
LANNOITUKSEN JAKAMISEN VAIKUTUS KEVÄTVEHNÄN SADON MÄÄRÄÄN JA LAATUUN



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Mustiala, kevät 2014

Juho Juusela



MUSTIALA

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Maatilatalouden suuntautumisvaihtoehto

Tekijä

Juho Juusela

Vuosi 2014**Työn nimi**

rään ja laatuun

Lannoituksen jakamisen vaikutus kevätvehnän sadon mää-

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli verrata jaettuna ja kylvön yhteydessä annetun typpilannoituksen vaikutuksia kevätvehnän sadon määrään ja keskeisiin laatutekijöihin. Tavoitteena oli kerätä tietoa ja tuloksia, joita voidaan hyödyntää kevätvehnän lannoitusta suunniteltaessa. Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Raisioagro Oy.

Työn teoriaosuudessa keskitytään kevätvehnän viljelyyn, käyttöön, lannoitukseen ja laatutekijöihin. Lisäksi perehdytään lisälannoitustarpeen määrittämistapoihin ja erilaisiin lisälannoitustapoihin.

Tutkimuksen pohjamateriaalina käytettiin Raisioagro Oy:n sopimusviljelijöiltä kerättyä lohkokorttimateriaalia, joka yhdistettiin Raisioagro Oy:lle toimitettujen kevätvehnäerien vastaanottonäytteiden laatutietoihin. Aineisto koostui 717 kevätvehnälohkon tiedoista vuosilta 2010-2012.

Tulosten käsittelyssä haasteena oli erottaa ja sulkea pois eri tekijöiden vaikutuksia satotasoon ja laatuun. Erityisesti kasvukauden sääolosuhteilla, pellon maalajilla ja esikasvilla näytti tutkimuksen perusteella olevan merkittävä vaikutus sekä sadon määrään että laatuun.

Tarkastelussa olleiden vuosien kasvuolosuhteet olivat hyvin erityyppiset, mikä näkyi vuosittaisena vaihteluna sadon määrässä ja laadussa. Materiaalin perusteella jaettuna annettu typpilannoitus paransi sadon määrää kaikkina tarkasteluvuosina. Vaikutukset sadon valkuaispitoisuuteen vaihtelivat vuosittain.

Avainsanat Kevätvehnä, vehnä, lannoitus, valkuainen, typpi

Sivut 38 s.

Mustiala
Degree Programme in Agricultural and Rural Industries
Agriculture Option

Author Juho Juusela **Year** 2014

Subject of Bachelor's thesis The split of fertilization of spring wheat and its impact on the amount and quality of harvest

ABSTRACT

The aim of this Bachelor's thesis was to study the split of fertilization of spring wheat and compare the differences it causes to spring wheat quality and the amount of spring wheats yields. The commissioner of this Bachelor's thesis was Raisioagro Oy.

The theoretical part of thesis consists of an introduction to the cultivation, usage, fertilization and quality of spring wheat in Finland. It also includes parts about the determination of need for additional fertilization and different ways to fertilize during growing season.

The material of this bachelor's thesis consists of cultivation accounting and the quality values of spring wheat that was delivered to Raisioagro Oy. The cultivation accounting was collected from Raisioagro Oy's contract farmers and it includes 717 field plots for the years 2010-2012.

The processing of the results was challenging because there were so many factors impacting on the amount and quality of harvest. Especially the weather conditions of each growing season, soil and preceding crop had significant impact on both the quality and amount of yield.

The three growing periods that were under investigation had very different growing conditions. That was seen as yearly differences on quality and amount of yield. Based on the study the split of fertilization improved the amount of yield. Impacts on the protein content of wheat varied between the years.

Keywords Spring wheat, wheat, fertilization, protein, nitrogen

Pages 38 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	VEHNÄN VILJELY JA KÄYTTÖ SUOMESSA	1
2.1	Kevätvehnän viljely alueittain	2
3	VEHNÄN LAATUVAATIMUKSET	2
3.1	Yleiset laatuvaatimukset	2
3.2	Valkuaispitoisuus	3
3.2.1	Valkuaisen muodostuminen	3
3.3	Hehtolitraino	4
3.4	Sakoluku	4
4	KEVÄTVEHNÄN LANNOITUS	5
4.1	Kasvin tarvitsemat ravinteet	5
4.1.1	Typpi	7
4.1.2	Fosfori	8
4.1.3	Kalium	8
4.1.4	Rikki	8
4.1.5	Muut ravinteet	9
4.2	Ravintetarve kasvukauden aikana	9
4.3	Ympäristötuen ehtojen mukainen lannoitus kevätnähällä	10
4.4	Kylvölannoitus	11
4.5	Lisälannoitustarpeen määrittäminen	12
4.5.1	Typpilannoitusikkuna	14
4.6	Lisälannoituksen ajankohta	15
4.7	Lisälannoitustavat	16
5	TUTKIMUSAINIISTO JA -MENETELMÄT	17
5.1	Lohkokorttimateriaali	17
5.2	Kevätvehnän laatutiedot	18
6	JAETUN LANNOITUKSEN KÄYTTÖ TUTKIMUSAINIISTOSSA	18
6.1	Jaetun lannoituksen käyttö vuosittain	18
6.2	Lajikkeet	19
6.3	Lannoituksen määrä	19
6.4	Lisälannoitustyytit typpilannoituksen jakaneilla	20
6.5	Lisälannoituksen typpimäärä	21
6.6	Lisälannoituksen ajankohta	21
7	VAIKUTUS SATOTASOON	22
7.1	Esikasvin vaikutus satotasoon	22
7.2	Maalajin vaikutus satotasoon	23
7.3	Tautitorjunnan vaikutus satotasoon	23
7.4	Typpilannoitustason vaikutus satotasoon	24
7.5	Lajikkeen vaikutus satotasoon	25

7.6	Ennen tähkälletuloa tehdyn lisälannoituksen vaikutus satotasoon	27
8	VAIKUTUS VALKUAIKSPITOISUUTEEN	28
8.1	Esikasvin vaikutus valkuaispitoisuuteen	28
8.2	Tautitorjunnan vaikutus valkuaispitoisuuteen	29
8.3	Maalajin vaikutus valkuaispitoisuuteen	29
8.4	Typpilannoitustason vaikutus valkuaispitoisuuteen.....	30
8.5	Lajikkeen vaikutus valkuaispitoisuuteen.....	30
8.6	Tähkälletulon aikaan ja jälkeen tehdyn lisälannoituksen vaikutus valkuaispitoisuuteen.....	31
9	VAIKUTUS HEHTOLITRAPAINOON	32
9.1	Tautitorjunnan vaikutus hehtolitrainoon.....	32
9.2	Typpilannoitustason vaikutus hehtolitrainoon	32
9.3	Lajikkeen vaikutus hehtolitrainoon	33
9.4	Jaetun typpilannoituksen vaikutus hehtolitrainoon lajikkeittain.....	33
10	PÄÄTELMÄT	34
	LÄHTEET	36

1 JOHDANTO

Suomessa kevätiljosten lannoitus on perinteisesti perustunut keväällä kylvön yhteydessä tehtävään sijoituslannoitukseen. Viime vuosina Keski-Euroopassa yleinen tapa antaa osa kasvin tarvitsemista lannoitteista kylvön yhteydessä ja täydentää lannoitusta tarvittaessa kasvukauden aikaisilla lisälannoituksilla on kuitenkin yleistynyt myös Suomessa. Jaettua lannoitusta käytetään Suomessa erityisesti vehnällä, joka on kasvuajaltaan muita viljoja pidempi.

Jaetun typpilannoituksen hyötynä pidetään mahdollisuutta säätää lannoitustasoa kasvukauden olosuhteiden ja kasvin tarpeiden mukaan. Huonoissa olosuhteissa lisälannoitusta voidaan pienentää tai se voidaan jättää tekemättä, jolloin syntyy säästöä lannoitekustannuksissa eikä ylimääräinen lannoite päädy kuormittamaan ympäristöä. Toisaalta kasvukaudella annettavan lisälannoitteen levitys aiheuttaa kustannuksia, koska lannoitteen levitys joudutaan yleensä tekemään erillisenä työvaiheena. Jaetun lannoituksen käyttö nopeuttaa kuitenkin yleensä kylvötyötä keväällä, kun kylvölannoittimen täyttöväli pitenee.

Suomessa kevätvehnää viljellään pääasiassa myllyviljaksi, mutta myös viljely rehuikäyttöön on yleistynyt. Tässä opinnäytetyössä perehdytään jaettuun typpilannoitukseen ja tutkitaan jaetun typpilannoituksen vaikutuksia kevätvehnän sadon määrään ja laatuun. Tutkimuksen pohjamateriaalina käytettiin Raisioagro Oy:n sopimusviljelijöiden toimittamia lohkokortteja ja Raisioagro Oy:n vastaanottamien kevätvehnäerien laatutietoja vuosilta 2010–2012.

2 VEHNÄN VILJELY JA KÄYTTÖ SUOMESSA

Kevätvehnän viljelyala on kasvanut Suomessa vuoden 2000 alasta lähes kaksinkertaiseksi. Viime vuosina kevätvehnän viljelyalassa ei ole kuitenkaan tapahtunut suuria muutoksia. Suomessa viljeltiin vuosina 2008–2012 vehnää vuosittain 211 200–253 400 hehtaarin alalla, josta kevätvehnän osuus on vaihdellut 188 900–214 000 hehtaarin välillä. Näinä vuosina vehnä on ollut ohran ja kauran jälkeen kolmanneksi eniten viljelty viljalaji Suomessa. (Satotietoja 1995–2012 2013)

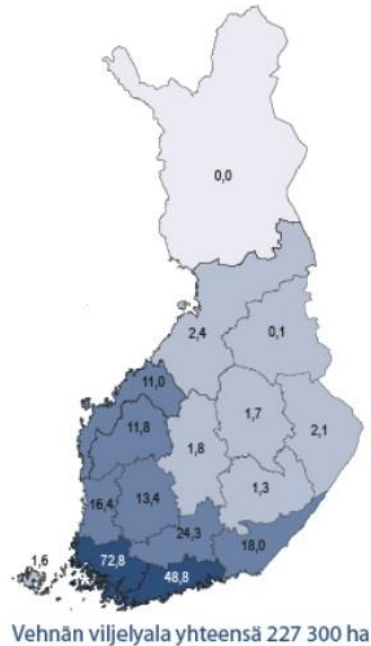
Vuosina 2008–2012 kevätvehnän keskimääräinen hehtaarisato Suomessa vaihteli 3 370–4 120 kilon välillä ja kokonaissato 635,9–823,3 miljoonan kilon välillä (Satotietoja 1995–2012 2013). Vehnän kulutus Suomessa on vuosittain noin 680 miljoonaa kiloa. Tästä elintarviketeollisuudessa käytetään noin 260 miljoonaa kiloa, rehuteollisuuden raaka-aineena noin 200 miljoonaa kiloa, rehuna maataloilla noin 155 miljoonaa kiloa ja siemeneksi noin 65 miljoonaa kiloa. (Viljatase 04/05–11/12 2013)

Vuosina 2008–2012 vehnää on viety Suomesta enemmän kuin tuotu lukuun ottamatta satovuotta 2008/2009. Viennin määrä on vaihdellut viime vuosina 6–248 miljoonan kilon välillä ja tuonnin määrä 8–55 miljoonan kilon välillä. Vuosittaisiin tuonti- ja vientimääriin vaikuttaa oleellisesti ko-

timaan sadon määrän ja laadun lisäksi markkinatilanne maailmalla. (Viljastase 04/05–11/12 2013).

2.1 Kevätvehnän viljely alueittain

Kevätvehnän viljelyalue painottuu Etelä-Suomen alueelle. Vuonna 2012 yli puolet Suomen vehnäalasta oli Varsinais-Suomen ja Uudenmaan alueilla (Kuva 1.). Kevätvehnää voidaan viljellä lähes koko maan viljanviljelyalueilla, kun valitaan viljelyyn aikaisia lajikkeita (Farmit.net n.d.)

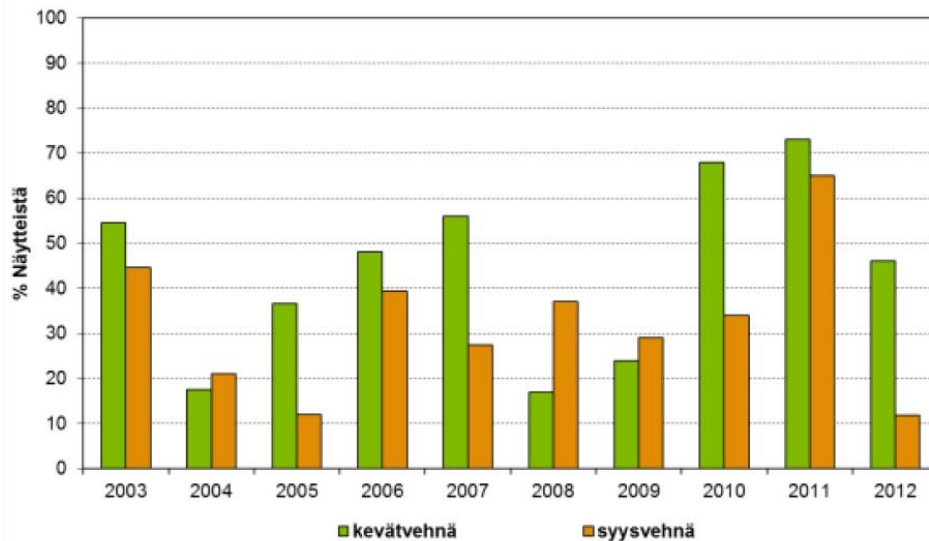


Kuva 1. Vehnän viljelyala Suomessa alueittain vuonna 2012. (Tike 2013, 5.)

3 VEHNÄN LAATUVAATIMUKSET

3.1 Yleiset laatuvaatimukset

Myllylaatuisen kevätvehnän keskeisiä laatukriteereitä ovat yli 78 kg hehtolitraino, yli 12,5 % valkuaispitoisuus sekä yli 180 sakoluku. Myllylaadun kriteerit täyttävä prosenttiosuus vehnäsadosta vaihtelee Suomen olosuhteissa merkittävästi vuosittain (Kuvio 1.). Laatukriteerit saattavat vaihdella viljan ostajan ja käyttötarkoituksen mukaan. (Viljan laatu 2012)



Kuvio 1. Kevät- ja syysvehnien myllyviljaksi kelpaavien näytteiden osuudet Eviran viljasadon laatusurannassa vuosina 2003–2012. (Viljaseula 2012, 15)

Muita myllyvehnän laatukriteereitä ovat kosteus, leivontalaatua kuvaavat sitkopitoisuus ja Zeleny-luku ja roskien, vihreiden jyvien, vieraiden viljalajien sekä muiden rikkajyvien määrät. Lisäksi viljan pitää olla puhdasta ja hygienialtaan elintarvikkeeksi sopivaa eikä siinä saa olla tuholaisia, ulosteita tai torjunta-ainejäämiä. Lisäksi viljan hometoksiinien enimmäismäärille on säädetty rajat elintarvikekäyttöön ja rehuikäyttöön meneville vehnäerille. (Viljelyopas 2014, 9.)

3.2 Valkuaispitoisuus

Vehnän valkuaispitoisuus eli proteiinipitoisuus on tärkeä kriteeri sekä elintarvikekäytössä leivontalaatua että rehuikäytössä ruokinnallisia ominaisuuksia arvioitaessa. Valkuaisen määrän lisäksi myös sen laatu on merkittävä ominaisuus. Vehnän valkuaispitoisuuden kasvu lisää nostatetun leivän tilavuutta ja parantaa sen rakennetta. (Viljan laatu 2012)

Tärkeimpiä kevätvehnän valkuaisen määrään vaikuttavia tekijöitä ovat viljelylaji, lannoituksen määrä ja ajankohta, maalaji sekä kasvukauden sääolosuhteet (Kleemola 2009, 17). Vuosina 2008–2012 Eviran Viljasadon laatusurannassa (2013) kevätvehnän keskimääräinen valkuaispitoisuus on vaihdellut 12,0–14,7 % välillä. Kevätvehnällä 12,5 % valkuaispitoisuuden yllä vuosina 2010 ja 2011 yli 90 % näytteistä ja vuonna 2012 60 % näytteistä.

3.2.1 Valkuaisen muodostuminen

Valkuaisaineet eli proteiinit ovat typpipitoisia orgaanisia yhdisteitä, jotka ovat elintoiminnoille välttämättömiä. Proteiinit ovat rakenteeltaan monimuotoisia. Ne muodostuvat ketjumaisista polypeptideistä, jotka taas koostuvat toisiinsa sitoutuneista aminohapoista. Proteiineissa on tavallisesti 20

erilaista aminohappoa. Kasvit valmistavat tarvitsemansa aminohapot ja niistä muodostuvat proteiinit itse. Eläimet pystyvät valmistamaan vain osaa aminohapoista, joten osa tarvittavista aminohapoista on saatava ravinnon mukana. (Aminohapot ja valkuaisaineet n.d.)

Proteiinit ovat rakennusaineena kaikissa soluissa. Lisäksi ne suorittavat useimmat solun toiminnoista. Proteiinit osallistuvat typpi-, neste-, pH- sekä kaliumin ja natriumin tasapainon ylläpitämiseen ja toimivat molekyylien liikuttajina soluun ja solusta. Lisäksi ne voivat toimia solun puolustajina, esimerkiksi vasta-aineina eliön kohtaamia uhkia, kuten bakteereita vastaan. (Aminohapot ja valkuaisaineet n.d.)

Proteiinien muodostuminen solussa on monimutkainen reaktioketju. Solut tuottavat proteiineja DNA:ssa olevien ohjeiden mukaisesti, jolloin syntyy lähetti-RNA, jonka perusteella solulimassa muodostuu aminohapoista koostuva polypeptidiketju. Tätä vaihetta kutsutaan translaatioksi. Translaation jälkeen muodostunut polypeptidiketju laskostuu vielä oikeaan muotoon. Osa polypeptidiketjuista käy vielä läpi kemiallisia reaktioita toimiakseen oikein. (Aminohapot ja valkuaisaineet n.d.)

3.3 Hehtolitraino

Viljan ominaispaino eli hehtolitraino kuvaa viljan kuntoa, eli yksinker-taistaen, mitä suurempi hehtolitraino, sitä parempaa vilja on. Hehtolitra-painolla on myös yhteys viljasta myllyssä saatavaan jauhatustulokseen. Myllylaatuisen vehnän tilavuuspainon alarajana pidetään yleisesti 76–78 kg hehtolitrainoa. (Viljan laatu 2012)

Hehtolitrainoon vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa jyvien koko ja muoto sekä roskaisuus. Hehtolitrainoltaan korkean vehnän ominaisuuksia ovat suuri ja tasalaatuinen jyväkoko ja alhainen rikkapitoisuus. Lajike on merkittävä hehtolitrainoon vaikuttava tekijä. Tilavuuspainoa voivat alentaa muun muassa heikko ravinnetila pellossa, lakoutuminen, kuivuus ja kasvitaudit. (Viljan laatu 2012) Vuosina 2008–2012 kevätvehnän keskimääräinen hehtolitraino on ollut 77,3–81,1 kilon välillä (Viljasadon laatu 1995-2012).

3.4 Sakoluku

Sakoluku on yksi tärkeimmistä leipäviljan laatukriteereistä. Se kuvaa viljan leipoutuvuutta. Leipävehnällä perushintaisen viljan sakoluvun on oltava vähintään 180 ja optimaalisena sakolukuna vehnäjauhoilla pidetään 230–280, sillä myös liian korkea sakoluku heikentää leivontalaatua. Rehu-käyttöön menevän vehnän sakoluvulla ei ole merkitystä. (Peltokasvien tuotanto 2008, 53.)

Sakoluvulla tarkoitetaan viljan itämisastetta. Itäneillä jyvillä sakoluku on alhaisempi kuin jyvillä, jotka eivät ole vielä kypsyneet. Korkeimmillaan sakoluku on tuleentumisen aikaan, kun yhteyttämisessä muodostuneet sokerit muodostavat tärkkelystä jyvään. Tämän jälkeen tärkkelys alkaa pilk-

koutua alfa-amylaasientsyymien vaikutuksesta ja sakoluku alkaa laskea. (Peltokasvien tuotanto 2008, 54.)

Sakolukuun vaikuttavat erityisesti sääolosuhteet tuleentumisen ja korjuun välillä sekä viljelty lajike ja sen sakoluvun kestävyys. (Peltokasvien tuotanto 2008, 54) Vuosina 2008–2012 kevätvehnän keskimääräinen sakoluku on vaihdellut välillä 239–352 (Viljasadon laatu 1995–2012).

4 KEVÄTVEHNÄN LANNOITUS

4.1 Kasvin tarvitsemat ravinteet

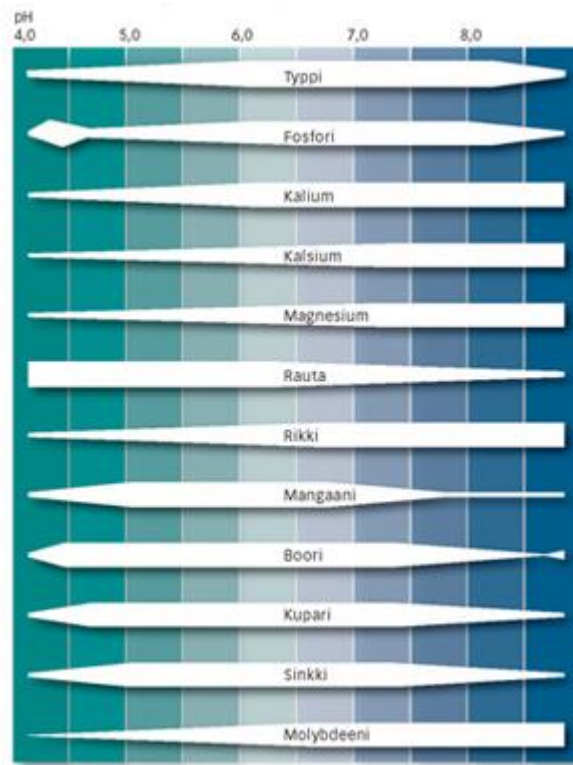
Vilja tarvitsee eri alkuaineita kehittyäkseen siemenestä täysikasvuiseksi ja tuottamaan uusia siemeniä. Nämä kasvuravinteet vaikuttavat viljan kasvuun ja sadon laatuun ja määrään. Osaa näistä alkuaineista vilja tarvitsee suurempia määriä kuin toisia, mutta kaikki näistä aineista ovat kasville välttämättömiä. Nykytiedon mukaan kasville välttämättömiä alkuaineita on 16. Näiden alkuaineiden lisäksi myös muista alkuaineista voi olla kasville hyötyä, mutta ne eivät ole kasvin kehitykselle välttämättömiä. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 6.)

Kasvin käytössä olevien ravinteiden lisäksi kasvuun vaikuttavat myös useat muut tekijät. Kasvin sisäisiä kasvutekijöitä ovat kasvilajin ja lajikkeen ominaisuudet. Ulkoisia kasvutekijöitä ovat käytettävissä olevien ravinteiden lisäksi kasvuajan sääolosuhteet, eli kasvin saama valo ja lämpö. Lisäksi monet maaperän ominaisuudet ovat merkittäviä kasvuun kannalta. Erityisesti maaperän ilmavuus, vesitalous ja happamuus vaikuttavat oleellisesti kasvuolosuhteisiin. Lisäksi maan huokosrakenne, lämpö- ja lujuusominaisuudet sekä mekaaninen vastus vaikuttavat kasvuun. Suotuisissa kasvuolosuhteissa kasvin kasvu on optimaalista. Jonkin kasvutekijän niukkuus heikentää kasvua. Toisaalta myös jonkin kasvutekijän, kuten veden, liiallinen saanti voi aiheuttaa ongelmia kasville. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 6–7.)

Viljat ottavat hiiltä, vetyä ja happea ilmakehästä maanpäällisten vihreiden osien kautta. Muut ravinteet se ottaa lähes poikkeuksetta maaperän huokosvedestä, josta johtuen sopivalla veden saatavuudella ja maaperän fyysikaalisilla ominaisuuksilla ja happamuudella on merkittävä rooli ravinteiden saatavuuteen. Ravinteet kulkeutuvat kasveihin joko aktiivisesti tai passiivisesti. Juuret ottavat ravinteet maasta varautuneina ioneina. Koska elävät solut ovat pääosin negatiivisesti varautuneita, positiivisesti varautuneet ravinneionit pystyvät kulkemaan passiivisesti solukalvon läpi. Aktiivisessa ravinteidenotossa kasvin täytyy kuluttaa energiaa ottaakseen negatiivisesti varautuneita anioneja. Joitakin hivenravinteita kasvi pystyy ottamaan myös lehdille ruiskutetusta hivenravinneliuoksesta. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 11–12.)

Suomen viljelysmaat ovat luontaisesti melko happamia. Enemmistö kasvin tarvitsemista ravinteista liukenee heikommin happamasta maasta (Kuva 2.). Toisaalta muun muassa mangaani, rauta ja sinkki liukenevat heikom-

min maaperästä, jonka pH on korkea. Kevätvehnällä pH-suositus on karkeilla kivennäismailla 6,8 ja eloperäisillä mailla 6,4. Vähämultaisilla savimailla vaatelioiden lajikkeiden pH-vaatimus on 7. Kevätvehnälaajikkeiden happamuudenkestävyydessä on pieniä eroja. (Nordkalk 2011, 4.)



Kuva 2. Ravinteiden liukoisuus eri pH-tasoilla (Farmit.net)

Maalajien luontaisten ravinnevarojen ja ravinteiden liukoisuuksien välillä on merkittäviä eroja. Pääravinteista typpeä ja fosforia on viljelymaassa yleensä runsaasti. Ne ovat kuitenkin pääosin maahan tiukasti sitoutuneessa muodossa ja kasville käyttökelvottomassa muodossa. Typpi on sitoutuneena eloperäiseen ainekseen, josta sitä vapautuu käyttökelpoiseen muotoon hitaasti mikrobitoininnan tuloksena. Fosfori on sitoutunut maan eloperäisen aineksen lisäksi maaperän kivennäisainekseen, joista sitä vapautuu hyvin hitaasti kasville käyttökelpoiseen muotoon maanesteeseen. Typpi ja fosfori ovatkin lähes poikkeuksetta kasvua rajoittavia minimitokijöitä lannoittamattomassa viljelymaassa. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 14–18.)

Hienojakoisissa kivennäismaissa on yleensä enemmän kasviravinteita kuin karkeammassa maassa. Ne pystyvät myös sitomaan suurempia määriä lannoitteena lisättyjä ravinteita. Eloperäisten multa- ja turvemaiden ravinnevarojen suuruus riippuu oleellisesti niissä olevan kivennäisaineksen karkeudesta ja määrästä. Eloperäisistä maista vapautuu yleensä kasvukauden aikana runsaasti typpeä kasvin käyttöön, joten typpilannoitustarve on selvästi matalampi. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 21.)

Maan ravinnepitoisuuden ja happamuuden lisäksi tehokkaan ravinteiden oton vaatimuksena on hyvä maan rakenne. Rakenteeltaan hyvä viljelymaa läpäisee suuremmatkin sademäärät antaen juuristolle riittävästi hap-

pea. Toisaalta kuivina aikoina maahan pitäisi olla varastoitunut riittävästi vettä kasvin käyttöön. Vedenpidätyksessä pienemmät maahuokokset ovat merkittävässä roolissa. Suuremmat maahuokokset parantavat vedenläpäisykykyä ja kasvin hapen saantia. Rakenteeltaan tiivistyneessä maassa kasvin juuristo ja maanpäällinen osa jäävät pieneksi. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 22.)

4.1.1 Typpi

Peltomaassa on luonnostaan runsaasti humukseen sitoutunutta orgaanista typpeä. Maan kokonaistyyppimäärästä on kasville käyttökelpoisessa muodossa vain noin 10 %. Pieni osa maan orgaanisesta kasveille käyttökelpotomassa muodossa olevasta tyypestä vapautuu kasvukauden aikana kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Typpeä on runsaasti myös ilmassa, mutta sitä viljakasvit eivät pysty hyödyntämään. Kasville käyttökelpoisia tyyppiyhdisteitä ovat ammonium- ja nitraattitypet sekä urea. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 14–17.)

Tavallisesti viljakasvit pystyvät hyödyntämään noin 70 % juurten saatavilla olevasta kasville käyttökelpoisesta tyypestä. Vilja ottaa suurimman osan tarvitsemastaan tyypestä versonnan ja tähkälletulon välisenä aikana. Ennen tähkälletuloa typpi vaikuttaa kasvin versoutumiseen, tähkälukuun ja tähkän kokoon. Kosteusoloilla on suuri merkitys viljan typen hyväksikäytön tehokkuuteen, koska typpi liikkuu kasviin veden mukana. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 14–17.)

Pääosa vehnän ottamasta tyypestä kuluu valkuaisen muodostamiseen. Valkuaisesta noin kuudesosa on typpeä. Typen puute saattaa rajoittaa aminohappojen ja valkuaisaineiden muodostumista ja heikentää samalla koko kasvin kasvua. Valkuaisaineiden rakenneosana typpi on merkittävässä osassa kasvin biokemiallisia, fysiologisia ja rakenteellisia prosesseja. Typpi on myös tärkeä osa auringon energiaa hyödyntävää lehtivihreää ja lähes kaikkia muitakin kasvin ainesosia. (Tunnista typen puutosoireet kasvustosta 2009)

Riittäväällä typpilannoituksella on kevätvehnällä keskeinen merkitys suuren ja valkuaispitoisen sadon tuotannossa. Oikeaan typpilannoitusmäärään vaikuttavat oleellisesti esikasvi ja pellon maalaji. Typpilannoitusta voidaan yleensä vähentää, jos vehnän esikasvina on nurmi tai palkokasvi. Liiallista typpilannoitusta pitää välttää, sillä se saattaa lakoonnuttaa viljakasvustoa ja viivästyttää tuleentumista. Lisäksi ylimääräinen typpi saattaa huuhtoutua pellolta. (Peltokasvien tuotanto 2008, 59–60.)

Typen vaikutus viljakasvin sadon ja valkuaisen muodostumiseen on monimutkainen. Suoraa yhteyttä sadon määrään ja sadon sisältämän valkuaisen määrään ei voida osoittaa. Kasvukauden alussa vehnä käyttää yleensä typen hyväksi sadon määränä. Kun satotaso nousee korkeaksi, valkuaispitoisuus jää yleensä matalammaksi. Toisaalta satotason jäädessä alhaisemmaksi, valkuaispitoisuus nousee yleensä korkeammaksi. (Tunnista typen puutosoireet kasvustosta 2009)

4.1.2 Fosfori

Typen tapaan myös fosforia on peltomaassa yleensä runsaasti, mutta suurin osa siitä on kasveille käyttökeltvottomassa muodossa maan hiukkaspinoille, orgaaniseen ainekseen ja kivennäisainekseen sitoutuneena. Vuosikymmeniä jatkuneen fosforilannoituksen johdosta viljelysmaihin on kuitenkin kertynyt fosforia, josta osa on kasveille käyttökelpoisessa muodossa. Lannoitteena annettusta fosforista siirtyy jyviin lannoitusvuonna vain muutama prosentti. Sijoituslannoituksena juurten läheisyyteen annettun fosforilannoituksen on todettu parantavan fosforin käyttökelpoisuutta viljakasveilla, sillä fosfori kulkeutuu maassa huonosti. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 18, 43.)

Fosfori toimii viljakasveissa solujen rakennusaineena ja energian välittäjänä. Kasvissa fosfori liikkuu helposti. Suurin osa kasvin ottamasta fosforista varastoituu lopulta jyviin. Riittävä fosforin saanti erityisesti orasvaiheessa on tärkeää kasvin kehityksen kannalta. Määrällisesti suurimman osan ottamastaan fosforista vilja ottaa kuitenkin pensomisvaiheessa ja korrenkasvun alkaessa. Fosforin puutos aiheuttaa kasvun hidastumista ja tuleentumisen viivästymistä. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 53–54.)

4.1.3 Kalium

Kaliumia on monissa maaperän mineraaleissa, joista sitä vapautuu maahan mineraalien rapautuessa. Kasvit ottavat kaliumia maasta K^+ -muodossa. Kalium liikkuu helposti sekä maassa että kasvissa. Savimaissa on luontaisesti enemmän kaliumia kuin muissa viljelysmaissa. Kaliumin riittävyys ja lannoituksen tarve riippuu myös siitä, mitä kasvinosia pelloilta kerätään pois. Suurin osa viljakasvien ottamasta kaliumista on kasvin oljissa, joiden mukana se palautuu seuraaville kasveille käyttökelpoisena takaisin maaperään, jos olkia ei korjata. (Kalium vaikuttaa kasvin aineenvaihduntaan n.d.)

Kalium osallistuu kasvissa nesteiden vaihtoon liittyviin reaktioihin ja yhteyttämistuotteiden siirtoon. Lisäksi kalium säätelee kasvin omaa pH-tasoa ja toimii monien entsyymien ja hiilihydraattien muodostumisen aktivaattorina. Kaliumin puutosoireet näkyvät aluksi kasvin vanhimmissa osissa. Puutos aiheuttaa häiriöitä kasvuun, mikä näkyy viljakasveilla muun muassa heikentyneenä kortena. Kaliumin puutteesta kärsivän kasvin soluseinät ovat ohentuneita, joten kasvi on myös alttiimpi taudeille. (Kalium vaikuttaa kasvin aineenvaihduntaan n.d.)

4.1.4 Rikki

Suurin osa viljelysmaassa olevasta rikistä on kasveille käyttökeltvottomassa muodossa sitoutuneena orgaaniseen ainekseen, josta sitä vapautuu hitaasti kasveille käyttökelpoiseksi sulfaatiksi. Rikkiä on tullut maahan myös teollisuuden päästöistä peräisin olevana laskeumana. Nykyisin laskeuma on kuitenkin pienentynyt. Kasveille käyttökelpoinen rikki pidättyy maahan huonosti ja huuhtoutuu helposti. Maan rikkivaroja ei voida kasvat-

taa pitkäaikaisesti, joten rikkiä on annettava lannoituksena tarvittaessa vuosittain. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 15, 44.)

Rikki toimii proteiinien rakenneosana ja sitä on aminohapoissa, jotka vaikuttavat vehnän leivontalaatuun. Jos kasvi kärsii rikin puutteesta, proteiinien ja entsyymien muodostuminen vähenee ja myös kasvu heikkenee. Rikki vaikuttaa myös kasvin lehtivihreäpitoisuuteen ja siten sillä on tärkeä merkitys myös yhteyttämisessä. Rikki liikkuu kasvissa heikosti, joten puutosoireet näkyvät aluksi nuoremmissa lehdissä. Muuten rikin puutosoireet muistuttavat viljakasveilla typen puutosoireita. (Rikki on tärkeä ravinne useissa kasvin elintoiminnoissa n.d.)

4.1.5 Muut ravinteet

Myös muiden ravinteiden puute saattaa vaikuttaa viljan kasvuihin Suomen viljelyolosuhteissa. Kalsiumin ja Magnesiumin puutetta voidaan hoitaa säännöllisellä kalkituksella. Monien mikroravinteiden saatavuus heikkenee maan pH-tason noustessa ja niistä saattaa esiintyä kasvua heikentäviä puutoksia. Mikroravinteiden puutoksia voidaan korjata joko peltoon levitettävänä yksiravinteisina tai moniravinteisina lannoitteina tai kasvustoon annettavana lehtilannoitteena. Osassa NPK-lannoitteita on lisättyä myös hivenravinteita. Maahan levitettyä hyväksikäyttöaste on osalla mikroravinteista huonompi kuin lehtilannoitusta käytettäessä. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 44–45.)

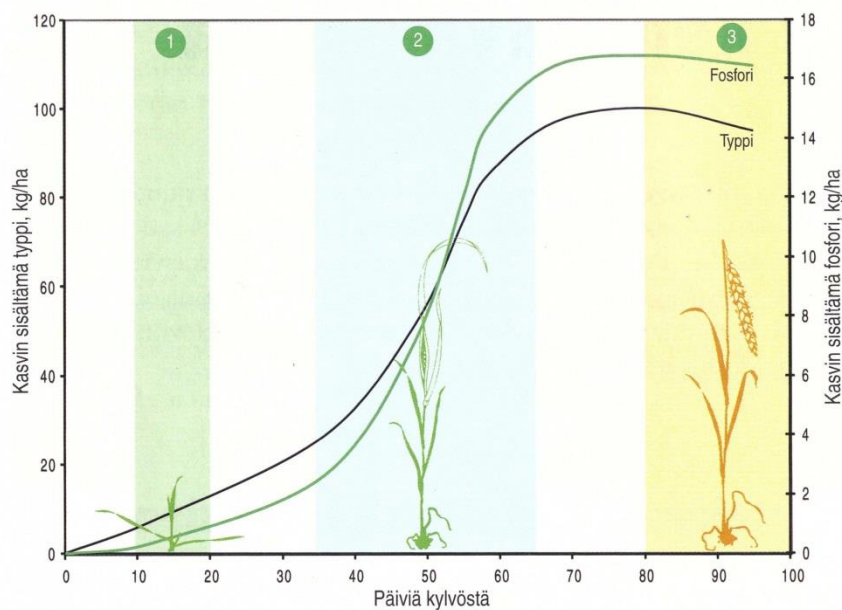
4.2 Ravinnetarve kasvukauden aikana

Viljan kehityksen alkuvaiheessa kasvi kasvaa lähes joka kohdasta ja ravinnepitoisuudet kasvissa ovat suuria. Alkuvaiheessa otetut ravinteet muodostavat kuitenkin vain pienen osuuden kasvin ottamasta kokonaisravinnemäärästä. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 26.)

Suomen viljelyolosuhteissa kevätvilja ottaa pääosan tarvitsemistaan ravinteista noin kuukauden mittaisella ajanjaksolla tähkälletulon molemmin puolin, jolloin viljan kasvu on nopeinta (Kuva 3). Vilja ottaa noin 60–70 % koko sadon ravinteista tällä aikavälillä. Noin 20 % ravinteiden otosta tapahtuu ennen tätä vaihetta ja loput sen jälkeen. Ravinnepuutokset tällä ajanjaksolla saattavat hidastaa kasvua ja aiheuttaa sadon määrän alenemista. Myöhemmin tulleet ravinnepuutokset alentavat sadon määrän sijaan sadon laatua. (Kleemola 2009, 17.)

Viljojen ravinnetarpeet eri kehitysvaiheissa

Viljojen typen ja fosforin tarve kasvun aikana



Viljoilla ravinteiden tarve on suurimmillaan muutama viikko tähkimisen molemmien puolin eli noin 35–65 päivää kylvöstä. Kuvassa on esitetty viljan tyypillinen typen- ja fosforinottokäyrä neljän tonnin hehtaarisadossa. Käyrän jyrkkyys tietyssä ajanhetkenä kuvastaa päiväkohtaisen ravinnetarpeen suuruutta; mitä jyrkemmin käyrä nousee, sitä suurempi on ravinnetarve.

Kuva 3. Viljojen ravinnetarpeet eri kehitysvaiheissa (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 26.)

Myöhemmin tuleentumisvaiheeseen tullessa ravinnepitoisuudet laskevat ja ravinteiden otto vähenee, kun kasvi on saavuttanut maksimikasvun. Kasvin sisältämä ravinemäärä saattaa jopa laskea, kun kasvista varisee kuolleita osia maahan. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 27.)

4.3 Ympäristötuen ehtojen mukainen lannoitus kevätvehnällä

Vuonna 2013 90 prosenttia Suomen maatiloista oli sitoutunut noudattamaan Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelman ympäristötuen ehtoja vuosille 2007–2013. Ympäristötuen tavoitteina ovat maatalouden ympäristökuormituksen vähentäminen ja luonnon monimuotoisuuden lisääminen. Ympäristötuki on korvausta ympäristötuen ehtona olevien toimenpiteiden noudattamisesta mahdollisesti aiheutuvista kustannuksista. Tätä opinnäytetyötä kirjoitettaessa Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelmaa vuosille 2014–2020 ei ole vielä vahvistettu. Vuonna 2014 lannoitusohjeet perustuvat vielä aikaisemman ohjelman ehtoihin. (Maatalouden ympäristötuki ja luonnonhaittakorvaus n.d.)

Ympäristötuen ehtoissa on määritetty rajat lannoituksen enimmäismäärille. Tavoitteena on parantaa ympäristön kannalta kestävästä lannoitteiden käyttöä ja pyrkiä lohkon tuottokyvyn mukaiseen lannoitusmäärään. Vuosittaiseen ympäristötuen ehtojen mukaiseen lannoituksen maksimimäärään vaikuttavat viljeltävän kasvilajin lisäksi peltolohkon ominaisuudet, viljelyalue, aikaisempina vuosina saavutettu satotaso sekä tilan valitsevat ympäristötuen lisätoimenpiteet. (Nummela & Tuononen 2009, 4.)

Ympäristötuen ehtojen mukaisen kevätvehnän typpilannoituksen perustaso määräytyy viljavuusnäytteen mukaiseen maalajin ja tilan maantieteelliseen sijainnin perusteella. Perussatotason mukaisen typpilannoitusmäärän voi ylittää taulukon 1 mukaan, jos lohkolle on saavutettu samalla kasvilla perussatotasona korkeampi satotaso jonain viidestä aiemmasta satovuodesta. Kevätvehnällä perussatotaso on 4 000 kg/ha. Lisäksi typpilannoituksessa on huomioitava tilan ympäristötuen lisätoimenpiteet (Nummela & Tuononen 2009, 10–12.)

Taulukko 1. Ympäristötuen sallima korkein kevätvehnän typpilannoitus kg/ha (Viljelyopas 2014, 44.)

TYPPIMÄÄRÄT, kg/ha						
Kasvi/saavutettu satotaso	Etelä- ja Keski-Suomi			Pohjois-Suomi		
	Savi- ja hiesumaat	Karkeat kivennäismaat	Eloperäiset maat	Savi- ja hiesumaat	Karkeat kivennäismaat	Eloperäiset maat
Kevätvehnä						
Perustaso 4 000 kg	120	110	70	100	90	70
4 500 kg	130	120	80	110	100	80
5 000 kg	140	130	90	120	110	90
5 500 kg	150	140	100	130	120	100

Kevätvehnän fosforilannoituksen perustaso määräytyy ympäristötuen eidoissa maanäytteeseen perustuvan fosforin viljavuusluokan mukaan. Perussatotason mukaisen fosforilannoitusmäärän voi ylittää taulukon 2 mukaan, jos lohkolle on saavutettu samalla kasvilla perussatotasona korkeampi satotaso jonain viidestä aiemmasta satovuodesta. Lisäksi fosforilannoituksen tasoon vaikuttavat mahdolliset fosforin tasauksen ja karjanlantapoikkeuksen käytöt sekä tilan ympäristötuen lisätoimenpiteet. (Nummela & Tuononen 2009, 14–17.)

Taulukko 2. Ympäristötuen sallima korkein kevätvehnän fosforilannoitus kg/ha (Viljelyopas 2014, 45.)

FOSFORIMÄÄRÄT, kg/ha						
Vehnä	Viljavuusluokka					
	Huono	Huononlainen	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä	Korkea
4 000 kg/ha	32	24	20	12	8	–
5 000 kg/ha	35	27	23	15	11	–
6 000 kg/ha	38	30	26	18	14	–

4.4 Kylvölannoitus

Suomessa on perinteisesti käytetty lannoitteiden levityksessä kylvön yhteydessä tehtyä sijoituslannoitusta, jossa raemainen lannoite sijoitetaan kylvölannoittimella kylvöriin viereen muutaman sentin päähän siemenrivistä tai samaan riviin kylvösiemenen kanssa. Toinen kylvölannoitustapa on levittää lannoite hajalevityksenä maan pintaan tai maahan muokattuna. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 71.)

Sijoituslannoituksen etuna on ravinteiden parempi saatavuus kasvin kehityksen alkuvaiheessa. Siemenen lähelle sijoitettu lannoite nostaa paikallisesti maaveden ravinnepitoisuutta, mikä helpottaa kasvin ravinteiden ot-

toa. Lisäksi ravinteet pysyvät pidempään kasville käyttökelpoisessa muodossa, sillä suurempi ravinnepitoisuus hidastaa ravinteiden pidättymistä maahan huonosti liukeneviin muotoihin. Erityisesti fosforin saatavuus kasville paranee sijoituslannoitusta käytettäessä, sillä fosfori liikkuu maassa erittäin huonosti. Sijoituslannoitusta puoltavat Suomen lyhyt kasvukausi, kylvöaikaan kylmä maa ja usein esiintyvä kevätkuivuus. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 71–73.)

Pintaan levitetty rakeinen lannoite liukenee maahan hitaammin kuin sijoitettu lannoite. Erityisesti maan kosteusoloilla on suuri vaikutus pintaan levitetyn lannoitteen liukenemiseen. Typpi, kalium ja rikki kulkeutuvat maassa helpommin kuin fosfori, jonka saatavuus saattaa muodostua pinta-lannoitusta käyttäessä ongelmaksi erityisesti kuivissa olosuhteissa. Pinta-levityksen etu sijoituslannoitukseen verrattuna on mahdollisuus tehokkaampaan työsaavutukseen. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 73–74.) Suomessa onkin viime vuosina kokeiltu kylvölannoituksessa sijoituslannoituksen ja pinta-lannoituksen välimuotoa, jossa fosforipitoinen lannoite sijoitetaan kylvölannoituksena ja osa lannoitteesta levitetään erillisenä työvaiheena pellon pintaan, jolloin kylvökoneen täyttöväli pitenee ja työ tehostuu. (Kleemola 2009, 17.)

Kasvukauden aikaisen lisälannoituksen suunnittelu alkaa jo kylvölannoitusta suunniteltaessa. Kylvön yhteydessä annettava lannoitemäärä vaikuttaa lisälannoitukseen mahdollisesti käytettävään määrään, sillä kasvukaudella tehty lisätyppilannoitus voi olla enintään puuttuva osuus satotavoitteen mukaisesta typpilannoitemäärästä. Mitä pienempi osuus typpilannoituksesta annetaan kylvön yhteydessä, sitä enemmän kasvukauden aikaisen lisälannoituksen määrää voidaan säätää. Tavallisesti jaettua lannoitusta käytettäessä kylvön yhteydessä annetaan noin 2/3 kasvin kokonaistypen tarpeesta. (Kauppila 2006, 10–11.)

4.5 Lisälannoitustarpeen määrittäminen

Viljelykokeissa on todettu, että sääoloiltaan hyvänä vuonna typpilannoituksen jakaminen osiin ei alenna vehnän satoa tai valkuaispitoisuutta kerralla lannoitettuun verrattuna. Kun vain osa typpilannoituksesta annetaan kylvön yhteydessä, voidaan kasvuston typentarvetta tarkkailla vielä kasvukauden aikana. Kasvuolosuhteiltaan huonona vuonna tai typpilannoituksen muuten riittäessä lisälannoitus voidaan jättää tekemättä, jolloin peltoa ei yllannoiteta. Näin voidaan pienentää typen huuhtoutumista ja säästää lannoituskustannuksissa. (Kauppila 2006, 10–11.)

Ravinnepitoisuuksia voidaan mitata sekä kasvista että maaperästä. Mittauksilla saadaan tietoa ravinnepitoisuuksista maassa tai kasvissa näytteenottohetkellä. Molempia analyysyjä voidaan käyttää kasvukauden aikaisen lisälannoitustarpeen määrittämiseen. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 48.)

Maan liukoisen typen määrää voidaan seurata kasvukauden aikana maasta tehtävien typpimääritysten perusteella. Kasvukauden aikana typpimäärityksiä kannattaa tehdä useita, jotta typen käyttäytymisestä maassa saadaan

tarkempaa tietoa. Jos liukoisen typen määrä maassa on alhainen ja kasvuolosuhteet muuten hyvät, lisälannoitusta voidaan harkita. (Kasvukauden aikainen lisälannoitus n.d.)

Kasvustosta tehtävän lehtivihreämittauksen avulla voidaan arvioida typen riittävyttä, sillä lehtivihreäpitoisuudella on yhteys kasvin typpipitoisuuteen. Lehtivihreämittaukseen voidaan käyttää SPAD-lehtivihreämittareita tai kasvuston väriin verrattavia värikorttisarjoja. Mittauksen luotettavuutta voidaan lisätä tekemällä lohkolle niin sanottu lannoitusikkuna, josta saatuun lehtivihreäpitoisuuteen kasvuston tulosta verrataan. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 50.)

Lehtivihreäkorteilla saadaan tehtyä karkea arvio kasvuston lannoitustarpeesta. Lehtivihreäkortit ovat erilaisia eri viljalajeille. Mitä enemmän kasvissa on tyyppiä, sitä tummemman vihreä kasvi on. KEG-lehtivihreäkorteilla kasvuston väri mitataan kasvuston ylimmästä tai toiseksi ylimmästä täysikasvuisesta lehdestä. Saatua tulosta verrataan taulukkoarvoihin (Taulukko 3), jonka perusteella tehdään arvio lisälannoituksen tarpeellisuudesta. (Tyypilaukku liukoisen typen mittaamiseen n.d.)

Taulukko 3. Tavoiteltava KEG-arvo myllyvehnällä eri kasvuasteilla ja suositeltu lisälannoitus (Kemira n.d.)

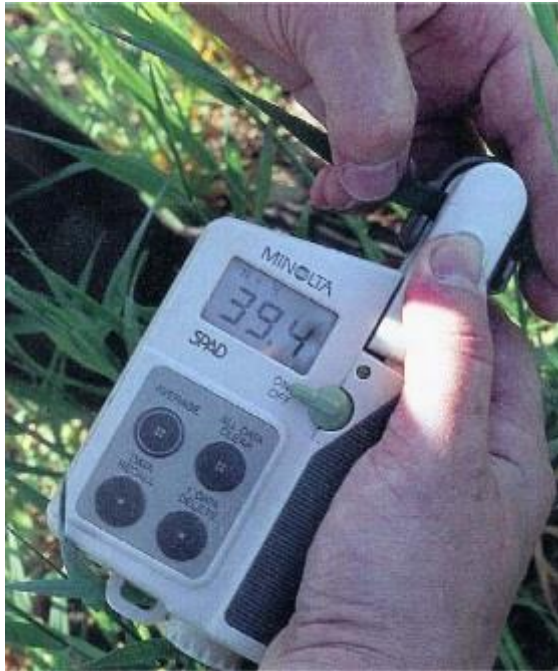
Viljalaji	Kasvuaste	Tavoiteltava KEG-arvo	KEG-arvo/Suosittelava lisätoimenpide (lisätyppiä kg/ha)	Jos KEG-arvo > 7
Vehnä myllykäyttöön, valkuais-tavoite >13%	Korrenkasvusta lippulehtivaiheeseen (BBCH 30-37)	7	jos KEG-arvo < 3, lannoita 30 – 60 kg lisätyppiä jos KEG-arvo 3-5, lannoita 15 – 30 kg lisätyppiä jos KEG-arvo 5-7, lannoita 15 kg lisätyppiä	Kasvunsaateiden käyttö suositeltavaa
	Lippulehtivaiheesta tähkimiseen (BBCH 37-55)	9	jos KEG-arvo < 5, lannoita 20 – 40 kg lisätyppiä jos KEG-arvo 5-7, lannoita 10 – 20 kg lisätyppiä jos KEG-arvo 7-9, lannoita 10 kg lisätyppiä	

Toinen tapa mitata kasvuston lehtivihreäpitoisuutta ja typen riittävyttä on käyttää lehtivihreämittaria (Kuva 4). Ns. SPAD-mittarilla voidaan arvioida viljan lehtivihreäpitoisuutta 1-solmuasteelta tähkälle tulon loppuun asti. Mittaus tehdään ylimmästä täysin kehittyneestä lehdestä. Mittauksella saatua SPAD-arvoa voidaan verrata eri kasvuasteiden taulukkoarvoihin tai mahdolliseen lannoitusikkunaan ja arvioida sen perusteella typpilannoituksen riittävyttä (Taulukko 4). (Kivijärvi & Narinen 2013)

Taulukko 4. SPAD-arvot kevätvehnällä (Kivijärvi & Narinen 2013)

Viljelykasvi	Kasvuaste (Feekes)	Kriittinen SPAD	Optimi SPAD
Kevätvehnä	9-10	42	46
	10.5	45	46

9-10 = lippulehti täysmittainen, tähkä ei näkyvissä
10.5 = tähkä kokonaan ulkona tupesta



Kuva 4. SPAD-lehtivihreämittari (Kemira n.d.)

Nykyisin markkinoilla on lannoitteenlevittimeen yhteydessä olevia laitteita, jotka pystyvät mittaamaan kasvuston lisätyn tarvetta lannoitteenlevityksen aikana ja säätämään sen perusteella lannoitteen levitysmäärää paikakohtaisesti levityksen aikana (Kuva 5). Lisätyn tarpeen arviointi ja määrän säätö perustuu lehtivihreän ja kasvubiomassan määrän mittauksiin, jota laite vertaa siihen tallennettuihin kasvikohtaisiin arvoihin. (Anttila-Lindeman 2011, 38–39.)



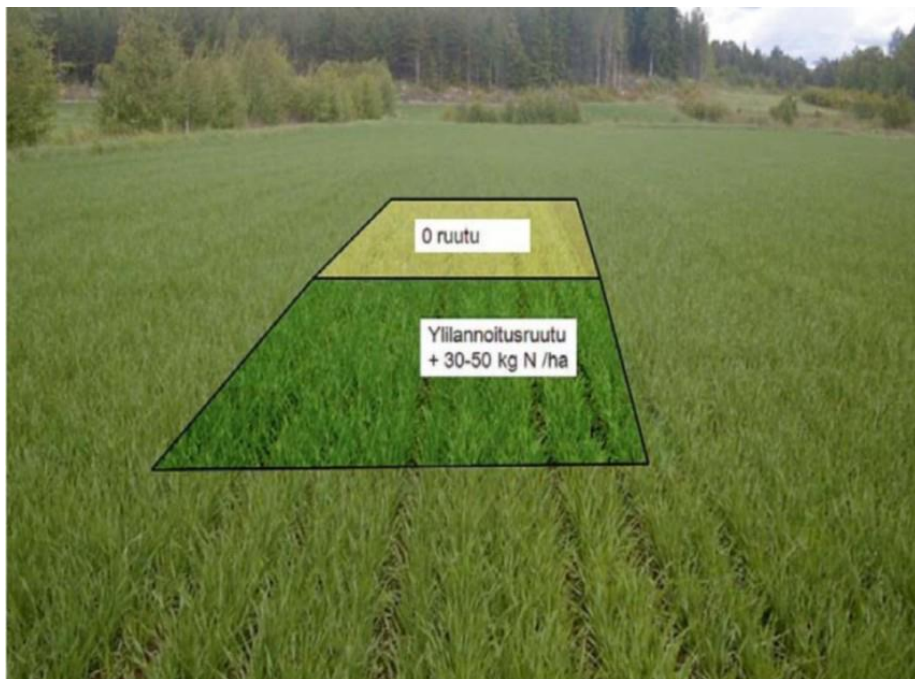
Kuva 5. Lannoitteenlevitystraktoriin asennettu kasvuston lisälannoitustarvetta arvioiva mittari. (Yara N-Sensor n.d.)

4.5.1 Typpilannoitusikkuna

Typpilannoitusta kannattaa täydentää kasvukaudella vain jos muut kasvutekijät ovat kunnossa ja voidaan odottaa, että lisätypellä voidaan parantaa kasvin satotasoa tai sadon laatua. Lisätyppilannoituksen tarpeen arvioinnissa auttaa lohkon keskimääräisiin olosuhteisiin perustettu lannoitusikkuna. Lannoitusikkuna voi olla esimerkiksi 10 metrin pituinen ja kylvökoneen levyinen. Lannoitusikkunan lannoitus voidaan tehdä joko niin sanottuna miinusruutuna, jolloin ruutuun levitetään 30 kg/ha vähemmän typpeä kuin lohkon muihin osiin tai plusruutuna, jolle annetaan 30–50 kg typpeä

hehtaarille yli normaalin lannoitustason. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 50.)

Miinusruutua käytettäessä ei välttämättä tarvita lehtivihreämittauksia vaan lannoituksen riittävyyttä voidaan arvioida silmin nähtävien värierojen perusteella. Kun miinusruutu alkaa erottua lohkon muuta kasvustoa vaaleampana, voidaan arvioida, että typpivarat alkavat muutaman päivän kulluttua loppua myös muusta kasvustosta. Aktiivisessa kasvun vaiheessa viljat ottavat vuorokaudessa maasta noin 2-3 kiloa typpeä hehtaarilta. Mitä aikaisemmin miinusruutu alkaa erottua kasvukaudella, sitä varmemmin lisätyppilannoitusta tarvitaan satotason ja riittävän valkuaistason varmistamiseksi (Kuva 6). Jos miinusruutu alkaa erottua vasta lähellä vehnän tähkälletuloa tai myöhemmin, lisätyppilannoitus ei välttämättä ole tarpeellinen. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 50.)



Kuva 6. Lannoitusikkuna kasvulohkolla (Kaasinen, S., Rasa, K. & Heikkinen, J. 2010, 3.)

Plusruutua käyttämällä voidaan arvioida typen käyttäytymistä maaperässä. Näin saadaan tietoa myös tulevien vuosien lannoitusta varten. Jos muun kasvuston väri alkaa olla vaaleamman vihreä, voidaan olettaa että typen puutos vaikuttaa sadonmuodostukseen. Jos kasvuston väri poikkeaa merkittävästi, voidaan lisätyppilannoitusta harkita. Jos plusruudun väri ei merkittävästi eroa muusta kasvustosta, lisätyppilannoituksesta ei todennäköisesti ole hyötyä. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 50.)

4.6 Lisälannoituksen ajankohta

Lisälannoitus vaikuttaa sadon laatuun ja määrään eri tavalla levitysajankohdan mukaan. Ennen korrenkasvuvaihetta ja korrenkasvuvaiheessa tehty lisälannoitus vaikuttaa jyvien määrään ja painoon, eli käytännössä erityisesti sadon määrään. Typenlisäys vaikuttaa satoon eri tavoin riippuen li-

säysajankohdasta. Tähkälletulon aikaan tehty lisälannoitus vaikuttaa jyvi-en täyttymiseen ja painoon. Tähkälletulon jälkeen maitotuleentumisvai-heessa tehdyllä lisälannoituksella pyritään lisäämään valkuaisen määrää sadossa. (Kauppila 2006, 10–11.)

4.7 Lisälannoitustavat

Kasvukauden aikaiseen lisälannoitukseen on markkinoilla sekä rakeisia pintalevittimellä levitettäviä lannoitteita että nestemäisiä kasvustoon ruiskutettavia lannoitteita. Molempien lannoitetyyppien käytössä on omat hy-vät ja huonot puolensa. (Ravinteet kasvintuotannossa 2009, 41.)

Lannoitteissa tyyppiä on nitraatti-, ammonium- tai ureamuotoisena. Kasvit pystyvät ottamaan tyyppiä näissä kaikissa muodoissa, mutta ottonopeudes-sa on eroja. Nitraattityyppiä kasvi ottaa nopeimmin ja se myös liikkuu maassa muita tyyppimuotoja nopeammin. Ammoniumtyyppiä kasvi ottaa hieman nitraattityyppiä hitaammin, mutta nopeammin kuin ureaa. Urean hyötysuhde saattaa jäädä huonommaksi kuin muiden tyyppimuotojen. (Kleemola 2009, 16.)

Rakeisista lannoitteista lisälannoitukseen sopivat typpipitoiset ja tarvitta-essa rikkiä sisältävät tuotteet. Rakeisten lannoitteiden etuna muihin lisä-lannoitteisiin verrattuna on mahdollisuus levittää suurempia määriä ilman vioitusriskiä. Kuivissa olosuhteissa rakeisten lannoitteiden hidas liukene-minen ja huono saatavuus kasvin juuristolle saattaa muodostua ongelmak-si. Lannoituksen jälkeinen sade tai kastelu varmistaakin rakeisten lannoit-teiden ravinteiden saatavuuden kasville. Lisälannoitukseen soveltuvatkin parhaiten helposti itseensä vettä sitovat typpilannoitteet, kuten ammoni-umnitraatti tai urea. (Kleemola 2009, 16.)

Nestemäisiä lannoitteita voidaan levittää joko lehdille tai maan pinnalle. Nestemäisten lannoitteiden etuna rakeisiin verrattuna on niiden parempi saatavuus kasville erityisesti kuivissa olosuhteissa. Maan pintaan levitettä-essä kasvinsuojeluruisku pitää varustaa erityisillä lannoitesuuttimilla. Kasvustoon ruiskutettaessa lannoitteen hyväksikäyttö paranee, mutta suu-ria kerta-annoksia ja pitoisuuksia käytettäessä riski polttovioituksille kas-vaa (Kuva 7). Hyvissä olosuhteissa kasvustoon on ruiskutettu tyyppiä ker-ralla jopa 30 kiloa hehtaarille ilman polttovioituksia, kun vesimäärä on ol-lut 400 litraa hehtaarille. Pienempien määrien käyttö on kuitenkin turvalli-sempää. Urean on todettu imeytyvän hyvin lehtien kautta ja aiheuttavan vähemmän kasvustovioituksia kuin ammonium- ja nitraattityppi. Vilja on tähkälletulon aikaan herkempi typen polttovioituksille kuin korrenkasvu-vaiheessa. (Ylhäinen 2012, 18.)



Kuva 7. Oikeassa reunassa nestemäisen typpilannoitteen päällekkäisen levityksen aiheuttama polttovioitus. (Farmit.net n.d.)

Kasvustoon ruiskutettaessa kasville voi antaa myös hivenravinneliuoksia, jos kasvustossa havaitaan niiden puutosta. Nestemäisiä lannoitteita voidaan joissain tapauksissa levittää seoksena kasvinsuojeluaineiden kanssa, jolloin erillisiltä ajokerroilta pelloilla vältytään. Kasvinsuojeluaineen ja lannoitteen sekoitettavuus on kuitenkin tarkistettava erikseen, jotta polttovioituksilta tai tehonmenetyksiltä vältytään. (Kleemola 2009, 16.) Kasvustolannoituksiin sopivat parhaiten samanlaiset olosuhteet kuin kasvinsuojeluruiskutuksiin. Parhaat levitysolosuhteet ovat yleensä aikaisin aamulla tai illalla, kun ilman lämpötila on 10–25°C. (Lannoiteopas 2013, 34.)

5 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

5.1 Lohkokorttimateriaali

Opinnäytetyön tausta-aineistona käytettiin Raisioagro Oy:n sopimusviljelijöiltä kerättyä lohkokorttimateriaalia. Lohkokorttimateriaali on kerätty keväällä 2013 Raisioagro Oy:n tutkimuksia varten. Viljelijöitä pyydettiin lähettämään kattavat viljelymuistiinpanot tilan Raisioagro Oy:lle toimittamasta suurimokaurasta ja syys- ja kevätvehnästä vuosilta 2010–2012. Pääosa tiloista, joille kysely lähetettiin, sijaitsee Varsinais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan ja Kanta-Hämeen alueella.

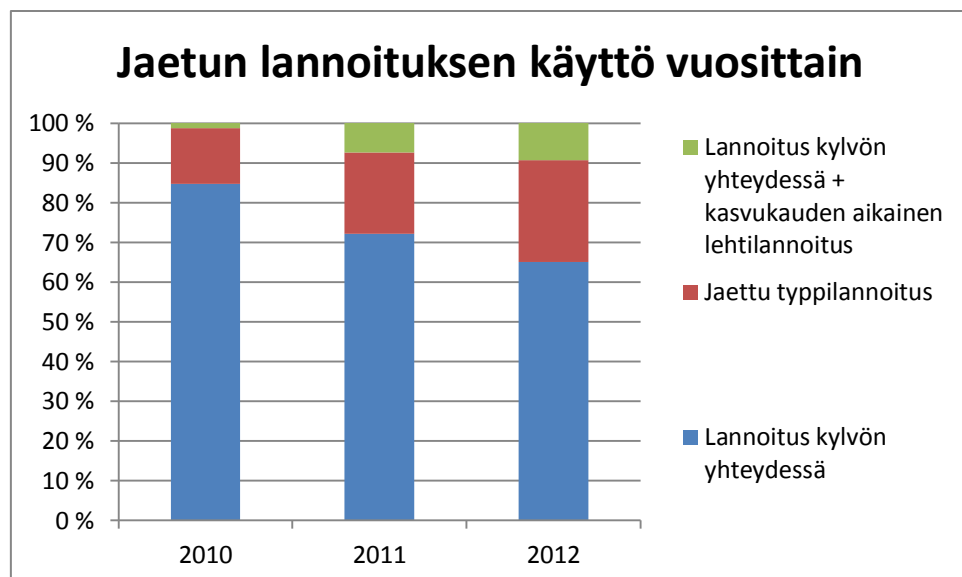
Viljelymuistiinpanot toimitti 127 viljelijää. Tässä tutkimuksessa käytettyjä kevätvehnälohkojen tietoja oli 915 lohkolta. Tästä aineistosta rajattiin pois lohkot, joiden lannoitukseen oli käytetty kyseiselle vuodelle orgaanisia lannoitteita, kuten karjanlantaa.

5.2 Kevätvehnän laatutiedot

Viljelymuistiinpanojen keräämisen jälkeen tiedot kohdistettiin viljelijöiden Raisioagro Oy:lle toimittamien vehnäerien vastaanottonäytteisiin viljan laatuarvojen selvittämiseksi. Kohdistaminen tehtiin viljelijä-, satovuosi- ja lajikekohtaisesti. Jos viljelijä oli käyttänyt yhdellä lajikkeella samana vuonna sekä jaettua että kertalannoitusta eikä laatutietoja pystytty erottamaan, niitä ei huomioitu tässä tutkimuksessa. Vastaottonäytteiden laatu-tiedoista kirjattiin valkuaispitoisuus ja hehtolitraino. Opinnäytetyössä hehtaarisatona käytettiin viljelijän lohkomuistiinpanoissa ilmoittamaa sadon määrää.

6 JAETUN LANNOITUKSEN KÄYTTÖ TUTKIMUSAINEISTOSSA

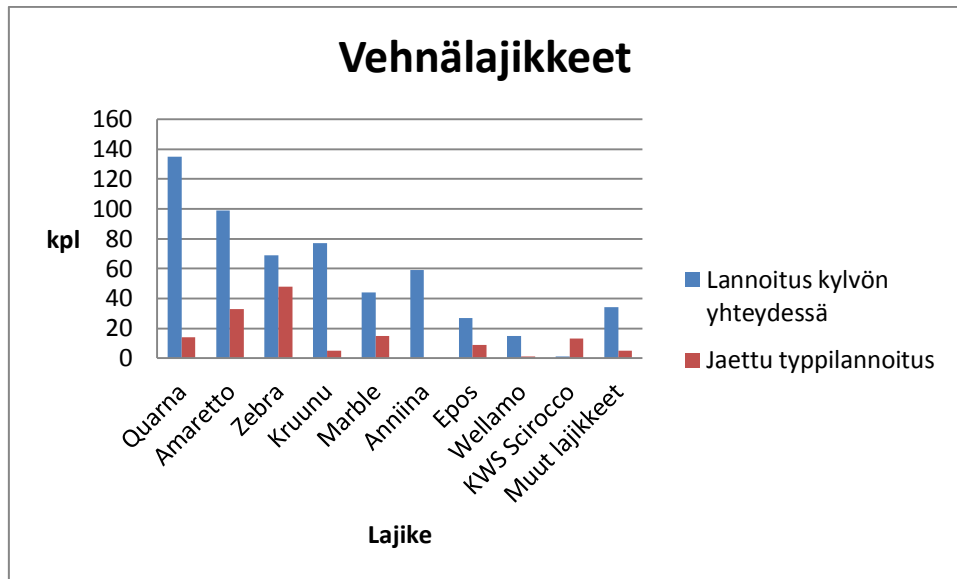
6.1 Jaetun lannoituksen käyttö vuosittain



Kuvio 2. Lohkot, joilla on käytetty jaettua lannoitusta 2010 n = 237, 2011 n = 244, 2012 n = 235

Selvästi suurimmalla osalla aineiston lohkoista koko kasvukauden lannoitus oli tehty kerralla kylvön yhteydessä (Kuvio 2). Aineistossa jaettua typpilannoitusta käyttäneiksi laskettiin ne lohkot, joiden lannoittamiseen oli käytetty kasvukaudella typpeä yli 5 kg/ha. Lisäksi kuviossa on eritelty ne lohkot, joiden lannoittamiseen oli käytetty kylvölannoituksen lisäksi lisälannoitusta, jonka typpimäärä on alle 5 kiloa hehtaarille. Näillä lohkoilla lisälannoitukseen oli käytetty yleensä kasvustoon ruiskutettavia hivenlehtilannoitteita. Aineistossa lannoituksen jaettuna saaneiden lohkojen osuus vaihteli vuosittain 13,9 ja 25,5 prosentin välillä. Vuoden 2010 jaetun lannoituksen pienempää osuutta selittää ainakin osaksi kesän kuivat ja helteiset olosuhteet, joista johtuen lisälannoitus on saatettu jättää tekemättä (Viljaseula 2010, 6).

6.2 Lajikkeet

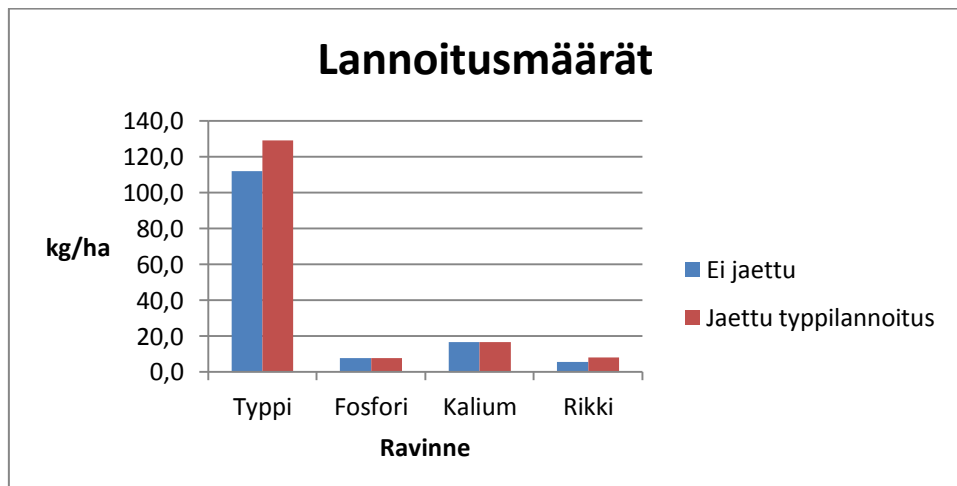


Kuvio 3. Vehnälajikkeet lohkomateriaalissa 2010–2012 n = 703

Lohkomateriaalin yleisimmät lajikkeet olivat Quarna (21 %), Amaretto (19 %) ja Zebra (16 %). Jaettua lannoitusta oli käytetty eniten Zebra-, Amaretto- ja Marble -lajikkeilla. (Kuvio 3)

Suhteellisesti jaettua typpilannoitusta käytettiin eniten KWS Scirocco- (93 % lohkoista), Zebra- (41 % lohkoista), Amaretto- (25 % lohkoista) ja Epos -lajikkeilla (25 % lohkoista). Näitä lajikkeita yhdistää keskimääräistä pidempi kasvuaika MTT:n virallisissa lajikekokeissa. Lyhyemmän kasvuajan lajikkeilla Anniinalla (0 %) ja Quarnalla (9 %) typpilannoituksen jakaminen oli harvinaisempaa. (Laine, Högnäsbacka, Kujala, Niskanen, Jauhiainen & Nikander 2013, 46–48).

6.3 Lannoituksen määrä



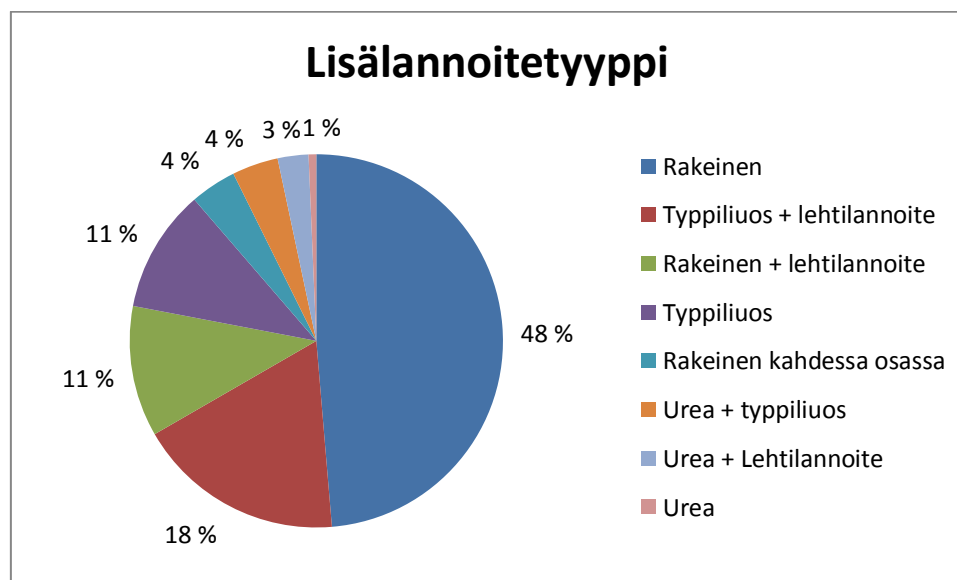
Kuvio 4. Lannoitustasot keskimäärin kg/ha n = 716

Kerralla lannoitetuilla lohkoilla lannoituksen typpitaso oli keskimäärin 111,1 kg/ha. Jaetun typpilannoituksen lohkoilla keskimääräinen lannoitetyypin määrä oli selvästi suurempi 127,6 kg/ha. Keskimääräinen lannoituksen typpimäärä aineistossa oli 115,4 kg/ha.

Typpilannoitustasoissa oli erittäin suurta vaihtelua lohkojen välillä. Kerralla lannoitettujen lohkojen hehtaariohtainen typpilannoitus vaihteli 45 – 148 kilon välillä ja jaettuna lannoitettujen 70 – 149 kilon välillä.

Keskimääräisissä fosfori- ja kaliumlannoitustasoissa ei ole merkittäviä eroja kerralla lannoitettujen ja jaettuna lannoitettujen lohkojen välillä. Lohkojen keskimääräinen fosforilannoitus oli 7,9 kg/ha, kaliumlannoitus 16,6 kg/ha. Lannoituksen jakaneilla keskimääräinen rikkilannoitustaso oli 8,1 kg/ha ja kerralla lannoittaneilla 5,5 kg/ha. Suurempi rikkilannoituksen määrä lannoituksen jakaneilla selittyy ainakin osin sillä, että monet tyypin lisälannoitukseen käytetyt rakeiset lannoitteet sisälsivät myös rikkiä.

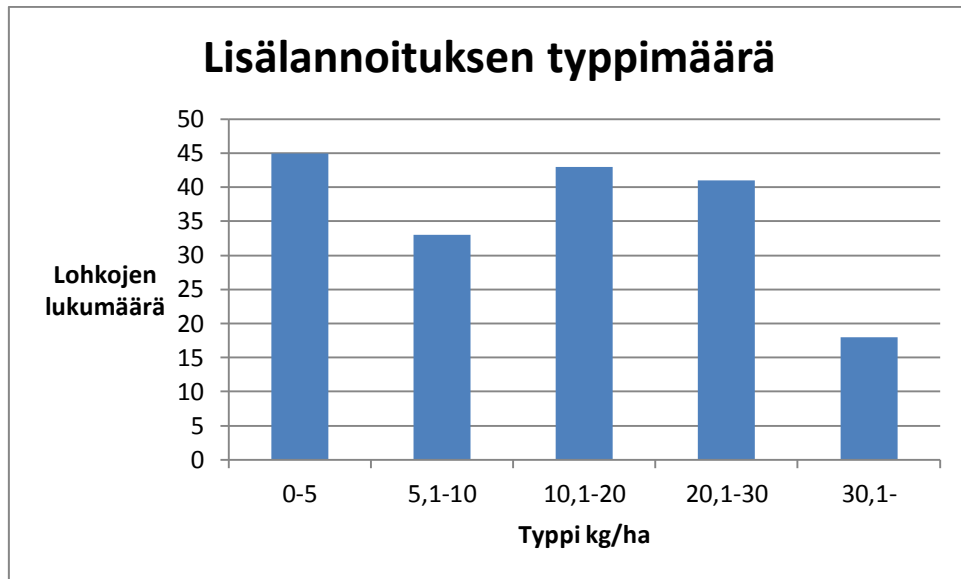
6.4 Lisälannoitustyypit typpilannoituksen jakaneilla



Kuvio 5. Lisälannoitetyyppi lannoituksen jakaneilla. n = 150

Yleisin lohkoilla käytetty lisälannoitus oli rakeinen lannoite. Tätä lannoitetyyppiä käytettiin 64 %:lla lohkoista, joilla oli käytetty jaettua lannoitusta. Monella lohkoilla lisälannoitukseen oli käytetty useampaa lannoitetyyppiä. Erityisen yleistä oli käyttää hivenlehtilannoitteita typpilannoituksen lisänä lohkoilla, joilla typpilannoitus oli jaettu. (Kuvio 5)

6.5 Lisälannoituksen typpimäärä



Kuvio 6. Kasvukaudella tehtyjen lannoitusten sisältämä typpimäärä kg/ha n = 180

Keskimääräinen lisälannoituksen typpimäärä oli 15,65 kiloa hehtaarille. Hehtaarikohtaisen lisälannoituksen sisältämä typen määrä vaihteli 0-50,7 kilon välillä. (Kuvio 6)

Rakeisena tehdyn lisälannoituksen typpimäärä oli keskimäärin 26,1 kg/ha. Typpiliuosta käyttäneillä hehtaarikohtainen typpilisä oli keskimäärin 8,3 kg. Kerralla annetun typpiliuoksen typpimäärä vaihteli 0,6–15,7 kg/ha välillä. Ureaa lisälannoitteena käyttäneillä kerralla annettu typpimäärä oli keskimäärin 10,4 kg/ha ja vaihteli 6,9–14,0 kg/ha välillä. Kasvukauden aikana hivenlannoitteita käyttäneillä hivenlannoituksen typpimäärä oli keskimäärin 1,4 kg/ha.

6.6 Lisälannoituksen ajankohta

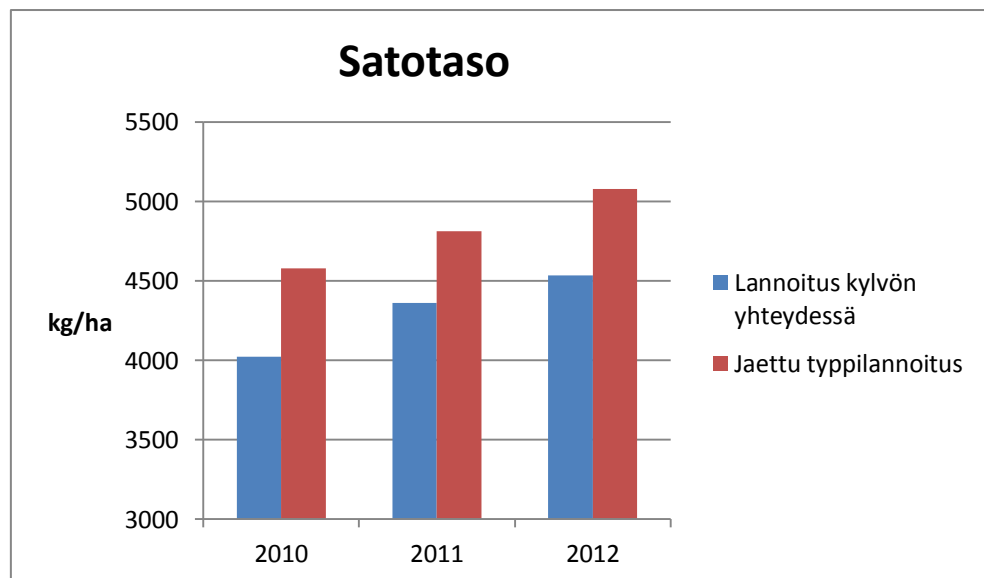


Kuvio 7. Lisälannoituksen ajankohta typpilannoituksen jakaneilla n = 143

Kasvuston kasvuastetta lisälannoituksen aikana on vaikeaa arvioida aineiston perusteella, sillä aineistosta selviävät vain kylvön ja lisälannoituksen päivämäärät sekä korjuupäivä. (Kuvio 7)

Aineistossa kevätvehnän kasvuajoissa oli erittäin suuria eroja viljelyvuosien välillä. Vuosittaiset keskimääräiset kylvöpäivät olivat aineistossa 17.5.2010, 6.5.2011 ja 12.5.2012 ja sadonkorjuupäivät 20.8.2010, 25.8.2011 ja 14.9.2012. Vuonna 2010 kevätvehnän kasvuaika oli aineistossa keskimäärin 95,2 päivää, 2011 keskimäärin 111,0 päivää ja 2012 125,2 päivää. Jaettua typpilannoitusta käyttäneillä keskimääräiset kasvuajat olivat vuonna 2010 94,3 päivää, vuonna 2011 111,3 päivää ja 2012 127,9 päivää. Vuonna 2010 kesä oli monin paikoin kuiva ja helteinen, joten vilja valmistui aikaisin (Viljaseula 2010, 6). Vuonna 2012 kasvukausi oli yleisesti sateinen ja viileä. Lisäksi syksyllä ei ollut pitkiä poutajaksoja, joten korjuuajankohdat venyivät myöhemmiksi (Viljaseula 2012, 7).

7 VAIKUTUS SATOTASOON



Kuvio 8. Vuosittaiset keskimääräiset hehtaarisadot n = 588

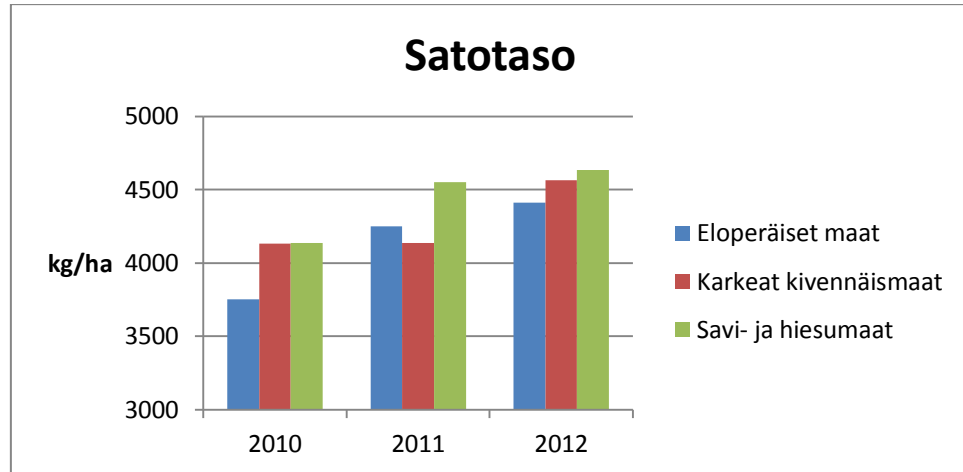
Satoarvio oli kolmena vuonna keskimäärin 563 kg/ha suurempi lohkoilla, joiden typpilannoitus oli jaettu kuin lohkoilla, jotka oli lannoitettu kerralla. Jaettua lannoitusta käyttäneillä hehtaarikohtainen typpilannoitustaso oli kuitenkin selkeästi suurempi. Myös käytetyissä lajikkeissa oli eroja. Suurimmat sadot saatiin molemmilla lannoitustavoilla vuonna 2012 ja pienimmät vuonna 2010. Koko aineiston kolmen vuoden keskimääräinen hehtaarisato oli 4 386 kiloa.

7.1 Esikasvin vaikutus satotasoon

Muu vilja kuin kevätvehnä oli yleisin esikasvi aineiston kevätvehnälohkoilla (70 % lohkoista). Seuraavaksi yleisimmät esikasvit olivat öljykasvit (17 % lohkoista) ja kevätvehnä (7 % lohkoista). Satoarvioiden perusteella

keskimäärin suurimmat sadot korjattiin lohkoilta, joiden esikasvina oli palkokasvi (4 854 kg/ha), nurmi (4 560 kg/ha) tai öljykasvi (4 552 kg/ha). Satoarvio oli keskimäärin 4 375 kg/ha lohkoilla, joiden esikasvi oli kevätvehnä ja 4 320 kg/ha lohkoilla, joiden esikasvi oli muu viljakasvi.

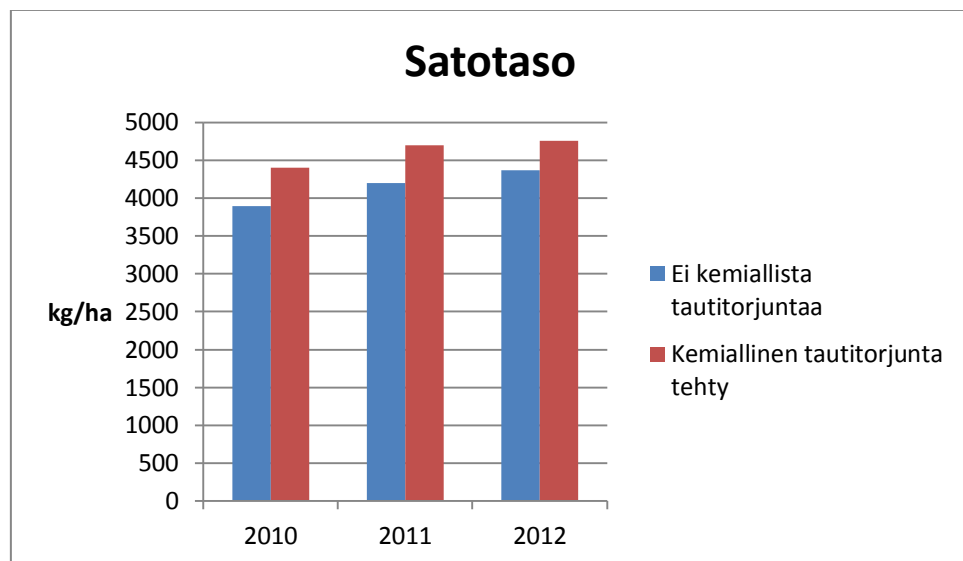
7.2 Maalajin vaikutus satotasoon



Kuvio 9. Keskimääräiset hehtaarisadot maalajeittain n = 569

Tutkimusmateriaalin perusteella savi- ja hiesumailta saatiin keskimäärin suurimmat satotasot kaikkina tarkasteluvuosina (Kuvio 9). Keskimääräiset satotasot olivat kaikilla maalajityypeillä suurimmat vuonna 2012. Hehtaarikohtainen typpilannoitustaso eloperäisillä mailla oli keskimäärin 78,4 kg, karkeilla kivennäismailla kg 112,6 ja savi- ja hiesumailla 117,6 kg.

7.3 Tautitorjunnan vaikutus satotasoon



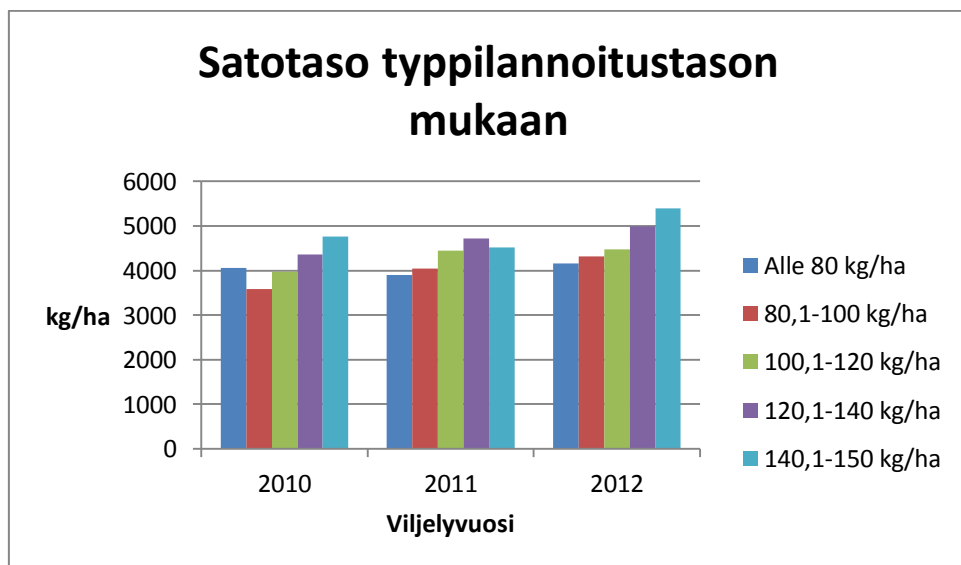
Kuvio 10. Keskimääräinen satotaso lohkoilla n = 588

Kasvitaudit, rikkakasvit ja tuholaiset ovat ravinteiden riittävyyden ja vesitalouden lisäksi merkittävimpiä satotasoon vaikuttavia tekijöitä. Kasvitau-

tien torjuntakäsittely oli kaikkina tarkasteluvuosina yleisempää lohkoilla, joilla typpilannoitus oli jaettu kuin pelkästään kylvön yhteydessä lannoitetuilla lohkoilla. Jaettua lannoitusta käyttäneillä taudit oli torjuttu vuonna 2010 65 %, vuonna 2011 84 % ja vuonna 2012 97 % lohkoista. Kylvön yhteydessä lannoitetuilla lohkoilla kasvitautitorjunta oli tehty vuonna 2010 34 %, vuonna 2011 42 % ja vuonna 2012 62 % lohkoista. Rikkakasvitorjunta oli tehty kaikkina vuosina yli 99 % aineiston lohkoista.

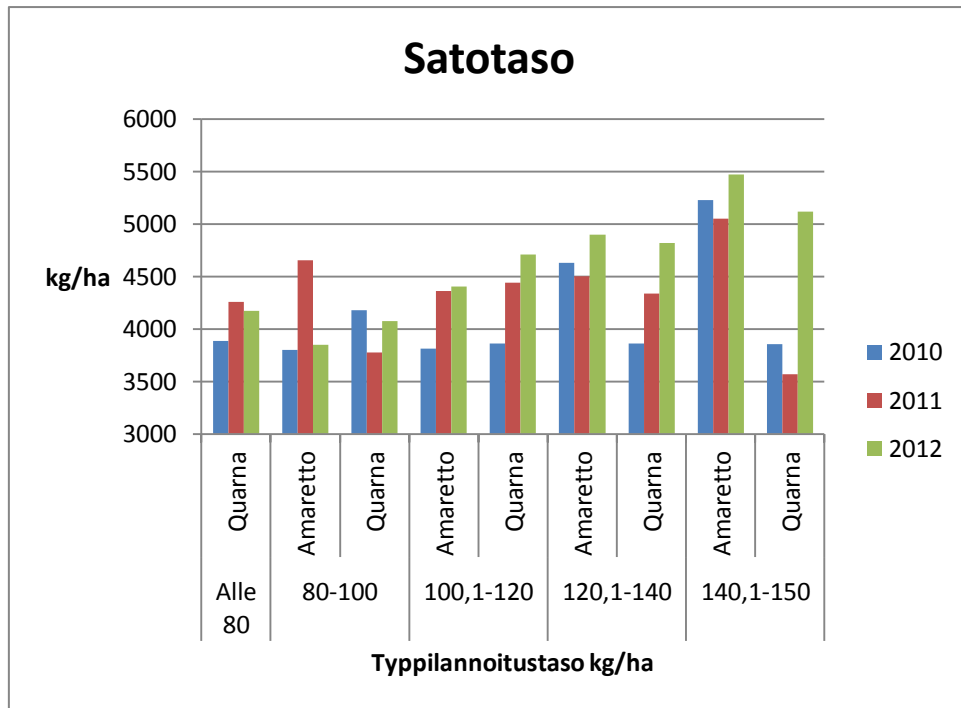
Keskimääräiset satoarviot olivat kaikkina vuosina suuremmat lohkoilla, joilla oli suoritettu kemiallinen tautitorjunta (Kuvio 10). Kolmen tarkasteluvuoden tarkasteluvälillä ero satotasossa oli keskimäärin 548 kg/ha.

7.4 Typpilannoitustason vaikutus satotasoon



Kuvio 11. Satotaso kokonaistyppilannoitustason mukaan n = 588

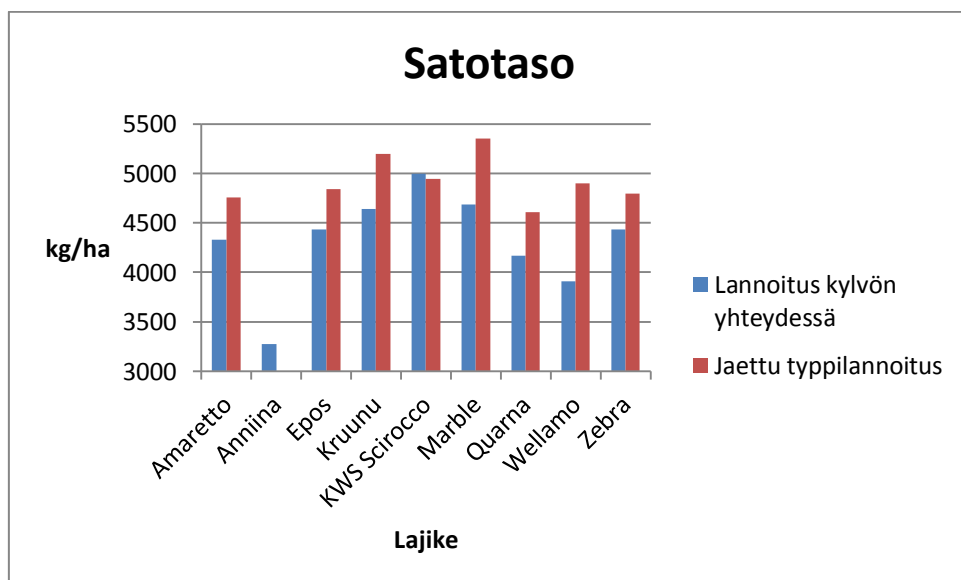
Typpilannoitustason nostolla saavutettiin lohkoilla yleensä keskimäärin suurempi satotaso (Kuvio 11). Typpilannoituksen nostolla saatiin erityisesti vuonna 2012 merkittävä sadonlisäys. Vuonna 2011 typpilannoituksen vaikutus oli kuitenkin selvästi pienempi, eikä suuremmilla typpilannoitustasoilla saatu selkeästi suurempia satomääriä.



Kuvio 12. Typpilannoitustason vaikutus satotasoon Amaretto- ja Quarna-lajikkeilla n = 271

Amaretto- ja Quarna-lajikkeiden satotasoissa ei näytä olevan alhaisemmillä typpilannoitustasoilla kovin suuria eroja. Joinakin vuosina Quarnan satotasot olivat jopa keskimäärin suurempia. Korkeilla typpilannoitustasoilla Amaretton satotaso on kuitenkin selvästi suurempi. (Kuvio 12)

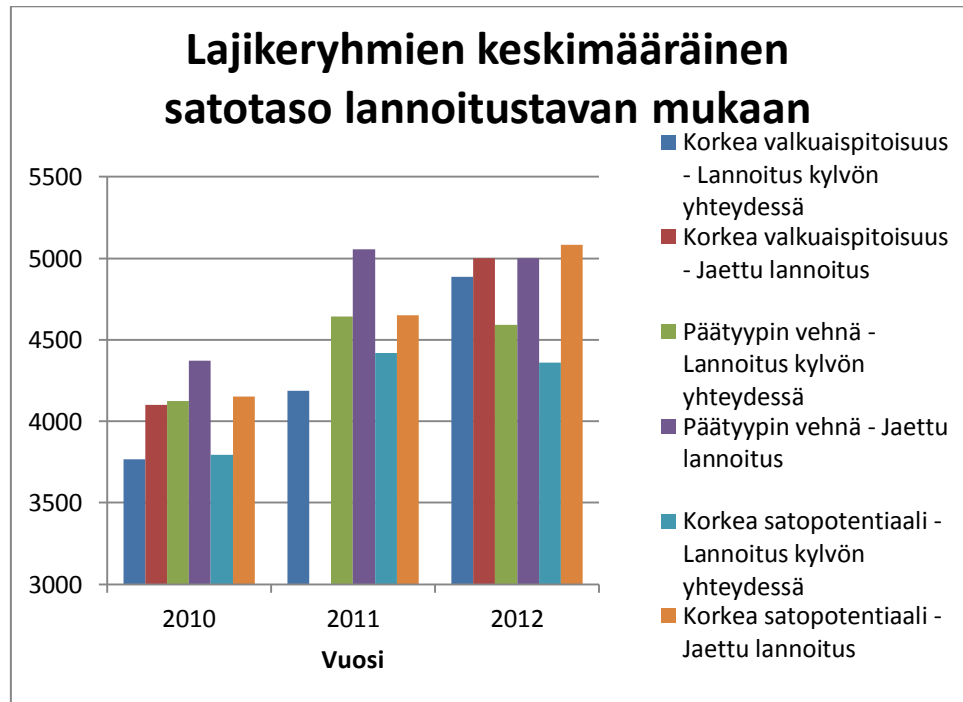
7.5 Lajikkeen vaikutus satotasoon



Kuvio 13. Aineiston lajikkeiden keskimääräiset satotasot 2010–2012 n = 536

Lohkokorttiaineistossa yleisimpien lajikkeiden keskimääräiset satotasot vaihtelivat 3 250–4 950 kg/ha välillä (Kuvio 13). Lajikkeista korkeimmat satotasot olivat KWS Sciroccolla ja Marblella ja alhaisimmat Anniinalla ja

Wellamolla. Jaettua typpilannoitusta käyttäneillä keskimääräiset satotasoarviot olivat lähes kaikilla lajikkeilla poikkeuksetta suuremmat kuin koko typpilannoituksen kylvön yhteydessä tehneillä.

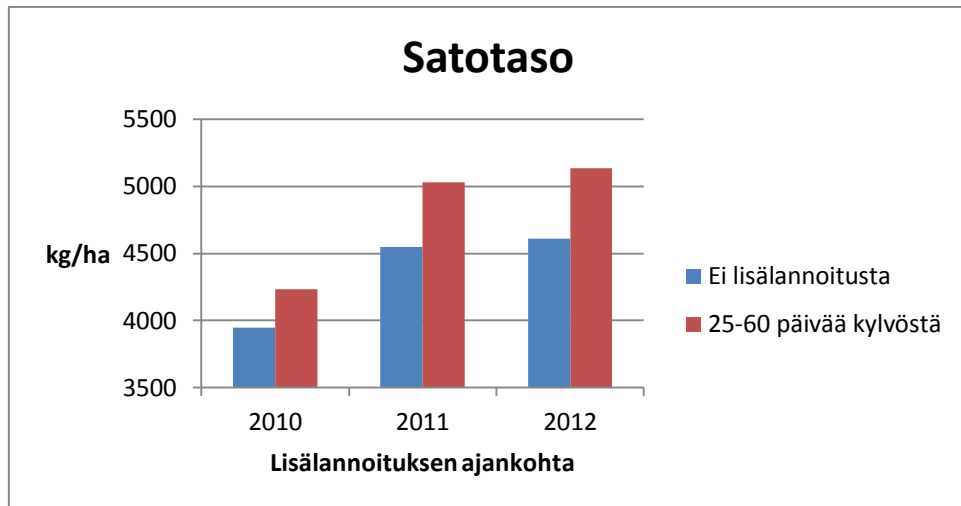


Kuvio 14. Lohkojen keskimääräinen satotaso lajikeryhmittäin lannoitustasolla 110–130 kg N/ha n = 260

Kuviossa 14 lajikkeet on jaettu ryhmiin Vilja-alan yhteistyöryhmän vinkkejä erityyppisten vehnien viljelyyn –oppaan mukaan. Tässä aineistossa aikaisia korkean valkuaispitoisuuden vehnälajikkeita ovat Anniina, Quarna ja Bjarne. Päätyypin vehnälajikkeita edustavat Zebra, Kruunu, Marble, Wellamo, KWS Scirocco, Demonstrant ja Sertori ja korkean satopotentialin lajikkeita Amaretto ja Epos.

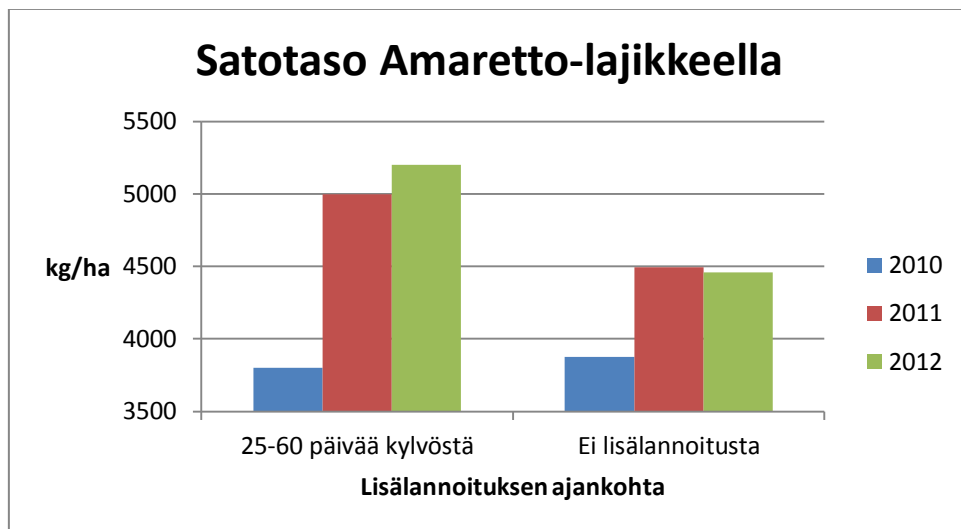
110–130 kg/ha typpilannoitustasolla ja kerralla lannoittamalla suurimmat sadot näyttävät tulleen päätyypin vehnälajikkeilla ja vuonna 2012 jopa korkeasta valkuaispitoisuudesta tunnetuilla kasvuajaltaan aikaisemmilla lajikkeilla. Jaettua typpilannoitusta käyttäneillä satotasot näyttävät olleen yleisesti suurempia kaikissa lajikeryhmissä. Vuoden 2011 korkean valkuaispitoisuuden lajikkeiden jaettua typpilannoitusta käyttäneiden tiedot puuttuvat, koska näitä lohkoja oli materiaalissa pieni määrä.

7.6 Ennen tähkälletuloa tehdyn lisälannoituksen vaikutus satotasoon



Kuvio 15. Keskimääräiset satotasoarviot lohkoilla, joiden typpilannoitustaso oli 110–130 kg N/ha n = 274

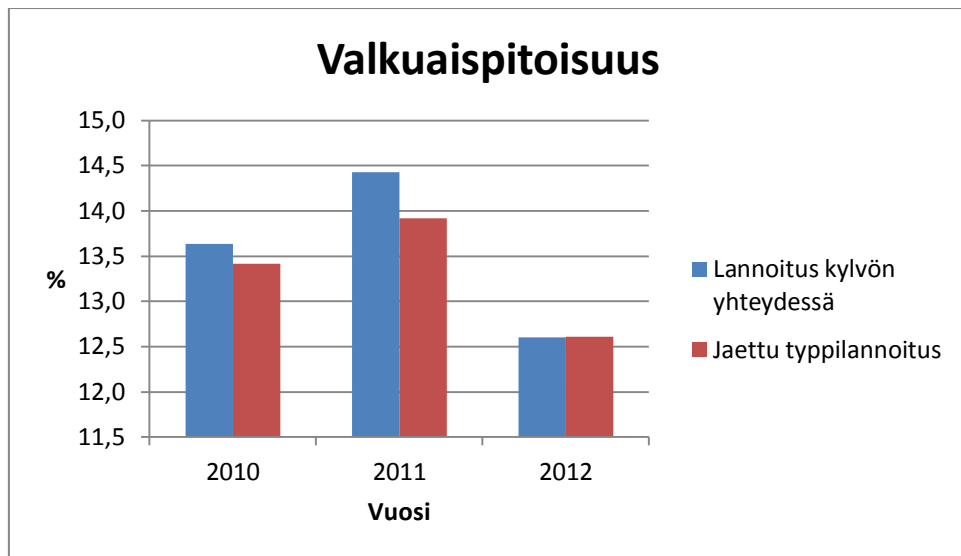
Aineistossa keskimääräiset satotasot olivat vuosittain noin 250–550 kg/ha suuremmat lohkoilla, joille oli annettu lisätyppilannoitus 25–60 päivän kulluttua kylvöstä, kun vertailtiin pelkästään kylvön yhteydessä lannoitettuihin lohkoihin, joiden saama kokonaistyppilannoitustaso oli samaa suuruusluokkaa. Kuviossa 15 on huomioitu lohkot, joiden typpilannoitustaso oli 110–130 kg/ha.



Kuvio 16. Satotaso lannoitusajan mukaan Amaretto-lajikkeella 110–130 kg/ha typpilannoitustasolla n = 77

Aineistossa kasvuajaltaan pitkällä Amaretto-lajikkeella vuosina 2011 ja 2012 parhaat sadot saavutettiin, kun kasvustoon tehtiin lisälannoitus 25–60 päivää kylvön jälkeen (Kuvio 16). Vuonna 2010 lisätyppilannoitus ei kuitenkaan näytä parantaneen Amaretton satotaso.

8 VAIKUTUS VALKUAISPITOISUUTEEN



Kuvio 17. Keskimääräiset valkuaispitoisuudet vuosittain n = 608

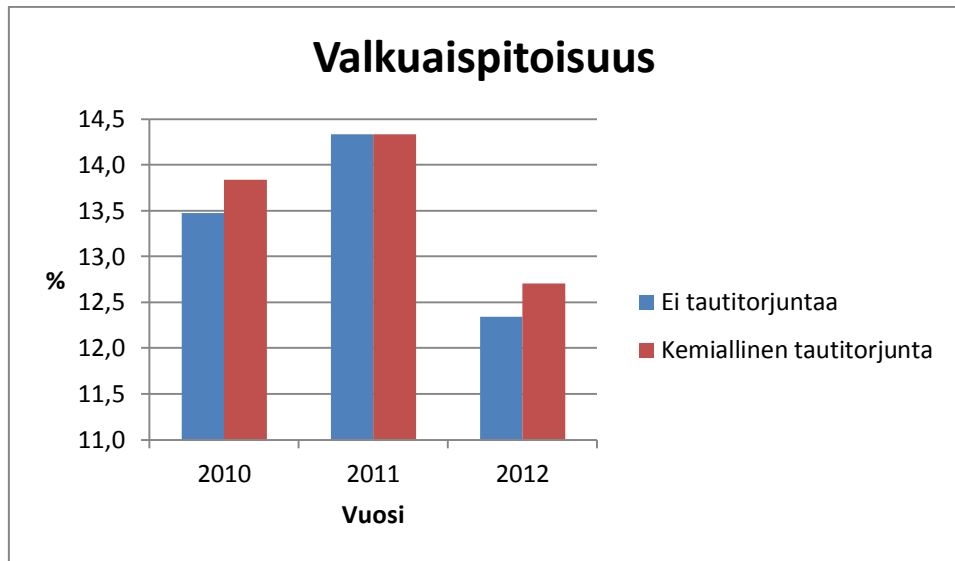
Vehnän valkuaispitoisuudessa oli materiaalissa melko suuria vuosittaisia eroja (Kuvio 17). Vuosina 2010 ja 2011 kerralla lannoitetuilta lohkoilta korjatun sadon valkuaispitoisuus oli suurempi kuin jaettua typpilannoitusta käyttäneillä. Vuonna 2012 valkuaispitoisuuksien ero oli alle 0,1 %. Typpilannoituksen taso vaikuttaa oleellisesti valkuaispitoisuuteen. Jaettua typpilannoitusta käyttäneillä keskimääräinen hehtaarikohtainen typpilannoitus oli selvästi suurempi kuin kylvön yhteydessä lannoittaneilla. Toisaalta jaettua typpilannoitusta käyttäneet viljelijät enemmän korkeamman satopotentialin lajikkeita, joilla on tyypillisesti alempi valkuaispitoisuus.

Yleisesti käytetyn myllyvehnän valkuaispitoisuusrajan 12,5 % ylitti aineiston perusteella vuonna 2010 79,8 % eristä, 2011 97,0 % eristä ja vuonna 2012 50,4 % eristä. Vuosittaiset pienimmät valkuaispitoisuudet aineistossa olivat 2010 10,7 %, 2011 12,2 % ja 2012 9,6 % ja suurimmat 2010 16,6 %, 2011 17,7 % ja 2012 15,8 %.

8.1 Esikasvin vaikutus valkuaispitoisuuteen

Kolmen vuoden keskiarvona suurimmat valkuaispitoisuudet olivat lohkoilla, joiden esikasvina olivat palkokasvit (valkuaispitoisuus 13,9 %) tai sokerijuurikas/peruna (valkuaispitoisuus 13,9 %). Valkuaispitoisuuden kannalta esikasviarvoltaan heikoimmat kasvit olivat nurmet (valkuaispitoisuus 12,7 %) ja muu vilja kuin kevätvehnä (valkuaispitoisuus 12,9 %).

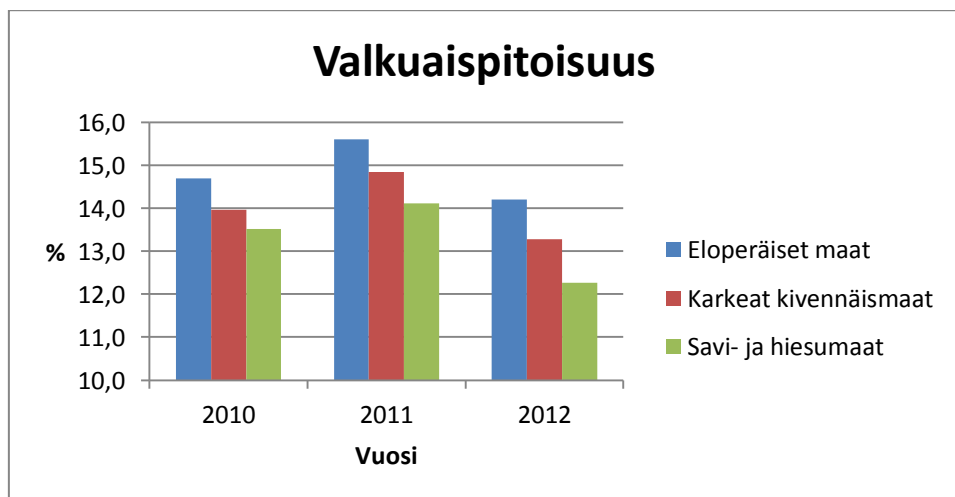
8.2 Tautitorjunnan vaikutus valkuaispitoisuuteen



Kuvio 18. Kemiallisen tautitorjunnan vaikutus kevätvehnän valkuaispitoisuuteen n = 608

Kasvitaudit häiritsevät erityisesti runsaana esiintyessään kasvin kehitystä ja heikentävät sadon laatua. Vuonna 2011 kasvitautitorjunnalla ei näytä olleen vaikutusta kevätvehnän valkuaispitoisuuteen. Vuosina 2010 ja 2012 vehnäsadon valkuaispitoisuudet olivat kuitenkin keskimäärin noin 0,3 % korkeampia lohkoilla, joilta kasvitaudit oli torjuttu kemiallisesti. (Kuvio 18)

8.3 Maalajin vaikutus valkuaispitoisuuteen

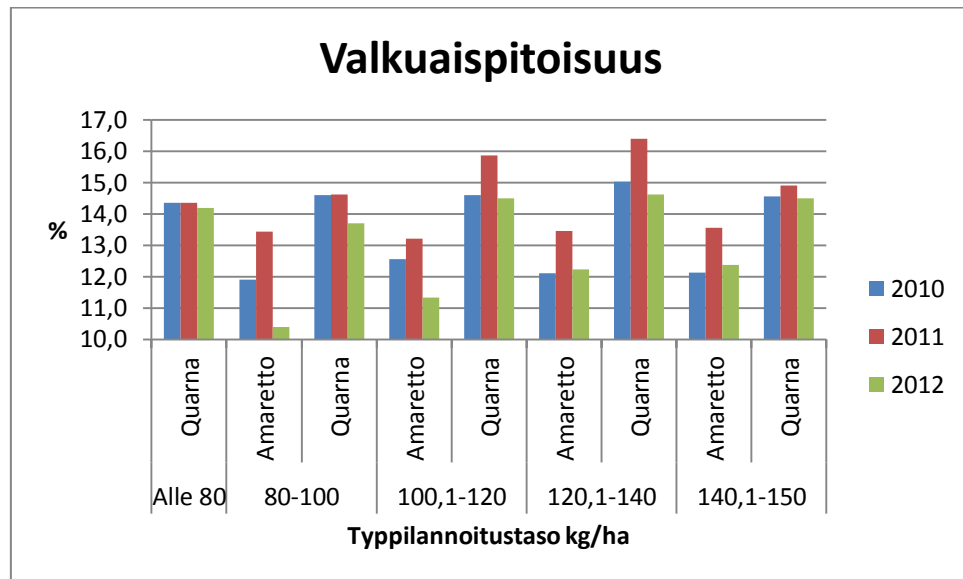


Kuvio 19. Keskimääräiset valkuaispitoisuudet maalajeittain. n = 586

Kevätvehnän valkuaispitoisuudet olivat korkeimmat eloperäisillä multa- ja turvemilla kaikkina kolmena tarkasteluvuonna ja matalimmat savi- ja hiesumailla (Kuvio 19). Toisaalta satotasot olivat savi- ja hiesumailla ja karkeilla kivennäismailla yleisesti hieman korkeammat. Hehtaarikohtainen

typpilannoitustaso eloperäisillä mailla oli keskimäärin 78,4 kg, karkeilla kivennäismailla kg 112,6 ja savi- ja hiesumailla 117,6 kg.

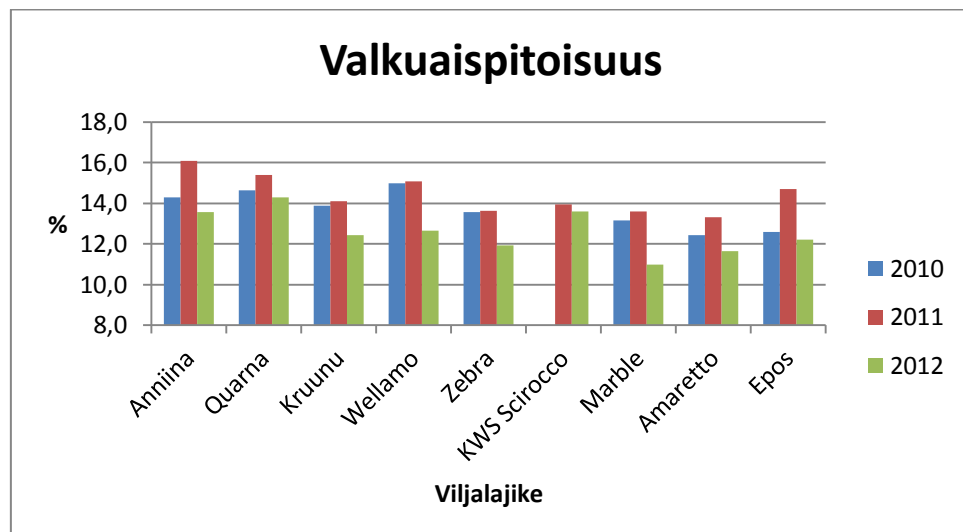
8.4 Typpilannoitustason vaikutus valkuaispitoisuuteen



Kuvio 20. Typpilannoitustason vaikutus sadon valkuaispitoisuuteen Amaretto- ja Quarna-lajikkeilla n = 255

Aineistossa hehtaarikohtaisella typpilannoitustasolla ei näytä olleen selkeää vaikutusta sadon valkuaispitoisuuteen. Kuviossa 20 on vertailtu aineiston yleisimpien lajikkeiden Amaretton ja Quarnan keskimääräisiä valkuaispitoisuuksia eri typpilannoitustasoilla. Typpilannoitustaso näyttää aineiston perusteella vaikuttavan valkuaispitoisuuden sijaan satotasoon. Valkuaispitoisuuteen näyttäisi vaikuttavan enemmän viljeltävä vehnälaajike sekä viljelyvuoden kasvuolosuhteet.

8.5 Lajikkeen vaikutus valkuaispitoisuuteen

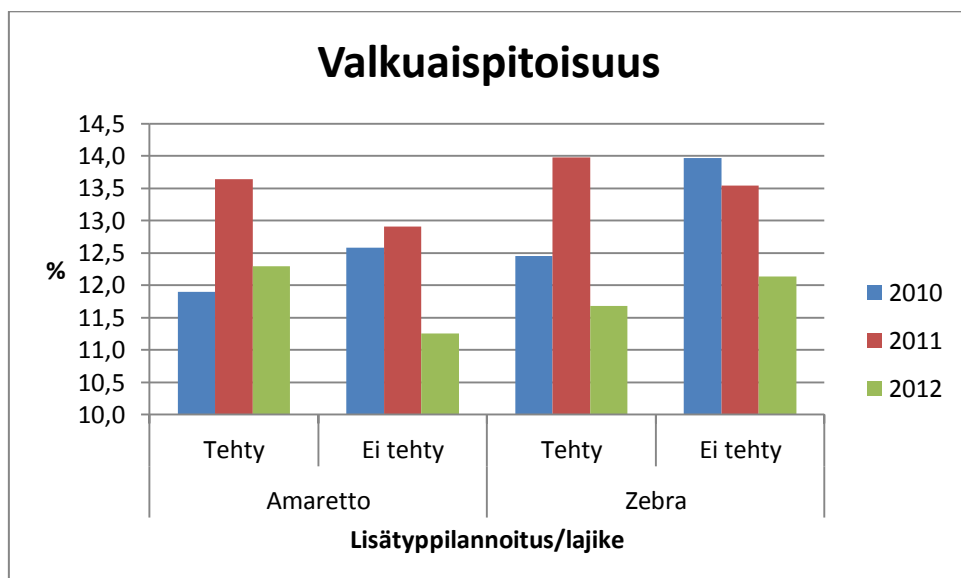


Kuvio 21. Keskimääräiset valkuaispitoisuudet aineiston yleisimmillä lajikkeilla. n = 586

Kuviosta 21 havaitaan selvästi lajikkeille ominaiset erot valkuaispitoisuudessa. Lajikkeet ovat kuviossa MTT:n virallisten lajikekokeiden kasvuajan mukaisessa järjestyksessä lyhimmästä pisimpään. MTT:n virallisissa lajikekokeissa korkeita valkuaispitoisuuksia tuottaneiden Anniinan ja Quarnan valkuaispitoisuudet olivat korkeimpia myös tässä aineistossa. Toisaalta korkeamman satopotentialin lajikkeista Amaretton ja Marblen valkuaispitoisuudet olivat aineiston alhaisimpia.

Vuosittainen valkuaispitoisuuden vaihtelu näkyi kaikilla aineiston lajikkeilla samantyyppisesti. Kolmen vuoden aikana valkuaispitoisuudet olivat keskimäärin korkeimmat vuonna 2011 ja alhaisimmat vuonna 2012.

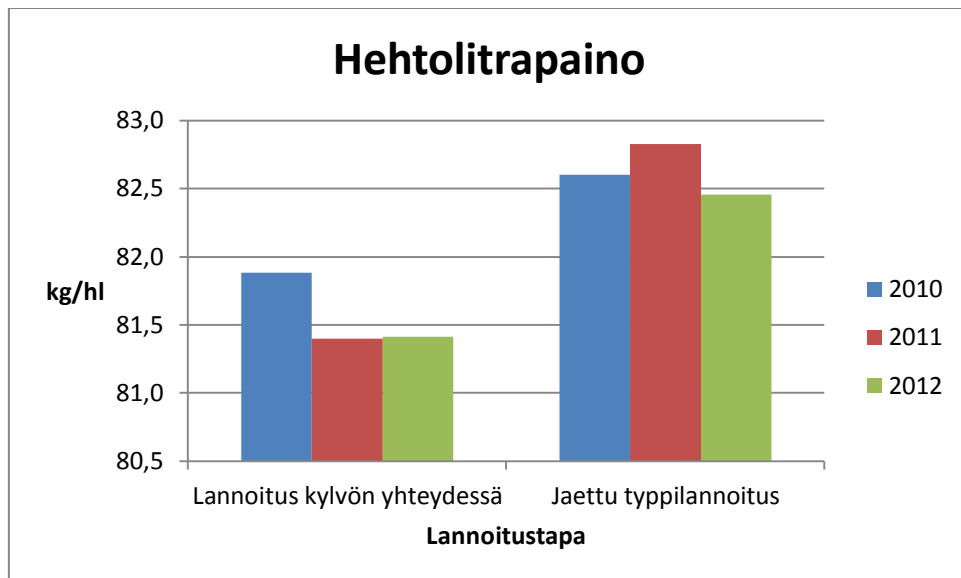
8.6 Tähkälletulon aikaan ja jälkeen tehdyn lisälannoituksen vaikutus valkuaispitoisuuteen



Kuvio 22. 50 päivää kylvöstä ja sen jälkeen tehdyn lisätyppilannoituksen vaikutus kevätvehnän valkuaispitoisuuteen typpilannoitustasolla 110–130 kg/ha. n = 118

Myöhäisemmässä vaiheessa tehdyllä lisätyppilannoituksella ei näytä kaikkina vuosina olleen positiivista vaikutusta vehnän valkuaispitoisuuteen. Kuviossa 22 on esitetty keskimääräiset valkuaispitoisuudet lannoitustavan mukaan Amaretto- ja Zebra-lajikkeilla, joilla oli käytetty aineistossa eniten jaettua typpilannoitusta. Molemmilla lajikkeilla saatiin vuonna 2010 parempi valkuaispitoisuus, kun koko typpilannoitus annettiin kylvön yhteydessä. Vuoden 2011 tulosten perusteella valkuaispitoisuuden nostoon tähtäävästä lisätyppilannoituksesta näyttäisi kuitenkin olleen selvästi hyötyä.

9 VAIKUTUS HEHTOLITRAPAINOON



Kuvio 23. Kevätvehnän keskimääräinen hehtolitraino vuosittain n = 608

Aineistossa kevätvehnän hehtolitraino oli kaikkina vuosina korkeampi lohkoilla, joilla oli käytetty jaettua typpilannoitusta (Kuvio 23). Kevätvehnän keskimääräinen hehtolitraino oli vuonna 2010 81,9 kg, 2011 81,7 kg ja 2012 81,6 kg. Aineiston pienin hehtolitraino oli vuonna 2010 76,7 kg, 2011 76,9 kg ja 2012 75,2 kg ja suurin 2010 85,4 kg, 2011 84,8 kg ja 2012 85,7 kg. Kaikkina kolmena vuonna myllykelpoisen vehnän hehtolitrainorajan 78 kg alitti alle 2 % eristä.

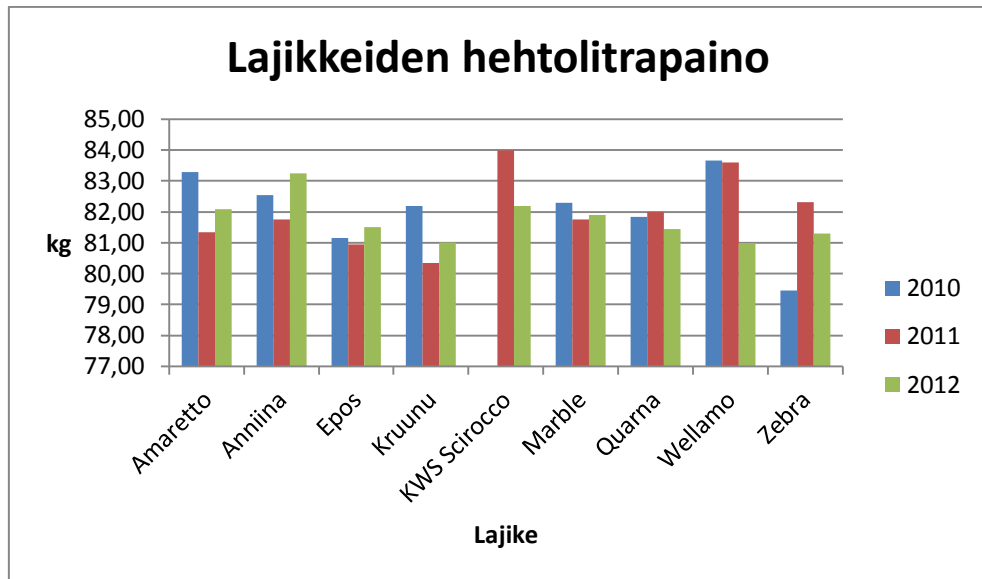
9.1 Tautitorjunnan vaikutus hehtolitrainoon

Kevätvehnän hehtolitraino oli kaikkina vuosina korkeampi lohkoilla, joilla oli suoritettu kemiallinen tautitorjunta. Tautitorjuntakäsittelyjen ja käsittelemättömien lohkojen keskimääräisten hehtolitrainojen ero oli vuonna 2010 0,34 kg, vuonna 2011 1,27 kg ja vuonna 2012 0,75 kg.

9.2 Typpilannoitustason vaikutus hehtolitrainoon

Hehtaarikohtainen typpilannoitustaso ei näytä aineiston perusteella vaikuttavan kevätvehnän hehtolitrainoon. Korkeita ja matalia hehtolitrainoja oli aineistossa saatu sekä korkeilla että matalilla typpilannoitustasoilla.

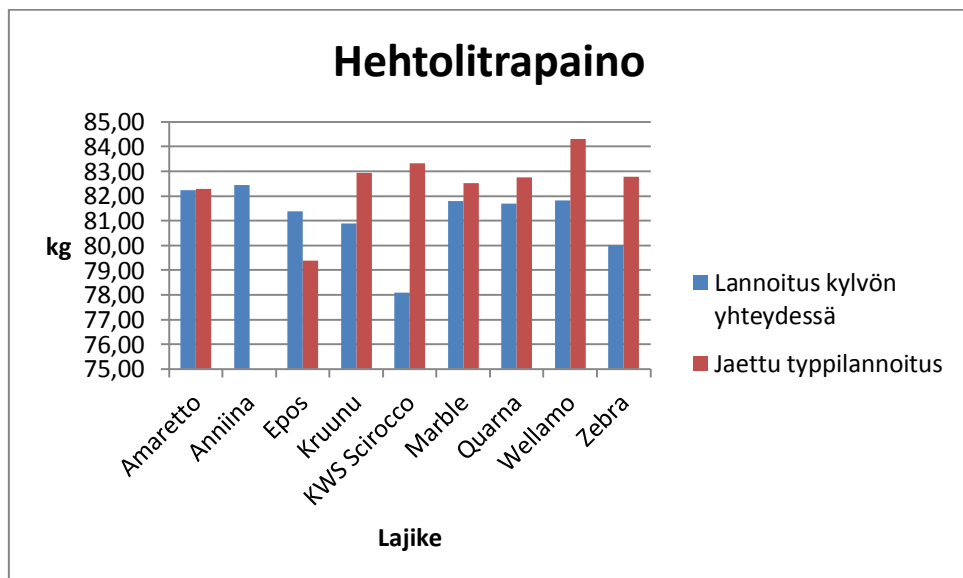
9.3 Lajikkeen vaikutus hehtolitrapainoon



Kuvio 24. Kevätvehnälaajikkeiden keskimääräinen hehtolitrapaino n = 586

Eri kevätvehnälaajikkeiden välillä oli aineistossa selkeitä eroja hehtolitrapainoissa. Vuosittaisia laajikkeiden keskimääräisiä hehtolitrapainoja vertailemalla voidaan kuitenkin huomata, että korkeimmat hehtolitrapainot on saavutettu eri vuosina eri laajikkeilla. Eri laajikkeiden hehtolitrapainojen erot olivat pienimmät vuonna 2012 ja suurimmat vuonna 2010 (Kuvio 24).

9.4 Jaetun typpilannoituksen vaikutus hehtolitrapainoon laajikkeittain



Kuvio 25. Lajikkeiden keskimääräiset hehtolitrapainot lannoitustavan mukaan. n = 586

Jaettua typpilannoitusta käyttäneillä keskimääräiset hehtolitrapainot olivat Epos –lajiketta lukuun ottamatta kaikilla laajikkeilla korkeammat kuin kylvön yhteydessä lannoittaneilla. (Kuvio 25)

10 PÄÄTELMÄT

Koska tutkimusmateriaali oli kerätty käytännön viljelyoloista, joissa muuttuvia tekijöitä on paljon, aineistoa käsitellessä haasteena oli muiden satotasoon ja laatuun vaikuttavien tekijöiden kuin typpilannoituksen määrän ja lannoitusajankohdan sulkeminen ulkopuolelle. Erityisesti maalaji, esikasvi ja kasvukausien erilaiset olosuhteet näyttävät vaikuttavan merkittävästi sekä satotasoon että sadon valkuaispitoisuuteen. Eloperäisillä mailla satotasot olivat keskimäärin alhaisimmat, mutta valkuaispitoisuudet korkeimmat ja savi- ja hiesumailla päinvastoin. Eloperäisistä maista oli selvästi vapautunut runsaasti typpeä kasvukaudella kasvien käyttöön. Esikasveista huomionarvoista oli, että palko- ja öljykasvit sekä sokerijuurikas ja peruna kevätvehnän esikasvina nostivat selkeästi sekä sadon määrää että sadon valkuaispitoisuutta. Kasvukauden aikaisia sääolosuhteita sademäärineen ja lämpösummineen ei ollut aineistoa käsitellessä käytettävissä, joten niiden vaikutusta ei pystytty suoraan vertaamaan.

Jaetun typpilannoituksen käyttö kevätvehnän lannoituksessa on Suomen olosuhteissa aineiston perusteella harvinaista. Moni typpilannoituksen jakaneista viljelijöistä oli kuitenkin käyttänyt jaettua lannoitusta kaikkina tarkasteluvuosina, joten se on selvästi koettu tilatasolla toimivaksi. Jaettua typpilannoitusta käyttäneiden osuus myös nousi aineistossa vuosittain. Toisaalta ainakin vuoden 2010 pienempää ja vuoden 2012 suurempaa osuutta selittävät ainakin osaksi kasvukausien olosuhteet. Kasvukausi 2010 oli Lounais-Suomessa helteinen ja kuiva, mikä ei kannustanut tekemään kasvukauden aikaista lisälannoitusta. Kasvukauden 2012 viileämmät ja kosteammat olosuhteet sopivat paremmin jaetulle lannoitukselle.

Aineistossa keskimääräisissä satotasoissa oli merkittäviä vuosittaisia eroja. Myös tämä tukee osaltaan lannoituksen jakamista kasvukaudelle, jolloin ylimääräiseltä lannoittamiselta vältytään. Jaettuna lannoitetuilta lohkoilta saatiin aineiston perusteella selvästi suuremmat hehtaarisadot kaikkina tarkasteluvuosina. Ainakin osan jaetun typpilannoituksen tuottamasta suuremmasta satotasosta selittävät kuitenkin muut tekijät, kuten keskimääräistä useammin tehty tautitorjunta ja suurempi typpilannoitustaso sekä lajikekokeiden perusteella satoisampien lajikkeiden viljely. Aineiston perusteella kevätvehnän satotaso näyttää jaettuna lannoitettuna olevan yleisesti korkeampi kaikentyyppisillä lajikkeilla aikaisimmista myöhäisimpiin. Huomionarvoisia olivat myös selkeästi korkeammat satotasot kemiallisen tautitorjunnan tehneillä sekä esikasvin merkittävyys kevätvehnän satotasoon.

Aineistossa keskimääräinen hehtolitraino oli kaikkina vuosina suurempi jaettua typpilannoitusta käyttäneillä, joten lisälannoituksella on todennäköisesti ollut positiivinen vaikutus jyvien täyttymiseen. Myös kemiallisella tautitorjunnalla on saatu aineiston perusteella nostettua hehtolitrainoa selvästi.

Keskimääräisiä valkuaispitoisuuksia kerralla lannoittaneiden ja typpilannoituksen jakaneiden välillä vertailtaessa huomattiin, että kerralla lannoitetuilla lohkoilla valkuaispitoisuus oli suurempi, vaikka jaettua lannoitusta

käyttäneillä viljelijöillä valkuaispitoisuuden vaikuttavat keskimääräiset typpi- ja rikkilannoitusmäärät olivatkin suurempia. Toisaalta jaettua lannoitusta käyttäneet viljelijät viljelivät enemmän lajikkeita, joille alhainen valkuaispitoisuus on ominaista. Jaettua lannoitusta käyttäneillä satotasot olivat keskimäärin suurempia, joten suurempi osa typpilannoituksesta on kohdistunut sadonmuodostukseen.

Tähkälletulon jälkeen tehdyn lisälannoituksen on useissa kokeissa todettu nostavan vehnän valkuaispitoisuutta. Tämän aineiston perusteella positiivista vaikutusta ei kuitenkaan havaittu kaikkina tarkasteluvuosina. Vuosina 2011 ja 2012 lisätyppilannoituksesta näyttää kuitenkin olleen hyötyä, kun verrataan samoja lajikkeita ja typpilannoitustasoja. Onkin todennäköistä, että lisälannoituksen käytetty lannoitetyppi ja lannoitusajankohdan sääolosuhteet vaikuttavat merkittävästi lisälannoituksesta saatuihin hyötyihin.

Tulevaisuudessa lannoitteenlevittimien yleistyessä ja tekniikan kehittyessä voitaisiin harkita kasvukaudella tehtävän lisätyppilannoituksen ottamista esimerkiksi ympäristötuen lisätoimenpiteeksi. Tämä edellyttäisi kuitenkin lisätutkimuksia kasvukauden aikaisen lannoituksen vaikutuksista typen huuhtoutumiseen, kasvin sadon määrään ja laatuun.

LÄHTEET

- Anttila-Lindeman, H. 2011. Ensikokemukset Yara N-Sensorista. Maatilan Pellervo 10, 38-39.
- Farmit.net. Kalium vaikuttaa kasvin aineenvaihduntaan. Viitattu 19.2.2014. <https://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/ravinteiden-merkitys-ja-otto/kalium>
- Farmit.net. Kalkituksen vaikutukset. Viitattu 14.2.2014. <https://www.farmit.net/kasvinviljely/kalkitus/kalkin-vaikutukset>
- Farmit.net. Kasvukauden aikainen lisälannoitus. Viitattu 21.2.2014. <http://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/suunnittelu/lisalannoitus>
- Farmit.net. Rikki on tärkeä ravinne useissa kasvin elintoiminnoissa. Viitattu 19.2.2014. <https://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/ravinteet/rikki-2/rikin-merkitys>
- Farmit.net. 2009. Tunnista typen puutosoireet kasvustosta – Typpi ravinteena. Viitattu 17.2.2014. <http://www.farmit.net/kasvinviljely/2009/04/03/tunnista-typen-puutosoireet-kasvustosta-typpi-ravinteena>
- Kaasinen, S., Rasa, K. & Heikkinen, J. 2011. Typpilannoituksen tarkentaminen: TEHO:n tilakokeilu v. 2009. TEHO-hankkeen raportteja, osa 1.
- Kauppila, R. 2006. Kannattaako kevätvehnän typpilannoitus jakaa? Leipä leveämmäksi 3/2006: 10–11.
- Kemira GrowHow. Typpilaukku liukoisen typen mittaamiseen. Viitattu 21.2.2014. <http://agrimarket.mederra.com/files/gallery/1220608308.pdf>
- Kerminen, A., n.d., Myllyvehnän lannoitus., Kasvuohjelma.
- Kivijärvi, P. & Narinen, K. 2013. Kasvintuotanto kannattaa. Loppuseminaari. MTT Kasvintuotannon tutkimus. Viitattu 22.2.2014. http://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/kasvintuotanto_kannattaa_havaintokokeiden_tulokset_2011-2013.pdf
- Kleemola, J. 2009. Jaettuna vai kerralla? Käytännön Maamies 7, 14–17.
- Laine, A., Högnäsbacka, M., Kujala, M., Niskanen, M., Jauhiainen, L. & Nikander, H. 2014. Virallisten lajikekokeiden tulokset 2006-2013. MTT Raportti 128. Jokioinen: MTT.
- Liesipuu, J., 2012. Kannattaako kevätvehnän lannoitus jakaa? Leipä Leveämmäksi 4, 34–35.
- Maatalouden ympäristötuki ja luonnonhaittakorvaus. n.d. Maa- ja metsätalousministeriö. Viitattu 23.1.2014.

http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/maatalous/tuet/merkitys/ymparistotuki_luonnonhaittakorvaus.html

Nordkalk. 2011. Kalkitusopas.

Nummela, P. & Tuononen, M. 2009. Opas ympäristötuen ehtojen mukaiseen lannoitukseen 2007–2013.

Peltonen, J. 2008 Typpimittauspiste omalle tilalle. Maatilan Pellervo. Viitattu 24.2.2014. http://www.pellervo.fi/maatila/mp5_08/minusruutu.htm

Ravinteet kasvintuotannossa. 2009. Tieto tuottamaan 127. ProAgria Keskuksen Liitto.

Satotietoja 1995–2012. 2013. Tike. Maataloustilastot. Viitattu 23.1.2014. http://www.maataloustilastot.fi/sites/default/modules/pubdlnet/pubdlnet.php?file=/sites/default/files/aikasarjat_viljat_nurmet_muut_kasvit_1995_-_2012_0.xls&nid=4

Valkuaisaineet ja aminohapot. n.d. Peda.net. Oppimateriaalit. Viitattu 10.3.2014. <https://peda.net/oppimateriaalit/eoppi/ylakoulu/kemia/oppikirja/III/14/vep>

Viljan laatu. 2012. Evira. Viitattu 23.1.2014. <http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/viljan+laatu/>

Viljasadon laatu 1995–2012. 2013. Evira. Viitattu 24.1.2014. <http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/viljan+laatu/tilastot+viljasadon+laadusta/historia/>

Viljaseula. 2011. Kotimaisen viljasadon laatusuuranta 2010. Evira.

Viljaseula. 2012. Kotimaisen viljasadon laatusuuranta 2011. Evira.

Viljaseula. 2013. Kotimaisen viljasadon laatusuuranta 2012. Evira.

Viljatase 04/05–11/12 2013. 2013. Tike. Maataloustilastot. Viitattu 23.1.2014. http://www.maataloustilastot.fi/sites/default/modules/pubdlnet/pubdlnet.php?file=/sites/default/files/viljatase_2004-05_-_2011-12.xls&nid=24

Viljavuosi 2012-2013. 2013. Tike.

Viljelyopas 2014. 2014. Raisioagro Oy. Viitattu 23.1.2014

Yara Suomi. Lannoiteopas 2013-2014. 2013.

Yara Suomi. n.d. N-Sensor. Viitattu 24.2.2014. <http://www.yara.fi/lannoitus/tyokalut-asiakastakuut/n-sensor/>

Ylhäinen, A. 2012. Lehtilannoitteet vertailussa. Käytännön Maamies 10, 14–19.

Ylhäinen, A. 2014. Suuri lannoitekatsaus. Käytännön Maamies 1, 12–23.

