

**SAVONIA**

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

# TÄYDENNYSLANNOITUKSEN VAIKUTUS KEVÄTVEHNÄN SATOON JA LAATUUN

TEKIJÄ Maria Niemi

Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala			
Tutkinto-ohjelma Agrologin tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Maria Niemi			
Työn nimi Täydennyslannoituksen vaikutus kevätvehnän satoon ja laatuun			
Päiväys	16.5.2024	Sivumäärä/Liitteet	50/2
Toimeksiantaja Hankkija Oy			
Tiivistelmä			
<p>Kylvöhetkellä kasvukauden sään ennustaminen on mahdotonta. Mikäli lannoitus tehdään vain kylvön yhteydessä, huonoissa kasvuolosuhteissa arvokas lannoituspanos voi mennä hukkaan, kun hyvänä vuonna kasvusto voi kärsiä ravinnepuutoksesta. Täydentämällä lannoitusta kasvukaudella voidaan saada lisäystä sadon määrään sekä korkeampi taloudellinen tuotto viljelykasville laatuominaisuuksien parantumisella.</p> <p>Opinnäytetyössä selvitettiin eri lannoitusratkaisujen antamaa lopputulosta kolmella erilaisella lannoitusratkaisulla. Koe toteutettiin kahdelle uudelle vehnäajikkeelle Hankkijan kasvuohjelman koeruuduilla Kymenlaaksoissa Elimäellä. Työssä laskettiin myös eri lannoitusratkaisujen kustannuksia ja selvitettiin ratkaisujen vaikutusta kannattavuuteen. Kokeessa mukana olleet vehnäajikkeet olivat Nalle ja Winx.</p> <p>Koeruudet kylvettiin 9.5.2023. Kummankin lajikkeen koejäsenille toteutettiin kolme erilaista lannoitusratkaisua. Kasvustoille tehtiin rikkakasvi- ja tautitorjunta. Kasvustoille käytettiin lehtilannoitetta ja kasvunsäädettä. Satokomponenttien laskenta sekä työssä tehdyt mittaukset suoritettiin Kasvuohjelman koeruuduilla. Koeruudet puitiin 4.9.2023. Tulokset analysoitiin Hankkijan viljalaboratoriossa.</p> <p>Kasvukauden sademäärä Elimäellä oli 261 millimetriä, ja kasvustot kärsivät erityisesti alkukasvukauden kuivuudesta. Lisäksi koeruutujen kasvustoja tuhosivat naakat, jotka söivät valmistumassa olevia viljoja. Koeruutujen satotaso jäi alhaiseksi, mutta jokaisella koejäsenellä saavutettiin myllylaatuun vaadittava valkuaistaso. Winxillä korkein satotaso saavutettiin yhdellä tähkälletulovaiheessa tehdyllä lisälannoituksella. Nallella korkeimman sadon antoi korrenkasvu- ja tähkälletulovaiheessa annettu lisälannoitus. Taloudellisesti kannattavin lannoitusratkaisu oli molemmilla lajikkeilla yksi lisälannoituskerta tähkälletulovaiheessa.</p> <p>Kokeen tulosten perusteella jaetun lannoituksen käyttäminen vehnällä on kannattavaa. Kokeen tuloksia toimeksiantaja hyödyntää viljely- ja markkinointiohjeistuksissa. Lannoituksen jakaminen on mahdollisuus vähentää lannoituksen ympäristöhaittoja ja säästää lannoituskustannuksissa.</p>			
Avainsanat vehnä, kevätvehnä, täydennyslannoitus, typpilannoitus, lannoituskokeet			

Field of Study Natural Resources and the Environment	
Degree Programme Degree Programme in Agriculture and Rural Industries	
Author Maria Niemi	
Title of Thesis Impact of additional fertilizer application of spring wheat yield and quality	
Date 16.5.2024	Pages/Appendices 50/2
Client Organisation /Partners Hankkija Oy	
<p><b>Abstract</b></p> <p>At the time of sowing, predicting the weather conditions during the growing season is impossible. If fertilization is done only at the time of sowing, valuable fertilizer input can be wasted in poor growing conditions, whereas in a good year, the crop may suffer from nutrient deficiency. Supplementing fertilization during the growing season can increase yield and improve the quality characteristics of the crop.</p> <p>In the thesis, the outcome of different fertilization solutions was investigated using three different fertilization strategies. The experiment was conducted on two new wheat varieties on Hankkija's trial plots in Kymenlaakso, Elimäki. The study also calculated the costs of different fertilization solutions and examined their impact on profitability. The wheat varieties included in the experiment were Nalle and Winx.</p> <p>The trial plots were sown on May 9, 2023. Three different fertilization solutions were implemented for each variety. Weed and disease control were carried out for the crops, and foliar fertilizer and growth regulators were applied. Yield components were calculated, and measurements were taken on the trial plots. The plots were harvested on September 4, 2023, and the results were analyzed at Hankkija's grain laboratory.</p> <p>The rainfall during the growing season in Elimäki was 261 millimeters, and the crops suffered particularly from early-season drought. Additionally, the crops on the trial plots were damaged by jackdaws, which ate the ripening grains. Despite this, the yield level of the trial plots remained low, but each trial member achieved the protein level required for milling quality. Winx achieved the highest yield with one additional fertilization applied at the heading stage. For Nalle, the highest yield was obtained with additional fertilization applied during stem elongation and heading stages. The most profitable fertilization solution for both varieties was one additional fertilization application at the heading stage.</p> <p>Based on the results of the experiment, split fertilization is beneficial for wheat. The client will utilize the results of the experiment in cultivation and marketing guidelines. Splitting fertilization is an opportunity to reduce environmental impacts and save on fertilization costs.</p>	
<p><b>Keywords</b> wheat, spring wheat, manuring, nitrogen fertilization, fertilization trials</p>	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
2	VILJAN KASVUTEKIJÄT .....	8
2.1	Ilmastolliset tekijät.....	8
2.2	Viljelyvyöhykkeet .....	9
2.3	Maaperätekijät ja kasviravinteet.....	10
2.4	Satokomponentit.....	10
3	VILJAKASVIN ANATOMIA JA KEHITTYMINEN .....	12
3.1	Viljakasvien anatomia.....	12
3.2	Kasvuvaiheet .....	14
3.3	Kehitys ja kasvuasteikot .....	14
4	RAVINTEET JA LANNOITUS .....	16
4.1	Ravinteiden käyttö .....	16
4.2	Kasvuvaiheet ja lannoitus .....	17
4.3	Jaettu lannoitus .....	18
4.4	Jaetun lannoituksen toteuttaminen täsmäviljelymenetelmillä.....	19
4.5	Säädökset ja asetukset.....	20
4.6	Nitraattidirektiivi .....	21
4.7	Ehdollisuuden opas 2023 .....	21
5	VEHNÄ .....	22
5.1	Vehnän viljely ja kulutus Suomessa .....	22
5.2	Vehnän kasvuolosuhteet.....	23
5.3	Viljan yleiset laatuvaatimukset .....	24
5.4	Myllyvehnän laatuvaatimukset .....	25
5.5	Vehnän käyttö .....	25
6	KOKEEN TOTEUTUS.....	26
6.1	Kokeen lähtötiedot .....	26
6.2	Lajikkeet .....	27
6.3	Kasvuston seuranta ja kasvukauden sää.....	29
6.4	Satokomponenttien määrittäminen .....	30
6.5	Oraslaskenta.....	30
6.6	Versojen ja tähkien laskenta .....	31

6.7	Näytteiden analysointi .....	32
7	KOKEEN TULOKSET .....	34
7.1	Laskennalliset tulokset .....	34
7.2	Analyysitulokset .....	34
7.3	Taloudellisuus.....	35
7.4	Virhelähteet.....	36
8	TULOSTEN ANALYSOINTI.....	37
8.1	Vertailu lajikekokeisiin ja aiempiin koetuloksiin.....	38
8.2	Erojen syyt .....	40
9	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	42
10	POHDINTA.....	44
	LÄHTEET .....	46
	LIITE 1: VALTIONEUVOSTON ASETUS ERÄIDEN MAA- JA PUUTARHATALOUDESTA PERÄISIN OLEVIEN PÄÄSTÖJEN RAJOITTAMISESTA.....	51
	LIITE 2: HANKKIJAN LAATUHINNOITELU KASVUKAUDELLE 2023 .....	52

## KUVALUETTELO

KUVA 1. Viljan sisäiset ja ulkoiset kasvutekijät (Maahenki 2019) .....	8
KUVA 2. Viljelyvyöhykkeet (Maatilahallitus 2014).....	9
KUVA 3. Vehnän rakenne (Abdulrahman 2001, CC BY) .....	12
KUVA 4. Vehnän tähkän rakenne (Savonia-ammattikorkeakoulu 2021) .....	13
KUVA 5. Viljoilla yleisesti käytetyt kasvuasteikot (Opetushallitus 2005) .....	14
KUVA 6. Zadoksin asteikkoon perustuva BBCH-asteikko (Yara julkaisuaika tuntematon) .....	15
KUVA 7. Satoisuusikkuna (Parkkari & Peltonen-Sainio 2005) .....	18
KUVA 8. Yara N-Tester (Niemi 2023a) .....	20
KUVA 9. N-Tester käyttöajankohdat BBCH-asteikolla kuvattuna (Yara julkaisuaika tuntematon) .....	20
KUVA 10. Vehnä (Niemi 2023h).....	22
KUVA 11. Viljojen kylvöalat 2022 ja 2023 sekä kylvöalaennuste 2024 (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2023.) .....	23
KUVA 12. Viljakasvien kuukausittainen vedentarve kasvukaudella (Savonia Moodle 2021).....	24
KUVA 13. Vehnä Winx (Niemi 2023g) .....	28
KUVA 14. Vehnä Nalle (Niemi 2023f) .....	29
KUVA 15. Lehtivihreämittaus N-Testerillä (Niemi 2023a) .....	30
KUVA 16. Oraslaskenta (Niemi 2023e).....	31
KUVA 17. Kuivatut lyhteet (Niemi 2023d).....	31
KUVA 18. Koeruutujen puinti (Niemi 2023c) .....	32
KUVA 19. Jyvälaskuri (Niemi 2023b).....	32
KUVA 20. Sadon ja valkuaisen määrät koejäsenillä (Hankkija 2023).....	35
KUVA 21. Sateen jakautuminen kuukausittain koeruuduilla (Cordulus Farm 2024) .....	37
KUVA 22. Lannoituskoe Winx Vihti 2023 (Hankkija 2024).....	39
KUVA 23. Sibelius lannoitusporraskoe Kotkaniemi (Kerminen julkaisuaika tuntematon) .....	40
KUVA 24. Keskilämpötilat Kouvola (Ilmatieteenlaitos 2024).....	40
KUVA 25. Vedentarpeen ja sademäärien vertailu .....	41

## 1 JOHDANTO

Viljalajikkeet ovat tärkeä osa huoltovarmuutta. Lajikkeiden kehitystyöllä pyritään nostamaan satotasoja ja parantamaan kasvustojen kestävyyttä erilaisia taudinaiheuttajia vastaan. (Torikka 2022, 7.) Lannoituskokeilla saadaan lajikkeiden markkinoijille arvokasta tietoa uusien lajikkeiden käyttäytymisestä erilaisilla lannoitusmäärillä ja tätä tietoa voidaan siten hyödyntää markkinoinnissa ja viljelyohjeistuksissa.

Viljojen lannoitusta kylvön yhteydessä toteuttaessa tulevan kasvukauden sään ennustaminen on mahdotonta. Mikäli sää ei ole otollinen viljan kasvuille, lannoitukseen käytetty arvokas tuotantopanous voi mennä hukkaan. Lannoitusta jakamalla viljelijä voi pienentää taloudellista riskiä ja pyrkiä varmistamaan, että kasvilla on koko kasvukaudelle riittävästi ravinteita tarjolla. (ProAgria 2018.) Peltoviljelyyn saatavilla oleva teknologia kehittyy nopeasti. Viljelijälle on tarjolla paljon reaaliaikaista tietoa kasvien tilasta, jota voidaan hyödyntää lannoituksen suunnittelussa sekä toteutuksessa. Viljelijä voi hyödyntää käytettävissä olevaa tietoa tuotantopanosten kohdentamisessa oikeaan aikaan ja paikkaan sekä oikeina määrinä.

Täydennyslannoituksessa viljanviljelyssä suurin hyöty saavutetaan lannoituksen säätämällä kasvun ja olosuhteiden mukaan. Jakamalla lannoitusta, pyritään parantamaan viljojen sadonmäärää ja laatua. Viljelyn kustannuksissa saadaan säästöä, jos lannoituksessa säästetään silloin, kun lannoitusta ei ole järkevää käyttää. Ympäristön kuormittuminen kevenee, kun kasveja lannoitetaan tutkitun ja mitatun lannoitustarpeen mukaan. Viljelijällä on myös paremmat edellytykset tuottaa tasalaatuista satoa, kun kasvit valmistuvat yhtäaikaisemmin. (Digimaatalous 2020.)

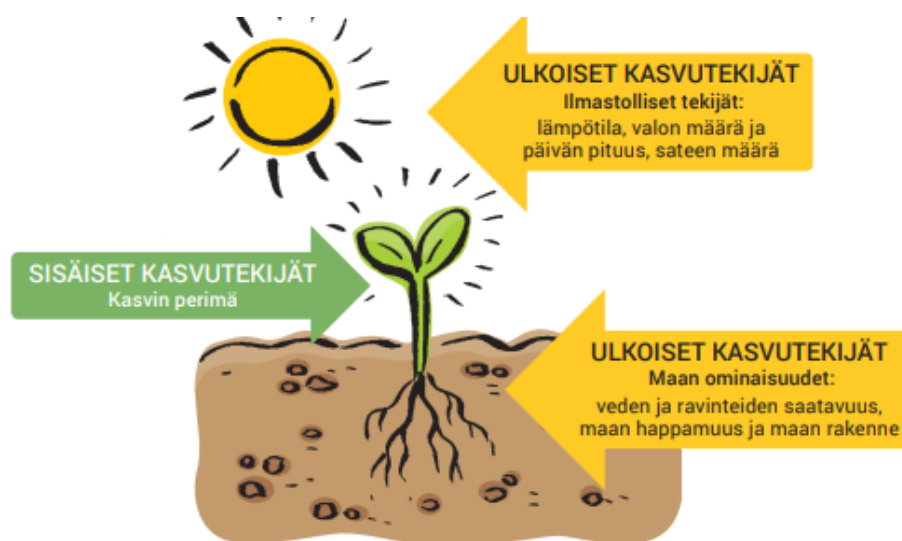
Lannoituksen kustannukset ovat merkittävimpiä kulueriä viljelyssä. Lannoitteiden hinnat voivat vaihdella raaka-aineiden hinnanvaihteluiden vuoksi ja lannoituskokeilla voidaan selvittää millä lannoitusratkaisulla saadaan taloudellisesti kannattavin lopputulos. Ilmastonmuutos tuo myös tulevaisuudessa haasteita viljanviljelyyn, sääolosuhteiden muuttuessa. Lannoituskokeilla saadaan myös tietoa lannoituksen onnistumisesta erilaisissa kasvuolosuhteissa. Taloudellisten, tehokkaiden ja ympäristöystävällisten toimintatapojen kehittäminen ja käyttäminen on merkittävässä osassa niin viljelijän kuin maataloudessa työskentelevän asiantuntijankin työtä nyt ja tulevaisuudessa.

Opinnäytetyössä tehdään täydennyslannoituskoe uusille kevätvehnäajikkeille. Lannoituskoe toteutetaan peltokokeena Hankkijan kasvuohjelman koeruuduilla Kymenlaaksossa Elimäellä. Opinnäytetyössä tehtävät mittaukset ja laskennat tehdään koeruutujen kasvustoista. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Hankkija Oy, ja opinnäytetyön aihe valikoitui Hankkijan tutkimusmestarin ehdotusten perusteella.

Opinnäytetyössä selvitetään erilaisten lannoitusratkaisujen vaikutusta kahdella uudella vehnäajikkeella. Täydennyslannoituskokeessa tutkitaan lajikkeiden sadontuottoa ja laatuominaisuuksia eri lannoitusmäärillä. Kokeessa selvitetään, saadaanko jaetulla lannoituksella parhaat sato- ja laatuominaisuudet kokeen uutuusajikkeille. Työssä selvitetään myös erilaisten lannoitusratkaisujen kustannuksia ja lasketaan taloudellisesti kannattavin lannoitusratkaisu kokeessa oleville lajikkeille. Viljely- ja lannoituskokeista saatava tieto on myös viljelijöiden käytettävissä oman tilan viljely- ja lannoitusratkaisuja pohdittaessa.

## 2 VILJAN KASVUTEKIJÄT

Viljakasvin kehittymiselle määrävimmät tekijät ovat päivänpituus ja lämpötila, kasvinperimän mahdollistamissa rajoissa. Päivänpituuden ollessa muuttumaton tekijä, kasvukaudella lämpötila vaihtelee vuosittain. (Peltonen-Sainio, Rajala & Seppälä 2005, 14.) Tekijöitä, jotka määrävät sadon laadun ja suuruuden sekä vaikuttavat kasvin kasvuun, kutsutaan kasvutekijöiksi (kuva 1). Geenien perusteella määräytyvät tekijät eli sisäiset tekijät ovat kasvilaji- ja lajike. Lämpötilaa, valon määrää, veden ja ravinteiden saatavuutta, maan happamuutta ja maan rakennetta kutsutaan ulkoisiksi tekijöiksi.



KUVA 1. Viljan sisäiset ja ulkoiset kasvutekijät (Maahenki 2019)

### 2.1 Ilmastolliset tekijät

Eniten kasvintuotantoa rajoittava tekijä Suomessa on lämpötila. Terminen kasvukausi on se vuodenaika, jolloin kasvien kasvu on keskimääräisesti soveltuva riittävän lämmiin ajanjakso. Termisen kasvukauden katsotaan alkaneen, kun keskilämpötila on vuorokaudessa yli +5 °C. Terminen kasvukausi päättyy syksyllä, kun keskilämpötila vuorokaudessa on laskenut alle +5 °C. Suomalaisille viljelykasveille optimilämpötila on 16–18 °C. (Seppänen ym. 2008, 8.)

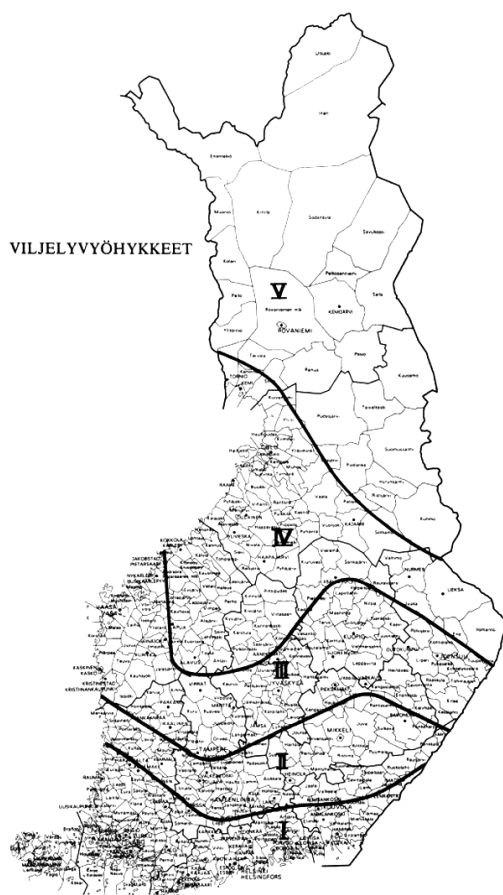
Tehoisan lämpösumman kertymisellä voidaan seurata kasvukauden etenemistä. Tehoisa lämpösumma saadaan, kun lasketaan yhteen termisellä kasvukaudella kertyvien +5 °C ylittävien lämpötilojen osien summa. Tehoisan lämpösumman laskeminen aloitetaan termisen kasvukauden alkaessa ja lopetetaan termisen kasvukauden päättyessä. Eteläisessä Suomessa termisen kasvukauden pituus on 180 päivää, kun taas pohjoisimman Suomen osalta pituus on 110 päivää. (Seppänen ym. 2008, 8.)

Vuotuinen sademäärä Suomessa on suhteellisen suuri, sademäärä vaihtelee 500 millimetrin ja 650 millimetrin välillä. Suurimmat sademäärät kertyvät sisämaassa maan etelä- ja keskiosiin. (Ilmatieteenlaitos julkaisuaika tuntematon.) Kasvintuotannon osalta ongelma on sateiden ajoittuminen, tyypillisesti sateet ajoittuvat syksyllä sekä talvikuukausiin. Keväisin taas esiintyy kuivuusjaksoja. Kuivuus aiheuttaa keväisin ongelmia erityisesti Etelä- ja Länsi-Suomessa. Kuivuuden takia viljoille voi tulla

suuriakin satotappioita ja syksyllä sade vaikeuttaa sadonkorjuuta. Sateisina syksyinä viljoissa laatu-  
tappioita aiheuttaa tähkäidäntä eli siementen ennen aikainen idäntä tähkässä. (Seppänen ym. 2008,  
11.)

## 2.2 Viljelyvyöhykkeet

Suomi on jaettu viiteen viljelyvyöhykkeeseen (kuva 2), jotka kuvaavat peltoviljelykasvien soveltu-  
vuutta viljelyyn kullakin viljelyvyöhykkeellä. Kenttäkokeilla testataan eri peltokasvilajien, - ja lajikkei-  
den soveltuvuus eri viljelyvyöhykkeille. Viljelykasvisuositukset eri viljelyvyöhykkeille perustuvat viral-  
lisiin lajikekokeisiin. Tilan alueella voi myös esiintyä useita eri viljelyvyöhykkeitä, sillä mikroilmaston  
vaikutus on suuri. (Seppänen ym. 2008, 11.) Mikroilmastossa saattaa olla huomattavia eroja alueen  
lämpötiloihin, kosteuteen sekä tuulisuuteen. Mikroilmastot muodostuvat esimerkiksi vaihtelevista  
pinnanmuodoista, puiden latvusten aiheuttamasta varjostuksesta sekä vesistöjen läheisyydestä. (II-  
matieteenlaitos 2020.)



KUVA 2. Viljelyvyöhykkeet (Maatilahallitus 2014)

Viljelyvyöhykkeelle I sopivia viljelykasveja ovat syys- ja kevätruus, ruisvehnä, syys- ja kevävehnä,  
ohra, kaura, sokerijuurikas, herne, härkäpapu, kevätrypsi ja rapsi, syysrapsi, peruna, nurmiheinät,  
aurionkukka ja rehumaisi. Viljelyvyöhykkeen II kasveja ovat syys- ja kevätruus, syys- ja kevä-  
vehnä, ohra, kaura, sokerijuurikas, herne, kevätrypsi, syysrypsi, peruna, nurmiheinät ja rehumaisi.  
(Seppänen ym. 2008, 12.)

Syys- ja kevätruus, syys- ja kevävehnä, ohra, kaura, sokerijuurikas, herne, kevätrypsi, peruna ja  
nurmiheinät ovat viljelyvyöhykkeellä III menestyviä kasvilajikkeita. Viljelyvyöhykkeelle IV soveltuvat  
peruna, ohra, kaura, nurmiheinät poissulkien koiranheinä ja englanninraiheinä. Pohjoisimmalla eli  
viljelyvyöhykkeellä V voidaan viljelysuositusten mukaan viljellä perunaa, nurmiheinistä timoteitä,

nurminataa, puna-apilaa, sekä yksivuotisina italian- ja westerwoldinraiheinää. (Seppänen ym. 2008, 12.)

### 2.3 Maaperätekijät ja kasviravinteet

Suomen hienojakoisimmat maat, jotka ovat Suomen tärkeimpiä viljelyalueita, sijaitsevat pääasiassa Etelä- ja Länsi-Suomen rannikolla. Viljelymaita on perinteisesti raivattu lajittuneille hienojakoisille kivennäismaille. Tuore eloperäinen aines, jota jää maahan kuten juuret, viljan säkki ja oljet toimivat maan mikrobiston ja maaperäeläinten energian lähteenä. Osa näiden tuottamasta hiilestä vapautuu ilmaan hiilidioksidina, ja osan maaperässä olevat eliöt käyttävät ravinnonlähteenä. Maan eloperäisestä aineesta vapautuu usein myös typpeä, fosforia ja rikkiä muiden eliöiden käytettäväksi. (Seppänen ym. 2008, 16.)

Kaikkia niitä alkuaineita, joita kasvi tarvitsee kehittyäkseen siemenestä uuteen itämiskykyiseen siemeneseen saakka, kutsutaan kasviravinteiksi (Seppänen ym. 2008, 16). Luonnossa kasviravinteita on eri muodoissa, mutta ne eivät ole kasveille käyttökelpoisessa muodossa, esimerkiksi sellaiset ravinnevarat, jotka ovat kallioperässä tai kallioperästä hienontuneessa maan kivennäisaineksessa eivät ole kasvin käytettävissä. (Yli-Halla 2009, 14.) Mikäli kasveilla ei ole käytettävissä ravinteita kasvien yhteyttäminen ja kasvaminen ei onnistu. Kasvien tarvitsemia ravinteita on yhteensä 16. Hiilen, vedyn ja hapen kasvi ottaa ilmakehästä, muut ravinteet kasvi saa maasta. Ravinteet luokitellaan pää-, sivu- ja hivenravinteiksi, luokittelu tehdään määrällisen tarpeen mukaan. (Yara julkaisuaika tuntematon a.)

Pääravinteiden tarve lasketaan kiloina hehtaarille. Pääravinteita ovat typpi (N), fosfori (P), ja kalium (K). Sivuravinteiksi luokitellaan kalsium (Ca), magnesium (M), ja rikki (S). Hivenravinteiden eli raudan (Fe), mangaanin (Mn), sinkin (Zn), kuparin (Cu), boorin (B), kloorin (Cl), ja molybdeenin (Mo) tarve kasvilla on satoja grammoja hehtaarille. (Yara julkaisuaika tuntematon a.)

### 2.4 Satokomponentit

Satokomponentit ovat sadon osatekijät, joista viljojen sato muodostuu. Satopotentiaalinen rakentumiseen sekä sadon määrään voidaan vaikuttaa seuraamalla satokomponenttien kehittymistä kasvukaudella. Seurannan tuloksia hyödyntämällä voidaan viljelytoimia suunnitella ja ajoittaa niin että, kerättyä tietoa voidaan hyödyntää parhaiten tukemaan kasvin sadon muodostumista. (Seppänen ym. 2008, 23.)

Viljan satokomponentit ovat

- kasvitiheys, kpl/m<sup>2</sup>
- versojen määrä kasviyksilöä kohti
- tähkien määrä kpl/m<sup>2</sup>
- jyvien määrä tähkässä
- jyvien lukumäärä, kpl/m<sup>2</sup>
- jyvien paino (Seppänen ym. 2008, 23).

Kasvuston tähkäluku määräytyy versoutumisen vaiheessa. Suomen kasvuolosuhteissa viljojen versonta on heikkoa, joten tähkien lukumäärään neliölle vaikuttaa merkittävästi orastiheys. Kasvuston

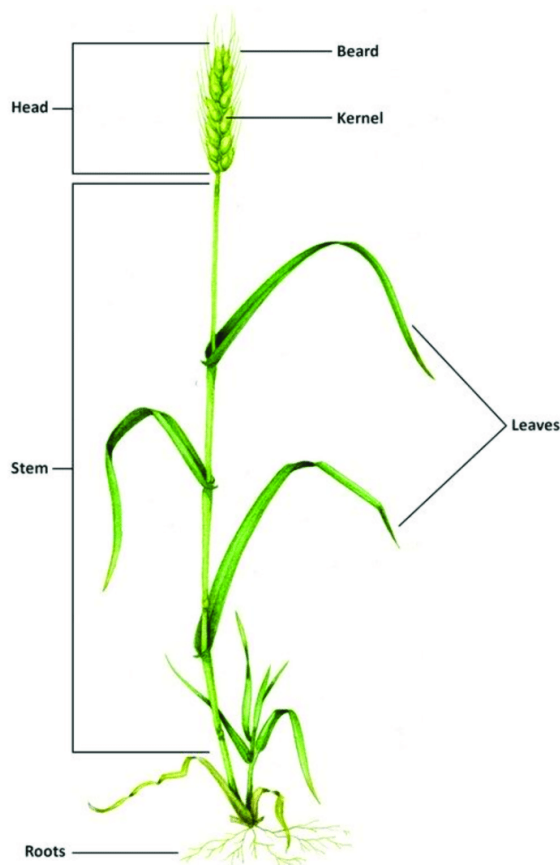
ollessa liian tiheä tai kasvuston kärsiessä kuivuudesta jyväkoko pienenee ja tähkät jäävät lyhyemmiksi. Sivuversojen muodostumista haittaavat epäsuotuisat kasvuolosuhteet, kuten veden tai ravinteista erityisesti typen puute. (Farmit 2007a.)

Korrenkasvun ja kukinnan välillä määräytyy tähkien jyväluku, tällöin myös ravinteiden tarve on korkein ja jyvien muodostuminen ajoittuu yleensä kesäkuun alkupuolelle. Jyväkokoon vaikuttaa kasvuston kunto, sillä merkittävä tekijä pienijyväisyyteen ovat kasvitaudit. Lajikevalinnalla viljelijä voi myös pyrkiä vaikuttamaan jyväkokoon. Ratkaisevaa aikaa kasvustolle jyväkoon muodostumisen osalta on heinäkuu. (Farmit 2007a.)

Viljelytekniikan valinnalla sekä tuotantopanosten oikea-aikaisella käytöllä tavoitteena on saada jokainen satokomponentti mahdollisimman optimaaliseksi. Satokomponenttien seurannalla saadaan tietoa laontorjunnan ja lisälannoituksen sekä kasvitautien torjunnan tarpeesta. Kasvukaudelta kerättyä tietoa voidaan myös käyttää viljelytoimenpiteiden onnistumisen arviointiin. (Farmit 2007a.)

### 3 VILJAKASVIN ANATOMIA JA KEHITTYMINEN

Viljat ovat heinäkasveja ja niiden rakenteelliset piirteet ovat heinäkasveille tunnusomaiset (kuva 3). Heinien varsi on ontto korsi, joka koostuu solmumaisista nivelistä ja nivelväleistä. Viljakasvilla on heinäkasvien tapaan kasvutilan tehokkaasti hyödyntävä versontakyky. Viljakasvin kukinto on tähkä tai röyhy. (Peltonen-Sainio ym. 2005, 15.)



KUVA 3. Vehnän rakenne (Abdulrahman 2001, CC BY)

#### 3.1 Viljakasvien anatomia

Viljakasveilla juuriston muodostavat siemen- ja ravintojuuret. Itämisen jälkeen kehittyvät siemenjuuret, jotka turvaavat veden saannin kasville ja ne työntyvät syväälle maakerrokseen. (Seppänen ym. 2008, 50.) Ruokamultakerrokseen myöhemmin sijoittuvat ravintojuuret ottavat ravinteita maanpinnan läheltä. Juuristo sitoo kasvin kasvupaikalleen ja juuriston keräämä vesi sekä ravinteet siirtyvät juuristosta kasvin muihin osiin. (Peltonen-Sainio ym. 2005, 15.)

Yksisirkkaisilla kasveilla korsi on ontto ja itäneestä siemenestä tulee ensin esiin vain yksi yhteyttävä lehti, kuten viljoilla ja heinäkasveilla. Kasvin varressa on nivelvälejä sekä niveliä eli solmuja. Korsi kuljettaa vettä ja ravinteita kasvin muihin osiin ja nostaa lehtiä kohti auringonvaloa. Kasvin tyvi-osassa nivelet sijaitsevat lähellä toisiaan, sillä niissä nivelvälit eivät pitene ja viljakasvi versoo eli pensastuu lähellä maanpintaa. (Peltonen-Sainio ym. 2005, 15.) Viljakasvit muodostavat sivuversoja 2–3 lehtivaiheessa eli pensastumisen yhteydessä. Suomen pitkän valoisan kesäpäivän vuoksi muodostuu viljakasveilla vain muutamia sivuversoja. Jälkiversontaa, jolloin sivuversoja muodostuu vielä jyvääntäytymisvaiheessa voi esiintyä kuivuuden jälkeen alkaneiden runsaiden sateiden aiheuttaman

viljan lakoontumisen vuoksi. Myös harva kasvusto voi olla syynä jälkiversonnalle. (Seppänen ym. 2008, 50.)

Kaikissa kasvin nivelissä on sivuverson aihe, ja mikäli kasvuolosuhteet ovat kasville suotuisat, siitä kehittyy sivuverso, joka tuottaa kukinnon. Kasvien ylimpien lehtien lehtihangoissa on myös sivuverson aihe, mutta sivuversot kehittyvät vain maanpinnan lähelle. Suomessa sivuversoja kehittyy vain viljan pääversoon, kun taas osa heinäkasveista pystyy tuottamaan sivuversoistakin uusia versoja. (Peltonen-Sainio ym. 2005, 15.)

Ensimmäisenä maanpinnalle esiin tulee kasvulehti, joita Suomessa viljakasveihin muodostuu kuudesta seitsemään kappaletta. Viimeinen kasvulehti on nimeltään lippulehti. (Seppänen ym. 2008, 50.) Viljakasvin lehden rakenne on kaksiosainen ja siinä on niin monta lehteä kuin kasvin korressa on niveliä. Lehtituppi kietoutuu nivelen yläpuolisen nivelvähän kohdalle eli lehden kiinnittymiskohtaan ja lehtilapa kasvaa pois päin korresta. Niiden yhtymäkohdassa sijaitsevat kieleke ja korvake, joilla on lajityypillisiä piirteitä. Lehtien tehtävä on suojella kukinnon aihetta, haihduttaa kosteutta, tuottaa energiaa yhteyttämisen avulla ottamalla ilmasta hiilidioksidia ja tuottamalla sokeria sekä happea. (Peltonen-Sainio ym. 2005, 15–17.)

Kukinnon muodostus alkaa hyvin varhaisessa vaiheessa, jolloin kasvissa on tavallisesti vasta 2 lehteä (Peltonen-Sainio ym. 2008, 50). Vehnän kukintoa kutsutaan tähkäksi, jossa tähkylät kiinnittyvät tähkälapakon niveliin (kuva 4). Tähkylään muodostuu kukkia, joiden lukumäärä vaihtelee eri viljakasveilla. Vehnällä kukkia voi muodostua jopa kymmenen, mutta niistä kehittyy jyväksi keskimäärin vain kahdesta kolmeen kukkaa. Vehnän tähkän päässä on päätetähkylä, sillä vehnä on kasvutavaltaan päätteellinen. Jyvää kutsutaan viljoilla pähkyläksi. Jyvä kehittyy pölyttymisen seurauksena hedelmöitymiskykyisistä eli fertiileistä kukista. (Peltonen-Sainio ym. 2005, 18.)



KUVA 4. Vehnän tähkän rakenne (Savonia-ammattikorkeakoulu 2021)

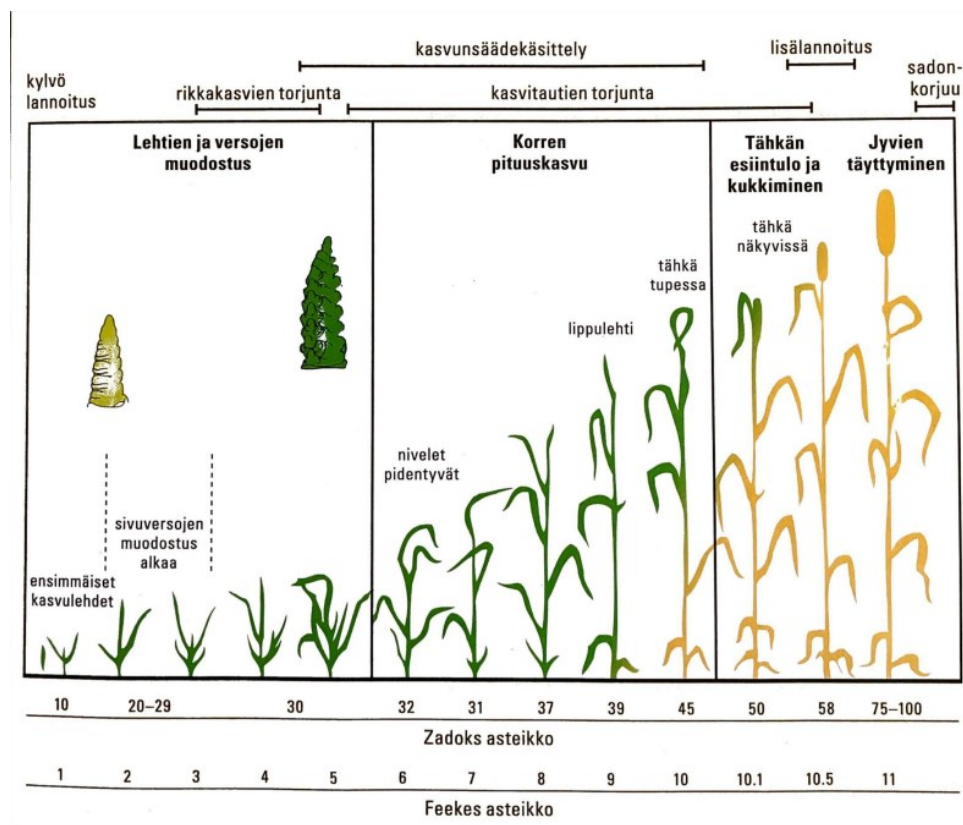
### 3.2 Kasvuvaiheet

Viljoilla on kolme kasvuvaihetta: orastuminen, korrenkasvu sekä jyvän täyttyminen. Kehittymiseen ne tarvitsevat eri ravinteita. (Yara julkaisuaika tuntematon b.) Termeinä kehittyminen ja kasvu menevät usein sekaisin. Kasvin kehitys vaatii aina kasvua toteutuakseen. Kehittymisen tuloksena syntyy uutta, kuten uusi lehti tai kukka-aihe. Kasvuvaihe seuraa kehittymistä, jolloin kasvinosa suurenee sen solujen laajenemisen myötä. Kasvu ja kehittyminen tapahtuvat yleensä melko yhtäaikaaisesti. Kehittymisellä päästään kvalitatiivisiin eli laadullisiin tai määrällisiin muutoksiin, kun taas kasvulla kvantitatiivisiin eli massan lisääntymisen muutoksiin. (Peltonen-Sainio ym. 2005, 12.)

Viljoille tärkeä ensimmäinen vaihe (BBCH 0–30) on kylvöstä korrenkasvun alkuun, tällöin vilja orastuu ja alkaa versoutua. Tämän vaiheen loppupuolella määräytyvät satokomponenteista jyväluku sekä versojen määrä. Keväällä annetulla lannoituksella turvataan nopea kasvuun lähtö. Korrenkasvuvaiheen (BBCH 31–69) alkuvaiheessa kasvissa on ensimmäinen solmu ja loppuvaiheessa kasvi kukkii. Jyvien täyttymisvaiheessa (BBCH 70–77) kasviin muodostuu jyvät ja jyvät täyttyvät. (Yara julkaisuaika tuntematon f.)

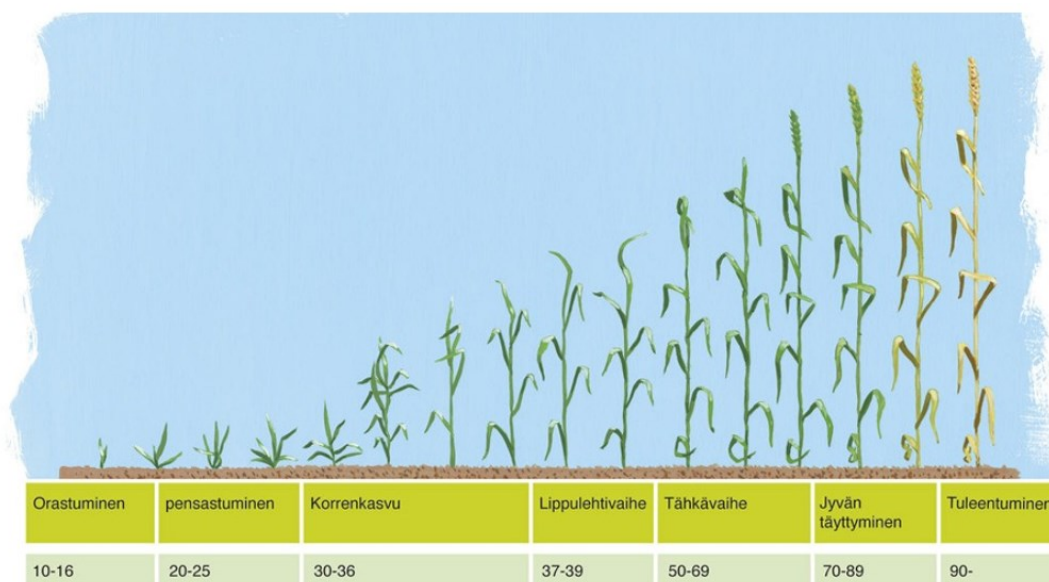
### 3.3 Kehitys ja kasvuasteikot

Viljelykasveille on kehitetty runsaasti erilaisia asteikoita, joiden perimmäisenä tarkoituksena on kuvata kasvutapahtumat ymmärrettävästi ja yksiselitteisesti. Asteikot ovat lähes aina numeerisessa muodossa. Kasvintuotannon tutkimusta varten niitä on kehitetty runsaasti erityisesti viljoille. Asteikkoja hyödynnetään monipuolisesti kasvihavaintojen tekemiseen, kasvuston käsittelyjen ajoittamiseen sekä kasvustonäytteiden keräämiseen. Viljelijä törmää käytännön työssä kasvuasteikkoihin kasvuohjelmaoppaissa tai kasvinsuojelun yhteydessä. (Peltonen-Sainio ym. 2005, 30.)



KUVA 5. Viljoilla yleisesti käytetyt kasvuasteikot (Opetushallitus 2005)

Viljolla yleisesti käytetään Feeksin asteikkoa sekä tarkempaa vuonna 1974 kehitettyä Zadoksin asteikkoa (kuva 5), jossa viljakasvin kehitysvaiheet kuvataan sadalla yksittäisellä kasvuvaiheella ja ne muodostavat keskeiset kymmenen kehitysvaihetta. Yleisimmin käytetty kasvuasteikko on Zadoksin asteikkoon perustuva niin sanottu BBCH-asteikko (kuva 6), jonka avulla kasvuvaiheita voidaan luotettavasti seurata. (Seppänen ym. 2005, 28.)



KUVA 6. Zadoksin asteikkoon perustuva BBCH-asteikko (Yara julkaisuaika tuntematon)

## 4 RAVINTEET JA LANNOITUS

Ravinteista eniten kasvi tarvitsee typpeä, typen saannin varmistamiseksi myös muiden kasvin tarvitsemien ravinteiden saanti on turvattava. Typpeä kasvi tarvitsee koko kasvukauden ajan ja viljelytoimilla voidaan vaikuttaa sadon valkuaispitoisuuteen sekä sadon määrään. (Yara julkaisuaika tuntematon a.)

Valkuaisaineet muodostuvat aminohapoista sekä entsyymeistä. Typen puute heikentää aminohappojen muodostumista, jolla on vaikutusta koko viljelykasvin aineenvaihduntaan. Typpi on kasvissa hyvin liikkuva ravinne. (Yara julkaisuaika tuntematon a.) Kasvien kykyyn hyödyntää maaperässä olevaa typpeä vaikuttaa maaperän kunto sekä sääolosuhteet. Maan kasvukunto ja ominaisuudet vaikuttavat valittaviin viljelytekniikoihin sekä käytettäviin tuotantopanoksiin kuten lannoitteisiin. (Luonnonvarakeskus 2022.)

### 4.1 Ravinteiden käyttö

Typpeä kasvi tarvitsee proteiineihin, nukleiinihappoihin, klorofylliin eli lehtivihreään sekä energia-aineenvaihdunnalle tärkeään adesiiniitrifosfaatin eli ATP:n muodostamiseen. Typen kasvi ottaa maasta nitraatti tai ammoniumioneina ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ). Typenpuutteesta kärsivän kasvin kasvu on heikkoa ja puutosoireet ilmestyvät ensin kasvin vanhimpiin kasvosiihin. (Fagerstedt, Linden, Santanen & Väinölä 2008, 75.)

Fosforia kasvi tarvitsee maanpäällisten osien sekä juuriston kehittymiseen. Fosfori lisää siementen ja tähkien määrää, nostaa sadonmäärää sekä parantaa sadon laatua. Fosfori myös nopeuttaa viljakasvin tuleentumista sekä parantaa kasvin vedenottokykyä ja muiden ravinteiden hyödyntämistä. Kasvit pystyvät ottamaan maasta fosforia 1–2 millimetrin päästä juuresta. Kasvilla kyky ottaa fosforia on kymmenen kertaa heikompaa kuin nitraattitypen. (Yara julkaisuaika tuntematon d.) Fosforin kasvi ottaa maaperästä fosfaatti ja vetyfosfaatti-ioneina ( $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ). Puutoksen oireena kasvilla on heikko kasvu ja nekroosi, jossa kasvin lehtien solut kuolevat ravinteiden puutteeseen. (Fagerstedt ym. 2008, 74–76.)

Kaliumin tärkein tehtävä kasvissa on suola-vesitasapainon säätelyssä, joka vaikuttaa ravinteiden ja veden kulkuun kasvissa. Suolatasapainolla on vaikutusta myös kasvin kuivuuden- ja kylmänkestävyyteen. Valkuaisaineiden muodostumiselle kaliumin saanti on välttämätöntä, edes riittävä typensaanti ei pelkästään riitä muodostamaan valkuaisaineita. Kaliumia kasvit ottavat melkein yhtä paljon kuin typpeä. (Yara julkaisuaika tuntematon a.) Myös kaliumin puutosoireina ilmenee heikkoa kasvua, lisäksi muita puutosoireita ovat lehtien käpertyminen, nivelvälien lyheneminen ja lehtien reunoista alkava käpertyminen. (Fagerstedt ym. 2008, 76.)

Hiiltä ja vetyä kasvi tarvitsee orgaanisten yhdisteiden muodostumiseen, vetyä myös veden muodostukseen. Happea kasvi käyttää hengitykseen ja kalsium on kasvin solunseinämän rakennukseen tarvittava ravinne. Magnesiumia kasvi tarvitsee entsyymitoiminnan ylläpitoon ja rikkiä valkuaisaineiden muodostukseen. (Peltonen 2009, 9.) Rikki ylläpitää myös kasvin lehtivihreää. Mangaani osallistuu

valkuaisaineiden muodostukseen parantaen kasvin typenkäyttöä. Kasvin solunseinämän rakennuksen ja ylläpidon kannalta boorilla on merkittävä vaikutus kasvin uusille osille. (Yara julkaisuaika tuntematon a.)

#### 4.2 Kasvuvaiheet ja lannoitus

Ravinteiden tarve vaihtelee eri kasvuvaiheiden välillä. Nuoremmilla kasvinosilla ravinnepitoisuudet ovat yleensä suurempia kuin vanhemmilla kasvinosilla. Viljat tarvitsevat ravinteita eniten muutamaa viikkoa ennen tähkimistä ja muutama viikko tähkimisen jälkeen. (Kleemola & Yli-Halla 2009, 26.)

Kasvukauden säällä on myös merkittävä vaikutus kasvien ravinteiden saantiin, sillä keskikesän kuivuuden aiheuttama vedenpuute vaikuttaa kasviin eikä kasvi saa sateen mukana pintamaasta ravinteita vaan juuristo on syvemmällä maassa, jossa käyttökelpoisia ravinteita on kasville vähemmän saatavilla. (Kleemola & Yli-Halla 2009, 30.)

Orastumisen ja versoutumisen vaiheissa (BBCH 0–30) vilja tarvitsee typpeä lehtien kehittymiseen sekä kasvamiseen. Riittäväällä keväällä annetulla lannoituksella turvataan kasvin nopea kasvuun lähtö, jolla saadaan maa peitettyä ja auringonvalo hyödynnettyä. Typpi lisää myös versojen määrää. Fosforia tarvitaan nopeaan kasvuun ja kehitykseen, sekä juurimassan kehittymiseen. Kaliumia kasvi käyttää veden sekä yhteyttämistuotteiden kuljettamiseen sekä kasvitautien torjuntaan. Mangaania kasvi tarvitsee yhteyttämisen tarjottavien proteiinien ja entsyymien rakentamiseen. Versovaiheen mangaanin puutos voi aiheuttaa kasvun hidastumista. (Yara julkaisuaika tuntematon f.)

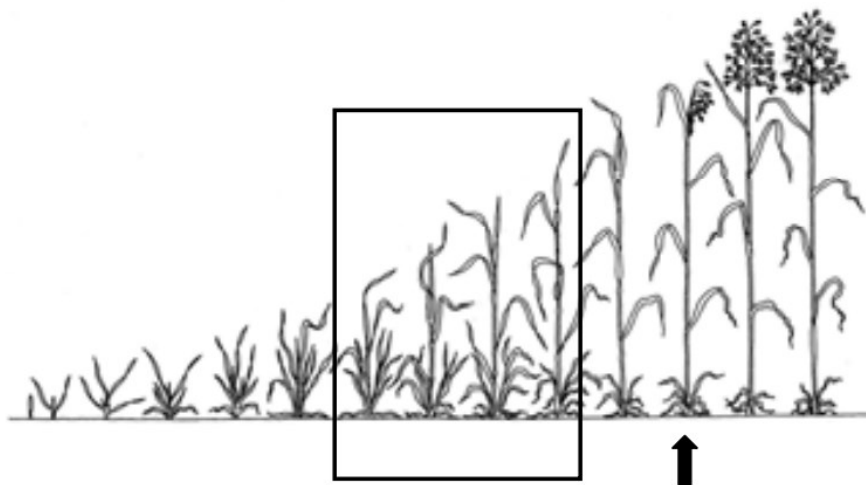
Korrenkasvuvaiheessa (BBCH 31–69) annettava lannoitus lisää versojen määrää sekä niiden elinkykyä. Typpeä ja fosforia vilja tarvitsee korrenkasvuvaiheessa nopeaan kasvuun ja kehitykseen. Kalium edesauttaa kasvin vedensäätelyä ja rakenteen eheyttä. Rikki parantaa sadon määrää ja sadon laatua. Mangaania vilja tarvitsee proteiinien ja entsyymien rakenteisiin. Sinkin tehtävä on ylläpitää entsyymireaktioita, typen aineenvaihduntaa sekä valkuaisynteesiä. Korrenkasvuvaiheen kupari parantaa lehtivihreän tuottamista ja jyvien kehittymistä. (Yara julkaisuaika tuntematon f.)

Jyvän täyttymisen vaiheessa (BBCH 70–77) viljan riittävä typpi ylläpitää vihreää lehdistöä korkean sadon saamiseksi turvaamalla jyväluvun, vaikuttamalla jyväkokoon, valkuaisen tasoon ja edesauttamalla jyvien elossa pysymistä. Magnesium parantaa lehdistön kestoa, fosforia kuiva-aineen siirtoon satokomponenteiksi sekä booria siitepölyn elinvoimaisuuden ylläpitoon. (Yara julkaisuaika tuntematon f.)

Mikäli sadolle pyritään saamaan tietty valkuaisaso, silloin osa rikistä ja tpeestä suositellaan säästettäväksi jyvän täyttymisvaiheeseen. Yhden prosenttiyksikön nosto valkuaisella vaatii 50 kilogrammaa typpeä. Pienemmillä lisälannoitusmäärillä tavoiteltu valkuaisen nousu voi jäädä toteutumatta. Typpimäärä valkuaisen nostoon on oltava 20 kilogrammaa hehtaarille, jotta lisälannoituksella voidaan saada tulosta. (Yara julkaisuaika tuntematon b.)

Ajanjaksoa, jolloin kasvit tarvitsevat eniten ravinteita kutsutaan satoisuusikkunaksi, joka on viljakasvin kriittisin kasvuvaihe (kuva 7). Se alkaa viljoilla yleensä Suomessa noin kolme viikkoa ennen tähkälle tuloa ja on kestoltaan noin kaksi viikkoa. Tällä aikavälillä erilaistuu suurin osa kukista, joista muodostuu myöhemmin jyvä. Erilaistumisella tarkoitetaan kukan eri osien kehittymistä niin että ne

voidaan havaita. Pölyttymishetkellä, joka on kuvassa 7 osoitettu nuolella määrätty, miten monesta kukasta muodostuu jyvä. (Peltonen-Sainio ym. 2005, 47.)



KUVA 7. Satoisuusikkuna (Parkkari & Peltonen-Sainio 2005)

#### 4.3 Jaettu lannoitus

Kasvinviljelyn suurimpia kustannuseriä on lannoitus, viljanviljelyn kustannuksista sen osuus on merkittävä. Lannoituksen ympäristövaikutuksia seurataan myös aiempaa kriittisemmin, joten tämän vuoksi oikean lannoitusmäärän laskemisella on vaikutusta niin viljelyn taloudellisen tuloksen parantamiselle kuin haitallisten ympäristövaikutusten minimointiin. (Jaakkola, Sipiläinen, Alakukku, Peltonen & Savela 2009, 62.)

Suomen kasvuolosuhteissa viljojen kehitys on nopeaa ja näin ollen ne tarvitsevat ravinteita runsaasti jo alkukasvukauden aikana. Tutkimuksien mukaan suurin osa lannoitteista kannattaa antaa kylvön yhteydessä sijoitettuna. Näin orailta on tarvitsemansa ravinteet jo kevästä asti. Fosfori ja kalium tulee antaa kokonaisuudessa jo keväällä ja typestä kaksi kolmasosaa typen lannoitusmäärästä annetaan kylvön yhteydessä. Tällä varmistetaan kasvuston kehittyminen ja versoutuminen. Verso- ja jyvämäärä tulee olla riittävä jo kasvukauden alussa, sillä harvaa kasvustoa ei voida enää lisälannoituksellaan korjata. (Farmit 2012.)

Laadukkaan myllyvehnäsadon tuottaminen vaatii tasapainoisen lannoituksen. Vehnäsadon ollessa 5 000 kilogrammaa hehtaarilta, ja valkuaispitoisuuden ollessa 13 prosenttia satoon sitoutuu typpeä 120 kilogrammaa hehtaarille kasvukaudella. Vehnän viljelyn hyvä lähtökohta on satotavoitteen ja lohkon viljavuuden mukaisesti suunniteltu lannoitus. (Farmit 2010.)

Jaettua lannoitusta käyttämällä pystytään reagoimaan täydennyslannoituksella lisälannoitustarpeeseen tai tyytyä pelkkään kevätlannoitukseen kasvuston tilanteen mukaan, mikäli sääolosuhteet eivät olekaan suotuisat. Lannoituksen jakaminen on riskienhallinnan työväline, sillä kasvustoa seuraamalla kasvukauden aikana mittaamalla ja seuraamalla arvioidaan, onko lisälannoituksesta hyötyä, jotta arvokkaita tuotantopanoksia ei käytetä turhaan. (Lehtonen 2022, 12.)

Lannoitusta jakamalla voidaan paremmin varmistaa pelkkään kylvölannoitukseen verrattuna, että lannoitus on sopivalla tasolla odotettavissa olevaan satoon nähden. Vuosittaisen vaihtelun takia pelkällä kertalannoituksella kylvön yhteydessä ei yleensä saavuteta suurinta hyötyä sadon eikä ympäristön näkökulmasta. Vaihtelua vuosien välillä on kasvuolosuhteissa sekä peltolohkoissa. Mikäli kasvuolosuhteet ovat suotuisat ja odotettavissa on hyvä sato, lisälannoituksella voidaan saada suurempi sato ja parantaa sadon laatua. Laadun parannuksella viljasta on mahdollisuus saada parempi hinta. (Yara julkaisuaika tuntematon b.)

#### 4.4 Jaetun lannoituksen toteuttaminen täsmäviljelymenetelmillä

Lisälannoitus saadaan tarkimmin toteutettua, kun lannoitus tehdään korrenkasvuvaiheessa täsmälivityksenä (Yara julkaisuaika tuntematon b). Peltoviljelyyn saatavilla oleva teknologian kehitys on ollut nopeaa viime vuosina. Viljelijälle on saatavilla paljon reaaliaikaista tietoa kasvien tilasta, jota voidaan hyödyntää lannoituksen suunnittelussa sekä toteutuksessa. Viljelijälle tiedon määrä on merkittävässä osassa tuotantopanosten kohdentamisessa oikeaan aikaan ja paikkaan sekä oikeina määrinä. Tiedon hyödyntämisellä saavutetaan myös ympäristöhyötyjä koska lannoitusta tehdään vain tarpeen mukaan ja se tarjoaa myös keinoja parantaa viljelyn kannattavuutta lannoitteiden käyttömäärän vähentymisenä. (Digimaatalous julkaisuaika tuntematon.)

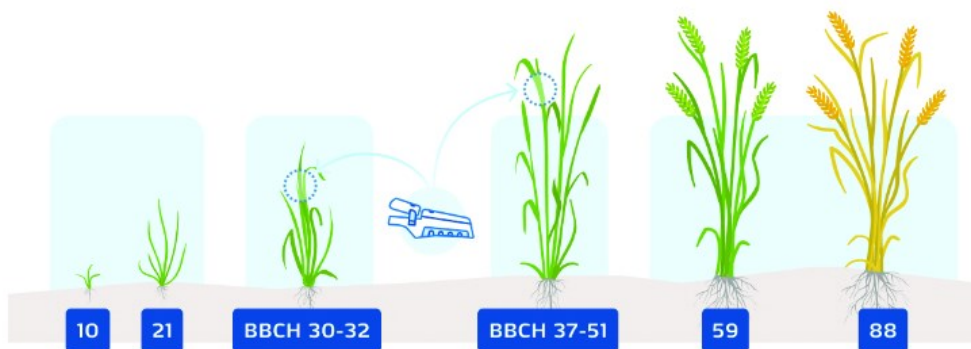
Täsmäviljelyssä käytetään määräsäätöautomaatiikkaa (Variable Rate Application, VRA) jolla tuotantopanoksen levitysmäärä vaihtelee automaattisesti tarpeen mukaan. Levitettävän lannoitteen määrän selvittämiseen tulee pellolla esiintyvää vaihtelua kuvata tai mitata. Määräsäätöautomaatiikka voi perustua kasvustokarttoihin tai kasvustosensorin käyttöön. (Rahko 2020.)

Karttapohjaista tekniikkaa käytettäessä levitysmäärän säätö perustuu ennalta suunniteltuun sähköiseen levityskarttaan, joka voidaan luoda käyttämällä joko satelliittikuvaa, leikkuupuimurin satomittarin antamaa satokarttaa tai droonin lennätyksestä saatua kasvustokarttaa. Sensoritekniikkaa käytettäessä levitettävän lannoitteen määrä ja mittaus perustuu traktoriin tai työkoneeseen asennettujen antureiden analysoimiin tietoihin. Anturit mittaavat kasvustoa reaaliaikaisesti levityksen aikana. Kasvustoa voidaan myös havainnoida käsikäyttöisillä sensoreilla, joiden tulos täytyy analysoida ja lannoitteen levitysmäärän määrittää käyttäjä. (Rahko 2020.)



KUVA 8. Yara N-Tester (Niemi 2023a)

Käsi­käyt­tois­tä sen­soria käyt­tämäl­lä voi­daan esi­merk­iksi veh­nä­lle mää­rit­tää ty­pen lan­noit­us­tar­ve ja sen­soril­la voi­daan myö­skin mää­rit­tää jo toteu­te­tu­n typpi­lan­noit­uk­sen vai­ku­tu­us. Kuvassa 8 olevan Yaran tarjoaman N-Tester-laitteen suositukset on saatu kenttätutkimuksissa. Mittaria voidaan käyttää viljojen myöhemmissä kasvuvaiheissa (kuva 9) alkaen kasvuasteesta (BBCH-30–32) aina kasvuasteeseen (BBCH-51) asti. (Yara julkaisuaika tuntematon c.)



KUVA 9. N-Tester käyttöajankohdat BBCH-asteikolla kuvattuna (Yara julkaisuaika tuntematon)

#### 4.5 Säädökset ja asetukset

Lannoitus aiheuttaa myös ympäristöriskejä- ja vaikutuksia. Pohjavesiä sekä kaivoja voivat rasittaa suuret lannoitemäärät ja lannoitteiden käyttö myös kuormittaa pintavesiä. (Peltonen 2009, 87.) Myös taloudellisesta näkökulmasta kasvin ja peltolohkon optimaalisen lannoitusmäärän valinta on

kannattavaa suorittaa siten, että sadon tuoton ja lannoituksen kustannuksen erotus saataisiin mahdollisimman suureksi. Suunniteltaessa lannoitusta on myös huomioitava tukiehdot sekä lannoitusta säätelevät asetukset. (Sipiläinen & Kleemola 2009, 65.)

#### 4.6 Nitraattidirektiivi

Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta eli nitraattidirektiivi on vuodelta 2014 peräisin oleva asetus, jonka tavoitteena on ehkäistä ja vähentää lannan sekä lannoitteiden käytöstä, varastoinnista ja käsittelystä sekä eläintuotannosta aiheutuvia päästöjä pintavesiin, pohjavesiin, maaperään ja ilmaan. (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014, 1 §.)

Nitraattidirektiivissä kuvatulla liukoisella tyypellä tarkoitetaan veteen tai laimeaan suolaliuokseen liukenevaa ammonium- ja nitraattityppeä sekä liukoista orgaanista typpeä. (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014, 3 §.) Nitraattiasetuksessa ilmoitetaan eri kasveille sallitut liukoisen typen enimmäismäärät (liite 1). Kevätvehnälle sallittu liukoisen typen määrä kivennäismailla on 170 kilogrammaa hehtaarille ja eloperäisillä mailla 130 kilogrammaa hehtaarille. (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014, 11 §.)

#### 4.7 Ehdollisuuden opas 2023

Oppaassa ilmoitetaan perusvaatimukset, jotka koskevat kaikkia maataloustukia hakevia maanviljelijöitä. Tukia hakemalla viljelijä sitoutuu ehtojen noudattamiseen. Ehdot muodostavat perustason, josta ei makseta erillistä korvausta. (Ruokavirasto 2023.)

Lannoitevalmisteiden sekä lannan sisältämät ravinteet voivat pilata pohja- ja pintavesiä. Siksi niiden käytölle on asetettu rajoituksia. Lannoitteet tulee levittää pellolle siten, ettei valumia vesistöihin synny eikä peltomaa tiivisty. Ennen lannoitusta maan viljavuusluokka ja maalaji on selvitettävä maanäytteistä akkreditoidussa viljalaboratoriossa. (Ruokavirasto 2023.)

Lannoitus tulee suorittaa lohko kohtaisesti kasvin, satotason ja maalajin perusteella. Lannoituksessa tulee noudattaa typpilannoitukselle määrättyjä kasvikohtaisia liukoisen typen enimmäismääriä. Ehdollisuuden oppaan typpilannoitusmäärät vastaavat nitraattiasetuksen lannoitusmääriä (liite 1). Mikäli liukoisen typen levitysmäärä vuodessa on yli 150 kilogrammaa hehtaarille, lannoitus on jaettava vähintään kahdelle lannoituskerralle. Levityskertojen välillä on oltava vähintään 14 vuorokautta. (Ruokavirasto 2023.)

## 5 VEHNÄ

Vehnä on yksisirkkaiseen kuuluva heinäkasvi (*Poaceae*). Vehnän suvussa (*Triticum*) on useita lajeja ja lajikkeita. Tunnetuimpia lajeja Suomessa ovat *Triticum Aestivum* L eli tavallinen vehnä (kuva 10) sekä *Triticum Durum* Desf eli durumvehnä sekä myös vehnien sukuun kuuluva spelttivehnä *Triticum Spelta*. (USDA plants julkaisuaika tuntematon.)



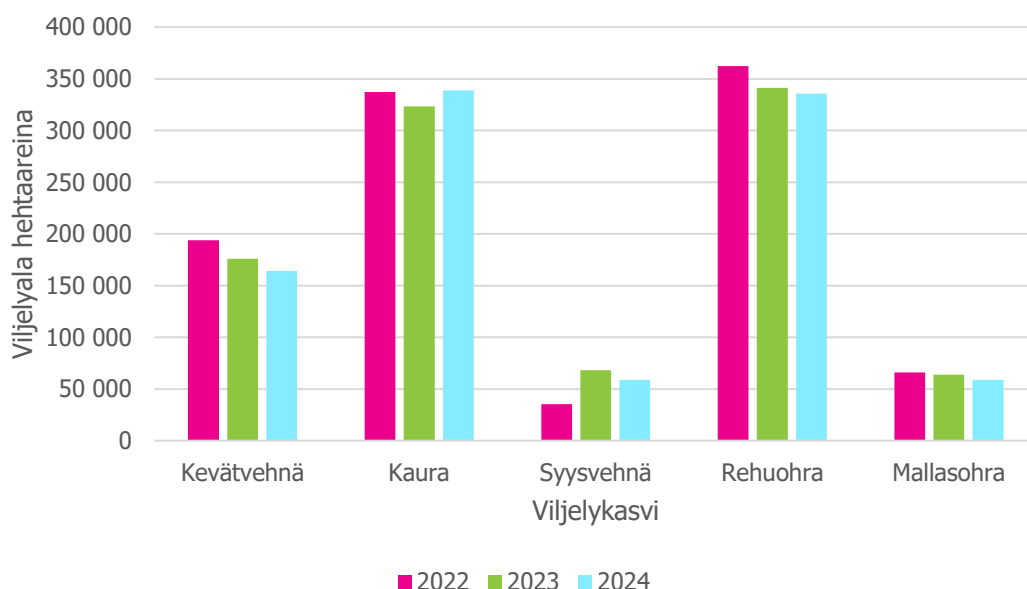
KUVA 10. Vehnä (Niemi 2023h)

### 5.1 Vehnän viljely ja kulutus Suomessa

Suomessa viljellystä vehnästä suurin osa on kevätvehnää. Vehnälajikkeiden kasvu-aika, sadontuotto-kyky sekä valkuaistaso vaihtelevat. Satoisat ja myöhäiset lajikkeet tarvitsevat pitkän kasvuajan, joten ne sopivat viljelyyn maan eteläosissa, mikäli kylvö päästään tekemään toukokuun alkupuolella. Perustyyppien vehnille ominaista on hyvillä viljelykäytännöillä saavutetut korkeat sato- ja valkuaistasot. Myllyvehnäksi soveltuvat parhaiten lajikkeet, joiden ominaisuutena on perinnöllisesti korkea valkuaistaso. Vehnälle tavoitellaan yleensä korkeaa valkuaistasoa ja vehnän viljelylle parhaiten sopivatkin runsasmultaiset maat tai viljely sellaisen esikasvin jälkeen, joka jättää tyypeä maahan. (Yara julkaisuaika tuntematon e.)

Luonnonvarakeskuksen ravintotaseraportin mukaan Suomessa kulutettiin viljaa vuonna 2022 yhteensä 85,4 kilogrammaa henkilöä kohti, josta vehnän osuus oli 48,9 kilogrammaa. Vehnän kulutuksen kasvu vuodesta 2021 oli 3,5 kilogrammaa henkilöä kohti. Raportissa ilmoitetut kulutusmäärät eivät huomioi hävikkiä eikä varastotappioita, joten tarkasti siitä selviää vain, miten paljon viljaa kuluutukseen on ollut tarjolla. (Luonnonvarakeskus 2023.)

Kuvassa 11 kevätvehnän viljelyalan muutokset sekä kylvöalaennuste vuodelle 2024. Kevätvehnän viljelyala vuonna 2023 oli 175 910,16 hehtaaria ollen näin viljoista kolmanneksi suosituin. Kevätvehnän viljelyala laski vuodesta 2022, jolloin sen viljelyala oli 193 910,01 hehtaaria. Kevätvehnän viljelyalan pienemistä ainakin osin selittänee syysvehnäalan kasvu. (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2023.) Vilja-alan yhteistyöryhmän teettämän kylvöalaennusteen mukaan vuoden 2024 kevätvehnän kylvöalan ennustetaan laskevan 164 100 hehtaariin. Myös vuonna 2023 nousseen syysvehnän kylvöalan ennustetaan jäävän edellistä vuotta alhaisemmaksi vuonna 2024. (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2024.)



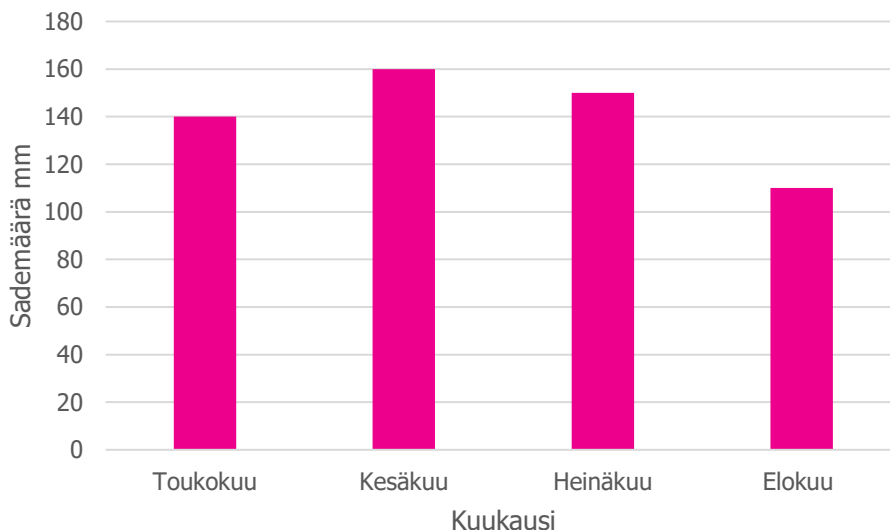
KUVA 11. Viljojen kylvöalat 2022 ja 2023 sekä kylvöalaennuste 2024 (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2023.)

## 5.2 Vehnän kasvuolosuhteet

Vehnän viljelyyn parhaiten soveltuvat multavat, vesitaloudeltaan ja rakenteeltaan hyväkuntoiset kivennäismaat, sekä multamaat. Maan pH:n tulisi olla suositusten mukaan vähintään tyydyttävällä tasolla, mieluummin jopa hyvällä tasolla. (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2013.) Karkeiden kivennäismaiden vehnän viljelylle pH:n tavoite on 6,8, karkeilla savimailla 7,0. Eloperäisten maiden suositeltava pH on 6,4. Vehnän tavoiteviljavuusluokka on pH:n osalta korkea. (Nordkalk julkaisuaika tuntematon.) Vehnä käyttää ravinteet hyvin hyödykseen, eli ravinteilla on korkea käyttöaste vehnän viljelyssä. Ravinteiden hyödyntämiseen myös muiden kasvutekijöiden kuten pH:n, maanrakenteen, kasvitautien torjunnan sekä ojituksen tulee olla kunnossa. (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2013.)

Lauhkeilla ja viileillä ilmastovyöhykkeillä esiintyy tyypillisesti kylmien ja lämpimien jaksojen vuorottelua. Tällä vaihtelulla kasvi saadaan lähtemään kasvuun keväällä. Kasvin kehitykseen ja kasvuun ympäristön lämpötilalla on merkittävä vaikutus, fotosynteesi toimii parhaiten optimaalisessa lämpötilassa, kun taas liian lämmin sää kuluttaa kasvin energiaa ja rajoittaa kasvua. (Fagerstedt ym. 2008, 96.) Vehnät, kuten muutkin viljat, vaativat tietyn lämpösumman kertymisen, jotta ne valmistuvat eli tuleentuvat.

Viljakasvien kuten muidenkin kasvien kasvun edellytyksenä on riittävä veden saanti. Viljakasvien vedentarve on korkeimmillaan kesäkuussa (kuva 12). Viljakasvien vedentarve on koko kasvukauden aikana yhteensä noin 450 millimetriä. (Savonia Moodle 2021.)



KUVA 12. Viljakasvien kuukausittainen vedentarve kasvukaudella (Savonia Moodle 2021)

Suomessa kasvukaudella sateet ovat vähäisimpiä juuri touko-kesäkuussa, joka on tärkeintä aikaa viljan sadonmuodostumiselle. Kesän alkukauden kuivuuden on arvioitu lisääntyvän ilmastonmuutoksen myötä, joten ongelmia kevään kuivuuden kanssa on viljojen viljelyssä myös tulevaisuudessa. (Savonia Moodle 2021.)

### 5.3 Viljan yleiset laatuvaatimukset

Viljan tulee olla tuleentunutta, hajutonta sekä ulkonäöltään kaunista. Viljaerässä ei saa olla peitattuja jyviä, ulostetta eikä tuhoeläimiä. Aistinvaraisesti arvioituna vilja ei saa tuoksua tunkkaiselle eikä nokiselle. Glyfosaattikäsittely kasvustolle ennen sadonkorjuuta on kiellettyä, myös yhdyskuntalietettä sisältävien lannoitteiden käyttö on kielletty. (Hankkija 2023.)

Viljaerän sisältämistä roskista enintään 0,1 prosenttia voi olla rikkakasvien siemeniä ja torajyviä korkeintaan 0,05 prosenttia. Käytännössä raja torajyville on 3 kappaletta yhden kilon näytettä kohti. Jyvistä itäneitä sallitaan enintään 4 prosenttia. Leipäviljoilla eri viljalajia voi viljaerässä olla enintään 2 prosenttia. Punahometta ja kuminan siemeniä sisältäviä viljaeriä ei vastaanoteta. Viljojen home-toksiineille on säädetty Euroopan unionin alueella voimassa olevat maksimirajat. DON- eli deoksi-nivalenin pitoisuuden yläraja on vehnällä 1250 mikrogrammaa ( $\mu\text{g}$ ) kiloa kohti. Okratoksiinin pitoisuus saa olla enintään 5,0 mikrogrammaa kiloa kohti ja Zearalenonipitoisuus voi olla enintään 2 000 mikrogrammaa kiloa kohti. Alfatoksiini B<sub>1</sub>-pitoisuus saa olla enintään 2,0 mikrogrammaa kilossa, ja kaikkien erityyppisten alfatoksiinien pitoisuus yhteenlaskettuna tulee olla enintään 4,0 mikrogrammaa kilossa. (Hankkija 2023.)

#### 5.4 Myllyvehnän laatuvaatimukset

Varastointikosteus viljoille saa olla enintään 14 prosenttia, tällä varmistetaan viljan säilyvyys. Leipäviljoilla huomioidaan myös sakoluku, joka kuvaa viljan itämisen astetta. Sakoluku on lajikekohtainen ominaisuus mutta kasvukauden sää voi myös vaikuttaa sen kehitykseen. Matala sakoluku kertoo, että viljan jyvässä entsyymitoiminta on voimakasta ja tärkkelys ja valkuainen on hajonnut. Leivonnassa taikina laskee tai leipä jää paiston jälkeen sisältä kosteaksi. Leivontatulos huononee myös, jos sakoluku on liian korkea, koska taikina ei yleensä nouse. (Seppänen ym. 2008, 53–54.)

Hehtolitrainolla mitataan viljan ominaispainoa sekä hehtolitraino kertoo myös viljan kunnosta. Valkuaispitoisuuteen ja sen myötä sitkoon voidaan vaikuttaa lannoituksella sekä lajikevalinnalla. Sitko voi vaurioitua varastossa lämpenemisen, hallan tai liian kuumen kuivauksen yhteydessä. Vilja, jonka sitko on vaurioitunut ei sovellu käytettäväksi leivontaan sillä taikinan käsittelyominaisuudet heikkenevät merkittävästi eikä se kestä venytystä. (Seppänen ym. 2008, 53–54.) Viljanostajat julkaisevat hinnoitteluperusteet jokaiselle satokaudelle, ja liitteessä 2 on taulukko Hankkijan laatuhinnoittelusta satokaudelle 2023.

#### 5.5 Vehnän käyttö

Viljat jaetaan pääasiallisen käyttötarkoituksen mukaisesti leipä- ja rehuviljoihin. Vehnä on rukiin ohella leipävilja. Vehnää käytetään myös rehuviljana. (Seppänen ym. 2008, 53.) Rehuviljana vehnä on osana sikojen, nautojen, lampaiden sekä kanojen ruokintaa. Elintarvikekäytössä vehnää voidaan hyödyntää erittäin monipuolisesti jauhoina, suurimoina, leseinä sekä hiutaleina. (Martat julkaisuaika tuntematon). Vehnän käyttö oluen raaka-aineena on lisääntynyt ja, Alkon valikoimissa onkin yli 60 vehnäolutta (Alko julkaisuaika tuntematon).

Vilja-alan yhteistyöryhmän julkaiseman viljatasearvion mukaan vehnän tuotanto kaudella 2022–2023 oli 833 000 tonnia. Vehnän tuotanto ylittää 8.3.2024 julkaistun arvion mukaan kotimaisen kysynnän. Vehnää tuotiin 31 000 tonnia ja vientiin vastaavasti meni 99 000 tonnia vehnää. (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2024.) Suomeen tuodusta vehnästä Tullin mukaan suurin osa tuodaan jauhoina (Tulli 2024).

## 6 KOKEEN TOTEUTUS

Kasvukaudella 2023 Hankkijan täydennyslannoituskoe toteutettiin kahdella kevätvehnäajikkeella. Kummallakin mukana olevalla ajikkeella oli kolme koejäsentä sekä kaksi kerrannetta. Koejäsenillä oli kokeessa kolme eri lannoitusratkaisua, jotka toistettiin samanlaisina eli toteutettiin kahdella kerranteella. Koeruudun puitava pinta-ala oli 8,25 neliometriä. Ruutukoe tehtiin pellolla, jonka maalaji oli runsasmultainen hietasavi (rm Hts) ja maan pH 6,2. (Lassi 2023b.)

Opinnäytetyö koostui määrällisestä eli kvantitatiivisesta sekä laadullisesta eli kvalitatiivisesta tutkimuksesta. Tavoitteena oli selvittää täydennyslannoitusratkaisujen antamaa lopputulosta lannoituskokeessa mukana olevalla kahdella uudella vehnäajikkeella. Opinnäytetyössä tutkittiin lannoituksen vaikutusta sadon määrään sekä eri lannoitusratkaisujen vaikutusta laatuominaisuuksiin ja taloudelliseen kannattavuuteen. Kasvinviljelytoimenpiteet vastasivat normaalia maataloilla toteutettavaa viljelyä. Kasvinviljelytoimenpiteet koeruuduilla suoritti toimeksiantaja tai yhteistyöviljelijä, jonka pellolla koeruudut sijaitsivat. Täydennyslannoituskokeen koeruudut sijaitsivat kasvukaudella 2023 Kymenlaaksossa Elimäellä. (Lassi 2023b.)

### 6.1 Kokeen lähtötiedot

Koejäsenten lannoitusratkaisut numeroitiin 1–3 (taulukko 1) ja kerranteet A ja B. Jokainen koejäsen lannoitettiin kylvön yhteydessä YaraMila Y3 (NPK 23-3-8) -lannoitteella. Koeruudut kylvettiin Elimäellä koeruutukylvökoneella 9.5.2023. Lannoitusmäärä oli 480 kilogrammaa hehtaarille jokaiselle koejäsenelle. Lannoitusmäärällä typpeä kasville tuli 110 kilogrammaa hehtaarille.

TAULUKKO 1. Lannoituskokeen koejäsenten lannoitusmäärät

	Kylvölannoitus 9.5.2023	BBCH 33 21.6.2023	BBCH 55 30.6.2023
Nollaruutu			
Koejäsen 3	110 kg N		
Koejäsen 2	110 kg N		40 kg N
Koejäsen 1	110 kg N	20 kg N	20 kg N

Koejäsenelle 1 annettiin kylvölannoituksen lisäksi lisälannoituksena 20 kilogrammaa typpeä (N) korrenkasvuvaiheessa (BBCH 33) sekä tähkälletulovaiheessa typpeä 20 kilogrammaa (BBCH 55). Korrenkasvuvaiheen lisälannoitus tehtiin 21.6.2023 ja tähkälletulovaiheen 30.6.2023. Koejäsenen 2 kylvölannoituksen lisäksi annettiin lisälannoitustyppeä 40 kilogrammaa tähkälletulovaiheessa (BBCH 55). Koejäsenen 3 lannoitus tehtiin vain kylvön yhteydessä. Lisälannoitukseen käytettiin YaraBela rikkisalpietari (NPK 26-0-1) -lannoitetta. Lannoitusmäärä oli lisälannoituksessa 77 kilogrammaa hehtaarille. Myöhäisemmällä lannoituksella pyrittiin laadun eli valkuaispitoisuuden nostoon. Aikaisemalla lannoituksella taas tavoiteltiin korkeampaa satotasoa. (Lassi 2023a.)

Kasvinsuojelutoimenpiteet suoritettiin Kasvuohjelman suunnitelman mukaan. Rikkakasvitorjunta, lehtilannoitus, laontorjunta ja tautitorjunta toteutettiin tarpeen mukaan. Taulukkoon 2 on koottu kokeessa käytetyt kasvinsuojeluaineet, lehtilannoite sekä korrensäädä. Koeruuduilta torjuttiin ohdaketta Premium Classic SX -valmisteella sekä jauhosavikkaa Pixxaro EC -valmisteella. (Lassi 2023a.) Rikkakasvien- ja tautientorjunta koeruuduilla kuten myös muussa viljelyssä perustui todettuun tarpeeseen.

Kasvunsäätellä pyrittiin vahvistamaan kasvin juuristoa sekä edistämään pensomista. Myöhemmillä kasvuasteilla käytettäessä kasvusäädä vahvistaa korren tyvää ja lyhentää kasvin pituutta. YaraVita Gramitrel B lehtilannoitetta käytettiin torjumaan hivenravinnepuutoksia, lehtilannoite sisältää typpeä, magnesiumia, kuparia, mangaania, sinkkiä sekä booria. (Hankkija 2024.) Variano Xpro on kasvitautien torjuntaan tarkoitettu kasvinsuojeluaine, jolla torjuttiin härmää, kelta- ja ruskearuostetta ja pistelaikkua. Tuote ei ole vielä markkinoilla Suomessa vaan oli kokeessa mukana koeluvalla. (Lassi 2023a.)

TAULUKKO 2. Koeruuduilla käytetyt kasvinsuojeluaineet

Kasvinsuojeluaine	käyttömäärä / ha	Käyttötarkoitus
Pixxaro EC	0,25 l	Leveälehtisten rikkakasvien torjunta
Premium Classic SX	12 g	Rikkakasvien torjunta
YaraVita Gramitrel B	2 l	Lehtilannoite hivenravinnepuutoksiin
Variano Xpro	0,7 l/ha	Kasvitautien torjunta
Moddus Evo	0,25 l	Juuren ja korrenvahvistaja

## 6.2 Lajikkeet

Kasvukaudella 2023 täydennyslannoituskokeessa mukana oli kaksi uutuusvehnälaajiketta, Secobran jalostama Winx (kuva 13) sekä Nordic Seedin jalostama Nalle (kuva 14). Molempien lajikkeiden on tarkoitus tulla myyntiin laajemmin kasvukaudelle 2025.



KUVA 13. Vehnä Winx (Niemi 2023g)

Lajikkeista Winx myllyvehnä, joka on satotasoltaan myöhäisten lajikkeiden kärkeä ja sen kasvu-aika on 101,2 vuorokautta. Suosittuihin KWS Mistral- ja Sibelius-lajikkeisiin verrattuna Winx on merkittävästi satoisampi (taulukko 3). Winxin lakoprosentti on 10,2. Winxin ominaisuuksia ovat korkea valkuainen 13,3 prosenttia, sekä korkea sakoluku 247. Lajike on suuriyväinen, tuhannen jyvän paino on 43,8 grammaa. (Lassi 2023c.)

TAULUKKO 3. Luonnonvarakeskus tilastotietokannat (Luonnonvarakeskus 2023)

Lajike	Sato kg/ha	Sato suhdeluku	Kasvu-aika	Lämpösumma	Lako %	Tjp (g)	Hlp (kg)	Valkuainen %	Sakoluku 1
KWS Mistral	5758	103	100,2	1065	8,0	40,7	79,7	13,6	231,9
Winx	6266	112	101,2	1078	10,2	43,8	78,9	13,3	246,9
Nalle	6237	111	102,5	1093	1,3	38,6	77,0	13,1	237,1
Sibelius	5876	105	101,9	1082	11,0	41,6	78,8	14,0	267,5

Taudinkestävyydeltään Winx on hyvä. Lajikekokeissa on havaittu vain vähäisesti ruskolaikkua sekä pistelaikkua, härmää ja keltaruostetta ei ole kokeissa havaittu. Ruskearuostetta havaittiin jonkin verran, mutta se ei Suomen olosuhteissa ole merkittävä haitta. Viljelysuositusten perusteella Winx soveltuu viljelyvyöhykkeille I-II, sekä III vyöhykkeelle suotuisille peltolohkoille. Satotaso on korkea karkeilla kivennäismailla, savimailla, sekä vehnän viljelyyn soveltuvilla liejusavimaillakin. Lajike soveltuu mylly- sekä rehuvehnän tuotantoon. (Lassi 2023c.)

Nalle on kasvuajaltaan myöhäisempi ja sen kasvu-aika on 102,5 vuorokautta. Lajikkeella on erinomaiset sato- ja laatuominaisuudet, joten se soveltuu myös myllyvehnäksi. Nallea suositellaan viljelyyn

kasvuvyöhykkeille I-II sekä III-vyöhykkeen suotuisille viljelyalueille. Nalle on vahvakortinen vehnäla-  
jike ja virallisissa lajikekokeissa lakoprosentti on ollut vain 1. Demonstrant mittarilajikkeeseen verrat-  
tuna Nalle on 11 prosenttia satoisampi (taulukko 3). Tuhannen jyvän paino Nallella on 38,6 gram-  
maa. (Lassi 2023c.)



KUVA 14. Vehnä Nalle (Niemi 2023f)

### 6.3 Kasvuston seuranta ja kasvukauden sää

Kasvuston seurannasta ja toimenpiteiden ajoituksesta päätti toimeksiantaja. Opinnäytetyöntekijä seurasi kasvuston kehitystä ja olosuhteita satunnaisilla peltokäynneillä. Kasvukauden säätiedot saatiin koeruutujen yhteydessä olevalta Cordulus Farm -sääasemalta. Kasvuston havainnointi on tarpeen, jotta viljelytoimenpiteet voidaan suorittaa viljelykasville oikea-aikaisesti ja riittävällä mittakavalla. Lannoitusmääriä voidaan kasveille säätää kasvuston seurannan ja tehtyjen havaintojen perusteella. Kasvukaudella koeruuduilla käytettiin Yaran N-Tester laitetta (kuva 15) lehtivihreän ja typen lisälannoituksen tarpeen mittaukseen koeruuduista.



KUVA 15. Lehtivihreämittaus N-Testerillä (Niemi 2023a)

#### 6.4 Satokomponenttien määrittäminen

Kasvukauden aikana koeruuduilta kartoitettiin satokomponentteja opinnäytetyöntekijän toimesta koeruuduilla ja toimeksiantajan viljalaboratoriossa. Osan satokomponenttien määrittämisestä suoritti toimeksiantaja. Opinnäytetyöntekijä laskee koeruuduista kasvitiheyden neliömetrillä ennen puintia otetuista näytteistä. Myös versojen ja tähkien määrä neliölle laskettiin käsin. Jyvien lukumäärä tähkässä ja jyvien lukumäärä neliöllä selvitetään toimeksiantajan viljalaboratoriossa. Tuhannen jyvän paino laskettiin laboratorion saaduilla tiedoilla.

#### 6.5 Oraslaskenta

Orastiheyden laskenta oli tarkoitus tehdä ennen kasvuston versomista (kuva 16). Mikäli kylvökoneen kylvöväntöjen väli on 12,5 senttimetriä, orastiheys lasketaan mittaamalla kylvöväntöjen välin ala ja kertomalla saatu orastiheys kymmenellä. Mikäli kylvöväntöjen väli on 14,5 senttimetriä, lasketaan orastiheys 69 senttimetrin matkalta. Tiheyden laskenta kannattaa suorittaa useammasta kohdasta ja käyttää saatua keskiarvoa. (Farmit 2007.) Koeruutujen mitta-alana käytettiin 80 senttimetriä ja oraat laskettiin 29.5.2023. Laskennan tulokset kirjattiin koeruuduittain ja saadut tulokset annettiin tiedoksi toimeksiantajalle.



KUVA 16. Oraslaskenta (Niemi 2023e)

#### 6.6 Versojen ja tähkien laskenta

Koeruuduilta kasvit kerättiin juurineen lyhteiksi 4.9.2023 (kuva 17). Lyhteet kerättiin jokaisesta koeruudusta neljästä kohdasta mittaamalla kylvörivistä 40 senttimetrin pituinen ala. Keräämisen jälkeen lyhteet kuivattiin. Lyhteistä eroteltiin pää- ja sivuversot ja niiden lukumäärät laskettiin samalla. Laskennan jälkeen tähkät leikattiin talteen ja lajiteltiin pää- ja sivuversojen tähkät erilleen. Tähkien lukumäärä laskettiin pää- ja sivuversojen osalta ja kertomalla neljän näytteen keskiarvo 20:lla saatiin tähkien lukumäärä neliölle. Laskennan jyvien lukumäärän tähkässä teki toimeksiantaja.



KUVA 17. Kuivatut lyhteet (Niemi 2023d)

## 6.7 Näytteiden analysointi

Koeruudut puitiin 4.9.2023 koeruutupuimurilla (kuva 18). Syyskuun alussa pellolta kerättyjä lyhteitä kuivattiin lämpökaapissa 48 tunnin ajan 60 °C lämpötilassa. Kuivauksen jälkeen lyhteistä laskettiin versojen lukumäärä erottelemalla kasvista pää- ja sivuversot erilleen sekä leikattiin tähkät talteen myöhemmin laboratorioissa tehtävää analysointia varten. Näytteet pakattiin pusseihin ja merkittiin tiedot lajikkeesta ja koejäsenestä sekä näytteen koko ja onko kyseessä pää- vai sivuversojen tähkät.



KUVA 18. Koeruutujen puinti (Niemi 2023c)

Koeruutujen sadon osanäytteistä kosteusprosentti, valkuainen ja hehtolitraino määritettiin Perten IM 9500 vilja-analysaattorilla. Näytteiden analysoinnin suoritti toimeksiantaja. Tuhannen jyvän painon määrittäminen tehtiin Pfeuffer Seed Counter -laitteella 23.10.2023 Kuvolan Hankkijan viljalaboratoriossa opinnäytetyöntekijän tekemänä (kuva 19.)



KUVA 19. Jyväkaskuri (Niemi 2023b)

Tähkistä eroteltujen jyvien lukumäärä laskettiin koeruuduittain pää- ja sivuversoista ja jyvälaskurilla lasketut jyvät punnittiin. Näytteiden tuhannen jyvän paino saatiin jakamalla punnituksen tulos jyvien lukumäärällä sekä kertomalla saatu tulos tuhannella. Kaikista kokeesta tehdyistä toimenpiteistä opin-  
nätetyöntekijä piti kirjaa ja toimitti tiedot toimeksiantajalle toimenpiteiden suorittamisen jälkeen.  
Laboratoriossa työtä ohjeisti Kouvolan viljalaboratorion laborantti.

## 7 KOKEEN TULOKSET

Kevätvehnän pensominen on Suomessa ohraa heikompaa, joten kylvötiheys tulee olla vehnällä tiheämpi kuin ohralla. Tavoitetiheys vehnälle on 700 orasta neliölle. (Farmit 2010.) Kokeen oraiden laskennassa saadut tulokset ovat korkeita verrattuna tavoitemääriin, johon suurin syy on varmasti laskennan ajankohta. Koeruudut kylvettiin 9.5.2023 ja laskenta tehtiin 20 päivää myöhemmin, jolloin vehnä oli ehtinyt jo pensoa, joten laskenta tehtiin liian myöhään.

### 7.1 Laskennalliset tulokset

Taulukossa 4 on yhdistetty kunkin koejäsenen molemmat kerranteet ja niistä on laskettu keskiarvot. Tähkien määrän suositus on 700–900 tähkää neliometrille. Kokeen tähkämäärä jäi muutamaa koejäsentä lukuun ottamatta alle suosituksen (taulukko 4). Kasveissa oli laskentavaiheessa versoja, joista kuitenkin puuttui tähkä. Keskimäärin tähkässä tavoitellaan yleensä 25–35 jyvää tähkää kohden. Tuhannen jyvän paino on viljoilla 35–50 grammaa. (Yara julkaisuaika tuntematon f.)

TAULUKKO 4. Laskennan tulosten keskiarvot

Koejäsen	Pääversot luku-määrä kpl / m <sup>2</sup>	Sivoversot lukumäärä kpl/ m <sup>2</sup>	Jyvien määrä tähkässä kpl/m <sup>2</sup>	Jyvien määrä tähkässä sivoversot kpl	Tuhannen jyvän paino g
Nalle 1	345	415	29	11	33,0
Nalle 2	295	413	27	9	30,3
Nalle 3	250	395	28	12	31,4
Winx 1	255	380	27	11	38,1
Winx 2	255	383	26	10	39,3
Winx 3	245	380	30	11	39,2

### 7.2 Analyysitulokset

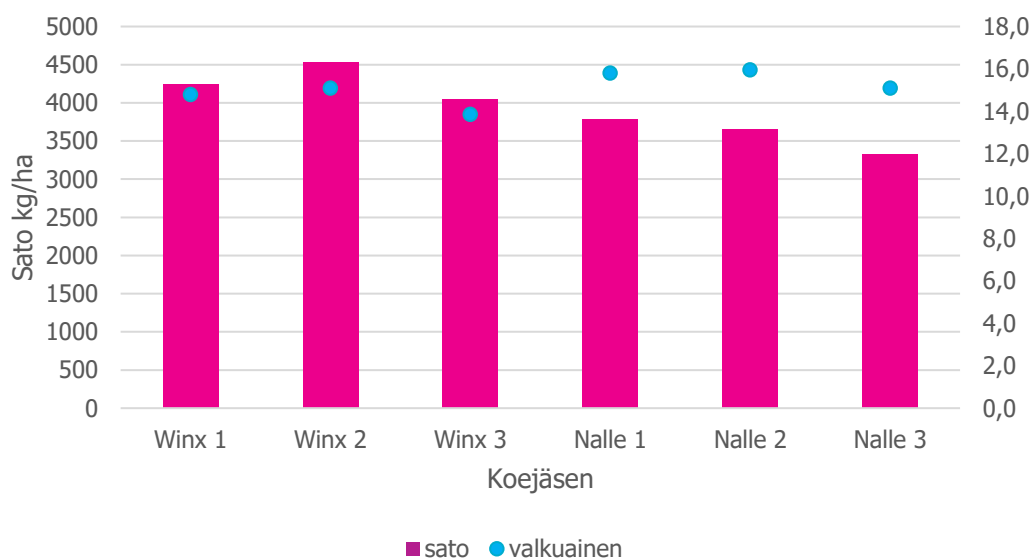
Satotaso koeruuduilla jäi alhaisemmaksi kuin Luonnonvarakeskuksen virallisten lajikekokeiden satotestimaatit kokeen lajikkeilla (taulukko 5). Lajikekokeen lajikkeet ovat uusia, joten satotason vertailuun sopivaa aineistoa ei lajikekokeiden tulosten lisäksi ole käytettävissä. Lajikekokeiden estimaatti muuttuu kuitenkin vuosittain. Vehnän keskisato Suomessa vuonna 2023 oli 3 320 kiloa hehtaarilta.

TAULUKKO 5. Luonnonvarakeskus tilastotietokannat (Luonnonvarakeskus 2023)

Lajike	Sato kg/ha	Sato suhdeluku	Valkuainen	Tuhannen jyvän paino g
Winx	6266	112	13,3	78,9
Nalle	6237	111	13,1	77

Kuvassa 20 olevaan kaavioon on koottu kasvukauden sato- ja laatutiedot, tuloksiin on yhdistetty lajikkeen koejäsenen molemmat kerranteet. Winxin korkein satotaso 4 528 kilogrammaa hehtaarilta saavutettiin koejäsenellä 2, jolle lisälannoitus toteutettiin tähkälletulovaiheessa (BBCH 55). Myös Winxin koejäsen 1 jolla lannoitus tehtiin kahdessa osassa korrenkasvuvaiheessa (BBCH 33) sekä tähkälletulovaiheessa saatiin pelkästään kylvön yhteydessä annettua lannoitusta korkeampi satotaso.

Nallen koejäsenistä korkein satotaso 3 786 kilogrammaa hehtaarilta oli koejäsenellä 1, jolle lisälannoitus tehtiin kahdessa osassa, korrenkasvu- ja tähkälletulovaiheessa. Nallella kahden eri lisälannoitusvaihtoehdon välinen ero oli pienempi kuin Winxin osalta. Kahden lisälannoituskerran koejäsen 1 sato oli 3 658 kilogrammaa hehtaarilta. Myllyvehnän valkuaisvaatimus 12,0 saavutettiin kokeessa jokaisella koejäsenellä. Korkein valkuaisitaso oli molemmilla lajikkeilla koejäsenillä 2, joiden lannoitus tehtiin vain tähkälletulovaiheessa. Koska sato jäi alhaiseksi, myös kylvölannoituksen tyyppi riitti kasville muodostamaan korkean valkuaisen.



KUVA 20. Sadon ja valkuaisen määrät koejäsenillä (Hankkija 2023)

### 7.3 Taloudellisuus

Työssä laskettiin eri lannoitusratkaisujen kannattavuutta. Taulukkoon 6 on koottu jokaisen koejäsenen tiedot. Sadon hintatietona on käytetty Hankkijan myllyvehnän tammikuun 2024 hintaa ja valkuaisen lisähinnoittelun perustana on Hankkijan viljan laatuhinnoittelu kasvukaudelle 2023 (liite 2). Lannoitteiden hinnat ovat toimeksiantajan hintoja vuodelta 2023. Laskelmissa on käytetty oletuksena, että muut viljanhinnoitteluun vaikuttavat tekijät ovat laatuvaatimusten mukaiset eikä niistä tule laatuvehennyksiä.

Lannoituksen hinta on laskettu käyttämällä urakoinnin lannoitteen levityksen hintoja. Kylvölannoitukseen käytetyn YaraMila Y3 -lannoitteen hintana on laskelmassa käytetty 517 euroa/ tonni ja lisälannoituksen YaraBela Rikkisalpietarin 383 euroa/ tonni (Lassi 2024a). Kylvölannoituksen hinnaksi käytetyllä lannoitemäärällä tuli 248 euroa/ hehtaaria kohti. Lisälannoitus käytettyä 20 kilogrammaa/

hehtaaria kohden maksoi 29 euroa/ hehtaari. Levityksen hintana on käytetty Työtehoseuran urakointihinnastosta lannoitteen pintalevityksen keskihintaa 18 euroa/ hehtaaria kohti.

Winxillä sadonarvo oli korkein koejäsenellä 2 jonka lisälannoitus tehtiin tähkälletulovaiheessa, lannoitusratkaisulla saavutettiin 76 euron lisätuotto hehtaarille, kun lannoituksen kulut on vähennetty sadonarvosta. Vain kylvön yhteydessä annetulla lisälannoituksella saatiin kahta lisälannoituskertaa hie- man parempi tulos, vaikka kahden lisälannoituskerran satotaso ja valkuaislisä olivat korkeammat. Hintaero selittyy kahden lisälannoituskerran korkeammilla lannoituskustannuksilla.

Nallen lannoitusratkaisusta kannattavimmaksi tässä kokeessa osoittautui myös lisälannoitus vain tähkälletulovaiheessa. Nallella kahdella lisälannoituksella saavutettiin pelkkään kylvölannoitukseen verrattuna 6 euron lisätuotto hehtaarille. Eroa selittää koejäsenen 3 korkeamman valkuais- hinta sekä edullisemmat lannoituskustannukset.

TAULUKKO 6. Lannoitusratkaisujen taloudellisuus

Koejä- sen	Lannoi- tus	Sato	Valkuai- nen	Hinta €/tn	Lisät valkuainen €/tn	Koko- naishinta €/tn	Sadon arvo €/ha	Lan- noitus €/ha	Sadonarvo- Lannoitus kulu €/ha
Winx 1	2 x 20 kg N/ha	4,2403	14,8	239	12	251	1064	343	721
Winx 2	40 kg N /ha	4,528	15,1	239	15	254	1150	325	825
Winx 3	kylvö lannoitus	4,053	13,9	239	7	246	997	248	749
Nalle 1	2 x 20 kg N/ha	3,786	15,3	239	15	254	962	343	619
Nalle 2	40 kg N /ha	3,658	16	239	25	264	966	325	641
Nalle 3	kylvö lannoitus	3,324	15,5	239	20	259	861	248	613

#### 7.4 Virhelähteet

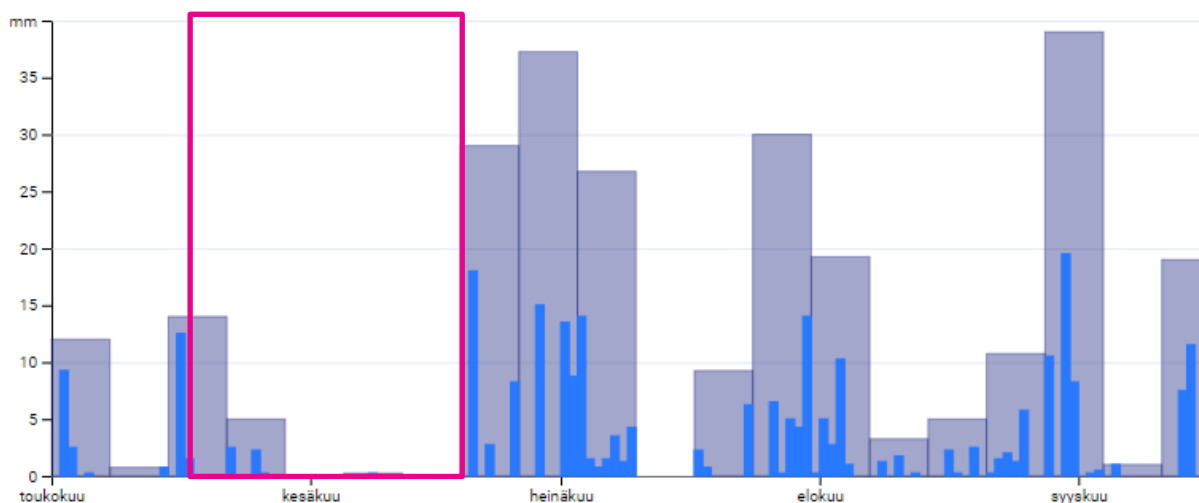
Taulukosta puuttuu Nallen koejäsenen 1 B tulokset sillä koejäsentä ei ollut mukana kokeessa, sie- menten pakkaamisen yhteydessä sattuneen erehdyksen vuoksi vaan koeruudussa oli toinen kokee- seen kuulumaton vehnälaajike. Oraiden lukumäärää ei ole kirjattu sillä lukumäärät kylvötiheyden ver- rattuna olivat korkeat johtuen myöhästyneestä oraiden laskuajankohdasta.

Koeruuduilla kävi myös kutsumattomia vieraita tuhoamassa koeruutujen kasvustoja, sillä kesän ai- kana peltojen ympäristöön pesiytyi noin sadan naakan parvi. Naakat söivät valmistumassa olevia viljoja, ja niitä karkotettiin koeruuduilta linnunpelättimillä, mutta ison parven aiheuttama vahinko oli kuitenkin suuri.

## 8 TULOSTEN ANALYSOINTI

Vehnän sadon muodostukselle on merkittävästi etua silloin kun tähkät muodostuvat pääversoista, koska pääversojen tähkät ovat suurempia kuin sivuversojen. Mikäli viljan pääversion kasvupiste vaurioituu, tuhoutuneen pääversion korvaa pisimmälle kasvussa ehtinyt sivuverso. (Peltonen-Sainio ym. 2005, 22.) Kasvusto kehittyy tasaisemmin, jos suurin osa tähkistä on pääversoissa (Farmit 2007). Mikäli siemen on kylvetty syväälle tai siemen on pieni, muodostuu yleensä vain yksi sivuverso. (Liespuu 2005).

Viljan jyväluku muodostuu kasvuvaiheen 0–30 loppupuolella, joka ajoittui kesäkuun puolenvälin tietämille. Koeruudut kärsivät alkukasvukauden kuivuudesta, sillä kylvöjen jälkeen Elimäellä satoi toukokuun aikana yhteensä 19,75 millimetriä, ja suurin yksittäinen sademäärä oli 5 millimetriä (kuva 21). Kesäkuussa kasvusto sai vettä ensimmäisen kerran 20.6.2023 jolloin Elimäellä satoi 18 millimetriä. Vedenpuute vaikuttaa viljoilla ravinteiden saantiin, jolla on merkitystä versojen sekä jyvien lukumäärään.



KUVA 21. Sateen jakautuminen kuukausittain koeruuduilla (Cordulus Farm 2024)

Tuhannen jyvän painoissa Nallen osalta jäätiin koeruuduilla lajikekokeiden tuloksiin verrattuna alhaisempiin tuhannen jyvän painoihin. Nallen tuhannen jyvän paino Luonnonvarakeskuksen virallisissa lajikekokeissa vuonna 2023 oli 38,6 grammaa. Koeruutujen tuhannen jyvän painot vaihtelivat Nallalla 30,3–33,0 gramman välillä. Winxin osalta päästiin lähemmäs lajikekokeiden tuhannen jyvän keskiarvoa 43,8 grammaa. Koeruutujen tuhannen jyvien painojen vaihteluväli Winxillä oli 38,1–39,2 grammaa.

Alhaisempi satotaso selittyy pääosin kasvukauden sääolosuhteilla, joista kuivuus eniten vaikuttavana tekijänä. Myös lintujen verottamat jyvät ovat osatekijä lajikekokeita alhaisempaan satotasoon. Luonnonvarakeskuksen julkaiseman satotilaston mukaan vuonna 2023 lähes kaikista viljelykasveista korjattu sato oli tavanomaista pienempi. Vehnän kokonaissato vuonna 2023 oli 740 miljoonaa kiloa, joka on kymmenyksen tavanomaista pienempi. (Luonnonvarakeskus 2024a.)

Mikäli valkuaistaso olisi matala normaaleissa kasvuolosuhteissa, kasvusto vaatisi silloin lisälannoitusta. Sadon ollessa matala ja valkuainen korkea, viljelytoimenpiteet eivät silloin yleensä ole tasapainossa, tai kasvuolosuhteet ovat olleet huonot. Kasvitautien torjunta on tärkeässä osassa ravinteiden

hyödyntämiseen. Kuivina kasvukausina satotason ollessa matala, valkuainen on yleensä korkea koska kasvi ei ole pystynyt hyödyntämään ravinteita sadonmuodostukseen vaan on käyttänyt ne myöhemmin valkuaiaston nostoon (Yara julkaisuaika tuntematon e.)

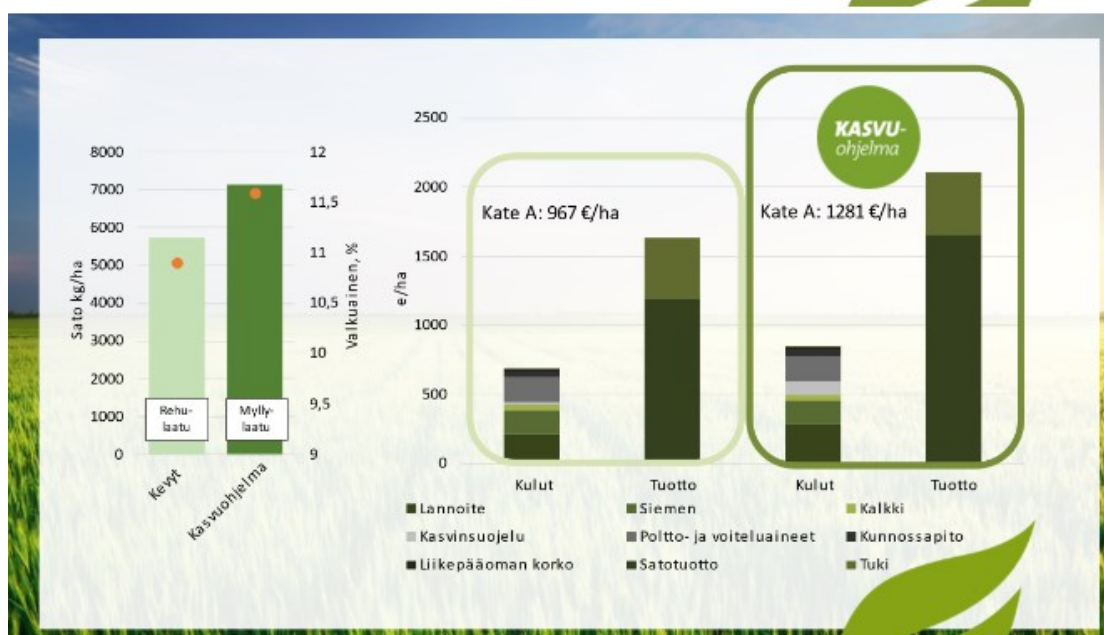
Lannoitteiden hinnat kohosivat vuonna 2022 ennätyskorkeiksi typpilannoitteiden tuotantorajoitusten takia. Lannoitteiden hintojen nousu oli korkeimmillaan 80 prosenttia. Vuonna 2023 lannoitteiden hinnat laskivat edellisen vuoden ennätyskorkeista hinnoista mutta lannoitteiden hinnat jäivät kuitenkin aiempia vuosia korkeammalle tasolle. Vuonna 2023 viljojen hinnat ovat laskeneet joka osaltaan heikentää kannattavuutta. Kasvukauden 2024–2025 kehitys on erittäin epävarmaa ja vaikeasti ennustettavissa, hintoihin vaikuttaa sääolosuhteet ja Ukrainan tilanteen kehittyminen. (Lindelöf, Yli-Liipola, Kujala, Kinnunen & Forsman-Hugg 2023.)

Lannoitteiden hintojen ollessa poikkeuksellisen korkeat ja kasvukauden sääolosuhteet eivät suosineet viljojen kasvua. Kasvien kärsiessä veden puutteesta, jolloin satotasot jäivät alhaisiksi, kannattavuuden vertailu on haastavaa. Optimaalisimmilla kasvuolosuhteilla eri lannoitusratkaisujen kannattavuuden erot olisivat oletettavasti olleet suuremmat.

#### 8.1 Vertailu lajikekokeisiin ja aiempiin koetuloksiin

Virallisten lajikekokeiden estimaatit kokeen lajikkeilla ovat lannoituskokeen satotasoa korkeampia. Lajikekokeita Winxille ja Nallelle on tehty viidellä eri koepaikkakunnalla. (Luonnonvarakeskus 2024b.) Lajikekokeiden tulosten kertyminen isommalta viljelyalalta sekä useammalta paikkakunnalta parantaa satotasojen ja laatuominaisuuksien arvioinnin luotettavuutta verrattuna vain yhden paikkakunnan koeruutujen perusteella saatuihin tuloksiin.

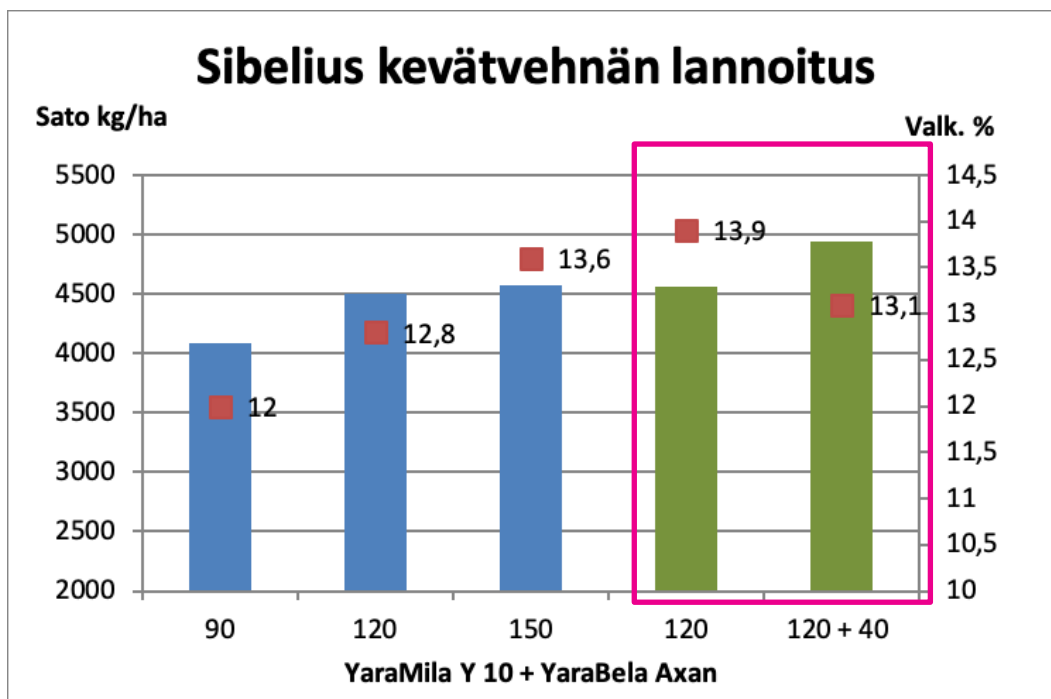
Kuvassa 22 Vihdissä vuonna 2023 toteutettu lannoituskoe Winxillä. Kokeen kasvustoja on sadetettu kevyesti. Kevytversion lannoitus kokeessa tehtiin vain kylvön yhteydessä antamalla 110 kiloa typpeä hehtaarille ja kasvustolle tehtiin rikkakasvientorjunta. Kasvuohjelman mukaan lannoitetuille annettiin myös kylvön yhteydessä 110 kiloa typpeä hehtaarille. (Lassi 2024b.)



KUVA 22. Lannoituskoe Winx Vihti 2023 (Hankkija 2024)

Lisälannoitukset Vihdissä tehtiin korrenkasvuvaiheessa (BBCH 31) jolloin typpeä annettiin 30 kiloa hehtaarille. Myöhäisempi lisälannoitus annettiin tähkälletulovaiheessa (BBCH 51) jolloin lisälannoitusmäärä oli 20 kiloa typpeä hehtaarille. Vihdin kokeessa käytettiin myös lehtilannoitusta. Kasvustolle tehtiin myös kasvuohjelman mukaiset rikkakasvien- ja tautientorjunnat sekä kasvustoon käytettiin myös korrensäädettä. Vihdin kokeessa lisälannoituksella sekä laajemmalla kasvinsuojelulla saatiin yli 7 000 kilon hehtaarisato ja satotason ero on yli 1 000 kiloa hehtaarille vain kylvön yhteydessä lannoitettuun kasvustoon verrattuna.

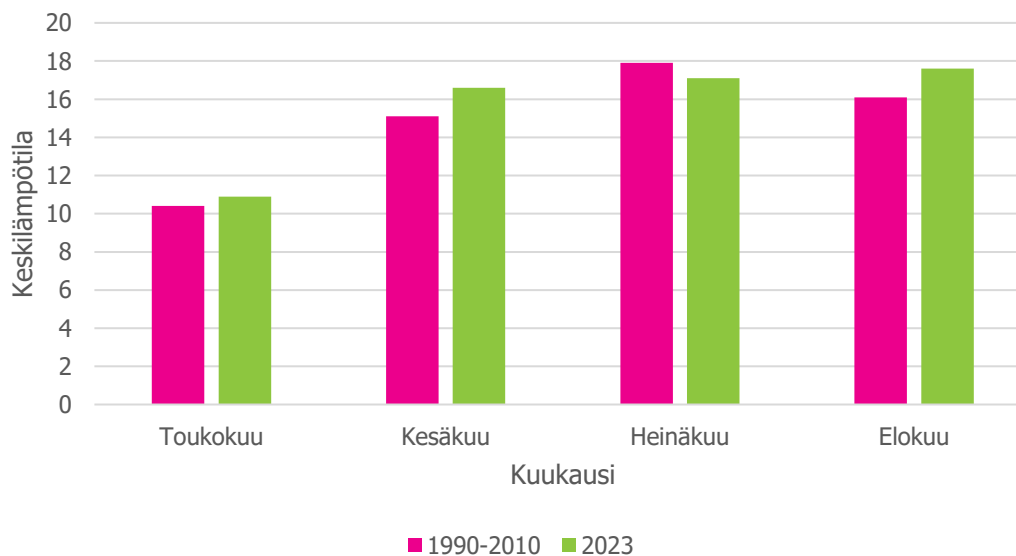
Vihdissä toteutetussa lannoitusporraskokeessa (kuva 23) annettiin kylvön yhteydessä 120 kiloa typpeä hehtaarille. Kylvölannoitus tuotti 4 500 kilon suuruisen hehtaarisadon myllylaatuista vehnää. Lisälannoituksella 40 kiloa typpeä hehtaarille saatiin satoa lisättyä 440 kiloa hehtaarilta. (Kerminen julkaisuaika tuntematon.)



KUVA 23. Sibelius lannoitusporraskoe Kotkaniemi (Kerminen julkaisuaika tuntematon)

## 8.2 Erojen syyt

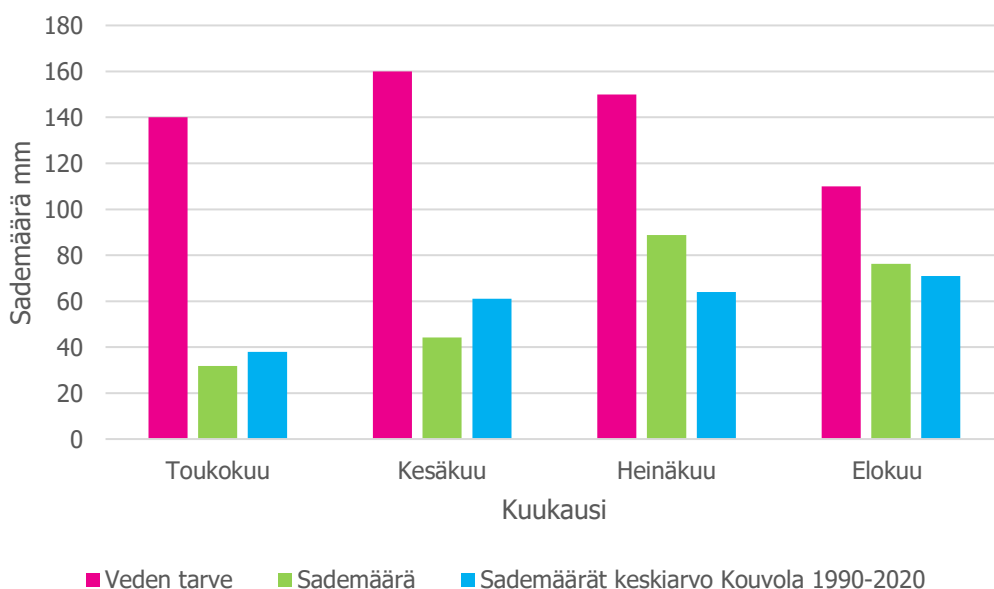
Kasvukaudella 2023 olosuhteet olivat vaihtelevat ja alueelliset erot olivat suuria varsinkin sademäärien osalta. Tehoisan lämpösumman kertymä kaudella 2023 Elimäellä oli 1 380 astetta. Vuoden 2022 vastaava kertymä oli 1 328 astetta (Lassi 2023a). Kouvolan mittauspisteen keskilämpötilat vuonna 2023 (kuva 24) olivat vuosien 1990–2010 keskilämpötiloihin vertailtuna korkeammat kaikkien muiden kesäkuukausien osalta paitsi heinäkuun (Ilmatieteenlaitos 2024).



KUVA 24. Keskilämpötilat Kouvola (Ilmatieteenlaitos 2024)

Kasveihin vaikuttavat erilaiset ympäristöstressit, joista kuivuuden aiheuttama kuivuusstressi on yksi eniten kasvien sadontuotantokykyyn vaikuttava tekijä. Kasvin biomassasta 80–95 prosenttia koostuu vedestä, joten vesi on elintärkeä osatekijä kasvussa ja kehityksessä. Veden puute on pääasiallinen syy kasvin kuivuusstressille, myös haihtuminen korkeiden lämpötilojen ja tuulen vaikutuksesta voi pahentaa kasvin kokema stressiä. Kuivuusstressi voi vaikuttaa erittäin merkittävästi viljojen sato määrään ja laadullisiin ominaisuuksiin. Kasvun ja kehityksen häiriintymisen lisäksi kuivuus estää kasvia käyttämästä ravinteita. (Seleiman ym. 2021.)

Sademäärissä oli sadankin millimetrin eroja kasvukaudella samankin kunnan alueella, verrattuna koeruutujen sijaintipaikan sademääriin. Sää tietojen seuranta ja vertailua on tehty Cordulus Farm -sääaseman tallentamien tietojen avulla. Sääasemalta saadut tiedot ovat sademäärät sekä tehoisan lämpösumman kertyminen. Kasvukauden 2023 sademäärä Elimäen koeruuduilla oli 261 mm, joten viljakasvien vedentarvetta ei sademäärillä pystytty täyttämään (kuva 25). Kasvukaudella 2023 Kouvolan sademäärät olivat erittäin vähäisiä viljojen kasvun kannalta tärkeimpinä kuukausina eli touko- ja kesäkuussa. Mikäli suurempi täydennyslannoitus olisi tehty aiemmin, ravinteet olisivat olleet kasvin käytettävissä kuitenkin myöhemmin kuivuuden takia.



KUVA 25. Vedentarpeen ja sademäärien vertailu

Naakkaparven aiheuttamaa tuhon suuruutta ei voida arvioida mutta parven viihtyminen viljapeltojen ympärillä usean päivän ajan antaa aiheita epäillä vahingon olleen merkittävä. Ympäristöministeriön vuosilta 2012–2015 tekemän kyselyn perusteella naakkojen aiheuttamia vahinkoja on melko haastava torjua sillä hyvin tehoavia karkoituskkeinoja ei juurikaan ole. (Pohja-Mykrä 2016). Naakkoja on saanut pyydystää elokuusta 2018 alkaen. Pesimiseen rauhoitettuna aikana 10.3–31.7. ei naakkoja kuitenkaan saa pyytää kuin riistakeskuksen erityisluvalla tai ilmoitusmenettelyllä. (Riistakeskus 2019.)

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyössä selvitettiin erilaisten lannoitusratkaisujen vaikutusta uusien vehnälajikkeiden satoon ja laatuominaisuuksiin. Työssä laskettiin myös erilaisten lannoitusratkaisujen kannattavuutta. Aiempien tehtyjen jaetun lannoituksen kokeiden perusteella lähtökohtana oletettiin, että jaetulla lannoituksella myös näillä lajikkeilla saadaan korkeampi satotaso sekä paremmat laatuominaisuudet. Kokeessa saatiin jaetun lannoituksen ratkaisuilla korkeammat satotasot kylvöannoitukseen verrattuna. Myös korkein tuotto sadosta saatiin lannoituskulujen vähentämisen jälkeen lisälannoitusta käyttämällä.

Opinnäytetyön tulokset eivät olleet aivan odotetun mukaisia johtuen erittäin vähäsateisesta kasvukaudesta ja varsinkin alkukasvukauden kuivuudesta. Naakkojen vaikutusta lopullisiin satomääriin on vaikea arvioida mutta ison parven usean päivän vierailu ei voi olla näkymättä tuloksissa. Laadullisten ominaisuuksien arvioinnin tekee haastavaksi kasvukauden sää, sillä kasveilla oli alhaisemman satotason vuoksi tyypeä riittävästi valkuaisen muodostamiseen, vaikka lannoitus oli toteutettu vain kylvön yhteydessä. Kokeessa saadut tulokset lannoituksen vaikutuksesta ovat samansuuntaisia kuin muissakin kokeissa, jonka perusteella lannoituksen jakaminen on kannattavaa ja yleensä myös vaatimuksena vehnän myllylaadun saavuttamisessa.

Veden puute kasveilla on niin merkittävä tekijä kuten vertailu Vihdin lannoituskokeen satotasoon osoittaa, vettä ei voi korvata millään lannoitusratkaisuilla. Vihdin kokeessa kasvusto oli sadetettu ja satotaso oli samalla lajikkeella hieman yli 7 000 kiloa hehtaarilta, kun Elimäellä suoritetussa lannoituskokeessa satotaso jäi alle 5 000 kiloon hehtaarilta.

Kasvuston seurannalla ja oikein ajoitetuilla viljelytoimilla viljelijällä on mahdollisuus vaikuttaa satoon, viljan laatuominaisuuksiin sekä viljelyn kannattavuuteen. Viljelijälle on kehitetty työkaluja, joita viljelijä voi hyödyntää oman työskentelyn ja päätöksenteon tukena. Täydennyslannoituksen toteuttamiseen tarjolla on erihintaisia ratkaisuja ilmaisista karttasovelluksista aina hintaviin sensoriratkaisuihin. Näiden avulla lannoitus saadaan kohdistettua oikeaan paikkaan ja oikea-aikaisesti. Täsmäviljelymenetelmien hyödyntämisellä lannoitus saadaan toteutettua tarkemmin kasvuston mukaan. Tarkemmalla lannoituksella sadontuotto saadaan maksimoitua lohkon jokaiselle kohdalle erikseen. (ProAgria 2018.)

Viljelijä voi myös toteuttaa lannoituksen riittävyden seurannan toteuttamalla jättämällä pienen ruudun pellolla lannoittamatta, josta voi nähdä onko kasveilla riittävästi ravinteita käytettävissä ja päättää lisälannoituksesta sen avulla. Pellolle kannattaa tehdä myös maksimiruutu, joka saa lannoitetta ylimäärin johon kasvustoa voidaan verrata. Mikäli maksimiruudun kasvusto merkittävästi muuta kasvustoa tummempaa, kasvusto voi tarvita lisätyppeä. (Lehtonen 2022, 7.)

Jaetun lannoituksen käyttö on yksi mahdollisuus ympäristön huomioimiseen viljelyssä. Mikäli kylvön yhteydessä annetaan koko ravinnemäärä ja kasvukausi on sateinen, vaarana on ravinteiden huuhtoutuminen. Tällöin ne eivät ole kasvin käytettävissä, kun taas kuivina kasvukausina on riski ylilannoituksesta. (NHK-keskus julkaisuaika tuntematon.) Jaetun lannoituksen käyttämisellä voidaan saada taloudellista hyötyä korkeampien satotasojen, parantuneiden laatuominaisuuksien lisäksi säästöllä lannoituskustannuksissa. Lisälannoitukseen käytettävän pelkän typpilannoitteen hinta on

yleensä edullisempi kuin moniravinnelannoitteiden. Lannoituksen tehostamisella voidaan myös tehostaa kylvötyötä. YMPPI- hankkeessa vuonna 2018 tehdyssä laskelmassa havaittiin, että jaettua lannoitusta käyttämällä kylvökoneen säiliöllisellä saadaan kylvettyä neljänestä suurempi ala. Tehostuminen saadaan kylvökoneen täyttökertojen vähenemisellä. Paras hyöty saadaan, jos kylvökapasiteetti on mitoitettu äärirajoille ja kevättöiden aikaikkuna on lyhyt. (ProAgria 2018.)

## 10 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoite saavutettiin osin, sillä tulokset olivat saman suuntaisia kuin aiemmista lannoitustutkimuksista saavutetut tulokset. Kasvukauden ollessa poikkeuksellisen huono Kouvolan seudulla kokeen tulokset eivät vastanneet satotason osalta odotuksia. Kannattavuuden osalta tuloksiin vaikuttivat myös lannoitteiden korkeat hinnat. Tavoitteena opinnäytetyössä oli myös kehittää opinnäytetyöntekijän ammatillista osaamista ja syventää opiskelun aikana opittuja tietoja. Kesän aikana kasvuston havainnointi tarjosi mahdollisuuden seurata kasvuston kehitystä ja verrata teoriaa käytäntöön.

Kokeen toteutus vain yhtenä vuonna heikentää tuloksen luotettavuutta, toistamalla koe samanlaisilla koejärjestelyillä tuloksien luotettavuus paranisi. Kokeen toistolla paremmissa kasvuolosuhteissa lannoitusratkaisujen erot olisivat oletettavasti selkeämmät. Kokeen toteuttaminen täsmälleen samanlaisilla kasvuolosuhteilla ei ole mahdollista, sillä kasvukauden säät tuskin koskaan ovat kahdella eri kasvukaudella täysin identtisiä. Kasvukauden sää ei suosinut viljelyä ja viljat kärsivät alkukasvukauden kuivuudesta, joten lannoituksen vaikutuksen selvittäminen ja siitä johtuvat erot jäivät alhaisiksi. Koejärjestelyiden osalta koe pystytään toteuttamaan käyttämällä työssä kuvattuja menetelmiä.

Työstä kertyvää materiaalia toimeksiantaja hyödyntää uusien viljalajikkeiden markkinoinnissa sekä viljelyohjeistuksissa sekä myyjien koulutuksessa. Opinnäytetyöstä kertyy myös tietoa lajikkeiden käyttäytymisestä poikkeuksellisissa kasvuolosuhteissa. Toimeksiantaja julkaisee myös tietoja kokeen tuloksista omilla nettisivuillaan. Opinnäytetyötä voivat hyödyntää myös maatalousalan opiskelijat oppimistehtäviä tehdessään. Toivon myös opinnäytetyön lisäävän viljelijöiden kiinnostusta jaetun lannoituksen käyttömahdollisuuksiin.

Ilmastonmuutos tulee lisäämään haasteita viljelyyn, sään ääri-ilmiöiden lisääntymisen myötä. Kuivuusjaksot pidentyvät ja sateet tulevat runsaina aiheuttaen tulvia. Viljelijä voi varautua kuivuuden aiheuttamiin haasteisiin huolehtimalla maan rakenteesta sekä kasvilajien- ja lajikkeiden valinnalla. Sadetuksen käyttö luultavasti tulee lisääntymään, joten sadetuksen kustannustehokkuuden ja toimivien ratkaisujen selvittäminen on tulevaisuudessa tarpeen.

Opinnäytetyössä seurasin peltokokeen toteutusta suunnittelusta tulosten analysointiin asti. Sain seurata ja pääsin myös itse suorittamaan toimenpiteitä pellolla sekä analysoimaan näytteitä. Työskentely on syventänyt ammatillista osaamistani aiheesta ja parantanut valmiuksiani kirjoittamisen osalta. Tekstinkäsittelytaidot ovat myös kehittyneet työn etenemisen aikana. Opinnäytetyön koen myös kehittäneen työskentelytaitojani ja tarjonnut uusia näkökulmia työelämään. Työ olisi ollut helpompaa toteuttaa, mikäli olisin tutustunut teoriaan ennen kasvukautta, jolloin teoretietoa olisi ollut enemmän ja havaintojen teko olisi ollut monipuolisempaa.

Aiheen laajuus ja mahdollisuudet syventyä eri osa-alueisiin olivat laajat ja työssä itselleni olikin haasteena aiheen rajaaminen. Opinnäytetyön työsuunnitelmaseminaarin ajankohta oli myöhäisempi kuin alkuperäisesti oli suunniteltu, muuten opinnäytetyö valmistui aikataulussa. Opinnäytetyössä sain hyvän pohjan aiheeseen ja tulevana kasvukautena pääsen hyödyntämään työstä saamiani oppeja oman tilan kasvukauden seuraamiseen.

Opinnäytetyön aikana työn toimeksiantaja oli mukana ohjaamassa koko prosessin ajan. Apua ja neuvoja työn eteenpäinviemiseen oli aina tarjolla. Toimeksiantajan tuki olikin tärkeää työn valmistumisen kannalta ja haluankin lopuksi kiittää toimeksiantajaa mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö. Opinnäytetyön aikana olen myös saanut tutustua moneen uuteen alan osaajaan. Työnohjaajan sitoutuminen on ollut korvaamatonta opinnäytetyön valmistumiselle ja osaamisen kehittymiselle.

## LÄHTEET

Työssä on käytetty seuraavasti tekoälyä:

ChatGPT 2023. OpenAI. GPT-3.5. Käytetty kasvitieteen termistön tulkittamiseen, tammikuu 2024.  
<https://chat.openai.com>

ChatGPT 2023. OpenAI. GPT-3.5. Abstraktin ammattisanaston kääntämiseen, huhtikuu 2024.  
<https://chat.openai.com>

Abdulrahman, A B A Mohammed. 2021. Vehnän rakenne. Valokuva. [https://www.researchgate.net/figure/Wheat-plant-main-parts-48\\_fig1\\_355444087](https://www.researchgate.net/figure/Wheat-plant-main-parts-48_fig1_355444087). Viitattu 1.11.2023.

Alko julkaisuaika tuntematon. Kepeän raikas vehnäolut. Verkkojulkaisu. <https://www.alko.fi/juoma-ruoka/juomatietous/panimotuotteet/oluttyypit/vehnaolut>. Viitattu 10.3.2024.

Cordulus Farm. 2023. Sateen jakautuminen kuukausittain koeruuduilla. Valokuva. Viitattu 22.3.2024.

Digimaatalous 2020. Määränsäätöautomaattikka täsmäviljelyssä. Verkkojulkaisu. 27.11.2020.  
<https://www.digimaatalous.fi/maaransaatoautomaattikka-tasmaviljelyssa>. Viitattu 15.3.2024.

Digimaatalous julkaisuaika tuntematon. Tutustu peltoviljelyn uusiin teknologioihin ja digiratkaisuihin. Verkkojulkaisu. <https://www.digimaatalous.fi/tieto-ja-kaytanto/peltoviljelyn-uudet-teknologiat-ja-digiratkaisut/>. Viitattu 15.3.2024.

Fagerstedt, Kurt, Linden, Leena, Santanen, Arja & Väinölä, Anu 2008. Kasvioppi. Siemenestä satoon. Helsinki: Edita Prima Oy.

Farmit 2007. Tähkien ja jyvien koko vaikuttaa satoon. Verkkojulkaisu. 4.7.2007. <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2007/07/04/tahkien-ja-jyvien-koko-vaikuttaa-satoon>. Viitattu 21.2.2024.

Farmit 2010. Kevätvehnän lannoitus. Verkkojulkaisu. 13.9.2010. <https://www.farmit.net/kasvinviljely/kevatvehna/myllyvehna/lannoitus>. Viitattu 10.3.2024.

Farmit 2012. Lannoituksen jakaminen. Verkkojulkaisu. <https://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/suunnittelu/jaettu-lannoitus>. Viitattu 22.1.2024.

Hankkija 2023. Viljojen laatuhinnoittelu. Verkkojulkaisu. 3.7.2012. Satokausi 2023.  
<https://www.hankkija.fi/Liitetiedostot/Docs/Laatuhinnoittelu2023ver14.pdf>. Viitattu 18.1.2024.

Hankkija 2024. Hankkija kasvuohjelma tuoteopas 2024. <https://julkaisut.hankkija.fi/hankkija/kasvuohjelmaopas2024#/page=1>. Viitattu 1.3.2024.

Hankkija 2024. Lannoituskoe Winx Vihti 2023. Valokuva. Hankkija Oy.

Helenius, Juha, Kallela, Merja, Mäkelä, Pirjo, Seppänen, Mervi, Stoddard Fred, Teeri, Teemu & Yli-Halla, Markku 2008. Peltokasvien tuotanto. Helsinki: Opetushallitus.

[https://www.vyr.fi/document/1/1207/52eb87f/tilast\\_e57e8f3\\_Viljelyalat\\_lajikkeittain\\_2022.pdf](https://www.vyr.fi/document/1/1207/52eb87f/tilast_e57e8f3_Viljelyalat_lajikkeittain_2022.pdf). Viitattu 21.1.2024.

Ilmatieteenlaitos 2020. Tietokanta maanpinnan mikroilmastosta mahdollistaa tarkemmat ennusteet ilmaston muutoksen paikallisista vaikutuksista. Verkkojulkaisu. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/uutinen/1287349432>. Viitattu 25.3.2024.

Ilmatieteenlaitos 2024. Tilastotietokanta. Verkkojulkaisu. Lämpö- ja sadetilastoja vuodesta 1961. Kouvola 2023: toukokuu, kesäkuu, heinäkuu, elokuu. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tilastoja-vuodesta-1961>. Viitattu 15.3.2024.

Ilmatieteenlaitos julkaisuaika tuntematon. Ilmasto-opas. Verkkojulkaisu. <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/nykyinen-ilmasto-30-vuoden-keskiarvot/>. Viitattu 20.1.2024.

Kerminen Anne julkaisuaika. Sibeliuksen kevätvehnä tuotti laadukkaan sadon. Verkkojulkaisu. <https://www.hankkija.fi/tuotantopanokset/viljan-viljely/viljan-viljelyohjeet/ia-sibeliuksen-kevätvehnä-tuotti-laadukkaan-sadon-2027758/>. Viitattu 26.3.2024.

Kleemola, Jouko & Yli-Halla, Markku 2009. Ravinteiden siirtyminen kasvinosien välillä. Teoksessa Peltonen Jari & Harmoinen Taina (toim.) Ravinteet kasvintuotannossa. ProAgria keskusten liitto, 26.

Kleemola, Jouko & Yli-Halla, Markku 2009. Sadossa poistuvat ravinnemäärät. Teoksessa Peltonen Jari & Harmoinen Taina (toim.) Ravinteet kasvintuotannossa. ProAgria keskusten liitto, 30.

Kleemola, Jouko, Jaakkola, Antti, Sipiläinen, Timo, Alakukku, Laura, Peltonen, Jari & Savela, Pertti 2009. Tasapainoinen ja taloudellinen lannoitus. Teoksessa Peltonen Jari & Harmoinen Taina (toim.) Ravinteet kasvintuotannossa. ProAgria keskusten liitto, 62.

Lassi Juho 2023a. Tutkimusmestari. Hankkija Oy. Yksityinen sähköpostiviesti 30.10.2023. Viestin saaja: Maria Niemi.

Lassi Juho 2024. Tutkimusmestari. Hankkija Oy. Yksityinen sähköpostiviesti 22.1.2024. Viestin saaja: Maria Niemi.

Lassi Juho 2024a. Tutkimusmestari. Hankkija Oy. Yksityinen sähköpostiviesti 23.2.2024. Viestin saaja: Maria Niemi.

Lassi Juho 2024b. Tutkimusmestari. Hankkija Oy. Yksityinen sähköpostiviesti. 21.3.2024. Viestin saaja: Maria Niemi.

Lassi, Juho 2023c. Tutkimusmestari. Hankkija Oy. Haastattelu 28.9.2023.

Lassi, Juho 2023b. Tutkimusmestari. Hankkija Oy. Haastattelu 22.5.2023.

Lassi, Juho 2024. Tutkimusmestari. Hankkija Oy. Haastattelu 23.2.2024.

Lehtonen, Satu 2022. Jaettu lannoitus on hyvä keino hallita riskejä. Maaseudun tulevaisuus 8.6.2022, teema 12.

Liespää, Saara 2005. Tänä kesänä lasketaan satokomponentteja. Verkkojulkaisu. Maatilan Pellervo. [https://www.pellervo.fi/maatila/mp5\\_05/satokomponentit.htm](https://www.pellervo.fi/maatila/mp5_05/satokomponentit.htm). Viitattu 11.3.2024.

Lindelöf, Lucas, Yli-Liipola, Mauri, Kujala, Päivi, Kinnunen Pekka & Forsman-Hugg, Sari 2023. Ruoan hinnannousu hidastuu - korkea kustannustaso kurittaa yhä viljelijöitä. Verkkojulkaisu. <https://www.ptt.fi/ennusteet/maa-ja-elintarviketalous-kevat-2023/#mek232>. Viitattu 18.3.2024.

Luonnonvarakeskus 2022. Maatalouden typpihaaste -vaihtoehtoja ja ratkaisuja synteesiraportti. Verkkojulkaisu. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 53/2022. [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/551964/luke-luobio\\_53\\_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/551964/luke-luobio_53_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Viitattu 28.3.2024.

Luonnonvarakeskus 2023a. Ravintotase. Verkkojulkaisu. Ravintotase 2021 lopullinen ja ennako 2022. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/ravintotase/ravintotase-2021-lopullinen-ja-ennako-2022>. Viitattu 21.1.2024.

Luonnonvarakeskus 2024a. Sato- ja luomusato. Verkkojulkaisu. 14.2.2024. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/satotilasto/sato-ja-luomusato-2023>. Viitattu 20.3.2024.

Luonnonvarakeskus 2024b. Tutkimustietokannat. Verkkopalvelu. <https://px.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/maatalous/>. Viralliset lajikekokeet 2023. Sato: Winx, Nalle, Demonstrant (M), Sibeliuksen ja KWS Mistral. Viitattu 28.1.2024.

- Maahenki 2019. Viljan kasvutekijät. Valokuva. <https://www.mtk.fi/-/ruokaa-oppikirja>. Viitattu 27.1.2024.
- Maahenki. 2019. Viljan kasvutekijät. Valokuva. <https://www.mtk.fi/-/ruokaa-oppikirja>. Viitattu 27.1.2024.
- Maatilahallituksen päätös tärkeimpien kasvilajien lajikkeista 849/1992. Viljelyvyöhykkeet. Valokuva. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1992/19920849>. Viitattu 27.1.2024.
- Martat julkaisuaika tuntematon. Vehnä. Verkkajulkaisu. <https://www.martat.fi/ruoka/ruoanvalmistus/ruoka-aineet/viljat/vehna/>. Viitattu 9.3.2024.
- NHK-keskus julkaisuaika tuntematon. Jaettu lannoitus parantaa sadon laatua ja viljelyn kannattavuutta. Verkkajulkaisu. <https://www.nhk.fi/ajankohtaista/jaettu-lannoitus-parantaa-sadon-laatua-ja-viljelyn-kannattavuutta/>. Viitattu 26.3.2023.
- Niemi, Maria 2023a. Lehtivihreämittaus Yara N-testerillä. Valokuva. 18.7.2023. Elimäki: Maria Niemen kokoelmat.
- Niemi, Maria 2023b. Jyvälskuri. Valokuva. 23.10.2023. Kouvola: Maria Niemen kokoelmat.
- Niemi, Maria 2023c. Koeruutujen puinti. Valokuva. 4.9.2023. Elimäki: Maria Niemen kokoelmat.
- Niemi, Maria 2023d. Lyhteet. Valokuva. 28.9.2023. Kouvola: Maria Niemen kokoelmat.
- Niemi, Maria 2023e. Oraslaskenta. Valokuva. 29.5.2023. Elimäki: Maria Niemen kokoelmat.
- Niemi, Maria 2023f. Vehnä Nalle. Valokuva. 23.6.2023. Elimäki: Maria Niemen kokoelmat.
- Niemi, Maria 2023g. Vehnä Winox. 23.6.2023. Valokuva. Elimäki: Maria Niemen kokoelmat.
- Niemi, Maria 2023h. Vehnä. Valokuva. Valokuva. 21.7.2023. Elimäki: Maria Niemen kokoelmat.
- Niemi, Maria 2023i. Yara N-Tester. Valokuva. 18.7.2023. Iitti: Maria Niemen kokoelmat.
- Nordkalk julkaisuaika tuntematon. Kasvikohtaiset pH tavoitteet. Verkkajulkaisu. <https://nordkalk.fi/kasvikohtaiset-ph-tavoitteet/>. Viitattu 21.1.2024.
- Opetushallitus 2008. Kasvuasteikot. Valokuva. Peltokasvien tuotanto kirja. Viitattu 3.1.2024.
- Peltonen-Sainio, Pirjo & Parkkari, Olli. Satoisuusikkuna. Valokuva. <https://juuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/459167/met67.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Viitattu 1.11.2023.
- Peltonen-Sainio, Pirjo, Rajala, Ari & Seppälä, Risto T. 2005. Viljojen kehityksen ja kasvun ABC. MTT. Maa- ja elintarviketalous 67. <http://www.urn.fi/URN:ISBN:951-729-955-9>. Viitattu 1.11.2023.
- Pohja-Mykrä, Mari 2016. Naakat maaseutuymäristössä. Verkkajulkaisu. Naakka ja ihminen. Naakkojen aiheuttamien haittojen hallinta. Ympäristöministeriö. [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/74937/SY\\_2\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/74937/SY_2_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Viitattu 18.3.2024.
- ProAgraria 2018. Tehoa typpilannoitukseen-jaettu lannoitus. Verkkajulkaisu. YMPPI-hanke. [https://www.proagraria.fi/uploads/archive/attachment/toimintamalli\\_typen\\_jaettu\\_lannoitus\\_0.pdf](https://www.proagraria.fi/uploads/archive/attachment/toimintamalli_typen_jaettu_lannoitus_0.pdf). Viitattu 26.3.2024.
- Rahko, Juhani 2020. Määränsäätöautomaattikka täsmäviljelyssä. Verkkajulkaisu. Digimaatalous.fi. 27.11.2020. <https://www.digimaatalous.fi/maaransaatoautomaattikka-tasmaviljelyssa/>. Viitattu 27.1.2024.

Riistakeskus 2019. MMM. Valtioneuvosto asetti naakoille pesimärauhoidusajan – pyydystäminen mahdollista poikkeusluvin. Verkkajulkaisu. Verkkajulkaisu. <https://riista.fi/mmm-valtioneuvosto-asetti-naakoille-pesimärauhoidusajan-pyydystaminen-mahdollista-poikkeusluvin/>. Viitattu 18.3.2024.

Ruokavirasto 2023. Ehdollisuuden opas 2023. Verkkajulkaisu. Lannoita ehtojen mukaisesti, noudata tyyppilannoituksen enimmäismääriä. <https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/perusehdot/ehdollisuus/ehdollisuuden-opas/ehdollisuuden-opas-2023/#id-noudata-typpilannoituksen-enimmaismaaria>. Viitattu 20.2.2024.

Seleiman F. Mahmoud, Al-Suhaibani Nasser, Ali, Nawab, Akmal Mohammad, Alotaibi, Majed, Refay, Yahya, Dindaroglu, Turgay, Abdul-Wajid, Haleem Hafits & Battaglia Martin Leonardo 2021. Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. Verkkajulkaisu. <https://www.mdpi.com/2223-7747/10/2/259>. Viitattu 18.3.2024.

Sipiläinen, Timo & Kleemola, Jouko 2009. Lannoituksen talous. Teoksessa Peltonen Jari & Harmoinen Taina (toim.) Ravinteet kasvintuotannossa. ProAgria keskusten liitto, 65.

Torikka, Terhi 2022. Viljelykokeet mittaavat viljelyvarmuutta. Maaseudun tulevaisuus 15.7.2022. Uutiset, 7. Viitattu 29.3.2024.

Tulli 2024. Uljas tilastotietokanta. Verkkopalvelu. <https://tulli.fi/tilastot/uljas-tilastotietokanta>. Vienti- ja tuontitilastot. CN nimikkeet: Vehnä, Vehnäjauho. Viitattu 9.3.2024.

United States Department of Agriculture julkaisuaika tuntematon. Plants. Verkkajulkaisu. <https://plants.usda.gov/home/plantProfile?symbol=TRAE>. Viitattu 21.1.2024.

Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20141250>. Viitattu 16.2.2024.

Vehnän tähkän rakenne. Valokuva. Viljelyolosuhteet, viljelytoimet ja kasvinjalostus (Verkkokurssi) Moodle-oppimisympäristö. Savonia-ammattikorkeakoulu. <https://moodleold.savonia.fi/course/view.php?id=13191#section-3>. Viitattu 4.11.2023.

Vilja-alan yhteistyöryhmä 2013. Vinkkejä erityyppisten vehnien viljelyyn. Verkkajulkaisu. Päivitetty 1.4.2013. [https://www.vyr.fi/document/1/92/e7e58fc/oppaat\\_0919e06\\_Vehnn\\_viljely\\_eri\\_kayttotarkoituksiin\\_2013.pdf](https://www.vyr.fi/document/1/92/e7e58fc/oppaat_0919e06_Vehnn_viljely_eri_kayttotarkoituksiin_2013.pdf). Viitattu 21.1.2024.

Vilja-alan yhteistyöryhmä 2022. Viljelyalat lajikkeittain. Verkkajulkaisu. Päivitetty 11.8.2022. [https://www.vyr.fi/document/1/1207/52eb87f/tilast\\_e57e8f3\\_Viljelyalat\\_lajikkeittain\\_2022.pdf](https://www.vyr.fi/document/1/1207/52eb87f/tilast_e57e8f3_Viljelyalat_lajikkeittain_2022.pdf). Viitattu 21.1.2024.

Vilja-alan yhteistyöryhmä 2023. Viljelyalat lajikkeittain. Verkkajulkaisu. Päivitetty 14.8.2023. [https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.vyr.fi%2Fdocument%2F1%2F1250%2Fe02a370%2Ftilast\\_179d672\\_Viljelyalat\\_lajikkeittain\\_2023\\_VYR\\_ry.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK](https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.vyr.fi%2Fdocument%2F1%2F1250%2Fe02a370%2Ftilast_179d672_Viljelyalat_lajikkeittain_2023_VYR_ry.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK). Viitattu 21.1.2024.

Vilja-alan yhteistyöryhmä 2024a. Kotimaan viljatasearviot. Verkkajulkaisu 8.3.2024. <https://vyr.fi/app/uploads/2024/03/Viljatasearviot-201718-202324.pdf> Viitattu 25.3.2024.

Vilja-alan yhteistyöryhmä 2024b. Kylvöalaennuste 2024–1. Verkkajulkaisu. <https://vyr.fi/raportit/viljelijakyselyt/kylvöaikomukset/>. Viitattu 4.3.2024.

Vilja-alan yhteistyöryhmä 2024c. Viljatasearvio 2023/2024. Verkkajulkaisu. 8.3.2024. <https://vyr.fi/app/uploads/2024/03/Viljatasearvio-8.3.2024.pdf>. Viitattu 21.3.2024.

Viljakasvien kuukausittainen vedentarve kasvukaudella. Viljelyolosuhteet, viljelytoimet ja kasvinjalostus (Verkkokurssi). [https://moodleold.savonia.fi/pluginfile.php/1619795/mod\\_book/chapter/27580/sadetuksen%20k%C3%A4ytt%C3%B6%20viljaviljelyss%C3%A4.pdfle-oppimisympäristö](https://moodleold.savonia.fi/pluginfile.php/1619795/mod_book/chapter/27580/sadetuksen%20k%C3%A4ytt%C3%B6%20viljaviljelyss%C3%A4.pdfle-oppimisympäristö). Savonia-ammattikorkeakoulu. Viitattu 4.11.2023.

Viljelyolosuhteet (Verkkokurssi) Moodle-oppimisympäristö. Savonia-ammattikorkeakoulu 2021. <https://moodleold.savonia.fi/course/view.php?id=13191>. Viitattu 4.11.2023.

Yara julkaisuaika tuntematon a. Lannoitus. Verkkojulkaisu. Ravinteet. <https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/>. Viitattu 28.12.2023.

Yara julkaisuaika tuntematon b. Lisälannoitus kasvukaudella. Verkkojulkaisu. <https://www.yara.fi/lannoitus/lisalannoitus-kasvukaudella/>. Viitattu 16.3.2024.

Yara julkaisuaika tuntematon c. Atfarm. Verkkojulkaisu. <https://www.yara.fi/lannoitus/tyokalut/n-tester/>. Viitattu 27.1.2024.

Yara julkaisuaika tuntematon d. Lannoitus. Verkkojulkaisu. Fosfori maaperässä. <https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/fosfori/fosfori-liikkuu-huonosti/>. Viitattu 19.1.2024.

Yara julkaisuaika tuntematon e. Lannoitus. Verkkojulkaisu. Vehnän viljely. <https://www.yara.fi/lannoitus/vehna/vehnan-viljely/>. Viitattu 3.1.2024

Yara julkaisuaika tuntematon f. Lannoitus. Verkkojulkaisu. Viljan kasvuasteet. <https://www.yara.fi/lannoitus/viljat/viljan-kasvuasteet/>. Viitattu 16.1.2024.

Yara julkaisuaika tuntematon. Zadoksin asteikkoon perustuva BBCH asteikko. Valokuva. <https://www.yara.fi/lannoitus/viljat/viljan-kasvuasteet/>. Viitattu 16.1.2024.

Yara julkaisuaikatuntematon. N-Tester käyttöajankohdat BBCH-asteikolla kuvattuna. Valokuva. Yara Suomi.

Yli-Halla, Markku 2009. Ravinnekierrot. Teoksessa Peltonen Jari & Harmoinen Taina (toim.) Ravinteet kasvintuotannossa. ProAgria keskusten liitto, 14.

LIITE 1: VALTIONEUVOSTON ASETUS ERÄIDEN MAA- JA PUUTARHALOUDESTA PERÄISIN OLEVIEN  
PÄÄSTÖJEN RAJOITTAMISESTA

Kasvi	Kivennäismaat	Eloperäiset maat
Ohra, kaura ja seosviljat	160	120
Kevätvehnä	170	130
Syysruis		
- syksyllä	30	30
- keväällä	150	120
Kevätruis	160	120
Syysvehnä, ruisvehnä ja spelttivehänä		
- syksyllä	30	30
- keväällä	170	140
Muut viljat, niiden seokset ja muut peltokasvit	160	120
Nurmet	250	210
Laitumet	210	170
Syysrypsi ja syysrapsi	200	160
Kevätrypsi ja kevättrapsi	170	130
Pellavat, maissi, öljyhamppu ja auringonkukka	150	110
Palkokasvit	60	40
Sokerijuurikas	170	130
Varhaisperuna	100	80
Tärkkelysperuna	130	90
Muu peruna	120	80
Kaalikasvit ja purjo	250	210
Muut sipulikasvit	160	120
Juurekset	200	170
Mauste- ja yrttikasvit	120	80
Muut vihannes ja puutarhakasvit	210	170
Marja- ja hedelmäkasvit	140	100
Taimitarhatuotanto	200	160

## LIITE 2: HANKKIJAN LAATUHINNOITELU KASVUKAUDELLE 2023

<b>Sakoluku (yks.)</b>	<b>Hintavaikutus €/tn</b>	<b>Hehtolitraino (kg)</b>	<b>Hintavaikutus €/tn</b>
> =220	perushinta	> /=78,0	perushinta
200–219	-5,00	77,0–77,9	-2,00
Vähimmäislaatu	200	76,0–76,9	-4,00
180–199	-8,00	75,0–75,9	-6,00
		Vähimmäislaatu	75,00
		74,0–74,9	-10,00
<b>Valkuainen (%)</b>	<b>Hintavaikutus €/tn</b>	<b>Vihreät jyvät</b>	<b>Hintavaikutus €/tn</b>
>/=16	25,00	0,00–2,0	perushinta
15,5–15,9	20,00	2,1–2,5	-0,50
15,0–15,4	15,00	2,6–3,0	-1,40
14,5–14,9	12,00	3,1–3,5	-2,30
14,0–14,4	9,00	3,6–4,0	-3,20
13,5–13,9	7,00	Vastaanottoraja	4,00 %
13,0–13,4	4,00		
12,0–12,9	perushinta	<b>DON pitoisuus</b>	<b>Hintavaikutus €/tn</b>
11,5–11,9	-3,00	0,00–1,25	perushinta
11,0–11,4	-5,00	Vastaanottoraja	1,25 mg/kg
Vähimmäislaatu	11,00 %		
10,0–10,9	-7,00		