
**KEVÄTVEHNÄN VALKUAISEEN VAIKUTTAVAT
TEKIJÄT**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Maaseutuelinkeinot

Mustiala, 6.5.2011

Tuomas Ventomaa



Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Tammela

Työn nimi Kevätvehnän valkuaiseen vaikuttavat tekijät

Tekijä Tuomas Ventomaa

Ohjaava opettaja Heikki Tapani Pietilä

Hyväksytty _____ . _____ . 20 _____

Hyväksyjä

MUSTIALA
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Maatilatalouden suuntautumisvaihtoehto

| | | |
|------------------|---|-------------------|
| Tekijä | Tuomas Ventomaa | Vuosi 2011 |
| Työn nimi | Kevätvehnän valkuaiseen vaikuttavat tekijät | |

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyöni aihe on kevätkuiven valkuaiseen vaikuttavat tekijät. Kevätkuiven viljelyala lisääntyy vuosi vuodelta ja viljelijälle on tärkeää saada paras hinta tuottamastaan sadosta. Tavoitteena on siis tuottaa myllyvehnää teollisuuden raaka-aineeksi. Myllyvehnän tiukat laatuvaatimukset houkuttelevat tutkimaan mahdollisuuksia tuottaa hehtolitrapainoltaan, sakkuluvultaan ja valkuaispitoisuudeltaan yhä laadukkaampaa vehnää. Opinnäytetyön toimeksiantaja on MTT Lounais-Suomen tutkimusasema Piikkiössä. Aineisto opinnäytetyöhön koostuu pääosiltaan tutkimusaseman virallisten lajikekokeiden tuloksista kevätkuiven osalta vuosilta 2003 – 2010. Opinnäytetyössä on käytetty kuitenkin vain vuosia 2006 – 2010, johtuen koeaseman muuttamisesta vuonna 2006 Mietoisista Piikkiöön.

Työn tavoitteena oli selvittää miten eri tekijät vaikuttavat valkuaisen määrään ja laatuun. Tarkoituksena oli myös tuottaa käytännön tietoa ja luoda kirjallisuus paketti käytännön viljelyn tueksi. Lisäksi opinnäytetyön tuloksista voi olla hyötyä kustannustehokkaan viljelyn harjoittamisessa. Tutkimuksessa vertailtiin eri kevätkuivenlajikkeiden laatuominaisuuksia kahden eri koepaikan tuloksista. Tuloksista muodostettiin selventäviä kuvioita ja niiden avulla tehtiin johtopäätelmiä ja vastauksia haluttuihin kysymyksiin.

Selviä johtopäätelmiä valkuaiseen vaikuttavista tekijöistä on vaikea tehdä. Suuri osatekijöiden määrä ja niiden väliset suhteet tekivät arvioinnista ja vertailusta hankalaa. Keskeisimmäksi vaikuttavaksi tekijäksi voidaan nostaa maaperä ja alkukesän kasvukauden 10 ensimmäisen viikon sademäärä. Tässä koesarjassa valkuaisen vuosittaisten vaihteluiden syyt eivät keskiarvoisesti riippuneet lajikkeesta, lannoituksesta eikä sadon määrästä. Sään vaikutus niin lämpötilan kuin sateidenkin osalta on siis riippuvainen myös kasvukauden ajankohdasta. Lisätutkimukset valkuaiseen vaikuttavista tekijöistä olisivat toivottavia. Kokeiden muuttujien määrän ollessa näinkin suuri, on vaikea löytää luotettavia tuloksia yksittäisistä tekijöistä. Eri maalajien ja vuosittaisten sademäärien sekä esikasvin vaikutukset erityisesti savimailla olisivat mielenkiintoisia tutkimuskohteita.

Avainsanat Kevätkuiven, valkuainen, maalaji, lannoitus, sää

Sivut 48 s

Mustiala
Degree Programme in Agricultural and Rural Industries
Agriculture option

| | | |
|-------------------------------------|--|------------------|
| Author | Tuomas Ventomaa | Year 2011 |
| Subject of Bachelor's thesis | Factors that affect spring wheat protein | |

ABSTRACT

The subject of my bachelor's thesis is the factors that have an effect on spring wheat protein. The sowing areas of spring wheat are increasing year by year and it's important to farmers to get the best price from their crops. The main goal is to produce wheat suitable for milling in to flour. Strict quality demands lure to search possibilities to produce even higher quality wheat. I got this work from MTT Southwest Finland Research in Piikkiö. The material of this bachelor's thesis consists mainly of the official research results from spring wheat in various cultivars years between 2006 – 2010.

The main goal was to determine how different factors affect the quantity and the quality of wheat protein. The other goal was to create a manual containing practical knowledge for farming and how to diminish costs. In this research were compared results of different cultivars in two different test fields. From the results diagrams and conclusions were created. Comparing these diagrams answers were found.

Finding direct answer effecting grain protein development was very difficult. The great deal of effecting factors and relations between them made evaluation hard. One of the most important factors seems to be the soil and the rain in the first 10 weeks of growing period. In this experiment yearly variation of the protein are not so dependent on cultivars, fertilization nor quantity of the yield.

More investigation of wheat protein is required. There is also a need to analyse the effect of different soils and yearly rainfall as well as the effect of the previous plants.

Keywords Spring wheat, protein, soil, fertilization, weather

Pages 48 p

SISÄLLYS

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO | 1 |
| 2 | YLEISESTI LAJIKEKOKEISTA | 2 |
| 2.1 | Kokeiden suorittaminen | 2 |
| 3 | KEVÄTVEHNÄN LAATU | 5 |
| 3.1 | Sakoluku | 5 |
| 3.2 | Hehtolitraino | 5 |
| 3.3 | Valkuaispitoisuus | 6 |
| 3.3.1 | Valkuaisen muodostuminen | 6 |
| 3.3.2 | Valkuaisen laatu | 7 |
| 3.3.3 | Valkuaisen aminohappokoostumus | 7 |
| 3.3.4 | Sadon ja valkuaisen suhde | 8 |
| 3.3.5 | Teollisuuden valkuaisvaatimukset | 8 |
| 3.3.6 | Valkuaispitoisuuden mittaaminen | 9 |
| 3.4 | Kevätvehnän valkuainen edeltävinä vuosina | 11 |
| 4 | VALKUAISEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT | 15 |
| 4.1 | Viljelyjärjestelmä | 15 |
| 4.2 | Lannoitus | 15 |
| 4.2.1 | Typpi | 16 |
| 4.2.2 | Jaettu typpilannoitus | 20 |
| 4.2.3 | Rikki | 21 |
| 4.2.4 | Fosfori | 22 |
| 4.2.5 | Kalium ja hivenaineet | 23 |
| 4.3 | Kasvinsuojelu | 24 |
| 4.4 | Tuleentuminen | 27 |
| 4.5 | Korjuu | 27 |
| 4.6 | Maaperä | 27 |
| 4.7 | Sää | 30 |
| 4.8 | Lajike | 31 |
| 5 | KEVÄTVEHNÄN VALKUAISEN LAJIKEKOETULOSTEN ANALYSOINTI VUOSILTA 2006 – 2010 | 33 |
| 5.1 | Valkuaisen käyttäytyminen eri vuosina | 34 |
| 5.2 | Sadon vaikutus valkuaisen määrään | 35 |
| 5.3 | Typpilannoituksen vaikutus sadon ja valkuaisen määrään | 39 |
| 5.4 | Sään vaikutus valkuaiseen | 42 |
| 6 | PÄÄTELMÄT | 43 |
| | LÄHTEET | 46 |

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni aihe on kevätkuiven valkuaiseen vaikuttavat tekijät. Kevätvehnän viljelyala on Suomessa ollut jo pitkään jatkuvassa nousussa, yltäen nykypäivänä jo yli 200 000 hehtaariin. Parhaan hinnan viljelijälle vehnasta tuo myllyvehnä, joka tarkoittaa, että siitä valmistetaan jauhoja leivonnan raaka-aineeksi. Teollisuus on asettanut myllyvehnälle tiukat laatuvaatimukset, joihin oleellisesti kuuluu hehtolitrapainon ja sakoluvun ohella myös valkuaispitoisuus prosentteina. Valkuaisen määrään ja laatuun vaikuttavat monet tekijät, kuten viljelytekniikka, maaperä, lajike ja kasvukauden sääolot. Tässä työssä onkin tarkoituksena löytää selvät syyt ja seuraukset, miten ja missä määrin nämä seikat vaikuttavat, sekä mitä muita vaikuttavia seikkoja voidaan selvästi havaita ja tuoda esille viljelijöiden avuksi laadukkaana myllyvehnän tuottamiseksi.

Valkuaisen laatu on erittäin tärkeä osa tulevaisuuden viljelyn kannattavuutta, tiedon kokoaminen yhteen helposti saataville on palvelus monille maaseutuyrittäjille Suomessa.

2 YLEISESTI LAJIKKEKOKEISTA

Viralliset lajikekokeet selvittävät uusien lajikkeiden viljelynarvon Suomen olosuhteissa. Kokeilla yritetään löytää parempia vaihtoehtoja nykyiseen lajikevalikoimaan. Lajikkeet, jotka osoittautuvat ominaisuuksiltaan paremmiksi kuin olemassa olevat lajikkeet, voidaan hyväksyä Kasvilajikelautakunnan lajikeluetteloon. Leipävehnälajikkeiden on lisäksi läpäistävä koeleivontatestit päästäkseen lajikeluetteloon. Lajikeluettelosta on säädetty Maa- ja metsätalousministeriön asetuksella 51/2004. (Vehnän laatu).

Suomessa virallisista peltokasvien viljelynarvon selvittämisestä vastaa Maa- ja elintarviketeollisuuden tutkimuskeskus, MTT. (Kasvilajikkeiden testaus Suomessa).

Viljelyarvo mitataan kenttäkokeilla, joissa uusia lajikkeita verrataan viljelyssä jo oleviin mittarilajikkeisiin. Kenttäkokeita toteuttavat MTT:n eri toimipisteet ympäri Suomea, sekä Perunantutkimuslaitos (PETLA), Pro-Agria Nylands Svenka Lantbrukssällskap (NSL), Boreal Kasvinjalostus Oy sekä K-maatalouden koetila Hauholla. (Kasvilajikkeiden testaus Suomessa).

2.1 Kokeiden suorittaminen

Kasvilajikkeiden maahantuojat ja jalostajat tekevät MTT:lle esityksiä siitä, mitä lajikkeita he haluaisivat testata virallisissa lajikekokeissa. Hyväksynnän jälkeen kunkin lajikkeen kasvivastaavat laativat esitysten pohjalta koesuunnitelman, johon asiakkaalle annetaan vielä mahdollisuus esittää muutoksia. (Suoritusohjeet).

Joka vuosi lajiketoiminnasta tehdään kasvilajikohtainen suunnitelma. Suunnitelma sisältää koepaikat, koetyypit sekä mukana olevat lajikkeet. Suunnitelmasta pitää myös ilmetä lajikkeen hakija, siemenen toimittaja, lajikkeen nimi ja koodi sekä lajikkeen asema (M = mittari, V = virallinen maksullinen lajike, A = alustava maksullinen lajike, N = neuvonnallinen lajike, P = pyynnöstä neuvonnallinen lajike). (Suoritusohjeet).

Virallisissa lajikekokeissa käytetään testattavien lajikkeiden määrästä riippuen neljää erityyppistä satunnaistamismenettelyä. Kokeelle sopivan menettelyn löydyttyä satunnaistamismenettely luokittelee käytettävän koe-kaavion johonkin seuraavista luokista: ”satunnaistettujen täydellisten lohkojen koe-kaavio (randomized complete block), neliöhila (square lattice), suorakaidehila (rectangular lattice) ja alfa-kaavio (alpha design). Kokeissa voi olla 2-50 lajiketta.” (Suoritusohjeet).

Kun päästään itse kokeen laatimiseen pellolle, on erittäin tärkeää tuntea pelto ja sen viljelyominaisuudet läpikotaisin. Koealueella maalajin tulisi olla mahdollisimman tasalaatuista ja rikatonta. Lisäksi olisi suotavaa, että maaperä vastaa testattavan kasvin tarpeita. Jos pellolla on vaihtelevaa ja ei niin tasalaatuista maata, olisi koe pystyttävä sijoittamaan pellolle niin, että yksittäisen kokeen ruudut olisivat mahdollisimman samanlaisella maaperällä. Jos kuitenkin koetta ei saada asetettua järkevästi yhdelle lohkolle,

se voidaan asettaa myös usealle, kunhan lohkot ovat mahdollisimman samankaltaisia. Kerranne tulee sijaita aina tasalaatuisella pohjalla. Kokeen sijoittuminen pellolle on usein myös koetekninen asia, sillä koeruuduille suoritettavat kasvukauden aikaiset toimenpiteet voivat olla esteenä joihinkin asetteluihin. (Suoritusohjeet).



Kuva 1 Koeruutuja Kotkaniemestä 2008 (Tuomas Ventomaa)

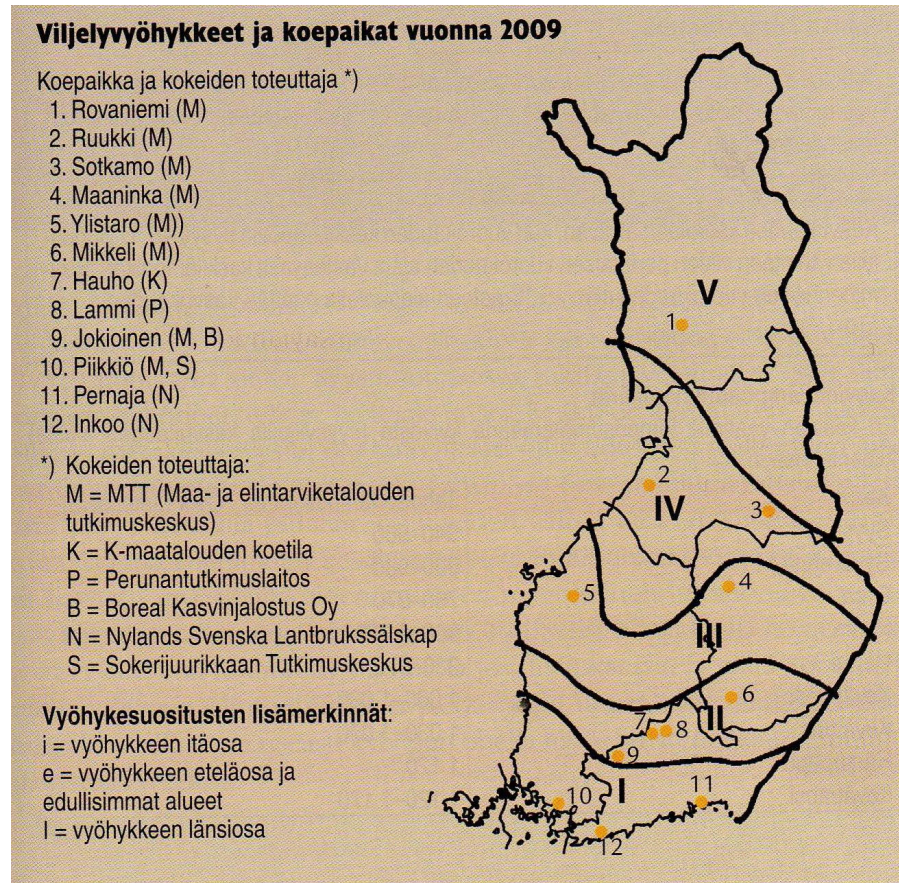
Strip-plot koeasettelussa saman lajikkeen sekä käsitelty että käsittelemätön koeruutu ovat vastakkain ja niiden välissä on välialue. Asetelmaa käytetään kun kokeessa käytetään fungisideja. Muissa ruiskutuskokeissa kerranteet sijoitetaan rinnakkain ja samaan järjestykseen. (Suoritusohjeet).

Kokeisiin käytettävillä lohkoilla perusmuokkauksen tulee onnistua hyvin. Syyskyntöä suositaan, koska se estää monivuotisten rikkakasvien (juuririkkojen) leviämistä ja maahan varisseiden esikasvien siementen säilymistä itämiskerroksessa seuraavaan kasvukauteen. Pääsääntönä on, että muokkauksesta yritetään saada mahdollisimman tasainen. Jos lohkolla ei esiinny juuririkkakasveja ja varisseista siemenistä ei arvioida koituvan haittaa, voidaan maaperä muokata kevyesti lautasmuokkaimella tai kultivaattorilla, kunhan koko lohko muokataan aina samalla menetelmällä. (Suoritusohjeet).

Keväällä syysmuokkauksen jäljiltä hieman epätasainen pellon pinta tasaataan noin 2 cm syvyydeltä tasausäkeellä ja juuri ennen kylvöä pelto muokataan äkeellä kylvösyvyyteen, eli noin 4-5 cm. Muokkauksen lopullinen syvyys riippuu kuitenkin suuresti kasvilajista, piensiemeniset vaativat matalamman äestyksen ja suurisiemeniset hieman syvemmän. (Suoritusohjeet).

Lopuksi vielä kokeen reunoille kylvetään suojaruudut. Suojaruutujen tarkoituksena on estää varsinaista koetta vahingoittumasta luonnon tai ihmisen toimien johdosta. Suojaruudun on oltava samaa lajia kuin varsinaisen kokeen ja siinä käytetään kokeessa käytettyjä siemenmääriä. Jos kokeeseen halutaan kylvää enemmän suojaruutuja, niin se on täysin mahdollista. Nämä ruudut yhtenäistävät kokeen ympäristön kasvillisuutta ja muutenkin siistivät ympäristöä. (Suoritusohjeet).

Jokainen ruutu pellolla merkitään asianmukaisesti tunnistamista helpottamaan ja koeruuduista piirretään kartta, josta ilmenee peltolohkon nimi, vuosi, koe, ruutu ja muut yksilöivät tiedot. Kylvövirheet merkitään myös heti niiden ilmettyä muistiin, ja virheet paikataan. Jos kyseisen epäonnistuneen ruudun siementä ei ole enää saatavilla, koe paikataan saman kasvilajin jollain muulla siemenellä, tulosten vääristymien ehkäisemiseksi. Kaikki virheet ja muutokset on pystyttävä huomioimaan satoa laskettaessa. (Suoritusohjeet).



Kuva 2 Viljelyvyöhykkeet ja koepaikat vuonna 2009 (Peltokasvilajikkeet 2010)

3 KEVÄTVEHNÄN LAATU

Viljat jaetaan yleensä niiden käyttötarkoituksen mukaan kahteen ryhmään, leipä- ja rehuviljoihin. Ruista ja vehnää pidetään yleisesti leipäviljoina ja ohraa ja kauraa taas rehuviljoina. Viljat sisältävät monenlaisia proteiineja, hiilihydraatteja ja rasvoja. Eri käyttötarkoituksissa on hyvinkin vaihtelevia vaatimuksia, eikä nykyään ole lainkaan harvinaista löytää ohrasta tai kaurasta tehtyä leipää tai lisätä karjanrehun joukkoon hyvälaatuisia vehnä. (Peltokasvien tuotanto 2008, 53).

Perusvaatimukset ovat kuitenkin selviä. Viljan tulee olla tuleentunutta ja ulkoisilta ominaisuuksiltaan normaalia. Puhtauden, hajun ja hygieenisen laadun tulee olla elintarvikkeeksi sopivaa. Viljassa ei saa olla torjunta-ainejäämiä eikä tuholaisia. Viljan varastointikosteus ei saa myöskään olla yli 14 %. (Peltokasvien tuotanto 2008, 53).

3.1 Sakoluku

Sakoluku on arvo, jolla mitataan viljan itämisastetta. Se on yksi tärkeimmistä myllyvehnän laatutekijöistä. Sakoluku on hyvin pitkälle riippuvainen kunkin lajikkeen ominaisuuksista, mutta myös sääoloilla on suuri vaikutus sen kehityksessä. (Peltokasvien tuotanto 2008, 53–54, Laatutekijät.)

Itäneillä jyvillä on voimakas entsyymiaktiivisuus, mikä kertoo valkuaisen ja tärkkelyksen pilkkoutumisesta. Kosteissa oloissa jyvässä oleva alfa-amylaasientsyymi aktivoituu ja sitä erittyy jyvän jauhoytimeen. Ytimessä entsyymi alkaa hajottaa siellä olevaa tärkkelystä. Jos tärkkelys on ehtinyt hajota ennen leivontaa, ei se liisteröidy eikä pysty sitomaan vettä paiston aikana. Tällöin leipä laskee ja jää sisältä taikinamaiseksi ja raa'aksi. Liian korkeakaan sakoluku ei voi olla, se heikentää leivontatulosta eikä leipä nouse. Optimaalisena sakolukuna vehnälle pidetään 220–250, mutta usein teollisuuden vaatimukset ovat hyvinkin poikkeavia, riippuen Suomen ja koko maailman vehnäsadon laadusta, määrästä ja jauhon käyttötarkoituksesta. (Peltokasvien tuotanto 2008, 53–54; Laatutekijät.)

Sakoluku pystytään mittaamaan puidusta, kuivatusta ja jauhetusta viljasta. Ensiksi koeputkeen punnitaan 7g jauhoja ja lisätään 50ml vettä. Seosta ravistetaan voimakkaasti, jonka jälkeen koeputki asetetaan kiehuvaan vesihauteeseen ja 60 sekunnin ajan näytettä sekoitetaan mittalaitteen männällä. Tämän jälkeen männän annetaan vajota koeputken pohjalle. Sakoluku on aika sekunteina, joka ajanoton aloittamisesta kuluu männän vajoamiseen koeputken pohjalle. Jos siis mäntä vajoaa pohjalle heti, on sakoluku 60. Sakoluvun maksimi voi olla jopa 400–500. (Pelto, Sakoluku).

3.2 Hehtolitraino

Hehtolitrainolla tarkoitetaan viljan tilavuuspainoa, kg/hl. Määrättyyn rajaan asti hehtolitraino ilmaisee odotettavissa olevan, myllystä saatavan jauhosaaliin. Se kertoo myös merkittävästi viljan kunnosta. (Laatutekijät(2)).

Hehtolitrainoon vaikuttaa myös jyvien koko, muoto ja pinnan rakenne. Pyöreiden, sileiden ja samankokoisten jyvien hehtolitraino on huomattavasti korkeampi kuin kapeiden, pitkien ja pinnaltaan epätasaisten jyvien. Myös epätasainen jyväkoko ja roskat näytteessä pienentävät hehtolitrainoa. Lajittelulla voidaan nostaa viljan hehtolitrainoa. (Laatutekijät(2)).

Yleisesti voidaan sanoa, että mitä suurempi hehtolitraino, sitä parempaa viljaa. Perusvaatimuksena laadukkaalle leipävehnälle on tänä päivänä hehtolitraino 76–78 kiloa. (Laatutekijät(2)).

3.3 Valkuaispitoisuus

Eräs tärkeimmistä vehnän leivontalaadun mittareista on valkuaispitoisuus. Valkuaisen määrä ja ennen kaikkea laatu ovat leipoutuvuuden takeita, sillä vehnän proteiinipitoisuus on suoraan verrannollinen nostatetun leivän tilavuuteen ja sisuksen kuplarakenteeseen. Myllyvehnän laatuvaatimus valkuaispitoisuudelle on 12-13 %. Sää vaikuttaa suuresti valkuaispitoisuuteen, vuosittainen vaihtelu laatuvaatimuksissa on suurempaa kuin vaihtelu samana vuonna eri lajikkeiden välillä, tasoerojen kuitenkin pysyessä ennallaan. Haluttaessa laadukasta myllyvehnää on valittava lajike huolella, sillä valkuaisen laatu on ennen kaikkea lajikkeesta johtuva perinnöllinen ominaisuus. (Kasvuohjelma).

3.3.1 Valkuaisen muodostuminen

Valkuaisaineet eli proteiinit ovat solujen tuottamia suurimolekyylisiä yhdisteitä, jotka rakentuvat aminohappojen muodostamista polypeptidiketjuista. Aminohapot voivat muodostaa pitkiäkin ketjuja ja näin voi syntyä suuria määriä erilaisia polypeptidiketjuja. Proteiineissa on tavallisesti 20 erilaista aminohappoa. Viljakasvissa niitä ovat: alaniini, argiini, asparagiini, asparagiinihappo, fenyylialaniini, glutamiini, glutamiinihappo, glysiini, histidiini, isoleusiini, kysteini, leusiini, lysiini, metioniini, proliini, seriini, treoriini, tryptofaani, tyrosiini ja valiini. (Haavisto, Nikkola, Viljanmaa 2003(2), 76; Sähköinen passi pelloille.)

Yhdessä proteiinimolekyylissä on satoja aminohappoyksikköjä, molekyylimassaltaan yli 10 000u:tä sanotaan proteiiniksi. Proteiinimolekyylin kovalenttiset sidokset ovat joustavia mutta lujia. Tästä johtuen molekyyli voi saada erilaisia avaruudellisia muotoja, konformaatioita. Konformaatio määräytyy aminohappojen järjestyksen mukaan, joka on tärkeää proteiinin kemialliselle ja biologiselle käyttäytymiselle. Tähän siis perustuvat kasvisakin tapahtuvat muutokset kasvukaudella. (Haavisto, Nikkola, Viljanmaa 2003(2), 77).

Valkuaisaineet muuttuvat herkästi joustavuutensa takia, vähäisetkin lämpötilan ja happamuuden muutokset saavat aikaan pysyviä muutoksia. Useat valkuaisaineet saostuvat eli koaguloituvat 45–60 asteen lämpötilassa. Luonnollista ominaisuuksien muuttumista valkuaisaineilla puolestaan kutsutaan denaturoitumiseksi. Denaturoitumisessa avaruudellinen rakenne

purkautuu ja kuten koaguloitumisessakin, proteiini ”kuolee”. (Haavisto, Nikkola, Viljanmaa 2003(2)).

3.3.2 Valkuaisen laatu

Valkuaisen laadulla tarkoitetaan proteiinin sitkon ominaisuuksia. Sitkovalkuaisen leivontalaatu on vahvasti perinnöllinen ja näin ollen kasvinjalostuksellinen ominaisuus. (Leipäviljan tuotanto 1989).

Kun vehnä jauhoja sekoitetaan veteen, valkuaisaineen gluteeni muodostaa sitkon, josta yhdessä tärkkelyksen kanssa muodostuu jauhoista leivottavan leivän tukiverkko. Sitkon määrä ja laatu määrittävät jauhojen leipoutuvuuden. Sitko muodostaa hiivan kaasukäymisen tuloksena syntyvien huokosten ympärille joustavan rungon. Tämän ”rungon” vahvuudesta riippuu, kuinka hyvin leipä pystyy kohoamaan. (Hyytiäinen, Hedman-Partanen, Hiltunen 1995; Vehnälajikkeiden leivontalaatu)

Vähimmäisvaatimus sitkolle on kevätevehnällä 25 %. Valkuaispitoisuuden noustessa myös sitkopitoisuus nousee. Riippuvuus näiden kahden pitoisuuden välillä on voimakasta. (Vehnälajikkeiden leivontalaatu).

Sitko pystytään erottamaan tärkkelyksestä, pesemällä sitä suolaliuoksessa Glutomat-laitteessa. Tulokseksi saadaan kostean sitkon määrä prosentteina käytetystä jauhomäärästä. Sitkopallo voidaan myös kuivata ja näin saadaan kuivan sitkon määrä prosentteina käytetystä jauhomäärästä. (Vehnälajikkeiden leivontalaatu).

Zeleny-luku on myös yksi sitkon laadun mittareista. Zeleny-luku saadaan selville nopealla ja helppokäyttöisellä sedimentaatiomenetelmällä. Luvun mittaamiseen tarvitaan vehnän ydinjauhoa, joka on jauhettu Quadrumat Senior –myllyllä. Jauhettu vehnänydin sekoitetaan mittalasissa isopropylalkoholin ja maitohapon seokseen. Hetken seisottamisen jälkeen, mittalasin asteikolta voidaan lukea sitkopatsaan korkeus. Vaihteluväli suomalaisilla vehnillä on 30–70. (Vehnälajikkeiden leivontalaatu).

Sitkoa voidaan myös arvioida karkeasti käsin. Sitkopalloa voidaan venyttää ja tutkia sen kimmoisuutta ja venytysvastusta. Huono sitko venyy, tarttuu kiinni tai murenee venytettäessä. Tätä karkeaa arviointia ei kuitenkaan voida pitää standardisoituna laadun takeena. (Vehnälajikkeiden leivontalaatu).

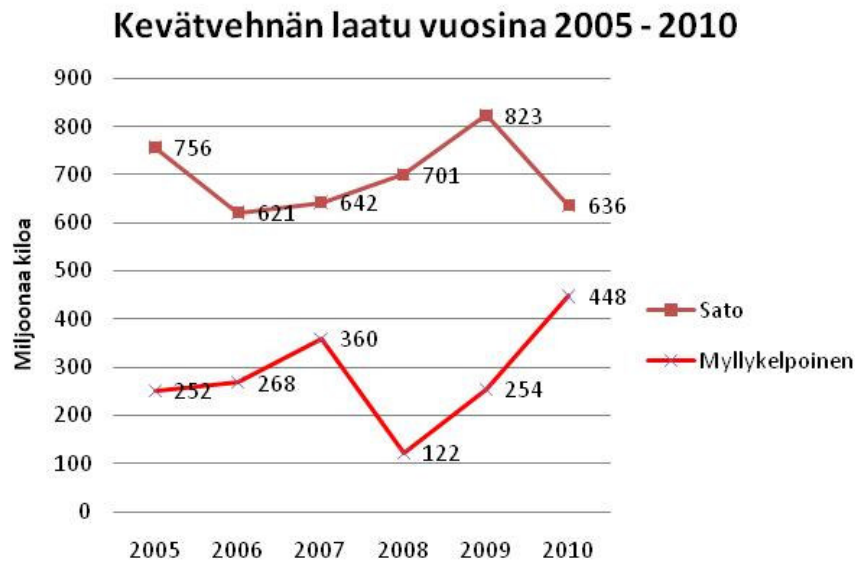
Liian korkea kuivauslämpötila denaturoi sitkoproteiinin ja muissa elintoinnoissa tarvittavat entsyymiproteiinit. Käytännössä vehnä menettää itävyytensä, eikä näin ollen kelpaa enää leivontajauhon valmistukseen.

3.3.3 Valkuaisen aminohappokoostumus

Tarkempaa aminohappokoostumusta kuin kasvin muodostavat aminohapot ei ole pystytty esittämään. Näin ollen eri aminohappojen vaikutus satoon ja valkuaisen määrään jää edelleen lisäselvitysten varaan.

3.3.4 Sadon ja valkuaisen suhde

Sadon ja valkuaisen suhde on monimutkainen. Sadon määrään vaikuttaa, kuinka paljon tyyppiä kasvilla on käytettävissään kasvukauden aikana. Tyyppiä voidaan antaa kasville sekä kylvön yhteydessä että kasvukaudella. Pääsääntöisesti suurempi tyyden määrä tuottaa suuremman sadon ja enemmän valkuaista. On myös osoitettu, että jaettu typpilannoitus tuottaisi parempaa leipävehnää eli nostaisi kevätvehnän satoa ja valkuaispitoisuutta enemmän kuin kerralla annettu typpilannoitus. (Peltokasvien tuotanto 2008).



Kuvio 1 Viljasadon laatu vuosina 2005 – 2010 (Evira, viljasadon laatusuranta.)

Suoraan verrannollista yhteyttä sadolle ja valkuaisen määrälle ei kuitenkaan voida osoittaa. Tutkimuksissa on tullut ilmi, että valkuaisen määrä ei nouse samassa suhteessa sadon kanssa. Kun kasvuston määrä kasvaa paljon, suhteellinen valkuaisen määrä koko sadossa vähenee. Sama ilmiö tulee esille vastakkaisessa tilanteessa. Jos sadon määrä on huono, valkuaispitoisuus on suhteellisen korkea. Valkuaisen määrä pyrkii siis pysymään lannoituksesta riippumatta keskiarvoisesti samalla tasolla. (Robert Hay & John Porter 2006, 206).

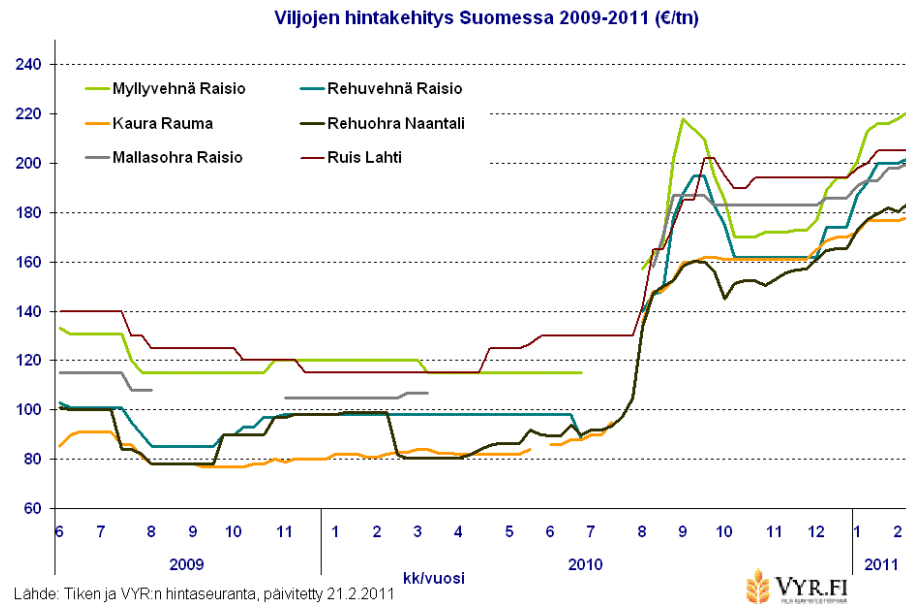
3.3.5 Teollisuuden valkuaisvaatimukset

Suomen vehnäkauppa ja teollisuus seuraa tiukasti maailman markkinahintojen kehitystä. Viljelykasvien perushintoja noteerataan jopa useita kertoja päivässä. Vehnän hinnaksi muodostuu aina kaupan solmimishetkellä voimassa oleva markkinahinta. (Raisio)

Teollisuuden peruslaatuvaatimukset ovat myllyvehnän osalta, valkuaispitoisuus vähintään 12,5 %, sakoluku vähintään 180 ha hehtolitraino vähintään 78 kg. (Raisio)

Peruslaatuudesta myllyvehnästä maksetaan myös niin sanottua valkuaislisää seuraavasti:

- 14,0 % tai yli +10 euroa/t
 - 13,5 – 13,9 % +8 euroa/t
 - 13,0 – 13,4 % +4 euroa/t
 - 12,5 – 12,9 % +0 euroa/t
 - 12,0 – 12,4 % -2 euroa/t (poikkeus)
- (Vehnäkauppa).



Kuvio 2 Viljojen hintakehitys Suomessa 2009 – 2011 (VYR.fi)

3.3.6 Valkuaispitoisuuden mittaaminen

Valkuaispitoisuus pystytään määrittelemään näytteestä Kjeldahlmenetelmällä saadusta typpipitoisuudesta. Menetelmä toimii seuraavasti:

Periaate

Näyte hajotetaan rikkihapolla katalysaattorin läsnä ollessa. Hapan liuos tehdään emäksiseksi natriumhydroksidiliuoksella. Vapautunut ammoniakki tislataan ja sidotaan määrättyyn rikkihappomäärään, jonka ylimäärä titrataan natriumhydroksidiliuoksella.

Reagenssit

3.1 Kaliumsulfaatti

3.2 Katalysaattori: kupari(II)oksidi CuO, analyysilaatua tai kuparisulfaatti CuSO

4.5H₂O, analyysilaatua.

3.3 Sinkki, rakeinen

3.4 Rikkihappo, $\bar{n}20 = 1,84$ g/ml

3.5 Rikkihappo c(

>NUM>1/

>DEN>2

H₂SO₄) = 0,5 mol/l

3.6 Rikkihappo c(

>NUM>1/

>DEN>2

H₂SO₄) = 0,1 mol/l

3.7 Metyylipunaindikaattori: 300 g metyylipunaista liuotetaan 100 ml:aan 95 - 96 % etanolia (v/v)

3.8 Natriumhydroksidiliuos (teknisen laadun käyttö mahdollista) = 40 g/100 ml (m/v: 40 %)

3.9 Natriumhydroksidiliuos c = 0,25 mol/l

3.10 Natriumhydroksidiliuos c = 0,1 mol/l

3.11 Hohkakivijyväsä, suolahapossa pestyjä ja hehkutettuja

3.12 Asetanilidi (sulamispiste = 114 °C, N = 10,36 %)

3.13 Typetön sakkaroosi

Hajotus

Punnitaan 1 g näytettä 1 mg:n tarkkuudella Kjeldahl-kolviin hajotuspolttoa varten. Lisätään 15 g kaliumsulfaattia (3.1), sopiva määrä katalysaattoria (3.2) [0,3 - 0,4 g analyysilaa- tuista kuparioksidia tai 0,9 - 1,2 g analyysilaa- tuista kupari- sulfaattia], 25 ml rikkihappoa (3.4) ja muutamia hohkakivi- jyväsä (3.11) ja sekoitetaan. Kolvia kuumennetaan varovasti tarvittaessa ajoittain ravistellen, kunnes massa on hiiltynyt ja kuohu hävinnyt. Tämän jälkeen kuumennetaan voimak- kaammin, kunnes neste kiehuu tasaisesti. Kuumennus on so- piva, jos kiehuva happo tiivistyy kolvin seinämiin. Kolvin seinämien ylikuumennusta ja orgaanisen aineksen tarttumista kolvin seinämiin on vältettävä. Kun liuos on muuttunut kirkkaaksi ja kirkkaanvihreäksi, keittämistä jatketaan vielä kahden tunnin ajan. Tämän jälkeen kolvin annetaan jäähtyä.

Tislaus

Kolviin lisätään varovasti riittävä määrä vettä, jotta sulfaatit liukenisivat täysin. Annetaan jäähtyä ja lisätään muutama sinkkirae (3.3).

Tislauslaitteen keräilyastiaan lisätään oletetun typpipitoi- suuden mukaan tarkalleen 25 ml rikkihappoa (3.5) tai (3.6) ja muutama pisara metyylipunaindikaattoria (3.7).

Kolvi yhdistetään tislauslaitteen jäähdyttäjään ja jäähdyttä- jän pää upotetaan keräilyastiassa olevaan liuokseen vähin- tään 1 cm:n syvyyteen (ks. 8.3 Huomautus). Kolviin laske- taan hitaasti 100 ml natriumhydroksidiliuosta (3.8) siten, ettei ammoniakkia katoa (ks. 8.1 huomautus).

Kolvia kuumennetaan siten, että ammoniakki tislautuu kokonaan.

Titraus

Keräilyastiassa oleva rikkihappoylimäärä titrataan käytetyn rikkihapon normaalisuuden mukaan natriumhydroksidiliuosella (3.9) tai (3.10), kunnes loppupiste saavutetaan.

Sokeakoe

Reagenssien työttömyyden varmistamiseksi suoritetaan sokeakoe (hajotus, tislauksen ja titrauksen) käyttämällä 1 g sakkarosia (3.13) näytteen sijasta.

Tulosten laskeminen

Raakavalkuaispitoisuus lasketaan seuraavalla kaavalla:
$$\text{>NUM>}(V_0 - V_1) \times c \times 0,014 \times 100 \times 6,25/\text{>DEN>}m$$

jossa

V₀ = sokeakokeessa kulunut NaOH (3.9 tai 3.10) määrä (ml)

V₁ = näytteen titrauksessa kulunut NaOH (3.9 tai 3.10) määrä (ml)

c = natriumhydroksidin (3.9 tai 3.10) normalisuus (mol/l)

m = näytteen massa (g)

(EU-direktiivi).

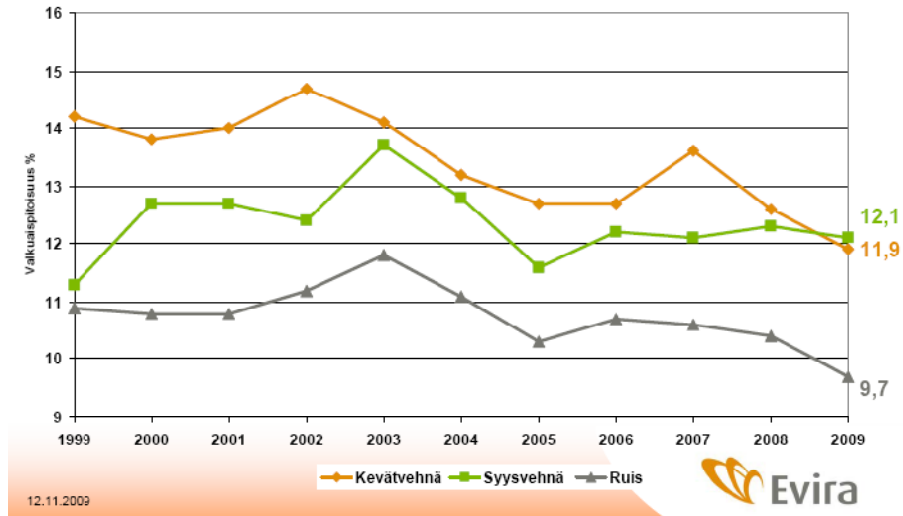
Valkuais- eli proteiinipitoisuus pystytään nykyään määrittelemään näytteestä myös nopeasti, spektroskopiaan perustuvalla NIR-laitteella (Near Infrared reflectance). Näytteeseen kohdistetaan NIR-laitteella lähi-infrapuna valoa, jonka aallonpituus on 1940 nm. Osa säteilyn energiasta jää näytteen eri komponentteihin esim. juuri näihin valkuaisaineiden peptidisidoksiin. Näytteestä heijastuvat eri aallonpituuksien heijastusenergiat mitataan ja näistä säteistä voidaan lukea mm. valkuaisaineiden, rasvan ja veden pitoisuuksia. Aluksi mittalaitteisto kalibroidaan eli laaditaan asteikko jo tunnettujen näytteiden ja valkuaispitoisuuksien avulla (Kjeldahlmenetelmä). Asteikon avulla NIR-laite kertoo näytteen valkuaispitoisuuden nopeasti. NIR-laite on aina kalibroitava ennen käyttöönottoa. Yleisesti valkuaispitoisuus mitataan jauhetusta viljasta, sillä kokojyvän valkuaispitoisuus on korkeampi kuin jauhon valkuaispitoisuus. (Vehnälajikkeiden leivontalaatu).

3.4 Kevätvehnän valkuainen edeltävinä vuosina

Valkuaisen määrä on viljelijöiltä kerätyissä näytteissä ollut vuodesta 1999 vuoteen 2009 voimakkaassa laskussa. Vuonna 2009 vehnävään saatiin ennätysuuri sato mutta vain 31 % kevätvehnävään oli valkuaispitoisuudeltaan

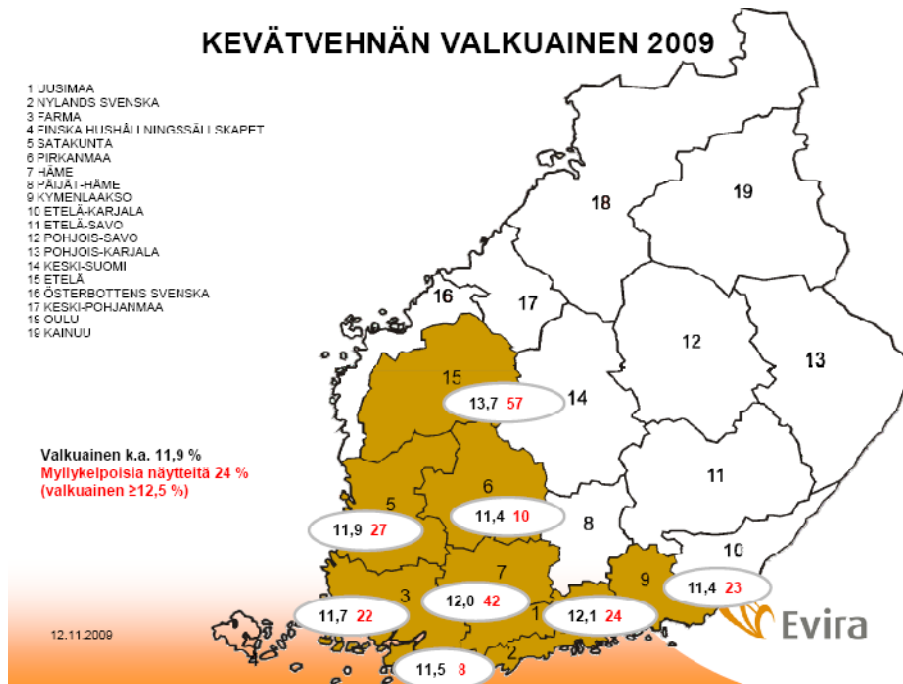
Kevätvehnän valkuaiseen vaikuttavat tekijät

12,5 % tai yli. Kehitys on ollut pitkällä tähtäimellä huolestuttavaa, mutta satotasot taas ovat olleet lievässä nousussa. Poikkeuksena oli kuivuudesta kärsinyt katovuosi 2010, jolloin vehnäsato väheni 19 %. (Viljaseula 2009; Maataloustilastot).

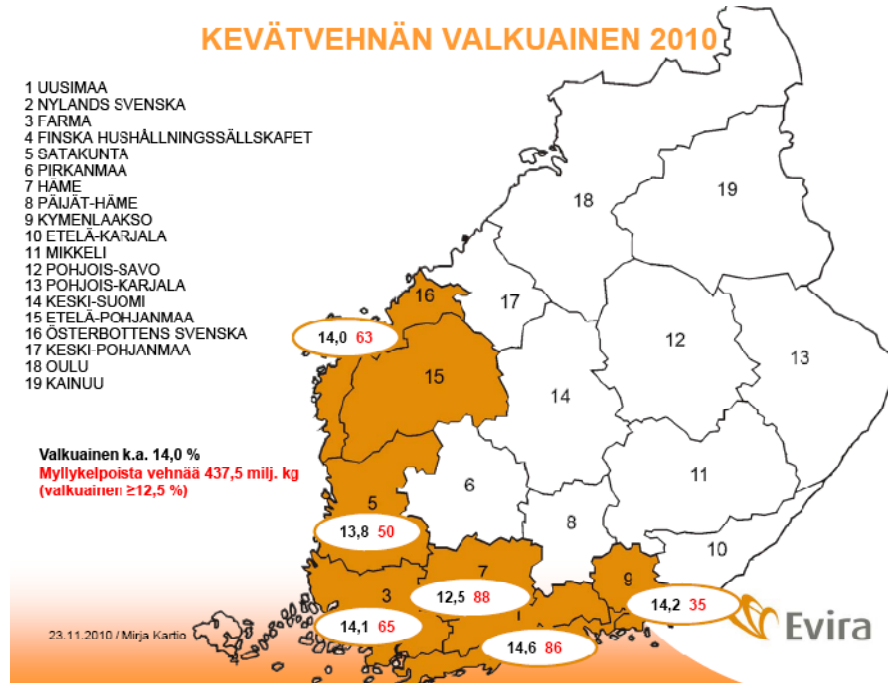


Kuvio 3 Valkuainen 1999 – 2009 (Evira)

Viimeisten kahden vuoden satojen alueelliset erot ovat kuitenkin olleet suuria. Vaikka vuonna 2009 maan kokonaiskevätvehnäsadosta vain pieni osa täytti leipäviljan laatuvaatimukset, niin Etelä-Pohjanmaan kevätvehnäsadosta jopa 86 % oli myllykelpoista. (Sadon laatu 2009).

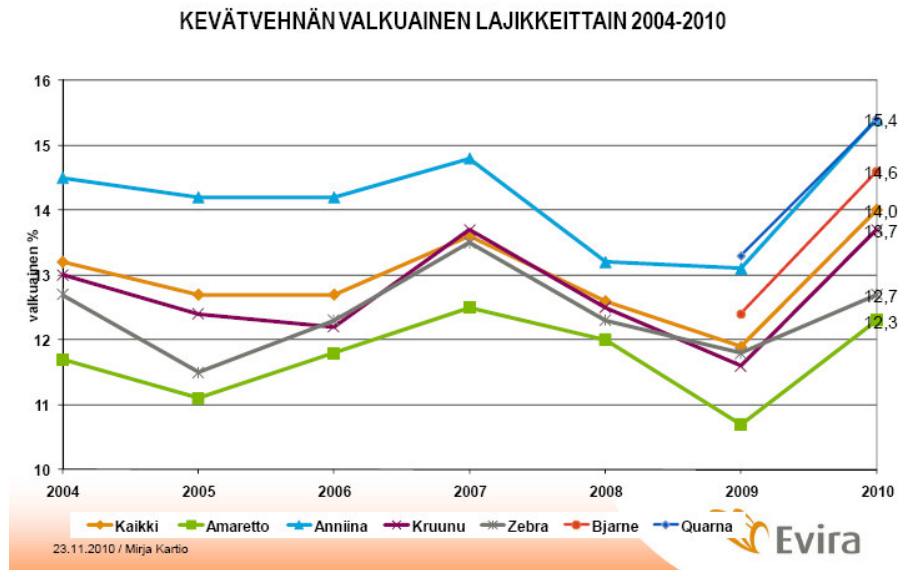


Kuva 3 Kevätvehnän alueellinen valkuainen 2009 (Evira)



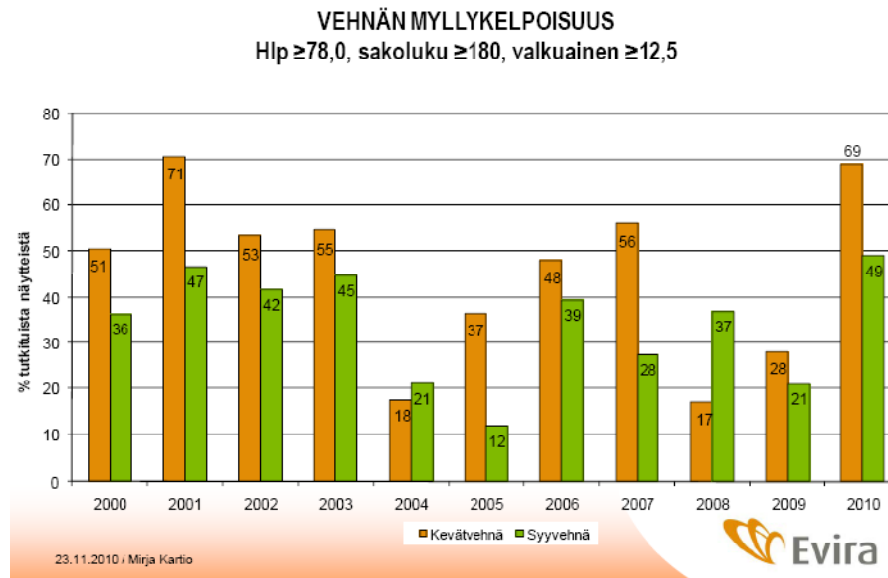
Kuva 4 Kevätvehnän alueellinen valkuainen 2010 (Evira)

Suhteellisen alhaiset valkuaispitoisuudet voidaan kuitenkin selittää osin lajikevalinnoilla. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen mukaan jopa 55 % vuonna 2009 viljellyistä lajikkeista oli vähän valkuaista tuottavia Kruunua (11,6 %), Zebraa (11,9 %) ja Amarettoa (10,7 %). Runsasproteiinisen Anniinan (13,1 %) osuuden jäädessä 18 % ja Tjvalven noin 4,5 %. (Sadon Laatu 2009) .



Kuvio 4 Kevätvehnän valkuainen lajikkeittain (Evira)

Sää vaikutti vuonna 2010 satoa alentavasti, jyvien jäädessä pieniksi ja keveiksi. Valkuaispitoisuus puolestaan oli erittäin korkea, mikä taas vaikutti suoralla yhteydellä viljan käyttökelpoisuuteen ja kevätvehnästä jopa 70 % oli myllykelpoista. (Vuoden 2010 pieni viljasato)



Kuvio 5 Vehnän myllykelpoisuus (Evira)

4 VALKUAISEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

4.1 Viljelyjärjestelmä

Viljelyjärjestelmä on viljeltävien kasvien ja viljelyssä käytettävien tekniikoiden kokonaisuus, jolla ohjataan suunnitelmallisesti mm. kasvin ravinteiden saantia, maaperän kuntoa, kasvinvuorottelua sekä kasvinsuojelua. Viljelyjärjestelmään vaikuttaa keskeisesti tilan tuotantosuunta ja –järjestelmä. Nämä tuotantojärjestelmät voidaan jakaa kolmeen pääryhmään, teknis-kemiallinen, teknis-kemiallis-biologinen sekä teknis-biologinen jälkimmäisen hyödyntäessä biodiversiteettiä eniten. (Biodiversiteetti eri viljelyjärjestelmissä).

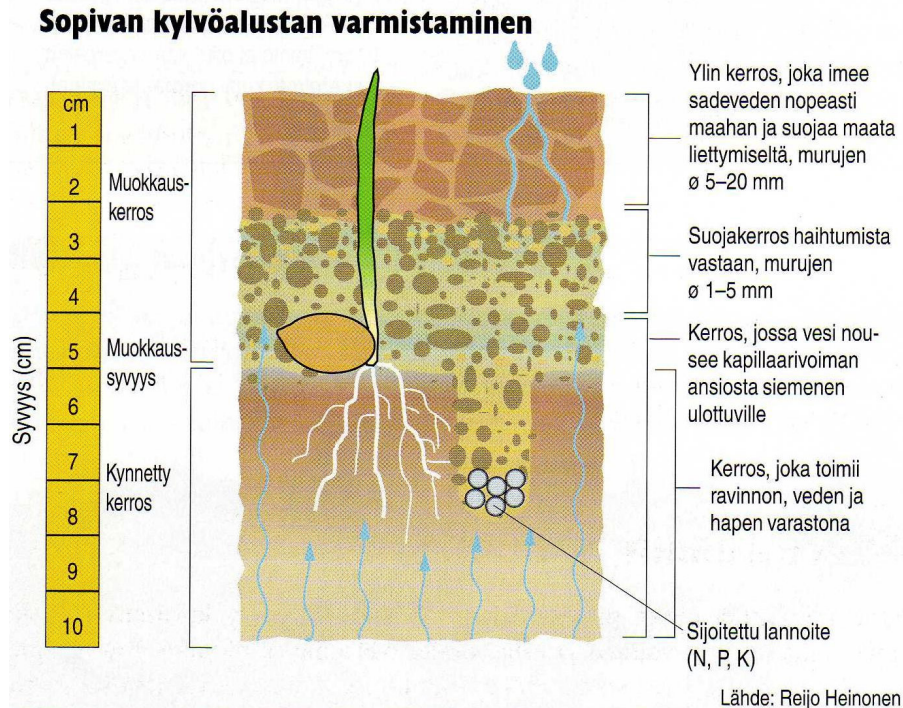
Suomalainen viljely koostuu nykyään pääosin teknis-kemiallis-biologisesta (integroidusta) ja teknis-biologisesta (luomu) tuotantojärjestelmistä.

4.2 Lannoitus

Lannoituksella pyritään kattamaan kasvin ravinnetarve niiltä osin kuin maassa ennestään olevat varastot eivät siihen riitä. Lähes kaikkia kasvira-vinteita on maaperässä melko suuria määriä, mutta usein ne ovat kasveille käyttökelvottomassa muodossa. Kallioperään tai hienontuneen kivennäisaineksen mineraalirakenteisiin sitoutunut ravinnevara jää kasvin ulot-tumattomiin. Jos nämä mineraalit rapautuvat tai hajoavat kokonaan, niiden sisältämät ravinteet vapautuvat kasvien käyttöön. Eloperäisen aineksen ra-vinnevarat eivät myöskään ole käyttökelpoisessa muodossa, vaan vasta pieneliöiden aikaansaaman hajotuksen jälkeen kasvit pystyvät niitä hyö-dyntämään. (Laatuviljan tuotanto 1999; Ravinteet kasvintuotannossa).

Jotta lannoitus on onnistunutta, tulee tuntea sekä kasvin että maaperän ra-vinnevarat. Pelkästään kasvin sisäisten ravinnetarpeiden tietäminen ei siis riitä, mutta antaa suunnan. Maaperästä ravinteet pystytään mittaamaan vil-javuuskokeella. (Laatuviljan tuotanto 1999).

Suomessa käytetään yleisesti sijoituslannoitusta, joka tarkoittaa siemenen ja lannoitteen levittämistä samanaikaisesti kylvölannoittimella. Tekniikas-sa lannoiterivi tulee joka toisen siemenrivin väliin. Lannoite pyritään saa-maan sopivalle etäisyydelle siemenistä niin leveys- kuin syvyysuunnassa. (Peltokasvien tuotanto 2008).



Kuva 5 Sopivan kylvöalustan varmistaminen (Maan rakenteen hoito)

Lannoituksessa tulee olla huolellisesti suunniteltua, sillä liiallinen lannoitteiden käyttö lisää lakoontumista, jälkiversontaa ja viivästyttää tuleentumista. (Peltokasvien tuotanto 2008). Lannoitus on tehtävä ympäristötuen ehtojen mukaisesti.

4.2.1 Typpi

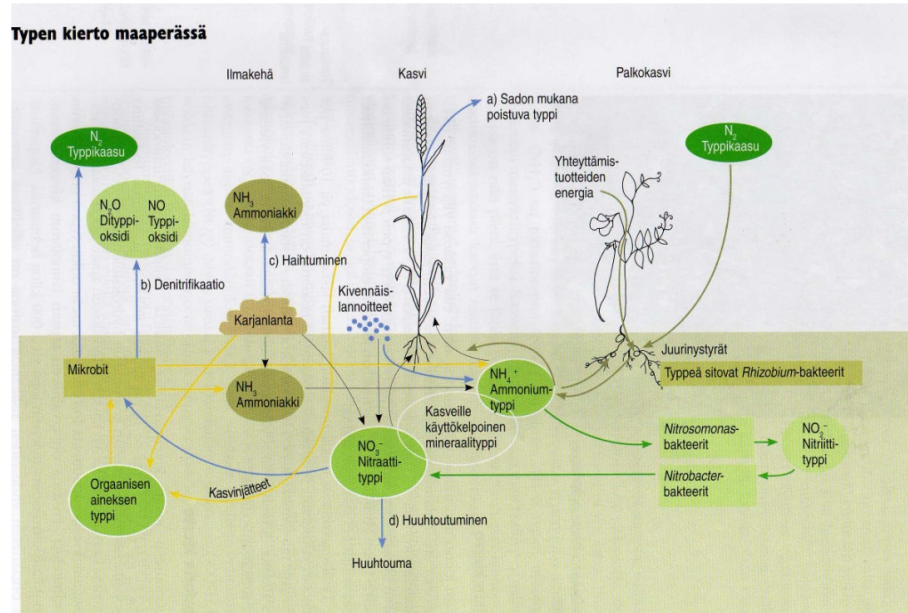
Typpi on hajuton ja väritön kaasu, joka esiintyy kaksiatomisina molekyyleinä N_2 . Typpimolekyyli muodostuu erittäin vahvasta kolmoissidoksesta ja on tämän vuoksi tehoton ja inaktiivinen. Vapaata typpeä tarvitaan ennen kaikkea ammoniakkin ja eri typpiyhdisteiden valmistamiseen. (Haavisto, Nikkola, Viljanmaa 2003).

Ammoniakki NH_3 on myös väritön mutta pistävän hajuinen ilmaa kevyempi kaasu. Teollisuudessa ammoniakkia voidaan valmistaa Haberin ja Boschin menetelmällä typestä ja vedystä. (Haavisto, Nikkola, Viljanmaa 2003).

Ammoniakkin tuotanto on suurteollisuutta, jonka kannattavuus riippuu paljon lähtöaineiden valmistusmenetelmistä. Teollisuudessa käytettävä typpi saadaan ilmasta ja vetyä joko vedestä tai hiilivedyistä. Ammoniakki on heikko emäs, kun taas veden ja ammoniakkin yhdiste ammoniumioni on heikko happo. Ammoniumionista valmistetaan ammoniumsuoloja antamalla sen reagoida jonkin toisen hapon kanssa. Näin syntyy väkilannoitteista tutut, kasveille käyttökelpoisessa muodossa olevat ammonium- ja nitraattityppi NH_4NO_3 . Orgaaniset lannoitteet sisältävät orgaanista

tyypeä, jonka on mineralisoiduttava ammoniumtypeksi. Nitrifikaation kautta ammoniumtyppi muuntuu nitraattitypeksi. (Haavisto, Nikkola, Viljanmaa 2003; Typpi- ja fosforihuuhtoumat.)

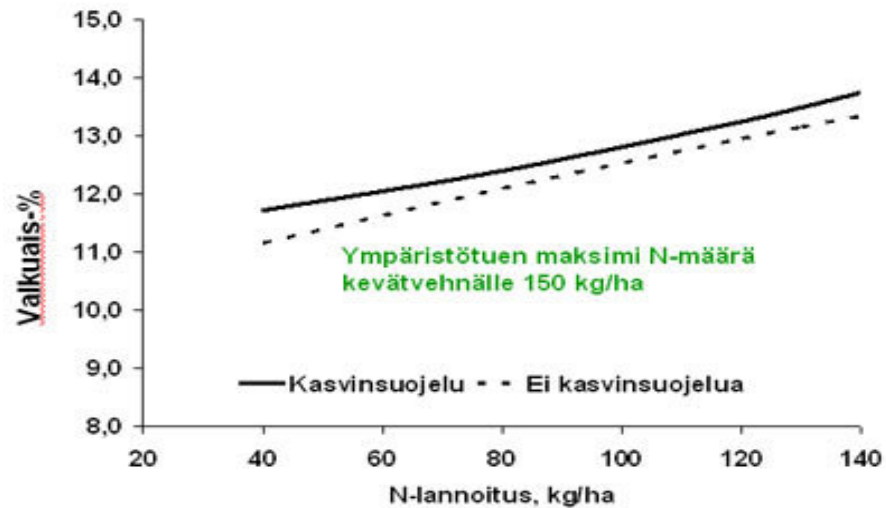
Ammoniumtyppi on hyvä pidättäytymään maaperän kationinvaihtopaikoilla, mikä vähentää sen huuhtoutumista. Nitraattityppi taas pidättyy heikosti ja on näin helposti mukana salaojavesissä tai pohjavedessä. Kivennäismaan muokkauskerros, joka muodostuu viidestä prosentista eloperäistä ainetta, sisältää yli 5000 kg/N/ha. Harmillisesti tämä typpi on juuri edellä mainittua orgaanista tyypeä, jota kasvi ei pysty käyttämään. (Typpi- ja fosforihuuhtoumat; Ravinteet kasvintuotannossa).



Kuva 6 Typhen kierto maaperässä. (Ravinteet kasvintuotannossa)

Typhen kasvintuotannollinen merkitys on ratkaiseva, sillä kasvin sadontuotokyky perustuu kiinteästi typpiaineenvaihduntaan. Tyypeä on kasvilla valkuaisaineina, aminohappoina ja monissa solun rakenteissa, se vaikuttaa keskeisesti lehtien lehtivihreäpitoisuuksiin. Typpi on myös osana lehtien valonsidonasta vastaavassa klorofyllissä ja hiilidioksidia sitovassa Rubisco-entsyymissä. Lehdissä ja korressa kasvukauden aikana varastoituneena ollut typpi siirtyy viljan kukinnan jälkeen jyvään valkuaiseksi. (Laatuviljan tuotanto 1999).

Typpilannoitus täytyy mitoittaa hyvin, riittävän valkuaispitoisuuden turvaamiseksi. Esikasvi, lajike ja maalaji vaikuttavat merkittävästi oikeaan lannoitusmäärään. Perussääntönä nurmi ja palkokasvien esiintyminen esikasvina vähentää vehnän lisätyöntarvetta 20 kg/ha, mutta esimerkiksi kasvunsäätteen käyttö lisää tarvetta samassa suhteessa. (Hyytiäinen, Hedman-Partanen, Hiltunen 1995).



Kuvio 6 Typpilannoituksen vaikutus Epos-kevätkuvehnän valkuaiseen. (Agrimarket, Kasvuohjelma, kevätkuvehnän sato- ja valkuaiskäyrät)

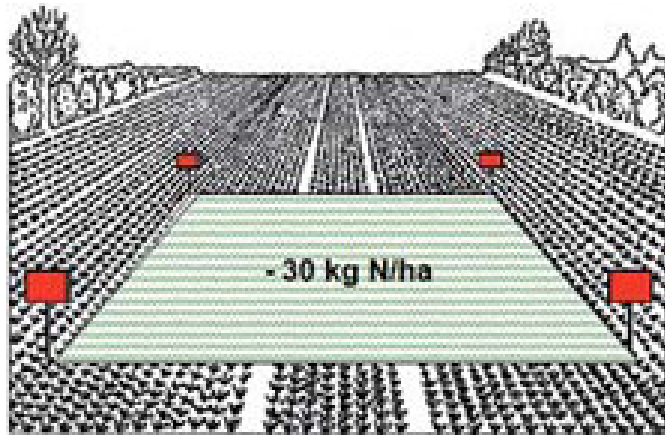
Tyypen riittävyttä kasvustossa voidaan mitata lehtivihreämittausten avulla. Määritykseen käytetään lehtivihreämittareita (SPAD) ja värikortisarjoja. Lohkokohtaisen tyypen riittävyys on parasta määrittää lannoitusikkunaa apuna käyttäen. Lannoitusikkunan periaate on perustaa yllannoitus- eli plusruutu tai alilannoitus- eli miinusruutu, mieluiten peltolohkon keskimääräiseen kohtaan. Alilannoitusruutuun kylvetään 30kg/ha vähemmän ja yllannoitusruutuun 30 – 50 kg/ha enemmän kuin normaalissa kevätlannoituksessa. (Ravinteiden kasvintuotannossa).



Kuva 7 Spad-mittari käytössä (Yara)



Kuva 8 Miinusruutu erottuu vaaleampana. (Maatilan Pellervo)



Kuva 9 Lannoitusikkunaan 30 kg/ha vähemmän typpeä. (Maatilan Pellervo)

Miinusruudussa seurataan kasvuston värieroja. Kun ikkuna alkaa olla vaaleampi kuin muu kasvusto, niin käyttökelpoiset luontaiset typpivarat alkavat loppua muutaman päivän kuluttua myös muusta kasvustosta ja viljelys tulee toimeen enää alilannoitusikkunasta puuttuvalla 30kg/ha lannoitustypeä. Ylilannoitusruudussa seurataan lehtivihreämittareiden ja värikorttien arvoja, valmistajan ilmoittamiin väriyksikkömääriin. Jos arvot ovat ylilannoitusruudun arvoja valmistajan ilmoittaman väriyksikkömäärän pienempiä, niin typpi alkaa olla lopussa ja sadonmuodostus heikkenee. Jos mittauksen arvot eivät poikkea toisistaan, niin typpeä on riittävästi kasvien käytettävissä. Plusruutu sopii erityisesti kevätvehnän viljelyyn, koska tarkoituksena on turvata sadon korkea valkuaispitoisuus. (Ravinteet kasvin-tuotannossa).

Taulukko 1 Taulukko lehtivihreäarvoja varten

| Vilja | Kehitysvaihe | SPAD |
|------------|--------------|-------|
| Kevätvehnä | 37-41 | 38-42 |
| | 51-57 | 38-41 |

4.2.2 Jaettu typpilannoitus

Vehnien viljelyssä kasvukaudelle jaettu typpilannoitus on usein laadukkaan sadon perusta. Lisälannoituksen on kuitenkin oltava ympäristötuen ehtojen rajoissa. Erittäin rehevät kasvustot ja myöhäiset lajikkeet tarvitsevat lisätyppilannoituksen päästäkseen odotettuihin satotasoihin. Suorakylvetty kasvusto on myös tyyppiä sitovan oljen takia lisälannoitettava kasvukaudella. Kasvuston on oltava hyvässä kunnossa, jotta lisäpanostuksesta olisi hyötyä. Myllyvehnän valkuaispitoisuutta pystytään nostamaan lisätyypellä ennen kukintaa. Tällöin lisätyppi vaikuttaa suoraan tähkien täyttymiseen eikä enää niinkään kasvuston tiheyteen. (Viljelyopas 2011; Pelto-kasvien tuotanto 2008.)

Taulukko 2 Ympäristötuen sallima korkein typpilannoitus kevätkuvehnälle ja kevätkuvehnän koetuloksia. (Agrimarket, Kasvuohjelma, myllykuvehnä)

| Ympäristötuen sallima korkein typpilannoitus kevätkuvehnälle | | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|------------------|--------------------|-----------------------|------------------|
| Satotaso, kg/ha | Etelä- ja Keski-Suomi | | | Pohjois-Suomi | | |
| | Savi- ja hiesumaat | Karkeat kivennäismaat | Eloperäiset maat | Savi- ja hiesumaat | Karkeat kivennäismaat | Eloperäiset maat |
| 4000 | 120 | 110 | 70 | 100 | 90 | 70 |
| 4500 | 130 | 120 | 80 | 110 | 100 | 80 |
| 5000 | 140 | 130 | 90 | 120 | 110 | 90 |
| 5500 | 150 | 140 | 100 | 130 | 120 | 100 |

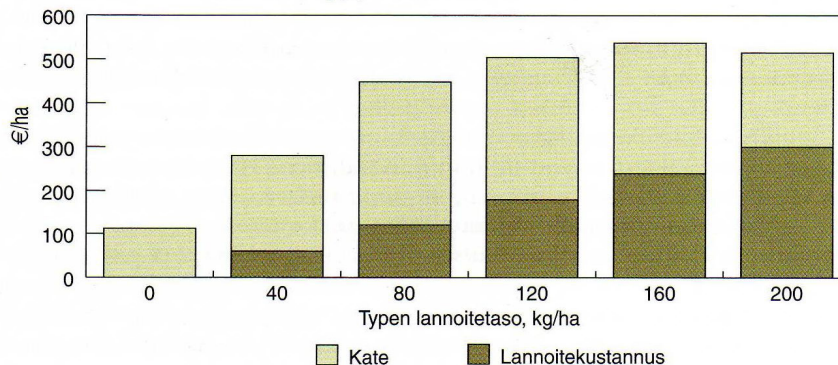
Kevätkuvehnän koetuloksia

| Typpilannoituksen jakaminen kevätkuvehnällä | | | | | | | |
|---|--------------------|-------------------|-------------|------------------|------------|---------|--------|
| Kylvöannoitus, kg N/ha | Lisätyppi, kg N/ha | Lannoite | Sato, kg/ha | Sato suhdelukuna | Valkuais-% | Hlp, kg | Tsp, g |
| 105 | 0 | - | 5750 | 100 | 10,8 | 78,2 | 36,9 |
| 140 | 0 | - | 6290 | 109 | 11,3 | 78,7 | 37,5 |
| 105 | 35 | Suomen-salpietari | 6390 | 111 | 11,8 | 79,5 | 38,3 |

Lisätyn levitysajankohta on parhaimmillaan, kun ilman lämpötila on alle 15 astetta ja kasvusto on kuiva, mutta ilman kosteus suuri. (Viljelyopas 2011).

Suomessa käytetään kolmen tyyppistä lisätyppilannoitusta. Yksi niistä on raelannoitus. Rakeet levitetään peltoon pintalevittimillä. Etuna rakeissa on usean muunkin ravinteen samanaikainen levitys kasvustoon mm. rikin. Rikki auttaa kasvia hyödyntämään typpilannoitusta paremmin. Toinen lannoitusmuoto on kasvinsuojeluruiskulla levitettävä typpiliuos. Liuosta voidaan levittää yksinään jopa 30 l/ha vesimäärän ollessa 200 l/ha. Suurempia määriä käytettäessä polttovioitusten riski on suuri. Kolmas lannoitusmuoto on niin ikään kasvinsuojeluruiskulla levitettävä urea. Urea on erittäin vahva typen lähde ja käyttömäärät vaihtelevat kasvuston mukaan 20–40 kg/ha, vesimäärän ollessa 200 l/ha. Urea tulee aina liuottaa lämpimään veteen, eikä koskaan suoraan kasvinsuojeluruiskun säiliössä. Pahimmassa tapauksessa sakkautunut urea rikkoo ruiskun suuttimet ja liuotessaan jäädyttää pumpun. (Viljelyopas 2011).

Lannoituksen kate eri typpilannoitusmäärillä



Lannoituksen tuottama kate hehtaaria kohti eri typpilannoitustasoilla. Kate saadaan, kun sadon arvosta vähennetään lannoitekustannus. Esimerkin hintasuhteilla, vilja 0,14 €/kg ja typpi 1,5 €/kg, suurin kate saavutetaan käytettäessä typpilannoitetta 80–120 kg/ha.

Kuvio 7 Lannoituksen kate eri typpilannoitusmäärillä. (Ravinteet kasvintuotannossa)

4.2.3 Rikki

Rikkiä esiintyy maassa vapaana ja yhdisteinä, se on mauton ja hajuton epämetalli. Rikkiä esiintyy myös orgaanisissa yhdisteissä. Tavallinen rikki muodostuu poolittomista -molekyyleistä. Rakenteensa johdosta rikki ei liukene veteen. (Haavisto, Nikkola, Viljanmaa 2003).

Kemianteollisuudelle tärkein rikin yhdiste on rikkihappo. Sillä on suuri taipumus reagoida veden kanssa. Rikkihappo hiililyttää orgaaniset aineet ja riistää niiltä veden. Kuumana ja väkevänä rikkihappo on hapetin. Näiden ominaisuuksien johdosta rikkihapolla on keskeinen asema lannoiteteollisuudessa. Yara Suomi Oy käyttää rikkihappoa fosforilannoitteiden valmistuksessa. (Haavisto, Nikkola, Viljanmaa 2003).

Suomessa rikkiä on peltojen orgaaniseen ainekseen varastoituneena noin 400 kg/ha, tästä noin prosentin verran vapautuu kasvien käyttöön. Rikkiä onkin siis maaperässä riittävästi kasvien tarpeisiin ja kasvit ottavat sen maasta sulfaatti-ioneina. Lannoitteet sisältävät kuitenkin rikkiä, sillä hivenaineet ovat lannoitteissa sulfiitteina eli rikin yhdisteinä. Viljat tarvitsevat rikkiä melkein yhtä paljon kuin fosforia, suurin osa siitä kuluu valkuaisaineiden rakenteisiin. Rikki onkin mukana kolmen aminohapon, metioniinin ja kysteiinin rakenteessa, mutta lisäksi siitä muodostuu rikkisiltoja, joilla on oleellinen merkitys valkuaisaineen muodostumiselle. Kasvin rikin käyttö onkin hyvin riippuvaista typpipitoisuudesta ja sitä kautta valkuaispitoisuudesta. (Laatuviljan tuotanto 1999; Rikki; Viljan valkuainen; Rikki on tärkeä ravinne.)

Liukoinen sulfaattirikki on lähes yhtä huonosti maassa pidättyvää kuin nitraattityppi ja huuhtoutuu sulamisvesien mukana hyväkuntoisilta pelloilta helposti pois vesistöihin. Rikkiä ei näin ollen voida varastoida maaperään vaan se tulee antaa typen tavoin aina tarvittaessa. (Laatuviljan tuotanto 1999).

4.2.4 Fosfori

Fosfori ei esiinny luonnossa vapaana, vaan yleensä fosfaattiyhdisteinä. Yleisimmän fosforimalmit ovat apatiitti ja fosforiitti, jotka koostuvat pääasiassa kalsiumfosfaatista. Suomessa on kaksi isoa fosfaattiesiintymää, Siilinjärvellä ja Soklissa. (Haavisto, Nikkola, Viljanmaa 2003).

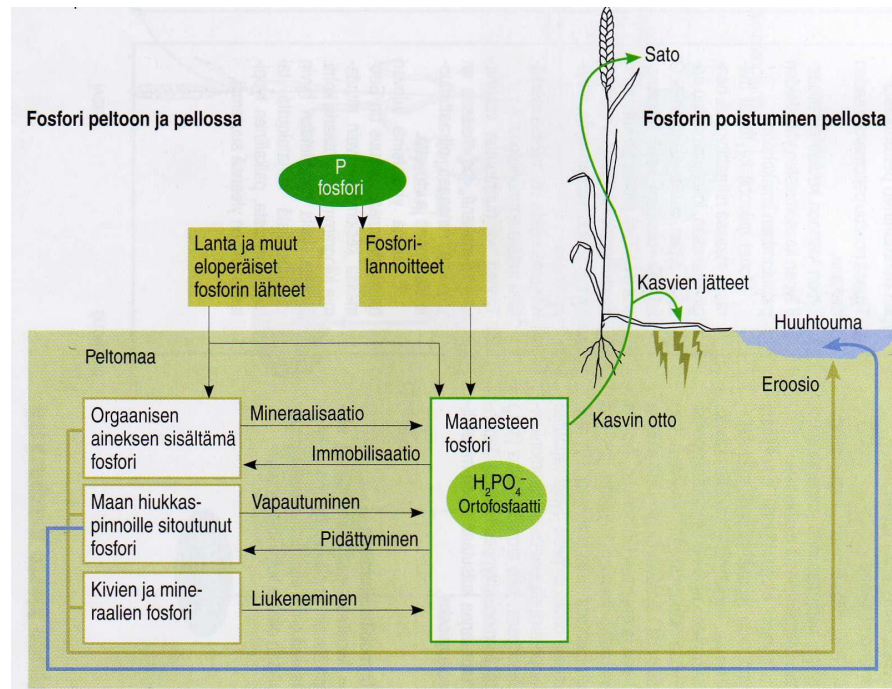
Fosforimineraalista saatava trikalsiumfosfaatti on heikosti liukenevaa, niinpä lannoiteteollisuus muuttaa kalsiumfosfaatin rikkihapon avulla helpoliukoiseksi kalsiumdivetyfosfaatiksi. Kalsiumdivetyfosfaatin ja kalsiumsulfaatin seosta kutsutaan superfosfaatiksi. (Haavisto, Nikkola, Viljanmaa 2003).

Fosfori on energian välittäjä ja osallistuu täten kaikkiin kasvin aineenvaihduntatehtäviin. Suuri osa kasvin fosforista siirtyy satoon varastoituneena jyviiin. Fosfori vaikuttaa myös kasvin juuristoon ja näin ollen kasvin energiatalouteen. (Laatuviljan tuotanto 1999).

Suomen maaperä sisältää fosforia keskimäärin 3 tn/ha. Tästä määrästä yli puolet on alkuperäistä maaperän fosforia, mutta loput ovat peräisin lannoituksesta. Pitkään jatkunut fosforin määrätietoinen ylilannoittaminen on lisännyt merkittävästi ravinteiden saatavuutta kasveille. (Laatuviljan tuotanto 1999).

Liukoinen fosfori pidättyy kuitenkin maahan tehokkaasti eivätkä kasvit saa sitä helposti käyttöönsä. Tavallisesti kasvin juuret saavat fosforia pinnan lähellä olevasta kosteasta maasta. Eniten fosforin saatavuuteen vaikuttaa kasvin juurien yhteispituus. Kapeat lannoiterivit toimivat hyvin kunhan kasvin juuret kasvavat tarkasti enintään sentin päähän rivistä. Jos juurien kasvu häiriintyy, voi kasvi kärsiä fosforin puutteesta. (Laatuviljan tuotanto 1999).

Fosfori vastaa siis kasvin energiataloudesta. Valkuaisaineiden tuottaminen vaatii paljon energiaa, paljon enemmän kuin esimerkiksi tärkkelyksen muodostaminen. Jos kasvi kärsii fosforin puutteesta, sen tuleentuminen on usein paljon myöhäisempää. (Viljan valkuainen).



Kuva 10 Fosfori peltoon ja pellossa (Ravinteet kasvintuotannossa)

4.2.5 Kalium ja hivenaineet

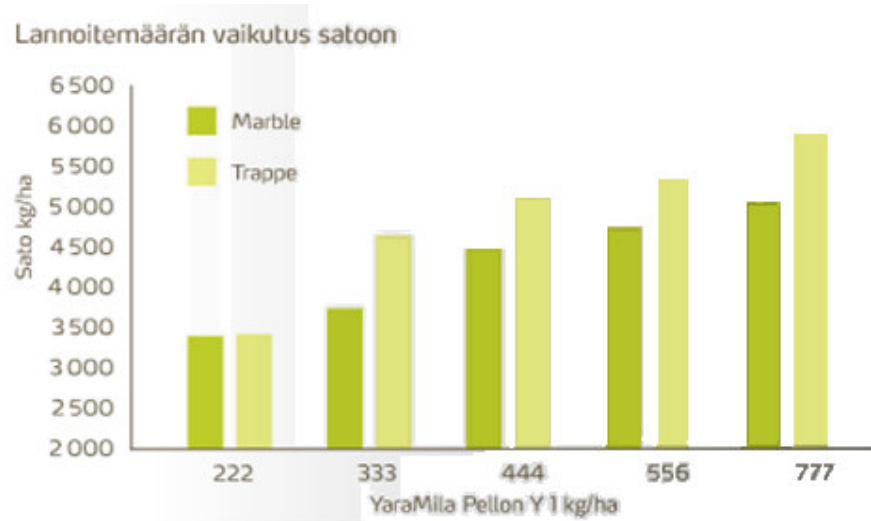
Kalium on maanperässä yleisesti esiintyvä alkalimetalli. Alkalimetallit ovat keveitä, pehmeitä ja helposti liukenevia. Alkalimetallit ovat tunnettuja suuresta reaktiokyvystään. Kalium reagoi veden kanssa niin kiihkeästi, että vety syttyy palamaan. Ilmassa taas kalium hapettuu nopeasti, muodostaen oksideja. Oksidit reagoivat veden kanssa muodostaen lannoiteteollisuudessa käytettäviä hydroksideja. Kaliumsuola on kasville käytettävässä muodossa oleva ravinne. (Haavisto, Nikkola, Viljanmaa 2003).

Kaliumia on siis maassa runsaasti, joitain kymmeniä tonneja hehtaarilla. Ongelmana on kuitenkin karkeassa maassa kaliumin esiintyminen hyvin vaikealiukoisena maasälpänä, tällöin suurikaan kalium-reservi ei turvaa viljan riittävää kalium saantia. Hienoissa maalajeissa kalium on yleensä helppoliukoisissa kiilteissä ja niiden kaltaisissa savimineraaleissa kasveille helposti saatavassa muodossa. Kaliumin nopea kierto kasvilla kuitenkin takaa, että jos viljan oljet palautetaan aina peltoon, niin sijoitettu 20–40 kg/ha lannoitus on riittävä. (Laatuviljan tuotanto 1999).

Kalium ei osallistu kasvin toimintoihin rakennusaineena vaan osallistuu valkuaisen muodostumiseen entsyymien aktivaattorina sekä näyttölee suurta roolia kasvin vesi-suolatasapainon säätelyssä. Entsyymit ohjaavat kasvin kemiallisia reaktioita ja tekevät ne mahdollisiksi. Entsyymejä kutsutaankin toiminnallisiksi valkuaisaineiksi. (Laatuviljan tuotanto 1999; Viljan valkuainen.)

Hivenaineet, boori, kupari, mangaani, rauta, sinkki, molybdeeni ja kloori, toimivat hieman samoin kuin kalium. Ne osallistuvat ja mahdollistavat entsyymien toiminnan aktivaattoreina. (Viljan valkuainen).

Kokonaisuutena valkuaisaineiden muodostuminen on ravinteiden yhteistoimintaa. Typen ja rikin ohella, fosfori, kalium ja eri hivenaineet vaikuttavat kaikki osaltaan kasvin elintoimintoihin ja sitä kautta kukin omalla panoksellaan proteiinien eli valkuaisaineiden muodostumiseen. (Viljan valkuainen).



Kuvio 8 Lannoitemäärän vaikutus satoon (Leipä leveämmäksi)

4.3 Kasvinsuojelu

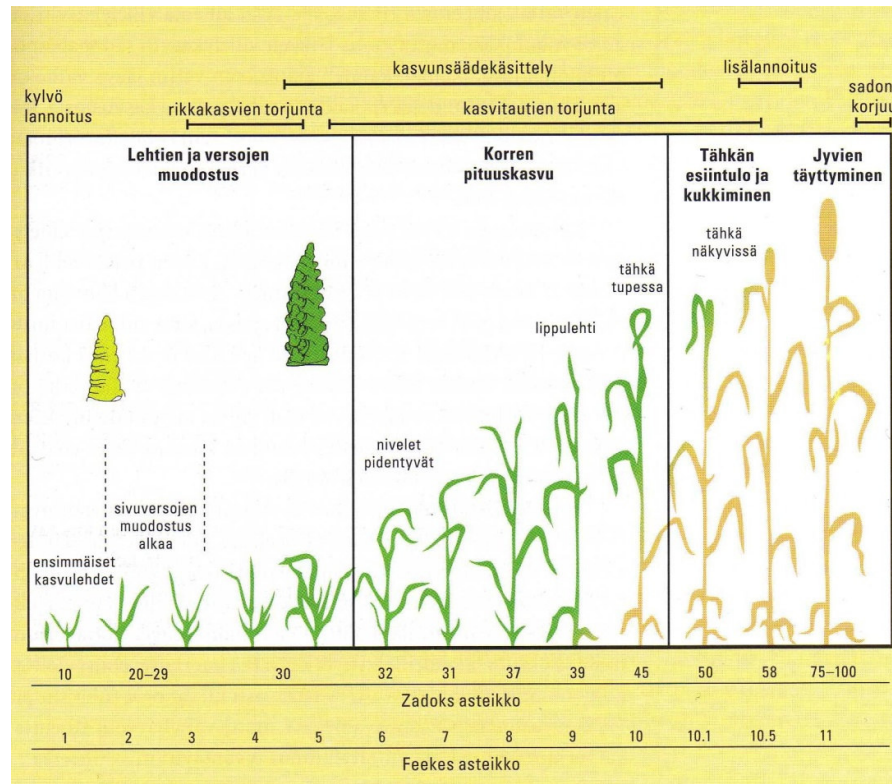
”Kasvinsuojelu on erottamaton osa viljelytekniikkaa.” (Kevätvehnän tasapainoinen kasvinsuojelu) Kasvinsuojelua tarvitaan kaikissa viljelymenetelmissä. Se auttaa tuottamaan laadukasta myllyvehnää ympäristöä kuormittamatta, mutta kuitenkin sadosta tinkimättä. Se ei pelkästään ole kasvinsuojeluaineiden käyttöä, vaan tarkan lohko-kohtaisen suunnittelun, viljelyhistorian ja aikaisempien vuosien tarkkailuhavaintojen hyödyntämistä. Tavoitteena on minimoida ja tarkentaa torjuntatarpeet ja -menetelmät Kasvinsuojelun avulla pystytään tuottamaan hallitusti laadukasta kevätvehnää. (Kevätvehnän tasapainoinen kasvinsuojelu 2000).

Onnistuneen kasvinsuojelun perustana on terve kylvösiemen. Siemenviljan valinnassa onkin käytettävä tarkkuutta, edes lohkon välittömässä läheisyydessä olevilla pelloilla ei saisi esiintyä tautisia kasvustoja. Jos kuitenkin siemenen terveyttä ei pystytä varmistamaan, on viisainta käyttää peittausta. Peittausaine on siemenen pintaan lisättävä sienikasvustoa ja taudinaiheuttajia tuhoava kasvinsuojeluaine (Laatuviljan tuotanto 1999).

Viljojen kasvinsuojelulla on tietyt vaiheet, joiden aikana havainnoidaan eri asioita. Kasvuvaiheita kuvaavat asteikot, kuten Feekesin ja Zadoksin asteikot (kuva 11) jakavat viljakasvin kehityksen kasvuvaiheisiin. Kunkin

Kevätvehnän valkuaiseen vaikuttavat tekijät

kasvuvaiheen aikana kasville on omat viljely/suojelutoimensa. (Peltokasvien tuotanto 2008).



Kuva 11 Feekesin ja Zadoksasteikko toisiinsa yhdistettynä luovat pohjan jonka perusteella viljelijöiden on helppo toimia. (Peltokasvien tuotanto 2008)

Kasvinvuorotus on tehokas tapa ehkäistä kasvitauoja ja tuhoeläimiä. Tarkoituksena on valita esikasveja, joilla ei ole yhteisiä tauteja kevätvehnän kanssa. Parhaita esikasveja kevätvehnälle ovat nurmet, herne, rypsi ja peruna. Viljoista ohra on huono esikasvi vehnälle, kauran ollessa paras. Tehokas kasvitautien ehkäisijä on myös lajikevalinta ja oikeat lannoitteet. (Kevätvehnän tasapainoinen kasvinsuojelu 2000).

Kasvitauoja on monenlaisia ja ne kaikki vaikuttavat satoa alentavasti tai pilaavasti. Torjunta perustuu aina tarpeeseen havaintojen perusteella. Kullekin kasvitautille ja tuhoajalle on määritelty oma torjuntakynnys, jollei tämä kynnys ylity, ei yleensä ole tarvetta suorittaa kasvinsuojelutoimenpiteitä. (Kevätvehnän tasapainoinen kasvinsuojelu 2000; Kevätvehnän kasvunohjelma; Laatuviiljan tuotanto 1999.)

Pahimpia kasvitauoja kevätvehnällä ovat: vehnän ruskolaikku, joka pienentää kasvin yhteyttävää pinta-alaa ja jättää siemenet pieniksi ja kurttuiksi sekä elää maassa olkijätteen seassa pitkiäkin aikoja. Tauti ilmenee vaaleankeltaisina laikkuina lehdistä, jotka kasvukauden edetessä laajenevat ja ruskettuvat. Pahimmassa tapauksessa koko lehti voi kuihtua. Tehokkaimpia kasvinsuojelutoimenpiteitä ruskolaikkua vastaan on välttää

yksipuolista vehnän viljelyä ja suosia olkien polttoa. (Farmit.net, kasvitautien tunnistuskuvat).

Vehnähärmä puolestaan siirtyy kasvukaudesta toiseen rihmastona ja leviittää itiöitään kasvukauden aikana ilmavirtojen mukana sekä haittaa kasvin yhteyttämistä ja aineenvaihduntaa. Torjuntatoimina valitaan viljelyyn härmää kestäviä lajikkeita ja vältetään liiallista typpilannoitusta. Kemiallista torjuntaa tulee käyttää, kun härmää on havaittavissa koko kasvustossa. (Farmit.net, kasvitautien tunnistuskuvat).

Mustatyvi on nimensäkin perusteella vaarallinen ja tuhoisa tyvitauti. Keväällä oraat kellastuvat ja kuolevat, täysikasvuisina juuret tuhoutuvat ja korsi tummuu ja haurastuu. Tehokkain tapa ehkäistä tautia on huolehtia viljelykierrosta. Kevennetyn muokkauksen on myös joissain tapauksissa todettu vähentävän taudin esiintymistä. (Farmit.net, kasvitautien tunnistuskuvat; Kevätvehnän tasapainoinen kasvinsuojelu 2000).

Tähkäsääski (kuva 12) on vehnän pahin tuholainen. Oranssinkeltaiset sääsket vioittavat siemeniä jättäen ne surkastuneiksi ja laadultaan heikoiksi. Sääsket talvehtivat koteloina maaperässä 5 – 10 cm syvyydessä. Keväällä ne kiipeävät kasvin tähkään munimaan ja kuoriutuvat toukat vioittavat kukkapohjaa ja muodostuvaa jyvää. Syksyllä toukat pudottautuvat maahan ja talvehtivat suojassa seuraavaan kesään. Toukka voi myös jatkaa lepovaihettaan 5 – 6 vuotta, joten tähkäsääskestä voi olla hankala päästä eroon. Puinnin jälkeinen olkien poltto ja kasvukauden ruiskutukset vähentävät sääsken esiintymistä. (Farmit.net, viljan tuholaiset).



Kuva 12 Tähkäsääskiä vehnän tähkässä. (Farmit.net /Berner kasvinsuojelu, viljan tuholaiset)

Tuomikirva on myös paha vehnän tuholainen. Se imee kasvin nesteitä ja pienentää versojen määrää ja jyväkokoja siten, että sato voi alentua jopa viidenneksellä. Tuomikirvaa torjutaan vain runsaina esiintymisvuosina. (Farmit.net, viljan tuholaiset; Kevätvehnän tasapainoinen kasvinsuojelu 2000).

Kasvunsäätteiden käyttö on myös kasvinsuojelua. Runsas typpilannoitus ja oikea siemenmäärä tuottavat rehevän kasvuston ja varsinkin vehnä on erittäin herkkä lakoontumaan. Lako vähentää satoa ja huonontaa laatua merkittävästi, etenkin jos olosuhteet ovat kosteat. Kasvunsäätteet lyhentävät ja vahvistavat kortta ja lisäävät ravinteiden hyväksikäyttömahdollisuuksia parantaen juuriston rakennetta ja kokoa. (Peltokasvien tuotanto 2008; Kevätvehnän tasapainoinen kasvinsuojelu 2000.)

4.4 Tuleentuminen

Viljakasvusto valmistuu, eli tuleentuu itsestään säästä riippumatta 30 % kosteusprosenttiin asti. Tämän jälkeen säät vaikuttavat jyvän tuleentumiseen ja laatuun.

Viljan tuleentuminen sisältää 5 eri vaihetta, maito-, taikina-, kelta-, täys- ja ylituleentuminen. Keltatuleentumisvaihe on ensimmäinen sadonkorjuun kannalta tärkeä tuleentumisen vaihe. Tässä vaiheessa jyvän kosteus on kevätevehnällä noin 35 % ja jyvä alkaa menettää vihreyttään. Myös muut kasvin osat alkavat kellertyä. Keltatuleentuminen tarkoittaa myös, että jyväsatto on kehityksensä päässä, mutta sen laatu voi vielä muuttua suurestikin, esimerkiksi sakoluku nousee. Täystuleentumisvaihe saavutetaan noin viikko keltatuleentumisesta. Tällöin jyvä on jo paljon kovempi ja kuivempi ja kestää puimista. (Leipäviljan tuotanto 1989.)

Kevätvehnän tasainen tuleentuminen olisi erittäin tärkeää. Harvat kasvustot, maalajin vaihtelut sekä muut kasvuolojen vaihtelut voivat aiheuttaa epätasaista tuleentumista ja korjuun viivästymisen vuoksi laadun heikkenemistä. Vuosittaiset vaihtelut tuleentumisajassa johtuvat pääosin kasvukauden lämpötila- ja sääoloista, tosin lajikkeella ja kylvöajankohdalla on myös merkitystä. (Hyytiäinen, Hedman-Partanen, Hiltunen 1995; Peltokasvien tuotanto 2008; Leipäviljan tuotanto 1989.)

4.5 Korjuu

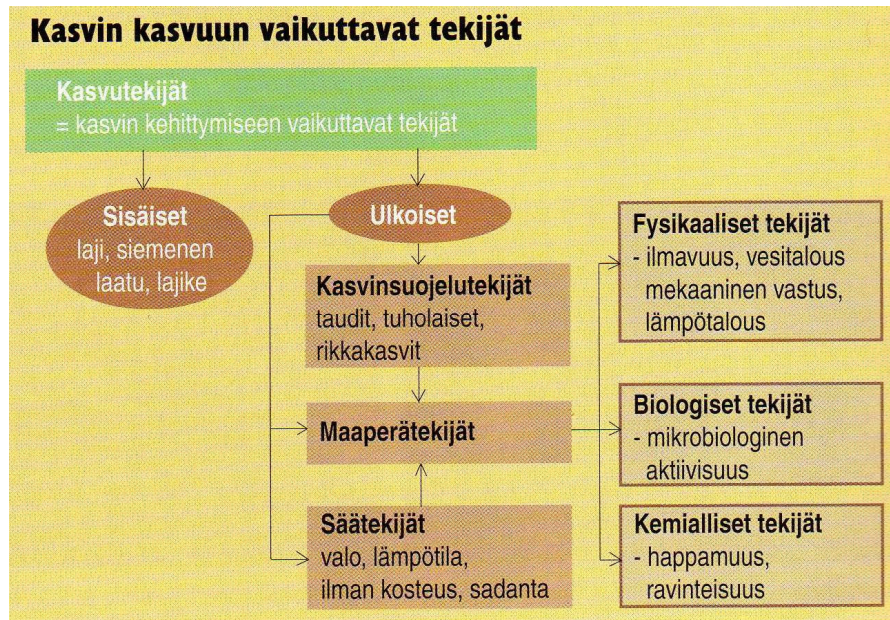
Kevätvehnän sadonkorjuu voidaan aloittaa, kun jyvän kosteus on alle 25 %. Parhaimman itävyyden siemenelle takaa kuitenkin alle 20 % puintikosteus. Liian kosteana tai liian kuivana puinti aiheuttaa aina enemmän puintivioituksia, kuten katkenneita jyviä. Katkenneet jyvät taas alentavat sadon laatua. Sadon kuivaus tulee myös suorittaa aina viipymättä ja sopivan matalassa lämpötilassa, jotta lämpö ei heikennä itävyyttä ja tuhoa valkuaisaineita. (Hyytiäinen, Hedman-Partanen, Hiltunen 1995; Peltokasvien tuotanto 2008.)

4.6 Maaperä

Kevätvehnän niin kuin minkä tahansa muunkin kasvin kasvu perustuu kasvua sääteleviin maaperätekijöihin. Näitä tekijöitä ovat veden saatavuus, maan ilmavuus ja juurten kohtaama mekaaninen vastus. Kasvi itsessään muokkaa maaperää ja ruokkii juurieritteillä ja kasvinjätteillä pieneliöitä,

jotka parantavat maan rakennetta. Parhaimmillaan kasvi ja maaperä toimivat hyvässä vuorovaikutuksessa hyödyttäen kumpikin toisiaan. (Maan rakenteen hoito).

Kasviin vaikuttavat kasvutekijät voidaan jakaa sisäisiin tekijöihin, eli perimään ja ulkoiisiin tekijöihin, kuten sää ja maaperä. Sääolot vaikuttavat oleellisesti kasvun mahdollisuuksiin, mutta maaperän hoito ja hyvä kunto lieventävät epäedullisten sääolosuhteiden vaikutusta satoon. (Maan rakenteen hoito).



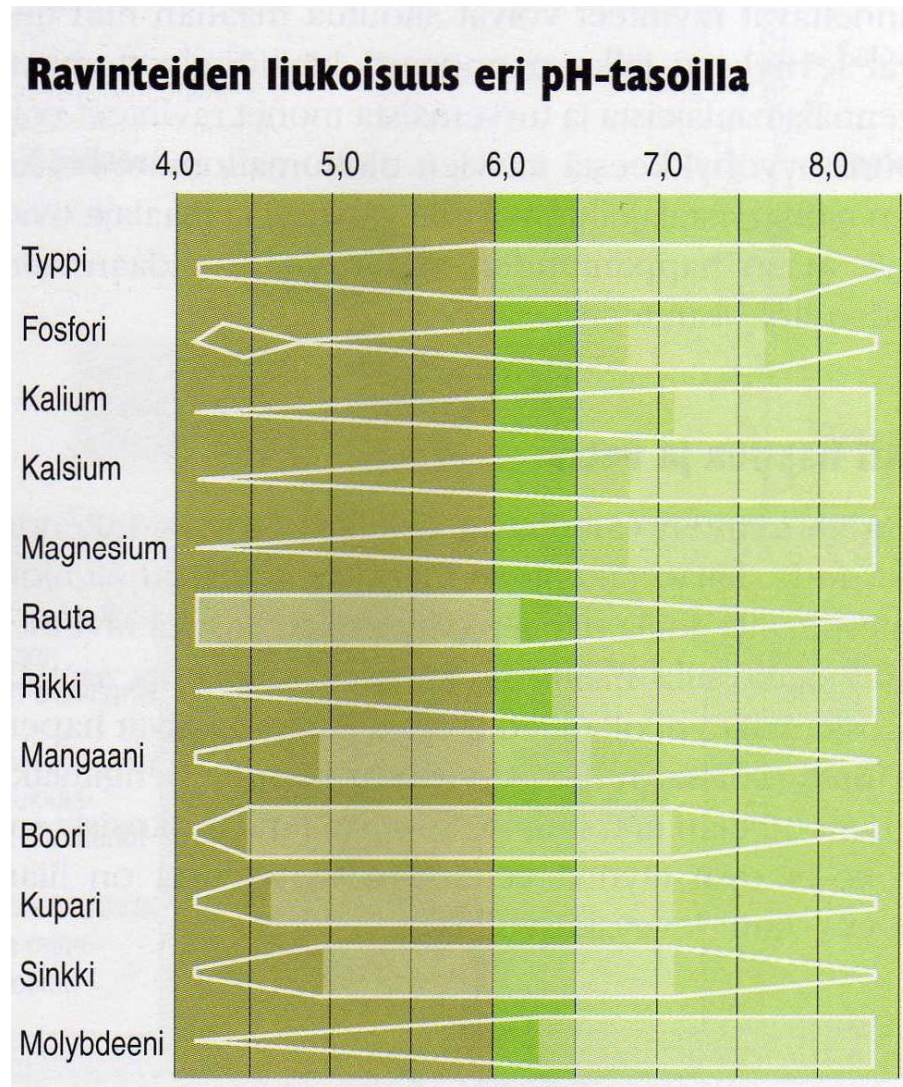
Kuva 13 Kasvin kasvuun vaikuttavat tekijät. (Maan rakenteen hoito)

Kevätvehnä soveltuu viljeltäväksi kaikilla maalajeilla, vaikkakin yleisenä oppina on kylvää kevätvehnä tilan parhaimpiin peltoihin. Soveltuvia maita ovat esimerkiksi multavat savimaat sekä hievät hiedat. Eloperäisillä maalajeilla viljatilojen yksipuolinen viljelykierto voi aiheuttaa tyvitautien runsasta esiintymistä ja lisäksi kevätvehnän kasvu aika voi pidentyä normaalia pidemmäksi maaperästä vapautuvan typen vaikutuksesta. (Hyytiäinen, Hedman-Partanen, Hiltunen 1995; Viljelyopas 2011; Viljelyratkaisu.)

Vehnän viljelyalueena on pääasiassa Lounais-Suomi, muu Etelä-Suomi ja Pohjanmaa. Viljelyvyöhykkeet I, II (kuva 2). Kevätvehnän viljely on tosin viime vuosina levinnyt myös III-vyöhykkeelle, pitkälti uusien aikaisten lajikkeiden, kuten Anniinan johdosta. Vehnän viljelyn periaatteellinen pohjoisraja kulkee vyöhykkeiden III ja IV tasolla lämpösumman ja tutkimustulosten perusteella. (Agrimarket, kasvuohjelma).

Kevätvehnän viljelyssä pellon pH:n on hyvä olla yli 6. Suomen viljelymaat ovat luontaisesti happamia ja kun pH laskee alle 4,5 niin alumiini-ioni pitoisuus kasvaa ja maa muuttuu myrkylliseksi kasville. Lisäksi hapan maa aiheuttaa fosforin sitoutumisen kasveille käyttökelvottomaan muotoon. Peltoja onkin siksi kalkittava säännöllisesti, jotta ihanteellinen pH 6-7 saavutettaisiin. Kalsiittikalkilla kalkittaessa maahan tulee myös tarpeel-

lista kalsiumia ja dolomiittikalkki lisää maan magnesiumvaroja. Optimaalisessa pH:ssa kasvit pystyvät ottamaan vettä ja ravinteita tehokkaasti. Poikkeuksena kuitenkin mangaani, rauta, sinkki ja kupari, jotka ovat liukoisimmillaan vasta happamassa maassa. (Ravinteet kasvintuotannossa).



Kuva 14 ”Ravinteiden liukoisuus eri pH-tasoilla. Maan happamuus vaikuttaa ravinteiden liukoisuuteen. Mitä paksumpi nuoli on, sitä paremmin ravinne on liukoisessa muodossa kasvien käytettäväksi. Ravinteiden liukoisuuden kannalta keskimäärin parhaat kasvuolosuhteet ovat maan pH:n ollessa 6- 6,5”. (Ravinteet kasvintuotannossa)

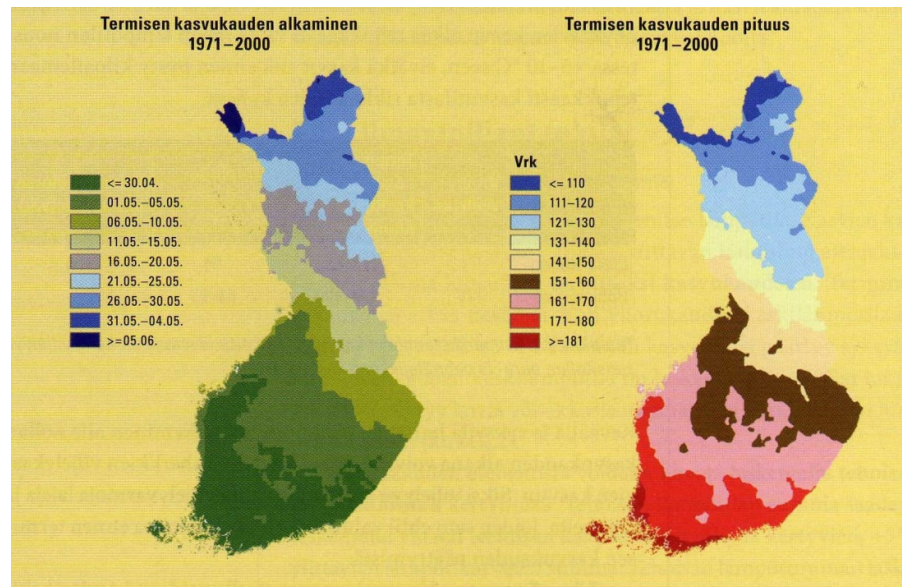
Vaikka maan lannoitus ja kalkitus olisi kunnossa, ei kasvien ravinteiden otto ole tehokasta jos maan rakenne on tiivistynyttä. Sadekausien vedet imeytyvät nopeasti hyvärakenteiseen maahan, juurien hapensaannin katkeamatta. Kuivana kautena maan huokosiin varastoitunut vesi on kasvien käytettävissä, eikä kovettuneena maahan. (Ravinteet kasvintuotannossa).

Kasvin maanpäällisen osan kasvu on lähes suoraan verrannollinen juurien kasvuun. Maan rakenteen vaikuttaessa negatiivisesti juuriston veden ja ravinteiden ottokykyyn, myös maanpäällinen kasvu ja sato jäävät pieneksi.

Maan ollessa viljavaa, eli rakenteeltaan kunnossa, lannoituksesta ja riittävästä vedestä saadaan suurin mahdollinen hyöty ja kasviraivinteet saadaan sidottua korjattavaan kasvustoon mm. suuren valkuaisprosentin muodossa jyvissä. (Maan rakenteen hoito).

4.7 Sää

Sää on yksi tärkeimmistä ulkoisista kasvutekijöistä. Sää pitää sisällään niin lämpötilan, valon määrän kuin sateenkin. Eniten kasvua rajoittava tekijä näistä kolmesta on lämpötila. Kasvulle keskimääräisesti sopivaa lämpöjaksoa sanotaan termiseksi kasvukaudeksi. Se alkaa, kun vuorokauden keskilämpötila kohoaa pysyvästi yli 5 asteen ja päättyy, kun lämpötila on taas laskenut pysyvästi alle 5 asteen. Kasvukaudella voidaan mitata tehoina lämpösumma, laskemalla kasvukauden aikaiset lämpötilojen summat yhteen. Tämä luku kertoo kasvukauden etenemisestä ja siitä voidaan päätellä viljojen satopotentiaaleja. (Peltokasvien tuotanto 2008).



Kuva 15 Termisen kasvukauden alkaminen ja termisen kasvukauden pituus. (Peltokasvien tuotanto 2008)

Maapallo lämpenee ja se vaikuttaa Suomen ilmastoon lisäämällä sääolojen ääri-ilmiöitä. Ei ole kuitenkaan varmaa tuoko muutos tullessaan suurempia satoja, kasvaneen lämpösumman ja sadannan ansioista vai muuttuvatko talvehtimisolosuhteen niin, että kasvitautien ja tuholaisten määrä lisääntyy. Pienentävätkö pitkät kuivuusjaksot satopotentiaalia kuolevien jyvänaiheiden kuihtuessa? Ennustettujen muutosten ajankohdasta ei pystytä sanomaan juuri mitään, mutta jokavuotinen ilmaston ja kasvukauden tarkkailu voivat tuoda vinkkejä kasvintuotannon kehittämiseksi muutosten varalta. (Peltokasvien tuotanto 2008).

Liikuttaessa pohjoisesta etelään, Suomen kasvukauden pituus vaihtelee 130-170 vrk välillä, kun muualla Euroopassa se on 200-300 vrk välillä. Tästä syystä onkin hyvän ja laadukkaan sadon turvaamiseksi erittäin tär-

keää, että viljeltävä kevävehnälajike on jalostettu juuri pohjoisen Euroopan kasvukaudelle. (Peltokasvien tuotanto 2008).

Sää voi joko pilata tai pelastaa sadon, alkukevään sateet voivat viivästyttää kylvölle pääsyä ja toisaalta kuivuus saattaa huonontaa orastuvuutta. Rangat sateet heti kylvön jälkeen kuorettavat pinnan ja kylmä alkukesä viivästyttää oraiden kehitystä. Oikein suotuisasti ajoittuvat sateet saattavat taas nopeuttaa kasvua lämpötilojen ollessa myös korkeita. Loppukesällä samat muuttujat voivat viivästyttää tuleentumista ja sadonkorjuuta ja sitä kautta heikentää sadon laatua.

Sakoluvun kesto määrittelee pitkälti leipäviljojen korjuuajankohdan. Sää näyttelee merkittävää osaa näissä muutoksissa. Lämmin ja kuiva syksy muodostavat jyvii korkean sakoluvun, kun taas sateinen korjuuaika laskee sen hyvin nopeasti alle myllykelpoisuusrajan. Kuitenkin eri lajikkeiden sakoluvun kesto vaihtelee suuresti. Kestävämpien lajikkeiden sakoluku ei laske vielä ensimmäisistä syysateista, kun taas heikommilla yksikin sadepäivä romahduttaa sakoluvun. Kokonaisuutena viileähkö kesä ei anna edellytyksiä korkeaan sakolukuun, vaikkakin lämmin syksy voi sitä korottaa jonkin verran. Epäsuotuisat sääolot voivat estää myllyvehnän tuottamisen monessa vaiheessa, siksi sää onkin tärkein laatuun vaikuttava tekijä. (Peltokasvien tuotanto 2008).

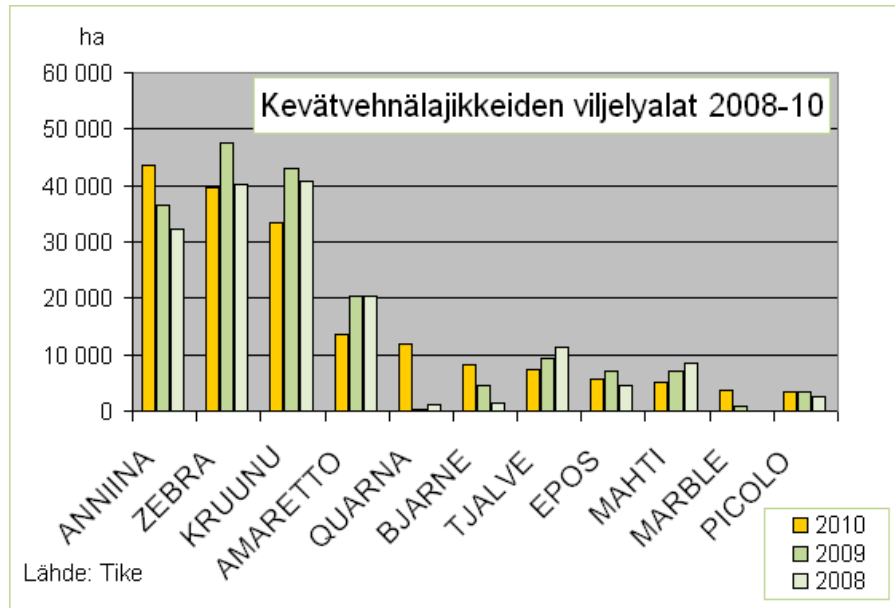
4.8 Lajike

Kevätvehnälajikkeen viljelyarvoon vaikuttaa monet ominaisuudet. Satoisuus, kasvu-aika, korrenlujuus, taudinkestävyys ja sakoluku sekä leivontalaatu, joka koostuu pitkälti valkuaisen määrästä ja laadusta. Tavoitteena lajikejalostuksessa on ollut mahdollisimman satoisa ja aikainen kevävehnä. Myöhäisemmät lajikkeet ovat tunnetusti satoisampia mutta juuri tätä ominaisuutta yritetään siirtää aikaisempiin lajikkeisiin. (Peltokasvilajikkeet 2010).

Tuotettaessa laadukasta myllyvehnää on aina valittava lajike tarkasti omille pelloille ja käyttötarkoitukseen sopivaksi. Hyvän leivontalaadun ominaisuudet, kuten valkuaispitoisuus ja erityisesti valkuaisen laatu on perinnöllistä, eikä huonosta valkuaisesta tunnetun lajikkeen viljely ole käyttötarkoituksen mukaista. (Peltokasvilajikkeet 2010).

Lujakortisuus ja kestävä sakoluku ovat myös tärkeitä lajikeominaisuuksia. Kestävää sakolukua tarvitaan, kun sato halutaan kuivattaa jo pellolla mahdollisimman kuivaksi laadun kärsimättä. Tällöin säästytään pitkältä ja kuumalta kuivatusajalta kuivurissa valkuaista säästäen. (Peltokasvilajikkeet 2010).

Kevätvehnän viljelyala oli vuonna 2009 ennätyselliset 201 900 hehtaaria. Yleisimmät lajikkeet Suomessa olivat, Zebra, Kruunu, Anniina, Amaretto ja Tjalve yhteensä 157,5 tuhannen hehtaarin viljelyalalla. Loput 44,4 tuhannesta hehtaarista koostuu kymmenistä vähemmän viljellyistä lajikkeista. (Peltokasvilajikkeet 2010).

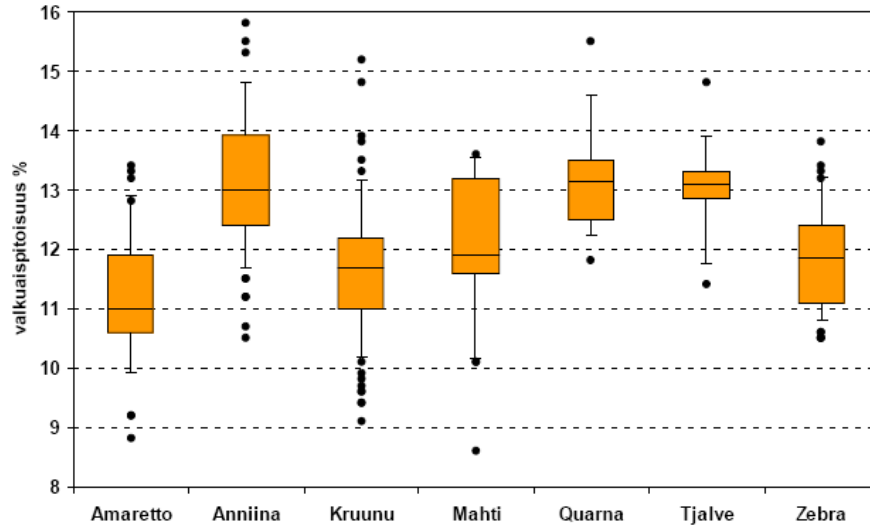


Kuvio 9 Kevätvehnälaajikkeiden viljelyalat 2008 – 2010 (Tike)

Yleisimpien lajikkeiden ominaisuudet vaihtelevat keskenään jonkin verran. Kruunu on ollut jo pitkään Suomen viljellyimpien lajikkeiden joukossa ja se jatkaa suosioitaan selvästi muita satoisampana lajikkeena, sakoluvun ollessa myös kestävä. Anniina on puolestaan lajikkeista aikaisin, mutta silti sen sadontuottokyky on hyvä ja sakoluku on keskiverta. Sadontuottokyky on Anniinalla silti korkeampi kuin myöhäisemmällä Tjalvella. Lajike eroaa muista siinä, että sen valkuaispitoisuus on selvästi muita korkeampi. Zebra on kolmesta eniten viljellystä lajikkeesta satoisin ja laatuominaisuuksiltaan Kruunun kanssa samalla tasolla. Zebra on kuitenkin myöhäisempi lajike ja kasvu-aika on 105 päivää, Kruunun kasvuajan ollessa 103 ja Anniinan 101 päivää. Eniten viljellyt lajikkeet ovat tämän hetken viljelyvarmimpia lajikkeita, niiden sadontuottokyky on Suomen oloissa hyvä ja laatuominaisuudet täyttävät myllyvehnän vaatimukset hieman huonompina vuosina. (Agrimarket, kasvuohjelma).

Taulukko 3 Kevätvehnän laatu-tiedot lajikkeittain 2009 (Viljaseula 2009)

| Kevätvehnä | | | | | | |
|------------|-----------------------|----------|-----------------|------------------|------------|-----------------|
| Lajike | Hehtolitrapaino kg | Sakoluku | Valkuainen % | Kosteasitko % | Zelenyluku | Tärkeisyys % |
| Amaretto | 81,8 | 294 | 10,7 | 20,2 | 40 | 72,0 |
| Anniina | 82,2 | 310 | 13,1 | 26,7 | 56 | 68,8 |
| Kruunu | 79,3 | 340 | 11,7 | 22,8 | 47 | 69,3 |
| Mahti | 74,6 | 320 | 12,1 | 23,5 | 48 | 69,1 |
| Quarna | 82,7 | 329 | 13,4 | 26,3 | 57 | 67,7 |
| Tjalve | 80,3 | 268 | 13,0 | 26,2 | 55 | 68,4 |
| Zebra | 82,6 | 331 | 12,0 | 22,2 | 46 | 69,3 |



Kuvio 10 Kevätvehnän valkuaispitoisuus lajikkeittain 2009. ”Laatikon alalaidan alapuolelle jää 25 prosenttia kunkin lajikkeen näytteistä, keskiviivan alapuolelle 50 prosenttia ja laatikon yläpuolelle 75 prosenttia näytteistä. Laatikon ylä- ja alapuolella olevien ohuiden viivojen ulkopuolelle jää 10 prosenttia näytteistä”. (Viljaseula 2009)

5 KEVÄTVEHNÄN VALKUAISEN LAJIKEKOETULOSTEN ANALYSOINTI VUOSILTA 2006 – 2010

Aineistona tässä opinnäytetyössä on MTT Piikkiöstä saadut virallisten lajikekokeiden tulokset vuosilta 2003 – 2010. Aineisto koostuu Mietoisten ja Piikkiön koepaikkojen lajikekoetuloksista, sekä Ilmatieteenlaitoksen säätilastoista Piikkiön koepaikalta samoilta vuosilta.

Rajasin aineiston käytön vuosiin 2006 – 2010, koska vuonna 2006 MTT Lounais-Suomen tutkimusasema muutti Mietoisista Piikkiöön ja tulosten vertailu pysyvällä aikajanalla vuodesta 2003 ei olisi ollut mahdollista. Näin sain vertailtua Piikkiön kahden kokeen tuloksia tasavertaisesti 5 vuoden ajanjaksolla. Ajanjakson rajaamiseen vaikutti myös suuresti lajikekokeissa esiintyneet lajikkeet. Kruunu oli lajikkeista ainoa, joka esiintyi molempien paikkakuntien kokeissa mittarilajikkeena koko aineiston ajan vuodesta 2003 aina vuoteen 2010 asti. Amaretto ja Epos esiintyivät aineistossa vuodesta 2005 ja lajikkeista Zebra ja Bjarne olivat mukana kokeissa vuosina 2005 – 2009 sekä Trappe vuosina 2006 – 2009. Näin ollen lajikekokeiden sisältö rajasi aineiston käytön järkevimmillään vuosien 2006 – 2010 ajalle. Otin kuitenkin aineistoon vertailun vuoksi vielä uuden KWS Scirocco –lajikkeen, joka esiintyi Piikkiön molemmissa kokeissa vuosina 2009 ja 2010. KWS Scirocco toimii hyvin uusien lajikkeiden suunnanäyttäjänä, eli mihin suuntaan kevätvehnälaajikkeita pyritään jalostamaan.

Perustiedot kokeista ovat A-kokeen sijainti Piikkiön Tuorlassa, maalajiltaan savimaalla. Ph-luku vaihtelee 6,5 ja 7,0 välillä vuosina 2006 – 2010.

Esikasvina Tuorlassa on ollut ohraa, kevätvehnää ja rypsiä. B-kokeen sijainti on myös Piikkiön Tuorlassa. Maalaji kokeen alueella oli hietamaa, jonka pH-luku vaihtelee 6,2 ja 6,9 välillä myös vuosina 2006 – 2010. Esikasveina B-kokeella on ollut ohra, herne, kevätvehnä ja kaura.

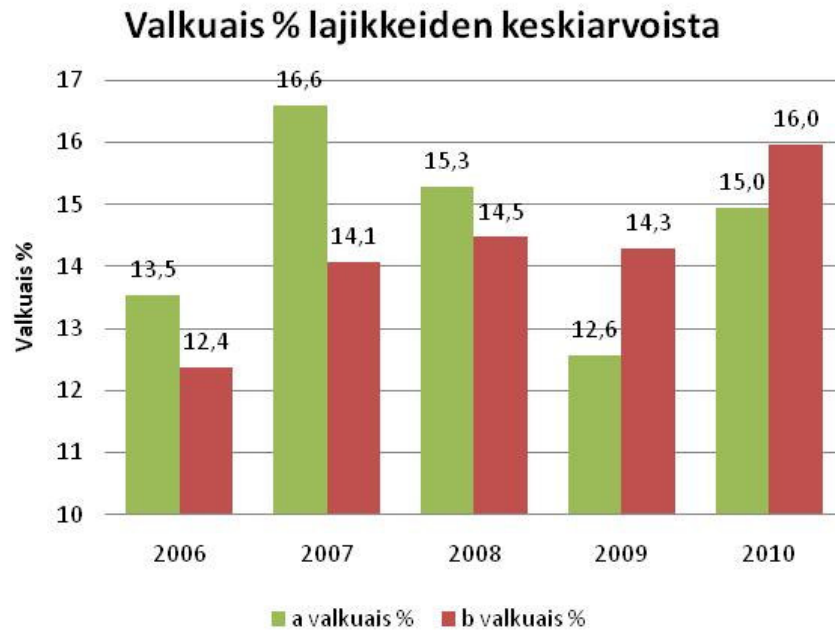
Lajikekokeissa olosuhteet eivät ole samanlaiset kuin tavanomaisilla viljelijöillä. Vaihtuvat ja monipuoliset lajikkeet pitävät esimerkiksi valkuaisason korkeana, päinvastoin siis kuin viljelijöiltä kerätyissä näytteissä on ollut suuntana.

5.1 Valkuaisen käyttäytyminen eri vuosina



Kuvio 11 Lajikkeiden valkuaisien keskiarvot

Lajikekokeiden kaikkien lajikkeiden valkuaisien kuiva-aineen keskiarvojen perusteella on havaittavissa suurtakin vuosittaista vaihtelua ja B-kokeen selvästi paremmat ja lievemmat valkuaisen määrän vaihtelut vuotta 2006 lukuun ottamatta.



Kuvio 12 Valkuais % lajikkeiden keskiarvoista

Kuviosta 12, on havaittavissa hieman kuviosta 11 poikkeavia tietoja. Vaikka valkuaisen määrä vuonna 2007 oli kiloina mitattuna erittäin pieni, niin sen prosentuaalinen osuus sadosta on kuitenkin ollut huima yli 16 %.

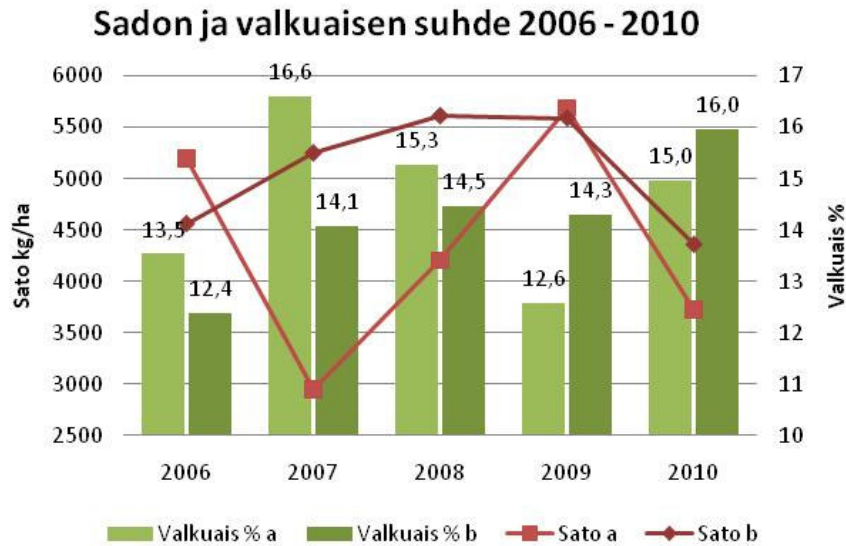
5.2 Sadon vaikutus valkuaisen määrään



Kuvio 13 lajikkeiden satojen keskiarvot

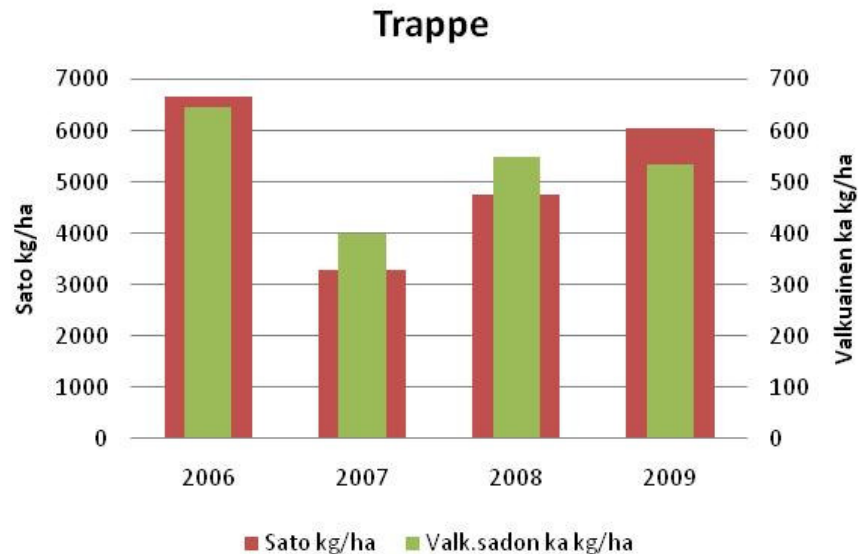
Koe A:ssa satotasot ovat vaihdelleet huomattavasti eri vuosina aina alle 3000 kg/ha yli 5500 kg/ha. Koe B:n satovaihtelut ovat hieman hillitympiä

ja jopa vuonna 2007 satotaso on ollut keskiarvojen perusteella yli 5000 kg/ha.



Kuvio 14 Sadon ja valkuaisen suhde vuosina 2006 – 2010

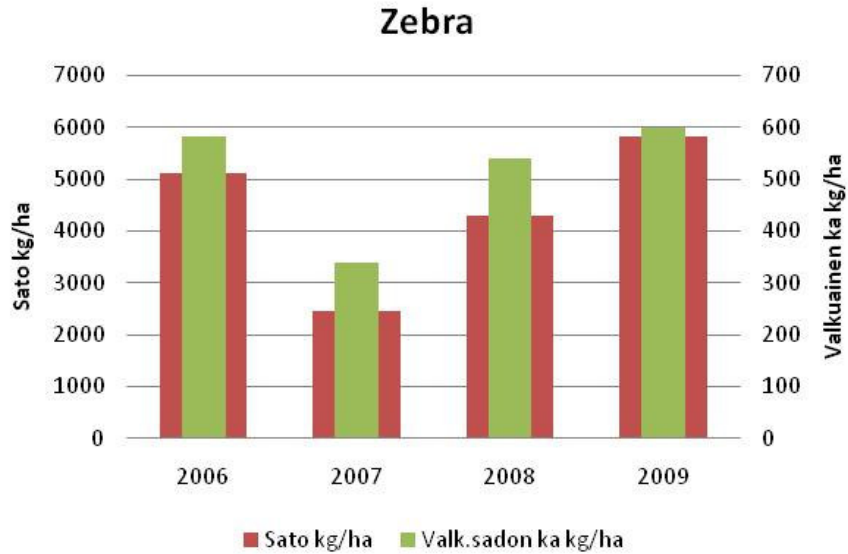
Keskiarvoisten satojen ja valkuaisen suhdetta vertailtaessa kumpikin koe osoittaa samansuuntaisia tuloksia. Selvimmin erot tulevat kuitenkin esille kokeen A tuloksista sillä kokeen B maalaji antoi tasaisemmat kasvuolosuhteet. Kun sato on ollut hyvä tai erinomainen, on valkuaisprosentti ollut matala. Sadon ollessa pieni valkuainen on ollut prosentuaalisesti korkea. Matalan satotason vuonna kevätvehnä on siis poikkeuksellisesti ollut varsin laadukasta valkuaisen suhteen ja päinvastoin.



Kuvio 15 Sadon ja valkuaisen suhde Trapella (koe A)

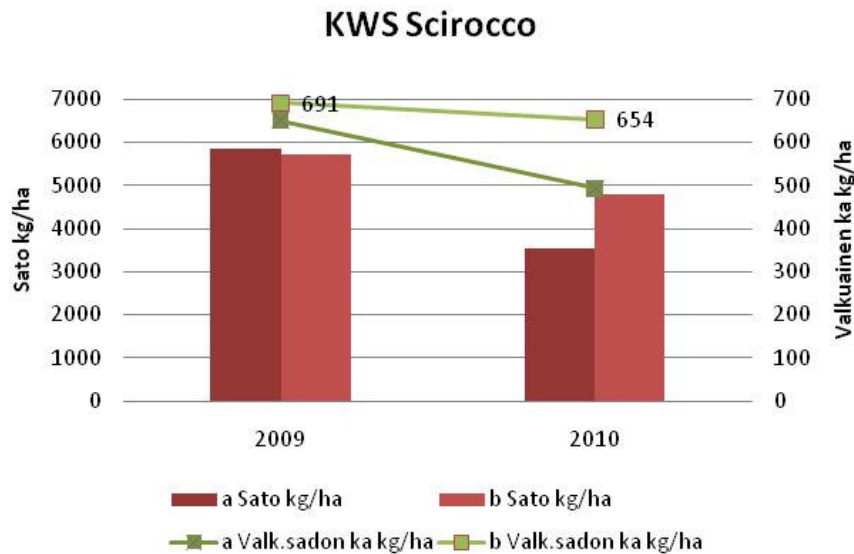
Lajikekohtaisessa vertailussa pystytään vertailemaan valkuaisen käyttäytymistä tarkemmin. Tässäkin kuvion 15 vertailussa lajikkeena on Trappe, jonka satotasot ovat vaihdelleet suuresti tarkkailujakson aikana, kun taas

valkuaiastaso on pysytellyt melko samalla tasolla romahtamatta tai kasvamatta rajusti. Suhteellisesti valkuainen reagoi siis vähemmän vuosittaisiin vaihteluihin. Sadon kasvaessa yli 6000 kg/ha, ei valkuainen ole enää nousut samassa suhteessa.



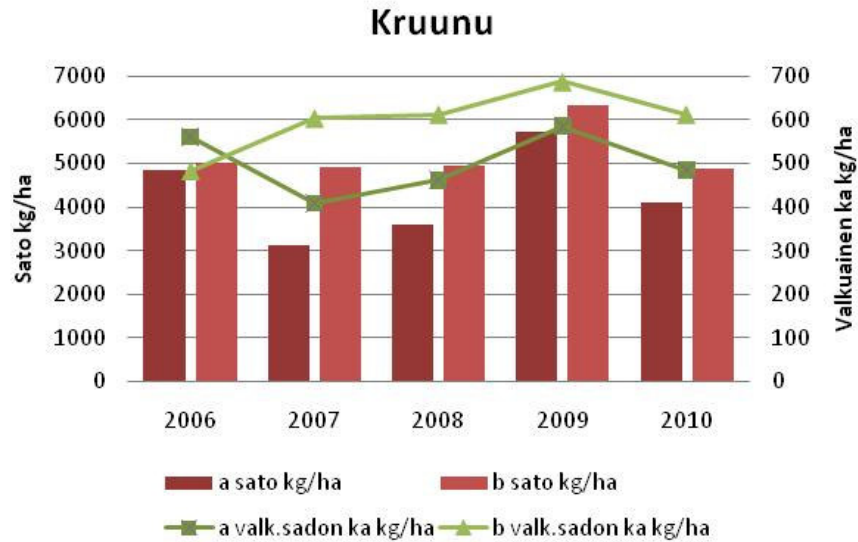
Kuvio 16 Sadon ja valkuaisen suhde Zebralla (koe A)

Zebran kohdalla kuviossa 16 on havaittavissa samat asiat kuin kuviossa 15 Trapen osalta. Zebralla tosin pienempien satotasojen vaikutuksesta, erot valkuaisen määrässä tulevat paremmin esille.



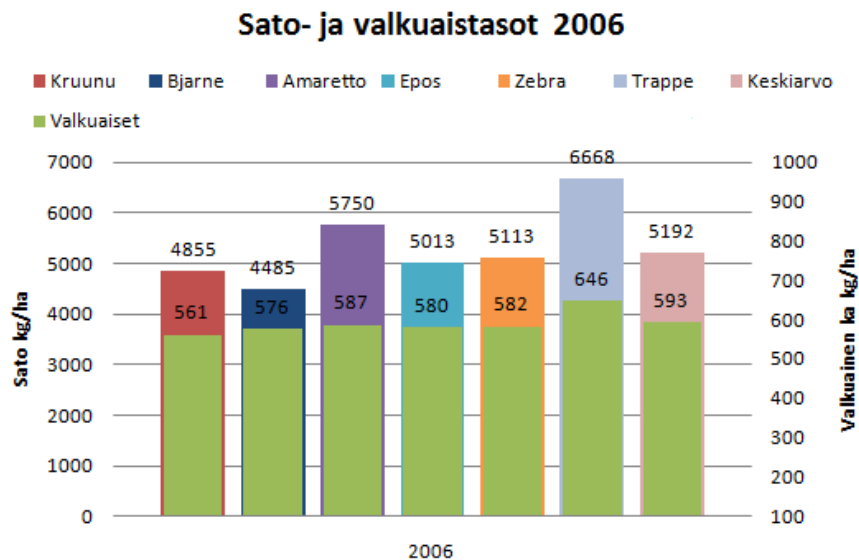
Kuvio 17 Sadon ja valkuaisen suhde Zebralla

Kuviosta 17 voidaan havaita uuden lajikkeen KWS Sciroccon hyvä potentiaali, lajikkeella on keskiarvoisesti 300 kg/ha parempi satotaso kuin Kruunulla ja silti valkuaispitoisuus erittäinkin korkea, jopa yli 650 ka kg/ha.



Kuvio 18 Sadon ja valkuaisen suhde Kruunulla

Valkuaisen ja sadon suhde selventyy tutkittaessa pitkään mukana olleen, korkealaatuisen Kruunu-kevävehnän tuloksia. Valkuaisen määrä sadossa seuraa suunnaltaan sadon määrää, mutta reagoi sadon suuriin muutoksiin hillitymmin, kuten 2007 ja 2010 vuosina voidaan selkeästi havaita koe a:n tuloksista.



Kuvio 19 Sato- ja valkuaiastasot 2006 (koe A)

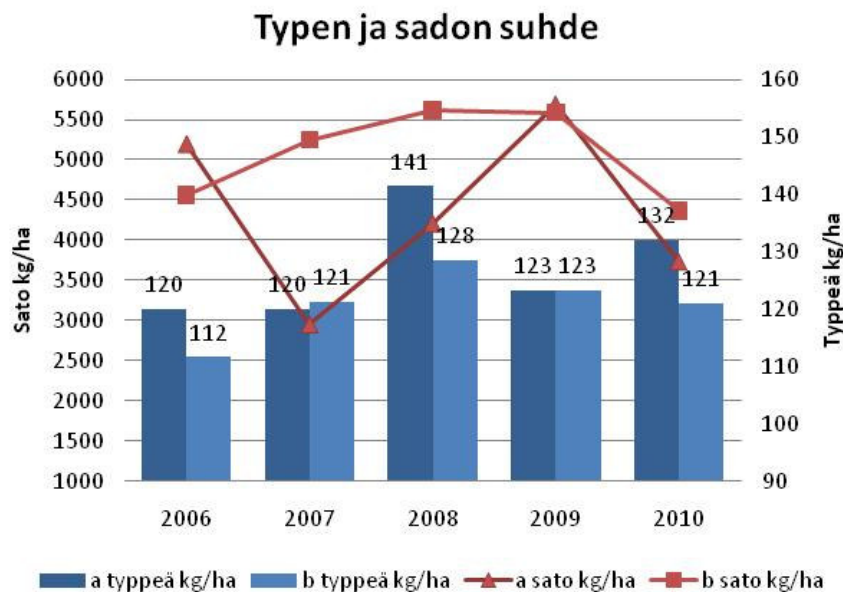
Kun koesarjan lajikkeita verrataan keskenään, ei voida olla huomaamatta valkuaiastasojen samansuuntaisuutta. Lannoitteena annetun tyyppien määrän ollessa kaikilla sama myös valkuainen on lähes samalla tasolla, vaikka lajikkeitten satoerot ovat suuria.

5.3 Typpilannoituksen vaikutus sadon ja valkuaisen määrään



Kuvio 20 Valkuaisen ja typen suhde valkuaisen keskiarvoilla

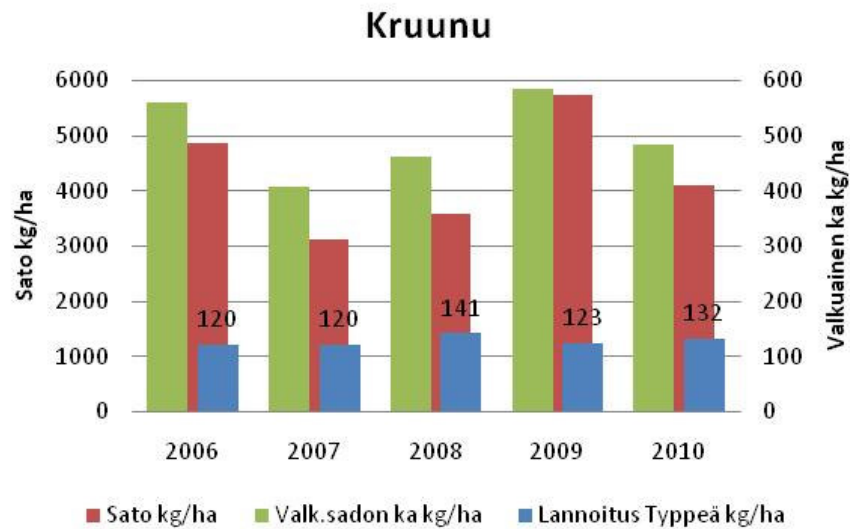
Kuviosta 20 voidaan havainnoida typen vaikutusta valkuaisen määrään. Huomio keskittyy valkuaisen riippumattomuuteen typen määrästä 120 kg/N/ha jälkeen. Kaaviosta tulee esille tässä kokeessa hukkaan menneen lannoituksen määrä, joka on taulukon mukaan kaikki yli 120 kg/N/ha.



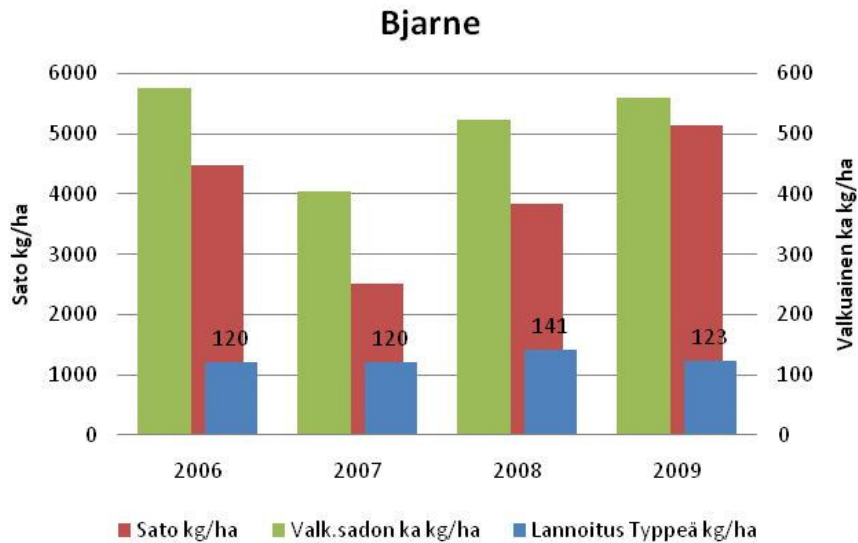
Kuvio 21 Typen ja sadon suhde satojen keskiarvoilla

Satotasojen vaihtelua ja typpilannoituksen määrää kuvaavasta kuviosta 21, voidaan havaita jonkinlainen optimitaso typpilannoitukselle. Tässä ko-

keessa sato ei enää 120 kg/N/ha jälkeen näytä kasvavan samassa suhteessa käytetyn tuotantopanoksen määrään.

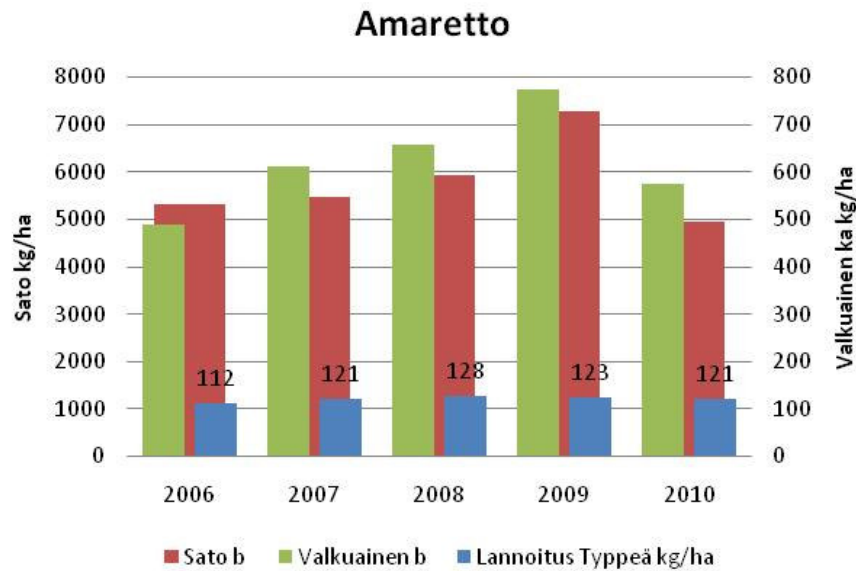


Kuvio 22 Typen vaikutus satoon ja valkuaiseen Kruunulla (koe A)

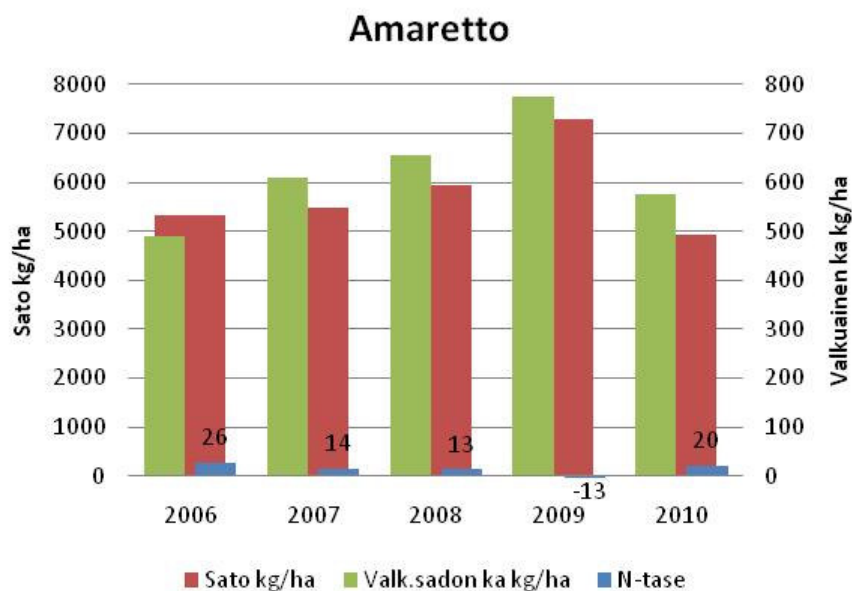


Kuvio 23 Typen vaikutus satoon ja valkuaiseen Bjarnella (koe A)

Korkea typpilannoitus antaa mahdollisuuden korkeaan satoon ja se edesauttaa korkean valkuaisen muodostumista, mutta kuten kuvioista 22 ja 23 on havaittavissa, se ei takaa kuin hyvän valkuais sadon. Sadon määrään vaikuttaa enemmän vuosittaiset säävaihtelut ja maaperätekijät.



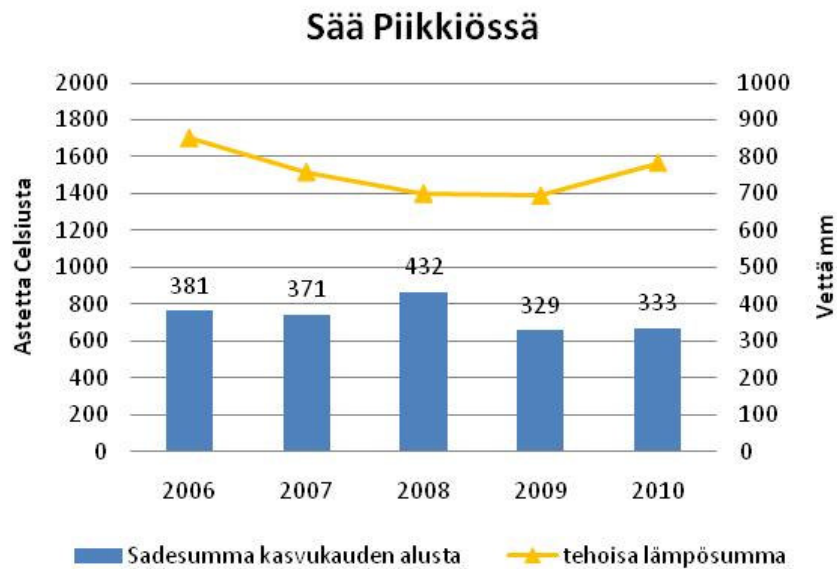
Kuvio 24 Typen vaikutus satoon ja valkuaiseen Amaretolla (koe B)



Kuvio 25 Tyypitase Amaretolla (koe B)

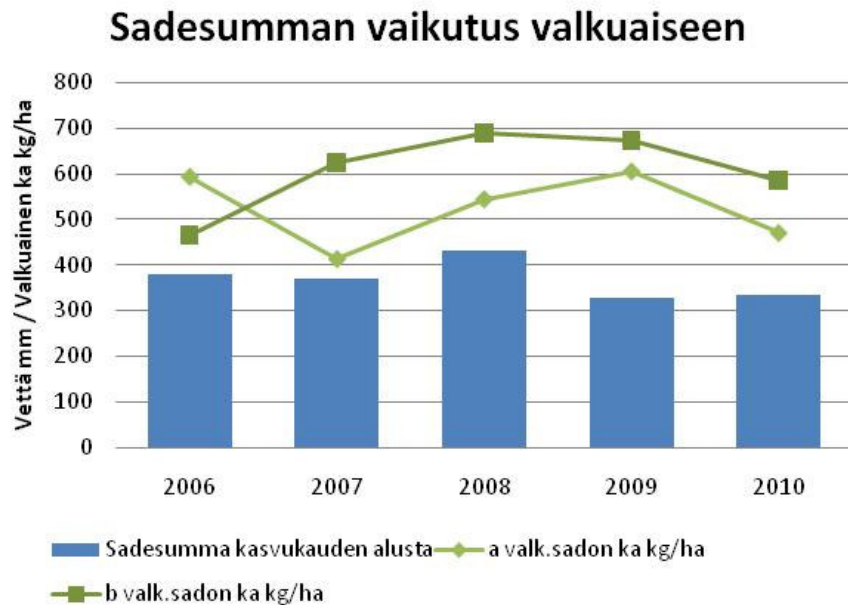
Kun seurataan lannoitetyypin hyväksikäyttöä N-taseen avulla, voidaan huomata kuinka 120-130 kg/N/ha tulee kokonaan käytetyksi vasta, kun kevätvehnän sato ylittää 7000 kg/ha. Koesarjasta Amaretto tuo typen hyväksikäytön kaavamaisuuden parhaiten esille.

5.4 Sään vaikutus valkuaiseen



Kuvio 26 Sää Piikkiössä

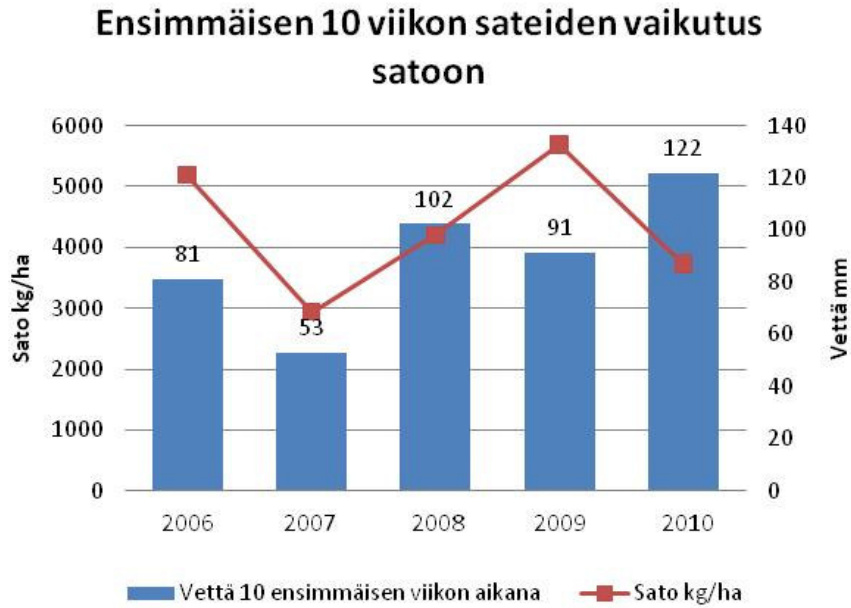
Kuten kuvista 26 voidaan havaita, Piikkiön sää on ollut melko tasaista, eikä koko kasvukauden tarkastelussa tule esiin suuria vuosittaisia vaihteluita. Tehoisa lämpösumma tekee vuodesta 2006 eteenpäin kevyen notkahduksen, nouden kuitenkin tarkastelujakson lopussa takaisin normaalille tasolle. Kasvukauden sadesummassa on vuosittaisia eroja, vuoden 2008 noustessa esille erittäin sateisena kasvukautena.



Kuvio 27 Sadesumman vaikutus valkuaiseen (valkuaisien keskiarvot)

Kuviosta 27 nähdään kasvukauden sadesumman vaikutukset kummankin koepaikan satojen valkuaisiin. Valkuainen tuntuu käyttäytyvän hieman ar-

vaamattomasti suhteutettuna sademääriin. Varsinkin vuosien 2006 ja 2007 sekä 2009 ja 2010 valkuaisen vaihteluiden ei voida sanoa johtuvat kasvukauden kokonaissademäärästä.



Kuvio 28 Ensimmäisen 10 viikon sateiden vaikutus satoon (satokeskiarvot koe A)

Tarkastellessa kasvukauden 10 ensimmäisen viikon sademääriä, tulkinta sateen vaikutuksesta satoon on aivan erilainen. Kuviosta 28, huomaa selvästi kuinka kasvukauden alun sateet vaikuttavat dramaattisesti sadonmuodostukseen. Tässä taulukossa tulee myös esille maalajin vaikutukset. Vuonna 2007 koe A:n herkästi poutivilla savimailla sato on jäänyt alkukesän kuivuuden takia vaatimattomaksi. Vuonna 2010 runsaat sateet taas laskivat satotasoja. Näin suuria vaikutuksia ei koe B:n tuloksissa ollut havaittavissa. Valkuaisista tehty samanlainen vertailu osoittaa samat vaihtelut.

6 PÄÄTELMÄT

Valkuaisen käyttäytyminen eri vuosina on ollut vaihtelevaa. Selviä johtopäätelmiä valkuaiseen vaikuttavista tekijöistä on vaikea tehdä, sillä suuri osatekijöiden määrä ja niiden väliset suhteet tekevät arvioinnista ja vertailusta todella hankalaa. Joitain tutkimuksessa ilmi tulleita tuloksia voidaan kuitenkin tuoda esille. Keskeisimmäksi vaikuttavaksi tekijäksi aineiston pohjalta voidaan mielestäni nostaa maaperä ja alkukesän sademäärä.

Aluksi maaperän vaikutusten tutkiminen aineistosta tuntui vaikealta, kun valkuaisen vuosittaisten vaihteluiden syyt eivät keskiarvoisesti riippuneet lajikkeesta, lannoituksesta eivätkä suoraan verrannollisesti sadon määrästäkään, niin sään ja maalajin yhteisvaikutus nousi yhä selvemmin vaikuttavaksi tekijäksi. Sään vaikutus niin lämpötilan kuin sateidenkin osalta on hyvin tarkasti riippuvainen myös kasvukauden ajankohdasta. Koesarjan aikana ei kasvukauden tehoisa lämpösumma vaihdellut vuosittain suuresti.

Lämpösumma aleni ensimmäisen 3 vuoden aikana tasaisesti yhteensä n. 300 astetta. Neljäntenä vuotena lämpösumman aleneminen pysähtyi ja viimeisenä vuotena se nousi n. 150 astetta. Vuotta 2008 lukuun ottamatta erot sadesummassakaan eivät olleet kuin nimellisiä. Huomattavin havainto tehtiin kun tutkittiin kasvukauden 10 ensimmäisen viikon sateiden määrän vaikutusta valkuaiseen ja satoon. Savimaalla kuivan alkukesän vaikutukset satoon ja valkuaiseen olivat selvät. A-kokeen savimaalla sateiden jäädessä noin puoleen normaalista, myös sato puolittui. Sama tapahtui myös sademäärän kasvaessa yli 100 mm ensimmäisen 10 viikon aikana. Typpilannoituksen huuhtoutuminen pois kasvin ulottuvilta vaikutti laskevasti satoon ja valkuaiseen. Lisäksi sadon vähenemiseen kuivana keväänä vaikutti myös A-kokeen savimaan herkkä poutiminen lämpösummaltaan normaalina vuotena. Paras sademäärä sadon ja tulevan valkuaisen muodostukselle ensimmäisten 10 viikon aikana oli 80 – 90 mm. Hämmentävintä oli huomata, ettei hietamaalla sijainnut koe B reagoinut juuri mitenkään suuriin sademäärän vaihteluihin. Maaperän ja sateen vaikutukset eivät koesarjan perusteella ole mitenkään yleistettävissä kaikille maalajeille.

Muilla kuin herkästi sään vaikutukselle alttiilla maalajeilla lajikkeen, lannoituksen ja sadon vaikutus valkuaisen määrän kasvoi. Koesarjassa lannoitus on pyritty pitämään mahdollisimman suurena ja samantasoisena kasvumahdollisuuksien varmistamiseksi. Tämän kokeen mukaan on kuitenkin havaittavissa, että melkein poikkeuksetta 120 kg/N/ha on noin 20 kg/N/ha liikaa kevätvehnille. Tämän havainnon vahvistavat typpitaseet, jotka vaihtelivat suuresti koesarjan eri lajikkeilla, mutta olivat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta 15 – 60 kg/ha lukemissa. Poikkeuksena voidaan mainita B kokeen Amaretto, joka tuotti vuonna 2009 7290 kg/ha jyväsatoa ja 775 kg/ha valkuaista, 123 kg:lla typpeä jättäen typpitaseen 13 kg/ha miinukselle. Poikkeus vahvistaa säännön ja tässä tapauksessa jopa yli 120 kg/N/ha olisi ollut perusteltua sillä valkuaisprosentti oli vain 12,5.

Lajikkeiden välisiä eroja ei tässä koesarjassa päässyt syntymään. Ainoastaan lajikkeet Trappe ja Amaretto erottuivat joukosta korkean satotasonsa ansiosta. Erittäin valkuaisköyhät ja valkuaisriikkaat lajikkeet eivät erottuneet joukosta, varsinkin kun hyvästä valkuaisistasosta tunnetusta Anniinasta ei saatu tarpeeksi koetuloksia.

Sato vaikuttaa valkuaisen määrään oleellisesti. Jos kasvilla ei ole ollut mahdollisuuksia tuottaa korkeaa satoa, ei myöskään valkuais-sato ole hyvä. Valkuaisen suhteellinen osuus sadosta voi olla kuitenkin erinomainen huonosta valkuaisen määrästä hehtaarilla riippumatta. Aineistosta on selvästi havaittavissa, että matalan satotason vuodet tuottavat poikkeuksetta laadukkaan sadon valkuaisen suhteen. Erinomaisena esimerkkinä tästä voidaan pitää kuivan kevään katovuotta 2007. Tällöin satotasot olivat kuuuusherkeemmällä mailla heikot mutta valkuais-% nousi keskiarvoisestikin yli 16 %:iin.

Lisätutkimukset valkuaiseen vaikuttavista tekijöistä olisivat toivottavia. Syiden ja seurausten pois sulkeminen helpottuisi nykyisestä. Kun kokeissa yritetään selvittää vähän kaikkea, ei yhden asian tarkastelu onnistu muut-

tujen määrän ollessa niin suuri. Eri maalajien ja vuosittaisten sademäärien sekä esikasvin vaikutukset erityisesti savimailla olisi mielenkiintoinen tutkimuskohde. Nykyisestä aineistosta ei pystynyt vertailemaan samojen esikasvien vaikutusta eri maalajeilla. Hietamaa tuottaa melkein poikkeuksetta hyvän sadon, joten savimailla järjestettävien kokeiden tutkimusta sekä mahdollisia ratkaisuja kuivuus- ja huuhtoutumisongelmiin olisi myös mukava saada.

LÄHTEET

Agrimarket, Kasvuohjelma, kevätvehnän sato- ja valkuaiskäyrät. Viitattu 9.3.2011. <http://www.agrimarket.fi/main.cfm?iA=253412>

Agrimarket, Kasvuohjelma, myllyvehnä. Viitattu 9.3.2011. http://www.agrimarket.fi/Liitetiedostot/Pics/k_vehna_tyyppisuositukset.jpg

Agrimarket, kasvuohjelma. Viitattu 8.3.2011. <http://www.agrimarket.fi/main.cfm?iO=118&MITdomain=http://www.agrimarket.fi/main.cfm;iO=118;iLa=12&MITappl=hm&MITform=docu&lajike=Anniina>

Biodiversiteetti eri viljelyjärjestelmissä. Juha Helenius, Helsingin yliopisto. Viitattu 15.2.2011. <http://www.smts.fi/MTP%20julkaisu%202002/esit/24helenius.pdf>

Direktiivi. EU-Komissio. Viitattu 15.2.2011. Komission direktiivi 93/28/ETY. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31993L0028:FI:HTML>

Evira. Viitattu 9.3.2011. <http://www.evira.fi/portal/>

Farmit.net, kasvitautien tunnistuskuvat. Farmit.net. Viitattu 9.3.2011. <http://www.farmit.net/kasvinviljely/kasvinsuojelu/kasvitaudit/tunnistuskuvat>

Farmit.net /Bernern kasvinsuojelu, viljan tuholaiset. Farmit.net. Viitattu 9.3.2011. <http://www.farmit.net/kasvinviljely/kasvinsuojelu/tuhoelaimet/tunnistuskuvat/viljan-tuholaiset>

Haavisto, Nikkola, Viljanmaa 2003. Kemia 2, Elämän kemia.

Haavisto, Nikkola, Viljanmaa 2003. Kemia 3, Alkuaineiden kemia.

Hyytiäinen, Hedman-Partanen, Hiltunen 1995. Kasvintuotanto 2.

Kasvilajikkeiden testaus Suomessa. MTT. Viitattu 15.2.2011. www.mtt.fi/lajikekokeet

Kasvuohjelma. Agrimarket. Viitattu 15.2.2011. <http://www.digipaper.fi/agrimarket/20726/>

Kevätvehnän kasvuohjelma. Farmit. Viitattu 15.2.2011. <http://www.farmit.net/kasvinviljely/kasvuohjelma/kevaetvehnae>

Kevätvehnän tasapainoinen kasvinsuojelu 2000. Kasvinsuojeluoppaat 5. Kasvinsuojeluseura.

Laatutekijät(2), Hehtolitraino. Evira. Viitattu 15.2.2011.
http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely_ja_tuotanto/viljan_laatu/laatutekijat/hehtolitraino/

Laatutekijät, Sakoluku. Evira. Viitattu 15.2.2011.
http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely_ja_tuotanto/viljan_laatu/laatutekijat/sakoluku/

Laatuviljan tuotanto 1999. Tieto tuottamaan 80. Maaseutukeskusten Liitto.

Leipä leveämmäksi. Leipä leveämmäksi 4/2010. Yara Suomi Oy.

Leipäviljan tuotanto 1989. Tieto tuottamaan 53. Maatalouskeskusten Liitto.

Maan rakenteen hoito. Tieto tuottamaan 98. ProAgria Keskusten Liitto.

Maataloustilastot. Matilda. Viitattu 15.2.2011.
http://www.maataloustilastot.fi/2000-luvun-pienin-viljasato-3-miljardia-kiloa_fi

Maatilan Pellervo. Viitattu 9.3.2011.
http://www.pellervo.fi/maatila/mp5_08/miinusruutu.htm

Pelto, Sakoluku. Tuorla. Viitattu 15.2.2011. <http://tuorla.v-smol.fi/pelto/sakoluku/>

Peltokasvien tuotanto 2008. Opetushallitus.

Peltokasvilajikkeet 2010. Tieto tuottamaan 131. ProAgria Keskusten Liitto.

Ravinteet kasvintuotannossa. Tieto tuottamaan 127. ProAgria Keskusten Liitto.

Rikki on tärkeä ravinne. Farmit.net. Viitattu 8.3.2011.
<http://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/ravinteiden-merkitys-ja-otto/rikki>

Rikki. Wikipedia. Viitattu 15.2.2011. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Rikki>

Robert Hay & John Porter 2006. The Physiology of Crop Yield SE. Blackwell Publishing Ltd.

Sadon laatu 2009. Vilja-alan yhteistyöryhmä. Viitattu 24.2.2011.
http://www.vyr.fi/www/fi/laatujaaturvallisuus/sadon_laatu_2009.php

Suoritusohjeet. MTT. Viitattu 15.2.2011.
<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/maaseutuyritys/palvelut/kasvintuotan->

[to/virallisetlajikekokeet/lajikekokeidentoteuttaminen/SUORITUSOHJEET_2010.pdf](#)

Sähköinen passi pelloille. AOK. Viitattu 15.2.2011.

<http://www.edu.vantaa.fi/vasamanet/sisalto/ruokakasvit/selityksia1.htm>.

Tike. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. Viitattu

9.3.2011. <http://www.mmmtike.fi/www/fi/>

Typpi ja fosforihuuhtoumat. MTT. Viitattu 15.2.2011.

<http://www.mtt.fi/met/pdf/met12.pdf>

Vehnäkauppa. Raisio. Viitattu 15.2.2011.

<http://www.raisio.com/modules/system/stdreq.aspx?P=2248&VID=default&SID=657455173036554&S=1&C=23507>

Vehnälajikkeiden leivontalaatu. MTT. Viitattu 15.2.2011.

<http://www.mtt.fi/asarja/pdf/asarja32.pdf>

Vehnän laatu. Evira. Viitattu 15.2.2011.

http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely_ ja_tuotanto/viljan_laatu/vehnalajikkeiden_laadun_arviointi/

Viljan valkuainen. Farmit. Viitattu 15.2.2011

<http://www.farmit.net/kasvinviljely/2010/03/04/viljan-valkuainen-muutakin-kuin-typpeae>

Viljaseula 2009. Evira. Viitattu 15.2.2011.

http://www.evira.fi/attachments/kasvintuotanto_ ja_rehut/vilja/viljaseula2009/viljaseula_2009_fi.pdf

Viljelyopas 2011. K-Maatalous. Viitattu 15.2.2011. http://www.k-maatalous.fi/palvelut/asiakkuus/Documents/Viljelyopas_2011.pdf

Viljelyratkaisu. Boreal Kasvinjalostus Oy. Viitattu 15.2.2011.

http://www.boreal.fi/lajikkeet/kuvat/aino_viljelyratkaisu_n.pdf

Vuoden 2010 pieni viljasato. Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Viitattu 24.2.2011.

<http://www.evira.fi/portal/fi/evira/ajankohtaista/arkisto/?bid=2373>

VYR.fi. Viitattu 9.3.2011. <http://www.vyr.fi/www/fi/index.php>

Yara. Viitattu 9.3.2011. <http://www.yara.fi/>

