoisuudet. Toisessa kauppapuutarhan näytteistä kadmiumpitoisuus oli lähellä sallittua ylärajaa tai ylitti sen riippuen näytteen kuiva-ainepitoisuudesta. Vihannestutkimusasemalla vesiviljelyssä salaa-teissa kadmiumpitoisuudet olivat erittäin pieniä. Ravinneliuksen johtokyky oli vihannestutkimusaseman vesiviljelyssä alhainen.

Uudessa vesiviljelyjärjestelmässä kasvatettujen näytteiden kadmiumpitoisuudet (Taulukko 4) olivat tuorepainoa kohti las-

Table 4. Uuden vesiviljelyjärjestelmän 1. sadon kadmiumpitoisuudet (lajike Grand Rapids).

Table 4. Cadmium contents of the first lettuce crops in the new recirculating nutrient solution culture system (cultivar Grand Rapids).

| Ravinneliuoksen johtokyky mS/cm Conductivity of the nutrient solution | Cd µg/kg ka Cd µg/kg dw |
|--|----------------------------|
| 1.0 | 425 |
| 1.5 | 470 |
| 2.0 | 451 |

Lannoitteet olivat Puutarhan täyslannos (PTL) , jonka kadmiumpitoisuus oli 0,065 mg/kg, ja kalkkisalpietari, jonka kadmiumpitoisuus oli 0,510 mg/kg.

Cadmium contents of the fertilizers: Standard Garden fertilizer (14-5-21) 0.065 mg Cd/kg, and calcium nitrate 0.510 mgCd/kg.

Taulukko 5. Lannoiteliuoksen johtokyvyn vaikutus sadon kadmiumpitoisuuteen (lajike Grand Rapids, istutus 13.30., sadonkorjuu 14.11.1989).

Table 5. The effect of the nutrient solution conductivity on the cadmium content of lettuce (cultivar Grand Rapids, planting October 13, harvesting November 14, 1989).

| Lannoiteliuoksen johtokyky mS/cm Conductivity of nutr. solution mS/cm | Cd µg/kg ka Cd µg/kg dw |
|--|----------------------------|
| 1.5 | 441 |
| 3 | 461 |
| 6 | 1511 |

Lannoitteiden kadmiumpitoisuudet olivat: Kekkilän Super X 5 0,310 mg/kg ja kalkkisalpietari 0,510 mg/kg.

Cadmium contents of the fertilizers: Kekkilä Super X 5 (8-4-28) 0.310 mg/kg and calcium nitrate 0.510 mg/kg.

kettuna 0,041-0,043 mg/kg. Näytteiden kadmiumpitoisuudet olivat suurempia kuin tukkukaupoista hankittujen näytteiden pitoisuudet keskimäärin, mutta kuitenkin alle puolet suurimasta sallitusta pitoisuudesta. Seuraavassa kokeessa laimeissa (Taulukko 5) ravinneliuoksissa viljeltyjen näytteiden pitoisuudet olivat samaa tasoa kuin tässä kokeessa, joten kadmium ei liene peräisin uudesta vesiviljelyjärjestelmästä.

Väkevimmästä lannoiteliuoksesta kasviin kertyi eniten kadmiumia. Lannoitteen väkevyyden kasvaessa kaksinkertaiseksi 3:sta 6:een

Taulukko 6. Lannoiteliuoksen johtokyvyn muutosten vaikutus sadon kadmiumpitoisuuteen (lajike Grand Rapids, istutus 1.8., sadonkorjuu 27.8.1990).

Table 6. The effect of alterations in the conductivity of the cadmium content of lettuce (cultivar Grand Rapids, planting August 1, harvesting August 28, 1990).

| Lannoiteliuoksen johtokyky mS/cm Conductivity of the nutrient solution | | | Cd µg/k ka Cd µg/kg dw |
|---|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| istutus 1.8. planting 1.8. | 1. vaihto 8.8. 1. alterat. 8.8. | 2. vaihto 15.8. 2. alterat. 15.8. | |
| 1.5 | 1.5 | 1.5 | 268 |
| 3.0 | 3.0 | 3.0 | 298 |
| 5.0 | 5.0 | 5.0 | 356 |
| 1.5 | 3.0 | 5.0 | 360 |
| 5.0 | 3.0 | 1.5 | 352 |

Lannoitteiden kadmiumpitoisuudet olivat: Puutarhan hydrolannos 0,300 mg/kg, Kalkkisalpietari 0,410 mg/kg.

Cadmium contents of the fertilizers: Garden hydrofertilizer (8-4-28) 0.300 mg/kg, calcium nitrate 0.410 mg/kg.

mS/cm salaatin kadmiumpitoisuus kasvaa yli kolminkertaiseksi. Tuorepainoa kohti laskettuna pitoisuudet ovat 0,022-0,076 mg/kg.

Salaattinäytteiden kadmiumpitoisuudet olivat pienempiä kuin edellisissä kokeissa tutkittaessa ravinneliuoksen johtokyvyn muutosten vaikutusta (Taulukko 6). Myös kokeessa käytetyn Puutarhan hydrolannoksen ja kalkkisalpietarin kadmiumpitoisuudet olivat pienempiä kuin edellisissä kokeissa. Ero väkevimmässä ja laimeimmassa ravinneliuksessa kasvatettujen näytteiden välillä oli melko pieni. Kadmiumia näyttää kertyvän runsaasti jo kasvun alkuvaiheessa, koska väkevässä ravinneliuksessa kasvunsa aloittaneiden näytteiden kadmiumpitoisuudet olivat yhtä suuret kuin laimeassa liuksessa kasvunsa aloittaneiden tai koko ajan väkevissä ravinneliuksissa kasvaneiden näytteiden kadmiumpitoisuudet.

Kokeet osoittivat, että lannoitteiden kadmiumpitoisuus vaikuttaa salaattisadon kadmiumpitoisuuteen. Lannoiteliuoksen väkevyys näytti näissä kokeissa käytetyillä lannoitteilla vaikuttavan vasta, kun liuoksen johtokyky on yli 5 mS/cm. Lannoiteliuoksen väkevyyden ja lannoitteen kadmiumpitoisuuden vaikutusta kadmiumin kertymiseen salaattiin tulisi selvittää eri lannoitteilla ja lajikkeilla.

Oikea korjuuajankohta tulisi myös selvittää. Näissä kokeissa turvealustassa kadmiumia keryi runsaasti kasvun loppuvaiheessa. Vesiviljelyssä kadmiumia näytti kertyvän yhtä tehokkaasti kasvun alussa ja lopussa.

Kaikkien salaatinviljelyssä käytettyjen lannoitteiden kadmiumpitoisuutta tulisi valvoa.

KIRJALLISUUS

- BERGLUND, S. 1987. Användning av slam på åkermark. Statens naturvårdverk. Stockholm.
- GUNDERSON, E. L. 1987. Chemical contaminants monitoring. FDA Total Diet Study, April 1982-April 1984. Dietary intakes of pesticides, selected elements, and other chemicals. Data Tables p. 92. AOAC Source Document No. 1, 159 p. Arlington.
- ELLEN, G., LOON, J.W. van & TOLSMA, K. 1990. Heavy metals in vegetables grown in the Netherlands and in domestic and imported fruits. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 190: 34-39.
- FLEMING, G.A. & DAVIS, R.D. 1985. Contamination problems in relation to land use. Cost 681 Conference in Rome 8-11 October 1985. Ref. Berglund, S. 1987.
- CREWS, H.M. & DAVIES, B.E. 1985. Heavy metal uptake from contaminated soils by six varieties of lettuce (*Lactuca sativa* L.). J. Agric. Sci. (Camb.) 105: 591-595.
- KUMPULAINEN, J., PAAKKI, M. & TAHVONEN, R. 1988. Characterization of a potato reference material for major, minor and trace elements. Fresenius Z. Anal. Chem. 332: 685-688.
- ROORDA van EYSINGA, J.P.N.L. & COOLS, M.H. 1988. Cadmium in butterhead lettuce varieties (*Lactuca sativa* L., var *capitata*). Acta Hortic. 222: 197-200.
- SAARI, E. & PAASO, A. 1980. Mineral Element Composition of Finnish Foods. II. Analytical Methods. Acta Agric. Scand. Suppl. 22: 15-25.
- TAHVONEN, R. & KUMPULAINEN, J. 1991. Lead and cadmium in berries and vegetables on the Finnish market 1987-1989. Fresenius J. Anal. Chem. 340: 242-244.
- WIERSMA, D., GOOR, B.J. van & VEEN, N.G. van der 1986. Cadmium, Lead, Mercury, and Arsenic Concentrations in Crops and Corresponding Soils in The Netherlands. J. Agric. Food Chem. 34: 1067-1074.
- WOLNIK, K.A., FRICKE, F.L., CAPAR, S.G., BRAUDE, G.L., MEYER, M.W., SATZGER, R.D. & KUENNEN, R.W. 1983. Elements in Major Raw Agricultural Crops in the United States. 1. Cadmium and Lead in Lettuce, Peanuts, Potatoes, Soybeans, Sweet Corn, and Wheat. J. Agric. Food Chem. 31: 1240-1244.
- YURAN, G.T. & HARRISON, H.C. 1986. Effects of Genotype and Sewage Sludge on Cadmium Concentration in Lettuce Leaf Tissue. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111: 491-494.

SUMMARY

The effect of fertilization on the cadmium content of the lettuce crop was tested at random in some of the fertilization experiments. The cadmium of the fertilizers was transferred to the lettuce crop. In recirculating nutrient solution culture the cadmium content of the lettuce was highest with most concentrated nutrient solutions. Differences between the cadmium contents of different fertilizer lots were even double. Cadmium content should be controlled, because lettuce collects cadmium easily.

SALAATTITUTKIMUSTEN MAKUKOKEET

Taste tests of some of the lettuce experiments

Raija Tahvonen
Maatalouden tutkimuskeskus
Keskuslaboratorio

TIIVISTELMÄ

Makukokeiden avulla pyrittiin selvittämään lajikkeiden välisiä eroja, kasvualustan vaikutusta makuun ja lannoituksen vaikutusta makuun. Testiryhmänä oli kuluttajaraatia vastaava harjaantunut ryhmä. Turpeessa tai ravinneliuoksessa kasvatettujen näytteiden välillä ei todettu makueroja. Lannoituksen todettiin vaikuttavan makuun, mutta miellyttävyyseroja ei voitu osoittaa. Viljelyalustat ja lannoitteet voidaan siis valita vapaasti. Norden-lajikkeen väri ja maku osoittautuivat lajikekokeissa muita lajikkeita huonommiksi. Lajikekokeissa ei löydetty selvästi muita parempia lajikkeita.

JOHDANTO

Makukokeiden avulla pyrittiin selvittämään lajikkeiden välisiä eroja, kasvualustan vaikutusta makuun ja lannoituksen vaikutusta makuun.

Salaatti on vaikea maistatettava, koska jo sisälehtien ja ulko-lehtien välillä on makueroja. Lisäksi lehtiruodit saattavat olla kitkeriä ja epätasaisessa näytteessä aiheuttaa virheitä. Näytteet yritettiin pilkkoa mahdollisimman pieniksi ja sekoittaa tasaiseksi, jolloin rakenne hiukan karsi.

Testiryhmä koostui keskuslaboratorion henkilökunnasta, joka on harjaantunut makutesteihin. Ryhmää ei kuitenkaan ole karsittu erotuskyky- ym. testein, vaan se vastaa ns. kuluttajaraatia. Testeissä ryhmäkooksi pyrittiin saamaan 20 henkilöä, koska sekä ryhmä että näytteet olivat heterogeenisiä.

Lajikekokeet maistatettiin arvojärjestystestillä, kasvualustakokeet kolmitestillä ja lannoituskokeet moninäytetestillä. Moninäytetestissä maistajien tuli tunnistaa näyteparit ja asettaa ne edelleen arvojärjestykseen.

TULOKSET

Lajikekokeet (arvojärjestystesti)

I

Katanga, Sitonia, Norden, Rosana, 614, Ts0025 ja Ts005 -lajikkeiden välillä ei ollut makueroja. 'Ts0025' oli paremman värinen kuin muut ($p < 0,01$) ja 'Norden' huonomman värinen kuin muut ($p < 0,01$).

II

Hudson- (LM), Leona- (F-020 Sv), 2011RZ-, Ostinata-, Salina- ja Amy-lajikkeiden välillä ei ollut maku- eikä värieroja.

III

Kokeessa olivat mukana lajikkeet Norden, Banjo, Sunlight, Ostinata ja Oskar. 'Nordenin' maku ja väri olivat huonommat kuin muiden lajikkeiden ($p < 0,01$). 'Banjon' väri oli parempi kuin kaikkien muiden ($p < 0,01$) ja 'Sunlightin' väri parempi kuin 'Nordenin', 'Ostinatan' ja 'Oskarin' ($p < 0,05$).

Kasvualustakoe (kolmitesti)

Kokeessa verrattiin toisiinsa turpeessa ja vesiviljelyssä kasvatettuja näytteitä lajikkeista Norden ja Sunlight. Merkitseviä maku- tai värieroja ei todettu.

Lannoituskokeet (moninäytetesti)

I

Vertailtavien näytteiden lannoitteina oli käytetty $\text{NH}_4\text{-N}$ -lannoitetta ja puutarhan hydrolannosta. Cortina-lajikkeella lisäksi vertailunäytteenä oli kaupapuutarhalla turpeessa kasvatettu näyte ja Amy-lajikkeesta Maatalouden tutkimuskuksen kivennäismaassa kasvatettu näyte.

Molemmilla lajikkeilla $\text{NH}_4\text{-N}$:llä lannoitettu näyte oli eri makuisen kuin muut ($p < 0,001$), mutta miellyttävyyseroa ei voitu osoittaa.

II

Kokeessa käytetyt lannoiteväkevyydet olivat 1,5, 3,0 ja 6,0 mS/cm, lajike oli Grand Rapids ja lannoitteet Kekkilän Super X5 ja kalkkisalpietari.

Väkevimmässä lannoiteliuksessa kasvatetut näytteet olivat eri makuisia kuin muut ($p < 0,001$), mutta miellyttävyyseroa ei voitu osoittaa.

III

Vertailtavien näytteiden lannoitteet olivat $\text{NO}_3\text{-N}$ -lannoite, 20 % $\text{NH}_4\text{-N}$ + 80 % $\text{NO}_3\text{-N}$ sisältävä lannoite ja 20 % $\text{NH}_4\text{-N}$ -lannoite + NaCl. $\text{NH}_4\text{-N}$:llä lannoitetun näytteen maku oli moninäytetestissä erilainen kuin muiden ($p < 0,0001$) ja arvojärjestystestissä sen maku oli huonompi kuin muilla lannoituksilla saatujen salaattien ($p < 0,01$).

TULOSTEN TARKASTELU

Norden-lajike oli mukana kahdessa eri lajikekokeessa. Sen väri arvioitiin molemmissa kokeissa huonommaksi kuin muiden lajikkeiden väri. Toisessa lajikekokeessa myös 'Nordenin' maku arvioitiin huonommaksi kuin muiden lajikkeiden maku. Mikäli muut syyt eivät puolla 'Nordenin' viljelyä, värin ja maun takia kannattaa valita jokin muu lajike. Lajikekokeista ei voitu löytää maultaan muita selvästi parempia lajikkeita.

Lannoituksella todettiin voitavan vaikuttaa salaatin makuun. Kuitenkaan selvästi miellyttävimpiä vaihtoehtoja ei voitu näissä kokeissa osoittaa.

Testiryhmänä oli ns. kuluttajaryhmä. Sen tulosten perusteella voidaan päätellä, että tällä hetkellä kasvualustat ja lannoitteet voidaan valita vapaasti. Tulevaisuudessa kuluttajat saattavat olla vaativampia.

SUMMARY

Taste tests were made to ascertain differences between varieties and cultivars, as well as the effect of the type of growth base and fertilization on the taste of lettuce. The taste group was a trained group of consumers. No differences were detected between lettuces grown on peat or in recirculating nutrient solution. Fertilization did affect the taste, and no differences were detected in the pleasantness. The color and taste of the cultivar Norden were worse than those of other cultivars. No cultivar proved superior.

KASVIHUONEESSA VILJELTYJEN KERÄSALAATTIEN NITRAATTIPITOISUUS

Nitrate content of lettuce grown in greenhouse

Kaisa Reeta Hukkanen ja Marja-Liisa Bartosik
Maatalouden tutkimuskeskus
Martensin vihannestutkimusasema

TIIVISTELMÄ

Vuonna 1988 tutkittiin kasvihuoneessa kiertävässä ravinneliuokses-
sa ja turpeessa eri vuodenaikoina viljeltyjen keräsalaattien nit-
raattipitoisuuksia. Kokeissa oli useita lajikkeita. Nitraatti-
typpi määritettiin kuivatuihin näytteistä. Etenkin ravinneliuos-
viljelyssä salaattien keskimääräinen nitraattipitoisuus vaihteli
suuresti eri viljelykerroilla. Pitoisuudet olivat syksyllä suurem-
pia kuin keväällä. Kullakin viljelykerralla viljeltyjen lajikkei-
den keskimääräiset nitraattipitoisuudet olivat ravinneliuosvilje-
lyssä 2260 - 6100 mg/kg tuoresatoa ja turpeviljelyssä 2930 - 3790
mg/kg tuoresatoa. Ravinneliuosviljelyssä selvitettiin myös valon
määrän vaikutusta nitraattipitoisuuteen. Kun viitenä näytteenot-
toa edeltävänä päivänä kertynyt valosumma suureni, nitraattipitoi-
suus pieneni. Nitraattipitoisuuden vaihtelusta eri viljelyker-
roilla 50 % voitiin selittää valosumman vaihtelun avulla 99 %:n
varmuudella. Monien yksittäisten lajikkeitten nitraattipitoisuu-
det olivat varsin suuria. Turpeessa yhdeksästä lajikkeesta kahden
keskimääräinen nitraattipitoisuus oli yli 3500 mg/kg. Ravinne-
liuosviljelyssä yhdeksän lajiketta 13:sta ylitti tuon rajan. Ra-
vinneliuosviljelyssä neljän lajikkeen suurin pitoisuus oli jopa
yli 6000 mg/kg. Molemmilla kasvualustoilla lajikkeen Bellona
nitraattipitoisuus oli selvästi pienempi kuin muiden lajikkeiden.

Marja-Liisa Bartosik suunnitteli kokeet ja vastasi viljelystä vi-
hannestutkimusasemalla. Viljelmän kokeiden toteuttamisesta vasta-
si viljelijä. Kaisa Reeta Hukkanen kokosi ja käsitteli analyysi-
tulokset sekä suoritti tulosten tarkastelun.

JOHDANTO

Kasvihuoneessa viljeltyjen salaattien nitraattipitoisuus saattaa etenkin talvikautena olla hyvin suuri. Vihannesten suuri nitraattipitoisuus ei ole toivottavaa, sillä nitraatti voi elimistössä pelkistyä terveydelle haitalliseksi nitriitiksi. Nitriitti puolestaan muuttaa veren hemoglobiinimolekyylin methemoglobiiniksi, joka ei pysty sitomaan happea (CORRE ja BREIMER 1979, SIMON 1970). Nitriitti saattaa myös muodostaa syöpää aiheuttavia nitrosoamineja (CRADDOCK 1983 ref. REININK 1988).

Kasvit tarvitsevat nitraattia valkuaisaineiden muodostamiseen. Sen lisäksi nitraattia varastoituu kasveissa solun vakuoleihin, ja siellä se toimii yhtenä osmoottisen paineen säätelijänä. Tärkeimmät tekijät, jotka vaikuttavat kasvien nitraatin ottoon ovat lannoitus, valon intensiteetti ja geneettiset ominaisuudet (BLOM-ZANDSTRA 1989).

Joissakin maissa on määritetty keräsalaattien nitraattipitoisuudelle yläraja. Saksassa ylärajana on 3000 mg/kg, Ranskassa 4000 mg/kg sekä Sveitsissä ja Itävallassa 3500 mg/kg. Suomessa ei ole määrätty rajoja vihannesten nitraattipitoisuudelle. Maailman terveysjärjestön WHO:n suositusten mukaan nitraatin päivittäinen saanti ei saisi ylittää viittä milligrammaa henkilön painokiloa kohti (ANON. 1985). Suomalaiset saavat nitraattia keskimäärin 55 mg henkilöä kohti vuorokaudessa. Tästä 80 % tulee vihanneksista peruna mukaanluettuna. Salaatista suomalaiset aikuiset saavat keskimäärin 3,9 mg nitraattia päivässä (PENTTILÄ ym. 1990).

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kasvihuoneessa kiertävässä ravinneliuksessa ja turpeessa viljeltyjen keräsalaattien nitraattipitoisuuksia eri vuodenaikoina. Kokeissa oli lukuisia lajikkeita, joten myös lajikkeitten mahdollisia eroja nitraatin otossa voitiin tutkia.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Koemateriaali ja -järjestelyt

Näytteet nitraattityypen määrittämistä varten otettiin vuonna 1988 keräsalaatin (*Lactuca sativa* L. var *capitata* L.) lajikekokeista Maatalouden tutkimuskeskuksen Martensin vihannestutkimusasemalta ja erään viljelijän kasvihuoneista. Vihannestutkimusasemalla salaatteja viljeltiin kiertävässä ravinneliuksessa. Näytteitä otettiin 24.3.-6.10. välisenä aikana kaikkiaan 21 kertaa. Nitraattipitoisuutta tutkittiin 44 lajikkeesta. Viljelmällä salaatit kasvoivat turvepetissä. Näytteitä otettiin 11.3.-18.10. kahdeksan kertaa. Lajikkeita oli 22.

Lajikekokeet järjestettiin lohkoittain satunnaistettuna. Vihannestutkimusaseman kokeissa oli viisi kerrannetta, viimeisellä viljelykerralla neljä. Viljelijän kokeissa oli viisi tai kuusi kerrannetta.

Nitraattipitoisuuksia tarkasteltiin sekä näytteenottokerroittain että lajikkeittain. Kunkin näytteenottokerroksen keskimääräistä nitraattipitoisuutta laskettaessa mukaan on otettu kaikki ko. kerralla viljeltyt lajikkeet. Vihannestutkimusasemalla lajikkeittaiseen tarkasteluun otettiin päiväneutraalit lajikkeet Cortina, Falcon,

Hudson, Katanga, Ostinata, Rosana, Sitonia, Sunlight, Virginia ja Vivaldi, joita viljeltiin vähintään viisi kertaa sekä pitkän päivän lajikkeet Amy, Bellona ja Norden. Viljelijän kokeissa olleista lajikkeista tarkasteltiin päiväneutraaleja lajikkeita Cortina, Falcon, Sitonia ja Sunlight sekä pitkän päivän lajikkeita Banjo, Bellona, Nanda, Norden ja 2941 TS.

Näytteiden otto ja nitraattityypen analyysimenetelmä

Eri viljelykerroilla jokaisesta lajikkeesta valittiin kerranteittain satunnaisesti yksi kauppakunnostettu kerä ja se halkaistiin. Kerranteiden kerän puolikkaat yhdistettiin ja näin saatiin yksi tiettyä lajiketta edustava näyte, joka kuivattiin 60°C:ssa ja jauhettiin. Mikäli jostakin lajikkeesta ei saatu esimerkiksi lehdenreunapoltteen takia myytävää satoa, otettiin näyte kauppakelvottomista yksilöistä.

Nitraattipitoisuus määritettiin Maatalouden tutkimuskeskuksen ympäristöntutkimuslaitoksen laboratoriossa. Määrittämistä varten otettiin 0,250 g ilmakeivää näytettä huiskutuspulloon, lisättiin 25 ml deionisoitua vettä, huiskutettiin 1 tunti ja suodatettiin kovan suodatinpaperin (valkonauha) läpi. Suodokseen lisättiin sulfanilamidiliuosta, ja liuosten värin intensiteetti mitattiin AKEA-laitteella. Tuloksia verrattiin tunnetut määrät nitraattia sisältävien liuosten antamiin arvoihin. Koska alkuperäiset suodokset olivat värillisiä (lehtivihreä), laitteeseen liitettiin dialyysikalvo. Analyysitulokset ilmoitetaan milligrammoina tuoretta salaattikilogrammaa kohti.

Tutkimuksessa selvitettiin myös valon määrän vaikutusta ke-räsalaattien nitraattipitoisuuteen. Vihannestutkimusasemalla laskettiin jokaista näytteenottoa edeltävänä viitenä päivänä kertynyt valosumma kiloluksitunteina. Valosumman ja näytteenottokerran keskimääräisen nitraattipitoisuuden yhteyttä selvitettiin regressioanalyysin avulla.

Viljelytoimet ravinneliuosviljelyssä

Siemenet kylvettiin 4 cm x 3,5 cm x 3,5 cm:n kokoisiin kivivilla-kuutioihin. Kylvöksiä pidettiin pimeässä taimettumiseen saakka. Taimettumisen jälkeen taimia valotettiin suurpainenatriumlampulla (150 W/m²) 12 vuorokautta 24 tuntia vuorokaudessa ja sen jälkeen 18 tuntia vuorokaudessa. Taimet istutettiin kolmen, neljän viikon ikäisinä Vefi-ränneihin 20 cm x 20 cm:n etäisyydelle.

Kasvihuoneen päivälämpötila oli säädetty 16°C:seen ja yölämpötila 13-14°C:seen sekä ilman suhteellinen kosteus 75-80 %:iin. Tuuletuslämpötila oli 18-19°C. Koska kasvihuone on hyvin matala, saattoi lämpötila nousta etenkin kesällä huomattavasti yli ohje-vojen.

Ravinneliuoksessa oli kymmenellä ensimmäisellä viljelykerralla (kylvöt 12.1.-28.4.) 0,089-prosenttista Puutarhan hydrolannosta, 0,069-prosenttista kalkkisalpietaria ja 0,01-prosenttista typpihappoa. Liuoksessa oli typpeä kaikkiaan 199 mg/l, siitä 95 % oli nitraattina. Kaliumia oli liuoksessa 252 mg/l. Muilla viljelykerroilla ravinneliuoksessa käytettiin 0,077-prosenttista Puutarhan hydrolannosta, 0,082-prosenttista kalkkisalpietaria, 0,01-prosenttista typpihappoa ja 0,004-prosenttista fosforihappoa.

Liuoksessa oli typpeä 209 mg/l ja edelleen 95 % typestä oli nitraattimuodossa. Kaliumia oli 218 mg/l.

Korjuukuntoisille salaateille ei voitu määrittää vakioitua tavoitepainoa vaan salaatit korjattiin eri kokoisina eri viljelykerroilla, koska sadot kerättiin työvoimatilanteen sallimina aikoina.

Viljelytoimet turvepetiviljelyssä

Viljelmällä salaatit kylvettiin 6 cm x 6 cm x 6 cm:n turvepaakkuihin. Kylvöksiä 22.12. ja 14.1. valotettiin taimikasvatusvaiheessa suurpainenatriumlampuilla (80 W/m²). Taimet istutettiin kolmen, neljän viikon ikäisinä turvepetiin, joka oli katettu valkoisella muovilla. Istutustiheys oli 20-27 tainta/m². Ennen ensimmäistä viljelyerää turve oli kalkittu (2H dolomiittikalkkia 8 kg/m³) ja peruslannoitettu (Turpeen peruslannos 4:ää 1,2-1,5 kg/m³). Ennen kutakin viljelykertaa turve kasteltiin perusteellisesti liuoksella, jossa oli Super X 5:tä (50 %) ja kalkkisalpietaria (35 %) sekä tarvittaessa kaliumnitraattia (15 %). Liuoksen kokonaisväkevyys oli korkeintaan 0,1 %. Tätä kasteluliuosta käytettiin myös silloin, kun kasveja kasteltiin päältä viljelyn aikana.

TULOKSET JA TARKASTELU

Keskimääräinen nitraattipitoisuus eri näytteenottokerroilla

Ravinneliuosviljelyssä salaattien keskimääräinen nitraattipitoisuus vaihteli suuresti eri viljelykerroilla (Taulukko 1). Keskimääräinen nitraattipitoisuus oli pienin (2260 mg/kg) 26.4. ja suurin (6100 mg/kg) 29.9. Syyskesällä ja syksyllä keskimääräiset nitraattipitoisuudet olivat suurempia kuin keväällä ja alkukesällä. Myös mm. van der BOON ym. (1990) havaitsivat, että salaattien nitraattipitoisuudet olivat talvikaudella huomattavasti suurempia kuin kesällä. Turveviljelyssä keräsalaattien keskimääräiset nitraattipitoisuudet eri viljelykerroilla olivat 2930-3790 mg/kg (Taulukko 2).

Keväällä ja alkukesällä kiertävässä ravinneliuoksessa ja turpeessa viljeltyjen salaattien keskimääräiset nitraattipitoisuudet olivat kutakuinkin saman suuruisia. Viljelmältä otettiin vain yhden keran näytteitä syksyllä. Tuolloin keskimääräinen nitraattipitoisuus oli suhteellisen alhainen verrattuna vihannestutkimusasemalta syksyllä otettujen näytteiden pitoisuuksiin. Näiden vähäisten tulosten perusteella ei voida kuitenkaan sanoa, ottavatko salaatit kiertävässä ravinneliuoksessa kasvaessaan eri tavoin nitraattia kuin turpeessa kasvaessaan.

Ravinneliuoksessa viljeltyjen salaattien keskimääräiset nitraattipitoisuudet ylittivät maaliskuu-heinäkuussa kahdeksana kertana 13:sta saksalaisten nitraattipitoisuudelle asettaman ylärajan 3000 mg/kg. Sen sijaan nitraattipitoisuudet eivät ylittäneet Ranskan ylärajaa 4000 mg/kg. Joukossa oli kylläkin lajikkeita, jotka sisälsivät nitraattia enemmän kuin 4000 mg/kg. Elo-lokakuussa näytteenottokertojen keskimääräiset nitraattipitoisuudet ravinneliuosviljelyssä olivat yhtä kertaa lukuun ottamatta selvästi yli 4000 mg/kg. Turpeessa viljeltyjen salaattien keskimääräinen nitraattipitoisuus ylitti 7 kertana 8:sta saksalaisten rajan, muttei ollut kertaakaan yli 4000 mg/kg.

Taulukko 1. Kiertävässä ravinneliuksessa viljeltyjen keräslaattien keskimääräiset nitraattipitoisuudet kylvökerroittain.

Table 1. Average nitrate content per growing period in fresh butterhead lettuce grown in circulating nutrient solution.

| Kylvöpv. Date of sowing | Näyt- teenot topv. Date of harvest | Lajik- keita kpl Culti- vars pcs | Keskim. NO ₃ -pit. mg/kg tuores. Av. NO ₃ cont. mg/kg FW | Eri la- jikkeiden NO ₃ -pit. vaihte- luväli mg/kg tuores. Ranging of NO ₃ cont. of cultivars mg/kg FW | Valosumma 5:ltä näytteen- ottoa e- deltäväl- tä päi- vältä kluxh Light integral from 5 previous d. before harvest kluxh |
|-------------------------------|--|---|---|---|---|
| 12.01. | 24.03. | 7 | 3500 | 3210-3990 | - |
| 26.01. | 28.03. | 7 | 3780 | 3320-4500 | 397 |
| 10.02. | 12.04. | 7 | 3810 | 3340-4400 | 819 |
| 22.02. | 26.04. | 8 | 2260 | 2260-2840 | 1128 |
| 03.03. | 03.05. | 8 | 2350 | 1620-3050 | 1278 |
| 21.03. | 17.05. | 8 | 2860 | 1640-3360 | 1594 |
| 28.03. | 24.05. | 7 | 3090 | 2330-4010 | 912 |
| 07.04. | 26.05. | 7 | 3190 | 2110-3770 | 674 |
| 22.04. | 10.06. | 7 | 3520 | 2960-4090 | - |
| 28.04. | 17.06. | 6 | 2660 | 2440-2850 | 1789 |
| 27.05. | 07.07. | 7 | 2980 | 2520-3370 | - |
| 06.06. | 14.07. | 7 | 3610 | 2920-4230 | 1392 |
| 13.06. | 21.07. | 7 | 3940 | 3640-4460 | 1082 |
| 21.06. | 02.08. | 7 | 4330 | 3860-4840 | - |
| 29.06. | 16.08. | 7 | 4530 | 4020-5420 | - |
| 06.07. | 23.08. | 7 | 4300 | 3940-4730 | 665 |
| 12.07. | 30.08. | 7 | 3920 | 3310-4300 | - |
| 19.07. | 08.09. | 7 | 4710 | 4300-5000 | 541 |
| 26.07. | 20.09. | 7 | 4610 | 3360-5260 | 407 |
| 02.08. | 29.09. | 7 | 6100 | 5530-6840 | - |
| 08.08. | 4.-6.10. | 25 | 4360 | 2940-6010 | 389/328 |

Taulukko 2. Kasvuturvepetissä viljeltyjen keräsalaattien keskimääräiset nitraattipitoisuudet kylvökerroittain.

Table 2. Average nitrate content per growing period in fresh butterhead lettuce grown in peat.

| Kylvö- pv. <i>D. of sowing</i> | Näytteen- ottopv. <i>Date of harvest</i> | Lajikkei- ta kpl <i>Culti- vars pcs</i> | Keskimää- räinen NO ₃ - pitoisuus mg/kg tuo- resatoa <i>Av. NO₃ cont. mg/kg FW</i> | Eri lajikkeiden NO ₃ -pit. vaihte- luváli mg/kg tuo- resatoa <i>Ranging of NO₃ cont. of culti- vars mg/kg FW</i> |
|--|--|---|---|--|
| 22.12. | 11.03. | 3 | 3790 | 3320 - 4240 |
| 22.12. | 16.03. | 4 | 3350 | 2930 - 3620 |
| 14.01. | 24.03. | 7 | 3620 | 3140 - 4340 |
| 19.02. | 20.04. | 8 | 2930 | 2530 - 3540 |
| 24.03. | 10.05. | 7 | 3120 | 2610 - 3460 |
| 21.04. | 03.06. | 7 | 3590 | 3020 - 3920 |
| 12.05. | 22.06. | 7 | 3120 | 2470 - 3560 |
| 19.08. | 18.10. | 8 | 3400 | 2970 - 4590 |

Useimmilla näytteenottokerroilla eri lajikkeiden nitraattipitoisuudet erosivat suuresti toisistaan (Taulukot 1 ja 2). Erot voivat johtua lajikkeiden erilaisesta geneettisestä taipumuksesta ottaa nitraattityyppiä. On kuitenkin huomattava, että näytteenoton ajankohtana eri lajikkeet saattoivat olla erilaisessa kasvuvaiheessa, mikä osittain voi selittää erilaiset nitraattipitoisuudet (REININK 1988).

Monissa tutkimuksissa on todettu, että valon määrä vaikuttaa voimakkaasti kasvien nitraattipitoisuuteen (esim. van der BOON ym. 1990). Tässä tutkimuksessa näytteenottopäiviä edeltävien viiden päivän valosummien ja näytteenottokertojen kaikkien lajikkeiden keskimääräisten nitraattipitoisuuksien välinen vuorosuhde oli merkitsevä ($r=-0,71^{**}$). Toisin sanoen kun valosumma suureni, salaattien nitraattipitoisuus pieneni. Tässä tapauksessa 50 % keräsalaattien nitraattipitoisuuksien vaihtelusta eri viljelykerroilla voidaan selittää valosumman vaihtelun avulla 99 %:n varmuudella.

MOTT ja STEWARD (1972) ovat otaksuneet, että kasvit käyttävät nitraattia osmoottisen paineen säätelymiseksi silloin, kun valoa on niukasti ja vähäisen fotosynteesin takia orgaanisia yhdisteitä ei muodostu riittävästi. Tätä otaksunaa ovat tukeneet myös mm. BLOM-ZANDSTRA ja LAMPE (1985) sekä STEINGROVER (1986). Van DIEST (1986) väittää, että vihannesten alhaisten nitraattipitoisuuksien kannalta runsas valon määrä ei ole viljelyn alkuvaiheessa yhtä välttämätöntä kuin viljelyn loppuvaiheessa.

Vaikka valon vaikutusta keräsalaattien nitraattipitoisuuksiin selvitettiin tässä tutkimuksessa viitenä näytteenottoa edeltävänä päivänä kertyvän valosumman avulla, ei saatu tulos suinkaan merkitse sitä, että juuri viiden päivän ajanjakso ennen sadonkorjuuta olisi kriittisin.

Nitraattipitoisuus lajikkeittain

Tarkasteltujen lajikkeitten keskimääräiset nitraattipitoisuudet olivat molemmissa koepaikoissa varsin suuria (Taulukot 3 ja 4). Viljelmällä yhdeksästä lajikkeesta kahden keskimääräinen nitraattipitoisuus ylitti Itävallassa ja Sveitsissä säädetyn salaattien nitraattipitoisuuden ylärajan 3500 mg/kg. Vihannestutkimusasemalla tuon rajan ylitti yhdeksän lajiketta 13:sta ja kolmen lajikkeen keskimääräinen nitraattipitoisuus ylitti jopa Ranskan ylärajan 4000 mg/kg. Edellä mainittuja salaattien nitraattipitoisuuden ylärajoja ajatellen olivat monien ravinneliuoksessa viljeltyjen päiväneutraalien lajikkeiden maksimipitoisuudet erittäin suuria. Lajikkeiden Falcon, Sitonia, Sunlight ja Vivaldi suurin nitraattipitoisuus oli yli 6000 mg/kg. Nuo suurimmat pitoisuudet olivat 29.9. Kaikkien taulukossa 4 mainittujen päiväneutraalien lajikkeiden keskimääräinen nitraattipitoisuus oli viljelijän luona turvepetissä pienempi kuin vihannestutkimusasemalla ravinneliuoksessa. Erot olivat kuitenkin melko pieniä.

Sekä ravinneliuos- että turveviljelyssä lajikkeen Bellona nitraattipitoisuus oli selvästi pienempi kuin muiden lajikkeiden (Taulukot 3 ja 4). Kaikilla niillä viljelykerroilla, joilla 'Bellona' oli mukana ravinneliuoskokeissa, sen nitraattipitoisuus oli pienin. Molemmissa koepaikoissa lajikkeen Bellona suurin nitraattipitoisuus oli alle 3000 mg/kg.

Ravinneliuosviljelyssä lajikkeiden nitraattipitoisuudet vaihtelivat erittäin paljon eri viljelykerroilla (Taulukko 3). Kaikkien päiväneutraalien lajikkeiden nitraattipitoisuuden vaihteluvälin pituus oli yli 2000 mg/kg. Lajikkeilla Falcon, Sitonia ja Sunlight vaihteluvälin pituus oli jopa yli 4000 mg/kg. Kiertävässä ravinneliuoksessa viljeltiin pitkän päivän lajiketta Amy myös kesäkaudella. Silläkin pienimmän ja suurimman nitraattipitoisuuden ero oli yli 2000 mg/kg. Turpeessa lajikkeiden pienimmät pitoisuudet olivat suurempia ja suurimmat pitoisuudet pienempiä kuin vihannestutkimusasemalla (Taulukko 4).

Päiväneutraalien ja pitkän päivän lajikkeiden keskimääräisten nitraattipitoisuuksien välillä ei voida havaita eroja.

Taulukko 3. Eräiden keräsalaattilajikkeiden nitraattipitoisuus kiertävässä ravinneliuosviljelyssä.

Table 3. Nitrate content in some butterhead lettuce cultivars (per fresh weight) grown in circulating nutrient solution.

| Lajike Cultivar | Analyysikertoja No. of analysis | Keskim. NO ₃ -pit. mg/kg tuoresatoa Av. NO ₃ cont. mg/kg FW | NO ₃ -pit. vaihteluväli mg/kg tuoresatoa Ranging of NO ₃ cont. mg/kg FW |
|---------------------------------|------------------------------------|--|--|
| päiväneutraalit day-neutral: | | | |
| Cortina LM | 13 | 3800 | 2720 - 5420 |
| Falcon LM | 9 | 3470 | 2490 - 6530 |
| Hudson LM | 8 | 3480 | 2440 - 4740 |
| Katanga EZ | 9 | 3540 | 2380 - 4400 |
| Ostinata TS | 6 | 4270 | 2990 - 5680 |
| Rosana EZ | 5 | 3820 | 2760 - 5630 |
| Sitonia EZ | 12 | 3590 | 1890 - 6270 |
| Sunlight TS | 12 | 4020 | 2260 - 6840 |
| Virginia EZ | 11 | 4000 | 2340 - 5260 |
| Vivaldi RZ | 6 | 4460 | 3110 - 6190 |
| pitkän päivän long day: | | | |
| Amy RZ | 11 | 3630 | 2450 - 5000 |
| Bellona BS | 5 | 2130 | 1620 - 2940 |
| Norden EZ | 3 | 3480 | 3340 - 3720 |

Taulukko 4. Eräiden keräsalaattilajikkeiden nitraattipitoisuus turvepetiviljelyssä.

Table 4. Nitrate content in some butterhead lettuce cultivars (per fresh weight) grown in peat.

| Lajike Cultivar | Analyysikertoja No. of analysis | Keskim. NO ₃ -pit. mg/kg tuoresatoa Av. NO ₃ cont. mg/kg FW | NO ₃ -pit. vaihteluväli mg/kg tuoresatoa Ranging of NO ₃ cont. mg/kg FW |
|---------------------------------|------------------------------------|--|--|
| päiväneutraalit day-neutral: | | | |
| Cortina LM | 5 | 3590 | 3270 - 4130 |
| Falcon LM | 3 | 3090 | 2610 - 3690 |
| Sitonia EZ | 4 | 3270 | 2910 - 3580 |
| Sunlight TS | 7 | 3900 | 3440 - 4590 |
| pitkän päivän long day: | | | |
| Banjo TS | 3 | 3100 | 2930 - 3250 |
| Bellona BS | 3 | 2670 | 2470 - 2990 |
| Nanda SG | 3 | 3150 | 2590 - 3620 |
| Norden EZ | 4 | 3260 | 3070 - 3320 |
| 2941 TS | 3 | 3410 | 2960 - 3760 |

YHTEENVETO

Tämän tutkimuksen tulokset osoittavat, että etenkin ravinneliuosisviljelyssä monien keräsalaattilajikkeiden nitraattipitoisuudet saattavat vähäisen valon aikana nousta erittäin suuriksi ja ylittää monissa Euroopan maissa säädetty nitraattipitoisuuden ylärajat. Vaikka meillä ei toistaiseksi ole säädetty nitraattipitoisuudelle ylärajaa, on syytä pyrkiä lajikevalinnan avulla ja viljelyteknisin keinoin pitämään keräsalaatin nitraattipitoisuudet mahdollisimman alhaisina.

KIRJALLISUUS

- ANON. 1985. Kotimaisten vihannesten nitraattipitoisuus. Kuluttaja- ja asiain osaston julkaisuja. Sarja A7/85. 29 p. Helsinki.
- BLOM-ZANDSTRA, M. & LAMPE J. E. M. 1985. The role of nitrate in the osmoregulation of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown at different light intensities. Journ. Exp. Bot. 36: 1043-1052. (Ref. Reinink, K. 1988).
- BOON van der, J. & STEENHUIZEN, J. W. 1987. Beheersing van het nitratgehalte. Groenten en Fruit 20: 33-35.
- , STEENHUIZEN, J. W. & STEINGRÖVER, E.G. 1990. Growth and nitrate concentration as affected by total nitrogen and chloride concentration, NH_4/NO_3 ratio and temperature of recirculating nutrient solution. J. Hort. Sci. 3: 309-321.
- CORREN, W. J. & BREIMER, T. 1979. Nitrate and nitrite in vegetables. 85 p. Wageningen. (Ref. ANON. 1985).
- CRADDOCK, V. M. 1983. Nitrosoamines and human cancer: proof of an association? Nature (London) 306: 638. (Ref. Reinink, K. 1988).
- DIEST van, A. 1986. Means of preventing nitrate accumulation in vegetable and pasture plants. Plant and Soil 91: 455-471.
- MOTT, R. L. & STEWARD, F. C. 1972. Solute accumulation in the plant cells. 5. An aspect of nutrition and development. Ann. Bot. 36: 915-937.
- PENTTILÄ, P-L., RÄSÄNEN, L. & KIMPPA, S. 1990. Nitrate, nitrite, and N-nitroso compounds in Finnish foods and the estimation of the dietary intakes. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 190: 336-340.
- REININK, K. 1988. Improving quality of lettuce by breeding for low nitrate content. Acta Hort. 222: 121-128.
- SIMON, C. 1970. Die alimentäre Methämoglobinämie im Säulingsalter. Ernährungs-Umschau 17: 3-5. (Ref. ANON. 1985).

SUMMARY

During 1988 an investigation on butterhead lettuce grown in circulating nutrient solution and in peat in greenhouse was accomplished at Martens vegetable research station. The experiment studied the content of nitrate in lettuce grown in different seasons.

The average nitrate content in the lettuce varied greatly between each growing period, particularly in circulating nutrient solution. The content was higher during autumn than spring. In circulating nutrient solution the average nitrate content ranged from 2260 to 6100 mg/kg fresh lettuce, and in peat between 2930 and 3790 mg/kg. In circulating nutrient solution the effects of light integral on nitrate content was studied. When the light integral collected during five previous days from harvest increased, the nitrate content decreased. Half of the variations in nitrate content between the growing periods could for a 99 percent certainty be explained by variations in the light integral. Several of the cultivars had particularly high amounts of nitrate. In peat two out of nine cultivars had an average nitrate content higher than 3500 mg/kg. In circulation nutrient solution nine out of thirteen cultivars exceeded that limit and four cultivars had a nitrate content even higher than 6000 mg/kg. In both peat and circulating nutrient solution the cultivar Bellona showed a decidedly lower nitrate content than the rest of the cultivars.

PYTHIUM-SIENEN MERKITYS SALAATIN VESIVILJELYSSÄ

Effect of Pythium fungi on the growth of lettuce in recirculating nutrient solution

Risto Tahvonen
Maatalouden tutkimuskeskus
Kasvinsuojelun tutkimuslaitos

TIIIVISTELMÄ

Pythium-sieni aiheutti voimakkaana saastuntana vesiviljelyssä sadon alenemisen kolmannekseen verrattuna terveeseen kasvustoon. Taudinaiheuttajan leviäminen terveelle viljelmälle sairaiden taimien mukana alensi jo ensimmäisessä satokierrossa satoa noin 15-20 %. Kun viljelmää ei desinfioitu, sato aleni kesäaikana noin 70 %. Taudinaiheuttaja levisi saastuneista viljelykouruista terveisiin niin nopeasti, että saman viljelmän saastutettujen ja saastuttamattomien viljelykourujen välillä ei ollut eroja sadoissa ja tautisuuksissa. Myöhään syksyllä ja talvella, jolloin kasvatuslämpötilat olivat 10-14 °C, *Pythium*-sienen aiheuttamat sadonmenetykset olivat lievempiä kuin kesällä, jolloin lämpötila oli 18-25 °C. Taimiruukkujen käsittely propamokarbi-hydrokloridi-fungisidillä tai *Streptomyces*-biotorjuntavalmisteella ja kasvatuskourujen puhdistus vähensi tautituhoja vain vähän tai ei lainkaan. Taimien iällä ei ollut merkitystä *Pythium*-sienen satomenetyksiin. Propamokarbi-hydrokloridi kiertovedessä torjui taudin tuhoja tehokkaasti, mutta sato oli kuitenkin noin kolmanneksen heikompi kuin terveessä kasvustossa, ja kolmanneksen suurempi kuin biologisesti tai pintajännitysaineella käsitellyssä kiertovedessä. *Pythium*-sieni vähensi salaatin veden kulutusta noin 40 % terveeseen kasvustoon verrattuna.

JOHDANTO

Salaatin viljely kiertävässä vesiliuoksessa on yleistynyt voimakkaasti Suomessa. Tässä viljelymuodossa ovat kasvitaudeista tulleet käytännössä haitallisiksi erityisesti *Pythium*-sienet. Nämä taudinaiheuttajat muodostavat lisääntymiselimikseen vedessä uivia parveilijoita, jotka kulkeutuvat helposti kiertävän veden mukana sairaasta kohdasta kaikkialle muuhun viljelykseen.

Kun kiertävässä vedessä on kilpaileva kokonaismikrobipopulaatio hyvin köyhä verrattuna turve- ja multa-alustoihin, voivat jopa heikotkin taudinaiheuttajakannat vioittaa voimakkaasti salaatin juuria. *Pythium*-tauti ei aiheuta normaalisti turve- ja multa-alustoissa salaateissa juuristotauteja, joilla olisi käytännön merkitystä. Tästä syystä salaateilla juuristotaudit ovat olleet merkittävempiä ennen vesiviljelyn tuloa käytäntöön. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää *Pythium*-taudin merkitys salaatin vesiviljelyssä ja mahdolliset torjuntatoimenpiteet.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Salaatin taimikasvatus ja viljely tehtiin kasvinsuojelun tutkimuslaitoksen kasvihuoneeseen rakennetuissa vesiviljelyjärjestelmissä noudattamalla samoissa tiloissa tehtyjen lannoituskokeiden yleisiä viljelymenetelmiä ja yleisiä koejärjestelyjä. Kaikissa kokeissa oli lajikkeena Grand Rapids ja kiertoveden lannoiteväkevyytenä 1,5-2,5 mS. Lannoitteena käytettiin Puutarhan hydrolannosta tai vastaavaa ja kalkkisalpietaria jatkuvana annostuksena DGT:n automatiikan avulla (JOKINEN ja MÄKILÄ 1991).

Taudinaiheuttajana käytettiin eräältä salaattiviljelmältä eristettyä *Pythium ultimum* -sientä, joka PDA-kasvatuksen jälkeen oli inokuloitu höyrytettyyn turpeeseen 1 malja/l turvetta. Tätä saastuketta käytettiin 20 % kasvualustan tilavuudesta, kun kasvatettiin sairaita taimia kokeita varten.

Taulukoissa 1 ja 2 esitetyissä kokeissa oli terveenä verranteena (koejäsen 00) samanaikaisesti toteutettujen lannoituskokeiden (JOKINEN ja MÄKILÄ 1991) suojarivit, jotka olivat vapaat taudinaiheuttajista. *Pythium*-saastutettavissa koejäsenissä koerännien yläosaan asetettiin istutuksen yhteydessä 0-6 sairasta tainta/ränni normaalityönteiden sekaan. Toisessa kokeessa viljelylaitteita ei desinfioitu ensimmäisen sadon jäljiltä, jolloin tautipaine tuli sairaiden taimien lisäksi saastuneista viljelylaitteista. Taulukoissa 3-6 esitetyissä kokeissa ei ollut käytettävissä verranteena täysin tervettä kasvustoa. Viljelylaitteet olivat *Pythium*-sienen saastuttamia joko edellisen kokeen jäljiltä tai ränneihin asetuista saastukeruukuista. Viljelykourujen ja laitteistojen desinfiointi tehtiin liottamalla ja kierrättämällä pumppujen avulla kaliumperoksisulfaatti-valmistetta (Virkon S) 2 prosenttisena liuoksena. Taimiruukkujen käsittelyt tehtiin propamokarbhydrokloridi-fungisidivalmisteella (Previcur N) ja *Streptomyces*-bakteerivalmisteella (Mycostop). Taimiruukut kasteltiin noin 10 prosenttia ruukkujen tilavuudesta 1-2 vuorokautta ennen istutusta taulukoissa ilmoitetuilla laimenoksilla.

Taulukoissa 7-8 esitetyissä kokeissa oli käytössä neljä erillistä vesiviljely-yksikköä, jolloin koejäsenenä voitiin pitää myös erilaisia kiertoveden käsittelyjä. Nämä kokeet aloitettiin aina desinfiointin jälkeen. Taulukon 7 kokeissa kiertovesi oli joko terve tai *Pythium*-saastunut saastukeruukuista. Mukana oli lisäksi *Streptomyces*-käsittelty vesikierron. Koska näiden koejäsenten tulokset eivät eronneet vastaavista terveistä ja saastuneista kierroista, ei niitä esitetä tässä yhteydessä. Viimeisessä kokeessa oli yksi vesikierto vapaa taudista ja kolme kiertoa oli inokuloitu *Pythium*-sienellä. Saastutettujen kiertojen vedessä oli propamokarbi-hydrokloridi-fungisidi, Agral-pintajännityksen estoaaine tai *Streptomyces*-valmiste. Fungisidi ja Agral lisättiin aina veden lisäyksen yhteydessä taulukossa ilmoitetulla väkevyydellä. Tästä syystä automaattinen vedenlisäysventtiili oli suljettuna koko viljelyn ajan. *Streptomyces*-valmiste lisättiin kierron koko vesitilavuuteen heti viljelyn alussa, mutta valmistetta ei enää lisätty kasvukauden aikana.

Kasvukauden aikana taimien painot punnittiin ruukkuineen ja juuri-
neen vakiopaikoilta 3 tai 4 ruukkaa kohdastaan ja juurten tauti-
suus arvioitiin asteikolla 0-5 (ensimmäisissä kokeissa 0-3 tai
0-4), missä 0 on terve ja 5 kuollut tai elinkelvoton. Kokeiden
lopussa kasvien sato määritettiin katkaisemalla ruukun molemmat
kasvit sirkkalehtien kohdalta poikki. Yhdestä koeruudusta eli
rännistä mitattiin vähintään 10 kasvia. Taulukkojen 1-7 koetulok-
set ovat aina kolmen kerranteen keskiarvoja ja taulukon 8 luvut
15 koerännin keskiarvoja. Viimeisessä kokeessa taulukossa 8 on
lisäksi mitattu kokonaisvedenkulutus, joka on ilmoitettu käytetty-
nä vetenä litroina kasvukauden ajalle istutuksesta sadonkorjuu-
seen.

TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Pythium-sieni aiheutti 13-71 prosentin sadonalennukset eri kokeis-
sa (Taulukko 1, 2, 7 ja 8). Kun viljely aloitettiin puhtaista
oloista, oli sadonalennus 16-27 prosenttia. Seuraavalla viljely-
kerralla sato aleni jo noin kolmannekseen terveeseen kasvustoon
verrattuna (Taulukko 2). Terveiden ja sairaiden kasvien painoissa
oli merkitsevä ero noin kaksi viikkoa ennen sadonkorjuuta. Taudin-
aiheuttaja levisi jo ensimmäisessä viljelykerrassa saastutetuilta
ränneiltä terveisiin kasveihin. Samassa vesikierrossa saastutta-
mattomien ja saastutettujen rännien salaattisadossa ei ollut ero-
ja. Sadot kerättiin eri koejäsenistä samanaikaisesti, kun nopeim-
min valmistunut koejäsen tuli sadonkorjuuasteelle. Tämä tulostus-
menettely ei antanut mahdollisuutta todeta sadon myöhästymistä
Pythium-saastuneissa kasvustoissa verrattuna terveeseen salaat-
tiin, mikä on todettu käytännön viljelmillä.

Saastuneen viljelmän taimikourujen desinfiointi ja taimiruukkujen
käsittely propamokarbihydrokloridilla ja *Streptomyces*-valmisteella
ei antanut selvää torjuntatulosta *Pythium*-taudin vähentämiseksi
(Taulukko 3-6). Osassa kokeita kasvatusrännin desinfiointi ja
taimiruukun käsittely torjunta-aineella antoi lievän kasvunlisän
(Taulukko 4 ja 6), mutta tämä kasvunlisä ei ollut vielä riittävä,
kun huomioidaan taudin sadonalennuskyky verrattuna terveeseen
kasvustoon taulukoissa 2, 7 ja 8.

Taimen ikä ei vaikuttanut *Pythium*-sienen aiheuttamiin vioituksiin,
vaikka yleisesti ajatellaan, että vanhempaan kasviin tauti iskee
lievemmin. Saastuneissa viljelyoloissa saatiin 30 ja 27 vuorokau-
den ikäisillä taimilla parempi sato kuin 20 ja 16 vuorokauden
ikäisillä taimilla, mutta sama suunta sadon muodostuksessa oli
myös terveissä viljelyoloissa. Terveistä viljelyoloista saatiin
aina parempi sato kuin vastaavan ikäisillä taimilla sairaissa
oloissa. Näiden kokeiden mukaan istutuskuntoinen ja sadoltaan
hyvätuottoinen taimi on tuorepainoltaan 1,4 g ja siinä on yli 0,5
cm:n lehtiä 4 kappaletta (Taulukko 7).

Pythium-juuristotauti oli mahdollista torjua tyydyttävästi koe-
oloissa, kun kiertoveteenlaitettiin lisäveden mukana jatkuvasti
propamokarbi-hydrokloridi-fungisidia. Kasvien juurissa oli kui-
tenkin selviä tautioireita ja sato oli 76 prosenttia terveen sa-
dosta. Kun kiertoveteen lisättiin pintajännitystä alentavaa ainet-
ta Agralia tai Mycostop-valmistetta oli sato vain 58 prosenttia
terveen sadosta (Taulukko 8). Kokeissa oli eri ränneissä saastu-
tettuja ja saastuttamattomia rivejä sekä taimiruukkujen käsit-
telyä kuten aikaisemmissakin kokeissa.

Taulukko 1. *Pythium*-sienen saastuttamien salaatin taimien vaikutus salaatin kasvuun ja sadon muodostukseen alussa terveissä vesi-viljelyoloissa.

Käsittelyt: 00 = terve viljelys, 0 = saastuttamaton kouru, 1 = saastutus 2 sairasta tainta/viljelykouru, 2 = saastutus 4 sairasta tainta/viljelykouru, 3 = saastutus 6 sairasta tainta/viljelykouru.

*Table 1. Effect of *Pythium* infected lettuce seedlings on the growth and yield in healthy nutrient solution culture.*

Treatments: 00 = healthy culture, 0 = uninoculated growing canal, 1 = inoculation with 2 diseased seedlings/growing canal, 2 = inoculation with 4 diseased seedlings/growing canal, 3 = inoculation with 6 seedlings/growing canal.

| | Käsittely Treatment | | | | |
|--------------------------------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | 00 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1. 8. | | | | | |
| g/ 3 kasvia g/3 plants | 175 | 164 | 170 | 172 | 167 |
| Tautisuus, 0-3 Disease index, 0-3 | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| 8.8. | | | | | |
| g/ 3 kasvia g/3 plants | 230 | 225 | 231 | 237 | 237 |
| Tautisuus, 0-3 Disease index, 0-3 | 0 | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.4 |
| 21. 8. | | | | | |
| Sato g/ruukku Yield g/pot | 100 | 87 | 80 | 73 | 94 |
| Tautisuus, 0-3 Disease index, 0-3 | 0.3 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 1.0 |

Näiden koejäsenten välillä ei kuitenkaan ollut eroja, joten niitä ei esitetä nyt tulostaulukoissa. Nämä tulokset vahvistivat aiempia tuloksia, että jo saastuneessa viljelmässä ei tautia voida torjua taimien käsittelyillä. Pintajännitettä alentava aine on muissa tutkimuksissa todettu tappavan tehokkaasti parveilutiöitä, mikä vähentäisi tai estäisi teoriassa taudin leviämisen kierto-vesiviljelyssä. Tässä tutkimuksessa ei määritetty kierto-veden parveilijoiden määriä, mutta ei ole mitään syytä epäillä parveilutiöiden herkkyyttä Agral-valmisteelle. Tauti levisi yhtäläisesti myös saastuttamattomiin ränneihin, mikä viittaa siihen, että taudinaiheuttaja leviää myös muinakin yksikköinä kuin parveilijoina.

Taulukko 2. *Pythium*-sienen saastuttamien salaatin taimien vaikutus salaatin kasvuun ja sadon muodostumiseen *Pythium*-saastuneessa vesiviljelylaitteistossa.

Käsittelyt 00 = terve viljelys, 0 = saastuttamaton kouru sairaassa viljelyssä, 1 = saastutus 2 sairasta tainta/viljelykouru sairaassa viljelyssä, 2 = saastutus 4 sairasta tainta/viljelykouru sairaassa viljelyssä, 3 = saastutus 6 sairasta tainta/viljelykouru sairaassa viljelyssä. Kylvö 10.8. -89

Table 2. Effect of *Pythium* infected lettuce seedlings on the growth and yield of lettuce in *Pythium* infected recirculating nutrient solution culture.

Treatments: 00 = healthy culture, 0 = uninoculated growing canal in diseased culture, 1 = inoculation with 2 diseased seedlings/growing canal in diseased culture, 2 = inoculation with 4 diseased seedlings/growing canal in diseased culture, 3 = inoculation with 6 diseased seedlings/growing canal in diseased culture. Seeding August 10, 1989.

| | 00 | Käsittely Treatment | | | 3 |
|---|-----|------------------------|-----|-----|-----|
| | | 0 | 1 | 2 | |
| 31. 8. g/ 3 kasvia g/3 plants | 165 | 160 | 153 | 155 | 163 |
| Tautisuus, 0-3 Disease index, 0-3 | 0 | 1.0 | 0.9 | 0.4 | 1.2 |
| 7.9. g/ 3 kasvia g/3 plants | 295 | 211 | 198 | 213 | 212 |
| Tautisuus, 0-3 Disease index, 0-3 | 0 | 1.9 | 2.2 | 1.7 | 2.2 |
| 19.9. Sato g/ruukku Yield g/pot | 94 | 31 | 27 | 26 | 28 |
| Tautisuus, 0-4 Disease index, 0-4 | 0.0 | 3.0 | 3.1 | 3.1 | 3.0 |
| Juuren paino, g/ruukku Weight of roots, g/pot | 71 | 59 | 58 | 57 | 57 |

Taulukko 3. Kasvatuskourujen desinfiointin vaikutus ruukkusalaatin kasvuun.

Käsittelyt: 0 = desinfioidun viljelykouru, 1 = desinfioitu viljelykouru, 2 = uusi viljelykouru. Viljelylaitteet desinfioidut edellisen kokeen jäljeltä.

Table 3. Disinfection of growing canal on the growth of lettuce. Treatments: 0 = undisinfected growing canal, 1 = disinfected growing canal, 2 = new growing canal. Growing equipments were undisinfected after previous lettuce culture.

| | 0 | Käsittely Treatment | |
|--------------------|-----|------------------------|-----|
| | | 1 | 2 |
| 5.10. | | | |
| g/ 4 kasvia | 255 | 229 | 217 |
| g/4 plants | | | |
| Tautisuus, 0-3 | 0.7 | 0.9 | 0.8 |
| Disease index, 0-3 | | | |
| 12.10. | | | |
| g/ 4 kasvia | 267 | 269 | 292 |
| g/4 plants | | | |
| Tautisuus, 0-3 | 1.4 | 1.5 | 1.5 |
| Disease index, 0-3 | | | |
| 25.10. | | | |
| g/ 4 kasvia | 304 | 310 | 304 |
| g/4 plants | | | |
| Tautisuus, 0-3 | 2.1 | 2.2 | 2.3 |
| Disease index, 0-3 | | | |

Tällaisia yksiköjä ovat munaitiöt ja rihmastopalat, joihin pintajännitysaineet eivät vaikuta. *Pythium*-tauti vähensi salaatin veden kulutusta. *Pythium*-saastuneessa viljelyssä yhdessä fungisidin kanssa veden kulutus oli 68 prosenttia ja muissa saastuneissa viljelyissä keskimäärin 59 prosenttia terveeseen viljelmän vedenkulutuksesta (Taulukko 8).

Taulukko 4. Kasvatuskourujen desinfiointin ja taimien Previcur-käsittelyjen vaikutus ruukusalaatin kasvuun.

Käsittelyt: 0 = desinfioidun viljelykouru, 1 = desinfioidun viljelykouru + taimien Previcur N -käsittely, 2 = desinfioitu viljelykouru, 3 = desinfioitu viljelykouru + taimien Previcur N-käsittely. Viljelylaitteet desinfioidut edellisen kokeen jäljeltä.

Table 4. Disinfection of growing canal and Previcur N treatment of seedling pots on the growth of lettuce.

Treatments: 0 = undisinfected growing canal, 1 = undisinfected growing canal + Previcur N treatment of seedling pots, 2 = disinfected growing canal, 3 = disinfected growing canal + Previcur N treatment of seedling pots. Growing equipments undisinfected after previous lettuce culture.

| | 0 | Käsittely Treatment | | |
|---------------------------|-----|------------------------|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 16. 11. -89 | | | | |
| g/ 3 kasvia | 150 | 148 | 147 | 149 |
| <i>g/3 plants</i> | | | | |
| Tautisuus, 0-3 | 0.8 | 0.7 | 0.5 | 0.7 |
| <i>Disease index, 0-3</i> | | | | |
| 29. 11. -89 | | | | |
| g/ 3 kasvia | 192 | 191 | 182 | 198 |
| <i>g/3 plants</i> | | | | |
| Tautisuus, 0-3 | 1.6 | 1.7 | 1.5 | 1.3 |
| <i>Disease index, 0-3</i> | | | | |
| 13.12. -89 | | | | |
| g/ 3 kasvia | 243 | 253 | 233 | 276 |
| <i>g/3 plants</i> | | | | |
| Tautisuus, 0-3 | 0.6 | 2.1 | 1.7 | 1.4 |
| <i>Disease index, 0-3</i> | | | | |

Kiertovesiviljelyn fungisidikäsittely ei ole sovellettavissa kuitenkaan käytäntöön, koska torjunta-ainejäämät tulisivat ongelmaksi. Propamokarbi-hydrokloridi on systeeminen erityisesti munasieniin erikoistunut fungisidi, joten torjuntatulokset olivat täysin odotettu. Taimiruukkujen käsittelyillä ei myöskään saavuteta toivottua tulosta, koska aineen vaikutusaika ei riitä koko kasvukaudeksi. Nyt tehtyjen kokeiden mukaan ainoa toimiva taudin torjuntamenetelmä on terveiden taimien käyttö ja viljelykausi välissä tehtävä laitteistojen ja rännien desinfiointi tähän tarkoitukseen sopivalla aineella (AVIKAINEN ym. 1991).

Taulukko 5. *Pythium*-sienen torjunta salaatin taimiruukkujen käsittelyllä vesiviljelyssä.

Käsittelyt: 0 = käsittelemätön, 1 = Previcur N 0.15 %, 2 = Previcur N 0.015 %, 3 = Mycostop 1 g/10 l, 4 = Mycostop 1 g/ l. Kolme koetta ajalta 8.3.-1.6.1990.

Table 5. Control of Pythium disease of lettuce by treatment of seedling pots in recirculating nutrient solution culture.

Treatments: 0 = untreated, 1 = Previcur N 0.15 %, 2 = Previcur N 0.015 %, 3 = Mycostop 1 g/10 l, 4 = Mycostop 1 g/l. Three experiments from March 8 to June 1, 1990.

| Sato ja tautisuus Yield and disease | 0 | Käsittely Treatment | | | |
|--|-------|------------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 8. 3. -90 g/ ruukku g/pot | 55.0 | 69.0 | 58.7 | 68.6 | 61.6 |
| Tautisuus, 0-3 Disease index, 0-3 | 1.5 | 1.8 | 1.9 | 1.9 | 2.1 |
| 18.4. -90 g/ ruukku g/pot | 111.3 | 86.6 | 94.6 | 99.2 | 112.0 |
| Tautisuus, 0-3 Disease index, 0-3 | 1.7 | 1.8 | 2.0 | 1.8 | 1.7 |
| 1. 6. -90 g/ ruukku g/pot | 172.6 | 172.0 | 174.4 | 170.0 | 161.3 |
| Tautisuus, 0-3 Disease index, 0-3 | 1.5 | 1.4 | 1.5 | 1.4 | 1.4 |

Taulukko 6. Salaatin *Pythium*-sienen torjunta taimiruukkujen käsittelyllä tai kasvukourujen puhdistuksella vesiviljelyssä.

Käsittelyt: 0 = käsittelemätön, 1 = taimiruukkujen käsittely, Previcur N 0.15 %, 2 = kasvukourun desinfiointi, 3 = taimiruukkujen käsittely, Mycostop 1 g/10 l, 4 = taimiruukkujen käsittely, Mycostop 1 g/l.

Table 6. Control of *Pythium* disease of lettuce by treatment of pots and growing canals.

Treatments: 0 = untreated, 1 = treatment of seedling pots, Previcur N 0.15 %, 2 = disinfection of growing canals, 3 = treatment of seedling pots, Mycostop 1 g/10 l, 4 = treatment of seedling pots, Mycostop 1 g/l.

| | 0 | Käsittely Treatment | | 3 | 4 |
|--------------------|-----|------------------------|-----|-----|-----|
| | | 1 | 2 | | |
| 21. 6. -91 | | | | | |
| g/ 4 ruukkua | 315 | 322 | 305 | 297 | 325 |
| g/4 pots | | | | | |
| Tautisuus, 0-5 | 1.2 | 1.5 | 1.4 | 1.5 | 1.6 |
| Disease index, 0-5 | | | | | |
| 11. 7. -90 | | | | | |
| Sato g/ruukku | 230 | 251 | 264 | 249 | 245 |
| Yield g/pot | | | | | |
| Tautisuus, 0-5 | 1.6 | 1.4 | 1.6 | 1.6 | 1.5 |
| Disease index, 0-5 | | | | | |

Taulukko 7. Salaatin taimien iän vaikutus sadon muodostukseen terveessä ja *Pythium*-sienen saastuttamassa vesiviljelyssä.

Käsittelyt: 1 = taimikasvatus 30 vrk, 2 = taimikasvatus 27 vrk, 3 = taimikasvatus 24 vrk, 4 = taimikasvatus 20 vrk, 5 = taimikasvatus 16 vrk.

Table 7. Effect of seedling age on the yield of lettuce in healthy and *Pythium* infected recirculating nutrient solution culture.

Treatments: 1 = 30 days growing time of seedlings, 2 = 27 days growing time of seedlings, 3 = 24 days growing time of seedlings, 4 = 20 days growing time of seedlings, 5 = 16 days growing time of seedlings.

| | Käsittely Treatment | | | | |
|---|------------------------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Koe 8.4.-7.5.1991, Experiment April 4 - May 5, 1991 | | | | | |
| Taimien ominaisuudet, Quality of seedlings | | | | | |
| paino, weight, g | 1.62 | 1.61 | 1.48 | 0.96 | 0.45 |
| pituus, height, cm | 12.0 | 14.5 | 13.0 | 11.1 | 8.2 |
| lehtiä, leaves, kpl | 4.1 | 4.0 | 4.0 | 3.2 | 2.7 |
| Pythium-vapaa viljely, <i>Pythium</i> free culture | | | | | |
| Sato g/ruukku Yield g/pot | 264 | 274 | 259 | 215 | 146 |
| Tautisuus, 0-5 Disease index, 0-5 | 0.3 | 0.7 | 0.4 | 0.4 | 0.3 |
| Pythium-saastunut viljely, <i>Pythium</i> infected culture | | | | | |
| Sato g/ruukku Yield g/pot | 141 | 136 | 136 | 120 | 91 |
| Tautisuus, 0-5 Disease index, 0-5 | 2.0 | 2.1 | 2.0 | 2.0 | 2.1 |
| Koe 23. 5. - 13. 6. 1991, Experiment May 23 - June 13, 1991 | | | | | |
| Taimien ominaisuudet, Quality of seedlings | | | | | |
| paino, weight, g | 1.53 | 1.39 | 0.98 | 0.64 | 0.27 |
| pituus, height, cm | 10.7 | 12.0 | 11.4 | 9.6 | 7.4 |
| lehtiä, leaves, kpl | 3.9 | 3.9 | 3.1 | 3.0 | 2.0 |
| Pythium-vapaa viljely, <i>Pythium</i> free culture | | | | | |
| Sato g/ruukku Yield g/pot | 278 | 246 | 239 | 196 | 109 |
| Tautisuus, 0-5 Disease index, 0-5 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
| Pythium-saastunut viljely, <i>Pythium</i> infected culture | | | | | |
| Sato g/ruukku Yield g/pot | 117 | 140 | 138 | 134 | 87 |
| Tautisuus, 0-5 Disease index, 0-5 | 2.1 | 1.7 | 1.8 | 1.5 | 1.5 |

Taulukko 8. Veden käsittelyn vaikutus ruukkusalaatin *Pythium*-tautiin.

Käsittelyt: 1 = Ei saastutusta, 2 = Saastutus, vedessä 100 ppm Previcur, 3 = Saastutus, vedessä Agral 250 mg/10 l, 4 = Saastutus, vedessä Mycostop 1 g/ 10 l.

Table 8. Treatment of water on *Pythium* disease of pot lettuce in recirculating nutrient solution culture.

Treatments: 1= Disease free culture, 2 = Inoculated culture + 100 ppm Previcur N in water, 3 = inoculated culture + Agral 250 ppm in water, 4 = Inoculated culture + Mycostop 100 ppm in water.

| | 1 | Käsittely Treatment | | 4 |
|---|-------------|------------------------|------------|------------|
| | | 2 | 3 | |
| 2. 9. -91 Tautisuus, 0-5 Disease index, 0-5 | 0.01 | 1.12 | 1.86 | 2.28 |
| 17.9. -91 g/ruukku g/pot Tautisuus, 0-5 Disease index, 0-5 | 133 0.17 | 101 1.83 | 77 2.18 | 84 2.16 |
| Veden kulutus l/viljelmä Uptake of water l/culture | 1302 | 996 | 747 | 796 |

KIRJALLISUUS

- AVIKAINEN, H., HARJU, P., KOPONEN, H., MANNINEN, M. MEINANDER, B. & TAHVONEN, R. 1991. Desinfiointiaineiden soveltuvuus pelto- ja kasvihuonetuotannossa. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 22/91, 52 p.
- JOKINEN, R. & MÄKILÄ, J. 1991. Kerä- ja lehtisalaatin lannoitus kiertävässä ravinneliuoksessa; kasvien kasvurytmi, sato ja sadon laatu. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 21/91: 73-87.

SUMMARY

Pythium diseases on lettuce roots with heavy infection caused in water culture yield decreases of 15-70. The spread of the disease with seedlings decreased the yield of healthy seedlings in the first growing period by about 15-20 %. When the culture equipment was not disinfected, the yield decrease was 70 %. *Pythium* spread from the infected growing canal so quickly that there were no differences in yields and disease indexes between the plants grown in inoculated and noninoculated canals. The yield losses were smaller in late autumn and winter at 10-14 °C than in summer at 18-25 °C. A treatment of seedling pots with propamocarbhydrochloride or *Streptomyces* microbial preparation decreased or disease losses only little, or had no effect. The age and the size of plants had no effect on damages and yield losses caused by *Pythium*. Propamocarbhydrochloride in circulating water increased significantly the yield of lettuce compared to the culture treated with Agral or *Streptomyces* biopreparation, but the yield was 30 % lower than that of healthy culture. *Pythium* decreased the water consumption of plants by about 40 % compared to the healthy plants.

RAPEAN KERÄSALAATIN TYPPILANNOITUS AVOMAALLA*Response of outdoor crisphead lettuce to nitrogen fertilization*Raili Jokinen¹, Johanna Mäkilä¹ ja Liisa Pietola²¹Maatalouden tutkimuskeskus

Ympäristöntutkimuslaitos

²Helsingin yliopisto

Maanviljelyskemian laitos

TIIVISTELMÄ

Typpilannoituksen (0, 50+30, 100+30, 150+30, 200+30 kg/ha N) vaikutusta rapean keräsalaatin sadon määrään, laatuun ja kivennäisainepitoisuuksiin tutkittiin ravinneominaisuuksiltaan hyvällä hietasavimaalla. Tutkimuksessa testattiin neljä lajiketta: Bix (Asgrow Seed Company), Ithaca 86 LM, Kelvin RS ja Malika SG. Typpilannoitus 50+30 kg/ha tyypeä riitti takaamaan korkean sato-tason ja hyvän laadun. Tätä suuremmat typpimäärät nostivat nitraattipitoisuutta ja heikensivät hieman kerien varastointikestävyyttä. Kerien keskimääräinen nitraattipitoisuus oli 320 mg/kg tuoresadossa ja ulkolehtien 280 mg/kg. Typpilannoituksen määrän kasvattaminen kohotti salaatin Ca-, Mg-, S-, Na-, Zn-, Mn- ja B-pitoisuuksia.

Kasvinjätteet sisälsivät runsaasti typpeä, ja lannoitetuissa koejäsenissä pellolle jäi typpeä noin 80 kg hehtaarille.

'Kelvin' osoittautui sadontuottokyvyltään ja laadultaan parhaaksi lajikkeeksi.

Tekijöiden osuudet: Tutkimuksen suunnittelusta ja tulosten käsittelystä vastasi pääosin Raili Jokinen ja käytännön toteutuksesta lähinnä Johanna Mäkilä. Käsikirjoituksen laativat Liisa Pietola ja Raili Jokinen.

JOHDANTO

Saksassa on viime aikoina kiinnitetty suurta huomiota avomaalla viljeltävien vihannesten typpilannoituksen ja keväällä maassa olevan mineraalitypen määrän yhteensovittamiseen. Maan mineraalitypen ja lannoituksena annettavan typpilannoituksen optimimääräksi saivat WEIER ja SCHARPF (1989) noin 135 kg/ha jaettuna kahteen osaan; vaihteluväli esimerkiksi 90+30 kg/ha-120+30 kg/ha. Jakamalla typpi kahteen erään estetään kasvukauden alussa typen huuhtoutuminen ja varmistetaan sadon hyvä kasvu. Kasvilajien ja saman kasvin eri lajikkeiden tarvitseman typpimäärän välillä on eroja.

Sadon jätteiden mukana maahan jää syksyllä runsaasti helposti mineraloituvaa tyyppiä, joka kohottaa maan typpipitoisuutta ja on altista huuhtoutumiselle (ALT ja WIEMANN 1990).

Suomessa on avomaan salaatin lannoitusta tutkittu melko vähän. Salaatin laadun kannalta typpilannoituksen oikean määrän valitseminen on tärkeä. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää neljän rapealehtisen keräsalaattilajikkeen typpilannoituksen tarve korkean sadon ja hyvän varastointikestävyyden saamiseksi. Sadon nitraatti- ja ravinnepitoisuuksia tutkittiin. Tärkeä tavoite oli myös selvittää kasvinjätteissä maahan joutuvan tyypin määrä.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Koejärjestelyt

Koekenttä (25 m x 36,8 m) oli maalajiltaan hietasavea. Viljavuusluvut keväällä ennen lannoitusta olivat keskimäärin seuraavat: pH 6,8, J1 0,61 mS/cm, P 51 mg/l, K 220 mg/l, Ca 2875 mg/l ja Mg 308 mg/l (Taulukko 1).

Koekentän savespitoisuus lisääntyi I kerranteesta IV kerranteeseen, mikä asetti kerranteet eriarvoiseen asemaan toistensa suhteen. Samoin hietaisimman I kerranteen ravinteisuus poikkesi muiden kerranteiden ravinteisuudesta etenkin fosforin kohdalla. Käsitteilyjen vaikutukset eivät kuitenkaan muuttuneet kerranteita karsimalla, ja lopullisten tulosten laskennassa käytettiin kaikkia kerranteita.

Kenttäkoe perustettiin osaruutukokeeksi, jossa oli neljä kerranetta. Pääruutuina (5 m x 4,2 m) olivat viisi typpilannoitustasoa (kg/ha):

| | | | |
|-------------|-------------------|------|--------------------|
| $N_0 = 0$ | Oulunsalpietarina | | |
| $N_1 = 50$ | —" | + 30 | kalkkisalpietarina |
| $N_2 = 100$ | —" | + 30 | —" |
| $N_3 = 150$ | —" | + 30 | —" |
| $N_4 = 200$ | —" | + 30 | —" |

Osaruutujen (5 m x 1,05 m) neljä lajiketta olivat: amerikkalainen Bix (Asgrow Seed Company), Ithaca 86 LM SF 90, Kelvin RS SF 90 ja Malika SG SF 90. Riviväli oli 35 cm ja taimiväli 25 cm. Lajikeruudussa oli kolme riviä taimia ja jokaisessa rivissä 20 tainta. Sato korjattiin ja punnittiin keskimmäisestä rivistä, josta otettiin 14 kerää. Rivin kumpaakin päähän jäi kolme kasvia suojakaistaksi. Hehtaaria kohti laskettuna taimia oli 120 000 kpl.

Kenttäkokeen perustaminen ja hoito

Salaatti kylvettiin Satoturpeen B2-turpeella täytettyihin Paperpotteihin (BH 408) 3. toukokuuta. Taimia kasvatettiin luonnonvalossa, päivällä lämpötila oli 15-34 °C, yöllä 9-15 °C. Suhteellinen kosteus oli 30-95 prosenttia. Taimia karaistiin kahden päivän ajan ennen istutusta siirtämällä ne ulos päiväksi.

Taulukko 1. Muokkauskerroksen kivennäisaineksen lajitekoostumus, humuspitoisuus ja viljavuus keväällä ennen kokeen perustamista (ääriarvot eri kerranteista).

Table 1. Particle size composition, humus content and fertility of plough layer in experimental field as minimum and maximum in four replicates.

| | |
|-----------------------|------------|
| lajitekoostumus: | |
| particle size | |
| S (<0.002 mm), % | 17.4-33.2 |
| Hs (0.002-0.02 mm), % | 11.8-22.1 |
| Ht (0.02-0.2 mm), % | 23.9-39.4 |
| Hk (0.2-2 mm), % | 19.1-31.4 |
| humus, % | 3.99-4.95 |
| pH (H ₂ O) | 6.75-7.15 |
| Jl, 10 x mS/cm | 0.57-0.70 |
| P, mg/l maata soil | 37.0-174.0 |
| K, --" | 198-255 |
| Ca, --" | 2772-3113 |
| Mg, --" | 180-325 |

Ennen taimien istutusta koekenttä lannoitettiin Hiven PK-lannoitteella (2-10-18) 1000 kg/ha, minkä jälkeen pääruudut saivat eri typpilannoitustasot. Lannoitteet mullattiin äestämällä kenttä kolmeen kertaan. Taimet istutettiin 30. toukokuuta niin syvään, että alimmat lehdet tulivat vaakasuoraan maan pintaa vasten. Malika-lajikkeen taimet olivat pieniä ja hentoja, muiden lajikkeiden taimet olivat hyvin kehittyneitä ja tukevia istutusvaiheessa.

Kokonaissademäärä oli kesäkuussa vain 20 mm, minkä vuoksi kenttä sadetettiin kolmesti. Ensimmäinen sadetus (18 mm) annettiin neljällä ympyräsadettimella (r=14 m) yöllä 5.6. Maan pinta kuohkuttettiin käsiharalla 11.6. Lisätyppilannoitus (30 kg/ha N) annettiin 13.6., minkä jälkeen sadetettiin toisen kerran (10 mm). Kenttä sadetettiin vielä kolmannen kerran 27.6. (10 mm). Kolmen sadetuskerran vedessä pellolle tuli tyypeä yhteensä puoli kiloa hehtaarille. Heinäkuussa satoi 84 mm.

Taimet olivat peitettynä akryyliharsolla (paino 17 g/m²) kaksi ja puoli viikkoa istutuksesta. Rikkakasvit harattiin pois kahteen kertaan ennen kuin kasvusto oli täyttänyt koko kasvutilan. Rae-kuuro 12.7. vioitti kaikkia lajikkeita ja ankara ukkoskuuro 23.7. vielä korjaamattomia lajikkeita.

Sato korjattiin, kun keristä oli vähintään 60 prosenttia sadonkorjuukelpoisia. 'Malika' korjattiin 23.7. (kasvuaika 55 vrk), 'Kelvin' 25.7. (kasvuaika 57 vrk), 'Bix' 26.7. (kasvuaika 58 vrk) ja 'Ithaca' 31.7. (kasvuaika 63 vrk).

Määritykset

Koekentän jokaisesta kerranteesta otettiin maanäyte muokkauskerroksesta ja pohjamaasta. Näytteistä määritettiin lajitekoostumus (ELONEN 1971), humuspitoisuus (SIPPOLA 1982) sekä mitattiin happamaan (pH 4,65) ammoniumasetaattiin (VUORINEN ja MÄKITIE 1955) uuttuvat kalsium, magnesium ja kalium plasmaemissiospektrometrilla (ICP-ARL) ja molybdensinimenetelmällä värjätty fosfori kolorimetrimetrillä. Näytteiden pH ja johtoluku mitattiin maa-vesisuspensiosta. Elokuussa välittömästi sadonkorjuun jälkeen otettiin vastaavat näytteet jokaisesta pääruudusta (pintamaasta 10 pistoa ja pohjamaasta 1 pisto). Näistä näytteistä analysoitiin edellä mainittujen ravinteiden lisäksi 1 M KCl:iin uuttuva NO_3^- ja $\text{NH}_4\text{-N}$ (SELMER-OLSEN 1971).

Sadonkorjuuvaiheessa osaruutujen 14 kasvista havainnoitiin sekä keristä että ulkolehdistä lehdenreunapoltteen, kasvitautien ja raekuuron aiheuttamat vioitukset sekä kukkavarret, vaillinaisesti kerineet ja haljenneet kerät. Sadonkorjuussa jokaisesta koeruudusta punnittiin 11 kasvista kokonaispainot ja kauppakunnostuksen jälkeen samojen kasvien kerien nettopainot. Yli 200 g painavat kerät luokiteltiin I luokkaan ja alle 200 gramman kerät II luokkaan.

Kolmesta osaruudun kerästä mitattiin leveys ja korkeus. Sadon kuiva-ainepitoisuudet samoin kuin nitraatti- ja kokonaistyyppi-pitoisuudet määritettiin sekä keristä että ulkolehdistä. Kokonaistyyppin määritystä varten kasvinäyte märkäpoltettiin Kjeldal-menetelmällä. Nitraattityppi uutettiin 1 M KCl:lla, ja sulfanilamidilla värjättyjen liuosten värin intensiteetti mitattiin AKEA-laitteella (NOWOZAMSKY 1983). Kasvinäytteiden kalsium-, magnesium-, kalium-, rikki- ja fosforipitoisuus mitattiin kuivapoltoilla (450 °C yli yön + 600 °C 2 h) saadun tuhkan kloorivetyhappoutteesta (ANON. 1986a) sekä boori-, kupari-, sinkki-, rauta- ja mangaanipitoisuus märkäpoltolla (väkevä typpihappo 50 °C yli yön ja 120 °C haihdutus noin puoleen alkutilavuudesta (modifioitu HUANG ja SCHULTEN 1985) saadusta liuoksesta plasmaemissiospektrometrilla (ICP-ARL).

Viisi I luokan kerää jokaisesta osaruudusta varastoitiin 10.9. asti ilman muovilla suojausta kahdessa varastossa, joissa lämpötila oli +1--+4 °C ja suhteellinen kosteus 60-100 %. Kerät punnittiin varastoinnin aikana 14.8., 23.8. ja 10.9. Kerän kokonaispainon mittauksen jälkeen se kauppakunnostettiin ja punnittiin uudestaan, mikäli kerä oli enää kauppakunnostettavissa.

Tulosten käsittely

Tulosten luotettavuus testattiin osaruutumallin varianssianalyysillä. Käsittelyjen väliset merkitsevät erot (HSD) haettiin Tukeyn testisuureen avulla riskitasolla 5 % (RANTA ym. 1989, STEEL ja TORRIE 1981).

TULOKSET JA TARKASTELU

Sadon määrä ja ulkoinen laatu

Sekä typpilannoitus että lajike vaikuttivat kokonaissadon määrään. Vaikka kaikkien lajikkeiden kokonaispaino nousi typpilannoituksen

Taulukko 2. Typpilannoitemäärien vaikutus neljän rapealehtisen keräsalaattilajikkeen koko kasvin painoon (g).

Table 2. Effect of N applications on the weight of lettuce plants with four cultivars (g).

| Lajike Cultivar | Typpilannoitus kg/ha N fertilization kg/ha | | | | | x ²⁾ |
|----------------------|---|------|------|------|------|-----------------|
| | 0 | 80 | 130 | 180 | 230 | |
| Bix | 830 | 960 | 1080 | 1100 | 1140 | 1020 |
| Ithaca | 830 | 1010 | 1040 | 1100 | 1080 | 1010 |
| Kelvin | 820 | 1010 | 1070 | 1070 | 1140 | 1020 |
| Malika | 700 | 920 | 950 | 970 | 1010 | 910 |
| x ¹⁾ | 790 | 980 | 1030 | 1060 | 1090 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät N amounts | | | | 180 | |
| 2) -- | lajikkeet cultivars | | | | 70 | |
| -- | typpimäärä x lajike N amount x cultivar | | | | 220 | |

lisääntyessä, vain lannoittamattomat koejäsenet poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi muista koejäsenistä (Taulukko 2). Nopeasti kehittynyt 'Malika' tuotti merkitsevästi kevyempiä keriä kuin muut kokeessa olleet lajikkeet, ja sitä voitaneen näin ollen istuttaa muita lajikkeita tiheämpään.

Taimitiheys oli kokeessa varsin suuri, 120 000 kpl/ha, verrattuna MAGNUSONin (1989) ja SANCHEZin ym. (1988) käyttämiin tiheyksiin 75 000 ja 54 000 kpl/ha. HARTRATHin (1986) tekemissä kenttäkokeissa taimitiheys oli 133 000 kpl/ha. Hehtaarisato olikin tässä tutkimuksessa varsin korkea, keskimäärin 119 tonnia. Kevyimmän 'Malikan' hehtaarisato 109 tonnia oli hyvä ja vastasi Ahvenanmaan lajikekokeiden hehtaarisatoa 102 tonnia (ANON. 1986a). 'Ithacan' hehtaarisato 121 tonnia oli lajikekokeeskiarvoja selvästi parempi.

Pienikokoinen 'Malika' kärsi vähiten raekuurosta 12.7. Vioittuneiden kasvien osuus oli 14 %, kun 'Ithacalla', jolla on hyvin liuskaiset ulkolehdet, vioittuneita kasveja oli lähes 34 %. Raekuuron vioitusten ja kaikkia lajikkeita koetelleen lehdenreunapolteen vuoksi keristä jouduttiin poistamaan runsaasti lehtiä kauppakunnostusvaiheessa.

Ulkolehtien osuudeksi jäi keskimäärin 45 prosenttia koko sadosta. 'Ithacalla' poistettujen lehtien osuus oli 48,9, 'Bixillä' 47,0, 'Malikalla' 41,0 ja 'Kelvinillä' 38,6 prosenttia (HSD_{5%} = 3,7). 'Kelvin' kestää PESSALAn (1990) mukaan hyvin lehdenreunapoltetta, mikä osaltaan johti sen poistettujen lehtien pieneen osuuteen. Eri tyypit vaikuttivat ainoastaan 'Ithacan' kauppakuntoisen kerän ja kokonaispainon välisiin suhteisiin; ulkolehtien osuus oli suurin lannoitustasoilla 80 ja 130 kg/ha (53,6 ja 54,0 %) ja pienin (41,4 %) 180 kg/ha tyyppä saaneilla salaateilla (HSD_{5%} = 11,5).

Taulukko 3. Typpimäärien vaikutus neljän rapealehtisen kerä-salaattilajikkeeseen I luokan kerien painoon (g).

Table 3. Effect of N applications on the head weight of marketable lettuce head with four cultivars (g).

| Lajike Cultivar | Typpilannoitus kg/ha N fertilization kg/ha | | | | | |
|----------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----------------|
| | 0 | 80 | 130 | 180 | 230 | x ²⁾ |
| Bix | 450 | 510 | 590 | 570 | 590 | 540 |
| Ithaca | 420 | 460 | 480 | 520 | 540 | 480 |
| Kelvin | 490 | 640 | 690 | 650 | 650 | 630 |
| Malika | 370 | 550 | 530 | 570 | 610 | 530 |
| x ¹⁾ | 440 | 540 | 570 | 580 | 600 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät N amounts | | | | 170 | |
| 2) -"- | lajikkeet cultivars | | | | 60 | |
| -"- | typpimäärä x lajike N amount x cultivar | | | | 200 | |

Ensimmäisen luokan kerien painot ulkolehtien runsaasta poistosta huolimatta täyttivät kaikissa koejäsenissä lähes aina I luokan painovaatimuksen ja vastasivat Ruotsin lajikekokeissa saatujen kauppakelpoisten kerien (yli 250 g) keskimääräisiä painoja (ANON. 1988a). Etelä-Ruotsin Alnarpissa 'Ithacan' ja 'Malikan' kerät olivat vain 50 g painavampia kuin keskimäärin tässä tutkimuksessa. Toisaalta Jokioisten leveyspiiriä paremmin vastaavassa Ultunassa kerän painot jäivät kummallakin lajikkeella 130 g pienemmiksi kuin Jokioisilla. 'Ithaca' tuotti niin Ruotsissa kuin Jokioisissa 'Malikaa' kevyemmät kauppakuntoiset kerät. Tosin Ahvenanmaan lajikekokeissa kummallakin lajikkeella oli yhtä painavat 350 gramman kauppakuntoiset kerät (ANON. 1986b).

Tässä tutkimuksessa 'Kelvinillä' oli painavimmat ja 'Ithacalla' kevyimmät I luokan kerät. Myös suomalaisissa lajikekokeissa 'Kelvinin' keskipaino on ollut parempi kuin 'Malikan' tai 'Ithacan' (PESSALA 1990). Jokioisten kenttäkokeessa 'Kelvinin' sadontuotto-kyky oli vielä selvemmin muita parempi (Taulukko 3).

Typpilannoitus vaikutti I luokan kerien painoon vähemmän kuin lajike. Kerien painot poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi toisistaan vain typpilannoittamattoman ja eniten tyypeä saaneen koejäsenen välillä.

Typpilannoittamattomissa ruuduissa kerien leveydet olivat pienempiä kuin tyypeä saaneissa koejäsenissä (Taulukko 4). Typpilannoituksen lisääminen tasosta 80 kg/ha ei enää vaikuttanut kerän leveyteen. Lajikkeista Bix tuotti leveimmät ja Ithaca kapeimmat kerät.

Typpilannoitus vaikutti kerien korkeuteen samoin kuin kerien leveyteen, eli lannoittamattomien kerien mitat poikkesivat lannoitettuista koejäsenistä, mutta lannoitettujen kerien välillä ei ollut eroja (Taulukko 5). Lajikkeista Bix ja Kelvin tuottivat korkeimmat

Taulukko 4. Typpimäärien vaikutus neljän rapealehtisen kerä-salaattilajikkeen kerän leveyteen (cm).

Table 4. Effect of N applications on the width of lettuce head with four cultivars (cm).

| Lajike Cultivar | Typpilannoitus kg/ha N fertilization kg/ha | | | | | x ²⁾ |
|----------------------|---|------|------|------|------|-----------------|
| | 0 | 80 | 130 | 180 | 230 | |
| Bix | 12.8 | 14.4 | 13.4 | 14.3 | 15.4 | 14.1 |
| Ithaca | 11.6 | 11.7 | 12.4 | 12.4 | 11.6 | 11.9 |
| Kelvin | 11.9 | 13.3 | 13.6 | 13.3 | 13.4 | 13.1 |
| Malika | 11.9 | 13.5 | 13.3 | 13.9 | 14.2 | 13.3 |
| x ¹⁾ | 12.0 | 13.2 | 13.2 | 13.5 | 13.6 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät N amounts | | | 1.4 | | |
| 2) --- | lajikkeet cultivars | | | 0.7 | | |
| --- | typpimäärä x lajike | | | 2.0 | | |
| | N amount x cultivar | | | | | |

Taulukko 5. Typpimäärien vaikutus neljän rapealehtisen kerä-salaattilajikkeen kerän korkeuteen (cm).

Table 5. Effect of N applications on the height of lettuce head with four cultivars (cm).

| Lajike Cultivar | Typpilannoitus kg/ha N fertilization kg/ha | | | | | x ²⁾ |
|----------------------|---|------|------|------|------|-----------------|
| | 0 | 80 | 130 | 180 | 230 | |
| Bix | 17.5 | 19.1 | 18.7 | 18.7 | 20.7 | 18.9 |
| Ithaca | 13.5 | 14.3 | 15.2 | 14.8 | 14.3 | 14.4 |
| Kelvin | 16.5 | 18.8 | 19.0 | 19.0 | 18.4 | 18.3 |
| Malika | 13.0 | 15.5 | 14.9 | 16.0 | 15.3 | 14.9 |
| x ¹⁾ | 15.1 | 16.9 | 16.9 | 17.0 | 17.2 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät N amounts | | | 1.5 | | |
| 2) --- | lajikkeet cultivar | | | 0.9 | | |
| --- | typpimäärät x lajike | | | 1.7 | | |
| | N amount x cultivar | | | | | |

kerät ja Ithaca ja Malika matalimmat. Ahvenanmaan lajikekokeiden mukaan 'Ithacan' halkaisija on keskimäärin 11,5 cm ja 'Kelvinin' 14,0 cm (ANON. 1986c). Tämä vastaa hyvin tämän kokeen tuloksia.

Taulukko 6. Typpimäärien vaikutus neljän rapealehtisen kerä-salaattilajikkeen kerien kuiva-ainepitoisuuteen (%).

Table 6. Effect of N application on the dry matter content in lettuce heads of four cultivars (%).

| Lajike Cultivar | Typpilannoitus kg/ha N fertilization kg/ha | | | | | x ²⁾ |
|----------------------|---|-----|---------------------|-----|-----|-----------------|
| | 0 | 80 | 130 | 180 | 230 | |
| Bix | 2.9 | 1.8 | 1.8 | 2.6 | 1.9 | 2.2 |
| Ithaca | 3.5 | 2.9 | 3.3 | 2.8 | 2.5 | 3.0 |
| Kelvin | 2.9 | 2.2 | 1.6 | 2.0 | 1.2 | 2.0 |
| Malika | 3.3 | 2.3 | 2.4 | 2.6 | 2.6 | 2.6 |
| x ²⁾ | 3.1 | 2.3 | 2.3 | 2.5 | 2.1 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät | | N amounts | | 0.7 | |
| 2) -- | lajikkeet | | cultivars | | 0.4 | |
| -- | typpimäärä x lajike | | N amount x cultivar | | 1.3 | |

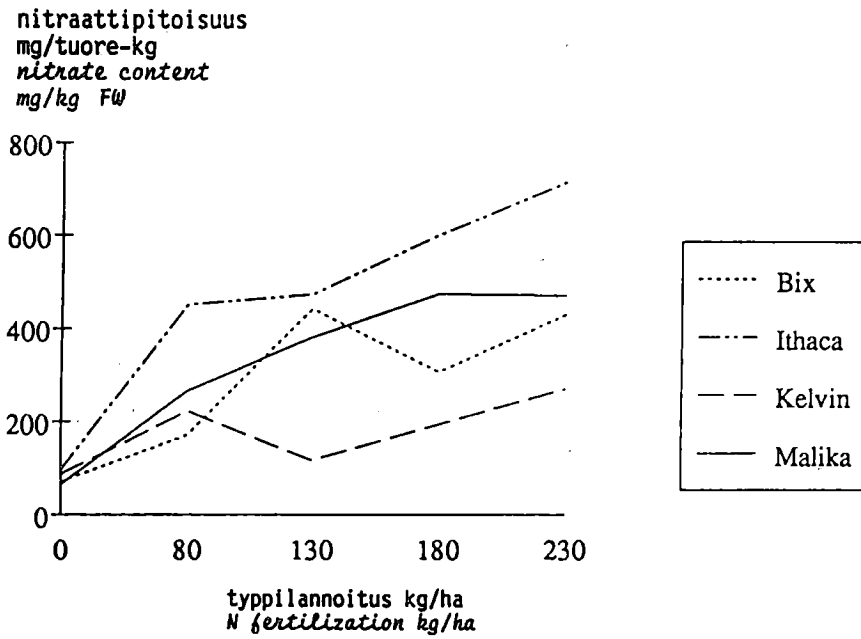
Taulukko 7. Typpimäärän vaikutus neljän rapealehtisen kerä-salaattilajikkeen ulkolehtien kuiva-ainepitoisuuteen (%).

Table 7. Effect of N application on the dry matter content in outer leaves of lettuce with four cultivars (%).

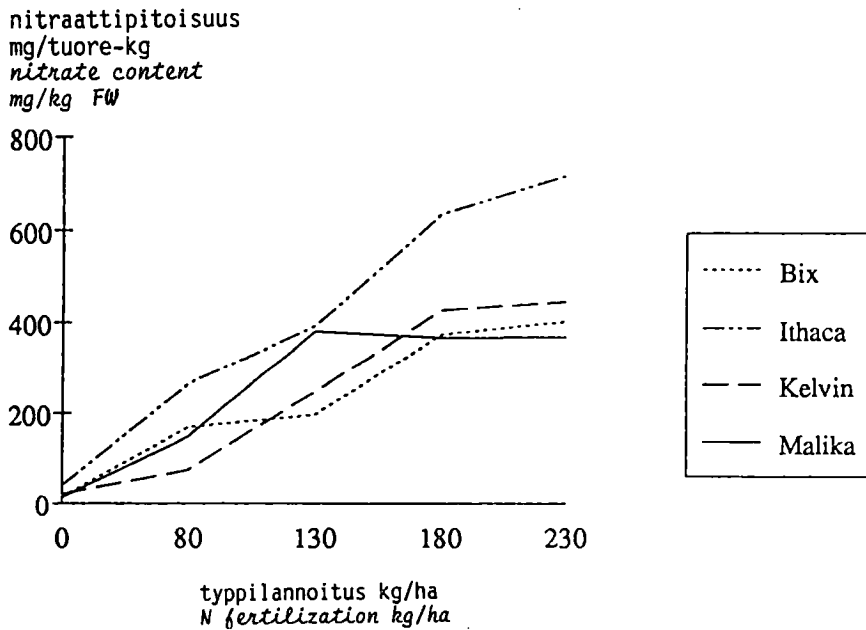
| Lajike Cultivar | Typpilannoitus kg/ha N fertilization kg/ha | | | | | x ²⁾ |
|----------------------|---|-----|---------------------|-----|-----|-----------------|
| | 0 | 80 | 130 | 180 | 230 | |
| Bix | 5.1 | 4.4 | 3.8 | 3.7 | 4.4 | 4.3 |
| Ithaca | 7.0 | 6.4 | 5.4 | 5.4 | 4.8 | 5.8 |
| Kelvin | 6.4 | 4.4 | 4.3 | 3.9 | 3.5 | 4.5 |
| Malika | 6.1 | 4.3 | 4.9 | 5.0 | 4.6 | 5.0 |
| x ¹⁾ | 6.1 | 4.9 | 4.6 | 4.5 | 4.3 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät | | N amounts | | 1.2 | |
| 2) -- | lajikkeet | | cultivars | | 0.7 | |
| -- | typpimäärä x lajike | | N amount x cultivar | | 1.8 | |

Sadon sisäinen laatu

Samoin kuin sadon ja ulkoisen laadun suhteen, typpilannoittamattomien kerien ja lannoitettujen kerien kuiva-ainepitoisuudet poikkesivat toisistaan selvästi, mutta lannoitettujen koejäsenien kesken pitoisuuksissa ei ollut merkitseviä eroja (Taulukot 6



Kuva 1. Typpimäärien vaikutus neljän rapealehtisen keräsalaattilajikkeen kerien nitraattipitoisuuteen (mg/kg tuoresatoa).
 Fig. 1. Effect of N application on the nitrate content in fresh lettuce heads with four cultivars (mg/kg).



Kuva 2. Typpimäärien vaikutus neljän rapealehtisen keräsalaattilajikkeen ulkolehtien nitraattipitoisuuteen (mg/kg tuoresatoa).
 Fig. 2. Effect of N application on the nitrate content in fresh lettuce outer leaves with four cultivars (mg/kg).

ja 7). Siten typpitaso 80 kg/ha riitti lisäämään salaatin vesipitoisuuden korkeimmalle tasolle. Muiden vihannesten kuten punajuurikkaan ja kaalin kuiva-ainepitoisuus vähenee edelleen, kun typpilannoitusta on lisätty (AURA 1985).

Lajikkeista Ithacassa oli eniten kuiva-ainetta, kun taas Bix ja Kelvin olivat vetisimpiä. Ulkolehtien kuiva-ainepitoisuus oli noin kaksinkertainen verrattuna kerälehtien kuiva-ainepitoisuuksiin.

Kerien NO_3 -pitoisuus kasvoi typpilannoitusta lisättäessä aluksi jyrkästi ja tasaantui typpilannoituksen ylittäessä tason 130 kg/ha (Kuva 1). Kerien keskimääräinen NO_3 -pitoisuus oli 320 mg tuorekiloa kohti (hajonta keskimäärin 240 mg/kg), ja typpilannoitus lisäsi pitoisuuksia merkitsevästi vain typpilannoittamattomia keriä ja runsaasti typpeä (130 kg/ha tai yli) saaneita keriä verrattaessa ($\text{HSD}_{5\%}$ typpitasojen välillä = 232 mg/kg).

Lajikkeista Kelvin keräsi keskimäärin vähiten nitraattia, 180 mg/kg, kun Ithacan pitoisuus oli keskimäärin 470 mg tuorekiloa kohti ($\text{HSD}_{5\%}$ lajikkeiden välillä = 123 mg/kg).

Avomaalla nitraattipitoisuudet jäivät hyvin alhaiselle tasolle. Saman suuntaisia tuloksia ovat Saksassa saaneet muiden muassa WEIER ja SCHARPF (1989). Kasvihuoneessa kasvatetuissa rapealehtisissä keräsalaateissa nitraattipitoisuus nousee helposti tasolle 2000 mg tuorekilossa, ja kastelua vähentämällä jopa 4000 milligrammaan (von PETRA 1987). Samoin ulkomailla sallittuihin nitraattipitoisuuksiin verrattuna tämän tutkimuksen salaatit sisälsivät vähän nitraattia. SCHWEMMERin (1990) mukaan keräsalaattikilo saa sisältää nitraattia Saksassa 3000 mg ja Hollannissa 3500-4500 mg.

Ulkolehtien NO_3 -pitoisuus tuorekiloa kohti oli keskimäärin 280 mg ja siten 50 mg alhaisempi kuin kerien pitoisuus. Tämä ero johtui siitä, että typpilannoittamattomissa koejäsenissä typpeä kertyi nitraattina lähes 60 mg kerälehtikiloon enemmän kuin ulkolehtiin. Typpilannoitus nosti ulkolehtien NO_3 -pitoisuuksia samalla tavalla kuin kerissä (Kuva 2). Koska hajonta oli jälleen suuri (260 mg/kg), vain typpilannoittamattoman koejäsenen ja typpilannoitetta 130 kg/ha tai yli saaneiden koejäsenten välillä havaittiin merkitsevät erot ($\text{HSD}_{5\%}$ typpitasojen välillä = 181 mg/kg).

Vähiten nitraattia kertyi 'Bixin', 'Kelvinin' ja 'Malikan' ulkolehtiin (keskimäärin 230, 240 ja 260 mg/kg), ja suurimmat pitoisuudet (keskimäärin 410 mg/kg) mitattiin 'Ithacasta' ($\text{HSD}_{5\%}$ lajikkeiden välillä 145 mg/kg). Lajikkeista Bix, Ithaca ja Malika keräsivät nitraattia enemmän kerä- kuin ulkolehtiin, kun taas 'Kelvinin' NO_3 -pitoisuudet olivat pienimmät kerässä. Huonoin nitraatin kerääjä oli kaiken kaikkiaan 'Kelvin', ja siten tässä suhteessa paras laadultaan.

Nitraattityypen osuus kerän kokonaistypestä, joka kasvoi merkitsevästi lisättäessä typpimäärää 130 kg/ha:n tai yli (Taulukko 8).

Taulukko 8. Typpimäärien vaikutus nitraattitypen osuuteen kokonaistypestä neljän rapealehtisen keräsalaattilajikkeen kerissä (%).

Table 8. Effect of N application on the proportion of nitrate N to total N in lettuce heads with four cultivars (%).

| Lajike Cultivar | Typpilannoitus kg/ha N fertilization kg/ha | | | | | x ²⁾ |
|---------------------------------|---|------|-----------|------|------|-----------------|
| | 0 | 80 | 130 | 180 | 230 | |
| Bix | 1.9 | 3.1 | 9.4 | 5.8 | 6.9 | 5.4 |
| Ithaca | 2.9 | 10.3 | 10.6 | 12.1 | 13.4 | 9.8 |
| Kelvin | 2.0 | 4.0 | 1.8 | 2.9 | 4.0 | 3.0 |
| Malika | 1.6 | 4.4 | 6.3 | 7.7 | 7.1 | 5.4 |
| x ¹⁾ | 2.1 | 5.4 | 7.0 | 7.4 | 7.9 | |
| ¹⁾ HSD _{5%} | typpimäärät | | N amounts | | 4.5 | |
| ²⁾ -- | lajikkeet | | cultivars | | 2.4 | |

Taulukko 9. Typpimäärien vaikutus nitraattitypen osuuteen kokonaistypestä neljän rapealehtisen keräsalaattilajikkeen ulko-lehdissä (%).

Table 9. Effect of N application on the proportion of nitrate N to total N in outer leaves of lettuce with four cultivars (%).

| Lajike Cultivar | Typpilannoitus kg/ha N fertilization kg/ha | | | | | x ²⁾ |
|---------------------------------|---|-----|---------------------|------|------|-----------------|
| | 0 | 80 | 130 | 180 | 230 | |
| Bix | 0.4 | 3.2 | 4.0 | 7.8 | 7.8 | 4.7 |
| Ithaca | 1.4 | 6.7 | 10.8 | 17.0 | 17.7 | 10.7 |
| Kelvin | 0.7 | 1.0 | 5.7 | 9.0 | 9.2 | 5.3 |
| Malika | 0.4 | 3.2 | 6.0 | 7.5 | 7.0 | 4.8 |
| x ¹⁾ | 0.7 | 3.7 | 6.7 | 10.3 | 10.5 | |
| ¹⁾ HSD _{5%} | typpimäärät | | N amounts | | 3.7 | |
| ²⁾ -- | lajikkeet | | cultivars | | 2.9 | |
| -- | typpimäärä x lajike | | N amount x cultivar | | 6.8 | |

Lajikkeista Kelvinillä nitraattitypen osuus kokonaistyyppipitoisuudesta oli selvästi matalin ja Ithacalla korkein.

Ulkolehtien nitraattitypen osuus kokonaistyyppimäärästä vaihteli typpilannoituksen ja lajikkeiden vaikutuksesta kuten kerissä (Taulukko 9). Lajikkeista Ithacalla nitraattityppipitoisuuden

osuus kokonaistypestä oli edelleen korkein ja keskimäärin kaksinkertainen verrattuna muihin lajikkeisiin. Tosin 'Kelvinin' ulkolehtien nitraattitypen osuus kokonaistypestä ei enää ollut selvästi matalin, vaan samalla tasolla 'Bixin' ja 'Malikan' kanssa.

Typen otto ja peltoon jäävän typen määrä

Sadon ottama typen määrä on seuraavassa laskettu kiloina hehtaaria kohti 120 000 kasvin sisältämän typen määränä erikseen kerissä ja peltoon jäävissä ulkolehdissä. Typpilannoituksen lisääminen nosti keräsadon ottamaa typen määrää tasaisesti typpitasolle 180 kg/ha asti (Taulukko 10). Pellolta korjattu 'Malikan' sato sisälsi eniten typpeä, keskimäärin 70 kg/ha, kun muiden lajikkeiden keräsadossa oli typpeä 55-60 kg/ha.

Pelolle jäävät salaatin ulkolehdet sisälsivät runsaat 10 kg/ha enemmän typpeä kuin korjattu sato, eli keskimäärin 75 kg/ha. Nitraattitypen osuus tästä oli keskimäärin 6,5 prosenttia.

Typpilannoittamattomat koejäsenet jättivät typpeä kasvinjätteissä keskimäärin 55 kg/ha kun lannoitetut koejäsenet lisäsivät tätä kuormitusta 25-30 kg/ha (Taulukko 11). Lannoitettujen koejäsenten välillä ei ollut merkitseviä eroja typpikuormituksen suhteen. Lajikkeista Ithaca ja Bix jättivät peltoon suurimmat typpimäärät, keskimäärin 85 ja 80 kg/ha. 'Kelvinin' suhteellisen vähäiset kauppakunnostuksessa poistettut ulkolehdet sisälsivät typpeä vain runsaat 60 kg/ha. 'Kelvin' osoittautui paitsi huonona nitraatinke-
rääjänä laadultaan hyväksi myös vähiten ympäristöä kuormittavaksi lajikkeeksi. Samalla sadon määrä oli kokeen paras.

ALT ja WIEMANN (1990) arvioivat, että rapean keräsalaatin kauppakunnostusjätteissä maahan tuleva typpimäärä on 30-80 kg/ha. Pehmeän keräsalaatin suhteellisen vähäisistä kunnostusjätteistä tulee typpeä 15-30 kg/ha. SCHRAGEN ja SCHARPFIN (1987) mukaan vihanneskasvin jätteiden sisältämä typpi on nopeasti mineraloituvaa. Jyrsimellä maahan sekoitettujen kasvinjätteiden tyyppistä oli ensimmäisten 2-4 viikon aikana vapautunut maahan 30-50 prosenttia ja loput seuraavien 2-4 viikon aikana. Vapautunut typpi on helppoliukoista ja sen vuoksi altista huuhtoutumiselle. Käsillä olevassa kokeessa rapealehtisen keräsalaatin aiheuttama kuormitus oli samansuuruinen kuin saksalaisessakin tutkimuksessa suuren kasvinjätteiden määrän vuoksi.

Kerien ja ulkolehtien ottaman typen keskimäärän mukaan saadaan kokonaissadon ottamaksi typpimääräksi 135 kg/ha. Tämä vastaa hyvin hollantilaista tulosta (ANON. 1988b), jonka mukaan rapealehtinen keräsalaatti ottaa typpeä noin 130 kg/ha, kuitenkin niin, että kasvukauden ensimmäisellä puoliskolla typpeä otetaan vain 10 prosenttia tästä eli 13 kg/ha. Viimeisen viikon aikana keräsalaatti ottaa kokonaistypen määrästä peräti 40 prosenttia. Myös MAGNUSONIN (1989) mukaan rapealehtinen keräsalaatti ottaa suurimman osan typpistä vasta viimeisten kasvuviikkojen aikana.

Taulukko 10. Typpimäärien vaikutus neljän rapealehtisen kerä-salaattilajikkeen kerien ottamaan typpimäärään (kg/ha).

Table 10. Effect of N application on the nitrogen taken up by lettuce heads with four cultivars (kg/ha).

| Lajike Cultivar | Typpilannoitus kg/ha N fertilization kg/ha | | | | | x ²⁾ |
|----------------------|---|----|-----|-----|-----|-----------------|
| | 0 | 80 | 130 | 180 | 230 | |
| Bix | 45 | 47 | 43 | 86 | 59 | 56 |
| Ithaca | 42 | 56 | 67 | 70 | 65 | 60 |
| Kelvin | 54 | 67 | 64 | 79 | 44 | 61 |
| Malika | 52 | 67 | 74 | 80 | 83 | 71 |
| x ¹⁾ | 48 | 59 | 62 | 78 | 63 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät N amounts | | | | 23 | |
| 2) --" | lajikkeet cultivars | | | | 8 | |
| --" | typpimäärä x lajike N amount x cultivar | | | | 28 | |

Taulukko 11. Typpimäärien vaikutus neljän rapealehtisen kerä-salaattilajikkeen ulkolehtien ottamaan typpimäärään (kg/ha).

Table 11. Effect of N application on the nitrogen left in field in lettuce outer leaves with four cultivars (kg/ha).

| Lajike Cultivar | Typpilannoitus kg/ha N fertilization kg/ha | | | | | x ²⁾ |
|----------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----------------|
| | 0 | 80 | 130 | 180 | 230 | |
| Bix | 54 | 85 | 78 | 80 | 99 | 79 |
| Ithaca | 64 | 114 | 92 | 79 | 83 | 86 |
| Kelvin | 53 | 60 | 61 | 66 | 69 | 62 |
| Malika | 52 | 63 | 71 | 82 | 81 | 70 |
| x ¹⁾ | 56 | 81 | 76 | 77 | 83 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät N amounts | | | | 20 | |
| 2) --" | lajikkeet cultivars | | | | 14 | |
| --" | typpimäärä x lajike N amount x cultivar | | | | 34 | |

Vaikka kasvinjätteen sisältämän typen määrä ei merkitsevästi muuttunut typpilannoituksen vaihdellessa välillä 80 ja 230 kg/ha, muokkauskerrokseen jäävän helposti huuhtoutuvan nitraattitypen määrä sadonkorjuun jälkeen kasvoi merkitsevästi typpilan-

Taulukko 12. Typpimäärien vaikutus muokkauskerroksen (0-20 cm) ja pohjamaan (20-40 cm) nitraattityppipitoisuuteen (mg/l ilmakeivaa maata) rapealehtisensalaatin sadonkorjuun jälkeen.

Table 12. Effect of N application on the nitrate N content in topsoil (0-20 cm) and subsoil (20-40 cm) after harvest (mg/l air-dry soil).

| Kerros Soil layer | Typpilannoitus kg/ha N fertilization kg/ha | | | | | |
|---------------------------------|---|------|-----------|------|------|--------------------|
| | 0 | 80 | 130 | 180 | 230 | x |
| cm | | | | | | |
| 0-20 | 4.4 | 10.9 | 13.8 | 24.2 | 33.4 | 17.4 ¹⁾ |
| 20-40 | 1.5 | 1.6 | 2.1 | 2.5 | 3.2 | 2.2 ²⁾ |
| ¹⁾ HSD _{5%} | typpimäärät | | N amounts | | 7.6 | |
| ²⁾ --" | typpimäärät | | N amounts | | 1.4 | |

noitustasoa lisättäessä. Pohjamaan nitraattityypen määrä kasvoi lievemmin pitoisuuden pysyessä alhaisemmalla tasolla kuin muokkauskerroksessa (Taulukko 12). Ammoniumtyypen määrä jäi kaikissa lannoitukäsittelyissä alle 1 mg/l maata. Muokkauskerroksen ja pohjamaan ammoniumtyypen tai muiden ravinteiden (P, K, Ca) määrään typpilannoitustasot eivät vaikuttaneet.

Sadon varastointikestävyys

Typpilannoituksen on todettu lisäävän muovilla suojaamattomien rapealehtisten salaattikerien varastointitappioita. SANCHEZIN ym. (1988) mukaan typpilannoituksen nostaminen tasosta 0 kg/ha tasolle 90 kg/ha lisäsi kauppakunnostustappioita 32 päivän varastoinnin aikana (1° C) 33,6 %:sta 38,2 %:iin. Haihdunta lisäsi edelleen varastointitappioita runsaat 5 prosenttiyksikköä. Muovilla suojattujen kerien säilymiseen typpilannoituksella ei ollut merkitystä.

Tässä tutkimuksessa typpilannoituksen määrä lisäsi suuntaa antavasti varastoinnin päättyessä mitattuja tappioita. Tosin varastointia jatkettiin liian kauan (40 päivää) eikä lämpötilaa saatu pysymään tasaisena (vaihtelu +1°-+4° C), mikä johti varastointitappioiden liian korkeaan määrään. Typpilannoittamattomissa salaateissa haihdunta- ja kauppakunnostustappiot olivat yhteensä keskimäärin 51 prosenttia ja typpilannoitustasolla 80 kg/ha, 54 prosenttia. Kaikkien muiden typpitasojen satojen varastointitappiot olivat noin 60 prosenttia. 'Bixin' lopulliset varastointitappiot jäivät 10 prosenttiyksikköä muita lajikkeita vähäisemmiksi.

Runsaan kolmen viikon varastoinnin jälkeen varastointitappiot eivät olleet vielä liian suuria, joten päähuomio tulee kiinnittää tähän varastointijaksoon tuloksia tarkasteltaessa. Tällöin kauppakunnostuksessa poistettujen lehtien osuus alkuperäisestä sadosta oli keskimäärin 17 prosenttia. Lannoittamattomissa koejäsenissä

kauppakunnostustappio oli 14 prosenttia, kun eniten typpilannoitetta saaneissa kerissä tappio oli keskimäärin 18 prosenttia. Haihduntatappiot mukaan lukien typpilannoittamattomissa kerissä varastointitappiot olivat yhteensä noin 25 prosenttia alkuperäisen sadon painosta. Typpilannoitusmäärä 130 kg/ha tai enemmän lisäsi tappioita keskimäärin 5 prosenttiyksikköä. Tulos tukee SANCHEZin ym. (1988) ilmoittamaa tulosta.

'Kelvin' osoittautui keskimäärin parhaimmaksi lajikkeeksi varastointikestävyydeltään 23 päivän varastoinnin aikana. Sen haihdunta- ja kauppakunnostustappiot olivat yhteensä keskimäärin 20 prosenttia alkuperäisestä sadosta, kun muilla lajikkeilla tappiot nousivat 30 prosenttiin. 'Kelvinillä' kauppakunnostustappio oli runsaan kolmen viikon varastoinnin jälkeen keskimäärin 12 prosenttia alkuperäisestä sadosta. 'Ithacalta' ja 'Bixiltä' jouduttiin poistamaan pilaantuneita lehtiä lähes 20 prosenttia. Ithaca-lajikkeella raekuuron aiheuttama kauppakunnostustappio oli suurin.

Kahden ensimmäisen viikon aikana kaikki keräsalaatit säilyivät kauppakuntoisina. Sadosta kuitenkin haihtui keskimäärin 7 prosenttia. 'Kelvinin' ja 'Bixin' haihdutustappiot olivat 5 ja 6 prosenttia, kun 'Malika' ja 'Ithaca' menettivät painostaan jo 9 ja 8 prosenttia. Typpilannoitus lisäsi hyvin vähän haihduntaa.

Sadon kivennäisainepitoisuus

Kivennäispitoisuudet analysoitiin erikseen keristä ja ulkolehdistä (Liitteet 1 ja 2). Jos tämän tutkimuksen salaattisadon keskimääräisiä pitoisuuksia tarkastellaan keskiarvoina keristä ja ulkolehdistä, saadut analyysitulokset vastaavat hyvin kirjallisuudessa esitettyjä salaattien pitoisuuksia (ZINK ja YAMAGUCHI 1962, GERALDSON ym. 1973, SANCHEZ ym. 1988) fosforin, kaliumin, kalsiumin ja magnesiumin kohdalla (% kuiva-aineessa):

| | P | K | Ca | Mg |
|----------------|-----|-----|-----|-----|
| ZINK-YAMAGUCHI | 0,5 | 7,0 | 1,0 | 0,5 |
| GERALDSON ym. | 0,5 | 7,0 | 1,7 | 0,6 |
| SANCHEZ ym. | 0,4 | 6,7 | 2,3 | 0,4 |
| tämä tutkimus | 0,5 | 6,9 | 1,5 | 0,5 |

SANCHEZ ym. (1988) ilmoittavat rapealehtisen keräsalaatin hivenainepitoisuuksia (ppm kuiva-aineessa) seuraavasti: Fe 314, B 35, Cu 8, Zn 48 ja Mn 28. Tässä tutkimuksessa vastaavat pitoisuudet olivat Fe (vain kerässä) 483, B 40, Cu 5, Zn 46 ja Mn 45 ppm. Raudan määrä oli erittäin suuri ulkolehdistä, keskimäärin 5260 ppm, mikä poikkesi huomattavasti tämän tutkimuksen kerän pitoisuudesta tai SANCHEZin ym. (1988) ilmoittamasta määrästä. Natriumia sadossa oli keskimäärin kolmannes ZINKin ja YAMAGUCHIn (1962) ilmoittama pitoisuudesta 0,3 %.

SANCHEZin ym. (1988) mukaan typpilannoituksen lisääminen tasosta 0 kg/ha tasolle 90 kg/ha ei vaikuttanut selkeästi rapealehtisen keräsalaatin kivennäisainepitoisuuksiin. Myöskään tässä tutkimuksessa

typpilannoituksella ei ollut huomattavaa merkitystä, jos tarkastellaan vain ulkolehtien sisältämiä pitoisuuksia: typpilannoituksen nostaminen tasosta 0 kg/ha tasolle 80 kg/ha tai yli lisäsi ainoastaan magnesiumin ja rikin pitoisuuksia. Typpilannoitus vaikuttikin enemmän kerien kuin ulkolehtien kivennäisainepitoisuuksiin. Fosfori-, kalium-, kupari- ja rautapitoisuudet eivät muuttuneet typpilannoitusta muutettaessa. Muiden ravinteiden pitoisuudet sen sijaan kasvoivat, kun typpilannoitusta lisättiin tasolle 180 kg/ha asti.

'Ithaca' sisälsi keskimäärin vähiten kivennäisaineita keräosassa. Rautaa 'Ithacassa' oli melkein 600 ppm, mutta 'Malikan' kerässä vain puolet siitä. Kerän fosforin ja kuparin pitoisuuksiin lajikkeella ei ollut merkitsevää vaikutusta.

'Ithacan' ulkolehdet sisälsivät vähiten magnesiumia, rikkiä, sinkkiä, booria. Eri lajikkeiden fosforipitoisuudet eivät poikenneet merkittävästi, kun mitattiin vain salaatin keräosaa. Natriumia oli sekä 'Bixissä' että 'Ithacassa' muita lajikkeita vähemmän. 'Malika' sisälsi taas muita lajikkeita huomattavasti enemmän kaliumia.

KIRJALLISUUS

- ALT, D. & WIEMANN, F. 1990. Stickstoff im Erntegut und in den Ernterückständen von Gemüse. *Gemüse* 1990,7: 352-355.
- ANON. 1986a. Methods of soil and plant analysis. Agricultural Research Centre, Department of Soil Science, 45 p. Jokioinen.
- 1986b. Isbergsresultat från Ålands försöksstation. *Hortica* 1986,5: 18-19.
- 1986c. Nya sorter av isbergssallat för bättre kvalitet. *Hortica* 1986,5: 22-23.
- 1988a. Sortförsök med isbergssallat. *Hortica* 1988,4: 24.
- 1988b. Kvävegödsling till isbergssallat - holländsk rekommendation. *Fakta-Trädgård* 603:1-2.
- AURA, E. 1985. Avomaan vihannesten veden ja typen tarve. *MTTK:n Tiedote* 7: 1-61.
- ELONEN, P. 1971. Particle-size analysis of soil. *Acta Agr. Fenn.* 122: 1-122.
- GERALDSON, C. M., KLACAN, G. R. & LORENZ, O. A. 1973. Plant analysis as an aid in fertilizing vegetables crops. p. 365-379. In L. M. Walsh and J. M. Beaton (ed.) *Soil testing and plant analysis*. Soil Sci. Soc. Am. Inc. Madison, WI.
- HARTRATH, H. 1986. Düngung von Kopfsalat. *Gemüse* 1986,4: 192, 194.
- HUANG, C. L. & SCHULTE, E. E. 1985. Digestion of plant tissue for analysis by ICP emission spectroscopy. *Commun. Soil Plant Anal.* 16: 943-958.
- MAGNUSSON, M. 1989. Tillväxt och näringsupptagning i isbergssallat. *Hortica* 1989,5: 15-17.
- NOVOZAMSKY, V. J. G., HOUBA, D., EIJK, H. D. van den & ECK, R. van. 1983. Notes on determination of nitrate in plant material. *Neth. J. agric. Sci.* 31: 239-248.
- PESSALA, R. 1990. Rapealehtisen keräsalaatin lajikevalinta. *Koetöim. ja Käyt.* 47: 23.
- PETRA, M. von 1987. Versuchsergebnisse zu Eissalat. *Gemüse* 1987,8: 358-359.
- RANTA, E. RITA, H. & KOUKI, J. 1989. *Biometria, tilastotiedettä ekologeille*. Yliopistopaino. 569 p. Helsinki.

- SANCHEZ, C. A., BURDINE, H. W., GUZMAN, V. L. & HALL, C. B. 1988. Yield, quality and leaf nutrient composition of crisphead lettuce as affected by N, P, and K fertilizers. Belle Glade EREC research report EV-Florida Univ. Agric. Res. Edv. Center 3: 12-34.
- SCHRAGE, R. & SCHARPF, H. C. 1987. Ernterückstände- einer der Gründe für hohe N_{min} -Reste. Gemüse 1987,10: 412-414.
- SCHWEMMER, E. 1990. Nitrate in Gemüse. Gemüse 1990,3: 172-175.
- SELMER-OLSEN, A. 1971. Determination of ammonium in soil extracts by automatic indophenol method. Analyst 96: 565-568.
- SIPPOLA, J. 1982. A comparison between a drycombustion method and a rapid wetcombustion method for determining soil organic carbon. Ann. Agric. Fenn. 21: 146-148.
- STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. 1981. Principles and procedures of statistics - A biometrical approach. 2nd. ed. 633 p. London
- VUORINEN, J. & MÄKITIE, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. Agrogeol. Publ. 63: 1-44.
- ZINK, F. W. & YAMAGUCHI, M. 1962. Studies on the growth rate and nutrient absorption of head lettuce, Hilgardia 32: 471-485.

SUMMARY

Yield, quality and nutrient composition of crisphead lettuce as affected by N fertilization (0, 50+30, 100+30, 150+30, 200+30 kg/ha) was studied on sandy clay soil of good fertility. Four cultivars were investigated: Bix (Asgrow Seed Company), Ithaca 86 LM, Kelvin RS and Malika SG. N application over 50+30 kg/ha was not needed to produce a high yield of good quality. Higher N amounts slightly increased the accumulation of nitrate in heads, and trimming loss during the storage. The nitrate content of fresh head was 320 mg/kg, on average. The concentrations of Ca, Mg, S, Na, Zn, Mn and B were increased by high amounts of N application. Nitrogen content in crop residues was high, 80 kg/ha, when N was applied. Of the cultivars, Kelvin produced the best yield of best quality.

LIITE 1. Typpimäärien vaikutus neljän rapealehtisen keräsalaattilajikkeen kerien ravinnepitoisuuksiin (g/kg, mg/kg kuiva-ainetta).
APPENDIX 1. Effect of N application on the mineral element content in head of lettuce with four cultivars (g/kg DM, mg/kg DM).

| Lannoitus Fertiliz. | FOSFORI g/kg kuiva-ainetta | | | | P g/kg DM |
|------------------------|----------------------------|----------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike | Cultivar | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 7.63 | 5.67 | 7.57 | 5.72 | 6.65 |
| 80 | 5.08 | 6.16 | 6.94 | 2.90 | 5.27 |
| 130 | 5.51 | 6.33 | 5.22 | 4.71 | 5.44 |
| 180 | 5.19 | 6.58 | 4.20 | 7.71 | 5.92 |
| 230 | 6.86 | 6.63 | 7.76 | 2.93 | 6.04 |
| x ²⁾ | 6.05 | 6.27 | 6.34 | 4.79 | |

1) ja 2) ei merkitseviä eroja *no signif. diff.*

| Lannoitus Fertiliz. | KALIUM g/kg kuiva-ainetta | | | | K g/kg DM |
|------------------------|---------------------------|----------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike | Cultivar | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 65.4 | 49.2 | 71.3 | 65.9 | 63.0 |
| 80 | 71.3 | 52.7 | 69.2 | 76.3 | 67.4 |
| 130 | 60.0 | 51.1 | 83.0 | 68.5 | 65.6 |
| 180 | 73.6 | 51.7 | 74.3 | 68.4 | 67.0 |
| 230 | 68.9 | 52.0 | 76.1 | 73.4 | 67.6 |
| x ²⁾ | 67.9 | 51.3 | 74.8 | 70.5 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät N amounts | | | | - |
| 2) --" | lajikkeet cultivars | | | | 6.0 |
| --" | typpimäärä x lajike | | | | 15.9 |
| | N amount x cultivar | | | | |

| Lannoitus Fertiliz. | KALSIUM g/kg kuiva-ainetta | | | | Ca g/kg DM |
|------------------------|----------------------------|----------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike | Cultivar | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 6.15 | 6.31 | 6.30 | 7.71 | 6.62 |
| 80 | 8.88 | 7.33 | 8.55 | 10.38 | 8.78 |
| 130 | 7.68 | 6.97 | 9.26 | 9.69 | 8.40 |
| 180 | 8.67 | 7.70 | 11.47 | 11.07 | 9.73 |
| 230 | 7.94 | 8.50 | 9.31 | 10.86 | 9.15 |
| x ²⁾ | 7.86 | 7.36 | 8.98 | 9.94 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät N amounts | | | | 1.87 |
| 2) --" | lajikkeet cultivars | | | | 1.22 |
| --" | typpimäärä x lajike | | | | 3.01 |
| | N amount x cultivar | | | | |

| Lannoitus Fertiliz. | MAGNESIUM g/kg kuiva-ainetta Mg g/kg DM | | | | |
|------------------------|---|----------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike | Cultivar | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 2.35 | 2.15 | 2.44 | 2.57 | 2.38 |
| 80 | 3.59 | 2.70 | 3.34 | 3.63 | 3.31 |
| 130 | 3.22 | 2.64 | 3.94 | 3.37 | 3.29 |
| 180 | 3.59 | 2.73 | 4.49 | 3.86 | 3.67 |
| 230 | 3.39 | 2.83 | 4.03 | 3.86 | 3.53 |
| x ²⁾ | 3.23 | 2.61 | 3.65 | 3.46 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät N amounts | | | 0.39 | |
| 2) --" | lajikkeet cultivar | | | 0.35 | |
| --" | typpimäärä x lajike | | | 0.78 | |
| | N amount x cultivar | | | | |

| Lannoitus Fertiliz. | RIKKI g/kg kuiva-ainetta S g/kg DM | | | | |
|------------------------|------------------------------------|----------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike | Cultivar | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 2 | | | | | |
| 0 | 2.08 | 1.97 | 2.17 | 2.68 | 2.22 |
| 80 | 3.56 | 2.49 | 3.24 | 4.24 | 3.38 |
| 130 | 2.93 | 2.43 | 3.95 | 3.87 | 3.30 |
| 180 | 3.87 | 2.64 | 4.66 | 4.16 | 3.83 |
| 230 | 3.50 | 2.61 | 4.10 | 4.18 | 3.60 |
| x ²⁾ | 3.18 | 2.43 | 3.62 | 3.83 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät N amounts | | | 0.63 | |
| 2) --" | lajikkeet cultivars | | | 0.39 | |
| --" | typpimäärä x lajike | | | 0.98 | |
| | N amount x cultivar | | | | |

| Lannoitus Fertiliz. | NATRIUM g/kg kuiva-ainetta Na g/kg DM | | | | |
|------------------------|---------------------------------------|----------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike | Cultivar | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 0.40 | 0.42 | 0.42 | 0.48 | 0.43 |
| 80 | 0.79 | 0.67 | 0.80 | 0.85 | 0.78 |
| 130 | 0.71 | 0.78 | 1.10 | 0.80 | 0.85 |
| 180 | 0.66 | 0.54 | 0.87 | 0.90 | 0.74 |
| 230 | 0.55 | 0.67 | 1.01 | 0.84 | 0.75 |
| x ²⁾ | 0.62 | 0.61 | 0.83 | 0.77 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät N amounts | | | 0.42 | |
| 2) --" | lajikkeet cultivars | | | 0.15 | |
| --" | typpimäärä x lajike | | | | |
| | N amount x cultivar | | | | |

| Lannoitus Fertiliz. | KUPARI mg/kg kuiva-ainetta Cu mg/kg DM | | | | |
|------------------------|--|----------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike | Cultivar | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 6.65 | 6.57 | 6.90 | 7.65 | 6.94 |
| 80 | 3.15 | 7.70 | 9.06 | 2.75 | 5.66 |
| 130 | 7.77 | 6.58 | 4.45 | 5.29 | 6.02 |
| 180 | 5.25 | 7.40 | 3.41 | 5.01 | 5.27 |
| 230 | 6.01 | 7.53 | 3.77 | 5.63 | 5.73 |
| x ²⁾ | 5.77 | 7.16 | 5.52 | 5.26 | |

1) ja 2) ei merkitseviä eroja *no signif. diff.*

| Lannoitus Fertiliz. | SINKKI mg/kg kuiva-ainetta Zn mg/kg DM | | | | |
|------------------------|--|----------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike | Cultivar | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 39.4 | 36.2 | 42.7 | 41.9 | 40.1 |
| 80 | 65.1 | 40.8 | 55.6 | 61.0 | 55.6 |
| 130 | 51.4 | 38.8 | 72.1 | 53.9 | 54.0 |
| 180 | 70.4 | 45.8 | 61.5 | 65.2 | 60.7 |
| 230 | 64.7 | 49.8 | 53.1 | 72.1 | 59.9 |
| x ²⁾ | 58.2 | 42.3 | 57.0 | 58.8 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät N amounts | | | 18.6 | |
| 2) --" | lajikkeet cultivars | | | 11.9 | |
| --" | typpimäärä x lajike | | | 29.5 | |
| | N amount x cultivar | | | | |

| Lannoitus Fertiliz. | MANGAANI mg/kg kuiva-ainetta Mn mg/kg DM | | | | |
|------------------------|--|----------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike | Cultivar | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 29.3 | 26.5 | 36.3 | 30.0 | 30.5 |
| 80 | 60.6 | 32.5 | 41.9 | 45.5 | 45.1 |
| 130 | 37.0 | 30.6 | 57.1 | 45.2 | 42.5 |
| 180 | 60.4 | 38.1 | 72.2 | 53.6 | 56.1 |
| 230 | 50.7 | 38.4 | 61.3 | 63.6 | 53.5 |
| x ²⁾ | 47.6 | 33.2 | 53.8 | 47.6 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät N amounts | | | 12.1 | |
| 2) --" | lajikkeet cultivars | | | 9.9 | |
| --" | typpimäärä x lajike | | | 22.7 | |
| | N amount x cultivar | | | | |

| Lannoitus Fertiliz. | RAUTA mg/kg kuiva-ainetta Fe mg/kg DM | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|--------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike Cultivar | | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 303 | 593 | 547 | 191 | 408 |
| 80 | 825 | 762 | 327 | 244 | 539 |
| 130 | 338 | 441 | 740 | 354 | 468 |
| 180 | 784 | 661 | 660 | 234 | 585 |
| 230 | 320 | 534 | 450 | 343 | 412 |
| x ²⁾ | 514 | 598 | 545 | 273 | |
| ¹⁾ HSD _{5%} | typpimäärät N amounts | | | | - |
| ²⁾ -"- | lajikkeet Cultivars | | | | 237 |
| -"- | typpimäärä x lajike | | | | 568 |
| | N amount x cultivar | | | | |

| Lannoitus Fertiliz. | BOORI mg/kg kuiva-ainetta B mg/kg DM | | | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike Cultivar | | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 28.4 | 22.4 | 31.6 | 32.0 | 28.6 |
| 80 | 45.3 | 29.6 | 42.3 | 47.8 | 41.2 |
| 130 | 37.1 | 27.0 | 45.7 | 37.6 | 36.9 |
| 180 | 41.8 | 29.4 | 48.9 | 45.8 | 41.5 |
| 230 | 38.3 | 27.8 | 41.3 | 41.3 | 37.2 |
| x ²⁾ | 38.2 | 27.2 | 41.9 | 40.9 | |
| ¹⁾ HSD _{5%} | typpimäärät N amounts | | | | 7.3 |
| ²⁾ -"- | lajikkeet cultivars | | | | 4.7 |
| -"- | typpimäärä x lajike | | | | 11.6 |
| | N amount x cultivar | | | | |

LIITE 2. Typpimäärien vaikutus neljän rapealehtisen keräsalaattilajikkeen ulkolehtien ravinnepitoisuuksiin (g/kg, mg/kg kuiva-ainetta).

APPENDIX 2. Effect of N application on mineral element content in lettuce outer leaves with four cultivars (g/kg DM, mg/kg DM).

| Lannoitus Fertiliz. | FOSFORI g/kg kuiva-ainetta | | | | P g/kg DM |
|------------------------|----------------------------|----------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike | Cultivar | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 4.33 | 3.02 | 3.59 | 3.86 | 3.70 |
| 80 | 4.44 | 3.05 | 4.13 | 4.65 | 4.07 |
| 130 | 5.13 | 3.47 | 4.52 | 4.02 | 4.28 |
| 180 | 4.97 | 3.32 | 4.61 | 4.35 | 4.31 |
| 230 | 4.69 | 3.68 | 4.51 | 4.20 | 4.27 |
| x ²⁾ | 4.71 | 3.31 | 4.27 | 4.22 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät N amounts | | | | - |
| 2) --" | lajikkeet cultivars | | | | 0.37 |
| --" | typpimäärä x lajike | | | | 1.07 |
| | N amount x cultivar | | | | |

| Lannoitus Fertiliz. | KALIUM g/kg kuiva-ainetta | | | | K g/kg DM |
|------------------------|---------------------------|----------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike | Cultivar | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 67.4 | 66.2 | 58.2 | 62.1 | 63.5 |
| 80 | 47.6 | 61.0 | 68.4 | 81.6 | 64.6 |
| 130 | 88.4 | 70.2 | 70.6 | 83.4 | 78.2 |
| 180 | 70.5 | 67.9 | 65.1 | 83.7 | 71.8 |
| 230 | 88.5 | 68.8 | 68.3 | 78.4 | 76.0 |
| x ²⁾ 6 | 67.9 | 51.3 | 74.8 | 70.5 | |

1) ja 2) ei merkitseviä eroja no signif. diff.

| Lannoitus Fertiliz. | KALSIUM g/kg kuiva-ainetta | | | | Ca g/kg DM |
|------------------------|----------------------------|----------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike | Cultivar | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 18.1 | 18.3 | 15.2 | 21.9 | 18.4 |
| 80 | 18.3 | 18.0 | 19.9 | 25.4 | 20.4 |
| 130 | 20.7 | 21.3 | 19.9 | 24.6 | 21.6 |
| 180 | 20.0 | 19.6 | 20.5 | 27.3 | 21.9 |
| 230 | 21.1 | 21.7 | 20.0 | 26.9 | 22.4 |
| x ²⁾ | 19.6 | 19.8 | 19.1 | 25.2 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät N amounts | | | | - |
| 2) --" | lajikkeet cultivars | | | | 1.8 |
| --" | typpimäärä x lajike | | | | 5.5 |
| | N amount x cultivar | | | | |

| Lannoitus Fertiliz. | MAGNESIUM g/kg kuiva-ainetta | | | | Mg g/kg DM |
|------------------------|------------------------------|----------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike | Cultivar | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 5.40 | 5.16 | 5.08 | 5.82 | 5.36 |
| 80 | 6.44 | 5.96 | 6.25 | 7.14 | 6.45 |
| 130 | 7.27 | 7.00 | 7.31 | 7.67 | 7.31 |
| 180 | 7.66 | 6.53 | 7.84 | 8.62 | 7.66 |
| 230 | 7.80 | 6.58 | 7.69 | 8.37 | 7.61 |
| x ²⁾ | 6.91 | 6.25 | 6.83 | 7.52 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät <i>N amounts</i> | | | 0.87 | |
| 2) --" | lajikkeet <i>cultivars</i> | | | 0.42 | |
| --" | typpimäärä x lajike | | | 1.18 | |
| | <i>N amount x cultivar</i> | | | | |

| Lannoitus Fertiliz. | RIKKI g/kg kuiva-ainetta | | | | S g/kg DM |
|------------------------|------------------------------|----------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike | Cultivar | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 2.64 | 2.10 | 2.41 | 2.93 | 2.52 |
| 80 | 3.14 | 2.25 | 3.22 | 3.74 | 3.09 |
| 130 | 3.39 | 2.60 | 3.26 | 3.20 | 3.11 |
| 180 | 3.34 | 2.22 | 3.42 | 3.59 | 3.14 |
| 230 | 3.25 | 2.45 | 3.42 | 3.14 | 3.06 |
| x ²⁾ | 3.15 | 2.32 | 3.15 | 3.32 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät <i>N amounts</i> | | | 0.59 | |
| 2) --" | lajikkeet <i>cultivars</i> | | | 0.24 | |
| --" | typpimäärä x lajike | | | 0.74 | |
| | <i>N amount x cultivar</i> | | | | |

| Lannoitus Fertiliz. | NATRIUM g/kg kuiva-ainetta | | | | Na g/kg DM |
|------------------------|------------------------------|----------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike | Cultivar | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 0.56 | 0.59 | 0.54 | 0.62 | 0.57 |
| 80 | 0.97 | 0.82 | 1.31 | 1.07 | 1.04 |
| 130 | 1.06 | 1.22 | 1.47 | 1.17 | 1.23 |
| 180 | 0.83 | 0.79 | 1.25 | 1.27 | 1.04 |
| 230 | 0.74 | 1.02 | 1.34 | 1.27 | 1.09 |
| x ²⁾ | 0.83 | 0.88 | 1.18 | 1.08 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät <i>N amounts</i> | | | - | |
| 2) --" | lajikkeet <i>cultivars</i> | | | 0.27 | |
| --" | typpimäärä x lajike | | | 0.89 | |
| | <i>N amount x cultivar</i> | | | | |

| Lannoitus Fertiliz. | KUPARI mg/g kuiva-ainetta | | | | Cu mg/kg DM |
|------------------------|---------------------------|----------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike | Cultivar | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 6.77 | 7.16 | 3.91 | 8.83 | 6.67 |
| 80 | 5.17 | 5.02 | 5.33 | 5.46 | 5.24 |
| 130 | 4.53 | 2.88 | 2.97 | 6.98 | 4.34 |
| 180 | 5.36 | 3.00 | 5.85 | 3.41 | 4.41 |
| 230 | 2.93 | 6.78 | 5.29 | 0.94 | 3.99 |
| x ²⁾ | 4.95 | 4.97 | 4.67 | 5.12 | |

¹⁾ ja ²⁾ ei merkitseviä eroja *no signif. diff.*

| Lannoitus Fertiliz. | SINKKI mg/kg kuiva-ainetta | | | | Zn mg/kg DM |
|---------------------------------|----------------------------|----------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike | Cultivar | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 35.3 | 33.1 | 39.6 | 34.6 | 35.7 |
| 80 | 34.6 | 32.9 | 35.0 | 40.8 | 35.8 |
| 130 | 36.2 | 32.2 | 35.5 | 36.1 | 35.0 |
| 180 | 41.9 | 35.8 | 41.0 | 41.9 | 40.1 |
| 230 | 42.3 | 36.3 | 40.5 | 44.1 | 40.8 |
| x ²⁾ | 38.1 | 34.1 | 38.3 | 39.5 | |
| ¹⁾ HSD _{5%} | typpimäärät N amounts | | | | - |
| ²⁾ -- | lajikkeet cultivars | | | | 5.0 |
| -- | typpimäärä x lajike | | | | 13.0 |
| | N amount x cultivar | | | | |

| Lannoitus Fertiliz. | MANGAANI mg/kg kuiva-ainetta | | | | Mn mg/kg DM |
|------------------------|------------------------------|----------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike | Cultivar | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 40.9 | 59.4 | 32.1 | 16.8 | 37.3 |
| 80 | 27.6 | 65.4 | 55.9 | 44.8 | 48.4 |
| 130 | 40.3 | 58.5 | 32.5 | 48.3 | 44.9 |
| 180 | 48.3 | 52.3 | 60.4 | 50.7 | 52.9 |
| 230 | 57.3 | 54.7 | 28.0 | 34.3 | 43.6 |
| x ²⁾ | 42.9 | 58.1 | 41.8 | 39.0 | |

¹⁾ ja ²⁾ ei merkitseviä eroja *no signif. diff.*

| Lannoitus Fertiliz. | RAUTA mg/kg kuiva-ainetta | | | | Fe mg/kg DM |
|------------------------|---------------------------|--------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike Cultivar | | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 5497 | 6197 | 4998 | 3379 | 5018 |
| 80 | 4612 | 6511 | 6727 | 5986 | 5959 |
| 130 | 3928 | 5579 | 3090 | 6640 | 4809 |
| 180 | 4668 | 3873 | 5616 | 5471 | 4907 |
| 230 | 5554 | 4455 | 5254 | 7229 | 5623 |
| x ²⁾ | 4852 | 5323 | 5137 | 5741 | |

1) ja 2) ei merkitseviä eroja *no signif. diff.*

| Lannoitus Fertiliz. | BOORI mg/g kuiva-ainetta | | | | B mg/kg DM |
|------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|-----------------|
| | Lajike Cultivar | | | | |
| N kg/ha | Bix | Ithaca | Kelvin | Malika | x ¹⁾ |
| 0 | 41.3 | 33.6 | 35.4 | 43.9 | 38.5 |
| 80 | 43.7 | 32.0 | 43.2 | 47.9 | 41.7 |
| 130 | 45.5 | 40.2 | 42.9 | 46.0 | 43.6 |
| 180 | 42.6 | 34.6 | 41.2 | 47.4 | 41.4 |
| 230 | 43.4 | 39.9 | 44.2 | 43.7 | 42.8 |
| x ²⁾ | 43.3 | 36.1 | 41.4 | 45.8 | |
| 1) HSD _{5%} | typpimäärät N amounts | | | | - |
| 2) -"- | lajikkeet Cultivars | | | | 3.3 |
| -" | typpimäärä x lajike | | | | 12.5 |
| | N amount x cultivar | | | | |

TYPPILANNOITUKSEN VAIKUTUS RAPEIDEN KERÄSALAATILAJIKKEIDEN SATOON JA SADON LAATUUN

Effect of nitrogen fertilization on the yield and yield quality of crisphead lettuce cultivars

Raili Pessala¹, Raili Jokinen² ja Marja Aaltonen³

Maatalouden tutkimuskeskus

¹Puutarhatuotannon tutkimuslaitos

²Ympäristöntutkimuslaitos

³Hämeen tutkimusasemakeskus

TIIVISTELMÄ

Lannoitteena annetun typpimäärän lisääminen 120 kg:sta 160 kg:aan hehtaaria kohden ei vaikuttanut seitsemän tutkitun rapealehtisen salaattilajikkeen kerän kokoon eikä kokonaissadon määrään. Tuoreesta salaatista mitattiin merkitsevästi korkeamat nitraattipitoisuudet suuremman typpimäärän saaneista koejäsenistä kuin pienemmän typpimäärän saaneista. Poikkeuksena kuitenkin lajike Kelvin.

Tekijöiden osuudet: Raili Pessala hoiti kokeet, laski tulokset ja laati käsikirjoituksen, Raili Jokinen suunnitteli tutkimuksen ja osallistui käsikirjoituksen tekoon, Marja Aaltonen valvoi nitraattipitoisuuksien analysointia.

JOHDANTO

Puutarhatuotannon tutkimuslaitoksella oli vuonna 1988 meneillään rapealehtisen salaatin lajikekoe. Tämän kokeen yhteydessä pyrittiin selvittämään mukana olleilla lajikkeilla niiden nitraatin otossa mahdollisesti ilmenevät erot ja samalla typpilannoituksen vaikutus sadon määrään ja laatuun.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Koejärjestelyt

Koe perustettiin osaruutumenetelmällä, jossa typpilannoitus oli pääruudussa ja lajike osaruudussa. Typpitasoja oli kaksi, 120 kg N/ha ja 160 kg N/ha. Osaruuduissa olivat seuraavat seitsemän lajiketta: Calona, Crispino, Kelvin, Malika, RS 822560, Salinas ja Telda. Kerranteita oli pääruudussa kolme. Koeruudun koko oli 4,2 m² ja sato korjattiin 3,85 m²:n alalta. Vas- taavat taimimäärät olivat 48 ja 44 kpl.

Taulukko 1. Lannoitus rapean salaatin kokeessa 1988.

Table 1. Fertilization in the crisphead lettuce trial in 1988.

| Lannoite Fertilizer | Lann. aika Date of fert. | Lann.määrä kg/ha Fertilizer kg/ha | | Typpimäärä kg/ha N kg/ha | |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|----------|-----------------------------|----------|
| | | Taso I | Taso II | Taso I | Taso I |
| | | Level I | Level II | Level I | Level II |
| Puutarhan Y-lannos 1 Comp. fert. 10-7-14 | 11.5. | 800 | 800 | 80 | 80 |
| Kalkkisalpietari Calcium nitrate | 11.5. | - | 260 | | 40 |
| - " - | 15.6. | 260 | 260 | 40 | 40 |
| Magnesiumsulfaatti Magnesium sulphate | 11.5. | 300 | 300 | | |
| N-määrät yhteensä Total N amount | | | | 120 | 160 |

Viljely

Maalaji oli karkea hieta, jonka viljavuusluvut olivat vuoden 1986 marraskuussa otetuissa näytteissä seuraavat:

| | pH | Ca | K | P | Mg |
|---------|-----|------|-----|------|----|
| Näyte 1 | 6,6 | 1686 | 174 | 19,6 | 81 |
| -"- 2 | 6,9 | 1476 | 169 | 27,5 | 65 |

Salaattimaa lannoitettiin ruuduittain 1000 kilolla Puutarhan Y-lannos 1 (10-7-14) ja 260 kilolla kalkkisalpietaria hehtaarille. Lisäksi annettiin 300 kg/ha magnesiumsulfaattia (19 % Mg) (Taulukko 1).

Salaatti kylvettiin 3.5. kasvuturpeella täytettyihin Vefi-lokerikkoihin (42 mm). Taimet kasvatettiin polykarbonaattilevyllä katetussa kasvihuoneessa. Ennen 30. toukokuuta tapahtunutta avomaalle istutusta taimet kasteltiin 0,15 prosenttisella kalkkisalpietariliuoksella. Istutetut taimet suojattiin viikon ajaksi harsokatteella, joka otettiin pois 6.6. Salaattimaalta kitkettiin rikkakasvit 7.6. Kesäkuussa annetun typpilisäyksen jälkeen salaattimaa sadetettiin, 16. kesäkuuta.

Sato korjattiin heinäkuussa kolmasti, 7., 12. ja 15.7., kerien valmistumisen mukaan. Sato lajiteltiin kaupan laatuvaatimusten mukaan I ja II luokkaan sekä lisäksi kasvitautien vioittamiin ja muuten vioittuneisiin. Lajittelyryhmistä laskettiin kapp-

lemäärät ja kerät punnittiin ryhmittäin. Jokaisesta kerranteesta otettiin näyte, josta määritettiin kuiva-aine sekä nitraattityppi. Kuivatusta, jauhetusta näytteistä nitraattityppi uutettiin kylmällä vedellä ja uutteen nitraattipitoisuus määritettiin sulfanilamidilla värjätystä liuoksesta AKEA-laitteella (NOVOZAMSKY ym. 1983). Näistä laskettiin nitraattipitoisuudet tuoresatoa kohden.

Kasvukauden sää

Vuoden 1988 touko- kesä- ja heinäkuu olivat normaalia lämpimämpiä. Kesäkuun keskilämpötila oli Piikkiössä 17,2 °C ja heinäkuun 19,3 °C. Vastaavat pitkäaikaiset keskiarvot vuosilta 1931-60 ovat 14,0 °C ja 17,3 °C. Sateita salaatin kasvuaikana esiintyi niukasti, kuitenkin yksi hyvin runsas sade, 52 mm, 24.6.

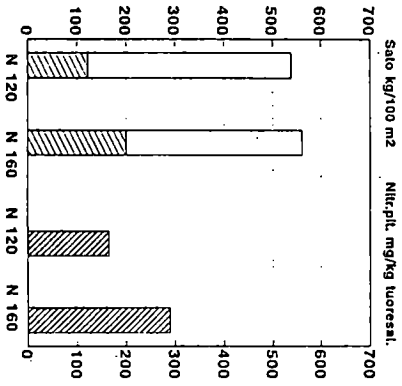
TULOKSET JA TARKASTELU

Typpilannoituksella ei ollut vaikutusta kokonaissadon määrään eikä kerän kokoon (Kuva 1, Taulukko 2). Lajikkeet Salinas, Telda ja Kelvin antoivat pienellä typpimäärällä enemmän I luokan satoa kuin suurella, mutta keskimäärin I luokan satoa saatiin 160 kg/ha typpimäärällä lannoitetuista 16 % enemmän kuin 120 kg typpeä saaneista. Salaattisato oli muuten laadultaan hyvää, mutta kerissä esiintyi melko runsaasti sienitaudin aiheuttamaa mädäntymistä kerän pohjassa. Sienimääritystä ei tehty, mutta ilmeisesti tauti oli *Rhizoctonia* sp.:n aiheuttamaa seittimätää. Tätä esiintyi enemmän niillä ruuduilla, jotka olivat saaneet pienen typpimäärän.

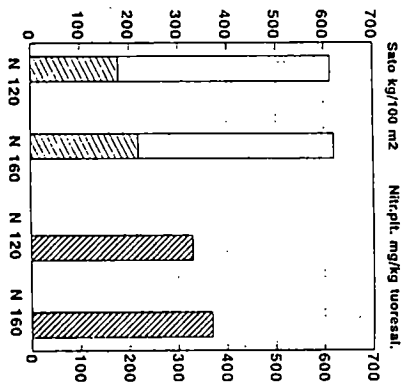
Heinäkuun alussa otettiin typpitasoilta kerranteittain maanäytteenä, joista määritettiin typpipitoisuus. Typpeä oli maassa hyvin vähän, pienemmän typpilannoituksen saaneessa maassa ammoniumtyppeä oli 4 ja nitraattityppeä 14 mg/l. Suuremman typpilannoituksen saaneessa maassa vastaavat lukemat olivat 3 ja 9 mg/l.

Sadon nitraattipitoisuudet olivat pieniä (Kuva 1), vain noin 10 % Keski-Euroopan maissa käytössä olevista raja-arvoista (BENOIT ja CEUSTERMANS 1989). Typpimäärän lisääminen lisäsi nitraatin kertymistä keriin. Suuren typpilannoituksen saaneissa kerissä oli keskimäärin 25 % enemmän nitraattia kuin pienen typpimäärän saaneissa. Saadut tulokset ovat saman suuntaisia muutamien muiden kanssa. Saksassa HARTRATH (1986) sai 120 ja 160 kilon typpilannoituksilla keräsalaatteja, joiden nitraattipitoisuus oli 187 ja 330 mg/kg tuoresatoa. Kahtena eränä annetuilla typpimäärillä (90+30 kg, 120+30 kg) jäi salaatin tuoresadon nitraattipitoisuus alle 1000 mg/kg (WEIER ja SCHARPF 1989). Kerän paino ei poikennut tässä tutkimuksessa saadusta.

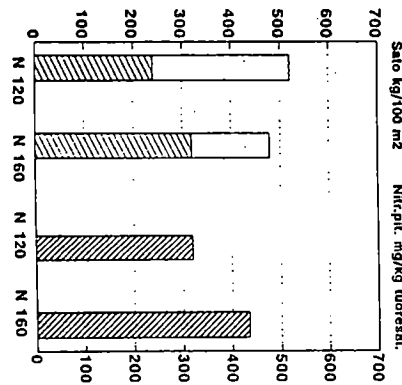
Calona AH



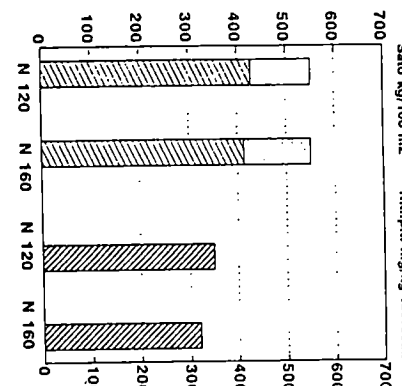
Crispino RS



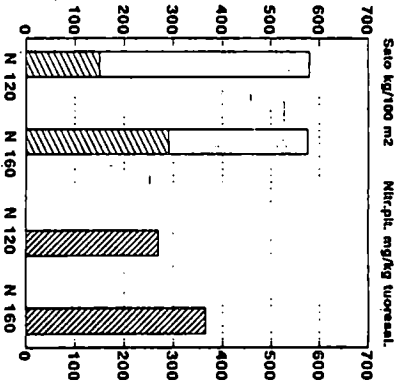
Malika AH



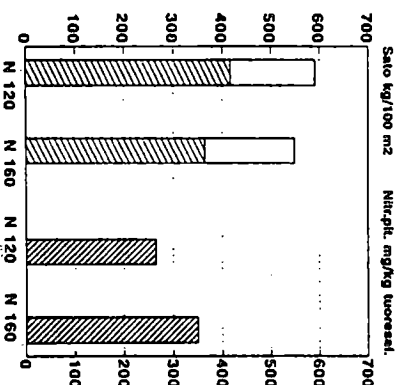
Kelvin RS



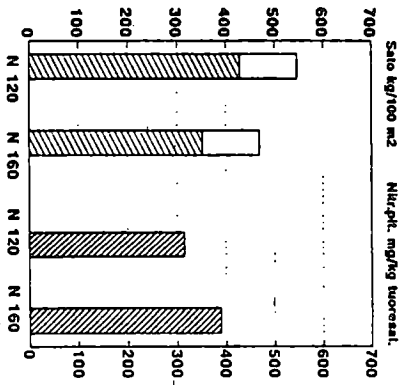
RS 822560



Salinas A



Telda RS



Satotulos ja nitraattipitoisuus
Yield and nitrate content

I sato kok. sato nitripit.
 I class total yield nitr. content
 Tukey'n testi:
 Tukey's test:
 RSD P=0,05
 Lajikkeet, kultivars Kok.sato I lk. (kg/m²)
 Typitasonot, nitrogen levels Total yield I class
 ns 73 178
 Nitraattipitoisuus:
 Nitrate content:
 F-arvo, F-value: 7,643, P=0,0087
 X ± SE N 120: 287 ± 20
 N 160: 367 ± 21

Kuva 1. Rapeiden keräsalatallajikkeiden kokonaisato ja I luokan osuus siitä sekä sadon nitraattipitoisuus tuoresadosta lasketuna tyyppitasoilla 120 ja 160 kg/ha.
 Fig. 1. Total yield of crisphead lettuce cultivars and proportion of first class lettuces as well as nitrate concentration of yields (mg NO₃/kg fresh weight) at nitrogen levels of 120 and 160 kg/ha.

Taulukko 2. Sadon kappalemäärät, kerien keskipainot sekä sadon lajittelu rapean salaatin kokeessa 1988.

Table 2. Numbers and mean weights of the heads, grading of the yield in the crisphead lettuce trial in 1988.

| Typпитaso/ lajike N level cultivar | Kpl/100 m ² Number of heads per 100 m ² Kok. I Tot. I | Kerän Mean Koko Total g | keskipaino, g head weight, g sato I lk yield First cl. sl. g sl. rat. rat. I II | Lajittelu p-% Grading w-% kasv. muut taut. dise- oth. ase | | | | | | |
|---|--|-------------------------------------|--|--|-----|-----|----|---|----|---|
| Typpilannoitus N fertilization 120 kg/ha N | | | | | | | | | | |
| Calona AH ¹⁾ | 1134 | 286 | 476 | 100 | 428 | 100 | 23 | 0 | 77 | 0 |
| Cispino RS | 1143 | 320 | 536 | 100 | 556 | 100 | 29 | 1 | 70 | 0 |
| Kelvin RS | 1143 | 874 | 482 | 100 | 491 | 100 | 78 | 1 | 19 | 2 |
| Malika AH | 1134 | 545 | 458 | 100 | 440 | 100 | 46 | 0 | 54 | 0 |
| RS 822560 | 1126 | 329 | 516 | 100 | 455 | 100 | 26 | 0 | 74 | 0 |
| Salinas A | 1108 | 710 | 495 | 100 | 512 | 100 | 66 | 2 | 31 | 1 |
| Telda RS | 1134 | 874 | 482 | 100 | 490 | 100 | 78 | 1 | 20 | 1 |
| keskiarvo mean | 1132 | 563 | 492 | | 482 | | | | | |
| Typpilannoitus N fertilization 160 kg/ha N | | | | | | | | | | |
| Calona AH | 1143 | 390 | 491 | 103 | 513 | 120 | 36 | 0 | 64 | 0 |
| Crispino RS | 1134 | 416 | 547 | 102 | 525 | 94 | 35 | 0 | 65 | 0 |
| Kelvin RS | 1134 | 848 | 485 | 101 | 488 | 99 | 75 | 2 | 22 | 1 |
| Malika AH | 1134 | 788 | 422 | 92 | 405 | 92 | 67 | 0 | 33 | 3 |
| RS 822560 | 1143 | 589 | 504 | 98 | 494 | 109 | 51 | 1 | 49 | 0 |
| Salinas A | 1143 | 779 | 517 | 104 | 535 | 104 | 71 | 1 | 29 | 0 |
| Telda RS | 1143 | 848 | 411 | 85 | 415 | 85 | 75 | 2 | 19 | 5 |
| keskiarvo mean | 1139 | 665 | 482 | | 482 | | | | | |
| HSD p=0.05 | | | | | | | | | | |
| Lajikkeet Cultivar | 388 | | | | | | | | | |

¹⁾ Lajikkeen jalostajan nimilyhenteen selvennys:

Initials of plant breeder

AH = A. Hansens Amagerfrö

RS = Royal Sluis

A = Asgrow Seed Company

Lajikkeista Kelvin erottui muista siten, että tällä lajikkeella nitraattia oli enemmän 120 kg kuin 160 kg N/ha saaneessa sadossa (Kuva 1). PIETOLA ym. (1991) totesivat myös lajikkeen Kelvin poikkeavan muista heidän testaamistaan lajikkeista vähiten nitraattia keräävänä. Lajike Calona keräsi tässä kokeessa nitraattia merkitsevästi vähemmän kuin muut lajikkeet, mutta kuitenkin niin, että alhaisella typpitasolla nitraattia kertyi lehdistöön selvästi vähemmän kuin korkealla typpitasolla (Kuva 1).

KIRJALLISUUS

- BENOIT, F. & CEUSTERMANS, N. 1989. Recommendations for the commercial production of butterhead lettuce in NFT. Soilless Culture: 5: 1-12.
- HARTRATH, H. 1986. Düngung von Kopfsalat. Gemüse 1986, 4: 192-193.
- NOVOZAMSKY, J., HOUBA, V. J. G., EIJK, D. van der & ECK, R. van 1983. Notes on determination of nitrate in plant material. Netherland J. Agric. Sci. 31: 239-248.
- PIETOLA, L., MÄKILÄ, J. & JOKINEN, R. 1991. Salaattipellon typpipäästöt huomattavat. Puutarha 94: 394-395.
- WEIER, V. & SCHARPF, H.C. 1989. Stickstoffdüngung von Kopf- und Eissalat. Gemüse 1989, 2: 70-72.

SUMMARY

Nitrogen fertilization amounts of 80+40 and 120+40 kg N/ha had no effect on total head weight, first class head weight and yield per 100 m² of the seven cultivars (Calona, Crispina, Kelvin, Malika, RS 822560, Salinas and Telda). The nitrate content of heads increased by 25 per cent (from 290 mg/kg to 360 mg/kg FW). The nitrate content of 'Kelvin' was low at the high level of N fertilization, and nitrate content of 'Calona' at low N level.

