



MTTK

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 8/87

RIITTA SEPPÄLÄ ja MARKKU KONTTURI
Kasvinviljelyosasto

Mallasohran reagointi typpilannoitukseen

TAINA KUISMA ja MARKKU KONTTURI
Kasvinviljelyosasto

**Typpilannoituksen vaikutus ohralajikkeiden
mallastuvuuteen**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 8/87

RIITTA SEPPÄLÄ ja MARKKU KONTTURI
Kasvinviljelyosasto

Mallasohran reagointi typpilannoitukseen

Sivu
1 - 66

TAINA KUISMA ja MARKKU KONTTURI
Kasvinviljelyosasto

Typpilannoituksen vaikutus ohralajikkeiden
mallastuvuuteen

67 - 134

Kasvinviljelyosasto
31600 JOKIOINEN
(916) 881 11

4	Mallasohralajikkeet	23
4.1	2- ja monitahoiset lajikkeet	24
4.2	Lajikkeen laatuominaisuudet	24
4.2.1	Valkuaispitoisuus	24
4.2.2	Itävyys	26
4.2.3	Jyvän koko	26
4.3	Lajikkeen viljelyominaisuudet	27
4.3.1	Viljelykelpoisuus	27
4.3.2	Korrenlujuus	27
4.3.3	Happamuudensietokyky	26

II KOKEELLINEN OSA

1	Aineisto ja menetelmät	28
1.1	Kokeen tarkoitus	28
1.2	Koejäsenet	28
1.2.1	Typpilannoitus	28
1.2.2	Lajikkeet	28
1.3	Kenttäkokeet	30
1.3.1	Koepaikat, maaperä ja esikasvi	30
1.3.2	Kokeen perustaminen, hoito ja havainnot	32
1.3.3	Laatumääritykset	32
1.4	Tulosten tilastollinen käsittely	33
1.5	Sääolot	34
2	Tulokset	36
2.1	Kasvu ja kehitys	37
2.1.1	Orastuminen	37
2.1.2	Kasvuaika	37
2.1.3	Korrenpituus ja lakoutuminen	38
2.2	Jyväsato	38
2.3	Valkuaispitoisuus ja valkuaissato	42
2.4	Jyvän ulkoiset ominaisuudet	46
2.4.1	1000 jyvän paino ja hehtolitrapaino	46
2.4.2	Lajitteluaste ja täysjyväisyys	47
2.5	Itävyys	50
3	Tulosten tarkastelu	51
3.1	Orastuminen ja kasvuaika	51
3.2	Korrenpituus ja lakoutuminen	51
3.3	Jyväsato	52
3.4	Valkuaispitoisuus ja valkuaissato	53
3.5	1000 jyvän paino ja hehtolitrapaino	55
3.6	Lajitteluaste ja täysjyväsato	55
3.7	Itävyys	56
3.8	Lajikkeet	56

KIRJALLISUUSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

Vuosina 1982 - 1984 järjestettiin Maatalouden tutkimuskeskuksen koepaikalla koesarja, jossa selvitettiin viljelyolojen, etenkin typpilannoituksen, vaikutusta eri mallasohralajikkeiden satoon, valkuaispitoisuuteen ja muihin laatuominaisuuksiin. Typpilannoitusmäärät olivat 50, 75 ja 100 kiloa typpeä hehtaarille. Tutkitut lajikkeet olivat 2-tahoiset Ingrid, Kustaa, Aramir, Ida, Harry, Patty ja Welam, sekä monitahoiset Pokko, Kilta ja Pirkka. Kokeella pyrittiin myös saamaan selville ns. jäännöstypen määrän vaikutus mallasohran lannoitustarpeeseen.

Kasvuaika piteni ja lakoisuus lisääntyi merkitsevästi typpilannoituksen lisääntyessä. 2-tahoisten korsi oli selvästi lyhyempi kuin monitahoisten ja siten myös vähemmän laossa. Ingrid oli 2-tahoisista eniten laossa ja Kustaa vähiten. Monitahoisista Pirkka oli ylivoimaisesti eniten laossa. Lakoutuminen aiheutti valkuaispitoisuuden lisääntymistä ja jyvien koon pienenemistä.

Typpilannoitus lisäsi jyvä- ja valkuaispitoisuutta, mutta sadon kasvu väheni yleensä typpilannoituksen lisääntyessä. Patty, Harry ja Kustaa olivat satoisimmat ja niiden valkuaispitoisuudet olivat turvallisen alhaisia. 2-tahoisista Aramirin ja monitahoisista Pirkan jyväsato oli huonoin. Ingridin ja Welamin typen hyväksikäyttökyky oli heikko. 2-tahoisista Idan valkuaispitoisuus ja valkuaispitoisuus olivat suurimmat. Aramirin valkuaispitoisuus oli heikoin, vaikka sen valkuaispitoisuus oli eräillä koepaikoilla jopa arveluttavan korkea. Pirkan valkuaispitoisuus oli suurempi kuin minkään muun lajikkeen.

1000 jyvän paino ja hehtolitrapaino olivat selvästi lajikeominaisuuksia. Esim. Harryn erityispiirteenä oli suuri jyvän koko, mutta sen hehtolitrapaino oli pieni. Typpilannoituksella ei ollut merkitystä 1000 jyvän painoon, mutta hehtolitrapaino aleni hieman typpilannoituksen lisääntyessä.

Typpilannoitus pienensi täysjyväisyyttä, mutta täysjyväsato parani yleensä typpilannoitusta lisättäessä, koska jyväsatoakin kasvoi. 2-tahoisten jyvät olivat kooltaan selvästi suurempia kuin monitahoisten. Aramirin ja Kustaan täysjyväisyydet olivat parhaimmat ja Pattyn täysjyväsato suurin. Typpilannoitus ei vaikuttanut itävyyteen ja lajikkeiden väliset itävyyden erot olivat pieniä.

Patty, Kustaa ja Harry olivat parhaimmat 2-tahoiset lajikkeet sekä jyväsadoltaan että laatuominaisuuksiltaan. Monitahoisista Pokko ja Kilta olivat tasavertaisia.

Jäännöstyyppi, etenkin nitraattityppi, paransi yleensä jyväsatoa, mutta vaikutti vielä selvemmin valkuaispitoisuuteen. Jäännöstyppimäärät olivat kuitenkin keskimäärin pieniä, eikä niiden perusteella saatu selvää näyttöä jäännöstyppimittausten laajemman käyttöönoton kannattavuudesta.

Tutkimuksen tulosten pohjalta tehtiin kullekin lajikkeelle typpilannoitussuositus jyväsadon, lakoutumisalttiuden, valkuaispitoisuuden ja täysjyväisyyden perusteella.

Taulukko 1. Eri lajikkeiden typpilannoitussuositukset kg/ha

Lajike	Perusteet				SUOSITUS kg/ha
	Jyväsato	Korren- lujuus	Valkuais- pitoisuus	Täys- jyväsato	
Ingrid	75	65	80	ei	65 - 80
Kustaa	100	100	100	asetta	80 - 100
Aramir	85	90	80	rajoi-	80 - 90
Ida	100	100	80	tuksia	80 - 100
Harry	100	90	100	mil-	90 - 100
Patty	100	85	100	lään	85 - 100
Welam	85	75	90	lajik- keella	75 - 90
Pokko	95	85	-	100	85 - 95
Kilta	90	85	-	kg:aan	85 - 90
Pirkka	80	50	-	N/ha asti	50 - 80

JOHDANTO

Ohra soveltuu viljelyominaisuuksiltaan hyvin Suomen ilmastoon, ja sen viljelypinta-ala on viljalajeistamme suurin, vuosittain 500 000 - 600 000 hehtaaria. Suurin osa, noin 80 % ohrasadosta käytetään rehuviljana. Mallasteollisuus käyttää vuosittain 150 000 tonnia ohraa, mikä on noin 10 % ohrasadosta. Viidenneksen rehuohraa korkeamman hinnan vuoksi mallasohran taloudellinen merkitys on huomattavasti sato-osuutta suurempi.

Olutmaltaan valmistukseen käytetään Suomessa yleensä kaksitahoisia ohria. Monitahoisten käyttöä tavanomaisessa mallastuksessa hankaloittaa niiden epätasainen jyväkoko ja usein korkea roska-jyvien osuus. Korkean entsyymiaktiivisuuden tuottavia monitahoisia ohria käytetään viskin valmistukseen kotimaassa ja viedään ulkomaille, missä niitä käytetään entsyymien lähteenä raakaviljaa mallastettaessa.

Ohran satoon ja mallastavuuteen vaikuttavat sääolot, kasvupaikka, lajike ja viljelytoimet. Erityisesti lajikevalinnalla ja typpilannoitusmäärällä voidaan vaikuttaa mallasohran satoon ja laatuun. Rehuohran viljelyssä tärkeän proteiinipitoisuuden ja mallastuksen tärkeän uutepitoisuuden välillä vallitsee selvä negatiivinen riippuvuus. Pyrittäessä kohottamaan jyväsatoa typpilannoitusta lisäämällä ohran mallastuvuus yleensä heikkenee, muutoksen nopeus riippuu kuitenkin lajikkeesta ja kasvuoloista.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää typpilannoitusmäärän vaikutusta ohralajikkeiden satoon ja mallastavuuteen Etelä- ja Länsi-Suomessa. Samalla tutkittiin maassa olevan jäämätyypen vaikutusta mallasohran typpilannoitustarpeeseen. Puolet mukana olleista lajikkeista oli ulkomaista alkuperää ja toinen puoli kotimaassa yleisesti viljeltyjä lajikkeita. Typpilannoitusmäärät olivat suunnilleen tavanomaisen mallasohran typpilannoitusmäärä sekä selvästi niukka ja runsas typpimäärä. Koepaikat edustivat oloiltaan vaihtelevia kasvupaikkoja ja sääoloja.

Tämän tiedotteen tulokset ovat ensimmäinen osaraportti vuonna 1982 alkaneesta mallasohran viljelyteknisestä tutkimuksesta, joka on rahoitettu maa- ja metsätalousministeriön yhteistutkimusmäärärahoihin ja mallastamoilta saaduista lahjoituksista. Raportti käsittää vuodet 1982 - 1985 ja perustuu kahteen tulosaineistosta tehtyyn kasvinviljelytieteen pro gradu-työhön. Tiedotteen ensimmäisessä osassa selvitetään typpilannoituksen vaikutusta mallasohran viljely- ja laatuominaisuuksiin. Tiedotteen toisessa osassa selvitetään typpilannoituksen vaikutusta mallasohran mallastuslaatuun.

I KIRJALLISUUSOSA

1. Mallasohran erityisvaatimukset

Mallastajat vaativat raaka-aineekseen ohraa, joka itää tasaisesti, mallastuu nopeasti ja josta he saavat mahdollisimman korkean mallastussaannon. Lisäksi ohralta vaaditaan, että siitä valmistetusta maltaasta edullisesti saadaan laadukasta olutta tai viskiä.

1.1 Laatuvaatimukset

Mallasohran viljelysopimuksissa on esitetty seuraavat laatuvaatimukset: Toimitetun ohran tulee olla täysin lajikepuhdasta, hyvin tuleentuneena korjattua, varovasti puitua, vapaata homeesta ja vieraasta hajusta sekä ulkonäöltään, väriltään ja maultaan tervettä ja näytteen mukaista. Ohran tulee täyttää seuraavat erityisvaatimukset:

- Itävyys: Vähintään 92 % . Pellolla itäneiden jyvien määrä vähennetään itävyydestä, mutta niitä ei saa laskea jätteisiin.
- Valkuaispitoisuus: Kaksitahoinen ohra; enintään 12,5 %, erityistarkoitukseen enintään 13,0 %. Monitahoinen ohra; ei valkuaisrajaa.
- Lajittelu: Lajitteet I + II (yli 2,8 mm ja 2,5 - 2,8 mm): vähintään 85 % kosteuden ollessa 15 %, jätteitä (lajite IV) korkeintaan 5 %.
- Kosteus korkeintaan 15 %.
- Lajikepuhtaus vähintään 95 %.

Mallasohran hinnoittelussa otetaan analyysiarvot huomioon. (ENARI JA MÄKINEN 1983, PAJUNEN 1983).

1.2 Laatuvaatimusten syyt

1.2.1 Valkuaispitoisuus

Ohra koostuu pääasiallisesti tärkkelyksestä ja valkuaisesta. Mallastuksen tavoitteena on tärkkelyksen ja proteiinien osittainen hajottaminen. Korkea valkuaispitoisuus on panimomaltille, jotka ovat yleensä 2-tahoisia lajikkeita, haitallinen ominaisuus sekä taloudellisessa että laadullisessa mielessä. Mitä enemmän ohrassa on valkuaisia sitä vähemmän siinä on tärkkelystä. Mal-

taan tärkkelyspitoisuuden mittana on maltaan uutepitoisuus, joka mittaa tärkkelyksen hyväksikäytettävyyttä, eli pääasiallisesti tärkkelyspitoisuutta. Tärkkelyksestä saadaan, sen hajotessa entsyymien vaikutuksesta panimossa, vierteeseen käymiskelpoiset sokerit. Niiden määrä on panimon kannalta taloudellisesti tärkein ominaisuus mallasta ostettaessa. (ENARI 1972, ENARI JA MÄKINEN 1983, PAJUNEN 1983).

Olutmallasohran sopivin valkuaispitoisuus on 10 - 11 % kuiva-aineesta. Entsyymimaltaalle korkea valkuaispitoisuus on taas eduksi, sillä hyvät entsyymiominaisuudet kytkeytyvät yleensä runsaaseen valkuaiseen. Näitä maltaita käytetäänkin ensisijaisesti entsyymilähteinä ja tärkkelys saadaan jostakin halvemmasta lähteestä. (ENARI JA MÄKINEN 1983.)

1.2.2 Itävyys

Itävyys on koko mallastuksen perusedellytys. Maltaiden entsyymit, joita tarvitaan mäsäyksessä tärkkelyksen ja proteiinien hajottamiseen, muodostuvat ohran itämisessä. Itämättömät jyvät homehtuvat helposti mallastuksessa ja saattavat pilata koko mallaserän. Tähkäidäntä vähentää korjattujen jyvien itävyyttä ja pellolla itäneiden ohrajyvien määrä vähennetäänkin itävyydestä (ENARI 1972).

1.2.3 Jyvien koko ja ulkonäkö

Mallastukseen kelpaavien kokoluokkien osuus eli ns. täysjyväisyys (yli 2,5 mm) osoittaa ohran laatua. Kookkaiden jyvien valkuaispitoisuus on yleensä alhainen ja siten tärkkelyspitoisuus korkea, jauhautuvuus hyvä, kuoren osuus vähäinen ja niistä saadaan parempi uutesaanto kuin pienistä jyvistä. (BRIGGS 1978, MORGAN JA RIGGS 1980, PAJUNEN 1983.) Tavoitteena on, että viljaerästä 50 % olisi jyväkooltaan yli 2,8 mm (SCHILDBACH 1981).

Suuri jyvätkoko merkitsee myös nopeampaa mallastumista, mikä osaltaan parantaa mallastamoiden käsittelykapasiteettia. Tämä kuitenkin edellyttää, että koko mallastettava erä on jyväkooltaan suurta (PAJUNEN 1983). Jos ohra on kovin epätasaista jyvä-

kooltaan on myös itäminen ja siten myös möyhentyminen epätasaisesti (ENARI JA MÄKINEN 1983). Jyvän koko vaihtelee vuosittain ja kasvupaikoittain.

Tuhannen jyvän painoa ja hehtolitrapainoa ei käytetä mallasohran laadun mittana, mutta ne antavat karkean kuvan viljan laadusta ja kunnosta. Niiden riippuvuus toisiinsa sekä täysjyväisyyteen on positiivinen. Suuri tilavuuspaino on merkinä hyvin täyttyneestä ja moitteettomasti tuleentuneista jyvistä. Alhainen tilavuuspaino osoittaa jyvän tuleentumisessa tai täyttymisessä sellaisia puutteita, jotka alentavat sen käyttöarvoa. Tuhannen jyvän paino ja hehtolitrapaino ovat lajikeominaisuuksia, joihin viljelysteknikka ja sääolot vaikuttavat.

Ohut kuori on mallasohran etu, sillä näin tuottamattoman jätteen määrä jää vähäiseksi. Jyvän kuoren pieni osuus vähentää kuoresta liukenevien aineiden ja vierteen siiviläkuormituksen määrää (PAJUNEN 1983). Toisaalta, kun sato usein joudutaan korjaamaan vaikeissa sääoloissa, ohutkuoriset ohrat vioittuvat herkemmin kuin paksukuoriset ja huonontavat ohran mallastuslaatua.

1.2.4 Lajikepuhtaus

Eri ohralajikkeilla on erilainen luontainen mallastumisnopeus ja mallastettaessa eri ohralajikkeita sekaisin saattaa maltaan möyhentyminen edetä hyvinkin eri tahtia johtaen ongelmiin panimossa (PAJUNEN 1983). Lajikepuhtauteen sisältyy vaatimus, että ohran on oltava mallasohraksi hyväksyttyä lajiketta. Lajikevaatimuksella pyritään takaamaan ohran sopivuus, toisin sanoen se korvaa tavallaan suuren joukon määrityksiä, joita ei käytännössä voida tehdä joka ohraerästä (ENARI JA MÄKINEN 1983).

2 Sään vaikutus satoon ja laatuun

Ympäristötekijät, kuten valoisuus, maan kosteus sekä kasvukauden lämpötila ja sademäärä aiheuttavat suurimmat mallasohran sadon (KIVISAARI JA LARPES 1983) ja laadun vaihtelut (PETERSON JA FOSTER 1973, DUDAS JA PELIKAN 1982, MAUNULA 1983) ja ovat useimmiten syynä mallasohraerien hylkäämiseen (MORGAN JA RIGGS 1980). Ympäristötekijät vaikuttavat etenkin sadon määrään, valkuaispi-

toisuuteen, jyvien kokoon, kosteuteen ja itävyyteen.

2.1 Lämpötila

Lämpötila on yksi mallasohran laatuun eniten vaikuttavia seikkoja. Merkittävää sadon laadun ja määrän kannalta on myös se, miten lämpötilan muutokset ajoittuvat ohran eri kehitysvaiheisiin. Lämmin kevät ja sopivat kosteusolot mahdollistavat aikaisen kylvön ja itämisen alkamisen. Viileä jakso alkukesästä ohran versomisvaiheessa edistää versomista ja vähentää pituuskasvua, mikä on edullista runsaan sadon muodostumiselle. (MAUNULA 1983.) Jyvän paino laskee, jos ohran jyvän täyttyminen on nopea (LANG 1966, AUFHAMMER ja LANG 1967). TALVITIE ja LALLUKKA (1973) selittivät korkean lämpötilan kiihdyttävän hengitystä, jolloin nettoassimilaatio jää pieneksi, sekä lyhentävän aikaa, jolloin jyvä muodostuu. Koska nopearytmisen, kuiva ja kuuma kasvukausi lyhentää jyvän täyttymisvaihetta, jää sato pieneksi, mutta sen valkuaispitoisuus muodostuu suureksi. (STRAND 1953, SPENNEMANN 1966, AUFHAMMER ja LANG 1967, TALVITIE ja LALLUKKA 1973). Sopivan lämmän ja kuivan tuleentumis- ja puintikausi heinä- elokuussa takaa kunnolla kypsyneen ohrasadon (MAUNULA 1983).

2.2 Sademäärä

Maltaan laadun ja ohrasadon määrän kannalta on sateiden ajoittumisella vähintäänkin yhtä suuri merkitys kuin lämpötilasummalla (BRANDENBURGER 1961, MAUNULA 1983). POHJANHEIMO (1959) mukaan sadeoloilla on ratkaisevampi merkitys sadon määrään kuin lämpötilalla. On kuitenkin huomattava, että yleensä jos on sateista, on myös lämpötila alhaisempi (SPENNEMANN 1966).

Koska vedentarve on suuri ennen tähkimistä, on kesäkuun sademäärä ratkaiseva (POHJANHEIMO 1959, HOOLI 1971). Jos kylvön ja tähkänmuodostuksen alun välillä sataa melko paljon, mutta tasaisesti, saadaan alhainen valkuaispitoisuus (SPENNEMANN 1966). Runsaat sateet ennen ja jälkeen tähkimisen nostavat jyvän painoa (KREUTZ 1961, LAWLOR ym. 1981). Tähkälletulon jälkeiset sateet pidentävät kasvukautta (POHJANHEIMO 1959) ja nostavat valkuaispitoisuutta (SPENNEMANN 1966, MAUNULA 1983). Kun tuleentumisjakso on kuiva, saadaan puitua hyvälaatuista mallasohraa.

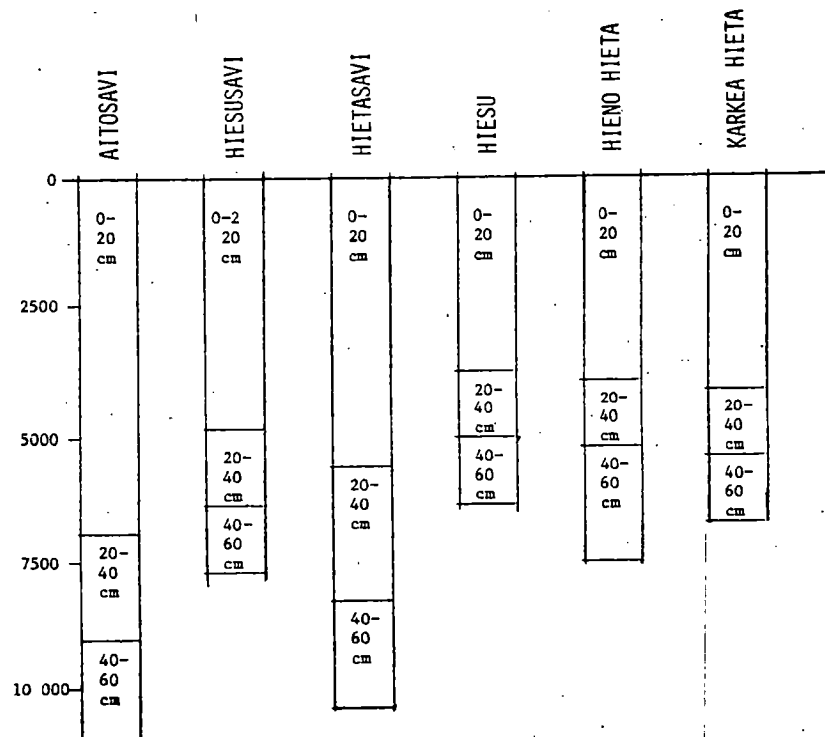
Maan kosteudella on ratkaiseva vaikutus viljan typensaantiin ja typenottoon (STREBEL ym. 1980). Kuivassa maassa typpi ei liiku juurten ulottuville, eikä kasvin juuriston typenotto toimi tehokkaasti (POHJANHEIMO JA HEINONEN 1960, KAILA JA ELONEN 1970, CAMPBELL ym. 1977). Vaikka kasvi saisikin vettä syvemmistä maakerroksista, sen juuristo ei pysty ottamaan kuivassa maan pinta-kerroksessa olevaa typpeä ja kasvu heikkenee (REHATTA ym. 1979).

3 Typen vaikutus satoon ja laatuun

3.1 Maan mineraalityppi

Maan mineraalityypellä tarkoitetaan maassa keväällä jäljellä olevaa jäämätyppeä, lannoitetyppeä sekä kasvukauden aikana vapautuvaa typpeä.

3.1.1 Maan typpivarat



Kuvio 1. Maan kokonaistyppi kg/ha kerroksittain (SIPPOLA 1981).

Lannoitustarvetta määritettäessä olisi tiedettävä maan omat typpivarat. Maan tyypestä on valtaosa, useita tuhansia kiloja hehtaarilla, sitoutuneena eloperäisessä aineksessa (kuvio 1). Elo-

peräisten maiden typpipitoisuus on yleensä huomattavasti suurempi kuin kivennäismaiden. Vuotuinen typpilannoitus ja orgaanisesta aineksesta mineralisoituva ammoniumtyppi (NH_4^+), osin nitraattitypeksi (NO_3^-) nitrifioituneena, muodostavat kasveille käyttökelpoisen typen varaston maassa, koska kasvit ottavat typen maasta ammonium- ja nitraattityppinä. Molemmat ovat kasveille yhtä käyttökelpoisia, mutta kasvit ottavat typen yleensä nitraattimuodossa, koska maan typpi säilyy ammoniummuodossa vain vähän aikaa (HAUMANN 1978). Typpihäviöitä aiheuttavat haihtuminen, denitrifikaatio, huuhtoutuminen ja immobilisaatio.

Maan luontainen kasveille käyttökelpoinen typpivarasto voidaan jakaa kahteen osaan;

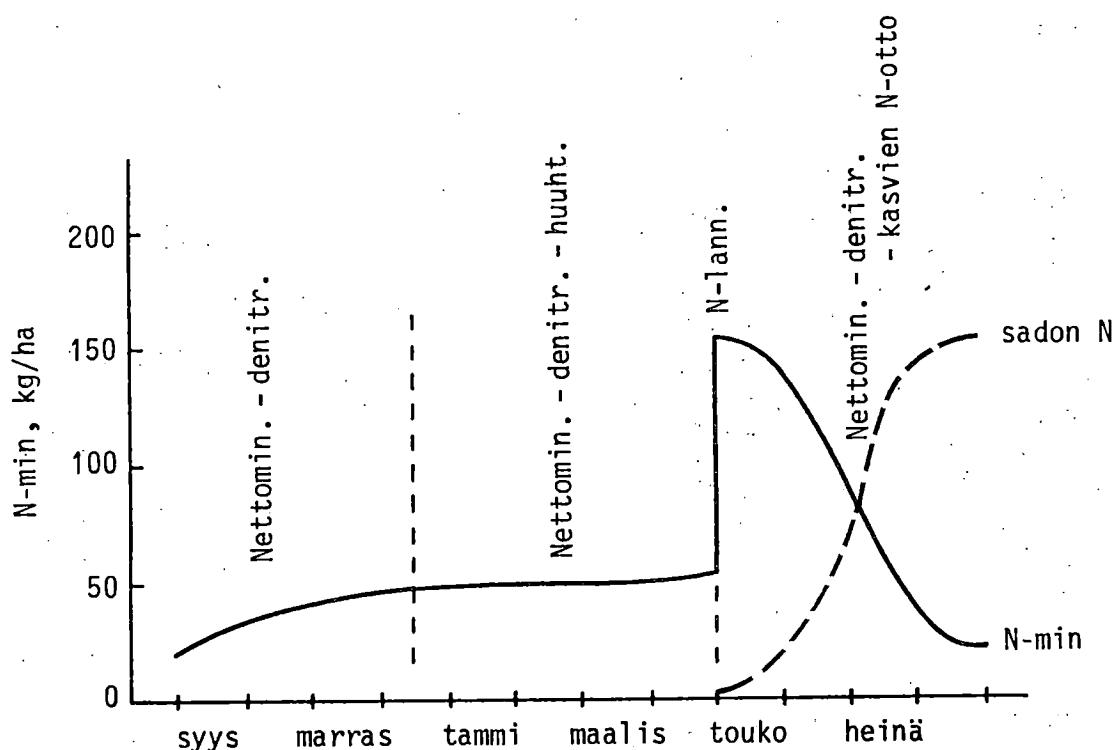
-mineraalityyppeen juurivyöhykkeessä kasvukauden alussa (N_{min}) ja -kasvukauden aikana mineralisoituvaan typpien (BÖHMER ym. 1977, WEHRMANN ja SCHARPF 1979, SPIERTZ ja DE VOS 1983). BÖHMERin ym. (1977) mukaan kasvukauden alun mineraalityppimäärän ja kasvukauden aikana mineralisoituneen typen välillä on vain heikko korrelaatio. Sen sijaan korrelaatio kasvukauden alun mineraalityypen ja maan kokonaistypymäärän välillä on merkitsevä.

Suomessa ei typpeä talvella mineralisoidu kuten esim. Keski-Euroopassa, koska Suomen talvi on ankara ja maa on roudassa useita kuukausia. Typpeä saattaa haihtua tai huuhtoutua sulavan lumen mukana. (LINDEN 1979.) Sen sijaan maan orgaanisesta typpi-varastosta huomattava osa saattaa muuttua mineraalitypeksi kasvukauden aikana. JANSSONin (1977) mukaan noin 1 % muokkauskerroksen typpivarastosta, eli noin 50 kg/ha, muuttuu mineraalitypeksi kasvukauden aikana.

Typen mineralisoituminen kasvukauden aikana voidaan laskea seuraavasti (vrt. kuvio 2):

Sadon N-otto + N_{min} varasto syksyllä (0 - 90 cm)
 - N_{min} varasto keväällä ennen kylvöä (0 - 90 cm)
 - lannoite-N (LINDEN ja NOUNO 1983).

Yleensä typenotto on kasvukauden aikana suurempaa kuin mineralisaatio, joten mineraalityypen varasto tyhjentyy nopeasti maassa (SPIERTZ ja DE VOS 1983).



Kuvio 2. Mineraalityypen vaihtelut vuoden aikana juurivyöhykkeessä viljan viljelyssä Keski-Ruotsissa (JANSSON 1983).

3.1.2 Mineraalityypen määrään vaikuttavia tekijöitä

Kasveille käyttökelpoisen mineraalityypen määrä maassa vaihtelee eri vuosina. Tähän vaikuttavat maan ominaisuudet, viljelyolot ja sää. Maan ominaisuuksista tärkeimmät ovat maalaji, pH, maan lämpötila, humuspitoisuus ja ilmanvaihto. (HAUMANN 1978, YLÄRANTA ja MÄNTYLÄHTI 1981.)

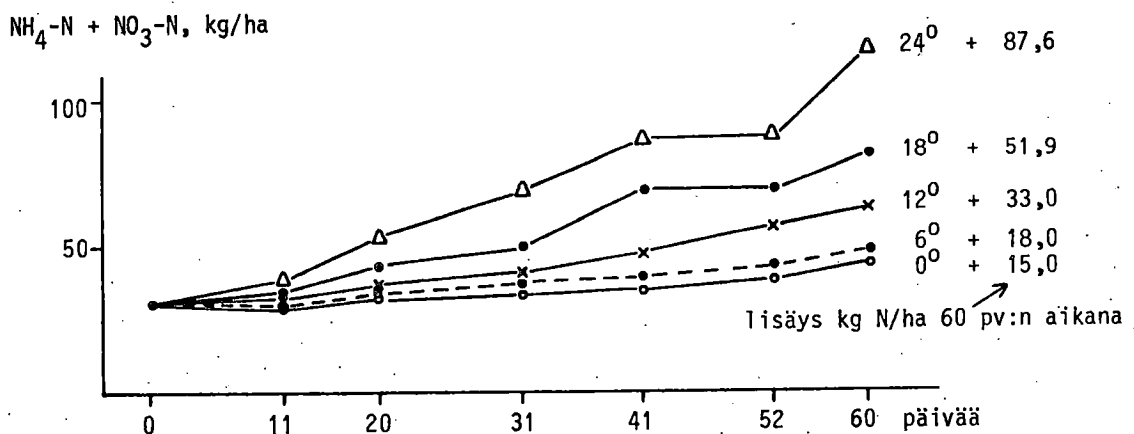
SIPPOLAN (1985 b) kokeissa vuosien välinen vaihtelu mineraalityypen määrissä samalla koepaikalla oli kasvukausien alussa vähäistä, keskimäärin ± 6 kg/ha metrin kerroksessa. Määrät olivat pienimmät savimaissa vaihdellen neljänä keväänä 18 - 40 kg/ha metrin kerroksessa savimaalajista riippuen. Hiesumaalla mineraalityyppiä oli jonkin verran enemmän, 42 - 53 kg/ha, ja turvemaalla sen määrä oli suurin, 45 - 78 kg/ha. Nämä määrät ovat pieniä verrattuna lämpimämmän ilmaston alueisiin.

Pienimmät jäämätypimäärät sadonkorjuun jälkeen syksyllä on savimaissa, joissa juuriston kehitys on voimakasta ja sen seurauksena tyyppiä otetaan hyvinkin syväältä maasta (jopa 1 - 1,5

metristä). Sen sijaan karkeammissa kivennäismaissa, kuten hieta-
maissa, jää 60 cm:ä syvemmällä oleva mineraalityppi osin käyttä-
mättä. (YLÄRANTA JA MÄNTYLÄHTI 1981.)

Esikasvi ja sen lannoitus vaikuttavat maan mineraalitypen mää-
rään. Koetulosten mukaan maassa saattaa olla huomattavia määriä
edelliseltä viljelykasvilta käyttämättä jäänyttä typpeä, joka
sitten on ohran käytettävissä (BRUMMER ja ERJALA 1976, HAUMANN
1978, MATTSON ja BIÄRSJÖ 1981). Esikasvin olkien ym. kasvinjät-
teiden hajoaminen vaikuttaa sekä mineraalitypen varastoitumiseen
että typen mineralisoitumiseen kasvukauden aikana. Täten vilja-
kasvien viljelyn jälkeen käyttökelpoista typpeä on saatavilla
vähemmän kuin esim. sokerijuurikkaan tai vihannesviljelyn jäl-
keen. (BÖHMER ym. 1977.) Kevätöljykasvien viljelyn vaikutus
mineraalitypen määrään on LINDENIN ja NOUNON (1983) mukaan sa-
manlainen kuin viljakasvienkin.

SMITHIN ym. (1984) mukaan viljeltävän kasvin typpilannoituksen
lisääminen alentaa maan luontaisen mineraalitypen suhteellista
ottoa, mutta lisää kuitenkin sen absoluuttista ottoa. Sen sijaan
NIELSENIN ym. (1985) mukaan typpilannoitus ei vaikuta maan luon-
taisen typen ottoon.



Kuvio 3. Typen mineralisoitumisen riippuvuus lämpötilasta (LIN-
DEN ja NOUNO 1983).

Typen mineralisaatio alkaa jo +1 - +2 °C:ssa. Yli +10 °C:ssa mine-
ralisaatio kasvaa jyrkästi. Lämpötilan nousu +10 °C:sta +30 °C:een
kasvattaa mineralisaatiota 2,5 - 3-kertaiseksi. Mineralisaatio

on tehokkainta kun lämpötila on + 15 - 30°C:tta ja kosteutta on 50 - 60 prosenttia. Jos kosteus on suurempi, alkaa denitrifikaatio aiheuttaa typpihäviöitä. (kuvio 3, HAUMANN 1978, HANSCHMANN 1983). Myös typen varastoituminen talven yli on erittäin riippuvainen säästä, lähinnä lämpötilasta ja sademäärästä ja sen jakautumisesta (GARZ ja WICKE 1980, WEHRMANN 1983, WEHRMANN ja SCHARPF 1986).

3.1.3 Mineraalityypen mittaaminen

Typpilannoitusta tulee lisätä tai vähentää suositusarvosta maan luontaisen mineraalityypimäärän mukaan. Useimpien tutkimusten mukaan varastot tulisi mitata juuristovyöhykkeestä eli 60 - 100 cm:n syvyyteen asti (SOPER ym. 1971, LINDEN 1979, WICKE ym. 1980, MÜLLER ja MORITZ 1981), mutta myös syvemmälle ulottuvia mittauksia on käytetty. WALTHERin ja JAEGGLIn (1983) kokeissa melkein puolet kasveille käyttökelpoisesta tpeestä sijaitsi 60 - 100 cm:n kerroksessa. Myöskään KÜHLMANNin ym. (1983) mukaan ei 60 cm:n syvyyteen asti ulottuva mittaus ole viljoille riittävä. Esikasvin ja viljeltävän kasvin juuriston syvyys sekä maaperä vaikuttavat oikeaan mittaussyvyyteen (LINDEN 1979).

Ruotsalaisissa tutkimuksissa mineraalityypen määrä keväällä 0 - 90 cm:n syvyydessä vaihteli 25 kg:sta N/ha 200 kg:aan N/ha ja ylikin. Ammoniumtypen osuus oli 10 - 25 kg/ha. Keskimääräinen mineraalityypimäärä oli 50 kg/ha. (LINDEN 1983.) SIPPOLA (1983) tutki mineraalityypen määrää ohran monokulttuurissa metrin syvyyteen asti. Pääosa mineraalitypestä oli muokkauskerroksessa (0 - 20 cm). Sen ammonium- ja nitraattityppi vaihteli 12 - 15 kg/ha. Ammoniumtypen määrä koko metrin kerroksessa oli 8 - 12 kg/ha ja nitraattityypen määrä 8 - 42 kg/ha. Mineraalityypen yhteismäärän erot riippuivat vain vähän aikaisempien vuosien typpilannoitusmääristä, jotka olivat 0 - 200 kg N/ha.

Myös ulkomailla tehdyissä tutkimuksissa mineraalityypen vaihte-
luiden on todettu johtuvan lähinnä nitraattitypestä. Ammoniumty-
pen määrä on ollut yleensä alhainen, paitsi jos näytteet on
kuivattu ennen analysointia. Maanäytteiden kuivaaminen voi lisä-
tä ammoniumtypen mineralisoitumista. (LINDEN 1979.) CARLGRENin
(1984) tutkimuksissa pelkkä nitraattityypen mittaus antoi hieman

paremman kuvan tyyppien mineralisoitumisesta kuin ammonium- ja nitraattityppi yhteensä. Tämä ilmeisesti päteeekin alueilla, joissa nitrifikaation edellytykset ovat hyvät eli joissa on leuto ilmasto ja hyvin kalkitut maat. Pelkän nitraattityypin mittaaminen on yksinkertaisempaa ja halvempaa kuin ammonium- ja nitraattityypin yhdessä. (JANSSON 1983.)

3.1.4 Mineraalityypin merkitys lannoitukseen ja sadon laatuun

Lannoitetyyppien ja maan luontaisen mineraalityypin tehokkuus on monien tutkijoiden mukaan samanlainen (JANSSON 1977, WEHRMANN ja SCHARPF 1979, HEGE 1983), mutta esim. MATTSONIN (1983) mukaan mineraloituneen tyyppien tehokkuus on vain 90 % lannoitetyyppien tehokkuudesta. JONSSONIN ja JOHANSSONIN (1975) mukaan lannoitetyyppien hyväksikäyttö on keskimäärin 60 - 70 %. Mineraalityypin määrän mukaan lannoitussuosituksen korjausarvot ovat yleensä \pm 15 - 30 kg/ha. MATTSONIN ja BIÄRSJÖN (1981) nyrkkisäännön mukaan voidaan tyypilannoitusta vähentää suositellusta 10 kg jokaista 10 kg:a kohti, jonka mineraalityypimäärä ylittää 70 kg N/ha.

Kun maassa on runsas mineraalityypin varasto, tulee se huomioida tyypilannoituksessa, muutoin mallasohran laatu heikkenee, ja tyypilannoituksella ei saada sadonlisäystä. Ruotsalaisissa tutkimuksissa on maan mineraalityypin ja sadon välille saatu pieni, mutta tilastollisesti merkitsevä riippuvuus. Sen sijaan Maatalouden tutkimuskeskuksen kenttäkokeissa jatkuvassa ohran viljelyssä ei saatu selvää riippuvuutta maan mineraalityypin ja sadon määrän tai tyypilannoituksen optimin välille (SIPPOLA 1985 a).

3.1.5 Mineraalityppi käytännössä

Mittaamalla maan mineraalityypipitoisuus voidaan varmistaa ohran alle 12 %:n raakavalkuaispitoisuus. Jos mineraalityypimäärät ovat erittäin suuret, ei mallasohraa kannata viljellä tällaisilla paikoilla. (MÜLLER ja MORITZ 1981). Suomessa ei kuitenkaan vielä ole riittävän nopeaa ja käytännön olosuhteisiin soveltuvaa tapaa arvioida mineraalityypin määrää maassa. SIPPOLAN (1985 a) mukaan mittaaminen ei tosin näytä Suomen oloissa perustellulta-

kaan. Tavanomaisia typpimääriä käytettäessä viljelykasvit ottavat maasta mineraalimuodossa olevan liukoisen typen niin tarkkaan, että syksyllä maassa olevat määrät ovat yleensä verraten vähäiset. Syksyn ja talven aikana liukoisen typen määrän muutokset ovat pieniä maan kylmenemisestä johtuen.

Keski-Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa mineraalitypen mittauksia tehdään jonkin verran. Itä-Saksassa, Hollannissa ja Tanskassa mineraalityppi yleensä määritellään ns. havaintotilojen pelloilta, minkä perusteella laaditaan vuotuiset ohjearvot. Näissä on mainittava esikasvi ym. tarkentavia tietoja. Länsi-Saksassa, Kanadassa ja Yhdysvalloissa mittaukset tehdään vain niitä haluavien viljelijöiden pelloilta. Tällöin tulokset ovat tarkempia, mutta määritykset tulevat yksityisille viljelijöille kalliiksi. Mittauksista saadaan luotettavampia, jos ne pystytään tekemään keväällä, koska talven aikana arvot voivat helposti muuttua. Tällöin mineraalitypen analysointi on pystyttävä tekemään erittäin nopeasti, jotta tulokset saataisiin käyttöön ennen lannoitusta. (LINDEN 1979.) Eräiden tutkimusten mukaan (RICHTER 1984) mineraalitypen määrää ei tarvitsekaan mitata, vaan se pystytään laskemaan riittävän tarkasti määrättyjen esitietojen perusteella.

3.2 Typpilannoitus

Mallasohranviljelyn keskeisimpiä kysymyksiä on typpilannoitus. Avainasemassa typpi on nimenomaan sadon määrän ja jyvän valkuaispitoisuuden kehittämisessä. Olutmallasohran lannoituksen tavoitteena on runsaan tärkkelyssadon tuottaminen ja jyvän valkuaispitoisuuden pitäminen kohtuullisena. Typpilannoitus vaikuttaa myös muihin mallasohran laatuominaisuuksiin.

3.2.1 Typpilannoitusmäärä ja lannoituksen tehokkuus

3.2.1.1 Määrään ja tehoon vaikuttavia tekijöitä

Oikean typpilannoitusmäärän löytämisestä vaikeuttavat suuret vuositteiset ja eri viljelypaikkojen väliset vaihtelut. Mallasohran typpilannoitusta suunniteltaessa olisi pystyttävä ottamaan huomioon esikasvin ja maan ns. jäännöstyypen vaikutus ohran typpilannoitustarpeeseen. Typpilannoituksen tehoon vaikuttavat myös

maalaji ja humuspitoisuus. Eri lajikkeet vaativat erilaisen lannoituksen. Sadetusta käytettäessä voidaan typpilannoitusmäärää nostaa.

3.2.1.1.1 Esikasvi ja olkien maahankyntö.

Apilanurmesta ja herneestä maahan jäänyt typpi saattaa aiheuttaa valkuaispitoisuuden kohoamisen liian suureksi (VALLE 1950, LALLUKKA ym. 1982), ellei lannoituksessa oteta huomioon jäännöstyypen määrää. Koska nykyisin jäännöstyypeä ei pystytä tavallisilla viljelyksillä määrittämään, ei em. kasvien jälkeen suositella mallasohran viljelyä. Kesannon aikana tyypeä vapautuu runsaasti, mutta siitä ei ole paljon hyötyä enää seuraavana vuonna, koska syksyn ja viimeistään kevään aikana melkein kaikki typpi huuhtoutuu pois.

Silloin kun oljet kynnetään maahan, on olkien mukana maahan jäävät ravinteet syytä ottaa huomioon lannoituksessa. Olkien lahoamisen alku vaatii kuitenkin typpilisäystä, mikä tulee korostetusti esiin kylmien ja kosteiden syksyjen jälkeen. (LAMPINEN 1983.) Olkien maahankyntö lisää typpilannoitustarvetta noin 10 - 20 kg/ha, koska olkimassaa hajottavat mikrobit tarvitsevat tyypeä omien valkuaisaineidensa muodostamiseen. Mitä hienommaksi oljet on pienennetty ja mitä paremmin ne on sekoitettu maahan, sitä nopeammin mikro-organismit pystyvät hajoittamaan ne (RICHTER 1984).

3.2.1.1.2 Maaperän ominaisuudet

Lannoitustarpeen alueelliset erot johtuvat suurelta osin maaperän ominaisuuksista, kuten maalajin, multavuuden ja happamuuden vaihteluista. MATTSONin ja BIÄRSJÖN (1981) kokeissa maalajilla ei ollut merkitystä typpilannoituksen tehokkuuteen, kun lannoitus oli 0 - 120 kg N/ha. Jos typpilannoitus oli suurempi, sato aleni hietamailla. Tähän voi olla syynä esim. suurempi lakoutuvuus hietamailla ja niiden huonompi vesitalous. Suuri typpimäärä johtaa rehevään alkukasvuun ja siten myös suurempaan vedenkulutukseen. Yleensä jyväsato jäi noin 200 kg/ha alhaisemmaksi hieta- kuin savimailla. Typen teho oli jonkin verran pienempi mailla, joissa orgaanisen aineksen määrä oli suuri (yli 6

prosenttia).

3.2.1.1.3 Muu lannoitus

Fosfori on ravinne, joka lannoitusta lisättäessä lisää tasaisesti ja varmasti satoa, ellei maan fosforitila entuudestaan ole jo hyvä. Kasvit tarvitsevat fosforia etenkin yhteyttämiseen, yhteyttämistuotteiden siirtoon ja tärkkelyksen muodostumiseen. Kasvit eivät ota sitä niin suuria määriä kuin typpeä ja kaliumia.

Kasvien fosforinotto on tehokkainta kasvukauden alkupuolella. Fosfori vaikuttaa ratkaisevasti juuriston kehitykseen (BRIGGS 1978). Voimakas juuristo on puolestaan edellytys sille, että pohjamaassa oleva fosfori tulee ohran saataville. Tämä edistää jyvänkasvua lisäten jyvän tärkkelyspitoisuutta ja alentaen näin jyvän valkuaispitoisuutta. LEJEUNEN ja PARKERIN (1954), BRANDENBURGERIN (1961) ja PETERSONIN ja FOSTERIN (1973) mukaan fosforilannoitus alentaa valkuaispitoisuutta eli fosforilannoituksen todetaan useiden tutkimusten mukaan vähentävän typpilannoituksen negatiivisiä vaikutuksia. Sen sijaan GATELYN (1968) ja SCHILDBACHIN (1972) tutkimusten mukaan fosforin vaikutus ohran jyvän laatuun on hyvin pieni.

Kasvi tarvitsee lähes yhtä paljon kaliumia kuin typpeä. Kasveille käyttökelpoista kaliumia on savimaissa yleensä runsaasti, karkeissa kivennäismaissa ja turvemaissa niukasti. Viljojen olkien mukana jää maahan enemmän kaliumia kuin jyvien mukana viedään pois (LAMPINEN 1983). Keväällä kaliumtilanne voi kuitenkin olla heikko, koska kalium on sitoutuneessa muodossa, eikä näin ollen ole kasvien käytettävissä. Kasvukauden kuluessa osa sitoutuneesta kaliumista muuttuu kasveille käyttökelpoiseen liukoiseen muotoon.

Kaliumlannoituksella voidaan jonkin verran vähentää suurien typpilannoitusmäärien haitallisia vaikutuksia, mutta jos kaliumista ei ole ollut lainkaan puutetta, ei kaliumlannoituksesta-kaan ole hyötyä. (SCHILDBACH 1972, VIELEMEYER ja VANSELOW 1980.)

Kaliumin päätehtävä on kasvin typpiaineenvaihdunnassa ja yh-

teyttämistuotteiden siirrossa (STEINECK ja HAEDER 1978). Kaliumin saanti määrää sen, kuinka tehokkaasti vilja pystyy hyödyntämään käytettävissä olevan typen sadonmuodostukseen. Typpi tulee tehokkaasti käytetyksi vain silloin, kun kaliumia on riittävästi.

3.2.1.1.4 Lajikkeet

Lajikkeet suhtautuvat toisistaan poiketen lannoitteena annettavaan typpeen ja yleensä valkuaispitoisuutta sääteleviin viljely- ja säätekijöihin. Lajikkeiden sadon ja valkuaispitoisuuden liisääntyminen suuremman typpilannoituksen myötä on osittain geneettinen ominaisuus (KIVI ja HOVINEN 1972). BENGTTSSONIN (1975) kokeissa kahdentoista lajikkeen suurimman sadon tuottava typpilannoitus vaihteli 81 - 119 kg N/ha. REKUSEN (1970) mukaan eri ohralajikkeiden kesken ei ollut merkittäviä eroja typen hyväksikäytön suhteen, kun käytettiin pieniä typpimääriä. Kun typpilannoitusta lisättiin 35 kg:sta 95 kg:aan/ha, raakavalkuaispitoisuus nousi 11 %. Kun sitä vielä tästä lisättiin myös lakoon- tuminen lisääntyi ja heikkokortisten lajikkeiden valkuaispitoisuus kasvoi nopeasti jyväsadon kasvun ollessa suhteellisesti hitaampaa.

3.2.1.1.5 Muokkaus ja kylvö

Oikein muokatussa maassa ja aikaisessa kylvössä kasvuston typenkäyttö on tehokkaampaa, koska typen liukoisuus on suurempi kosteassa maassa ja näin typpi on helposti kasvin käytettävissä. Kuivassa maassa se voi muutamassa päivässä siirtyä maan pintaan juurten ulottumattomiin. Norjalaisten tutkimusten mukaan typpilannoitusta tulee vähentää 10 kg/ha, jos kylvö myöhästyy viikon normaalista ja päinvastoin (LYNGSTAD 1973).

3.2.1.1.6 Sää

Lannoitusta suunniteltaessa on sääolojen vaikutusta typpilannoituksen tehokkuuteen vaikea arvioida. Oikean typpimäärän määrittämistä vaikeuttaa jyväsadon ja siten myös jyvän raakavalkuaispitoisuuden suuri riippuvuus säästä. Usein on vuoden vaikutus raakavalkuaispitoisuuteen suurempi kuin typpilannoituksen

(MÜLLER ja MORITZ 1981). Olisi pyrittävä siihen, ettei valkuaispitoisuus epäedullisissakaan sääoloissa nousisi yli sallitun rajan.

Kun kevät on kuiva, kasvit eivät pysty käyttämään kaikkea typpeä hyväkseen. Myöhemmin kesällä, sateiden runsastuttua ja maan kostuttua, juuristo pystyy jälleen ottamaan käyttämättä jääneitä ravinteita. Tällöin on vaarana mallasohran laadun kannalta haitallinen jälkiversonta ja jyvän valkuaispitoisuuden kohoaminen liian korkeaksi. Alkukesän sateet vaikuttavat edullisesti kasvien typen saantiin ja sadonmuodostukseen ja siten typpilannoituksen taloudellisuuteen (LALLUKKA 1981).

Jos kasvukauden aikana sataa erittäin runsaasti, typpilannoitus aiheuttaa liian rehevän kasvun, mikä aiheuttaa lakoutumista. Toisaalta jos kasvukausi on niin kuiva, ettei typpilannoitus pysty nostamaan satoa, saadaan pienehköillä typpimäärillä kannattava sadonlisäys, mutta runsaampi käyttö ei ole kannattavaa (KÖYLIJÄRVI 1960).

3.2.1.1.7 Sadetus

Sadetuksella voidaan parantaa poutivilla mailla kuivina alkukursinä typpilannoituksen hyväksikäyttöä.

Taulukko 1. Jyväsato kg/ha 11:ssa ohran sadetuskokeessa 1976-78 (LINNER 1982)

	typpilannoitus kg N/ha		
	0	90	120
ilman sadetusta	2090	3190	3600
sadetettu	2570	3970	4640
sad. vaikutus	+480	+780	+1040

Sadetus voi lisätä huomattavasti ohran jyväsatoa, jos pidetään huoli siitä, ettei typpilannoitusta lisätä niin paljon, että se aiheuttaa lakoutumista (taulukko 1). Se vaikuttaa edullisesti paitsi satojen määrään, myös mallasohran laatuun mm. alentamalla valkuaispitoisuutta (LALLUKKA 1981).

Samalla kun sadetus lisää sadon määrää, jakautuu ohran ottama typpi suurempaan jyvämäärään, ja tämän seurauksena jyvien valkuaispitoisuus jää alhaisemmaksi. Näin käy siitähän huolimatta, että sadetettu ohrakasvusto on pystynyt ottamaan typpeä maasta

runsaammin kuin sadettamaton kasvusto. Sadetus pitää jyvien valkuaispitoisuuden alhaisena siitä syystä, että se edistää ohran varhaista typenottoa. Näin ollen ohran jyvänäyttymisvaiheessa maassa ei ole jäljellä ylimääräistä typpeä, joka kohottaisi jyvien valkuaispitoisuuden liian suureksi. (ELONEN 1970.) Sadetettaessa valkuaispitoisuus alenee 1 - 2 prosenttiyksikköä (ELONEN 1981). Täten typpilannoitusta voidaan lisätä 20 - 60 kg N/ha käytettäessä sadetusta.

3.2.1.2 Lannoitussuosituksia

Lannoituksessa on lähdettävä siitä tavoitteesta, että mitkään muut ravinteet eivät saa jäädä satoa rajoittaviksi tekijöiksi kuin typpi (PESSI 1970).

Maatalouden tutkimuskeskuksessa 1970-luvulla entsyymimallasohrilla ja vaativimmilla 2-tahoisilla mallasohrilla (Ingrid, Pirkka ja Pomo) tehdyissä kokeissa saavutettiin savimailla paras tulos käytettäessä 80 kg:n typpilannoitusta, vaatimattomalla Karri-lajikkeella taas 40 kg:n N/ha lannoitusta. Multamailla järjestetyissä kokeissa typpilannoitus ei osoittautunut lainkaan taloudelliseksi. (LALLUKKA 1981.)

Mallastamojen suositus, joka perustuu tämän tutkimuksen alustaviin tuloksiin, on eri mallasohralajikkeiden lannoitukseksi seuraava:

Kustaa	80 - 100	kg N/ha
Ingrid	60 - 70	"
Pokko	70 - 90	"
Pomo	70 - 90	"
Kilta	70 - 90	"
Pirkka	60 - 70	"

Hietamailla tulisi käyttää alempia, savimailla taas ylempiä suositusarvoja. 2-tahoisten lajikkeiden typpilannoitussuosituksukset ovat nousseet noin 20 kg/ha edellisistä neljän vuoden takaisista suosituksista. Varsinkaan Kustaan valkuaispitoisuus ei nouse kovin helposti typpilannoituksen lisääntyessä. Mallastamot ovat myös laatineet viljavuustutkimukseen pohjautuvan mallasohran lannoitteen valintasuosituksen (taulukko 2).

Taulukko 2. Lannoitteen valinta mallasohralle viljavuustutkimuksen perusteella (tyyppä 60 - 100 kg/ha) (RYTSA ja HOLLO 1986)

Maan fosfori-tila	Maan kaliteita			
	Huono tai huononlainen	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä tai korkea
Huono tai huononlainen	Fosforirikas Y-lannos 12-11-10 tai Kalirikas Y-lannos* 13-7-15	Fosforirikas Y-lannos 12-11-10	Fosforirikas Y-lannos 12-11-10	Fosforirikas Y-lannos 12-11-10
Välttävä	Normaali Y-lannos 16-7-13 tai Kalirikas Y-lannos* 13-7-15	Normaali Y-lannos 16-7-13	Normaali Y-lannos 16-7-13 tai Vähäkalinen Y-lannos 18-8-4	Vähäkalinen Y-lannos 18-8-4
Tyydyttävä	Normaali Y-lannos 16-7-13 tai Kalirikas Y-lannos* 13-7-15	Normaali Y-lannos 16-7-13	Normaali Y-lannos* 16-7-13 tai Vähäkalinen Y-lannos 18-8-4	Vähäkalinen Y-lannos 18-8-4
Hyvä tai korkea	Normaali Y-lannos 16-7-13 tai Kalirikas Y-lannos* 13-7-15	Normaali Y-lannos 16-7-13 tai Oulun Typpirikas Y-lannos 18-3-12	Typpirikas Y-lannos* 20-4-8 tai Vähäkalinen Y-lannos 18-8-4	Typpirikas Y-lannos 20-4-8 tai Vähäkalinen Y-lannos 18-8-4

*Kun oljet/varret korjattu (tai nurmirikko)

3.2.2 Typen merkitys sadon määrään

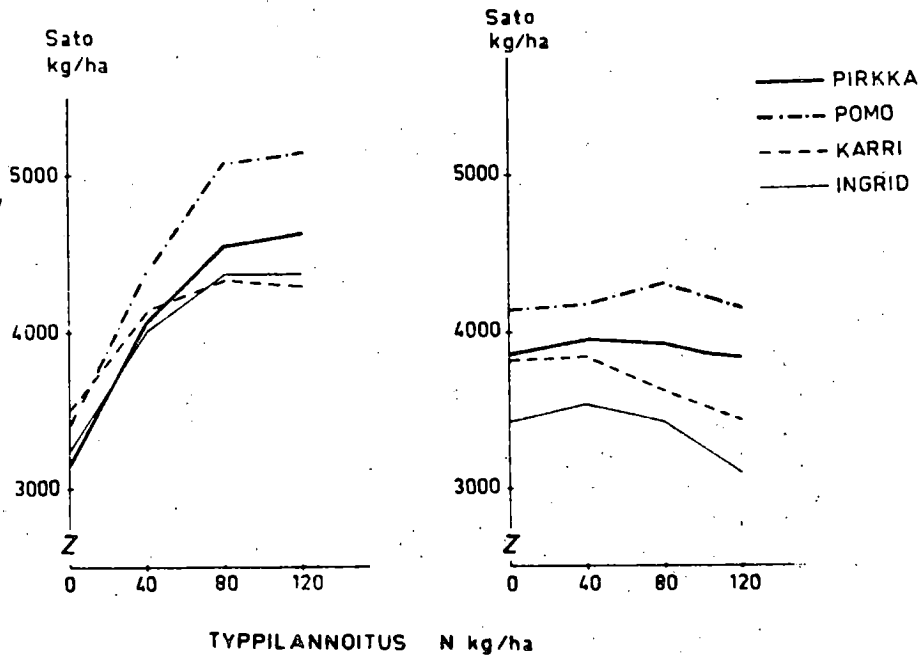
Viljakasvuston sadon määräävät kolme eri satokomponenttia; tähkien lukumäärä, tähkien jyväluku ja jyvien paino. Tähkä- ja jyvälukuun vaikuttavat pääasiassa kasvuolosuhteet ennen kukintaa ja jyvän kokoon olosuhteet kukinnan ja tuleentumisen välillä eli jyvän täyttymisvaiheessa. Typpi lisää versoutumista ja satoa tuottavien tähkien lukumäärää. Versoutumisen lisääntyessä tähkien jyvämäärä ja jyvien painot usein alenevat. (BENGTSSON 1975, GALLANDER ym. 1975, EWERTSON 1977, LALLUKKA 1981). SANDFAERIN ym. (1965) mukaan niukkaa typpilannoitusta käytettäessä sadon lisäys perustuu tähkien suurempaan lukumäärään, mutta runsas typpilannoitus vaikuttaa sekä tähkien lukumäärään neliometrillä

että jyvien määrän lisääntymiseen tähkässä. MÜLLERIN ja HERBSTIN (1983) kokeissa satokomponenttien korrelaatiot vehnän satoon olivat seuraavat;

korret, joissa tähkä - sato	r= 0,90 ***
jyviä/tähkä - sato	r= 0,72 ***
tjp - sato	r= 0,38 *

SAVIMAAN KOKEET (16 koetta)

MULTAMAAN KOKEET (8 koetta)



Kuvio 4. Typpilannoituksen vaikutus mallasohralajikkeiden jyväsatoihin MTTK:n kokeissa 1974-78 (LALLUKKA ym. 1980)

Maatalouden tutkimuskeskuksen kokeissa jyväsato suureni savimailla lähes 40 %, kun typpilannoitusta lisättiin 0 kg:sta 80 kg:aan N/ha. Typpilannoituksen suurentaminen edelleen 120 kg:aan N/ha ei enää vaikuttanut sadon määrään (LALLUKKA 1981). Myöskään ruotsalaisten MATTSONIN ja BIÄRSJÖN (1981) kokeissa yli 120 kg:n typpimäärät eivät lisänneet satoa. Multamailla ei typpilannoitus lainkaan lisännyt satoja (kuvio 4).

PEDERSENIN (1951) kokeissa ohran jyväsato nousi 240 kg ja olkisato 400 kg, kun salpietaria lisättiin 100 kg hehtaarille. Myös TEITTISEN (1958), SANDFAERIN ym. (1965) ja HERBSTIN ym. (1983) mukaan typpilannoitusta lisättäessä olkisato kasvaa enemmän kuin jyväsato.

Typpilannoitusta lisättäessä etenkin vanhojen heikkokortisten lajikkeiden lakoontuminen lisääntyy helposti, ja sadon määrä alkaa laskea. Runsaan jyväsadon saaminen ei niinkään riipu kasvuston kuiva-aineen muodostuksesta ja typenotosta kuin typhen kuiva-aineen jakaantumisesta jyviin. Lannoitusvaihtoehdoissa, jotka johtavat maksimisatoihin, muodostuu vielä noin puolet kuiva-aineesta tähkälletulon jälkeen. Jyvän kasvun alkaessa typestä on jo 50 - 80 % otettu. (HERBST ym. 1983).

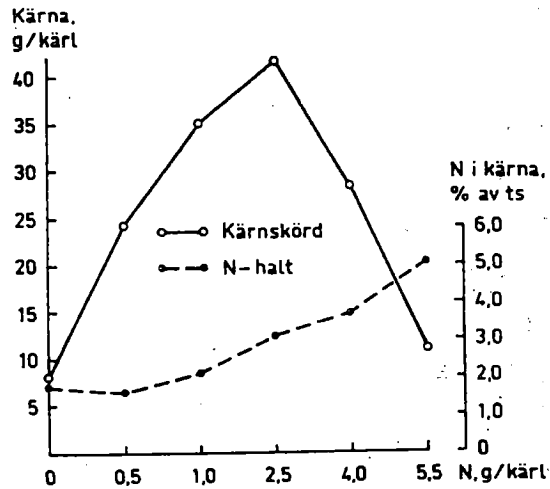
3.2.3 Typhen merkitys mallasohran laatuun

3.2.3.1 Valkuaispitoisuus ja valkuaissato

Typpi nostaa ohran kokonaisvalkuaissisältöä, mutta vaikutus valkuaispitoisuuteen riippuu ympäristöoloista, etenkin säästä. Suotuisina vuosina jyväsato kasvaa typpilannoituksen ansiosta ja valkuaispitoisuus pysyy alhaisena, koska jyvä muodostaa runsaasti tärkkelystä. Sääoloiltaan huonoina vuosina sato taas jää pieneksi ja valkuaispitoisuus nousee. (SOWINSKI 1963.)

EWERTSONin (1977) kokeissa valkuaissisällön vaihtelun pääaiheuttaja oli typpilannoitus. Toiseksi suurimpia olivat vuosivaihtelut ja seuraavaksi suurimpana syynä vaihteluun olivat lajikerot. Myös KIVI (1971) sai samansuuntaisia tuloksia. WALKERin (1975) kokeissa maan nitraattityppi 30 cm:n syvyyteen asti ja lannoitetyppi selittivät noin puolet jyvän valkuaispitoisuuden muutoksista. Sen sijaan SOWINSKIn (1963) mukaan kasvukauden sää vaikuttaa valkuaispitoisuuteen enemmän kuin lannoitus. Erityisesti kuiva kausi kasvukauden alkupuoliskolla nostaa valkuaispitoisuutta.

Mallasohran typpilannoituksen ajankohdalla on jyvän valkuaispitoisuuteen vielä selvempi vaikutus kuin typpimäärän suuruudella (KIVI 1971). Kylvölannoituksella sijoittamalla kasvi pystyy käyttämään typhen varhaisemmassa vaiheessa hyväkseen, mikä lisää satoa ja siten alentaa valkuaispitoisuutta sekä edistää ja tasoittaa tuleentumista. Sadetuksella on samanlainen vaikutus.

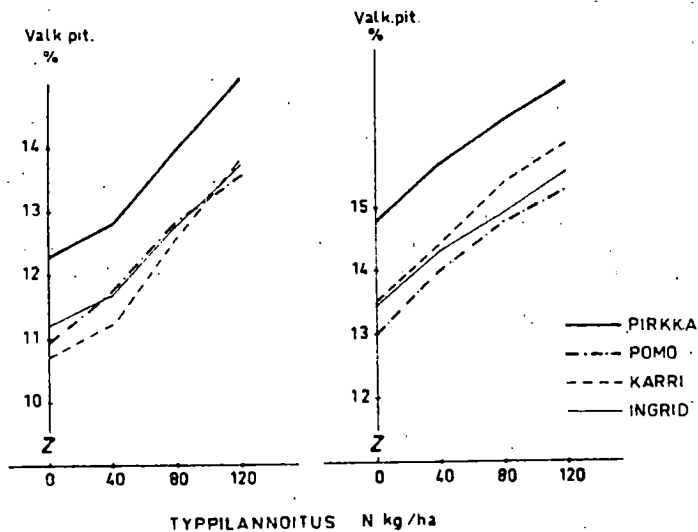


Kuvio 5. Ohran jyväsato g/jyvä ja jyvän typpipitoisuus käytettäessä eri typpilannoitusmääriä (JOHANSSON ja MATTSON 1976)

Typpilannoituksen määrä pyritään saamaan sellaiseksi, että kasvi kuluttaa kaiken typen jyväsadon muodostamiseen. Ohra käyttää tällöin typen lähes kokonaan juuriston, korren, lehtien ja jyvien kasvuun ja jyvien määrän lisäämiseen. Vasta tämän jälkeen tarpeen yli menevä typpi alkaa nostaa valkuaispitoisuutta. Valkuaispitoisuus nousee eniten silloin, kun typpilannoitus on niin suuri, että jyväsato alkaa jo laskea (kuvio 5). Vähäiset typpimäärät saattavat alentaa sadon valkuaispitoisuutta, koska tällöin typpi kuluu lähinnä kasvin rehevöitymiseen ja jyväsadon kasvuun ja valkuaisen suhteellinen osuus pienenee. (PETERSON ja FOSTER 1973, MÄNTYLÄHTI ym. 1977, MATTSON 1982.)

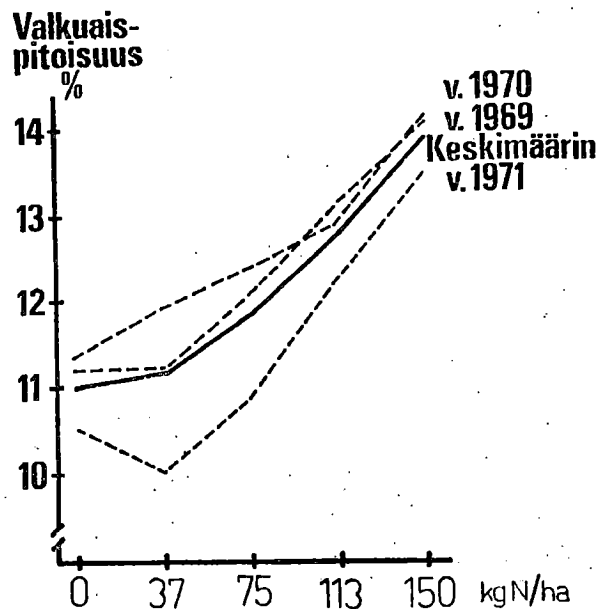
Raakavalkuaisen ja jyväsadon välinen korrelaatio on negatiivinen. Raakavalkuaispitoisuutta laski REKUSEN (1970) kokeissa keskimäärin 0,14 %-yksikköä jokaista jyväsadon 100 kg:n lisäystä kohden. Siten suuri typen hyötysuhde on yhteydessä alhaiseen typpipitoisuuteen jyvässä (SPIERTZ ja DE VOS 1983). Mallasohran viljelyssä on erityisesti keskityttävä koko viljelytekniikkaan niin, ettei mikään muu seikka kuin typen määrä jää rajoittamaan sadon määrää.

SAVIMAAN KOKEET (16 koetta) MULTAMAAN KOKEET (8 koetta)



Kuvio 6. Typpilannoituksen vaikutus mallasohralajikkeiden valkuaispitoisuuteen MPTK:n kokeissa 1974 - 78 (LALLUKKA ym. 1980).

LALLUKAN ym. (1980) kokeissa 40 kg:n typpilannoitus lisäsi mallasohran valkuaispitoisuutta savimaille vain 0,45 prosenttiyksikköä, mutta seuraavan 40 kg:n annoksen vaikutus oli jo 1,2 prosenttiyksikköä. Multamaille jyvän valkuaispitoisuus nousi lähes suoraviivaisesti koko lannoitusalueella (kuvio 6).



Kuvio 7. Lannoituksen vaikutus mallasohran valkuaispitoisuuteen 1969 - 1971 (MÄNTYLÄHTI ym. 1977).

MÄNTYLÄHDEN ym. (1977) kokeissa 12 %:n valkuaispitoisuus saavutettiin keskimäärin 82 kg/ha typpilannoituksella (kuvio 7). Val-

kuaispitoisuuden herkkä kohoaminen on pohjoisen nopearytmisen kasvukauden erityispiirre. Siellä missä lajikkeiden kasvuajat muodostuvat pitemmiksi, saadaan yleensä alhaisempia valkuaispitoisuuksia kuin meillä silloinkin, kun satomäärä on sama. (KIVI 1971.)

3.2.3.2 1000 jyvän paino ja tilavuuspaino

Kun kasvien käytettävissä olevan tyypen määrä lisääntyy, jyvän koko ensin suurenee. Kun typpilannoitusmäärät edelleen kasvavat, jyväkoko alkaa uudelleen pienetä. Tämä johtuu siitä, että lannoitetyppi aiheuttaa helposti jälkiversontaa ja lakoutumista. Lakoutuminen häiritsee yhteyttämistä ja ravinteiden kulkeutumista jyvään, mikä pienentää jyvien kokoa. (DAY 1957, TEITTINEN 1958, SANDFAER ym. 1965, SCHILDBACH 1970, PETERSON ja FOSTER 1973.)

Taulukko 3. Mallasohralajikkeiden 1000 jyvän painot ja hehtolitrapainot keskimäärin eri typpitasoilla savi- ja multamaan kokeissa (LALLUKKA ym. 1980)

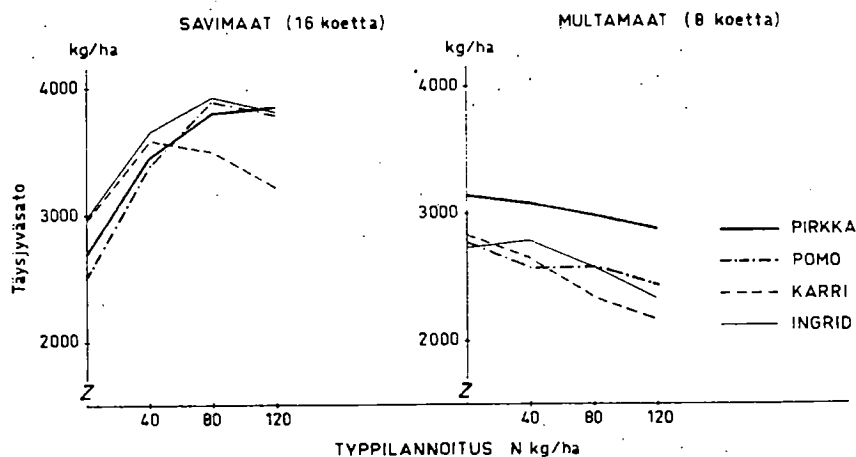
Typpitasot kg N/ha	Savimaat		Multamaat	
	tjp g	hlp kg	tjp g	hlp kg
0	42,2	67,9	41,2	65,3
40	43,1	67,7	40,8	64,4
80	42,8	66,2	39,4	63,5
120	42,6	66,2	38,8	62,9

Savimailla kasvatetun ohran 1000 jyvän paino näytti olevan suurimmillaan typpilannoituksen ollessa 40 - 80 kg N/ha. Multamailla jyvän paino sen sijaan pieneni typpilannoituksen myötä, mutta painoerot olivat vähäisiä. (Taulukko 3.) 1000 jyvän paino on kiinteässä yhteydessä lakoutumisherkkyyteen (EWERTSON 1977). Lakoutuminen häiritsee yhteyttämistä sekä ravinteiden kulkeutumista jyvään, mikä pienentää jyvien kokoa (DAY 1957).

3.2.3.3 Lajitteluaste

Typpilannoituksen on todettu pienentävän yli 2,5 mm:n jyvien osuutta vielä selvemmin kuin 1000 jyvän painoa (SCHILDBACH 1970, PETERSON ja FOSTER 1973, LALLUKKA ym. 1980, FUCHS 1984). BECKERIN ym. (1984) kokeissa typpilannoituksen lisääminen vähensi yli 2,8 mm:n jyvien osuutta, mutta 2,5 - 2,8 mm:n jyvien osuus

lisääntyi melkein yhtä paljon kuin yli 2,8 mm:n jyvien osuus väheni. Täysjyväprosentin ja 1000 jyvän painon välillä oli kiinteä yhteys (EWERTSON 1977).



Kuvio 8. Typpilannoituksen vaikutus mallasohralajikkeiden täysjyväsatoihin savi ja multamailla (LALLUKKA ym. 1980).

Verrattuna niukkaan lannoitukseen normaalilla lannoituksella kokonaissato nousee jyrkästi lähinnä paremman versoutumisen ansiosta. Suurempi määrä tähkiä johtaa pienempiin jyviin. Tästä taas seuraa täysjyväprosentin lasku. Siitä huolimatta täysjyväsato voi nousta, jos kokonaissadonlisäys on suurempi kuin täysjyvämäärän lasku. (Kuvio 8, SCHILDBACH 1973.)

3.2.3.4 Itävyys

Maatalouden tutkimuskeskuksen kokeissa ei typpilannoituksella todettu olevan itävyyteen merkitsevää vaikutusta. Myös EWERTSON (1977) päätyi samaan tulokseen. Jyvien itämiskykyyn vaikuttivat lannoitusta huomattavasti selvemmin koevuosien säät (LALLUKKA 1981). Myöskään TEITTISEN (1958) kokeissa typpilannoitus ei vaikuttanut itävyyteen, paitsi siinä tapauksessa, että jälkiversonta oli ollut runsasta, jolloin itävyys heikentyi.

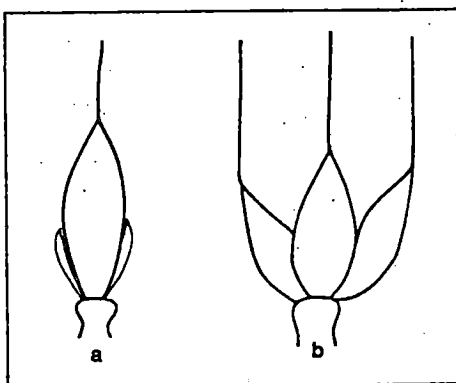
4 Mallasohralajikkeet

Syynä siihen, että juuri ohraa käytetään mallastukseen, on ollut ohran levinneisyys ja sopivuus viljelyyn eri maanosissa ja leveysasteilla sekä ohran soveltuvuus mallastukseen. Ohra soveltuu muita viljalajeja paremmin mallastettavaksi, koska ohran kuori ei irtoa puinnissa. Mallastuksen aikana kuori suojaa itua vahingoittumasta, kun itävää ohraa käännetään ja siirretään. Kuoria

käytetään myös hyväksi vierteen kirkastamisessa siiviläammeessa, jossa ne muodostavat suodattavan kerroksen. (ENARI ja MÄKINEN 1983.)

4.1 2- ja monitahoiset lajikkeet

Käyttötarkoitukseltaan lajikkeet voidaan jakaa kahteen ryhmään eli olut- ja viskimallasohriin, joita ovat lähinnä 2-tahoiset ohrat ja entsyymimallasohriin, joita ovat tietyt monitahoiset ohrat.



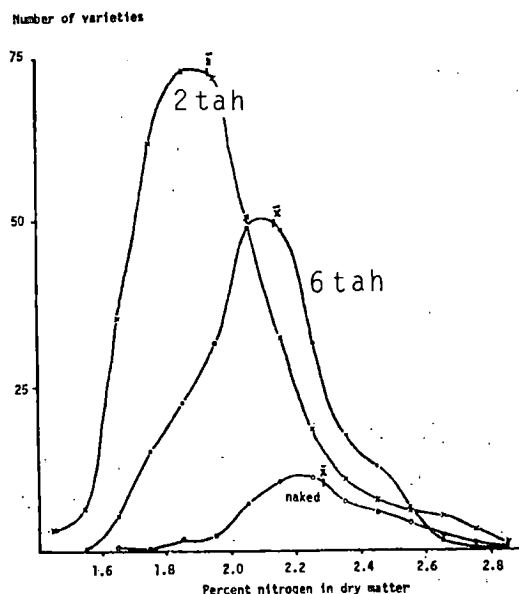
Kuvio 9. Kaksitahoinen (a) ja monitahoinen (b) ohran tähkyläryhmä (ENARI ja MÄKINEN 1983).

Tähkässä olevien jyvärivien mukaan puhutaan kaksitahoisista ja monitahoisista ohralajikkeista (kuvio 9). Yleensä kaksitahoiset ohralajikkeet kehittyvät monitahoisia hitaammin ja vaativat näitä pidemmän kasvuajan (KIVI 1967).

4.2 Lajikkeen laatuominaisuudet

4.2.1 Valkuaispitoisuus

Vaikka kaksitahoisen ohran jalostuksessa on perinteisesti pyritty alhaisen valkuaispitoisuuden omaaviin lajikkeisiin, ovat erot kaksi- ja monitahoisten lajikkeiden välillä verraten vähäisiä. Kummankin ryhmän sisällä esiintyy lajikkeittain vaihtelua, joka kylläkin on monitahoisessa ohrassa runsaampaa.



Kuvio 10. 2-tahoisten (402 kpl) ja monitahoisten (248 kpl) lajikkeiden valkuaispitoisuuden jakautuminen (VIUF 1972).

Kokeissa, joissa oli mukana 650 ohralajiketta, typpipitoisuus vaihteli 1,46 - 2,90 %:n välillä. Tämä vastaa 9,1 - 18,1 %:n valkuaispitoisuutta. Keskimääräinen valkuaispitoisuus oli 12,6 %, 2-tahoisilla 12,1 % ja 6-tahoisilla 13,3 %. Vaikka 6-tahoiset sisälsivät keskimäärin 1,2 prosenttiyksikköä enemmän valkuaista kuin 2-tahoiset, esiintyi lajikkeita, joilla oli erityisen korkea typpipitoisuus yhtä usein 2- ja 6-tahoisissa lajikkeissa (kuvio 10).

Erään saksalaisen tutkimuksen (ULONSKA 1965) mukaan ohrasadon valkuaispitoisuuden muuntelusta vain 11 prosenttia on lajikkeesta riippuvaa. Meillä REKUNEN on tutkimuksissaan päätenyt jonkin verran suurempaan eli 17 prosentin periytyvyyteen. (KIVI 1976.) Vaikka lajike-erot eivät prosentuaalisesti olekaan kovin suuria, voi niilläkin olla ratkaiseva merkitys, koska satojen valkuaispitoisuudet ovat yleensä Suomessa lähellä hylkäämisrajaa (KIVI 1970).

Lajikkeiden typenottokyvyssä on eroja. Lajikkeet, joiden jyvien valkuaispitoisuus muodostuu suureksi, ottavat typpeä maasta koko kasvukauden ajan. Lisäksi nämä lajikkeet siirtävät ottamansa typen tehokkaasti kehittyviin jyviin. Yleensä ohran juurten valkuaispitoisuus alenee kasvukauden edistyessä. Vegetatiivisen vaiheen alussa valkuaispitoisten lajikkeiden juuret sisältävät

enemmän tyypeä kuin tavallisten lajikkeiden juuret. Kasvukauden lopussa juurten typpipitoisuuserot eri lajikkeiden kesken ovat tasoittuneet, kun tyyppi on siirretty jyviin.

4.2.2 Itävyys

Jyvän itämisherkyys on perinnöllinen, lajikkeelle tyypillinen ominaisuus, joka on osittain ristiriidassa hyvän tähkäidännän kestävyuden kanssa. Mallastuksessa hyvän itämisarvon omaava lajike on usein altis myös tähkäidännälle pellolla, mikäli sääolot suosivat itämistä. Tämä on tyypillistä erityisesti monitahoisille lajikkeille. Välttämällä tuleentuneen kasvuston joutumista alttiiksi kosteille sääoloille voidaan idäntäriskiä merkittävästi pienentää. (AIKASALO 1984.)

Lyhyt itämislepo, itämisherkyys, kytkeytyy aikaisuuteen ja nopeaan tuleentumisrytmiin. Entsyymiaktiivisten ohrien amylasien runsaus johtaa itämisen aloittavien biokemiallisten muutosten herkkään alkamiseen tuleentuvassa jyvässä. (KIVI 1981.) Tähkäidännän kestävillä lajikkeilla on syvä ja pitkä dormanssi, mistä johtuen niitä voidaan käyttää mallastuksessa vasta varastointikauden jälkeen (BRIGGS 1978).

4.2.3 Jyvän koko

Olellainen ero moni- ja kaksitahoisessa ohrassa on jyvän koossa ja tilavuuspainossa. Vaikka onkin olemassa monitahoisia ohria, joiden jyvä yltää kooltaan kaksitahoisten tasolle, ei yksikään monitahoinen ohra ole jyvän muodon puolesta kaksitahoisten jalosteiden tasoa. Tämä johtuu perimmältään tähkän rakenteen eroista. Kaksitahoisen ohran kahdessa jyvärivissä kehittyy tasakokoisia ja säännöllisen muotoisia jyviä, joiden sadon täysjyväisyys voi nousta hyvin suureksi, samoin kuin hehtolitraino. Monitahoinen tähkä kuusine jyväriveineen on aina ahdas jyvien muotoutumiselle.

Monitahoisen ohran tähkän pää- ja sivuriveissä kehittyy aina erikokoisia jyviä, ja jyväkoko pienenee yleensä tähkän latvaa kohti, mikä johtaa heikompaan lajitteluasteeseen. Tässä suhteessa kaksitahoinen ohra tulee aina olemaan monitahoista korkealaa-

tuisempaa. Kaksitahoisten ohrien 1000 jyvän paino on 4 - 6 g suurempi kuin monitahoisten. (KIVI 1981, AIKASALO 1984.) Täysjyväisyyttä ja 1000 jyvän painoa voidaan jalostuksella parantaa melko paljon, koska niiden periytyvyys on suuri (PETERSON ja FOSTER 1973).

4.3 Lajikkeen viljelyominaisuudet

4.3.1 Viljelykelpoisuus

Sadon on oltava siksi runsas, että mallasohran tuotanto on kilpailukukyinen muihin tuotannonhaaroihin nähden. Lajikkeen on oltava kasvuajaltaan sellainen, että se ehtii tuleentua myös epäedullisena kasvukautena. Lajikkeen aikaisuudesta on hyötyä sadon laadun säilymisen kannalta. Muutoin ohra on kasvuaikinsa puolesta viljelyvarmin viljamme. (KIVI 1970.)

4.3.2 Korrenlujuus

Lajikkeen korrenlujuus on tae sadon säilymiselle vaikeina korjuukausina. Yleensä mallasohrien korsi ei joudu kovin suurelle koetukselle, koska typpilannoitus on pidettävä kohtuullisena hyvän mallastuslaadun varmistamiseksi. Kaksitahoiset, lujakortiset, lajikkeet ovat vaateliaita, ja kun mallasohralle ei voida yksipuolisesti antaa runsaita typpimääriä, voi vaateliaan lajikkeen sato jäädä pieneksi.

4.3.3 Happamuudensietokyky

Lajikkeen happamuudensietokyky ratkaisee ohran menestymisen ja sadontuoton silloin, kun kasvualusta on lievästi hapan. Monitahoisten mallasohriemme happamuudensietokyky on hyvä, mutta 2-tahoisista ohristamme vain Karri menestyy hyvin happamissa oloissa (PUURUNEN ja HIIVOLA 1980).

II KOKEELLINEN OSA

1. Aineisto ja menetelmät

1.1 Kokeen tarkoitus

Vuosina 1982 - 1984 järjestettiin Maatalouden tutkimuskeskuksen kuudella koepaikalla koesarja, jonka tarkoituksena oli selvittää viljelyolojen, etenkin typpilannoituksen, vaikutusta eri mallasohralajikkeiden satoon, valkuaispitoisuuteen ja muihin laatuominaisuuksiin, sekä löytää sopiva typpilannoitus viljelyssä oleville mallasohralajikkeille. Kokeella pyrittiin myös saamaan selville ns. jäännöstypen määrän vaikutus mallasohran lannoitustarpeeseen.

1.2 Koejäsenet

Kokeessa käytettiin split-plot eli osaruutumenetelmää ja neljää kerrannetta. Kerranteet yhdistettiin ennen tilastollisia käsittelyjä. Typpilannoitus oli pääruutuna ja lajike osaruutuna.

1.2.1 Typpilannoitus

Kasvinviljelyosaston kokeissa oli 4 lannoitustasoa, 0, 50, 75 ja 100 kg N/ha, muilla koepaikoilla typpilannoittamaton koejäsen puuttui. Koeruudut lannoitettiin seuraavasti:

- 50 N; yleislannoitus

kivennäismaa	P > 10 mg/l	K > 100 mg/l	lannoite kg/ha	300 Yn (16- 7-13)
	P < 10 mg/l,	K > 100 mg/l		400 Yfr (2-11-10)
	P < 10 mg/l,	K < 100 mg/l		500 Ybl (10- 9-17)
multava kivennäismaa				600 PK (2- 8-12)
- 75 N; yleislannoitus + 25 N
- 100 N; yleislannoitus + 50 N

Typpilannoitteena käytettiin Oulun salpietaria (27,5-0-0).

1.2.2 Lajikkeet

Kokeessa testattiin kymmentä lajiketta, joista seitsemän ensimmäistä on kaksitahoisia ja loput kolme monitahoisia.

Ingrid (WW 1965)

Ingrid on Ruotsissa jalostettu ohra, joka on ollut meillä vuodesta 1965 virallisesti hyväksytty mallasohralajike. Se on heikkokortinen, tähkäidännänherkkä ja happamuudenarka. Mallastusominaisuuksiltaan Ingrid on hyvä lajike. Sen jyvä on kookas ja tasakokoinen sekä hehtolitrapaino korkea. Jyvien valkuaispitoisuus on keskinkertainen, mutta jos kesä on poutainen, kohoaa valkuaispitoisuus herkästi.

Kustaa (Sv 1980)

Kustaa on satoisa ja erittäin lujakortinen. Sen jyvät ovat kookkaita ja tasakokoisia ja hl-paino on korkea. Jyvien valkuaispitoisuus pysyy helpommin hyväksytyissä rajoissa kuin Ingridillä. Kustaa on happamuudenarka ja sato kärsii kuivuudesta.

Aramir (CEB 1973)

Aramir on vanha eurooppalainen mallasohralajike, mutta Suomessa sitä ei ole viljelty. Se on ollut yksi Euroopan satoisimmista lajikkeista.

Ida (WW 1979)

Ida on 2-tahoisista ohristamme aikaisin. Se on satoisa ja lujakortinen ja soveltuu hyvin voimaperäiseen viljelyyn. Ida sietää happamuutta paremmin kuin Kustaa ja Ingrid. Sen jyvä on kookas ja valkuaispitoisuus melko korkea. Idaa ei ole Suomessa hyväksytty mallasohraksi.

Harry (WW 1984)

Harry on uusi eurooppalainen mallasohralajike. Se on satoisa, erittäin isojyväinen ja sillä on matalahko valkuaispitoisuus.

Patty (FD 1980)

Patty on satoisa ranskalainen mallasohralajike, mutta sitä ei viljellä Euroopassa yhtä paljon kuin Harrya.

Welam (WW 1978)

Welamin sato on parempi ja valkuaispitoisuus vastaava kuin Ingridin. Se on melko jäykkäkortinen ja sen 1000 siemenen paino ja hehtolitrapaino ovat korkeita.

Pokko (Hja 1980)

Pokko on monitahoisista melko myöhäinen, satoisa ja lyhytkorttinen rehu,- ja mallasohra. Valkuaispitoisuus on keskinkertainen.

Kilta (Jo 1982)

Kilta on melko aikainen entsyymi- ja rehuohra, jonka jyväsato ja korrenpituus ovat keskitasoa. Se on suurijyväinen ja sen hlpaino on suuri. Myös valkuaispitoisuus on hyvä.

Pirkka (Hja 1952)

Pirkka on vanha ulkomaillakin tunnettu entsyymimallasohra. Se on melko aikainen, mutta heikkosatoinen ja sen korrenlujuus on vain välttävä. Pirkan jyvä on kookas, hehtolitraino suuri ja valkuaispitoisuus erittäin korkea. Pirkka sietää myös happamuutta parhaiten kokeen lajikkeista.

(KIVI 1970, 1971, EWERTSON 1978, 1979, KIVI 1981, MANNER 1981, ANON 1981, 1983, AUFHAMMER 1983, ANON 1984).

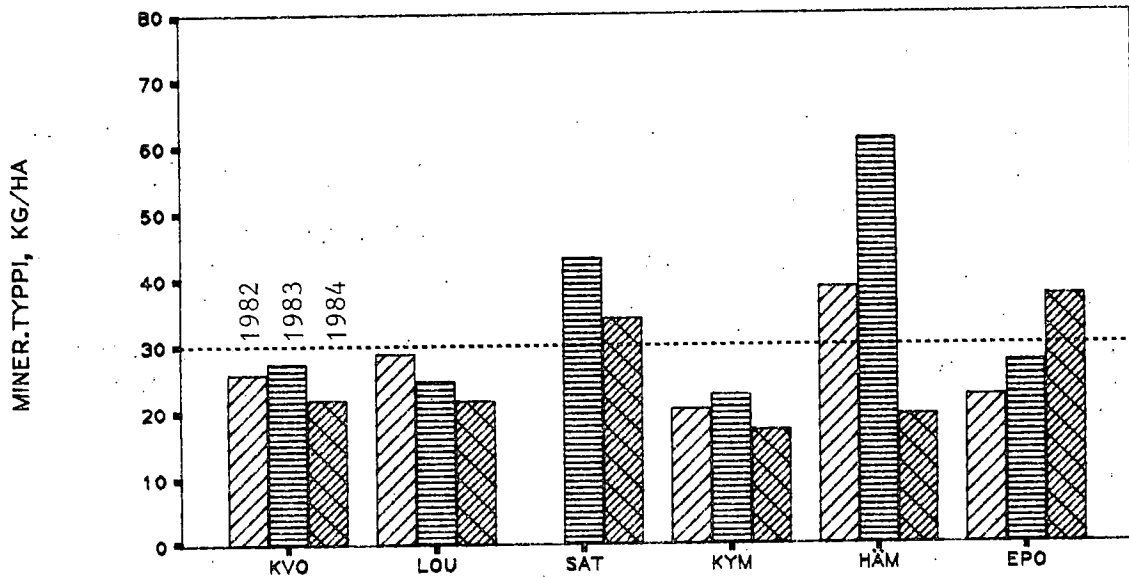
1.3 Kenttäkokeet

1.3.1 Koepaikat, maaperä ja esikasvi

Koepaikat ja maalajit, joilla kokeet tehtiin olivat seuraavat:

Koepaikka	Käytetty lyhenne	1982	Maalaji 1983	1984
Kasvinviljelylaitos, Jokioinen	KVO	As	As	As
Lounais-Suomen koeasema, Mietoinen	LOU	As	Hts	As
Satakunnan koeasema, Kokemäki	SAT	Hts	sHt	hSKht
Kymenlaakson koeasema, Anjala	KYM	HsS	HsS	HsS
Hämeen koeasema, Pälkäne	HAM	Kht	Kht	Kht
Etelä-Pohjanmaan koeasema, Ylistaro	EPO	HsS	Hts	HsS

Koelohilta otettiin keväällä ennen lannoitusta ja kylvöä maanäytteet mineraalityypen määrän selvittämiseksi ja viljavuusanalyysia varten. Viljavuusanalyysissä määritettiin pH, Ca, K, P ja Mg. Mineraalityypinäytteet otettiin joka typpikoejäsenestä ja joka kerranteesta sekä erikseen 0 - 20 cm:n ja 20 - 60 cm:n syvyydestä kerroksesta eli pinta- ja pohjakerroksesta. Näytteistä määritettiin sekä ammonium- että nitraattityppi. (Kuvio 11).



Kuvio 11. Mineraalityypimäärät koepaikoittain.

Nitraattityppeä löytyi maasta keskimäärin enemmän (18,0 kg/ha) kuin ammoniumtyppeä (9,2 kg/ha). Pinta- ja pohjakerroksissa olevat mineraalityypimäärät olivat melko samansuuruisia eli keskimäärin noin 14 kg/ha. Eri vuosien välillä ei ollut suuria eroja, tosin v.1983 mineraalityypimäärät olivat jonkin verran muita vuosia runsaampia.

Taulukko 4. Tutkimusalueiden esikasvit

	KVO	LOU	SAT	KYM	HAM	EPO
1982	ohra	ohra	ohra	ohra	kaura	hernekaura herneohra
1983	ohra	rypsi	kevät- vehnä	ohra	kaura	kevätrypsi
1984	kaura	rypsi	kaura	ohra	kaura	ruis

Koalueet valittiin siten, että esikasvina oli ollut jokin muu viljelykasvi kuin ohra tai että ohraa oli viljelty korkeintaan

yhtenä vuonna (taulukko 4). Poikkeuksena oli Kymenlaakson koeasema, jossa mallasohrakoe pidettiin koko ajan samalla paikalla. Huomionarvoista on, että Hämeen koeaseman koekentällä oli kasvanut vielä v.1980 nurmi.

1.3.2 Kokeen perustaminen, hoito ja havainnot

Muokkaus pyrittiin tekemään mahdollisimman tasaisesti. Peruslannoituksena annettiin keväällä ammonoitua PK-lannoitetta. Periaatteena oli, että kasvien pitää saada riittävästi fosforia ja kaliumia. Kylvö tehtiin kylvölannoittimella edeltäkäsien yleislannoitettuun kenttään. Kylvölannoituksena sijoitettiin typpitasot 75 N ja 100 N. Kylvötiheys oli 500 kpl/m².

Taulukko 5. Kylvöajat

	KVO	LOU	SAT	KYM	HAM	EPO
1982	17.5	13.5	18.5	11.5	7.5	14.5
1983	20.5	10.5	26.5	17.5	10.5	10.5
1984	17.5	15.5	25.5	21.5	10.5	10.5

Hämeen koeasemalla kylvettiin yleensä ensimmäisenä ja Satakunnan viimeisenä. Näiden kylvöaikojen ero oli keskimäärin kaksi viikkoa (taulukko 5). Ero johtui lähinnä erilaisista maalajeista. Rikkakasvit torjuttiin kuten normaaleilla talousviljelyksillä.

Kasvustohavainnot tehtiin seuraavasti:

- kylvöpäivä
- orastumispäivä
- tiheys, laskettiin oraiden lukumäärä/rivimetri
- tähkälletulopäivä
- lakoprosentti
- pituusmittaus
- tuleentuminen

Kahden metrin levyisen koeruudun keskeltä puitiin 1,5 metrin levyisellä koepuimurilla kaista. Täten reunavaikutus saatiin poistettua. Ruutusadot punnittiin ja niistä laskettiin vastaavat hehtaarisadot (kg/ha). Sadosta otettiin näytteet typpimääritystä ja muita laatuanalyyskejä varten.

1.3.3 Laatumääritykset

Sadosta tehtiin kultakin koepaikalta seuraavat laatumääritykset:

- pintikosteus
- ruutusadon määrä
- 1000 jyvän paino

- hehtolitrapaino
- lajitteluasteet mallasohralajittelijalla
- itaneiden jyvien määräitys
- itävyys mallasohrana

MTTK:n keskuslaboratorioon lähetettiin jokaisen koeruudun sadosta 200 gramman näyte, josta määritettiin typpipitoisuus. Mallasohran itävyys tehtiin vetyperoksidiliuoksessa ja lajittelu Steiner-tyyppisellä seulalla, jossa on päällekkäin 15 - 25 mm:n välein kolme seulaa, kansi ja pohja. Seulan I rakojen leveys on 2,8 mm, seulan II 2,5 mm ja seulan III 2,2 mm.

1.4 Tulosten tilastollinen käsittely

Tulosten laskenta ja tilastollinen käsittely tehtiin Maatalouden tutkimuskeskuksen VAX 11/780 tietokoneella. Tutkielman teossa käytettiin SPSSX-, SPSSX/Graphics-, ja LEX-ohjelmistoja. Kaikista muuttujista laskettiin keskiarvot ja keskihajonnat typpitasoittein ja lajikkeittain. Tärkeimmistä muuttujista ne laskettiin myös vuosittain ja koepaikoittain sekä 2-tahoisten ja monitahoisten lajikkeiden ominaisuudet erikseen. Eri muuttujien riippuvuuksia toisiinsa laskettiin Pearssonin korrelaatiokertoimella.

Varianssianalyysillä testattiin vuoden, koepaikan, typpilannoituksen ja lajikkeeseen sekä niiden yhdysvaikutusten merkitystä eri muuttujiin. Kerranteena käytettiin vuotta, koepaikkaa 1. asteen, typpilannoitusta 2. asteen ja lajiketta 3.asteen muuttujana. Tulosten tarkastelussa on siten huomioitava, että käsittelystä johtuen koepaikan merkitystä ei saada kovin helposti näkyviin tilastollisesti. Varianssianalyysissä ilmenneet tilastolliset merkitsevyydet on ilmaistu tuloksissa seuraavasti:

```

99,9 % :n luotettavuus = erittäin merkitsevä ***
99    % :n luotettavuus = hyvin merkitsevä **
95    % :n luotettavuus = merkitsevä *
NS
= ei merkitsevä

```

PME (pienin merkitsevä ero) on laskettu käyttäen Tukeyn testiä ja arvot ovat 95 %:n tarkkuudella merkitseviä ja 99 %:n tarkkuudella erittäin merkitseviä.

1.5 Sääolot

Tässä tutkimuksessa sään vaikutusta ohran sadonmuodostukseen selvitettiin tutkimusasemien säähavainnoista koottujen kuukausittain sademäärien ja keskilämpötilojen perusteella. Seikkaperäisempien päätelmien teko säätekijöiden vaikutuksista edellyttäisi päivittäisten tai dekadettaisten ja ääriämpötilojen sekä sadejakauman huomioon ottamista.

Koevuosi 1982

Toukokuun alun sateinen ja kolea sää viivästytti jonkin verran kylviä, jotka päästiin aloittamaan kuukauden puolivälin jälkeen. Maan kosteus oli sopiva, joten orastuminen oli tasainen. Lisäksi touko-kesäkuun vaihteen lyhyt, erittäin lämmin jakso sai oraat hyvään kasvuun. Kesäkuun puolivälin viileä kausi myöhästytti kasvustoja, mutta viileyden seurauksena pensastuminen oli runsasta, mikä antoi toiveita korkeasta sadosta. Heinäkuun alussa alkaneen lämpimän, osittain helteisen ja sateettoman jakson ansiosta kasvukauden jälkeenjääneisyys kuroutui umpeen, niin että elokuussa oltiin vian pari päivää jäljessä normaalista. Aikaisimmat ohralajikkeet päästiin korjaamaan hyvin edullisissa sääoloissa.

Koevuosi 1983

Kesän 1983 sääolot olivat mallasohran viljelylle suotuisat. Kevät oli aikainen ja suurin osa mallasohrasta kylvettiin jo toukokuun alussa. Maan kosteusolot olivat sopivat ja lämmin toukokuu oli orastumisen kannalta edullinen. Kesäkuun alun viileä kausi sai aikaan runsaan pensastumisen, mikä loi edellytykset hyvään satoon. Terminen kasvukausi oli 10-14 vuorokautta edellä normaalista.

Koevuosi 1984

Vuonna 1984 toukokuu oli poikkeuksellisen lämmin ja heinäkuu poikkeuksellisen märkä. Lämpöaalto ei kuitenkaan nopeuttanut ohran kehittymistä. Kylvöajankohta oli mallasohran viljelyalueella normaali ja orastuminen oli tasainen. Kesäkuu oli sateiden puolesta hyvin erilainen maan lounais- ja itäosissa. Lounais-Suomessa saatiin riittävästi kosteutta ja nopea kasvuvauhti.

venytti kortta. Itä-Suomessa kärsittiin juhannuksen tienoilla kuivuudesta, ja korren pituuskasvu hidastui. Ohra tuli tähkälle normaalisti heinäkuun alussa. Samanaikaisesti alkoivat runsaat ja paikoitellen rankat sateet. Pitkä ja heikko korsi ei pysynyt pystyssä ja seurauksena oli aikainen lakoutuminen. Heinäkuun sademäärät olivat koko Etelä-Suomessa kaksinkertaiset normaaliin verrattuna. Varhainen kasvustojen lakoutuminen tuntui mallasohran laadussa lähinnä pienijyväisyytenä ja edellisvuotista suurempana Fusarium-saastutana. Korjuuajankohta oli normaali, elokuun jälkipuolisko suhteellisen kuiva, ja mallasohra saatiin korjatuksi ennen syyskuun sateita.

		Sademäärä mm				Lämpötila °C			
		Norm.	1982	1983	1984	Norm.	1982	1983	1984
MIETOINEN	Kesä	45	15	65	70	13,8	11,7	13,5	14,2
	Heinä	53	67	66	103	17,1	16,5	16,7	15,0
	Elo	77	72	35	44	15,7	16,5	15,1	14,7
KOKEMÄKI	Kesä	44	7	78	73	13,6	11,8	13,5	13,7
	Heinä	71	27	66	126	16,6	16,4	16,0	14,9
	Elo	78	76	17	58	14,8	15,7	14,2	14,1
JOKIOINEN	Kesä	42	25	84	113	13,7	11,2	13,3	13,1
	Heinä	70	84	41	91	16,2	16,4	16,6	14,8
	Elo	74	111	58	69	14,7	15,6	15,0	13,8
ANJALA	Kesä	53	77	91	41	14,4	11,3	13,8	14,1
	Heinä	74	19	20	167	17,1	17,2	17,8	15,4
	Elo	76	84	52	30	15,4	15,4	15,0	14,3
PÄLKÄNE	Kesä	48	39	61	88	13,9	11,5	14,1	14,0
	Heinä	66	25	77	79	17,0	17,3	17,1	15,4
	Elo	71	90	61	37	15,3	15,8	14,8	14,2
YLISTARO	Kesä	56	19	34	77	13,5	11,3	13,2	13,4
	Heinä	71	31	78	137	16,6	16,3	15,7	15,0
	Elo	68	60	24	38	14,4	14,5	13,2	13,5

2. Tulokset

Taulukko 6. Varianssianalyysin tulokset

	R	A	B	C	AB	AC	BC
	vuosi	koepaikka	tyypitaso	lajike			
kasvuaika pv	***	NS	***	***	NS	***	NS
korrenpit.cm	***	*	***	***	NS	***	NS
lakoutum. %	***	NS	***	***	NS	**	NS
jyväsato kg/ha	***	NS	***	***	*	**	**
valk.pit %	***	**	***	***	NS	***	NS
valk.sato kg/ha	***	NS	***	***	NS	***	*
tsp g	***	NS	NS	***	NS	***	NS
hlp kg	***	**	***	***	NS	***	NS
lajite IV %	***	NS	***	***	NS	***	NS
tj %	***	NS	***	***	NS	***	NS
tj.sato kg/ha	***	NS	***	***	NS	***	NS
itävyys %	***	NS	NS	***	*	***	NS

Taulukko 7. Pienimmät merkitsevät erot

	KOEPAIKKA		TYYPITASO		LAJIKE	
	HSD 5%	HSD 1%	HSD 5%	HSD 1%	HSD 5%	HSD 1%
kasvuaika pv	7,9	10,6	0,4	0,6	0,9	1,1
korrenpit cm	23,0	30,1	1,3	1,7	2,1	2,4
lakoutum. %	44,6	59,2	7,1	9,2	8,0	9,3
jyväsato kg/ha	497,2	651,1	150,1	193,0	208,2	240,4
valk.pit %	1,9	2,5	0,2	0,2	0,3	0,4
valk.sato kg/ha	166,7	218,3	17,6	22,7	20,2	23,3
tsp g	7,4	9,6	0,5	0,6	1,6	1,8
hlp kg	3,8	4,9	0,4	0,6	0,9	1,1
lajite IV %	6,3	8,2	0,8	1,0	1,9	2,2
tj %	17,7	23,2	1,4	1,8	4,1	4,7
tj.sato kg/ha	1420,0	1859,7	179,1	230,3	271,9	313,9
itävyys %	3,8	5,0	0,6	0,8	1,1	1,3

Taulukko 8. Korrelaatiokertoimet

	jyväsato	lakoisuus	kasvuaika	korren- pituus	tjp	hlp
lakoisuus	0,067					
kasvuaika	0,283**	-0,160**				
korren.pit.	0,197**	0,503**	-0,358**			
tjp	0,273**	-0,392	0,469**	-0,410**		
hlp	0,293**	-0,304**	0,415**	-0,461**	0,727**	
laj IV	-0,161**	0,465**	-0,393**	0,307**	-0,753**	-0,727**
laj III	-0,129*	0,369**	-0,523**	-0,377**	-0,807**	-0,748**
laj II	-0,066	0,051	-0,198**	0,031	-0,273**	-0,093
laj I	0,140**	-0,338**	0,465**	-0,287**	0,741**	0,617
itävyys	-0,009	-0,134**	-0,068	-0,102*	-0,086	-0,044
kosteus	0,150**	-0,157**	0,438**	-0,197**	0,145**	0,178
valk.pit.	0,148**	0,371**	0,043	0,149**	-0,079	0,023
valk.sato	0,878**	0,216**	0,264**	0,202**	0,187**	0,257**
orastih.	0,108	0,304**	0,123*	0,694	0,026	0,182**
täysjyvä	0,145**	-0,417**	0,495**	-0,366**	0,817**	0,768**
tj.sato	0,762**	-0,223**	0,503**	-0,093	0,708**	0,675**
	lajite IV	lajite III	lajite II	lajite I	itävyys	puinti- kosteus
laj III	0,378**					
laj II	-0,098*	0,378**				
laj I	-0,742**	-0,391**	-0,702**			
itävyys	0,123*	0,153**	0,126*	-0,171**		
kosteus	-0,188**	-0,120*	0,037	0,093	-0,319**	
valk.pit.	0,127*	0,058	0,026	-0,075	-0,167**	0,206**
valk.sato	-0,073	-0,078	-0,026	0,071	-0,093	0,215**
orastih.	-0,077	-0,105	0,004	0,069	-0,458**	0,111*
täysjyvä	-0,923**	-0,982**	-0,292**	0,886**	-0,147**	0,149**
tj.sato	-0,693**	-0,716**	-0,249**	0,668**	-0,095	0,197**
	valkuais- pitoisuus	valkuais- sato	oras- tiheys	täys- jyväsitys		
valk.sato	0,590**					
orastih.	0,068	0,104				
täysjyvä	-0,084	0,079	0,099			
tj.sato	0,045	0,637**	0,106	0,734**		
					* 99	%:n merkitsevyys
					** 99,9	%:n merkitsevyys

Pearssonin korrelaatiokertoimet on laskettu myös typpitasoittain ja vuosittain. Tuloksissa on käsitelty vain niitä korrelaatioita, jotka olivat merkitseviä kaikilla typpitasoilla ja eri vuosina.

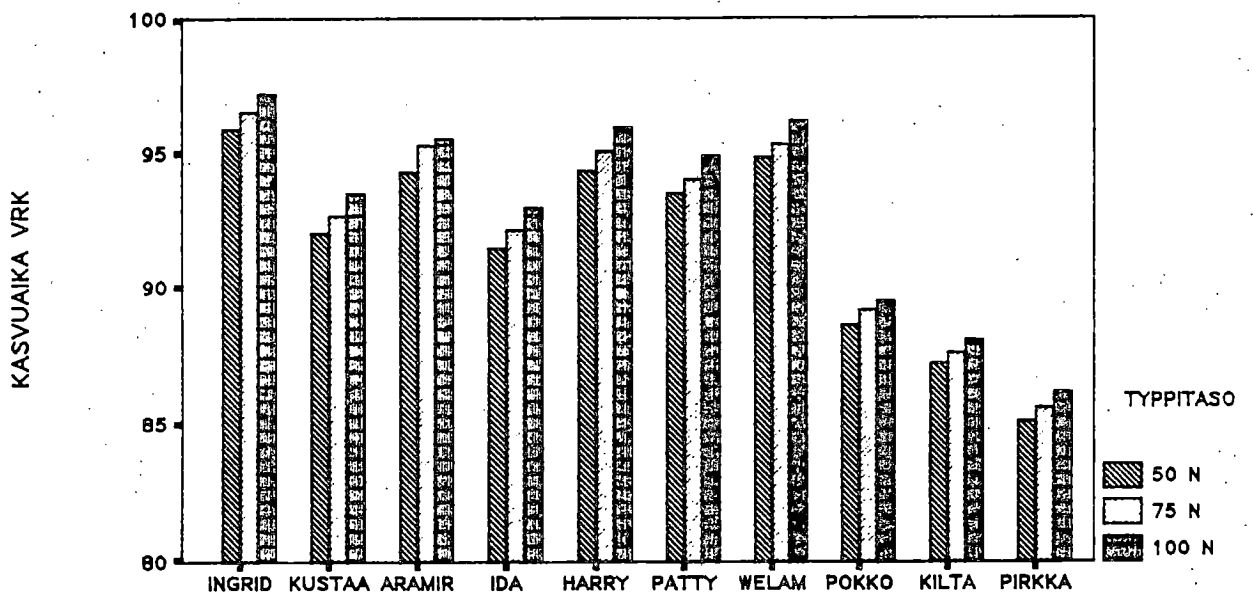
2.1 Kasvu ja kehitys

2.1.1 Orastuminen

Kylvötiheys oli 500 kpl/m . Eri lajikkeiden väliset orastumisen erot eivät olleet kovin suuria. Welam orastui parhaiten, keskimäärin 434 kpl/m , Aramir 2-tahoisista huonoiten ja Kilta monitahoisista huonoiten. Monitahoiset orastuivat keskimäärin heikommin kuin 2-tahoiset.

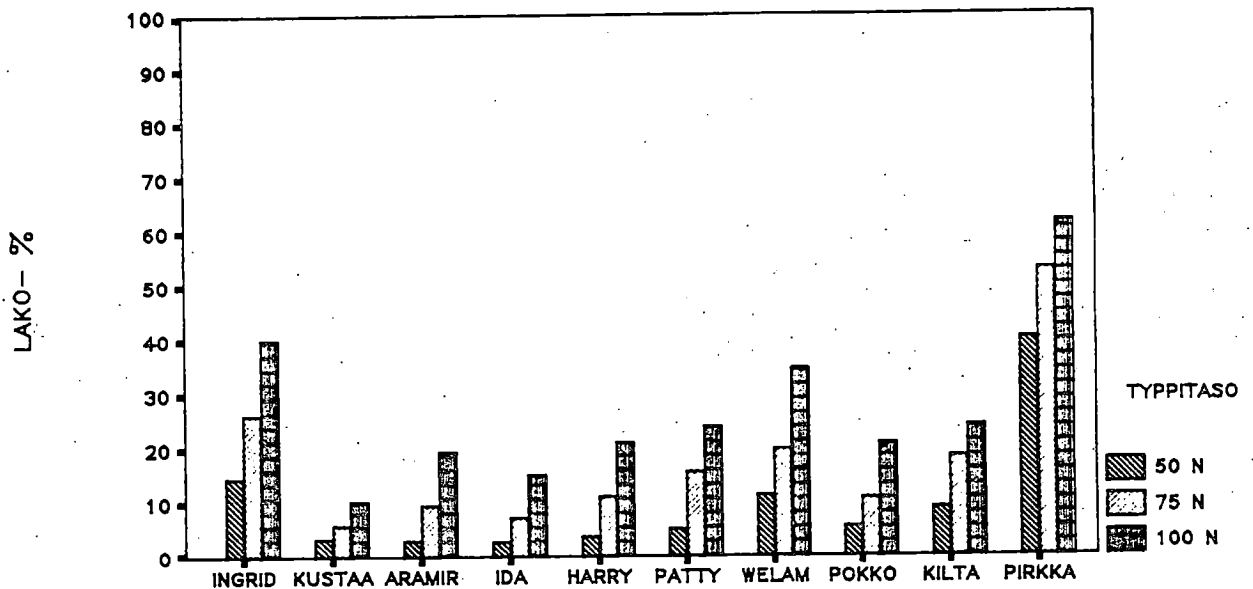
2.1.2 Kasvuaika

2-tahoisten keskimääräinen kasvuaika oli 94,5 vuorokautta ja monitahoisten 7 vuorokautta vähemmän. 2-tahoisista Ingrid oli myöhäisin ja Ida aikaisin. Monitahoisista Pokko oli myöhäisin ja Pirkka aikaisin. Kasvuaika piteni merkitsevästi typpilannoituksen lisääntyessä.



Kuvio 12. Kasvuaika typpitasoittain ja lajikkeittain

2.1.3 Korrenpituus ja lakoutuminen.



Kuvio 13. Lakoutuminen typpitasoittain ja lajikkeittain

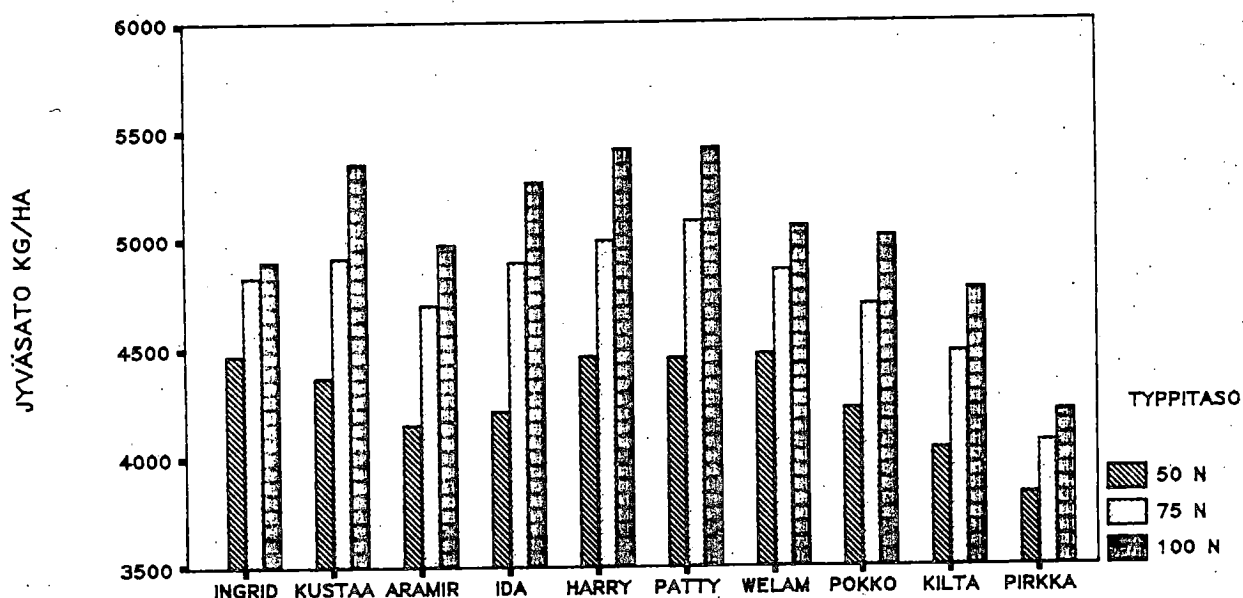
Koejäsenten keskimääräinen lakoisuus oli 18 %. 2-tahoisten korsi oli selvästi lyhyempi kuin monitahoisten ja siten myös vähemmän laossa. 2-tahoisista Ingrid oli pitkäkortisin ja eniten laossa. Kustaan korsi oli lyhin ja se oli vähiten laossa. Monitahoisista Pirkan korsi oli ylivoimaisesti pisin ja se oli kaikilla lannoitusmäärillä, lukuunottamatta lannoittamatonta, pahasti laossa eli keskimäärin 52 %. Pokon ja Killan korrenpituudet eivät paljon eronneet toisistaan, mutta Pokko oli selvästi laonkestävämpi kuin Kilta. (Kuvio 13).

Typpilannoittamattomissa koeruuduissa (vain Jokioisissa) ohra ei ollut käytännöllisesti katsoen lainkaan lakoutunut. Korrenpituudella ja lakoutumisella oli merkittävä positiivinen korrelaatio lajitteisiin III ja IV ja valkuaispitoisuuteen. Merkittävä negatiivinen korrelaatio oli 1000 siemenen painon, hehtolitra-painon ja lajitteen I kanssa. (Taulukko 8).

2.2 Jyväsato

Typpilannoitus lisäsi selvästi jyväsatoa. Typpitasojen 50 N ja 75 N välinen satoero oli keskimäärin 485 kg/ha ja 75 N:n ja 100 N:n välinen ero 287 kg/ha (kuvio 14). Lajikkeiden väliset erot

eri lannoitustasojen, koepaikkojen ja vuosien välillä olivat huomattavia (taulukko 6). 2-tahoisista Patty, Harry ja Kustaa olivat satoisimmat. Alimmalla typpitasolla Welam ja Ingrid olivat satoisimmat, mutta ylimmällä typpitasolla ne olivat huonoimmasta päästä. Molemmat lajikkeet ovat pitkäkortisia ja laikoutuivat helposti. Idan sato muihin verrattuna parani eniten typpilannoituksen lisääntyessä. Aramirin sato oli alhaisin kaikilla typpilannoitusmäärillä. (Kuvio 14, taulukko 9). Monitahoisista Pirkka oli aivan selvästi heikkosatoisin (keskimäärin 4033 kg/ha). Typpilannoittamattomissa koeruuduissa Pirkan sato ei tosin ollut merkittävästi huonompi kuin muidenkaan.

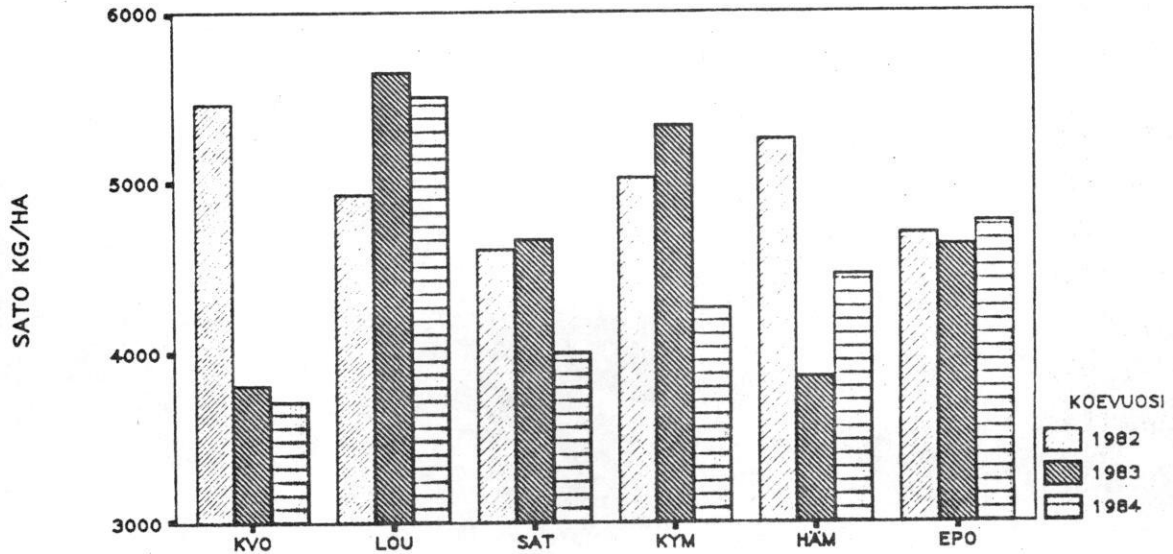


Kuvio 14. Jyväsato typpitasoittain ja lajikkeittain

Taulukko 9. Jyväsato vuosittain ja lajikkeittain

VUOSI	JYVÄSATO, kg:ha							KESKI-ARVO
	INGRID	KUSTAA	ARAMIR	IDA	HARRY	PATTY	WELAM	
1982	4952.78	5052.78	4817.78	4825.00	5102.22	5182.78	5172.22	5015.08
1983	4727.50	5002.11	4474.28	4679.61	4875.94	4826.89	4779.61	4766.56
1984	4515.00	4580.00	4527.78	4863.89	4895.00	4952.22	4437.22	4681.59
KESKIARVO	4731.76	4878.30	4606.61	4789.50	4957.72	4987.30	4796.35	4821.08
N =	54	54	54	54	54	54	54	378

VUOSI	JYVÄSATO, kg:ha			KESKI-ARVO
	POKKO	KILTA	PIRKKA	
1982	5170.56	5030.67	4646.67	4944.51
1983	4585.33	4453.40	3966.28	4328.04
1984	4173.33	3798.67	3487.22	3820.98
KESKIARVO	4643.07	4427.58	4033.39	4364.51
N =	54	45	54	153



Kuvio 15. Jyväsaato vuosittain ja koepaikoittain

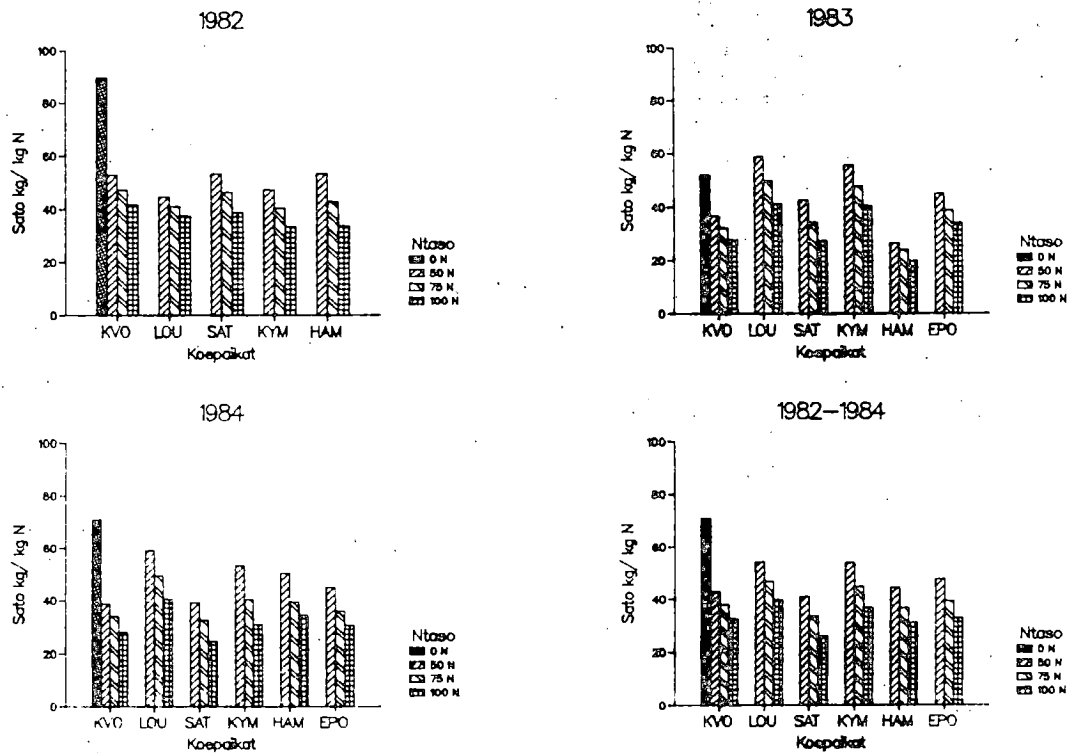
Lounais-Suomen koeasemalla saatiin keskimäärin parhaat sadot. Koeasemien välillä oli eroja vuosien ja eri lajikkeiden sadoissa. Keskimäärin parhaat sadot saatiin v.1982 ja huonoimmat v.1984. (Kuvio 15). Vuonna 1982 alkukesän viileys ja vuonna 1983 aikainen kasvuun lähtö edistivät pensastumista ja sadosta kehittyi kesän hyvien säiden ansiosta runsas ja samalla jyväkoko kehittyi edulliseksi. Vuonna 1984 toukokuun normaalia viileämpi sää ja heinäkuun poikkeuksellisen runsaat sateet häiritsivät sadonmuodostusta.

Sadolla oli hyvin merkitsevä positiivinen korrelaatio valkuais-satoon, 1000 siemenen painoon, hehtolitrapainoon ja kasvuaikaan ja negatiivinen korrelaatio lajitteeseen IV. (Taulukko 8).

Jäännöstyypin vaikutus jyväsatoon

Maan kokonaismineraaliteyden vaikutus jyväsatoon oli merkitsevä positiivinen korrelaatio satoon. Maan ammoniumtyypin ja sadon välinen korrelaatio oli myös merkitsevä, mutta negatiivinen. Tämä tulos voi johtua siitä, että etenkin v.1983 Hämeen sekä v.1984 Satakunnan ja Kasvinviljelyosaston kokeissa ammoniumtyppimäärät olivat poikkeuksellisen runsaita ja sadot alhaisia. Sen sijaan nitraattityypin ja sadon välinen korrelaatio oli positiivinen ja erittäin merkitsevä.

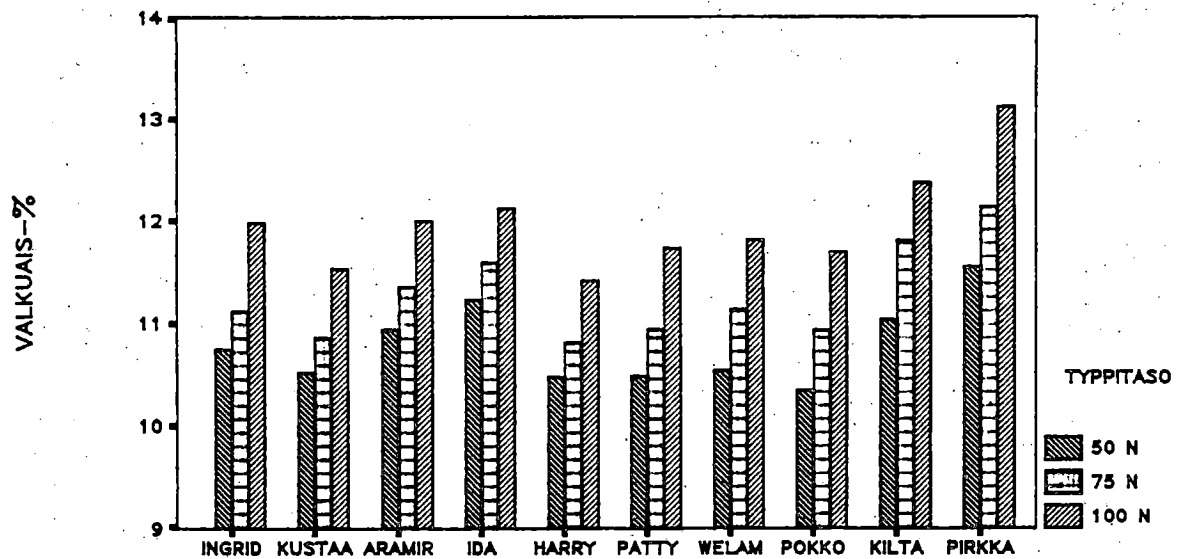
KUIVA-AINESATO/KOKONAISTYYPPI



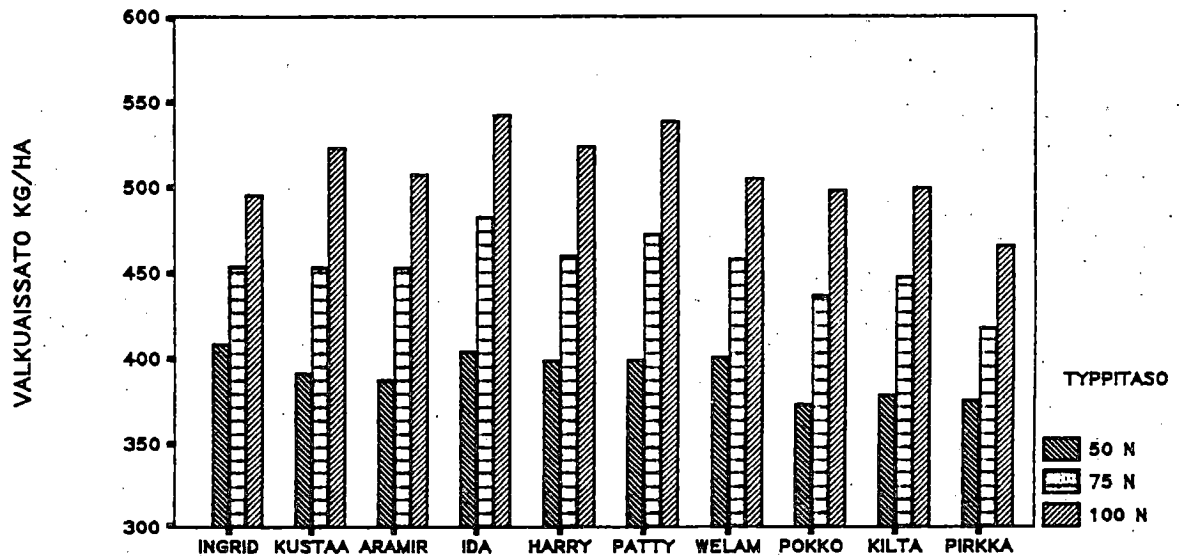
Kuvio 16. Kuiva-ainesato/kokonaistyyppi, vuodet erikseen ja yhdessä.

Sadon ja kokonaistypen (lannoitetyppi + mineraalityppi) suhde, joka kuvaa typen hyväksikäyttöä, oli 2-tahoisilla keskimäärin parempi (41,6 kg jyviä/kg typpeä) kuin monitahoisilla (38,1 kg/kg N). Typen hyväksikäyttö aleni selvästi typpilannoituksen lisääntyessä. Typpitasolla 50 N se oli 48,8 kg/kg N ja 100 N 34,7 kg/kg N.

2.3 Valkuaispitoisuus ja valkuaissto



Kuvio 17. Valkuaispitoisuus typpitasoittain ja lajikkettain.



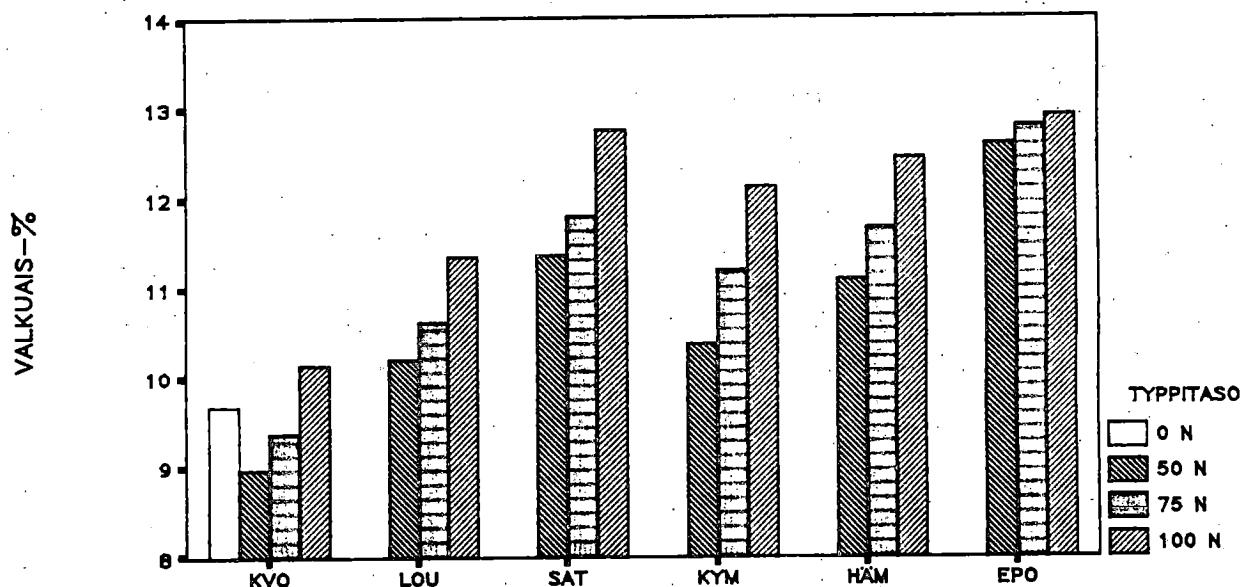
Kuvio 18. Valkuaissato typpitasoittain ja lajikkeittain.

2-tahoisten keskimääräinen valkuaispitoisuus oli 11,2 % ja monitahoisten 11,7 %. 2-tahoisten valkuaissto oli 460 kg/ha ja monitahoisten 432 kg/ha. Tutkimuksen typpilannoittamattomissa koejäsenissä 2-tahoisten lajikkeiden valkuaispitoisuus oli suurempi kuin monitahoisten. Typpitasoilla 50 N ja 75 N monitahoisten valkuaispitoisuus oli jo hieman suurempi kuin 2-tahoisten ja korkeimmalla typpitasolla ero suureni edelleen. Pirkan valkuaispitoisuus nousi 1,6 prosenttiyksikköä, kun typpilan-

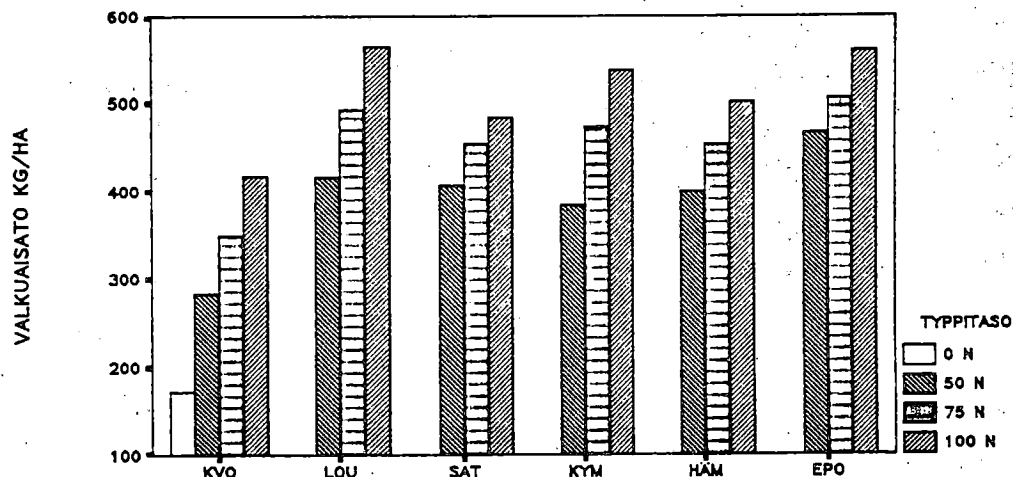
noitus kasvoi 50 kg:sta N/ha 100 kg:aan N/ha, Killan ja Pokon 1,3 prosenttiyksikköä ja Idan ja Harryn vain 0,9 prosenttiyksikköä. (Kuviot 17 ja 18).

2-tahoisista Idan valkuaispitoisuus oli suurin (11,6 %) ja Harryn pienin (10,9 %). 2-tahoisten keskimääräiset erot eivät kuitenkaan olleet kovin suuria. Ida tuotti myös suurimman valkuaisadon (476 kg/ha) ja Aramir heikoimman (449 kg/ha). Ingridin valkuaissto oli 0 N- ja 50 N-lannoitustasoilla yksirunsaimmista, mutta 100 kg:lla N/ha huonoin. Welamin kehitys oli samansuuntainen. Lajikkeiden väliset valkuaisstojen erot eivät kuitenkaan olleet kovin suuria.

Monitahoisten lajikkeiden valkuaispitoisuus vaihteli selvästi eri lajikkeiden välillä. Pirkan valkuaispitoisuus (12,3 %) oli selvästi suurempi kuin minkään muun lajikkeen. Tosin typpilannoittamattoman Pirkan valkuaispitoisuus ei ollut muita runsaampi. Killan valkuaispitoisuus oli parempi kuin 2-tahoisten keskimäärin ja Pokon taas pienempi kuin 2-tahoisten. Killan valkuaissto oli paras ja Pirkan huonoin. (Kuviot 17 ja 18).

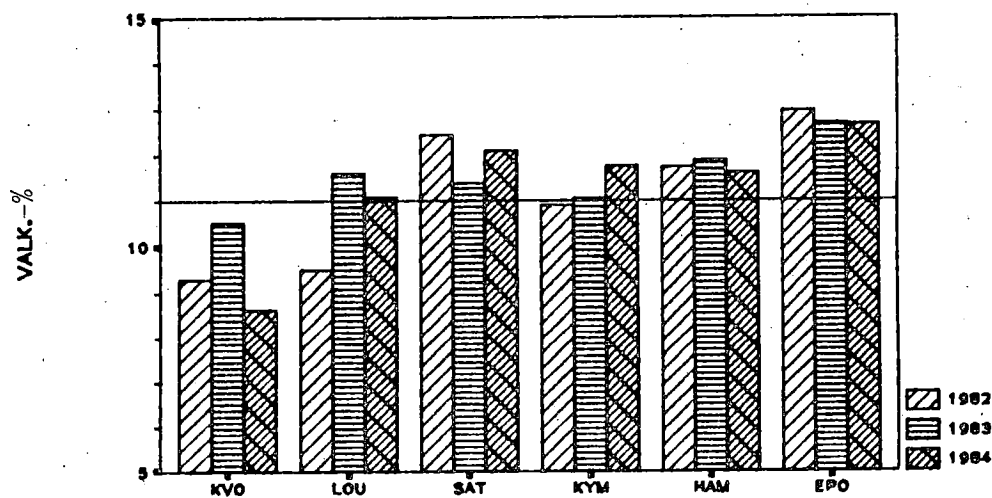


Kuvio 19. Valkuaispitoisuus koepaikoittain ja typpitasoittain

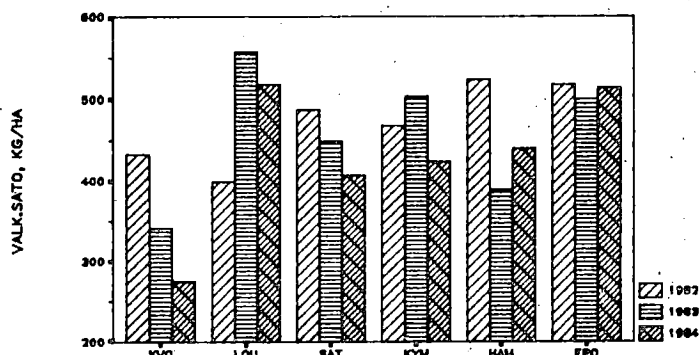


Kuvio 20. Valkuaissato koepaikoittain ja typpitasoittain

Typpilannoituksen lisääminen nosti valkuaispitoisuutta ja valkuaisatota erittäin merkittävästi. Keskimäärin valkuaispitoisuus nousi enemmän lisättäessä typpilannoitusta 75 kg:sta N/ha 100 kg:aan (0,7 %-yksikköä) kuin alemmalla lisäyksellä (0,5 %-yksikköä). Valkuaissato, kuten jyväsato, nousi alemmalla lisäyksellä enemmän. Valkuaissadon muutokset olivat muutenkin pitkälti samansuuntaisia kuin jyväsadon.



Kuvio 21. Valkuaispitoisuus (%) vuosittain ja koepaikoittain



Kuvio 22. Valkuaissato (kg/ha) vuosittain ja koepaikoittain

V.1982 valkuaispitoisuus oli pienin ja v.1983 suurin. V.1983 valkuaispitoisuus nousi eniten lannoitustason noustessa. Valkuaissato oli v.1982 paras ja v.1984 huonoin, aivan kuten jyväsatoakin. Valkuaispitoisuus vaihteli hyvin merkitsevästi eri koeasemien välillä. Keskihajonta oli suurin Lounais-Suomen ja pienin Etelä-Pohjanmaan koeasemalla. Kasvinviljelyosastolla saatiin alhaisin valkuaispitoisuus ja suurin Etelä-Pohjanmaalla, jossa kaikkien lajikkeiden valkuaispitoisuus kohosi yli 12,5 prosenttiin. (Kuviot 21 ja 22). Satakunnan koeasemalla suurimmalla typpilannoitusmäärällä Ingridin, Aramirin, Idan, Welamin, Killan ja Pirkan valkuaispitoisuus kohosi yli 12,5 prosenttiin.

Valkuaispitoisuuden korrelaatio lakoisuuteen ja luonnollisesti valkuaispitoisuuteen on erittäin merkitsevä ja positiivinen sekä erittäin merkitsevä negatiivinen itävyyteen. Valkuaispitoisuus ei ollut korrelaatiossa 1000 jyvän painoon eikä hehtolitrainoon, mutta valkuaispitoisuudella oli erittäin merkitsevä positiivinen korrelaatio näihin, samoin kuin kasvuaikaan ja satoon. (Taulukko 8).

Jäännöstyypen vaikutus valkuaispitoisuuteen

Maan kokonaismineraaliteyden kanssa oli erittäin merkitsevä korrelaatio valkuaispitoisuuteen eli jäännöstyyppi vaikutti vielä enemmän valkuaispitoisuuteen kuin satoon. Samoin kuin sadon oli myös valkuaispitoisuuden ja ammoniumtyypen välillä negatiivinen korrelaatio ja nitraattityypen välillä positiivinen korrelaatio.

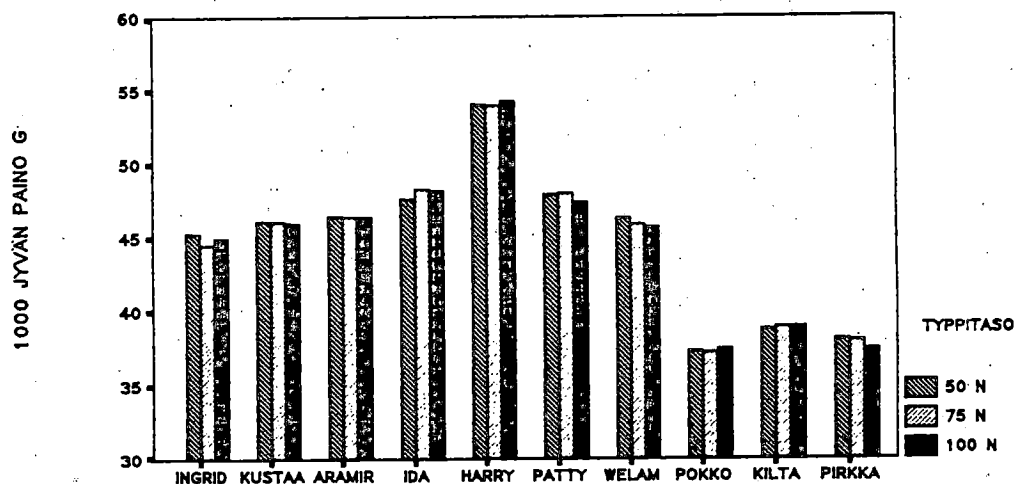
Valkuaispitoisuus oli kaikkina koevuosina selvästi suurin Etelä-Pohjanmaan koeasemalla. V.1984 jäännöstyypen määrä oli siellä keskimääräistä runsaampi, mutta ei vuosina 1982 ja 1983. Satakunnan ja Hämeen koeasemilta mitattiin suurimmat jäännöstyyppimäärät ja myös valkuaispitoisuudet olivat näillä Etelä-Pohjanmaan jälkeen korkeimmat. Hämeen koeasemalla v.1983 mineraaliteyden määrä oli selvästi korkein, mutta valkuaispitoisuus ei silti ollut kovin paljon suurempi kuin muina vuosina.

Valkuaispitoisuuden ja kokonaistypen suhteessa ei ollut kovin suuria eroja eri koeasemien välillä. Keskimäärin suhde oli sekä 2-tahoisilla että monitahoisilla 0,11 %/kg N. Etelä-Pohjanmaan

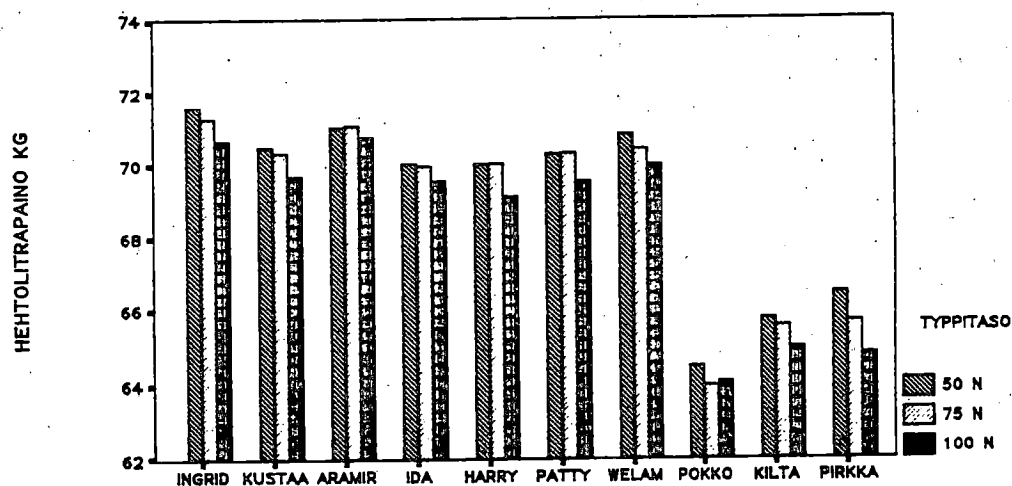
koasemalla se oli suurin, 0,13 %/kg N ja Kasvinviljelyosastolla pienin, 0,10 %/kg N. Suhde aleni selvästi lannoituksen lisääntyessä; typpitasolla 0 N se oli 0,40, 50 N 0,24 ja typpitasolla 100 N se oli enää 0,09 %/kg N.

2.4 Jyvän ulkoiset ominaisuudet

2.4.1 1000 jyvän paino ja hehtolitrapaino



Kuvio 23. 1000 jyvän paino typpitasoittain ja lajikkeittain



Kuvio 24. Hehtolitrapaino typpitasoittain ja lajikkeittain

2-tahoisten ja monitahoisten lajikkeiden 1000 jyvän painot ja hehtolitrapainot erosivat selvästi toisistaan. 2-tahoisten 1000

jyvän painojen keskiarvo oli 47,6 g ja monitahoisten 38,0 g. Hehtolitrapainot olivat vastaavasti 70,3 kg ja 65,1 kg. 2-tahoisten lajikkeiden välillä oli suuria eroja sekä 1000 jyvän että hehtolitrapainossa. Harryn 1000 jyvän paino oli ylivoimaisesti suurin (54,1 g) ja vastaavasti hehtolitrapaino pienin (69,7 kg). Ingridin 1000 jyvän paino oli pienin (44,9 g) ja hehtolitrapaino suurin (71,2 kg). Monitahoisten 1000 jyvän painoissa ei ollut merkittäviä eroja, mutta hehtolitrapainoissa sen sijaan oli. Pirkan hehtolitrapaino oli suurin ja Pokon pienin. (Kuviot 23 ja 24, taulukko 7).

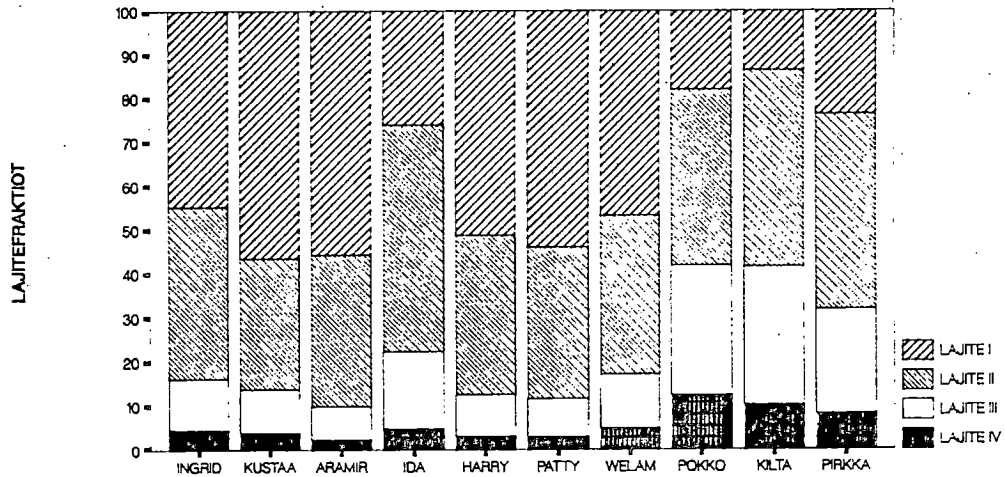
Typpilannoituksella ei ollut merkitystä 1000 jyvän painoon lannoitustasoilla 50 - 100 N. Sen sijaan lannoitustasolla 0 N 1000 jyvän paino oli vain 43,2 g, kun se keskimäärin oli Jokioisissa 45,6 g. Hehtolitrapaino aleni merkitsevästi (0,5 kg/hl) typpilannoituksen lisääntyessä 75 kg:sta N/ha 100 kg:aan N/ha. Lisätessä typpilannoitusta 50 kg:sta N/ha 75:aan N/ha aleni hehtolitrapaino keskimäärin 0,2 kg/hl, mutta ero ei ollut merkitsevää.

Varianssianalyysin mukaan typpilannoituksella eikä koepaikalla ollut merkitystä 1000 jyvän painoon eikä lajikkeen ja typpilannoituksen yhdysvaikutuksella 1000 jyvän painoon eikä hehtolitrapainoon, mutta lajikkeella oli erittäin suuri vaikutus. (Taulukko 6).

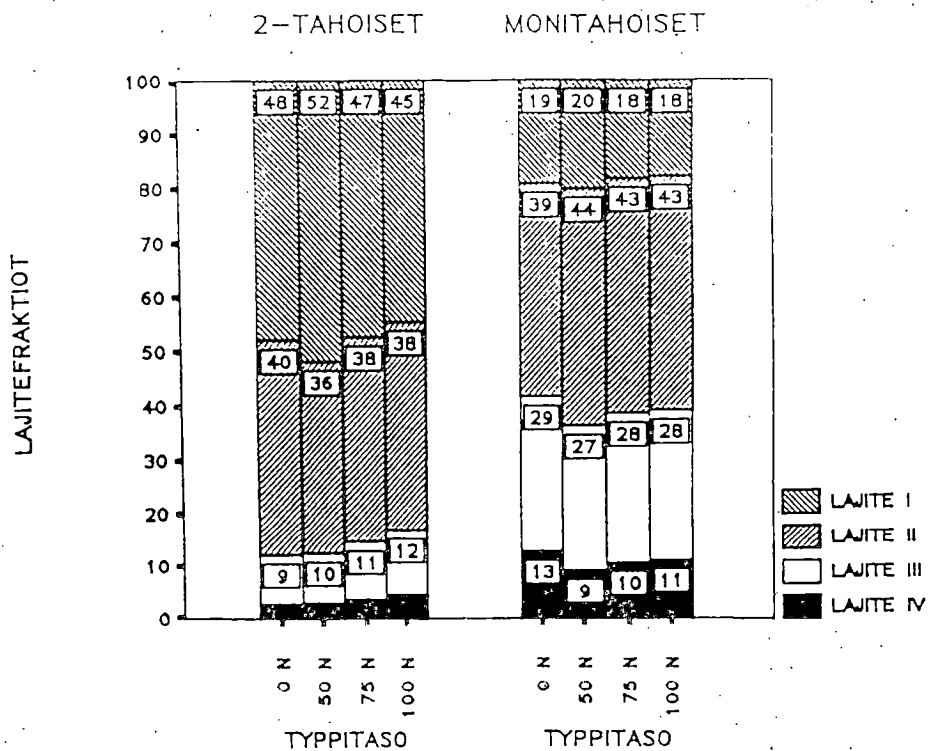
1000 jyvän painolla ja hehtolitrapainolla oli merkitsevä positiivinen korrelaatio satoon ja täysjyväisyyteen. Hehtolitrapainolla oli myös positiivinen korrelaatio valkuaisatoon. Erittäin merkitsevä negatiivinen korrelaatio molemmilla ominaisuuksilla oli lakaisuuteen, korrenpituuteen sekä lajitteisiin III ja IV. Huomionarvoista on, ettei valkuaispitoisuudella ollut korrelaatiota kumpaankaan. (Taulukko 8).

2.4.2 Lajitteluaste ja täysjyväisyys

2-tahoisten ohrien jyvät olivat selvästi kooltaan suurempia kuin monitahoisten. Lajitetta IV oli 2-tahoisissa keskimäärin 3,7 % ja monitahoisissa 10,2 %. Täysjyväisiä eli yli 2,5 mm:n jyviä oli 2-tahoisissa keskimäärin 85,2 % ja monitahoisissa vain 62,0%. (Kuviot 25 ja 26).



Kuvio 25. Lajitteet lajikkeittain

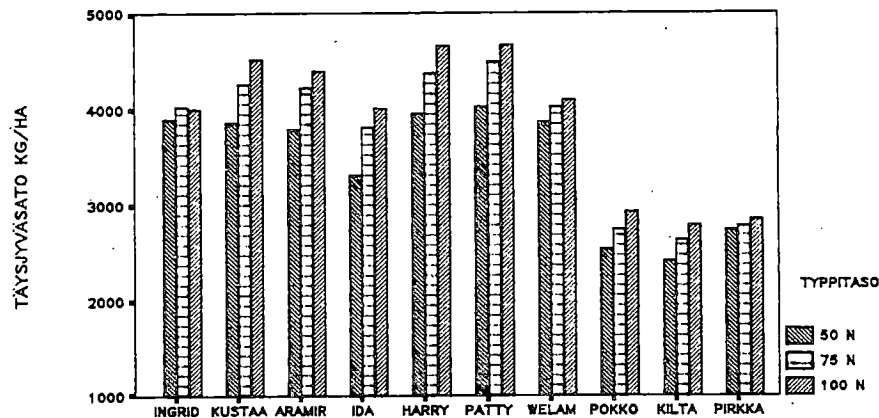


Kuvio 26. Lajitteet typpitasoittain

2-tahoisten lajikkeiden täysjyväsaato oli aivan selvästi parempi (4112 kg/ha) kuin monitahoisten (2724 kg/ha). 2-tahoisten lajikkeiden väliset erot olivat melko pieniä. Etenkin Ingridin pienten jyvien osuus lisääntyi typpilannoituksen kasvaessa, mutta myös Welamin, Kustaan ja Pattyn. (Kuvio 27, taulukko 10).

Taulukko 10. Typpilannoituksen vaikutus eri lajikkeiden täysjyväsyyteen

		TÄYSJYVÄ, lajitteet yli 2.5 mm, %								
		I	INGRID	KUSTAA	ARAMIR	IDA	HARRY	PATTY	WELAM	KESKI-ARVO
NTASO	50 N	I	87.4056	88.4611	91.7111	78.7444	88.7000	90.6444	86.2833	87.4214
	75 N	I	83.3667	86.4056	90.1556	78.2056	87.6722	88.5833	82.4500	85.2627
	100 N	I	80.7056	83.6611	88.4056	76.2722	85.9611	86.0667	80.1278	83.0286
	KESKIARVO		83.8259	86.1759	90.0907	77.7407	87.4444	88.4315	82.9537	85.2376
	N =		54	54	54	54	54	54	54	378
			POKKO	KILTA	PIRKA	KESKI-ARVO				
NTASO	50 N	I	59.6444	59.5600	71.1000	63.6627				
	75 N	I	57.9611	58.2600	67.4167	61.3863				
	100 N	I	57.4611	58.0133	66.5167	60.8196				
	KESKIARVO		58.3556	58.6111	68.3444	61.9562				
	N =		54	45	54	153				



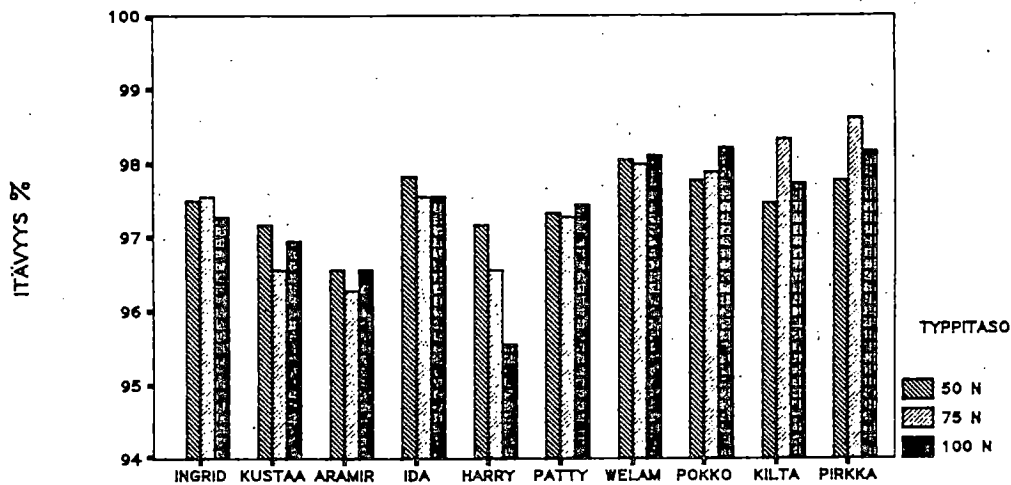
Kuvio 27. Täysjyväsato typpitasoittain ja lajikkeittain

Aramirin täysjyväsäisyys oli paras (90,1 %) ja Idan 2-tahoisista huonoin (77,7 %). Sen sijaan lajitetta I oli Kustaalla eniten ja Aramirilla vasta 2. eniten. Muuten lajitteen I ja täysjyväsäisyyden suhteissa eri lajikkeiden välillä ei ollut merkittäviä eroja. Pokon ja Killan täysjyväsäisyys oli alle 60 % ja Pirkan alle 70 %. Ingridin, Idan, Welamin ja kaikkien monitahoisten täysjyväsäisyys alitti ja lajitteen IV jyvien osuus ylitti kauppakelpoisuusrajan useita kertoja. (Kuvio 25).

2-tahoisista Pattyn täysjyväsäto oli paras (4397 kg/ha) ja Idan huonoin (3716 kg/ha). Vaikka Aramirin täysjyväsäisyys oli paras, oli sen täysjyväsäto vasta 4. paras, koska sen jyväsäto oli 2-tahoisten huonoin. Ingridin täysjyväsäto oli 2. huonoin, vaikka se oli vielä typpitasolla 50 N 3. paras. Monitahoisista Pirkan täysjyväsäto oli paras (2794 kg/ha), vaikka sen kokonaissäto oli selvästi heikoin. (Kuvio 27, taulukko 10).

Typpilannoitus vaikutti selvästi eri lajitteiden osuuksiin. Kun typpilannoitusta lisättiin, kasvoi pienien jyvien määrä ja suurien väheni. Sen sijaan täysjyväosato nousi typpilannoitusta lisättäessä, koska jyväsato kasvoi. Täysjyväosadon suhteellinen kasvu pieneni kuitenkin typpilannoituksen lisääntyessä. Kun typpilannoitus lisääntyi 0 kg:sta N/ha 50 kg:aan N/ha, parani täysjyväosato 2000 kg/ha, mutta ylimmän 25 kg:n N/ha lisäyksen ansiosta vain 150 kg/ha. Ingridin täysjyväosato huononi, kun lannoitus lisääntyi 75 kg:sta 100 kg:aan N/ha. (Kuvio 27).

2.5 Itävyys



Kuvio 28. Itävyys typpitasoittain ja lajikkeittain.

Itävyys oli keskimäärin erittäin hyvä, 97,4 % eikä eri lajikkeiden kesken ollut kovin suuria eroja. Pirkan ja Welamin itävyys oli hieman yli 98 % ja Harryn, Aramirin ja Kustaan alle 97 %. Monitahoisten itävyys (98,0 %) oli noin 0,8 prosenttiyksikköä parempi kuin 2-tahoisten. (Kuvio 28, taulukko 7). Eri typpilannoitustasojen välillä ei ollut mitään merkittävää eroa. Sen sijaan lajike vaikutti itävyyteen. (Taulukko 6).

3. Tulosten tarkastelu

3.1 Orastuminen ja kasvuaika

Typpilannoitus paransi orastuvuutta jonkin verran, vaikkakaan ei varianssianalyysin mukaan merkitsevästi. Yleensä typpilannoituksen ei katsota vaikuttavan orastuvuuteen, vaan se riippuu enemmän siemenen elinvoimasta ja maan kunnosta.

Kasvuaika on lajikeominaisuus, johon myös erilaiset sää- ja viljelyolot vaikuttavat. Typpilannoitus hidasti tuleentumista, minkä ovat todenneet myös mm. LANGER ja LIEW 1973 ja PEARMAN ym. 1977. Lajikkeen aikaisuudesta on hyötyä laadun säilymisen kannalta. Esim. jos kasvuaika pitenee, puintikosteus helposti lisääntyy. Satoisuus lisääntyi kasvuaikojen pidetessä. REKUSEN (1970) mukaan kaksitahoisten lajikkeiden kasvuajan ja satoisuuden välinen korrelaatio on selvästi positiivinen, mutta monitahoisten lajikkeiden kasvuajan ja satoisuuden välinen riippuvuus on käyräviivainen ja optimi ajoittuu 87 päivän paikkeille.

3.2 Korrenpituus ja lakoutuminen

Korrenpituus ja lakoutuminen ovat lajikeominaisuuksia, joihin vuosien erilaiset kasvuolot vaikuttavat. Korrenpituus ja lakoutuminen lisääntyivät aivan selvästi typpilannoitusmäärän kasvaessa, mikä on todettu jo monissa aiemmissakin tutkimuksissa mm. VIRTASEN ja POHJANHEIMON (1977). Pokkoa ja Pattia lukuunottamatta lajikkeen korrenpituuden kasvaessa lakoutuminen lisääntyi. Pokon korrenpituuteen nähden se oli melko vähän laossa ja Patti taas päinvastoin.

Myös jäännöstypen suuri määrä näytti lakoontuttavan ohraa. Esimerkiksi Hämeen koeasemalla v.1983 jäännöstyppeä löytyi selvästi keskimääräistä enemmän eli 61 kg/ha ja lakoontuminen oli 39 %, kun se keskimäärin oli vain 18 %. Myös Satakunnan koeasemalla, jossa jäännöstyppeä löytyi runsaasti, oli lakoontuminen keskimääräistä suurempaa.

Lakoutuminen aiheutti valkuaispitoisuuden lisääntymistä ja jyvien koon pienenemistä. Tutkimuksessa saadun korrenpituuden kasvun ja lakoutumisen haitallisen vaikutuksen 1000 jyvän painoon ovat todenneet myös mm. AUFHAMMER ja FISCHBECK (1971), BENGTTSSON (1975) ja EWERTSON (1977). Lakoisuuden haitallisuuteen vaikuttaa olennaisesti, missä vaiheessa kasvusto lakoutuu. Elinvoimainen kasvusto, joka tuottaa suuren jyväsadon, lakoutuu usein kasvun loppuvaiheessa, eikä laatu silti yleensä heikkene. Kokeessa Lounais-Suomen koeasemalla tapahtui näin.

3.3 Jyväsato

Typpilannoitus lisäsi jyväsatoa, mutta jyväsadon kasvu väheni yleensä typpilannoituksen lisääntyessä eli typen hyötysuhde heikkeni. Tähän vaikutti myös lakoontumisen lisääntyminen typpilannoitusmäärän kasvaessa. Samaan tulokseen ovat päässet myös esim. LALLUKKA (1981) ja MATTSON ja BIÄRSJÖ (1981) tutkimuksissaan. Eri lajikkeet reagoivat eri tavalla typpilannoituksen lisääntymiseen (KIVI ja HOVINEN 1972, REKUNEN 1970). Esim. Ingridin, joka on jo vanha lajike, sato ei noussut juuri lainkaan, kun taas Idan sato parani eniten typpilannoituksen lisääntyessä. Käytännön viljelyssä tulisi suosia lajikkeita, joilla on hyvä typen hyväksikäyttökyky.

Eri koeasemien välillä oli jonkin verran eroja mineraalityypen määrissä, mikä vaikutti lannoitetypen hyväksikäyttöön ja joissain tapauksissa myös satomääriin. Mineraalityppimäärät olivat kuitenkin keskimäärin melko pieniä, eikä niiden perusteella saatu selvää näyttöä mineraalityppimittausten laajemman käyttöönoton kannattavuudesta. Esim. MATTSONin ja BIÄRSJÖn (1981) mukaan voidaan typpilannoitusta vähentää vasta kun mineraalityppimäärä ylittää 70 kg/ha. SIPPOLAN (1986) mukaan maaperän typen kiertokulusta tiedetään toistaiseksi liian vähän, jotta luonnostaan tapahtuva maan typen mineraloituminen osattaisiin riittävästi ottaa huomioon typpilannoitusta suunniteltaessa. Tämän vuoksi tarvitaan tutkimusta typen mineraloitumisnopeuden ja määrän selvittämiseksi erityisesti eri maalajeilla ja viljelykierron eri vaiheissa.

Jotta typpilannoituksen negatiiviset vaikutukset ja hyväksikäytön erot eri lajikkeiden välillä olisivat tulleet paremmin esiin, olisi kokeessa pitänyt olla vielä suurempi typpilannoitusmäärä, esim. 125 N tai 150 N.

3.4 Valkuaispitoisuus ja valkuaissto

EWERTSONin (1977) kokeissa valkuaispitoisuuden vaihtelun pääaiheuttaja oli typpilannoitus. Toiseksi suurimpana syynä olivat lajike-erot. Myös KIVI (1971) sai samansuuntaisia tuloksia. SOWINSKIn (1963) mukaan kasvukauden sää vaikuttaa valkuaispitoisuuteen enemmän kuin lannoitus. Myös tässä kokeessa sää, typpilannoitus ja lajike vaikuttivat selvästi valkuaispitoisuuteen, mutta etenkin sään merkityksen suuruutta on vaikea arvioida. Valkuaissto on riippuvainen valkuaispitoisuuden ja sadon suhteesta.

Jo 1950-luvulta viljelyssä olleen Pirkka-lajikkeen valkuaispitoisuus oli selvästi muita suurempi. Se ei kuitenkaan korvannut Pirkan huonoa satoa ja siten sen valkuaissto oli alhaisin. Killan valkuaispitoisuus oli merkitsevästi parempi kuin Pokon. Typpilannoitus kohotti selvästi molempien valkuaispitoisuutta, mikä on eduksi monitahoisille lajikkeille.

Idan ja Aramirin valkuaispitoisuus oli eräillä koepaikoilla arveluttavan suuri, jopa yli 12,5 %, mikä on estänyt niiden hyväksymisen mallasohranviljelyyn. Tosin niiden valkuaispitoisuus ei noussut kovin paljon typpilannoituksen lisääntyessä. Pattyn, Kustaan ja Harryn valkuaispitoisuudet olivat turvallisen alhaisia, eivätkä ne Kustaalla ja Harrylla edes nousseet kovin helposti lannoituksen lisääntyessä.

Typpilannoituksen lisääminen 50 kg:sta N/ha 75 kg:aan N/ha nosti valkuaispitoisuutta vähemmän kuin seuraava 25 kg N/ha. Ohra käyttää typen ensin lähes kokonaan juuriston, korren, lehtien ja jyvien kasvuun ja jyvien määrän lisäämiseen. Vasta tämän jälkeen tarpeen yli menevä typpi alkaa nostaa valkuaispitoisuutta (MÄNTYLÄHTI ym. 1977, GATELY 1971, VIRTANEN ja POHJANHEIMO 1977, LALLUKKA ym. 1980).

Kasvinviljelyosaston kokeissa saatiin erittäin pieni valkuaispitoisuus, koska v.1982 sato oli erittäin hyvä ja v.1983 ja v.1984 ohra kärsi märkydestä. Lounais-Suomen koeasemalla valkuaispitoisuus oli 2. alhaisin. Sieltä saatiin myös selvästi parhaimmat sadot ja kasvukausi on siellä pidempi kuin muilla tutkimuksen koepaikoilla. Myös KIVEN (1971) ja EWERTSONin (1977) mukaan nämä seikat vaikuttavat valkuaispitoisuuden alentumiseen.

Kymenlaaksossa valkuaispitoisuus oli melko alhainen, koska sato oli hyvä ja jäännöstyppeä vähän. Tutkimukseen kuuluvista koepaikoista Etelä-Pohjanmaan koeasema sijaitsi pohjoisimpana. V.1982 siellä oli esikasvina hernekaura ja herneohra ja v.1984 ruis. Tämä selittää osin Etelä-Pohjanmaan erittäin suuria valkuaispitoisuuksia. Valkuaispitoisuudet olivat jo pienimmillä typpilannoitusmäärällä hyvin runsaita, mutta ne eivät enää nousseet merkitsevästi typpilannoituksen lisääntyessä, koska myös sato parani. Mallasohran viljelyssä on esikasvin valintaan kiinnitettävä huomioita, ettei valkuaispitoisuus tämän johdosta nousisi liian suureksi.

V.1982 kasvuaika oli 3 vuorokautta keskimääräistä pidempi ja tällöin saatiin pienin valkuaispitoisuus. V.1983 tilanne oli taas päinvastainen. Tämä tukee EWERTSONin (1977) käsitystä siitä, että valkuaispitoisuudet ovat yleensä suurempia ohran kasvaessa lyhyemmän kasvukauden oloissa kuin pitkän. Tämä perustuu siihen, että kun kasvukausi on pidempi, jyväsato on yleensä suurempi ja siten tyyppi kuuluu jyvän muodostukseen.

Aikaisempien tutkimusten mukaan valkuaispitoisuuden ja sadon korrelaatio on negatiivinen, eli kun jyväsato on hyvä, jakaantuu tyyppi suurempaan jyvämäärään, eikä valkuaispitoisuus muodostu liian suureksi (mm. REKUNEN 1970). Jos näin ei ole, se johtuu EWERTSONin (1977) mukaan siitä, että typpimäärä ei ole saavuttanut suurinta hyötysuhdettaan. Myös huonot säät esim. märkyys voivat aiheuttaa sen, ettei kasvi pysty ottamaan typpeä hapenpuutteen takia ja siten sekä jyväsato että typpipitoisuus jäävät pieniksi. Näin tapahtui Kasvinviljelyosaston kokeissa v.1983 ja v.1984. Korkea typen hyötysuhde on yhteydessä alhaiseen typpipitoisuuteen (SPIERTZ ja DE VOS 1983).

3.5 Tuhannen jyvän paino ja hehtolitraino

1000 jyvän paino ja hehtolitraino ovat selvästi lajikeominaisuuksia, joihin viljelytekniikka ja sääolot vaikuttavat. Esim. Harryn erityispiirteenä on suuri jyvän koko, mikä on eduksi mallasohralle. Myös Idan ja Pattyn jyvät ovat melko kookkaita.

Tutkimuksen 50 - 100 kg N/ha suuruisella lannoitusmäärällä ei ollut vaikutusta 1000 jyvän painoon, mutta typpilannoittamattomien ohrien 1000 jyvän painot olivat selvästi muita pienempiä. TEITTISEN (1958) ja SANDFAERIN ym. (1965) mukaan kasvien käytettävissä olevan typen määrän lisääntyessä jyvän koko ensin suurenee. Kun lannoitusmäärät edelleen kasvavat, jyväkoko pienenee, lähinnä lakoutumisen ja jälkiversonnan takia. LALLUKAN ym. (1980) tutkimuksissa 1000 jyvän paino oli suurimmillaan, kun typpilannoitus savimailla oli 40 - 80 kg N/ha. Ilmeisesti tämä tutkimuksen kaikki typpilannoitusmäärät olivat melko optimaalisia 1000 jyvän painolle ja vasta suuremmat lannoitusmäärät olisivat alentaneet 1000 jyvän painoa.

Hehtolitraino aleni, vaikkakaan ei kovin paljon, typpilannoitusmäärien noustessa. Tulos on yhdenmukainen TEITTISEN (1958), LITTLERIN ym. 1969), EWERTSONIN (1977) ja LALLUKAN (1981) aikaisemmin julkaisemien tulosten kanssa.

Lakoutuminen alentaa helposti molempien ominaisuuksien painoja (EWERTSON 1977). V.1984 1000 jyvän paino ja hehtolitraino olivat alhaisimmat ja silloin myös lakoutumien oli suurinta. Samoin Ingrid ja Welam olivat eniten laossa 2-tahoisista ja niiden 1000 jyvän painot olivat huonoimmat. Niiden hehtolitrainot olivat tosin suurimpia. Eri koeasemien välillä lakoutumisen ja painojen alenemisen yhteyttä ei voitu havaita.

3.6 Lajitteluaste ja täysjyväsato

Typpilannoitus pienensi jyvien kokoa, mikä tapahtui myös EWERTSONIN (1977) ja LALLUKAN ym. (1980) tutkimuksissa. Huolimatta täysjyväprosentin laskusta voi täysjyväsato nousta, jos kokonaissadonlisäys on suurempi kuin täysjyvämäärän lasku (SCHILDBACH 1973). Täysjyvämäärän suhteellinen kasvu kuitenkin pienenee

typpilannoituksen lisääntyessä. Täysjyväprosentin aleneminen runsaasti typpilannoitettaessa merkitsee sitä, että lajittelussa on poistettava sadosta enemmän pieniä jyviä ts. osa typpilannoituksella saavutetusta sadonlisäyksestä menetetään rehuna käytettäväksi. (LALLUKKA ym. 1980.)

EWERTSON (1977) korostaa lakoisuuden vaikutusta täysjyväisyyteen. V.1984, jolloin ohra oli eniten laossa, myös täysjyväisyys oli selvästi huonoin. Niillä koepaikoilla, joilla ohra lakoontui paljon, olivat täysjyväprosentit keskimääräistä heikompia. Typpilannoitus lisäsi sekä lakoisuutta että pienten jyvien määrää. Jyvän koko määräytyy silti pitkälti perinnöllisten ominaisuuksin perusteella. Ingrid ja Welam olivat eniten laossa ja myös niiden täysjyväisyys oli keskitasoa huonompi. Sen sijaan Ida oli vähiten laossa, mutta sen täysjyväisyys oli 2-tahoisista pienin, mikä johtuu Idan pitkänomaisesta muodosta.

3.7 Itävyys

Typpilannoitus ei tutkimuksessa vaikuttanut itävyyteen, kuten ei myöskään EWERTSONin (1977) ja LALLUKAN (1981) mukaan. Tosin Harryn itävyys huononi selvästi typpilannoituksen lisääntyessä. Tämä voi johtua siitä, että Harry oli suuren jyväkoksensa vuoksi alttiimpi puinnin yhteydessä tapahtuvalle kolhiintumiselle.

3.8 Lajikkeet

Tutkimuksen tulosten pohjalta tehtiin kullekin lajikkeelle typpilannoitussuositus jyväsadon, lakoutumisalttiuden, valkuaispitoisuuden ja täysjyväisyyden perusteella (taulukko 11).

Taulukko 11. Eri lajikkeiden typpilannoitussuositukset kg/ha

Lajike	Perusteet				SUOSITUS kg/ha
	Jyväsato	Korren- lujuus	Valkuais- pitoisuus	Täys- jyväsato	
Ingrid	75	65	80	ei	65 - 80
Kustaa	100	100	100	asetta	100
Aramir	85	90	80	rajoi-	80 - 90
Ida	100	100	80	tuksia	80 -100
Harry	100	90	100	mil-	90 -100
Patty	100	85	100	län	85 -100
Welam	85	75	90	lajik- keella	75 - 90
Pokko	95	85	-	100	85 - 95
Kilta	90	85	-	kg:aan	85 - 90
Pirkka	80	50	-	N/ha asti	50 - 80

Ingrid

Ingridin kasvuaika oli pisin tutkimuksen 2-tahoisista lajikkeista ja se oli pitkäkortisin ja eniten laossa. Ingridin valkuaispitoisuus oli keskinkertainen, mutta korkeimmalla typpitasolla se ylitti 12,5 prosentin rajan Etelä-Pohjanmaalla ja Satakunnassa. Sillä oli 2-tahoisten pienin 1000 siemenen paino ja suurin hehtolitraino.

Ingridin ominaisuudet huononivat muihin lajikkeisiin verrattuna typpilannoituksen lisääntyessä. Typpitasolla 50 N sen jyväsato oli 2. parhain, mutta typpitasolla 100 N se oli 2. huonoin ja valkuais- ja täysjyväsatosato olivat huonoimmat. Myös pienten jyvien osuus lisääntyi ja täysjyväisyys väheni selvästi typpilannoituksen lisääntyessä, koska Ingrid on laonaltis ja versoherkästi. Ingridin lannoitussuositus on 65 - 80 kg N/ha (taulukko 11).

Kustaa

Kustaa antoi 3. parhaan sadon ja myös sen laatuominaisuudet olivat hyviä; valkuaispitoisuus oli 2. alhaisin, eikä se noussut yli sallitun rajan suurintakaan typpilannoitusmäärää käytettäessä. Lajitetta I Kustaa tuotti eniten. Sen 1000 jyvän paino ja hehtolitraino olivat keskitasoa, mutta itävyys oli 3. huonoin, tosin se silti oli hyvä. Kustaan korsi oli lyhin ja 2. vähiten laossa ja sen kasvuaika oli 2. lyhin. Kustaan lannoitussuositus on 100 kg N/ha (taulukko 11).

Aramir

Aramir tuotti 2-tahoisten heikoimman sadon kaikilla koepaikoilla, eivätkä laatuominaisuudetkaan parantaneet sen mahdollisuuksia uudeksi mallasohralajikkeeksi Suomessa. Sen valkuaispitoisuus kohosi 2-tahoisten 2. suurimmaksi, mutta valkuaispitoisuus oli silti heikoin ja itävyys oli 2. huonoin. Tosin sen täysjyväisyys oli paras ja hehtolitraino hyvä. Aramirin lannoitussuositus on 80 - 90 kg N/ha (taulukko 11).

Ida

Ida oli lujakortinen ja aikaisin 2-tahoisista ohrista. Sen jyväsato oli keskinkertainen, mutta se tosin parani muihin lajik-

keisiin verrattuna typpilannoituksen lisääntyessä. Laatuominaisuuksiltaan Ida ei yltänyt parhaimpien lajikkeiden joukkoon. Sen valkuaispitoisuus oli 2-tahoisten suurin, tosin se nousi vähiten typpilannoituksen lisääntyessä. Sen valkuaispitoisuus oli paras, mutta täysjyväpitoisuus sen sijaan 2-tahoisista huonoin, koska sen täysjyväisyys oli pienin. 1000 jyvän paino oli 2. suurin ja hehtolitrapaino alhaisin. Laatuominaisuuksiltaan Ida ei kelpaa mallasohraksi, mutta sopii hyvin rehuohrana viljeltäväksi. Lannoitussuositus on 80 - 100 kg N/ha (taulukko 11).

Harry

Harry oli 2. satoisin ja myös laadultaan se ylti lajikkeiden kärkipäähän. Sen valkuaispitoisuus oli alhaisin, eikä se noussut kovin paljon typpilannoituksen lisääntyessä. Täysjyväpitoisuus oli 2. paras. Harryn 1000 siemenen paino ylitti aivan selvästi muut ja vastaavasti hehtolitrapaino oli alhaisin. Harryn itävyys oli huonoin ja se oli ainoa lajike, jonka itävyys laski merkittävästi typpilannoituksen lisääntyessä. Harry sopisi mallasohraksi eteläisimpään Suomeen. Lannoitussuositus on 80 - 100 kg N/ha (taulukko 11).

Patty

Patty vaikutti parhaimmalta uusista ulkomaisista lajikkeista. Patty oli ominaisuuksiltaan melko paljon Harryn kaltainen. Se tuotti keskimäärin parhaimman sadon ja oli kaikilla koeasemilla kolmen satoisimman joukossa. Sen valkuaispitoisuus oli hieman suurempi kuin Harryn. Valkuaispitoisuus oli 2. suurin ja täysjyväpitoisuus paras. Patty lakoutui helposti, vaikka sen korsi oli lyhyt. Laatuominaisuuksiltaan Patty sopisi mallasohraksi, mutta viljely vaatisi korrenvahvistajan käyttöä. Lannoitussuositus on 85 - 100 kg N/ha (taulukko 11).

Welam

Welam orastui parhaiten, mutta oli myöhäinen. Welamin sato oli keskinkertainen, mutta se huononi suhteessa muihin lajikkeisiin typpilannoituksen lisääntyessä. Tähän vaikutti sen pitkä ja heikko korsi. Sato vaihteli runsaasti eri vuosina ja eri koeasemilla, mikä osoittaa, että Welam reagoi herkästi ympäristöoloihin eli on aika vaateliias lajike. Sen valkuaispitoisuus ja 1000 jyvän paino olivat melko alhaisia. Pienien jyvien osuus oli

suurin, mutta itävyys hyvä. Welam ei menestynyt yhtä hyvin kuin ruotsalaisten (EWERTSON 1978) kokeiden perusteella olisi voinut olettaa. Welamin lannoitussuositus on 75 - 90 kg N/ha (taulukko 11). Welamia ei voi suositella meillä viljeltäväksi.

Pokko

Pokko oli myöhäisin monitahoisista lajikkeista. Vaikka sen korsi oli yhtä pitkä kuin Killan, se oli vähemmän laossa. Lakoutessaan Pokon korsi tahtuu kuitenkin tyveltä, mikä alentaa helpos-
ti satoa. Pokko ja Kilta tuottivat satoa suunnilleen yhtä paljon, mutta Pokon valkuaispitoisuus oli paljon alhaisempi kuin useimpien 2-tahoisten lajikkeiden. Tosin se nousi keskimääräistä enemmän typpilannoituksen lisääntyessä. Pokon hehtolitraino oli alhaisin ja sillä oli eniten lajitetta IV. Täysjyväisyys oli vain 58 %, mutta se oli silti hieman parempi kuin Killan täysjyväisyys. Lannoitussuositus on 85 - 95 kg/ha (taulukko 11).

Kilta

Kilta orastui huonoiten ja lakoontui enemmän kuin Pokko. Sen valkuaispitoisuus oli suuri ja nousi erittäin selvästi typpilannoituksen lisääntyessä, mikä on eduksi entsyymimallasohralle. Valkuaissato oli monitahoisten paras, mutta se vaihteli paljon eri koepaikoilla. Täysjyväisato oli huonoin, koska sen täysjyväisyys oli vain 56 %. Killan lannoitussuositus on 85 - 95 kg /ha.

Pirkka

Pirkka oli aikaisin mallasohralajike, mutta se lakoutui pahasti. Vaikka Pirkka on laadultaan hyvä, ei se korvaa erittäin huonoa jyväsatoa. Tosin typpilannoittamattomissa koeruuduissa sen sato ei ollut merkittävästi muita huonompi. Pirkan valkuaispitoisuus oli selvästi suurempi kuin minkään muun lajikkeen ja se nousi eniten typpilannoituksen lisääntyessä. Valkuaissato jäi silti huonommaksi. Täysjyväisato oli sen sijaan monitahoisten paras, koska sen täysjyväisyys oli noin 10 % parempi kuin Pokon ja Killan. Sillä oli myös monitahoisista vähiten lajitetta IV ja paras hehtolitraino. Pirkka iti lajikkeista parhaiten.

Viljely saattaa olla mahdollista korrenvahvistajaa käyttäen, jos laatuominaisuudet katsotaan riittävän arvokkaiksi. Pirkan lannoitussuositus on 50 - 80 kg N/ha.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- AIKASALO, R. 1984. Tuota hyvälaatuista mallasohraa. Hankkijan Saroilta 1984, 5: 26 - 28.
- ANON 1981. European Brewery Convention. Report of the barley and malt committee. Field trials 1981. 211 s.
- 1984. European Brewery Convention. Report of the barley and malt committee. Field trials 1984. 234 s.
- AUFHAMMER, G. 1983. Experiences and results of international studies of malting barley. Brauwelt. 22: 951 - 956.
- & FISHBECK, G. 1971. Standunterschiede in Kornertrag, Ertragsstruktur und Kornbeschaffenheit von zwei- und vielzeitigen Winter- und Sommergersten. Z. Acker. u. Pfl.bau. 133, 3: 169 - 181.
- & LANG, J. 1967. Correlative relationships between climatic factors and average yield and quality of barley ev. Kenia, Hasia II and Proctor. Bayer. Landw. Jb. 44: 899 - 934.
- BECKER, F.A., KOCHS, H.-J. & SPIELHAUS, G. 1984. Versuche zur Stickstoffdüngung bei zwei und mehrzeiliger Wintergerste. Landw. Forsch. 37, 3 - 4: 227 - 240.
- BENGTSSON, A. 1975. Kombinerade sort- och kvävegödslingförsök med korn. Sver. Lantbr. Högsk. Inst. Växtodl. Rapp. Avhandl. 31.
- BRANDENBURGER, V. 1961. Der Einfluss verschiedener Düngungskombination auf Ertrag und Qualität der Braugerste unter besonderer Berücksichtigung von Klima und Jahreswitterung, Boden und Vorfrucht. 82 s. Bonn.
- BRIGGS, D.E. 1978. Barley. 612 s. Lontoo.
- BRUMMER, V. & ERJALA, M. 1976. Maan liukoiset typpivarat. Sason. Utiset 18, 1: 24 - 28.
- BÖHMER, M. SCHARPF, H.C. & WEHRMANN, J. 1977. Mineralstickstoffvorrat und Nachlieferung im Boden, Komponenten der Stickstoffversorgung der Pflanze. Landw. Forsch. SH. 34, 2: 45 - 54.
- CAMPBELL, C.A., CAMERON, D.R. NICHOLAICHUK, W. & DAVIDSON, H.R. 1977. Effects of fertilizer N and soil moisture on growth, N content and moisture use by spring wheat. Can. J. Soil. Sci. 57: 289 - 310.
- CARLGREN, K. 1984. Kvävemineraliseringen i marken. Sver. Lantbr. Högsk. Fakta. Mark-växter 9.
- DAY, A.D. 1957. Effect of lodging on yield, test weight and other seed characteristics of spring barley grown under flood irrigation as a winter annual. Agron. J. 49: 536 - 539.
- DUDAS, F. & PELIKAN, M. 1982. Beeinflussung des Kornertages und der Kornqualität bei Sommergerste durch agrarökologische Bedingungen. Rostlinna Vyborá 28, 4: 371 - 380.

- ELONEN, P. 1970. Hyvää mallasohraa sadettamalla. Käytännön Maamies. 4: 22 - 24.
- 1981. Eri maalajien muokkaus. Käytännön Maamies. 4: 52 - 57.
- ENARI, T.-M. 1972. Panimoteollisuus kotimaisen raaka-aineen käyttäjänä. Panimolab. Helsinki. Rep. Lab. Brew. s. 158 - 172.
- & MÄKINEN, V. 1983. Panimotekniikka. 261 s. Rauma.
- EWERTSON, G. 1977. Protein content and grain quality relations in barley. Agri. Hort. Gen. 35: 1 - 4. 104 s.
- 1978. Weibull's Welam- A new mediuemearly and high yielding spring barley variety. Agri. Hort. Gen. 36, 1 - 4: 1 - 12.
- 1979. Weibull's Ida- A new early spring barley. Agri. Hort. Gen. 37: 1 - 13.
- FUCHS, W. 1984. Einfluss von Jahreswitterung, Standort und Stickstoffdüngung auf Ertrag und Brauqualität der Sommergerste. Arch. Acker.- u. Pfl.bau u. Bodenkd. 28, 1: 45 - 50.
- GALLAGHER, J.N., BISCOE, P.V. & SCOTT, R.K. 1975. Barley and its environment. V. Stability of grain weight. J. Appl. Ecol. 12: 319 - 336.
- GARZ, J. & WICKE, H.-J. 1980. Beziehungen zwischen dem Gehalt des Bodens an anorganischem Stickstoff sowie der Qualität der Getreide. Arch. Acker- u. Pfl.bau u. Bodenkd. 24, 6: 343 - 349.
- GATELY, T.F. 1971. Effect of form of nitrogen and stage of application on the yield and quality of malting barley (cultivar Proctor). Irish J. Agr. Res. 10, 2: 173 - 184.
- HANSCHMANN, A. 1983. Einfluss von Temperatur und Feuchtigkeit auf die Mineralisierung von Bodenstickstoff. Arch. Acker. u. Pfl.bau u. Bodenkd. 27, 5: 297 - 305.
- HAUMANN, G. 1978. Untersuchungen über das Nitratangebot im Boden, die Stickstoffaufnahme und die Stickstoffnachwirkung unter besonderer Berücksichtigung von Jahreswitterung und N-düngung. Kiel. Univ. Diss 1978.
- HEGE, V. 1983. Erfahrungen mit der Nmin-Methode in Bayern. Landwirtsch. Forsch. 36, 1 - 2: 82 - 92.
- HERBST, F. MÜLLER, S. & ANSORGE, H. 1983. Untersuchungen in Gefässversuch zur Ermittlung von Kriterien für die Bemessung der N-düngung zu Getreide. 1. Mitteilung. Trockenmassebildung, N-Gehalt und N-Aufnahme. Arch. Acker.- u. Pfl.bau u. Bodenkd. 27, 7 - 8: 467 - 476.
- HOOLI, J. 1971. Säätökijöiden vaikutuksesta viljelykasvien satoihin ja vesitalouteen. Helsingin Teknillinen Korkeakoulu. Tieteellisiä Julkaisuja. 35: 1 - 244.
- JANSSON, S. 1977. Nitrogenfertilization and losses within agricultural ecosystems. ESNA Newsletter 15. Nov. 1977: 3 - 13.

- 1983. Kvävegödslingsprognos inom jordbruket. Sammanfattande analys och vägar för fortsattarbete. Kungl. Skogs- o. Lantbr.akad. Rapp. 6: 97 - 107.
- JOHANSSON, O. & MATTSON, L. 1978. Aminosyrasammansättningen hos fyra kornsorter vid extremt varierad kvävegödsling. Sver. Lantbr. Högsk. Avd. Växtnäringslära. Rapp. 105.
- JONSSON, L. & JOHANSSON, O. 1975. Kvävegödslingens inflytande på proteinets kvantitet och kvalitet hos korn. Sver. Lantbr. Högsk. Medd. A. 248.
- KAILA, A. & ELONEN, P. 1970. Influence of irrigation and supply of available nitrogen on growth and nutrient content of spring wheat. J. Scient. Agr. Soc. Finl. 42: 205 - 215.
- KALSOLA, M. 1985. Ohralajikkeiden reagointi typpilannoitukseen. Laudaturtyö. HY. 79 s. Helsinki.
- KIVI, E. 1967. Ilmastotekijäin vaikutus mallasohrasadon määrään ja laatuun. Mallasjuomat. 11: 295 - 317.
- 1970. Lajike: mallasohraviljelyn lähtökohta. Käytännön Maamies. 4: 15 - 18.
- 1971. Entsyymiohrraa peltoon. Pellervo. 3: 140 - 142.
- 1976. Kaksitahoisen mallasohran jalostaminen. Mallasjuomat. 5: 138 - 146.
- 1981. Kaksitahoinen mallasohra. Mallas ja Olut. 1: 5 - 14.
- & HOVINEN, S. 1972. Response of certain malting barley varieties to nitrogen fertilization. J. Scient. Soc. Finl. 44, 1: 12 - 18.
- & LARPES, G. 1983. Kylvöajankohdan vaikutus kevätvehnän, ohran ja kauran satoon 10-vuotiskautena 1970 - 1979 Tikkurilassa. MTTK. Tied. 13.
- KREUTZ, E. 1961. Untersuchungen über Einfluss von Witterung und Boden auf Ertrag und Qualität der Braugerste. Z. Acker- u. Pfl.bau. 114: 341 - 374.
- KÜHLMANN, H., WEHRMANN, J. & KÖHLER, J. 1983. Einfluss der Verminderungen der Probenahmetiefe von 90 auf 60 cm auf die Genauigkeit der N düngung nach Nmin-Methode. Landw. Forsch. 36, 1 - 2: 72 - 81.
- KÖYLIJÄRVI, J. 1960. Kuivien kasvukausien tuloksia kevätviljojen typpilannoituksesta. Koetoim. ja Käyt. 4: 14 - 16.
- LALLUKKA, U. 1981. Mallasohran typpilannoitus. Käytännön Maamies. 3: 39 - 40.
- , KÖYLIJÄRVI, J. TEITTINEN, P. & SALO, J. 1980. Mallasohralajikkeiden typpilannoitus. Kehittyvä Maatalous. 46: 3 - 17.

- & TALVITIE, H. 1977. Maalajin, kylvötiheyden ja typpilannoituksen vaikutus kevätiljojen satoihin. Kehittyvä Maatalous. 36: 26 - 36.
- , VARIS, E. & REPO, R. 1982. The effect of the source of nitrogen on protein fractions and their proportions in barley grains. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 54: 155 - 164.
- LAMPINEN, R. 1983. Mikä nyt eteen mallasohralle. Käytännön Maamies. 3: 32 - 33.
- LANG, J. 1966. Der Einfluss von Klimafaktoren auf Wachstums- und Entwicklungsverlauf sowie Ertrags- und Qualitätsleistung der Braugerste, dargestellt anhand spezifischer internationalen Anbauversuche. 205 s. München.
- LANGER, R.H.M. & LIEW, F.K.Y. 1973. Effects of varying nitrogen supply at different stages of reproductive phase on spikelet and grain production and on grain nitrogen of wheat. Aust. J. Agric. Res. 24: 647 - 656.
- LAWLOR, D.W., DAY, W., JOHNSTON, A.E., LEGG, B.J. & PARKINSON, K.J. 1981. Growth of spring barley under drought: crop development, photosynthesis, dry-matter accumulation and nutrient content. J. Agric. Sci. Camb. 96: 167 - 186.
- LEJEUNE, A.J. & PARKER, J.H. 1954. Effect of field applications of commercial fertilizer on malting quality of barley. Amer. Soc. Brew. Proc. 1954. 5 s.
- LINDEN, B. 1979. Kvävegödsling baserad på bestämning av mineralkväveförrådet i marken. Sver. Lantbr. Högsk. Inst. Markvet. Avd. Växtnäringslära. Rapp. 122.
- 1983. De övervintrande kväveförrådets storlek och variationer. Kungl. Skogs- o. Lantbr.akad. Rapp. 6: 4 - 21.
- & NOUNO, S. 1983. Det atmosfäriska nedfallets och kväveminerialiseringens bidrag till grödornas N-försörjning. Kungl. Skogs- o. Lantbr.akad. Rapp 6: 41 - 62.
- LINNER, H. 1982. Vattenfaktorens inflytande på födersådens avkastning och kvalitet. Sver. Lantbr. Högsk. Konsulentavd. Rapp. Allmänt. 37, 5:1 - 5:5.
- LITTLER, J.W., KELSO, W.T. & MARLEY, J.M.T. 1969. Effects of nitrogen fertilizer on the yield and malting quality of barley on the Southern Darling Downs, Queensland. Qd. J. Agric. Anim. Sci. 26, 3: 309 - 317.
- LYNGSTAD, J. 1973. Nitrogengödsling till vårkorn i relation till såtid. Forsk. Forsök. Lantbr. 24, 5: 523 - 539.
- MANNER, R. 1981. Jo 1161-öhra. Moniste. 22 s. Jokioinen.
- MATTSON, L. 1982. Gödslingens inverkan på kvantitet och kvalitet hos fodersäd. Sver. Lantbr. Högsk. Konsulentavd. Rapp. Allmänt. 37, 4:1 - 4:8.

- 1983. Samband: markkväve- gödslingavkastning. Kungl. Skogs-
o. Lantbr.akad. Rapp. 6: 27 - 33.
- & BIÄRSJÖ, J. 1981. Kvävegödsling till korn. Sver. Lantbr.
Högsk. Inst. Markvet. Avd. Växtnäringlära. Rapp. 135.
- MAUNULA, H. 1983. Satovuosien vaihtelujen vaikutus maltaan
laatuun. Mallas ja Olut. 1: 5 - 16.
- MORGAN, A.G. & RIGGS, T.J. 1981. Effects of drought on yield and
on grain and malt characteristics in spring barley. J. Sci. Food
Agric. 32: 339 - 346.
- MÜLLER, S. & MORITZ, D. 1981. Berücksichtigung des Gehaltes an
anorganischem Stickstoff (Nan) im Boden bei der N-düngung zu
Braugerste. Feldwirtschaft. 22, 2: 86 - 87.
- & HERBST, F. 1983. Untersuchungen im Gefässversuch zu
Ermittlung von Kriterien für die Bemessung der N-düngung zu
Getreide. 2. Mitteilung: Ausbildung der Ertragsstrukturelemente.
Arch. Acker- u. Pfl.bau u. Bodenkd. 27, 8: 536 - 544.
- MÄNTYLÄHTI, V., HOME, S. & TENNILÄ, J. 1977. Mallasohran
lannoituksesta. MTTK. Paikalliskoetoimiston tied. 6: 13 - 30.
- NIELSEN, N., JENSEN, H. & NORLUND, T. 1985. The course of nitro-
gen uptake by spring barley from soil and fertilizers as affected
by nitrogen application. Symp. nitrogen metabolism in higher
plants. 88 s.
- PAJUNEN, E. 1983. Mitä panimo vaatii mallasohralta. Käytännön
Maamies. 8: 30 - 33.
- PEARMAN, I. THOMAS, S.M. & THORNE, G.N. 1977. Effects of nitrogen
fertilizer on growth and yield of spring wheat. Ann. Bot. 41: 93
- 108.
- PEDERSEN, A. 1951. Virkning af kalksalpeter ved anvendelse til
korn. Forsk. Forsok Lantbr. 2: 18 - 37.
- PESSI, Y. 1970. Mallasohran kalkitus, lannoitus ja kasvinsuojelu.
Käytännön Maamies. 4: 19 - 21.
- PETERSON, G.A. & FOSTER, A.E. 1973. Malting barley in the United
States. Adv. Agr. 25: 328 - 378.
- POHJANHEIMO, O. 1959. Lämpö- ja sadeolojen vaikutuksesta kevät-
viljoihin Jokioisissa 1930- 1954. Maatal. ja Koetoim. 13: 87 - 97.
- & HEINONEN, R. 1960. The effect of irrigation on root
development, water use, nitrogen uptake and yield characte-
ristics of several barley varieties. Acta Agr. Fenn. 95, 6:
5 - 20.
- PUURUNEN, T. & HIIVOLA, S.-L. 1980. Ohralajikkeiden happamuuden-
kestävyys. MTTK. Etelä-Pohjanmaan koaseman tied. 2.
- REHATTA, S.B., DIJKSHOORN, W. & LAMPE, J.E.M. 1979 Nitrogen
uptake by rice plants from soil at maintained water supply from
greater depth. Neth. J. Agric. Sci. 27: 99 - 110.

- REKUNEN, M. 1970. Ohra. Hankkijan Siemenjulkaisu. s. 42 - 50.
- RICHTER, von J. 1984. Nmin-Gehalt nicht mehr messen, sondern erreichen. DLG-Mitteilungen. 5: 257 - 258.
- RYTSÄ, E. & HOLLO, J. 1986. Mallasohran viljelyopas. Raison tehtaas. 19 s. Raisio.
- SANDFAER, J. JORGENSEN, J.H. & HAAR, V. 1965. The effect of nitrogen fertilization on old and new barley varieties. Kongl. Vet. o. Landbohojsk. Årsskr. s. 153 - 180.
- SCHILBACH, R. 1970. Über die umweltbedingte Streuung von Gersteneigenschaften und ihr Einfluss auf die Bierqualität. Z. Acker- u. Pfl.bau. 132: 227 - 242.
- 1972. Beziehungen zwischen Braugerstendüngung und Bierqualität. Z. Acker- u. Pfl.bau. 136, 3: 219 - 237.
- 1973. Ertrag contra qualität bei Braugerste. Phosphorsäure 30: 54 - 90.
- 1981. The requirements of malting barley for use in the barley industry. Brauwiss. 34, 10: 281 - 284.
- SIPPOLA, J. 1981. Viljelysmaan typpivarat. Koetoim. ja Käyt. 24.11.1981: 51
- 1983. Säilyykö lannoitetyppi maassa talven yli. Koetoim. ja Käyt. 16.8.1983.
- 1985 a. Mineraalitypen mittaus ei auta lannoituksen suunnittelussa. Maas. Tul. 21.2.1985.
- 1985 b. Maan typpivarat ja typpilannoitus. Koetoim. ja Käyt. 28.5.1985.
- 1986. Maan typpivarojen mineraloituminen. Koetoim. ja Käyt. 25.11.1986.
- SMITH, K.A., ELMERS, A.E., HOWARD, R.S. & FRANKLIN, M.F. 1984. The uptake of soil and fertilizer-nitrogen by barley growing under scottish climate conditions. Plant and Soil 76, 1 - 3: 49 - 57.
- SOPER, R.J., RACZ, G.J. & FEHR, P.I. 1971. Nitrate nitrogen in the soil as a mean of predicting the fertilizor nitrogen requirements of barley. Canad. J. Soil Sci. 51: 45 - 49.
- SOWINSKI, J. 1963. Der Eiweissgehalt im Braugerstenkorn und seine Beeinflussung durch Witterung, Düngungsmassnahmen und Sorte. Albrecht-Thaer-Archiv. 7: 477 - 485.
- SPENNEMANN, F. 1966. Der Einfluss verschiedener Klimafaktoren auf den Eiweissgehalt und die Siebsortierung bei zweizeiligen Sommergerste. Z. Acker- u. Pfl.bau. 124: 120 - 133.

- SPIERTZ, J.H.J. & DE VOS, N.M. 1983. Agronomical and physiological aspects of the role of nitrogen in yield formation of cereals. *Plant and Soil*. 75: 379 - 391.
- STEINECK, O. & HAEDER, H.E. 1978. The effect of potassium on growth and yield components of plants. *Proc. 11th Congr. Int. Potash. Inst.* s. 165 - 187.
- STRAND, E. 1953. Resultater av stortförsök med bygg på Sör-Östlandet 1940 - 51. *Forskn. Förs. Lantbr.* 4: 351 - 384.
- STREBEL, O., GRIMME, H., RENGEL, M. & FLEIGE, H. 1980. A field study with nitrogen-15 of soil and fertilizer nitrate uptake and water withdrawal by spring wheat. *Soil Sci.* 130: 205 - 210.
- TALVITIE, H. & LALLUKKA, U. 1973. Poikkeuksellinen kasvukausi 1972. *Maatalous.* 66: 81 - 83.
- TEITTINEN, P. 1958. Kalkkisalpietarin käyttö mallasohran viljelyssä. *Maatal. ja Koetoim.* 12: 92 - 103.
- ULONSKA, E. 1965. Neue Entwicklungen bei Anbau und Zucht von Braugerste. *Bayer. Landw. Jb.* 42: 515 - 535.
- WALKER, D.R. 1975. Effects of nitrogen on the protein content of barley. *Can J. Plant Sci.* 55: 873 - 879.
- VALLE, O. 1950. Apilanurmen merkitys niittonurmiviljelyksessä. *Maatal. ja Koetoim.* IV. s. 44 - 59.
- WALTHER, U. & JAEGGLI, F. 1983. Erfahrungen mit der Nmin-Methode in der Schweiz. *Landw. Forsch.* 36, 1 - 2: 57 - 71.
- WEHRMAN, J. 1983. Nmin - Antworten zu Fragen aus der Praxis. *DLG-Mitteilungen* 2: 66 - 70.
- & SCHARPF, H.C. 1979. Der Mineralstickstoffgehalt des Bodens Masstab für den Stickstoffdüngerbedarf (Nmin-Methode). *Plant and Soil.* 52: 109 - 126.
- WICKE, H.-J., KISMANYOKI, T. & KRAUSKO, A. 1980. Wirkung der Stickstoffdüngung auf Ertrag und Qualität von Braugerste. *Wiss. Z. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg.* 29, 5: 51 - 60.
- VIELEMEYER, H.-P. & VANSELOW, G. 1980. Wirkung steigender K-Gaben auf K-Aufnahme, Ertrag und Rohproteingehalt von Braugerste. *Arch. Acker- u. Pfl.bau u. Bodenkd.* 24, 4: 167 - 174.
- VIRTANEN, E. & POHJANHEIMO, O. 1977. Typpilannoituksen vaikutus viljeltäessä ohraa rehuksi. *Koetoim. ja Käyt.* 9.6.1977.
- VIUF, B.T. 1972. Varital differences in nitrogen content and protein quality in barley. *Kongl. Vet. o. Landbohojksk. Årsskr.* s. 37 - 61.
- YLÄRANTA, T. & MÄNTYLÄHTI, V. 1981. Lannoitetyypen tappiot maassa. *Koetoim. ja Käyt.* 28.4.1981.

TYPPILANNOITUKSEN VAIKUTUS OHRALAJIKKEIDEN MALLASTUVUUTEEN

T. Kuisma ja M. Kontturi

	sivu
SISÄLLYSLUETTELO	67
TIIVISTELMÄ	69
I KIRJALLISUUSKATSAUS	
1 Mallastus	71
1.1 Säädely idätys	71
1.1.1 Tärkkelyksen hajotus	73
1.1.2 Proteiinien hajotus	75
1.1.3 Soluseinäaineiden hajotus	77
1.2 Vierteen koostumus	78
2 Maltaan laatu	79
2.1 Maltaan möyhentymisaste	80
2.2 Valkuaisaineiden hajoamisaste	81
2.3 Tärkkelyksen hydrolysoitumisaste	81
2.4 Maltaan laatuvaatimukset	82
2.5 Ohran laadun vaikutus maltaan laatuun	83
2.6 Ohran sienisaastunta	84
③ Mallastusominaisuuksiin vaikuttavat tekijät	86
3.1 Entsyymiaktiivisuuteen vaikuttavat tekijät	86
3.1.1 Sääolot	86
3.1.2 Typpilannoitus	89
3.1.3 Korjuuajankohta	90
3.2 Beta-glukaanien ja beta-glukanaasien määrään vaikuttavat tekijät	90
3.2.1 Sääolot	90
3.2.2 Typpilannoitus	91
3.2.3 Korjuuajankohta	92
3.3 Fusarium-saastuntaan vaikuttavat tekijät	92
II KOKEELLINEN OSA	
1 Aineisto ja menetelmät	93
1.1 Koesuunnitelma ja tavoite	93
1.2 Sadosta tehdyt määritykset	93
1.3 Tulosten tilastollinen käsittely	94

2. Tulokset	94
2.1 Koevuoden ja koepaikan vaikutus maltaan laatuun	94
2.1.1 Valkuaispitoisuus	96
2.1.2 Täysjyväisyys ja jyväkoko	98
2.1.3 Itävyys	100
2.1.4 Ohran sienisaastunta	101
2.1.5 Mallassaanto	102
2.1.6 Entsyymiaktiivisuus	102
2.1.7 Uutepitoisuus	105
2.1.8 Utteen vapaa aminotyyppi, viskositeetti ja väri	107
2.2 Typpilannoituksen ja lajikkeen vaikutus maltaan laatuun	108
2.2.1 Valkuaispitoisuus	110
2.2.2 Täysjyväisyys ja jyväkoko	111
2.2.3 Itävyys	112
2.2.4 Ohran sienisaastunta	113
2.2.5 Mallassaanto	113
2.2.6 Entsyymiaktiivisuus	114
2.2.7 Uutepitoisuus	115
2.2.8 Utteen vapaa aminotyyppi, viskositeetti ja väri	116
3 Tulosten tarkastelu	118
3.1 Ohran laatu	118
3.1.1 Valkuaispitoisuus	118
3.1.2 Jyväkoko ja täysjyväisyys	119
3.1.3 Itävyys	120
3.1.4 Ohran sienisaastunta	120
3.1.5 Mallassaanto	121
3.2 Maltaan ja vierteen laatu	121
3.2.1 Entsyymiaktiivisuus	121
3.2.2 Uutepitoisuus	123
3.2.3 Vapaa aminotyyppi, viskositeetti ja väri	125
3.3 Johtopäätökset	126
3.3.1 Lajikevalinta	126
3.3.2 Typpilannoitus	128

KIRJALLISUUSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa selvitettiin koepaikan, vuoden ja typpilannoituksen vaikutusta kaksitahoisista ohrista valmistetun pilsnermaltaan ja monitahoisista ohrista valmistetun entsyymimaltaan laatuun. Koejäseninä oli seitsemän kaksitahoista ja kolme monitahoista lajiketta. Tutkitut lajikkeet olivat Weibulin Harry, Ida, Ingrid ja Welam, Svalöfin Kustaa, hollantilainen Aramir, ranskalainen Patty, Hankkijan Pokko ja Pirkka sekä Jokioisten Kilta. Typpilannoitusmäärät olivat 50, 75 ja 100 kiloa hehtaarelle. Kokeet tehtiin vuosina 1982 - 84 kuudella Maatalouden tutkimuskeskuksen koepaikalla, jotka olivat Anjala, Jokioinen, Kokemäki, Mietoinen, Pälkäne ja Ylistaro. Mallastusanalyysit tehtiin VTT:n Biotekniikan laboratoriossa E.B.C.:n ohjeiden mukaisesti.

Koepaikan ja vuoden vaikutusta maltaan laatuun tutkittiin yhdeltä typpitasolta (75 kg N/ha) kaikista kokeista (18 koetta). Vuosien vaikutus useimpiin maltaan laatuominaisuuksiin oli suuri, mikä osoitti säätekijöiden vallitsevaa vaikutusta mallasohran laadun määräytymiseen. Uutepitoisuus, täysjyväisyys ja jyväsoato olivat korkeita, ja valkuaispitoisuus pieni kun kylvä oli aikainen, kasvukauden alku viileä ja keskikesä mallasohran kasvulle edullinen. Kesä-heinäkuun kuivuus alensi yleisesti maltaan diastaattista voimaa vuonna 1982. Koepaikkojen välillä oli merkitseviä eroja vain valkuais- ja uutepitoisuudessa. Ylistarossa kasvanut ohra sisälsi eniten ja Jokioisissa kasvanut ohra vähiten valkuaista. Mietoisissa tuotetusta ohrasta saatiin selvästi enemmän uutetta kuin Kokemäellä viljellystä ohrasta. Tutkimus osoitti, että kaikilla koepaikoilla voidaan tuottaa hyvälaatuisia mallasohraa.

Typpilannoituksen vaikutusta eri lajikkeiden mallastuslaatuun tutkittiin vuosina 1983 ja 1984 Jokioisissa ja Pälkäneellä. Lajikkeiden keskinäinen järjestys eri ominaisuuksien suhteen oli näissä neljässä kokeessa lähes sama kuin kaikissa kokeissa keskimäärin. Lajikkeet suhtautuivat typpilannoituksen lisäykseen

samalla tavalla. Typpilannoitus lisäsi merkitsevästi ohran valkuaisista, maltaan diastaattista voimaa ja alfa-amylaasiaktiivisuutta sekä virteen vapaata aminotyyppiä. Valkuaispitoisuus kohosi keskimäärin 0,5 % kun typpilannoitusta lisättiin 50 kilosta 75 kiloon hehtaarille. Kun ohraa lannoitettiin 100 kilolla tyyppiä jyvän valkuainen lisääntyi edelleen 0,8 prosenttiyksikköä. Diastaattinen voima kohosi lievästi ja kohoaminen oli voimakkaampaa monitahoisilla kuin kaksitahoisilla lajikeilla. Toisaalta typpilannoitus alensi merkitsevästi sadon täysjyväisyyttä ja maltaan uutepitoisuutta. Lannoituksen lisäys 50 kilosta 75 kiloon hehtaarille alensi uutepitoisuutta 0,44 %-yksikköä ja typenlisäys 75 kilosta 100 kiloon alensi uutetta 0,70 %-yksikköä. Valkuaispitoisuuden ja uutepitoisuuden välillä oli voimakas negatiivinen riippuvuus. Kaksitahoisilla ohrilla korrelaatiokerroin oli $-0,47^{**}$ ja monitahoisilla ohrilla $-0,64^{**}$. Regressioanalyysin avulla saatiin uutepitoisuuden alenemaksi 2-tahoisilla lajikkeilla 0,54 %-yksikköä ja monitahoisilla lajikkeilla 0,74 %-yksikköä yhtä sadon valkuaisprosentin nousua kohti.

Lajikkeet poikkesivat toisistaan erittäin merkitsevästi muissa laatuominaisuuksissa paitsi itävyydessä ja jyvien sienisaastunnassa. Kaksitahoisista ohrista, joista valmistetaan olutmallasta, olivat mallastulaadultaan parhaat Kustaa, Aramir, Harry ja Patty. Selvästi heikompia olivat Ingrid, Ida ja Welam. Hyvä mallastuvuus kytkeytyi hyvään täysjyväisyyteen, matalahkoon valkuaiseen ja runsaaseen entsyymiaktiivisuuteen. Näiden ominaisuuksien ansiosta lajikkeet tuottivat korkean uutepitoisuuden. Hyvin mallastuvien lajikkeiden mallastuslaatu heikkeni hitaammin kuin heikosti mallastuvien lajikkeiden, kun typpilannoitusta lisättiin.

Monitahoisista ohrista, joista valmistetaan entsyymimallasta, oli Pirkka paras. Kilta oli entsyymiominaisuuksiltaan Pirkan veroinen, mutta siitä saatiin vähemmän uutetta. Pokon alfa-amylaasiaktiivisuus oli korkein, mutta diastaattinen voima selvästi heikempi kuin Kiltan ja Pirkan. Typpilannoituksen lisäys kohotti monitahoisten ohrien valkuaispitoisuutta herkemmin kuin 2-tahoisten, mikä on eduksi entsyymimaltaan raaka-aineelle.

Tämän tutkimuksen, jossa jyväsadot olivat runsaat ja valkuaispitoisuudet matalahkoja, mukaan mallasohran typpilannoitus tulee tehdä lajikkeiden viljelyominaisuuksien perusteella.

I KIRJALLISUUSKATSAUS

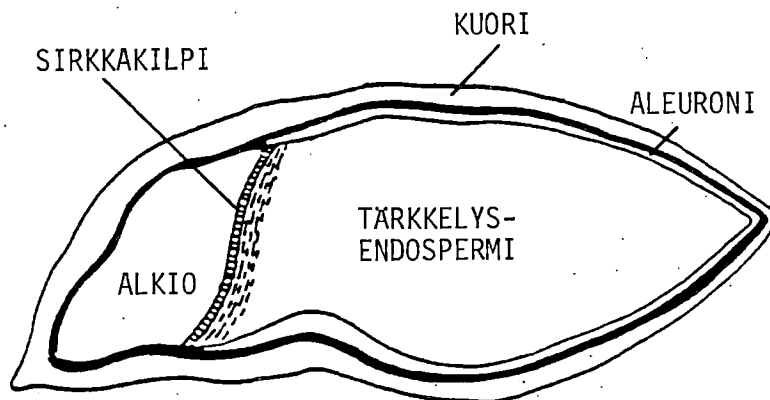
1 Mallastus

Oluen valmistusprosessi käsittää neljä päävaihetta; mallastuksen, mäskäyksen, vierteen keiton ja vierteen käymisen. Mallastuksen tarkoituksena on tuottaa entsyymejä, jotka mäskäyksessä hajottavat ohran endospermin varastoyhdisteet vierteeseen liukenevaan muotoon. Hajoamisprosessi alkaa jo idätyksen aikana entsyymien muodostuksen alettua. Vierteen keitto ja vierteen hiivakäyminen humalan kanssa tuottavat olueen tunnusomaisen koostumuksen ja aromin eli oluen flavorin.

Mallastuksessa on kolme vaihetta. Ensimmäisessä vaiheessa, liotuksessa, puhdistettua ja seulottua ohraa liotetaan vedessä, kunnes sopiva kosteus on saavutettu. Toisessa vaiheessa, idätyksessä, ohra idätetään tarkoin säädellyissä olosuhteissa. Kolmannessa vaiheessa, kuivauksessa, itänyt ohra kuivataan kuumassa ilmavirrassa, jolloin itäminen loppuu ja samalla tapahtuu eräitä kemiallisia reaktioita. Mallastusprosessin säätely perustuu lämpötilan, kosteuden ja ilman virtauksen säätelyyn (BRIGSS ym. 1981).

1.1 Säädely idätys

Ohran jyvä koostuu kahdesta pääosasta: pienestä diploidista alkiosta, josta itämisen jälkeen kehittyy uusi yksilö, ja kookkaasta triploidista endospermista, joka toimii kehittyvän alkion energia- ja ravinnevarastona, kunnes yhteytykseen perustuva kasvu käynnistyy. Sekä alkiossa että endospermista on kaksi erillistä solukkoa, joilla on erilainen fysiologinen tehtävä (kuvio 29).

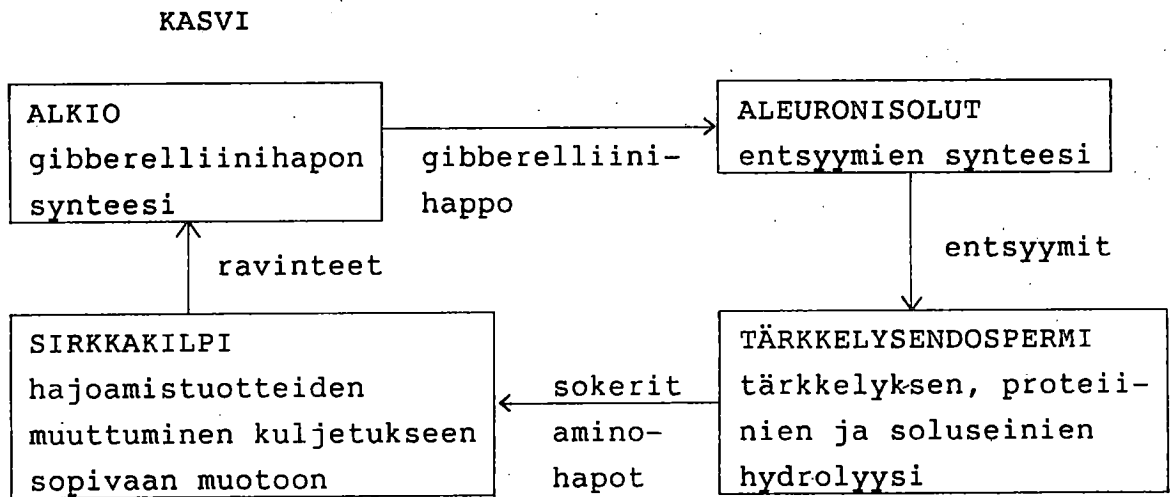


Kuvio 29. Ohran jyvän osat (HAYTER & RIGSS 1978).

Jyvän alkio käsittää varsinaisen alkion, jossa on lehtien ja juurien aiheet, ja sirkkakilven eli skutellumin, joka itämisen aikana ottaa ravinteita endospermista ja muokkaa ne kehittyvälle alkiolle sopivaan muotoon. Suurimman osan endospermista muodostaa tärkkelysendospermi, joka koostuu pääasiassa tärkkelysjyväsistä ja vaikealiukoisista varastoproteiineista. Tärkkelysendospermiä ympäröi elävistä soluista muodostunut, kahdesta neljään solukerrosta paksu aleuroni (ENARI & MIKOLA 1977).

Ohran jyvä sisältää 10 - 15 % proteiinia, joka pääosin koostuu veteen liukenemattomista varastoproteiineista, hordeiineista ja gluteliineista, ja pienestä määrästä globuliineja. Kaksi kolmannesta jyvän proteiineista sijaitsee tärkkelysendospermissä (ENARI & MIKOLA 1977).

Jyvän itäessä varastoyhdisteet hajoavat, kulkeutuvat alkioon ja muuttuvat siellä toisiksi yhdisteiksi. Varastoyhdisteiden vapautuminen perustuu neljän jyvän elimen vuorovaikutukseen (kuvio 30).



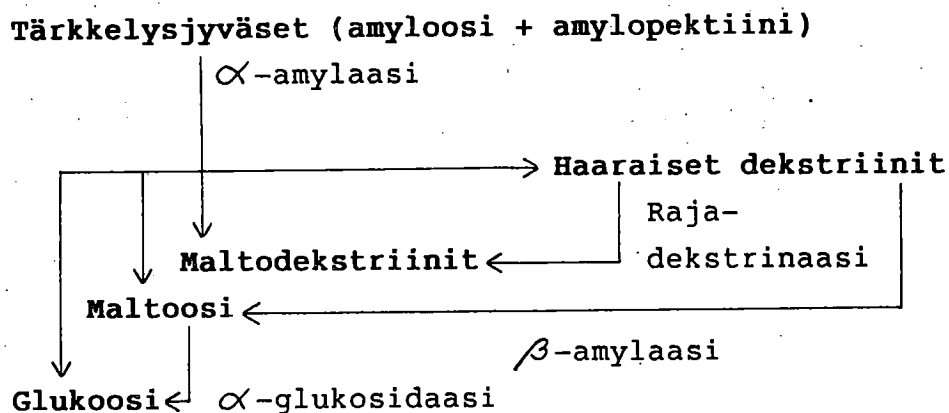
Kuvio 30. Itävässä jyvässä tapahtuvat fysiologiset muutokset (ENARI & MIKOLA 1977).

Alkio muodostaa kasvuhormoneja, lähinnä gibberelliinihappoa, joka kulkeutuu aleuronikerrokseen ja saa aikaan hajottavien entsyymien muodostuksen ja erittymisen endospermiin (CHRISPEELS & VARNER 1967). Entsyymien vaikutuksesta tärkkelys, soluseinäaineet ja varastoproteiinit hajoavat. Pääasiallisia lopputuotteita ovat glukoosi, peptidit ja aminohapot. Hajoamistuotteet kulkeutuvat aktiivisen kuljetusmekanismin avulla skutellumiin, missä glukoosi ja aminohapot muuttuvat sakkaroosiksi ja glutamiinihapoksi ennen kuin kulkeutuvat kehittyvään alkioon.

1.1.1 Tärkkelyksen hajotus

Tärkkelys koostuu polysakkarideista, amyloosista ja amylopektiinistä. Tärkeimmät tärkkelystä hajottavat entsyymit ohran endospermissä ovat α - ja β -amylaasi, jotka katkovat amyloosin ja amylopektiinin α -1,4-sidoksia. β -amylaasi irrottaa ketjun epäpelkistävästä päästä lähtien maltoosiyksiköitä, mutta se ei tehoa amylopektiinin haarakohtien α -1,6-sidoksiin. α -amylaasi sitä vastoin katkoo glukoosiyksiköiden välisiä sidoksia niiden sijainnista riippumatta, ja sen toiminta on siten edellytyksenä tärkkelyksen tehokkaalle hajotukselle (kuvio 31).

Amylaasien aikaansaaman hajotuksen lopputuotteena vapautuu maltoosia ja dekstriinejä, joista jälkimmäisillä on merkitystä oluen flavorin muodostumisessa. Amylaasien lisäksi tärkkelyksen hajotukseen osallistuu α -1,6-sidoksia katkova dekstrinaasientsyymi, joka edistää amylopektiinin hajotusta (HOUGH ym. 1971).



Kuvio 31. Tärkkelyksen hajotus mallastuksessa (PALMER & BATHGATE 1976).

Tuleentuneessa itämättömässä ohrassa esiintyy hyvin vähän α -amylaasia, ennenkuin sitä muodostuu itämisessä. β -amylaasia tuleentuneessa ohrassa on suhteellisen paljon, mutta vain osa siitä on aktiivisessa muodossa heti korjuun jälkeen. Idätyksen aikana β -amylaasiaktiivisuus kohoaa voimakkaasti mutta laskee kuivauksen aikana jonkin verran. α -amylaasi kestää β -amylaasia paremmin korkeita lämpötiloja (HOUGH ym. 1971).

Pääosa tärkkelyksen hajotuksesta eli amylolyysistä tapahtuu mäskeyksen aikana, ja hajotuksen edistyminen riippuu ensisijaisesti maltaan laadusta. Amylolyysin edistymisaste vaikuttaa vierteen erottumiseen, maltaan uutepitoisuuteen, ravan erottumiseen sekä käymisen onnistumiseen ja useihin muihin oluen määrään ja laatuun vaikuttaviin tekijöihin (ENARI 1981).

Idätyksen keskeinen tavoite on riittävän amylaasiaktiivisuuden saaminen maltaaseen. Tähän vaikuttavat useat eri tekijät, kuten

ohralajike, ohran laatu, mallastusprosessin säätely ja gibberelliinihapon käyttö (ENARI & MÄKINEN 1983). Ohralajikkeiden välillä esiintyy huomattavia eroja entsyymiaktiivisuuksissa (mm. EWERTSON 1977).

Riittävän amylaasiaktiivisuuden lisäksi ohran jyvässä täytyy tapahtua tiettyjä rakenteellisia muutoksia, jotta tärkkelyksen tehokas hajotus olisi mahdollista. Tärkkelys esiintyy endospermissä jyväsissä, joita ympäröi proteiinien ja lipidien muodostama pintaproteiinikerros. Jyvästen välisen tilan täyttää pääasiassa varastoproteiineista koostuva aines (LINKO 1971).

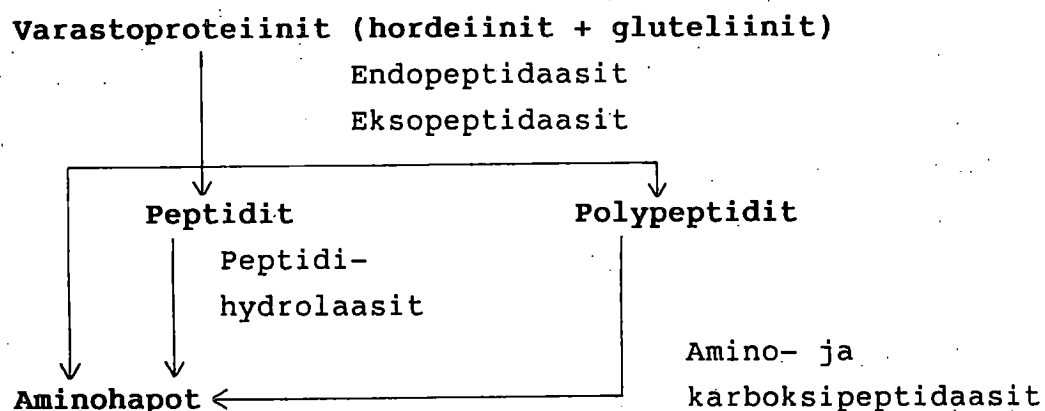
Tärkkelyksen hajotus on mahdollista vasta, kun jyväsiä ympäröivät ainekset ja jyvästen osittain kiteinen rakenne on hajonnut entsyymien vaikutuksesta. Tärkkelystä ja proteiineja hajottavien entsyymien kulkeutumista ja toimintaa rajoittavat aleuronikerroksen ja endospermin soluseinät, joiden pitää hajota mallastuksen aikana riittävän pitkälle (ENARI 1981).

1.1.2 Proteiinien hajotus

Ohran proteiinien hajoamien liukoiseksi yhdisteiksi, peptideiksi ja aminohapoiksi alkaa idätyksessä ja jatkuu mäsäyksen aikana. Mallastuksessa tapahtuva proteiinien hajotus on ratkaiseva viereteeseen joutuvien vapaiden aminohappojen määrän kannalta, sillä mäsäyksessä aminohappoja vapautuu pääasiassa idätyksen aikana muodostuneista peptideista (BRIGGS ym. 1981). Pilsnermallasta käytettäessä aminohappoja vapautuu yleensä riittävästi (ENARI 1981).

Tuleentuneessa itämättömässä ohrassa proteiineja hajottavien entsyymien aktiivisuus on alhainen. Idätyksen aikana proteolyttisiä entsyymejä muodostuu skutellumissa ja aleuronikerroksessa, ja endospermin varastoproteiinit alkavat samalla hajota. Mäsäyksen päättyessä noin 10 - 15 % ohran proteiineista on hajonnut vapaiksi aminohapoiksi. Loppuosa ohran proteiineista on vierteessä erikokoisina peptideina tai jää rapaan hajoamattomana valkuaisena (ENARI 1981).

Itävässä ohrassa esiintyy ainakin viisi erilaista proteiineja hajottavaa entsyymiä eli proteinaasia, joista kaksi tiolientsyymiä muodostaa noin 90 % maltaan proteinaasiaktiivisuudesta. Loput 10 % proteinaasiaktiivisuudesta johtuu kolmesta metalloproteinaasista. Maltaassa tavataan lisäksi kymmenen erilaista peptidejä hajottavaa peptidaasia. Näitä on kolme ryhmää: happamat karboksipeptidaasit, neutraalit aminopeptidaasit ja emäksiset leusiiniaminopeptidaasit (ENARI 1981). Kuviossa 32 on esitetty kaavio varastovalkuaisen hajotuksesta mallastuksen ja mäskäyksen aikana.



Kuvio 32. Valkuaisaineiden hajotus mallastuksessa (PALMER & BATHGATE 1976).

Itämättömässä ohrassa esiintyy kaikkia maltaassa tavattuja proteolyttisiä entsyymejä eikä niiden aktiivisuudessa ole suuria eroja. Idätyksessä karboksipeptidaasien aktiivisuus kasvaa eniten, noin 10 - 20-kertaiseksi idättämättömään verrattuna. Enin osa vierteeseen vapautuvista aminohapoista muodostuu näiden entsyymien vaikutuksesta. Mäskäyksessä aminohappojen vapautumista rajoittavat proteinaasit, joita on karboksipeptidaaseihin verrattuna niukasti (ENARI 1981).

Proteinaasien lämmönkestävyys on varsin heikko, ja ne menettävät tehonsa maltaan kuivauksen aikana. Karboksipeptidaasit sitä vastoin kestävät melko hyvin korkeita lämpötiloja ja ne toimivat vielä 70 °C:een lämpötilassa (ENARI & MÄKINEN 1983).

1.1.3 Soluseinäaineiden hajotus

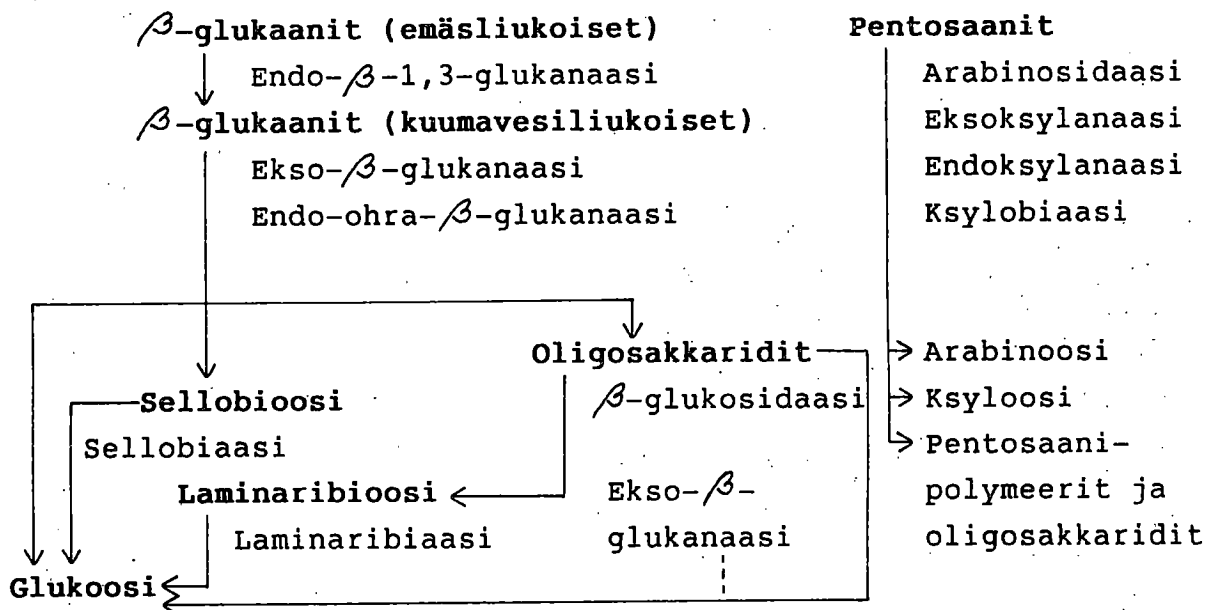
Ohran idätyksessä muodostuu proteiineja ja tärkkelystä hajottavien entsyymien lisäksi jyvän solurakenteita hajottavia entsyymejä. Jyvän rakenteiden hajotuksen eli sytolyysin pitää edetä mallastuksen aikana riittävän pitkälle, jotta amylaasit voivat hajottaa tärkkelyksen tehokkaasti mäsäyksen aikana (SCHUR 1981).

Soluseinäaineet muodostavat noin 10 % itämättömästä ohran jyvästä. Endospermin soluseinät koostuvat pääasiassa β -glukaneista ja pentosaaneista, joista β -glukaaneilla on ohran käytön kannalta huomattavasti suurempi merkitys. β -glukaanit ovat glukosyyksiköistä rakentuneita polymeerejä. Molekyylirakenteensa vuoksi β -glukaanit ovat voimakkaasti vettä sitovia aineita, ja ne lisäävät vierteen viskositeettia vaikeuttaen vierteen ja oluen suodatusta. Itämättömässä jyvässä noin viidennes soluseinäaineista on liukoisia. Idätyksen aikana huomattava osa β -glukaaneista pilkkoutuu entsyymien vaikutuksesta, jolloin niiden vesiliukoisuus kasvaa (NARZISS 1981).

Endospermin β -glukaaneiden hajotukseen osallistuu useita eri entsyymejä, joiden aktiivisuus itämättömässä ohrassa on melko alhainen (kuvio 33). Idätyksen aikana entsyymiaktiivisuus vilkastuu ja alenee kuivauksessa jossain määrin. Tärkeimpiä β -glukaaneja hajottavia entsyymejä ovat ekso- ja endo- β -glukanaasit. Näistä ekso- β -glukanaasit katkovat β -1,4-sidoksia lohkaisten ketjun ei-pelkistävästä päästä disakkaridisyksikön. Endo- β -glukanaasit katkovat β -1,4-sidoksia niiden sijainnista riippumatta (NARZISS 1981).

Oluen valmistuksen kannalta tärkeimpiä soluseinäaineita hajottavia eli sytolyyttisiä entsyymejä ovat endo- β -glukanaasit, sillä ne pilkkovat β -glukaaneja pienempimolekyylisiksi yhdisteiksi ja alentavat siten tehokkaasti vierteen viskositeettia (ENARI 1981). β -glukanaasien lisäksi β -glukaanisolubilaasi-nimisellä karboksipeptidaasilla on todettu olevan merkitystä endospermin

soluseinien hajotuksessa, sillä se hydrolysoi proteiinien ja β -glukaanien välisiä sidoksia edistämällä siten muiden β -glukanaasien toimintaa (BAMFORT ym. 1979).



Kuvio 33. Soluseinäaineiden hajotus mallastuksessa (PALMER & BATHGATE 1976).

Ohran β -glukaanipitoisuus ja β -glukanaasien aktiivisuus riippuu ohralajikkeesta (mm. ALEXANDER & FISH 1984) ja kasvuolosuhteista (mm. AASTRUP 1979). Kasvukauden sääoloilla on tärkeä merkitys tässä suhteessa, ja joinakin vuosina β -glukaanipitoisuus voi olla erityisen korkea. β -glukaanien aiheuttamia vaikeuksia voidaan välttää lisäämällä mäsäyksessä tai käymisen aikana mikrobiperäistä β -glukanaasia.

1.2 Vierteen koostumus

Vierteen valmistuksen tarkoituksena on tuottaa ravinneliuos hiivaa varten. Liuoksen tulee sisältää riittävästi käymiskelpoisia sokereita alkoholikäymistä varten sekä hiivan tarvitsemia aminohappoja ja muita ravinteita. Hyvän saannon ja miellyttävän oluen flavorin syntymisen edellytyksenä on vierteen oikea koostumus.

Flavorin muodostuksessa on merkitystä myös dekstriinien eli hajonneen tärkkelyksen säilymisellä olueen saakka (BRIGGS ym. 1981).

Vierteen hiilihydraatit ovat pääasiassa tärkkelyksen hajoamistuotteita, kuten glukoosia, maltoosia ja maltotriooseja sekä dekstriinejä, joita hiiva ei pysty käyttämään. Vierteen typpi-yhdisteet ovat myös pääosin peräisin maltaasta. Valmis vierre sisältää vapaita aminohappoja ja pieniä peptidejä, joita hiiva käyttää ravinteinaan. Lisäksi vierreessä on polypeptidejä, jotka saattavat muodostaa polyfenolien kanssa samentumia valmiissa oluessa (ENARI 1981; ENARI & MÄKINEN 1983).

Jyvän soluseinärakenteista liukenee vierreeseen β -glukaaneja ja pentosaaneja, jotka lisäävät vierteen viskositeettia. Korkea viskositeetti aiheuttaa siivilöinti- ja suodatusvaikeuksia, mutta kohtalainen viskositeetti parantaa oluen vaahdon kestävyttä. Maltaasta vapautuvilla kivennäisaineilla on merkitystä myös hiivan ravinteina. Joistakin ravinteista, kuten sinkistä voi toisinaan esiintyä puutetta, mikäli maassa tai lannoitteissa ei ole riittävästi sinkkiä sadon tarpeisiin (ENARI 1981).

2 Maltaan laatu

Maltaan laadun arvioinnissa keskeinen merkitys on itämisen aikana jyvässä tapahtuvien muutosten ja muodostuvien entsyymien määrän arvioinnilla. Mallastuksen ja maltaan kuivauksen aikana jyvässä tapahtuvat muutokset vaikuttavat tärkkelyksen, proteiinien ja β -glukaanien hajoamiseen mäsäyksessä. Niillä on siten välillinen vaikutus uutepitoisuuteen ja vierteen laatuun.

Maltaan laadun arviointiin käytetään lukuisia menetelmiä. Analyysin valinta riippuu siitä pyritäänkö testaamaan raaka-aineen käyttökelpoisuutta mallastuksessa vai tutkitaanko mallastusprosessin säätelyä. Raaka-aineen ominaisuuksien tutkimiseen soveltuvia menetelmiä ovat uutepitoisuuden, α -amylaasiaktiivisuuden, diastaattisen voiman ja vapaan aminotyypen määrittäminen. Diastaattinen voima kuvaa α - ja β -amylaasiaktiivisuuden yhteistä vaikutusta mallastuksessa (ENARI & MÄKINEN 1983).

Vierteen korkea viskositeetti liittyy oluen heikkoon suodattavuuteen. Tästä syystä viskositeetin määrittystä käytetään hyödyksi arvioitaessa ohran laadun vaikutusta oluen suodattavuuteen. Viskositeettia lisäävien β -glukaanien tarkempi tutkiminen edellyttää monivaiheisten biokemiallisten menetelmien käyttöä eikä näitä yleensä sisällytetä tavanomaiseen mallasanalyysiin.

2.1 Maltaan möyhentymisaste

Maltaan möyhentymisaste eli sytolyysin edistymisaste mallastuksessa on mallastajan kannalta tärkeimpiä maltaan laadusta tehtäviä analyysejä (ENARI 1981). Möyhentymisasteella on ratkaiseva vaikutus maltaasta saatavaan uutesaantoon (SCHUR 1981). Maltaan hyvä möyhentyminen on merkki myös riittävästä proteiinien ja β -glukaanien hajotuksesta (ENARI 1981; MOLL & FLAYEUX 1981). Myös lipidien aiheuttamilta hankaluuksilta vältytään yleensä käytössä hyvin möyhentyntä mallasta.

Maltaan möyhentymisasteen määrittämiseen tavallisimmin käytetty menetelmä on mallasjauhosta ja -rouheesta saatujen uutepitoisuuksien eron määrittäminen. Uute-eron katsotaan osoittavan mallastuksessa tapahtuneiden fysikaalisten ja kemiallisten muutosten edistymisastetta, ja sen perusteella voidaan määrätä sopiva idätysaika kullekin lajikkeelle. Panimoprosessissa uute-eroa pidetään suurena, jos se ylittää 3 % (ENARI & MÄKINEN 1983). Möyhentymisnopeus on suurelta osin lajikeominaisuus, sillä lajikkeiden entsyymiaktiivisuuksissa ja itämisnopeudessa esiintyy huomattavia eroja.

Maltaan möyhentymisen tasaisuus eli homogeenisuus on tärkeä maltaan laatuun vaikuttava tekijä. Homogeenisuuden määrittämiseen on kehitetty erilaisia jyvien leikkaamiseen tai hiomiseen ja niitä seuraavaan värjäykseen perustuvia menetelmiä. Halkaistujen jyvien visuaalisessa tarkastelussa erotetaan lasimaiset ja jauhoiset jyvät, jolloin saadaan käsitys maltaan möyhentymisen tasaisuudesta. Huonosti möyhentyneissä jyvissä esiintyvä hajomaton β -glukaani voidaan värjätä fluorisovalla väriaineella, joka tekee möyhentymättömät kohdat optisesti kirkkaammiksi (GIBBONS 1981).

2.2 Valkuaisaineiden hajoamisaste

Maltaan proteiinipitoisuutta on yleensä pidetty tärkeänä laatu-kriteerinä. Nykyisen käsityksen mukaan valkuaispitoisuutta tärkeämpi ominaisuus on maltaasta saatavan vierteen koostumus (ENARI 1981). Ohran varastovalkuaisen hajoamisen edistymistä voidaan arvioida määrittämällä vierteeseen vapautuvan aminotyypen määrä ja proteiineja hajottavien entsyymien aktiivisuus maltaassa. Vierteen liukoisen tyypen määrittäminen osoittaa hiivan käytettävissä olevien aminohappojen ja peptidien määrän. Liukoinen tyyppi ilmaistaan tavallisesti Kolbach-lukuna eli prosentteina maltaiden kokonaistypestä, jolloin se ilmoittaa miten suuri osa proteiineista on hajonnut (ENARI & MÄKINEN 1983). Kolbach-luku riippuu ratkaisevasti maltaan kokonaistypen määrästä eikä se siten anna oikeaa kuvaa liukoisten tyyppiyhdisteiden määrästä käymiskelpoisten sokerien määrään verrattuna. Käyttökelpoisempi menetelmä on tästä syystä liukoisen tyypin laskeminen prosentteina maltaiden uutepitoisuudesta (ENARI & MÄKINEN 1983).

2.3 Tärkkelyksen hydrolysoitumisaste

Mallastuksen ja mäskäyksen aikana tapahtuvalla tärkkelyksen hajoamisella on ratkaiseva vaikutus maltaasta saatavaan uutesaantoon. Käytettäessä oluen valmistuksessa hiilihydraattilähteenä ainoastaan mallasta amylolyyttisten entsyymien määrä on yleensä riittävä. Runsaita raakaviljamääriä käytettäessä amylaasien aktiivisuuden määrittäminen on tarpeen (SCHUR 1981).

Maltaan uutepitoisuus osoittaa vierteeseen uuttuvien aineiden määrän prosentteina maltaan kuiva-aineesta. Jauhosta ja rouheesta määritettyjen uutepitoisuuksien ero kuvaa maltaan möyhentymisastetta (ENARI & MÄKINEN 1983). Maltaan uutepitoisuuteen vaikuttaa viljelty ohralajike ja jyvien valkuaispitoisuus (mm. EWERTSON 1977). GJERTSENIN ja HARTLEVIN (1981) sekä MAULEN ja GRABBen (1981) tutkimusten mukaan maltaan möyhentymisaste vaikuttaa uutepitoisuuteen voimakkaammin kuin idätyksessä muodostuvien entsyymien aktiivisuus.

2.4 Maltaan laatuvaatimukset

Maltoille asetettavat laatuvaatimukset riippuvat käytetystä oluen valmistusprosessista ja halutusta oluttyypistä. Suomessa valmistetun oluen perusraaka-aineen muodostaa pilsnermallas, jonka tavanomaiset laatuvaatimukset on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11. Pilsnermaltojen analyysin ohjearvoja
(ENARI & MÄKINEN 1983).

Analyysi	Ohjearvo
Kosteus	alle 5 %
Uutepitoisuus	yli 79 %
Uute-ero	1,8 - 2,8 %
Liukoinen typpi	yli 0,55 %
Vapaa aminotyyppi	yli 120 mg/100 g
Vierteen viskositeetti	alle 1,6 cP
Vierteen väri	3 - 4 oEBC
Sokeroitumisaika	alle 15 min
α -amylaasi	yli 35 DU
Diastaattinen voima	yli 200 W.K.

Uutesaannon ja oluen laadun kannalta tärkein maltaan laatu-kriteeri on maltaan möyhentämisaika uute-erona määritettynä (taulukko 12).

Taulukko 12. Maltaan uute-eron arvostelu (ENARI & MÄKINEN 1983).

Uute-ero	Möyhentymisaika
alle 1,3	hyvin korkea
1,3 - 1,9	korkea
2,0 - 2,6	normaali
2,7 - 3,3	alhainen
yli 3,3	hyvin alhainen

Maltaan ollessa ainoa tärkkelyslähde pilsnermaltaan entsyymiaktiivisuus on yleensä riittävä. Käytettäessä maltaan ohella raakaviljaa entsyymejä joudutaan yleensä lisäämään käyttämällä runsasentsyymistä mallasta (taulukko 13).

Taulukko 13. Entsyymimaltaan ohjearvoja (ENARI & MÄKINEN 1983).

Entsyymiaktiivisuus	Ohejarvo
α -amylaasiaktiivisuus	yli 60 DU
Diastaattinen voima	yli 600 W.K.

2.5 Ohran laadun vaikutus maltaan laatuun

Suurissa tuotantolaitoksissa ohran tasalaatuisuus on hyvin keskeinen maltaan laatuominaisuus (SCHILDBACH 1980, 1981). Homogeenisuus vaikuttaa vierteen koostumukseen, käymisominaisuuksiin ja suodattavuuteen. Lisäksi epätasaisesti möyhentyneistä maltaista saadaan alhainen uutesaanto, ja vierteeseen jää pitkäketjuisia, viskositeettia kohottavia β -glukaaneja. Maltaan homogeenisuuteen vaikuttaa ohran itävyys, proteiinipitoisuus ja jyväkoko, joiden pitää täyttää laatuvaatimukset ja olla mahdollisimman tasaisia (taulukko 14).

Taulukko 14. Ohran ominaisuuksien vaikutus maltaan laatuun (SCHILDBACH 1980).

Ominaisuuden muutos ja muutoksen suunta	Vaikutus maltaan laatuun		
	Uutepitoisuus %	Uute-ero %	Kolbach-luku %
(+) = korkeampi			
(-) = alempi			
-6 % itävyys	-0,8	+0,6	-2,3
+1 % proteiinipitoisuus	-0,8	+0,3	-1,4
-10 % jyväkoko > 2,8 mm	-0,4	+0,1	-0,7
-10 % jyväkoko > 2,5 mm	-0,5	+0,2	-0,7
-1 piste kuoren paksuus*)	-1,1	+0,3	-0,9

*) Kuoren paksuus on arvioitu visuaalisesti käyttäen asteikkoa 1 - 9, jossa korkeimmat arvot edustavat ohuinta kuorta.

Jyvien valkuaispitoisuus sekä jyväkoko ja dormanssin kesto ovat osittain lajikkeesta riippuvia ominaisuuksia. Lajikkeiden välillä on todettu selviä eroja myös kuoripitoisuudessa (SCHILDBACH 1981) ja entsyymiaktiivisuuksissa (EWERTSON 1977), joilla on vaikutusta jyvien itämisnopeuteen mallastuksen aikana. ENARIN ja MÄKISEN (1983) mukaan jo pieni määrä poikkeavaa lajiketta voi aiheuttaa epätasaisuutta maltaan möyhentymiseen. Mallastus tehdään tästä syystä lajikkeittain, jolloin prosessin säätelyssä voidaan hyödyntää koemallastuksessa eri lajikkeilla saatuja kokemuksia. Taulukossa 15 on esitetty eräitä tuloksia ohran jyväkoon vaikutuksesta maltaan laatuun.

Taulukko 15. Jyväkoon vaikutus maltaan koostumukseen (O'DONNELL 1982).

Jyväkoko	Uutepitoisuus % k.a.	β -gluk. pit. % k.a.	Kokonaistyyppi % k.a.
> 2,8 mm	78,7	1,83	1,84
> 2,5 mm	78,1	1,43	1,97
> 2,2 mm	76,8	2,11	2,05
< 2,2 mm	65,2	2,88	2,00

2.6 Ohran sienisaastunta

Viljojen homeet jaetaan tavallisesti pelto- ja varastosieniin. Peltohomeiksi kutsutaan lajeja, jotka lisääntyvät viljassa ennen sadonkorjuuta. Ne vaativat runsaasti kosteutta lisääntyäkseen, joten niiden määrä vähenee kuivatussa viljassa varastoinnin aikana.

HÄIKARAN (1983) tutkimuksessa ohran tavallisimpia sieniä olivat *Alternaria*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Cephalosporium*, *Aspergillus* ja *Epicoccum*. *Alternaria*- ja *Cladosporium*-saastunta oli maltaassa yleensä alhainen, sitä vastoin *Mucor*-, *Rhizopus*-, *Aspergillgillus*- ja *Penicillium*-sieniä esiintyi runsaammin. *Fusarium*-saastunta oli maltaissa runsas, kun ohra oli voimakkaasti saastunut pellolla. *Fusarium*-sienistä haitallisoin oli *F. culmorum*, joka myös alensi voimakkaimmin ohran itävyyttä. *F. culmorum* on

kasvijätteessä säilyvä ja maasta käsin leviävä sieni, joka aiheuttaa juurikkailta taimipoltetta, viljoilla tyvitauteja ja viljoilla ja nurmikasveilla lumihometta (YLIMÄKI 1984).

MTTK:n kasvitautiosastolla tehdyissä tutkimuksissa ohran keskimääräinen *Fusarium*-saastunta-aste oli normaalivuosina 10 - 30 %. Yleisimpiä lajeja olivat *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. poae* ja *F. tricinctum* (MÄKELÄ 1975; UOTI & YLIMÄKI 1974; YLIMÄKI ym. 1979).

Ohran ja siinä olevien mikro-organismien välillä vallitsee kiinteä fysiologinen suhde. Mikrobit vaurioittavat erittämillään entsyymeillä jyvän solukkoja, ja toisaalta ohra voi tuottaa yhdisteitä, jotka estävät mikrobien kasvua. Jyvien vioittuessa saastunta leviää jyvän sisään ja alkioon, mikä alentaa itävyyttä. Mallastuksen aikana homesaastunta leviää herkästi vioittuneisiin jyviin (HAIKARA 1983).

Ohran voimakas sienisaastunta aiheuttaa oluen ylikuohuntaa. Tavallisimpia ylikuohuntaa aiheuttavia sienisukuja ovat *Fusarium*, *Aspergillus*, *Nigrospora*, *Stemphylium*, *Penicillium*, *Alternaria* ja *Rhizopus* (HAIKARA 1983). Sienten kuohuntaa aiheuttavan vaikutuksen arvellaan perustuvan niiden tuottamiin peptideihin (AMAHA ym. 1973).

Oluen ylikuohuminen oli HAIKARAN (1983) tutkimuksessa yleistä, kun jyvien saastunta-aste oli 60 - 80 %, ja kuohuntaa alkoi esiintyä, kun saastunta-aste ylitti 50 %. HAIKARAN (1980a) mukaan mikrobitasoltaan normaali ohra (alle 50 %) ei yleensä aiheuta ylikuohuntaa, vaikka useimmat mikrobit lisääntyvät voimakkaasti mallastuksen aikana.

Sienisaastunnan aiheuttamia haittoja voidaan ehkäistä käyttämällä hyvälaatuista ohraa tai käyttämällä homeiden kasvua rajoittavia aineita ohran liotuksessa (AMAHA ym. 1973). Tällaisten aineiden käyttö on yleensä tarpeen, kun jyvien saastunta-aste ylittää 40 %. Voimakkaimmin kuohuntaa aiheuttavat ohraerät karsiutuvat tavallisesti mallastuksesta alentuneen itävyyden vuoksi.

Varastosienten (*Aspergillus* ja *Penicillium*) on todettu aiheuttavan maltaassa, vierteessä ja oluessa samantyyppisiä muutoksia kuin *Fusarium*-sienet (ETCHEVERS ym. 1977). Lisäksi varastosienet voivat aiheuttaa muutoksia oluen makuun (GYLLANG ym. 1977).

Ohran keinosaastutus *Fusarium*-sienellä alensi HAIKARAN (1983) tutkimuksessa itävyyttä, uute-eroa, mallassaantoa, alfa-amylaasiaktiivisuutta ja diastaattista voimaa. Samalla kuitenkin vapaan aminotyypen määrä vierteessä kohosi ja vierteen ja oluen väri tummui. Ylikuohunnan esiintyminen riippui voimakkaasti korjuukauden sääoloista.

3 Mallastusominaisuuksiin vaikuttavat tekijät

3.1 Entsyymiaktiivisuuteen vaikuttavat tekijät

SCHILDBACHin (1976) tutkimusten mukaan lajike-erot selittävät alle 30 % maltaan diastaattisen voiman vaihtelusta, vuoden ja koepaikan selittäessä noin 50 % vaihtelusta. LINDBLOMin (1983) tutkimuksessa lajike ja kasvuolosuhteet aiheuttivat eroja muodostuvien amylaasien määrään ja tärkkelyksen ominaisuuksiin tuleentuneessa jyvässä.

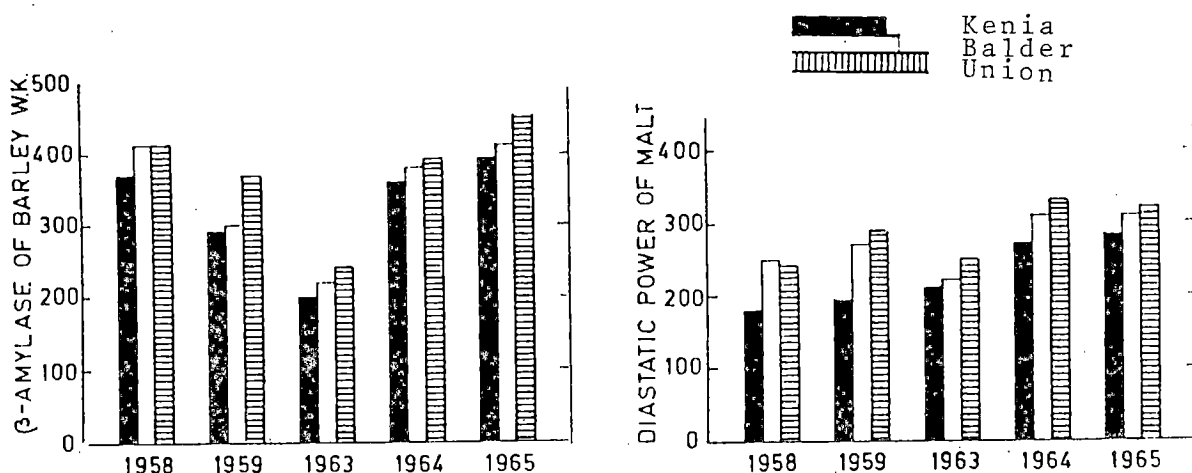
3.1.1 Sääolot

Kasvukauden sääolojen vaikutus maltaan laatuun ilmenee diastaattisen voiman ja maltaan sokeroitumisajan eli tärkkelyksen hajoamisnopeuden muutoksina mäskäyksessä. Toisaalta vierteen viskositeetti ja vierteen erottumisnopeus ovat suurelta osin lajikkeesta riippuvia ominaisuuksia, joihin ympäristön vaikutus on vähäinen. Maltaan möyhentymisastetta mittaavan uute-eron on todettu riippuvan voimakkaammin ympäristöstä kuin lajikkeesta (vrt. MAUNULA 1983).

DÜRGUNin (1971) tutkimuksessa todettiin amylaasien, endopeptidaasien ja endo- β -glukanaasien aktiivisuuden riippuvan kasvuajasta ja lajikkeesta sekä koepaikasta ja koevuodesta. Sitä vastoin β -amylaasin, leusiiniaminopeptidaasin, ekso- β -glukanaasin ja sellobiaasin määrä riippui selvästi lajikkeesta ja

pienemmässä määrin koepaikasta ja koivuodesta. Jälkimmäisten määrä riippui edellisiä selvemmin proteiinien määrästä mutta näitä vähemmän kasvuajasta.

Eri ohralajikkeet reagoivat kasvukauden sääoloihin jossain määrin eri tavoin. Kuviossa 34 on esitetty ENARIN ja LINKON (1969) tutkimuksissa saatuja tuloksia. Lajikkeiden väliset erot johtuvat ainakin osittain kasvurytmin ja kasvuajan eroista lajikkeiden välillä. Myös lajikkeiden tyyppikäytön tehokkuudella voi olla merkitystä, mikäli entsyymi-proteiinien muodostusvaiheen säät ovat poikkeuksellisen kuivia (vrt. HOME ym. 1985).



Kuvio 34. Ohralajikkeiden entsyymiaktiivisuus eri kasvukausina (ENARI & LINKO 1969).

EVANSin ym. (1975) mukaan vegetatiivisen kasvuvaiheen aikaisilla sääoloilla on vaikutusta ravinteiden saatavuuteen ja imeytymiseen kasveihin. Sitä vastoin jyvän kehitysvaiheen sääoloilla on vaikutusta eri proteiinifraktioiden kerääntymiseen endospermiin. Tämä selittää muissa tutkimuksissa (HOME ym. 1985) todettuja sääolojen ja entsyymiaktiivisuuden välisiä yhteyksiä.

HOMEEn ym. (1985) tutkimuksessa todettiin kasvukausien välillä selviä eroja ohran β -amylaasiaktiivisuudessa. Vuoden 1982 sadossa entsyymiaktiivisuus oli lähes 50 % alempi kuin vuosien 1983 ja 1984 sadoissa (taulukko 16). Vuonna 1982 lämpötila ja

sademäärä kylvön ja tähkimisen välisenä aikana olivat Suomessa yleisesti normaalia alempia. Jyvän kehityksen alkuvaiheessa heinäkuussa lämpötila vastasi normaalia, mutta sademäärä oli edelleen hyvin alhainen. Tämän seurauksena tynen mobilisoituminen maassa viivästyi eikä kesäkuun keskivaiheille sattunut lyhyt sadejakso kyennyt riittävästi edistämään ravinteiden vapautumista. Entsyymi-proteiinien kerääntymisvaiheessa kasvit kärsivät HOMEen ym. (1985) mukaan typpiyhdisteiden vajauksesta, mikä oli ilmeisesti syynä ohran alhaiseen β -amylaasipitoisuuteen.

Taulukko 16. Maltaan diastaattinen voima ja alfa-amylaasiaktiivisuus eri kasvukausina. Typpilannoitemäärä 75 kg N/ha (HOME ym. 1985).

	Diast. voima, WK			α -amylaasiaktiivisuus, DU		
	1982	1983	1984	1982	1983	1984
Pokko	510	700	770	102	106	100
Kilta	560	680	780	102	111	131
Pirkka	550	630	900	80	85	102

Vuosina 1983 ja 1984 kasvukauden lämpö- ja kosteusolot olivat HOMEen ym. (1985) tutkimuksessa edullisempia entsyymiaktiivisuuden kehittymiselle. Heinäkuun 1984 runsas sademäärä edisti lannoitetyn hyväksikäyttöä ja johti vuoden 1983 satoa korkeampaan valkuaispitoisuuteen.

Suhteellisen kuivissa oloissa kasvanut ja korjattu ohra itää lyhyen dormanssin vuoksi melko nopeasti korjuun jälkeen ja on helposti varastoitavaa. Toisaalta kuivissa oloissa kasvaneen ohran entsyymiaktiivisuus on alhaisempi ja vierteen erottaminen maltaasta on hankalampaa kuin kosteammassa ja viileämmässä oloissa kasvaneesta ohrasta. Paras mallasohran laatu kehittyy DURGUNin (1971) mukaan, kun kylvön jälkeen on suhteellisen kosteaa ja viileää ja tuleentumisaikana vallitsee kuiva ja aurinkoinen sää.

Runsas auringonvalon määrä edistää AUFHAMMERin (1965) mukaan Pohjois-Euroopassa korkean diastaattisen voiman kehittymistä maltaaseen, ja samalla vierteen vapaan aminotyypen määrä nousee. Optimaalisimmat sääolot mallasohran viljelyyn vallitsevat FISCHBECKin (1960) tutkimuksen mukaan Hollannissa ja Belgiassa, mutta näitä etelämpänä heinäkuun korkea keskilämpötila heikentää ohran laatua.

Maltaan diastaattisen voiman ja kasvupaikan auringonvalon määrän välillä todettiin LANGin (1966) tutkimuksessa selvä yhteys. Enemmän valoa saanut ohra mallastui voimakkaamman entsyymiaktiivisuuden vuoksi paremmin. Valoisuuden ollessa riittävä entsyymiaktiivisuuden kehittymistä edisti suhteellisen pieni vuorokautinen lämpötilan vaihtelu. Ilmastotekijät vaikuttivat myös vierteen väriin, ja paras väri saatiin jyvän kehitysvaiheen ollessa suhteellisen niukkasateinen (vrt. MAUNULA 1983).

LANGin (1966) tutkimuksessa mallassaanto ja vierteen erottuminen olivat parempia suhteellisen kuivissa oloissa kehittyneissä jyvissä. Suhteellisen korkea jyvän täyttymisvaiheen lämpötila paransi lisäksi jyvien vettymisominaisuuksia mallastuksessa. Kuiva ja keskimääräistä lämpimämpi jyvien täyttymisvaihe tuotti ohraan enemmän β -glukaaneja kuin viilleä ja kostea sää (AASTRUP 1979). Poikkeuksellisen kuivissa oloissa kasvaneessa ohraassa runsas soluseinäaineiden määrä voi hidastaa entsyymien kulkeutumista itävissä jyvissä.

3.1.2 Typpilannoitus

Amylaasien kokonaismäärän on todettu kohoavan typpilannoitusta lisättäessä (MÄNTYLAHTI ym. 1977). Vuotuisvaihtelun osuus oli kuitenkin suurempi kuin lannoitemäärän lisäämisen vaikutus. Kaikkien lajikkeiden entsyymiaktiivisuus voimistui lannoitusta lisättäessä. Pieni lannoitemäärä saattoi ensin vaikuttaa alentavasti, mutta suurempi lannoitemäärä kohotti entsyymiaktiivisuutta selvästi. Vastaavia tuloksia saatiin HARRISin ja BANASIKin (1952) tutkimuksessa.

3.1.3 Korjuuajankohta

Korjuuajankohdalla ei HOMEEn ym. (1985) tutkimuksessa ollut merkittävää vaikutusta yli 2,5 mm jyvien laatuominaisuuksiin tai maltaan diastaattiseen voimaan. NARZISSin (1983) tutkimuksessa itävyyden aleneminen ja sen seurauksena amylaasien heikko ja epätasainen toiminta saattoi johtua liian korkeasta kuivaustulämpötilasta kosteaa viljaa kuivattaessa.

WIBERGIN ja ENEBON (1962) tutkimuksessa jyvien amylaasipitoisuudessa ei todettu muutoksia tuleentumisen aikana. Proteiineja hajottavien entsyymien pitoisuudessa ei todettu muutoksia kuivina ja lämpiminä vuosina, mutta kosteana ja viilleänä syksynä proteinaasien aktiivisuus voimistui tuleentuneessa sadossa nopeasti. Soluseinäaineita hajottavien entsyymien määrä kohosi tuleentumisen aikana, mutta täystuleentuneessa sadossa entsyymien määrässä ei todettu enää merkittäviä muutoksia.

3.2 Beta-glukaanien ja beta-glukanaasien määrään vaikuttavat tekijät

3.2.1 Sääolot

Ohran β -glukaanipitoisuuteen vaikuttaa BOURNEN ja WHEELERIN (1984) tutkimuksen mukaan ohralajike, kasvupaikka ja satovuosi. COLESIN (1979) tutkimuksessa ympäristöolosuhteilla, lähinnä maan kosteusoloilla ja kasvukauden sääoloilla oli merkittävä vaikutus β -glukaanipitoisuuteen. Savimaalla kasvaneen ohran β -glukaanipitoisuus oli SMARTIN (1976) tutkimuksessa alhainen, mutta myös kevyellä kivennäismaalla β -glukaanipitoisuus oli alhainen, kun kasvien käytettävissä oli kasvukauden aikana riittävästi vettä.

Kasvukauden sääoloista erityisesti kuivuuden ajankohdalla on todettu olevan vaikutusta jyvien β -glukaanipitoisuuteen (BENDELOW 1975). Jyvän täyttymisvaiheen kuivuus lisäsi ohran β -glukaanipitoisuutta. AASTRUPIN (1979) tutkimuksessa elokuun sademäärän ja ohrasta valmistetun uutteen viskositeetin välille saatiin

voimakas negatiivinen korrelaatio, samoin viskositeetin ja kasvukauden suhteellisen kosteuden välille. Sademäärän ja suhteellisen kosteuden todettiin vaikuttavan toisistaan riippumatta viskositeettiin ja siten liukoisen β -glukaanin pitoisuuteen ohrassa.

SMARTin (1976) tutkimuksessa sadetus alensi sekä liukoisen että liukenemattoman β -glukaanin määrää. COLESin (1979) tutkimuksessa sadetuksena annettu vesi alensi β -glukaanipitoisuutta enemmän kuin vastaava vesimäärä juurien kautta annettuna. Vastaavia tuloksia saatiin AASTRUPin (1979) tutkimuksessa, jossa jyväuutteesta määritetty viskositeetti oli sadetetuissa ohrissa alempi kuin sadettamattomissa. Sadetuksen vaikutus perustuu tutkijan mukaan ilmeisesti β -glukaanien vähäisempään muodostumiseen sadetetuissa ohrassa tai β -glukaanien muuttumiseen muiksi yhdisteiksi tuleentumisen lopulla.

EWERTSONin (1977) mukaan kuiva ja poikkeuksellisen lämmin sää kohottaa β -glukaanien osuutta jyvissä. Toisissa tutkimuksissa kasvukauden lämpöolosuhteilla ei todettu suoranaista vaikutusta ohran β -glukaanipitoisuuteen (ANDERSON ym. 1978). Toisaalta kasvukauden lämpötila vaikuttaa maltaan möyhentymisnopeuteen muulla tavoin, esim. säätelemällä jyvien valkuaispitoisuutta, (BAMFORTH & MARTIN 1981a ja b) ja entsyymaattisia ominaisuuksia (HOME ym. 1985).

3.2.2 Typpilannoitus

Typpilannoitemäärän ja ohran β -glukaanipitoisuuden välillä ei ole todettu selvää yhteyttä (HESSELMAN ym. 1981), joskin kasvu- paikkojen välillä esiintyy selviä eroja tässä suhteessa (GILL ym. 1982). EWERTSONin (1977) tutkimuksessa ohran β -glukaanipitoisuus kohosi typpilannoitusta lisättäessä lievästi. Lajikkeiden sisällä korrelaatio proteiinipitoisuuden ja β -glukaanipitoisuuden välillä oli kuitenkin alhainen.

3.2.3 Korjuuajankohta

Ohrasta määritetyn happouutteen viskositeetti oli AASTRUPin (1979) ja COLESin (1979) tutkimuksissa korkein korjattaessa ohra keltatuleentumisasteella. Viskositeetti aleni merkittävästi täystuleentumiseen mennessä (myös GÖHL 1977). Samalla helppoliukoisten β -glukaanien määrä aleni, mutta vaikealiukoisten määrässä ei todettu muutoksia. Viskositeetin alenemisen arveltiin johtuvan β -glukaanien muuttumisesta osittain muiksi yhdisteiksi tuleentumisen lopulla (AASTRUP 1979).

3.3 Fusarium-saastuntaan vaikuttavat tekijät

COUTUREN (1982) tutkimuksessa todettiin tilastollisesti merkitsevä negatiivinen korrelaatio ohran korrenpituuden ja jyvien *Fusarium*-saastunnan välillä. Lajikkeiden välillä todettiin merkitseviä eroja jyvien saastunta-asteessa, ja erot liittyivät ainakin osittain lakoisuuseroihin. Myös tähkän muodolla saattaa olla vaikutusta lajikkeiden saastunta-alttiuteen.

Oluen ylikuohunta oli melko vähäistä ennen vuotta 1978, lukuunottamatta satunnaisia kuohuntatapauksia vuosina 1968 - 69, vaikka suomalaisessa ohrassa esiintyy yleensä suhteellisen runsaasti *Fusarium*-homeita (YLIMÄKI 1970; UOTI & YLIMÄKI 1974). *Fusarium*-sienten kannalta poikkeuksellisen edullinen oli vuosi 1972, jolloin paljaalla silmällä voitiin havaita runsaasti purnertavia homejyviä (UOTI 1972; MÄKELÄ 1973).

Vuosina 1978 - 79 ohran *Fusarium*-saastunta oli hyvin voimakasta, 3 - 4-kertainen normaalivuosiin verrattuna, ja se liittyi näiden vuosien 20 - 34 % normaalia suurempaan sademäärään. Näiden vuosien sato aiheutti eräissä panimoissa huomattavia ylikuohuntaongelmia. Myös vuoden 1977 sadossa *Fusarium*-saastunta oli runsas, kun viljelypaikkakunnan sademäärä oli poikkeuksellisen suuri. Vuonna 1980 sademäärä oli suhteellisen normaali, mutta sadon *Fusarium*-saastunta-aste oli lähes 60 %. Runsaan saastunnan syynä oli HAIKARAN (1983) mukaan ilmeisesti itiöiden runsas määrä maassa ja ilmassa edellisten vuosien voimakkaan saastunnan seurauksena. Vuoden 1981 suhteellisen runsas *Fusarium*-saastunta saattoi johtua elokuun poikkeuksellisen korkeasta sademäärästä.

Ohrasadon sienisaastunnan määrään vaikuttavat HAIKARAN (1983) mukaan sääolosuhteet kasvu- ja korjuukauden aikana, kasvupaikka, kasvuaika ja lajikkeiden ominaisuudet, kuten taudinkestävyys ja korrenlujuus. Tähkän muodolla, kuten nuokkuvuudella tai pystyasennolla on myös vaikutusta *Fusarium*-saastunnan esiintymiseen. Ohralajikkeiden välillä todettiin HAIKARAN ym. (1977) tutkimuksessa eroja *Fusarium*-saastunnan määrässä.

Jyvien sienisaastuntaan vaikuttavat lisäksi varastointiolosuhteet, erityisesti viljan varastointikosteus, ja yksipuolinen viljelykierto. HAIKARAN (1980a ja b) mukaan ylikuohuntaa esiintyy yleensä sellaisina satovuosina, jolloin viljan kukinnan ja etenkin korjuun aikana vallitsee poikkeuksellisen sateinen sää. Sateisuuden kanssa samansuuntaisesti vaikuttaa kasvukauden pituus, joka riippuu sekä ilmastosta että lajikkeiden ominaisuuksista (HAIKARA 1983).

II KOKEELLINEN OSA

1 Aineisto ja menetelmät

1.1 Koesuunnitelma ja tavoite

Koesuunnitelma ja kokeen toteutus on esitetty raportin ensimmäisessä osassa sivulta 28 alkaen. Tutkimuksen tässä osassa selvitettiin koepaikan, lajikkeen ja typpilannoituksen vaikutusta ohran mallastuvuuteen pilsnermaltaan valmistuksessa.

1.2 Sadosta tehdyt määritykset

Kokeista määritettiin koepaikalla puintikosteus, jyväsato, tuhannen jyvän paino, hehtolitransaino, lajitteet I - IV, itävyys vetyperoksidi-idätyksenä sekä pellolla itäneet ja vihreät jyvät sadossa. Jyvien typpipitoisuus määritettiin MTTK:n keskuslaboratoriossa NIR-menetelmällä kaikkien koeruutujen sadosta. Jyvien typpipitoisuus muunnettiin valkuaispitoisuudeksi käyttämällä

kerrointa 6,25. Mallastusanalyysit tehtiin VTT:n Biotekniikan laboratoriossa E.B.C.:n ohjeiden mukaisesti täysijyväiseksi lajitellusta sadosta (jyväkoko yli 2,5 mm).

Mallastuskoe suoritettiin itämislevon päätyttyä, käytännössä satovuotta seuraavana talvena vuodenvaihteen jälkeen. Ohrasta valmistettiin analyysiä varten pilsnermallas normaalia aika-
taulua noudattaen. Maltaasta määritettiin diastaattinen voima ja alfa-amylaasiaktiivisuus. Vierteestä määritettiin uutepitoisuus, vapaan aminotyypen määrä, vierteen väri ja vierteen viskositeetti. Ohrasta määritettiin myös jyvien Fusarium-saastunta-aste. Sienisaastunta määritettiin kaikilta koepaikoilta ja kaikilta typpitasoilta. Muut mallastusanalyysit tehtiin kaikkien koepaikkojen sadoista 75 kilon typpilannoitustasolta. Typpilannoituksen vaikutusta mallastuvuuteen selvitettiin Jokioisten ja Pälkäneen kokeista. Jokioisten kokeista mallastettiin sadot typpilannoitemääriltä 0, 50, 75 ja 100 kg N/ha vuosilta 1982 - 84. Pälkäneen kokeista mallastettiin sadot N-lannoitemääriltä 50, 75 ja 100 kg N/ha vuosilta 1983 - 84.

1.3 Tulosten tilastollinen käsittely

Tulosten tilastollinen käsittely tehtiin Maatalouden tutkimuskeskuksessa SPSSX-ohjelmalla samaan tapaan kuin raportin ensimmäisen osan sivulla 33 kohdassa 1.4 on selostettu.

2 Tulokset

2.1 Koevuoden ja koepaikan vaikutus maltaan laatuun

Koepaikan ja vuoden vaikutusta maltaan laatuun tutkittiin 75 kilon typpilannoituksella kasvaneista ohrasadoista.

Taulukko 17. Varianssianalyysin tulokset. Typpitaso 75 kg N/ha, vuodet 1982 - 84, kuusi koepaikkaa, 10 lajiketta.

		R	A	B	AB
		Vuosi	Koep	Lajike	
Valk.pit.	%	***	**	***	***
1000-jp	g	***	ns	***	ns
Täysjyvä	%	***	ns	***	**
Itävyys	%	ns	ns	**	ns
Fusarium	%	***	ns	ns	ns
Saanto	%	*	ns	***	*
Alfa-amyl.	DU	***	ns	***	ns
Diast.voima	W.K.	***	ns	***	ns
Uutepit.	%	***	*	***	ns
Väri	^o EBC	***	ns	***	ns
FAN ¹⁾	mg/l	***	ns	***	ns
Viskos.	cP	***	ns	***	ns

1) FAN = vapaa aminotyyppi

Taulukko 18. Pienimmät merkitsevät erot. Aineisto kuten taulukossa 17.

		Koepaikka		Lajike	
		HSD _{5%}	HSD _{1%}	HSD _{5%}	HSD _{1%}
Valk.pit.	%	2,1	2,7	0,4	0,5
1000-jp	g	7,2	9,4	3,0	3,4
Täysjyvä	%	18,3	23,9	7,1	8,2
Itävyys	%	4,0	5,2	2,0	2,3
Fusarium	%	35,7	46,7	12,1	14,1
Saanto	%	2,6	3,4	1,1	1,3
Alfa-amyl.	DU	15,4	20,2	7,7	9,0
Diast.voima	W.K.	83,1	108,9	77,4	90,0
Uutepit.	%	2,6	3,5	0,9	1,1
Väri	^o EBC	1,1	1,5	0,3	0,4
FAN	mg/l	39,3	51,5	12,3	14,6
Viskos.	cP	0,18	0,24	0,07	0,08

Taulukko 19. Korrelaatiokertoimet. Aineisto kuten taulukossa 17.

2-TAHOISET:

----- PEARSON CORRELATION -----									
	VALK	TJP	TÄYSJYVÄ	SAANTO	UUTE	AMYL	DIAS	VÄRI	FAN
TJP	-.0391								
TÄYSJYVÄ	-.1022	.6621**							
SAANTO	-.4099**	.2581*	.2642*						
UUTE	-.4665**	.2032	.1215	-.1110					
AMYL	-.0469	.0839	-.1777	-.2335*	.5910**				
DIAS	.4023**	.0577	-.2169*	-.1615	-.1735	.2241*			
VÄRI	.1510	-.2368*	-.2891**	-.4478**	.3407**	.4358**	-.0395		
FAN	.2743**	-.1001	-.1463	-.5852**	.4165**	.5925**	.0614	.7674**	
VISKO	.3740**	.3999**	.2127*	.2155*	-.2517*	-.1405	.1843	-.3032**	-.2171*

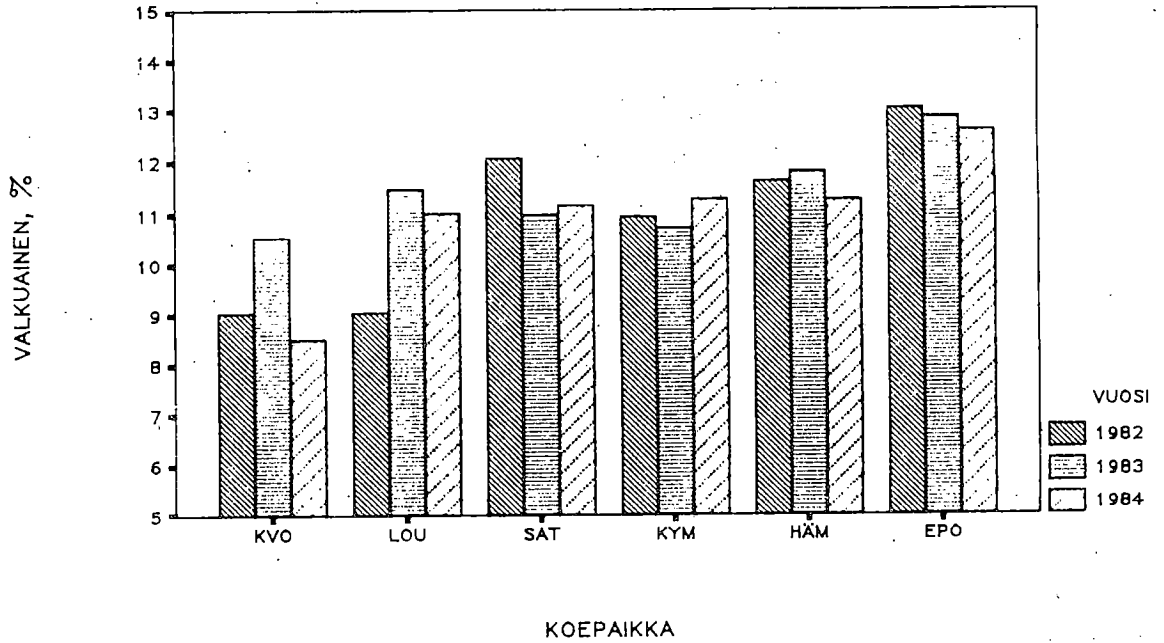
MONITAHOISET:

	VALK	TJP	TÄYSJYVÄ	SAANTO	UUTE	AMYL
TJP	.0438					
TÄYSJYVÄ	.1197	.7356**				
SAANTO	-.4385**	.0993	-.0025			
UUTE	-.6389**	.1712	.4023*	.1454		
AMYL	-.0328	-.2137	-.4323**	.0757	-.2948	
DIAS	.4385**	-.3628*	-.2403	-.3894*	-.4567**	.3986*

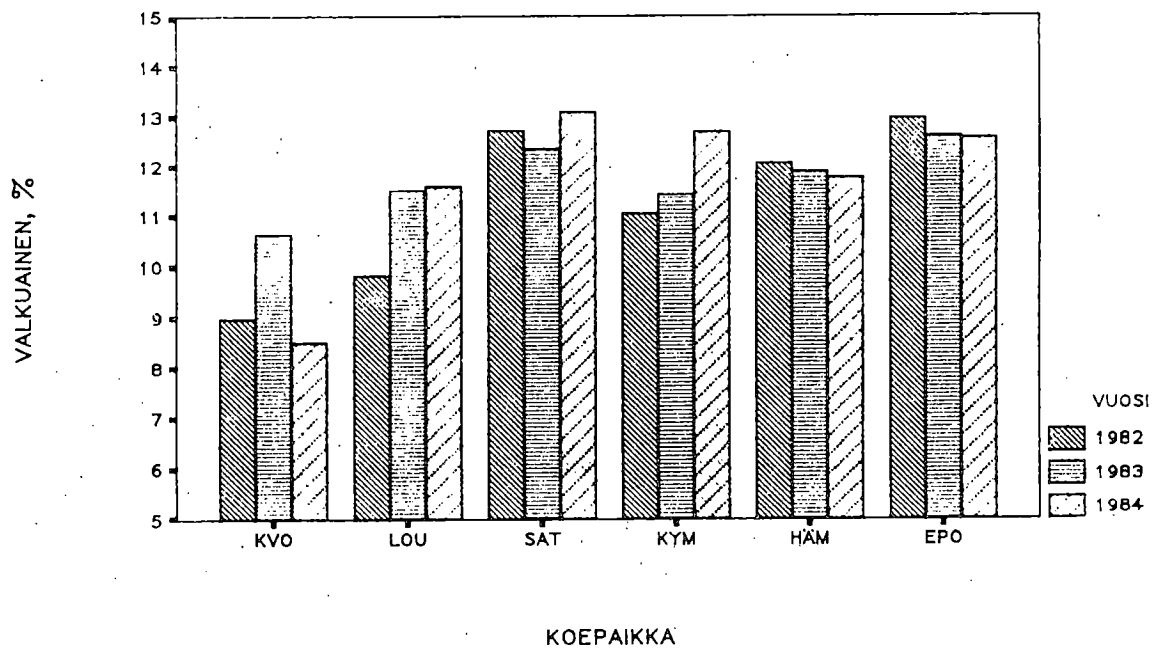
* - SIGNIF. LE .01 ** - SIGNIF. LE .001

2.1.1 Valkuaispitoisuus

Kaksitahoisten ohrien valkuaispitoisuus jäi useimmissa kokeissa 75 kilon typpitasolla alle 12,5 prosenttiin. Kaksitahoisten tapaan olivat koevuosien ja koepaikkojen väliset erot jyvänvalkuaisessa hyvin selvät myös monitahoisilla lajikkeilla (kuviot 35 ja 36). Korkeimman valkuaispitoisuuden tuottanut vuosi vaihteli koepaikoittain. Ylistarossa kasvaneet ohrat tuottivat keskimäärin korkeimman (12,8 %) ja Jokioisissa kasvaneet ohrat alhaisimman (9,9 %) valkuaispitoisuuden. Lajikkeiden keskinäinen järjestys valkuaispitoisuudessa vaihteli eri koepaikoilla. Kuitenkin 2-tahoisista ohrista Ida ja Aramir sisälsivät aina eniten, sekä Kustaa ja Harry vähiten valkuaisista. Monitahoisista ohrista Pirkka ja Kilta sisälsivät selvästi enemmän valkuaisista kuin Pokko.



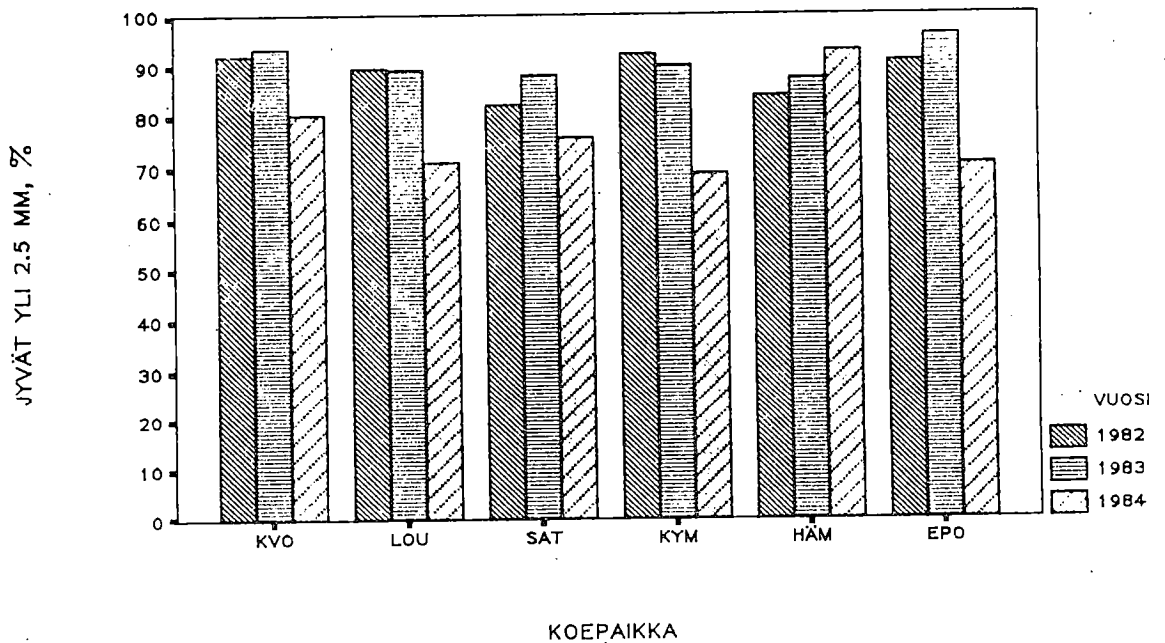
Kuvio 35. Valkuaispitoisuus, 2-tahoiset lajikkeet.



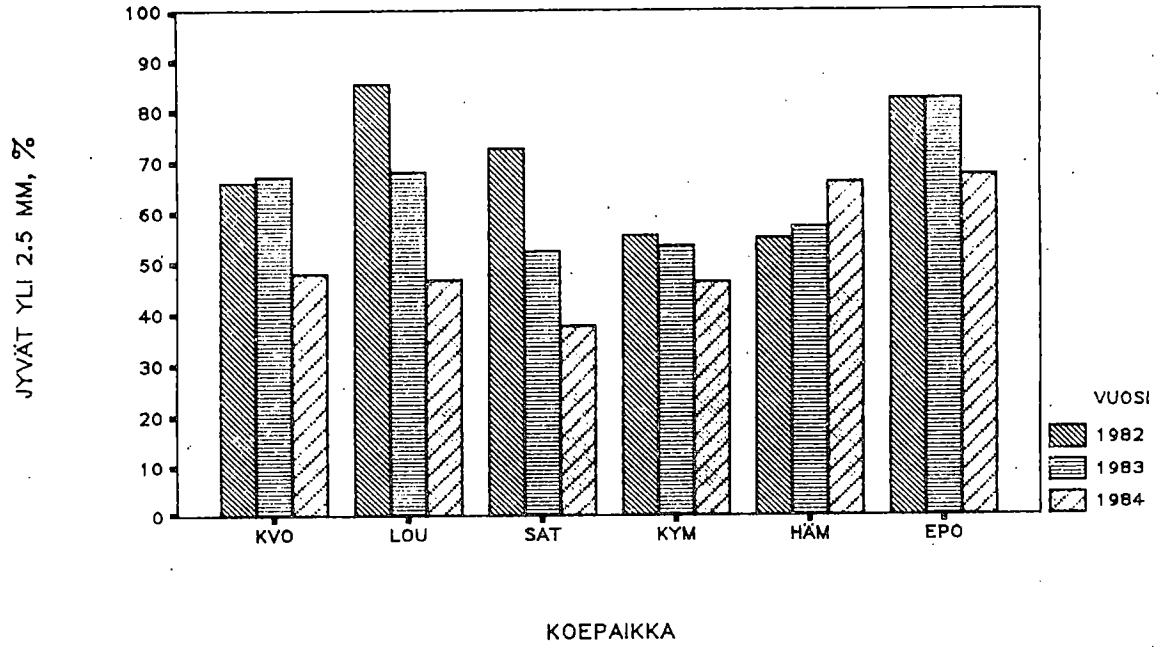
Kuvio 36. Valkuaispitoisuus, monitahoiset lajikkeet.

2.1.2 Täysjyväisyys ja jyväkoko

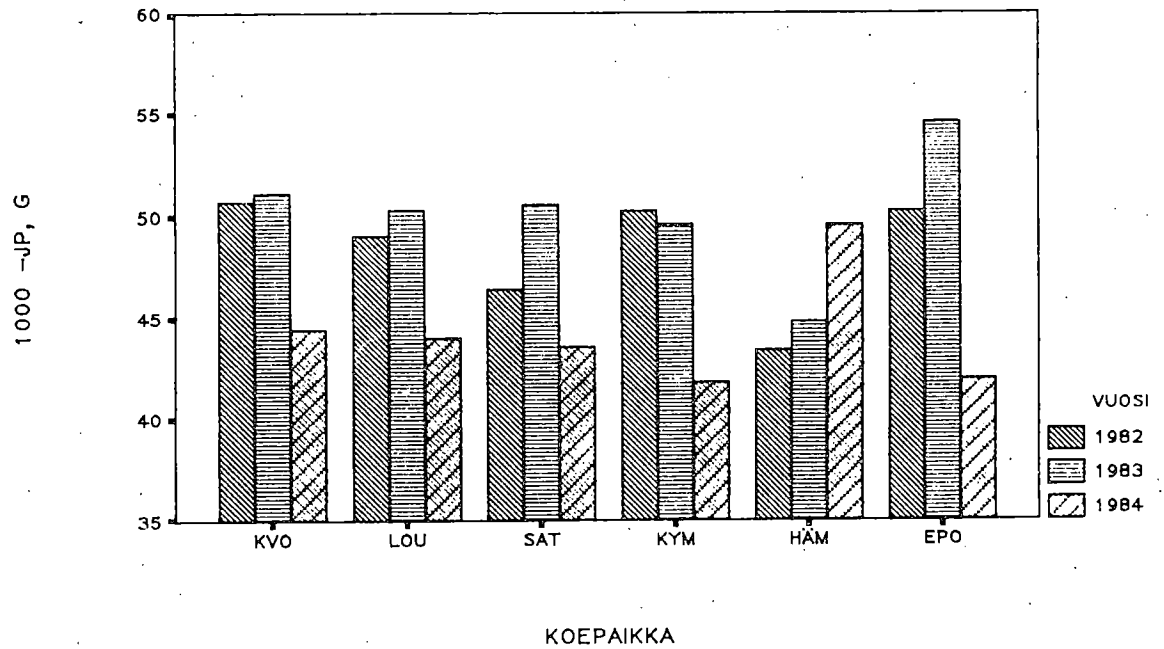
Kaksitahoisten lajikkeiden täysjyväisyysaste täytti mallasohran laatuvaatimuksen vuosina 1982 ja 1983, mutta jäi alle 85 %:n vuonna 1984 (kuvio 37). Myös monitahoisten ohrien täysjyväisyysaste jäi vuonna 1984 muita vuosia alhaisemmaksi (kuvio 38). Täysjyväisyysaste vaihteli koepaikkojen välillä suhteellisesti vähemmän kuin koevuosien välillä. Erot olivat yhteydessä kasvu-kauden sadeoloihin. Vuonna 1984 runsaat sateet lakouttivat ohran varhain, ja näin jyväkoko jäi pieneksi (kuviot 39 ja 40) ja täysjyväisyys alhaiseksi. Lajikkeiden paremmuusjärjestys vaihteli koepaikoittain jonkin verran. Kaksitahoisista ohrista Aramirin, Pattyn ja Harryn täysjyväisyydet olivat korkeimmat, Welamin ja Idan alhaisimmat. Monitahoisista ohrista Pirkan täysjyväisyys oli selvästi korkeampi kuin Kiltan ja Pokon.



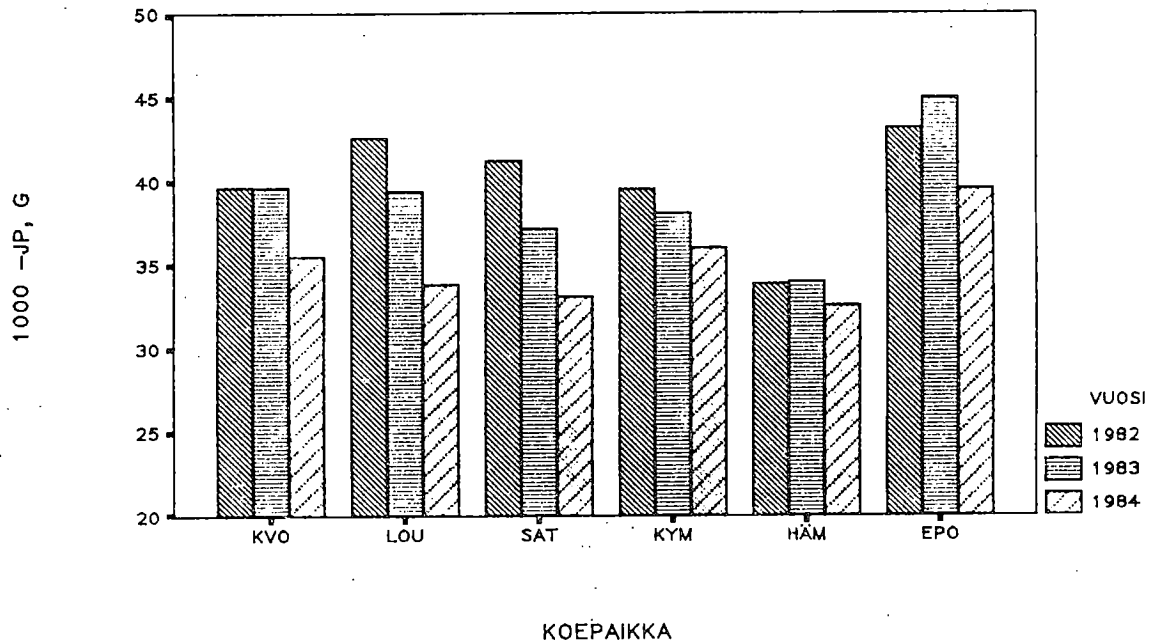
Kuvio 37. Täysjyväisyys, 2-tahoiset lajikkeet.



Kuvio 38. Täysjyväisyys, monitahoiset lajikkeet.



Kuvio 39. Tuhannen jyvän paino, 2-tahoiset lajikkeet.



Kuvio 40. Tuhannen jyvän paino, monitahoiset lajikkeet.

2.1.3 Itävyys

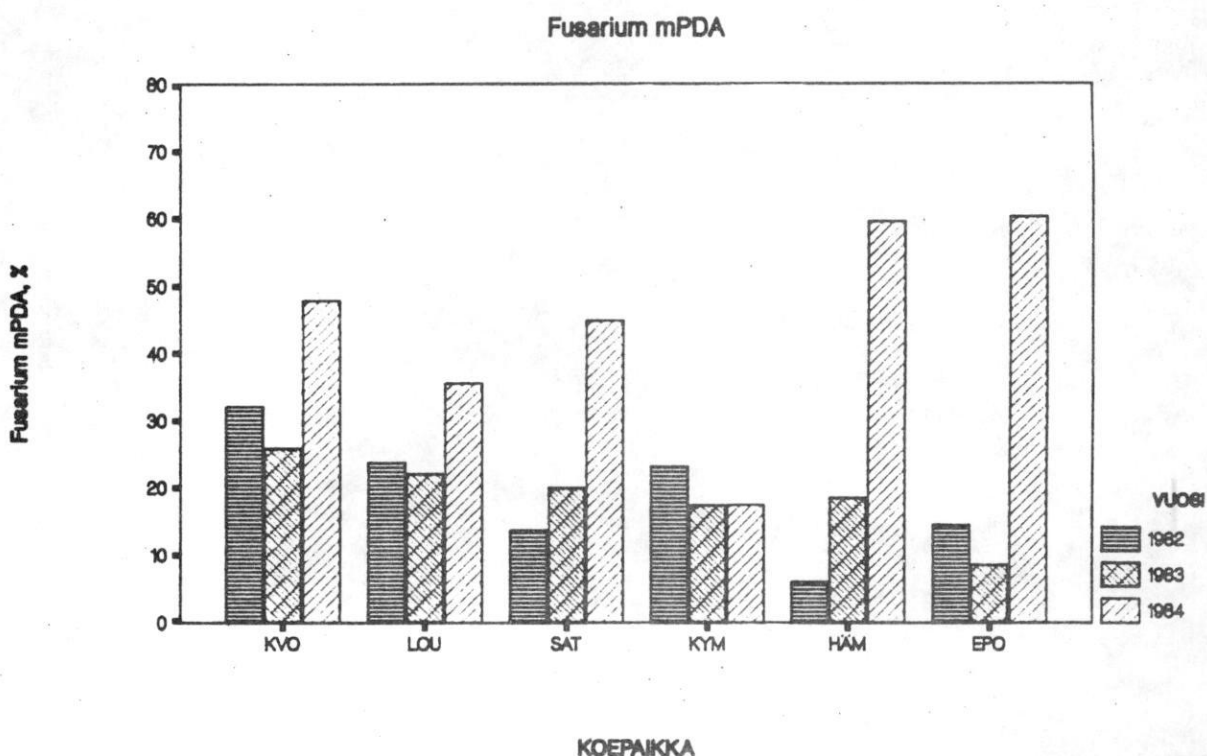
Itävyys oli kaikkina koevuosina hyvä, keskimäärin 97,5 % ja täytti näin mallasohralle asetetun vaatimuksen (taulukko 20). Koepaikkojen välillä ei ollut merkitseviä eroja, eivätkä erot lajikkeidenkaan välillä olleet kovin suuria. Monitahoisten ohrien itävyys oli noin prosenttiyksikön verran parempi kuin 2-tahoisten.

Taulukko 20. Itävyys vuosittain ja koepaikoittain.

VUOSI	H2O2 ITÄVYYS, %							KESKI-ARVO
	ö	KVO	LOU	SAT	KYM	HAM	EPO	
	ö	1 ö	2 ö	3 ö	4 ö	5 ö	6 ö	
1982	1 ö	97.80 ö	98.11 ö	98.60 ö	97.90 ö	98.10 ö	97.00 ö	97.92
1983	2 ö	99.50 ö	95.44 ö	98.50 ö	98.90 ö	93.30 ö	97.20 ö	97.17
1984	3 ö	99.30 ö	96.11 ö	96.20 ö	98.00 ö	96.60 ö	97.20 ö	97.25
KESKIARVO		98.87	96.56	97.77	98.27	96.00	97.13	97.45
N =		30	27	30	30	30	30	177

2.1.4 Ohran sienisaastunta

Jyvien Fusarium-saastunnan suhteen koepaikkojen välillä ei ollut eroa. Ero vuosien välillä oli sen sijaan hyvin selvä (kuvio 41). Kun sadoissa oli vuosina 1982 ja 1983 homeiden saastuttamia jyviä noin 20 %, niin vuonna 1984 saastunta-aste oli yli kaksinkertainen eli 44 prosenttia. Lajikkeiden välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja sienisaastunnassa. Saastunta-aste näyttää lähinnä riippuvan tähkälletulon jälkeisistä sääoloista, sateista ja sateiden aiheuttamasta kasvuston lakoutumisesta. Myös ohran kasvupaikan viljelykierto eli esikasvi vaikuttaa sienisaastunnan määrään. Saastunta oli alhaisin vuosina 1982 - 83 Pälkäneen kokeissa, joiden esikasvina oli kaura pitkäikäisen nurmen jälkeen. Toisaalta sääolojen vaikutusta saastuntaan korostivat Anjalan kokeet. Vaikka mallasohran esikasvina oli aina ohra, jyvien sienisaastunta oli melko pieni. Keskimäärin muita koepaikkoja runsaammin Fusarium-sieniä oli Jokioisten kokeissa, ja tulos liittyy koepaikan muita korkeampaan heinä-elokuun sademäärään.



Kuvio 41. Fusarium-saastunta vuosittain ja koepaikoittain. Typpitasot 50 - 100 kg/ha.

2.1.5 Mallasaanto

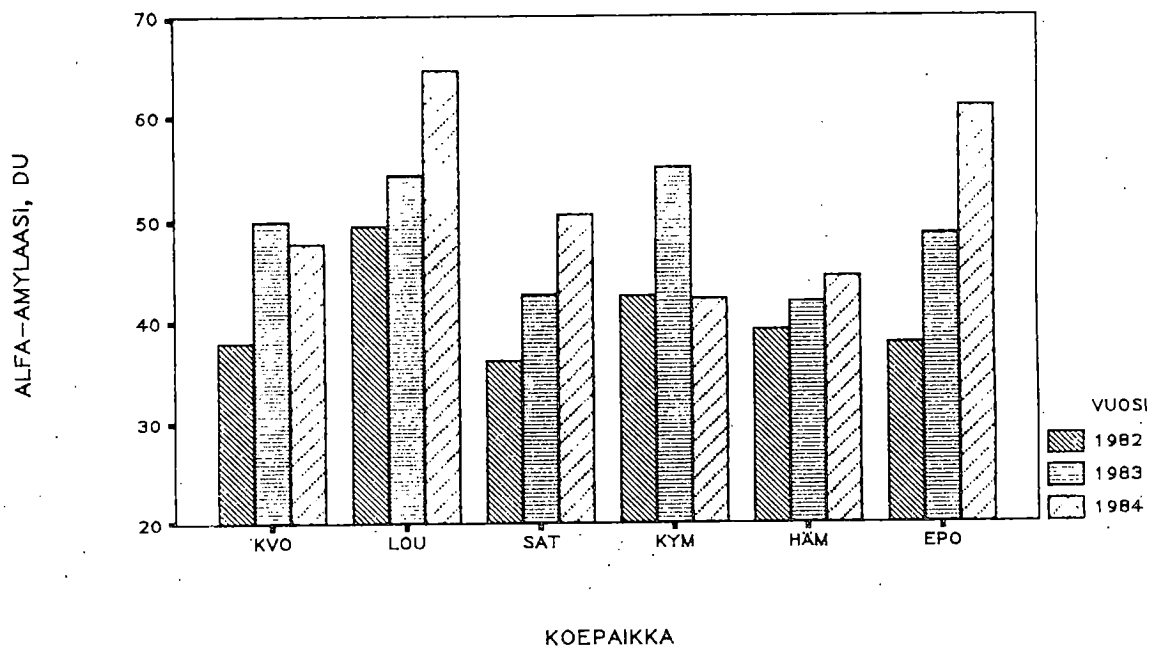
Mallasaanto ilmaisee kuinka monta prosenttia raaka-aineena olevasta mallasohrasta saadaan mallasta. Keskimäärin saanto oli 75 kilon typpitasolla 90,9 prosenttia (taulukko 21). Vuosien väliset ja koepaikkojen väliset erot mallasaannossa olivat hyvin pienet. Lajikkeiden väliset erot olivat sitävastoin selviä. Paras saanto saatiin Harrysta. Kustaa antoi merkitsevästi, sekä Aramir, Kilta, Pokko ja Pirkka hyvin merkitsevästi pienemmän mallasaannon.

Taulukko 21. Mallasaanto vuosittain ja koepaikoittain.

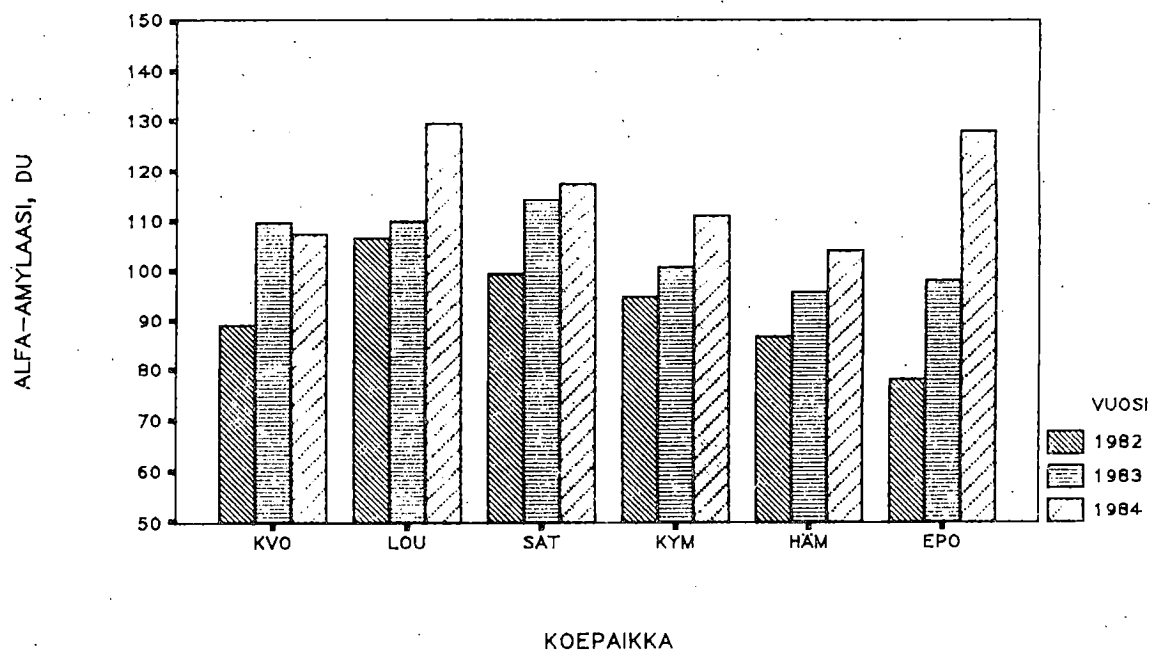
VUOSI	ö ö ö	KVO		LOU		SAT		KYM		HAM		EPO		KESKI- ARVO	
		1	ö	2	ö	3	ö	4	ö	5	ö	6	ö		
1982	1	ö	91.510	ö	91.267	ö	90.290	ö	91.100	ö	91.160	ö	91.090	ö	91.066
1983	2	ö	91.870	ö	90.378	ö	90.740	ö	91.190	ö	91.500	ö	89.980	ö	90.953
1984	3	ö	92.110	ö	91.511	ö	89.780	ö	91.270	ö	91.470	ö	87.270	ö	90.553
KESKIARVO			91.830		91.052		90.270		91.187		91.377		89.447		90.857
N =			30		27		30		30		30		30		177

2.1.6 Entsyymiaktiivisuus

Kaksitahoisista ohrista valmistetun maltaan **alfa-amylaasiaktiivisuus** täytti pilsnermaltaan ohjearvon (35 DU) kaikissa kokeissa (kuvio 42). Myös kaikki monitahoiset lajikkeet täyttivät vastaavan entsyymimaltaalle asetetun vaatimuksen (60 DU, kuvio 43). Alfa-amylaasiaktiivisuus oli pienin vuonna 1982 ja korkein vuonna 1984. Koepaikkojen välillä ei ollut merkitseviä eroja, mutta Mietoisissa kasvaneet ohrat tuottivat korkeimmat aktiivisuudet. Harry (56 DU) ja Kustaa (55 DU) olivat 2-tahoisista ohrista parhaat, ja Welam (37 DU) heikoin lajike alfa-amylaasiaktiivisuudessa. Monitahoisista ohrista Kilta (113 DU) ja Pokko (107 DU) olivat hieman Pirkkaa (93 DU) parempia.

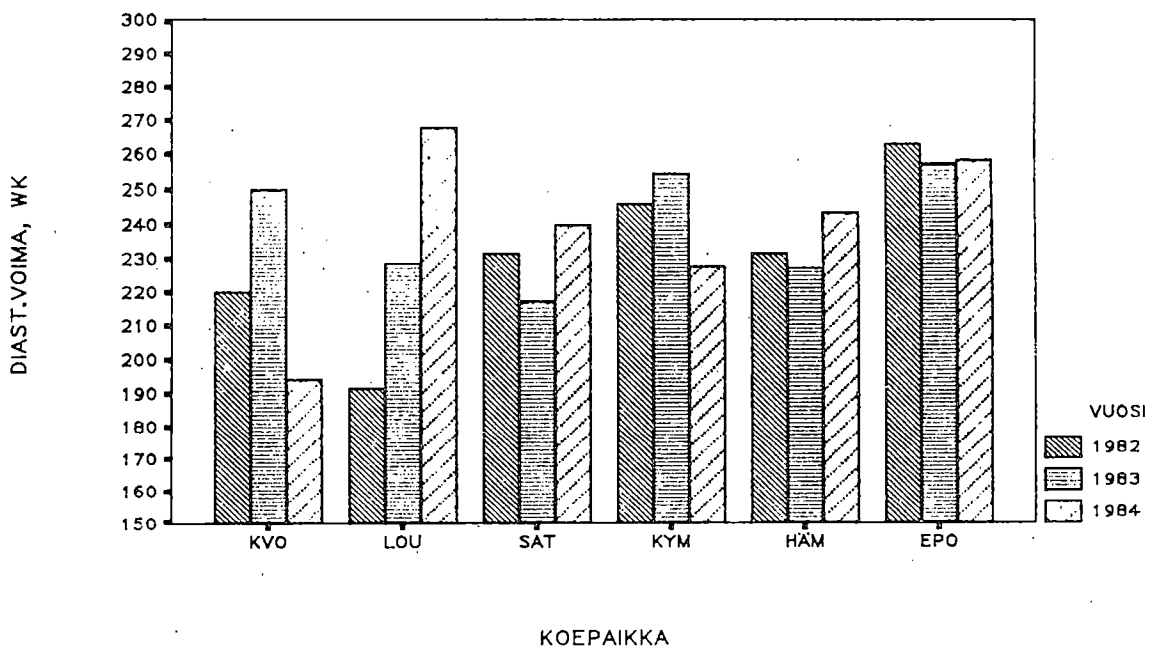


Kuvio 42. Alfa-amyalaasiaktiivisuus, 2-tahoiset lajikkeet.

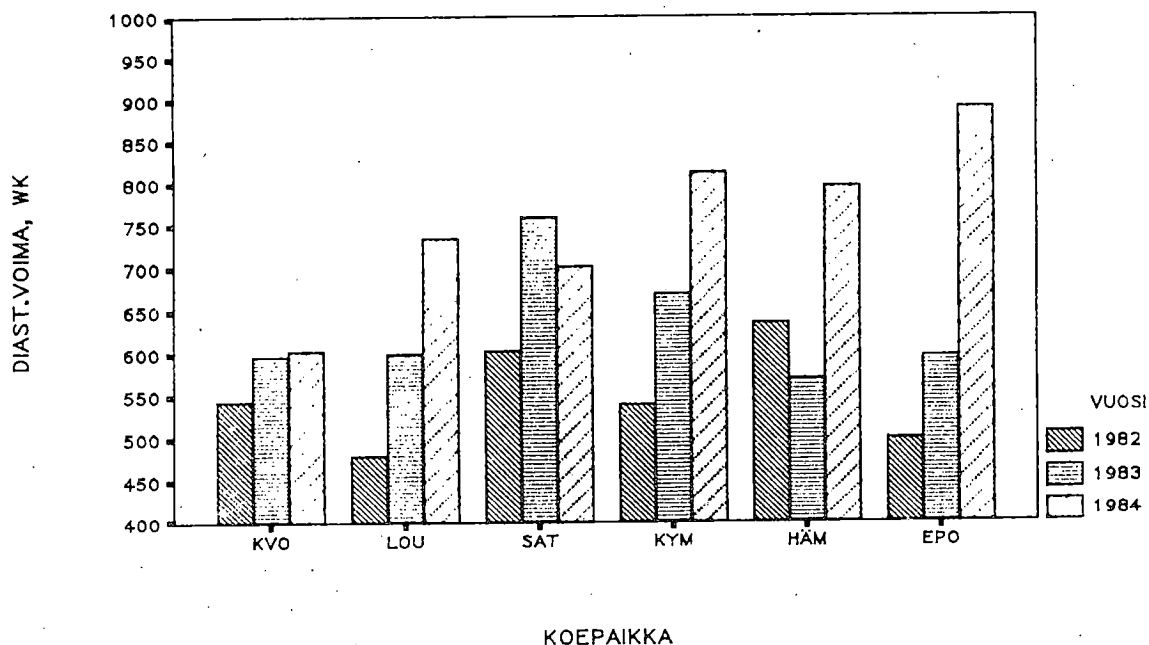


Kuvio 43. Alfa-amyalaasiaktiivisuus, monitahoiset lajikkeet.

Kaksitahoiset lajikkeet täyttivät pilsnermaltaalle asetetun diastaattisen voiman ohjearvon (200 W.K.) useimmissa kokeissa. Vain Mietoisten vuoden 1982 ja Jokioisten vuoden 1984 kokeet jäivät ohjearvon alapuolelle (kuvio 44). Monitahoiset lajikkeet täyttivät kaikilla koepaikoilla entsyymimaltaan ohjearvon (600 W.K.) vain vuonna 1984 (kuvio 45). Koepaikkojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Ylistaron kokeet tuottivat kuitenkin keskimäärin korkeimmat sekä Jokioisten ja Mietoisten kokeet alhaisimmat diastaattisen voiman arvot. Kaksitahoisista lajikkeista Ida tuotti korkeimman diastaattisen voiman. Aramir oli merkitsevästi sekä Ingrid ja Patty hyvin merkitsevästi Idaa heikompia. Monitahoisista ohrista Pirkka ja Kilta tuottivat merkitsevästi runsaamman diastaattisen voiman kuin Pokko.



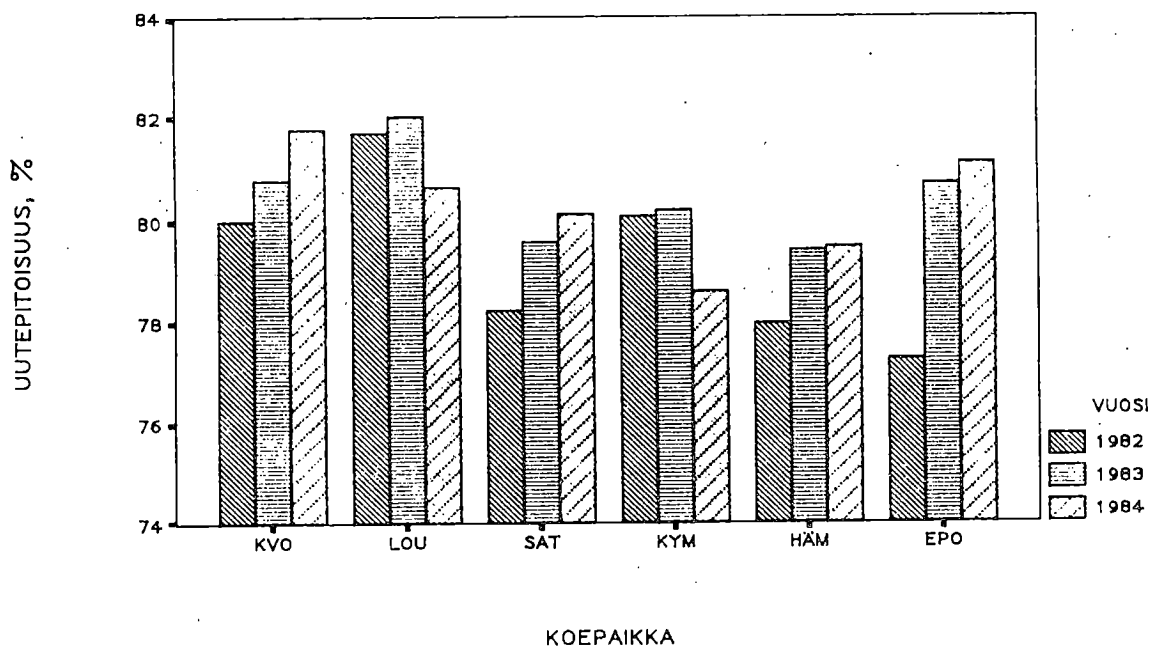
Kuvio 44. Diastaattinen voima, 2-tahoiset lajikkeet.



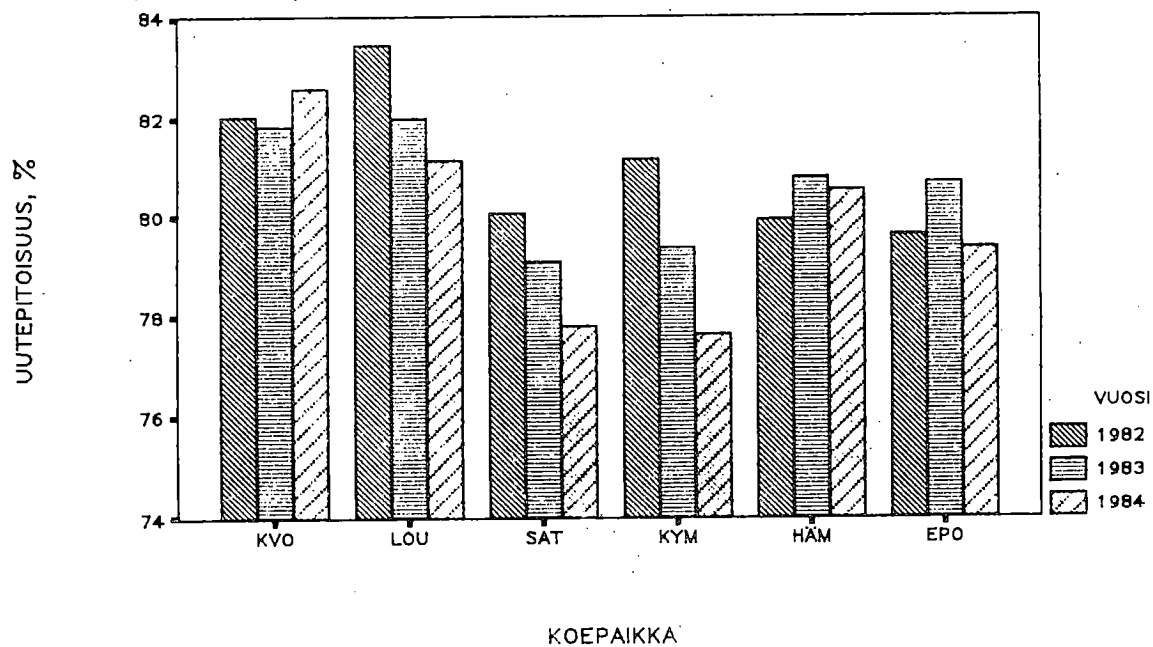
Kuvio 45. Diastaattinen voima, monitahoiset lajikkeet.

2.1.7 Uutepitoisuus

Uutepitoisuus täytti pilsnermaltaan laatuvaatimuksen (79 %) useimmissa kokeissa. Poikkeuksena olivat vuoden 1982 kokeet Kokemäellä, Pälkäneellä ja Ylistarossa sekä Anjalan koe vuonna 1984 (kuviot 46 ja 47). Koepaikkojen välillä ei ollut suuria eroja uutepitoisuudessa, mutta Mietoisissa kasvaneesta ohrasta saatiin merkittävästi enemmän uutetta kuin Kokemäellä kasvaneesta ohrasta. Täysjyväiseksi lajiteltu monitahoinen ohra antoi keskimäärin hieman enemmän uutetta kuin 2-tahoinen ohra. Lajikerot uutepitoisuudessa olivat hyvin selvät. Parhaan uutepitoisuuden (81,0 - 80,1 %) tuottivat Pirkka, Harry, Pokko, Kustaa, Patty ja Aramir. Ingridistä, Idasta, Welamista ja Kiltasta saatiin selvästi vähemmän uutetta (79,6 - 79,2 %).



Kuvio 46. Uutepitoisuus, 2-tahoiset lajikkeet.



Kuvio 47. Uutepitoisuus, monitahoiset lajikkeet.

2.1.8 Vierteen vapaa aminotyyppi, viskositeetti ja väri

Vapaa aminotyyppi, viskositeetti ja väri määritettiin vain 2-tahoisten ohrien maltaan vierteestä. Erot koevuosien välillä olivat hyvin selvät, mutta koepaikkojen väliset erot eivät olleet merkitseviä (taulukko 17). Vapaan aminotyypin määrä ylitti ohjearvon (120 mg/l) muissa kokeissa, paitsi Mietoisten ja Kokemäen kokeissa vuonna 1982 (taulukko 22). Lajikkeista Aramir (159 mg/l) antoi vierteeseen selvästi muita lajikkeita enemmän ja Welam (129 mg/l) selvästi muita lajikkeita (136 - 144 mg/l) vähemmän vapaata aminotyyppiä.

Taulukko 22. Vierteen vapaa aminotyyppi.

VUOSI	Vapaa aminotyyppi, mg:l							KESKI-ARVO
	ö	KVO	LOU	SAT	KYM	HAM	EPO	
	ö	1 ö	2 ö	3 ö	4 ö	5 ö	6 ö	
1982	1 ö	128.71 ö	117.71 ö	116.00 ö	123.57 ö	125.00 ö	134.43 ö	124.24
1983	2 ö	130.14 ö	172.86 ö	127.71 ö	149.43 ö	140.86 ö	152.14 ö	145.52
1984	3 ö	141.14 ö	158.43 ö	151.57 ö	126.57 ö	144.00 ö	185.86 ö	151.26
KESKIARVO		133.33	149.67	131.76	133.19	136.62	157.48	140.34
N =		21	21	21	21	21	21	126

Vierteen viskositeetti ylitti ohjearvon (opt. alle 1,6 cP) vuosina 1982 ja 1983 (taulukko 23). Lajike-erot vierteen viskositeetissa olivat selviä. Alhaisimmat viskositeetit (1,57 - 1,63) saatiin Aramirista, Pattysta ja Kustaasta. Selvästi korkeamman viskositeetin (1,69 - 1,71) tuottivat Ingrid, Ida ja Harry.

Taulukko 23. Vierteen viskositeetti.

VUOSI	VISKOSITEETTI, cP							KESKI-ARVO
	ö	KVO	LOU	SAT	KYM	HAM	EPO	
	ö	1 ö	2 ö	3 ö	4 ö	5 ö	6 ö	
1982	1 ö	1.6129 ö	1.5914 ö	1.6371 ö	1.6071 ö	1.7529 ö	1.7643 ö	1.6610
1983	2 ö	1.6214 ö	1.7000 ö	1.7343 ö	1.6014 ö	1.7329 ö	1.8614 ö	1.7086
1984	3 ö	1.5657 ö	1.6371 ö	1.5886 ö	1.5957 ö	1.6086 ö	1.5429 ö	1.5898
KESKIARVO		1.6000	1.6429	1.6533	1.6014	1.6981	1.7229	1.6531
N =		21	21	21	21	21	21	126

Vierteen värin optimin (3 - 4 °EBC) ulkopuolella oli vain kaksi koetta. Kokemäen ja Ylistaron vuoden 1984 kokeet ylittivät ohjearvon (taulukko 24). Lajikkeista Aramir (3,7 °EBC) tuotti selvästi Kustaata, Idaa ja Welamia (3,1 °EBC) tummemman vierteen.

Taulukko 24. Vierteen väri.

VUOSI	VÄRI °EBC							KESKI- ARVO
	1 ö	KVO	LOU	SAT	KYM	HAM	EPO	
1982	1 ö	2.943 ö	2.543 ö	2.243 ö	2.843 ö	2.929 ö	2.857 ö	2.726
1983	2 ö	2.757 ö	3.671 ö	2.986 ö	3.157 ö	3.057 ö	3.343 ö	3.162
1984	3 ö	3.600 ö	3.543 ö	4.343 ö	3.400 ö	3.700 ö	4.614 ö	3.867
KESKIARVO		3.100	3.252	3.190	3.133	3.229	3.605	3.252
N =		21	21	21	21	21	21	126

2.2 Typpilannoituksen ja lajikkeen vaikutus maltaan laatuun

Typpilannoituksen ja lajikkeen vaikutusta maltaan laatuun tutkittiin Jokioisissa vuosina 1982 - 84 (N-tasot: 0, 50, 75 ja 100 kg N/ha) ja Pälkäneellä vuosina 1983 - 84 (N-tasot: 50, 75 ja 100 kg N/ha). Seuraavassa ovat tarkastelun kohteena molempien koepaikkojen tulokset vuosilta 1983 - 84 typpitasoilta 50 - 100 kg N/ha. Lajikkeiden keskinäinen järjestys eri ominaisuuksien suhteen oli näissä neljässä kokeessa lähes sama kuin edellä esitellyissä 18 kokeessa.

Taulukko 25. Varianssianalyysin tulokset. Typpitasot 50, 75 ja 100 kg N/ha, vuodet 1983 - 84, koepaikat Jokioinen ja Pälkäne, 10 lajiketta.

		R	A	B	C				
		Vuosi	Koep	Ntaso	Lajike	AB	AC	BC	ABC
Valk.pit.	%	***	ns	**	***	ns	**	ns	ns
1000-jp	g	ns	ns	ns	***	ns	ns	ns	ns
Täysjyvä	%	**	ns	*	***	ns	ns	ns	ns
Itävyys	%	***	ns	ns	***	ns	**	ns	ns
Fusarium	%	***	ns	*	***	*	ns	ns	ns
Saanto	%	ns	ns	ns	***	ns	*	ns	ns
Alfa-amyl.	DU	*	ns	*	***	ns	**	ns	ns
Diast.voima	W.K.	*	ns	**	***	ns	ns	ns	ns
Uutepit.	%	***	ns	*	***	ns	ns	ns	ns
Väri	^o EBC	***	ns	ns	***	ns	**	ns	ns
FAN 1)	mg/l	*	ns	*	***	ns	ns	ns	ns
Viskos.	CP	**	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns

1) FAN = vapaa aminotyyppi.

Taulukko 26. Pienimmät merkitsevät erot. Aineisto kuten taulukossa 25.

		Typpitaso		Lajike	
		HSD _{5%}	HSD _{1%}	HSD _{5%}	HSD _{1%}
Valk.pit.	%	0,6	1,0	0,5	0,6
1000-jp	g	1,3	2,0	4,4	5,2
Täysjyvä	%	1,9	3,1	7,3	8,5
Itävyys	%	2,0	3,2	2,9	3,4
Fusarium	%	1,5	2,5	15,5	18,2
Saanto	%	0,7	1,2	1,3	1,5
Alfa-amyl.	DU	3,1	5,0	6,9	8,1
Diast.voima	W.K.	25,5	41,1	99,6	116,8
Uutepit.	%	0,7	1,1	0,8	1,0
Väri	^o EBC	0,3	0,4	0,3	0,4
FAN	mg/l	5,7	9,2	13,4	16,0
Viskos.	CP	0,09	0,15	0,18	0,21

Taulukko 27. Korrelaatiokertoimet. Aineisto kuten taulukossa 25.

2-TAHOISET:

	VALK	TJP	TÄYSJYVÄ	SAANTO	UUTE	AMYL	DIAS	VÄRI	FAN
TJP	.0344								
TÄYSJYVÄ	.2911*	.5357**							
SAANTO	-.1608	.0632	-.1460						
UUTE	-.8486**	.0927	-.0626	-.0207					
AMYL	-.1772	.4031**	-.1426	-.0768	.3672**				
DIAS	.3567**	.1556	-.0233	.0025	-.3176*	.3374**			
VÄRI	-.0643	.0394	.0641	-.3500**	.1026	.1214	-.2138		
FAN	.1898	-.0201	.1497	-.6640**	.0261	.1814	-.0129	.6069**	
VISKO	.1692	.1340	-.0256	.3841**	-.1175	-.0096	-.0075	-.2229	-.2118

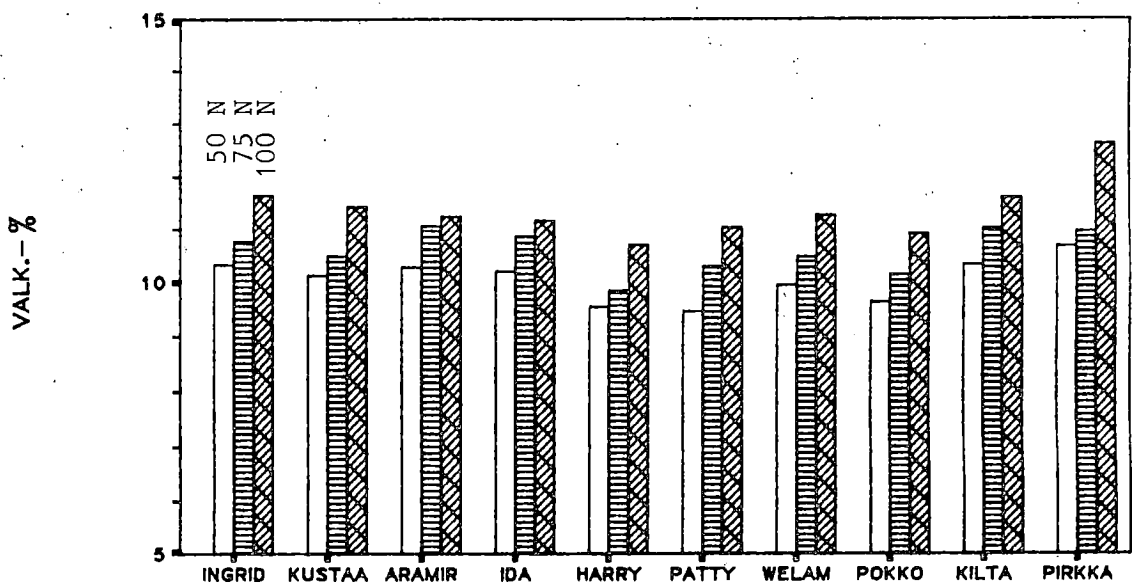
MONITAROISET:

	VALK	TJP	TÄYSJYVÄ	SAANTO	UUTE	AMYL
TJP	-.1389					
TÄYSJYVÄ	.5123**	.4176*				
SAANTO	-.2020	-.0239	-.1492			
UUTE	-.6365**	.1510	-.1040	-.2533		
AMYL	-.3091	.2323	-.1926	.2706	-.0210	
DIAS	.3989*	-.1288	.3194	-.1215	-.3480	.2094

* - SIGNIF. LE .01 ** - SIGNIF. LE .001

2.2.1 Valkuaispitoisuus

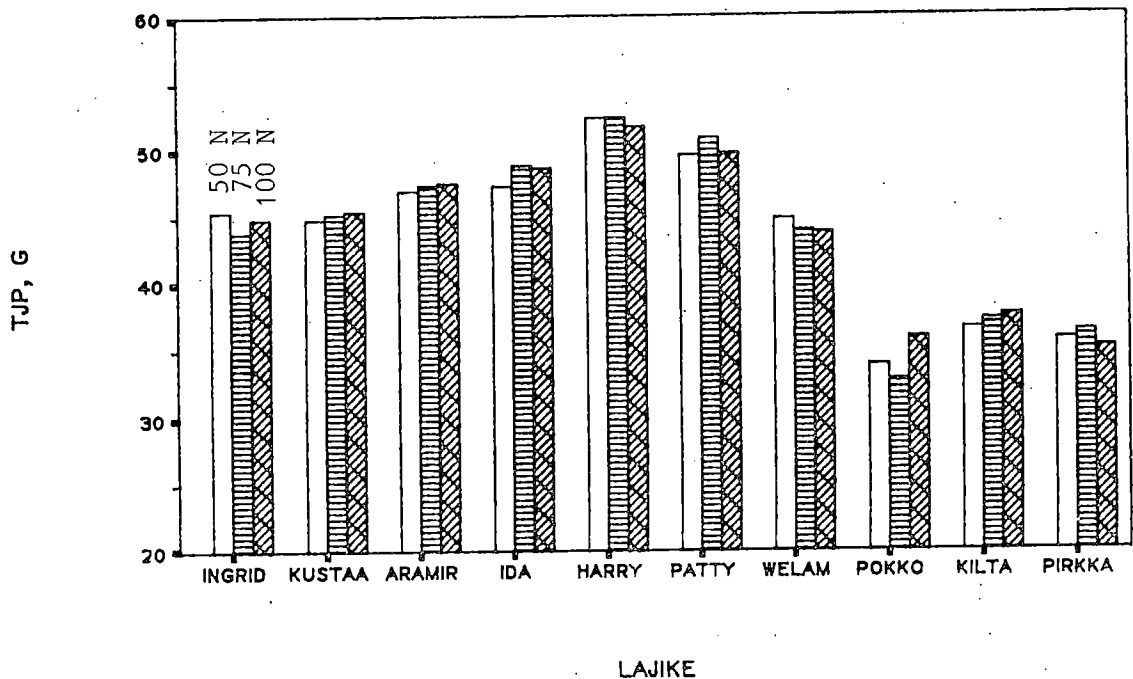
Typpilannoitus lisäsi selvästi jyvän valkuaispitoisuutta (kuvio 48). Valkuaispitoisuus kohosi keskimäärin 0,5 % kun typpilannoitusta lisättiin 50 kilosta 75 kiloon. Kun ohraa lannoitettiin 100 kilolla typpeä valkuainen lisääntyi edelleen 0,8 prosenttiyksikköä. Pirkka ja Kilta sisälsivät selvästi enemmän valkuaista kuin Pokko. Ingridin valkuaispitoisuus oli 2-tahoisien korkein mutta vain Harryn ja Pattyn valkuainen oli selvästi sitä pienempi (vrt. s. 42 kuvio 17).



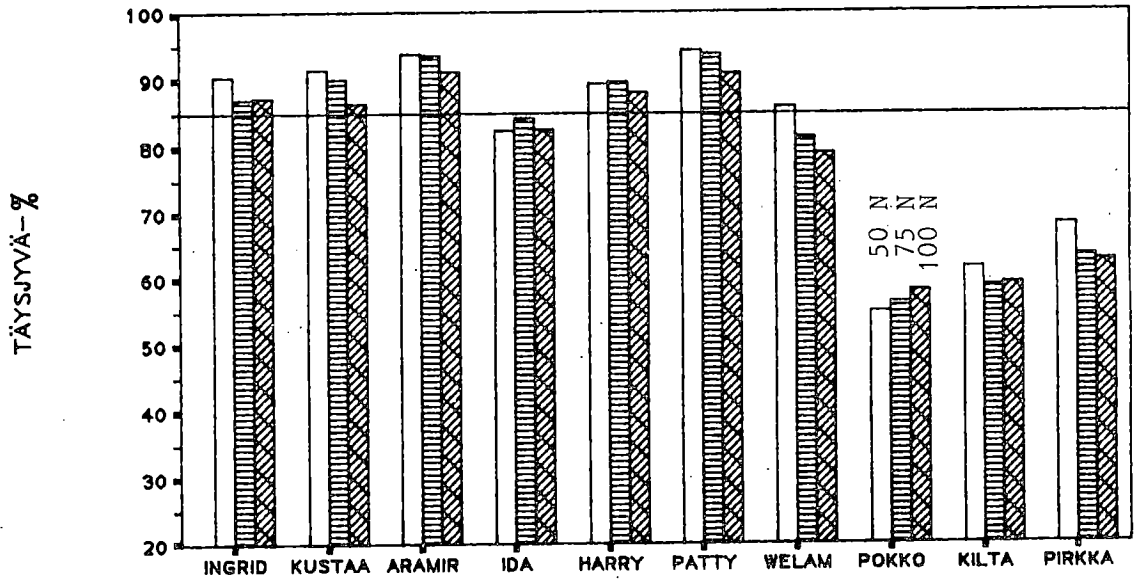
Kuvio 48. Valkuaispitoisuus lajikkeittain ja typpitasoittain.

2.2.2 Täysjyväisyys ja jyväkoko

Typpilannoituksen lisääminen ei pienentänyt jyväkoko (kuvio 49), mutta alensi hieman täysjyväisyyttä (kuvio 50). Ero täysjyväprosentissa oli selvä vain typpimäärien 50 ja 100 kiloa välillä. Kaksitahoisista lajikkeista parhaita olivat Patty, Aramir, Kustaa ja Harry. Monitahoisista ohrista Pirkan täysjyväisyys oli selvästi suurempi kuin Pokon (vrt. myös s. 48 kuvio 26).



Kuvio 49. Jyväkoko lajikkeittain ja typpitasoittain.



Kuvio 50. Täysjyväisyys lajikkeittain ja typpitasoittain.

2.2.3 Itävyys

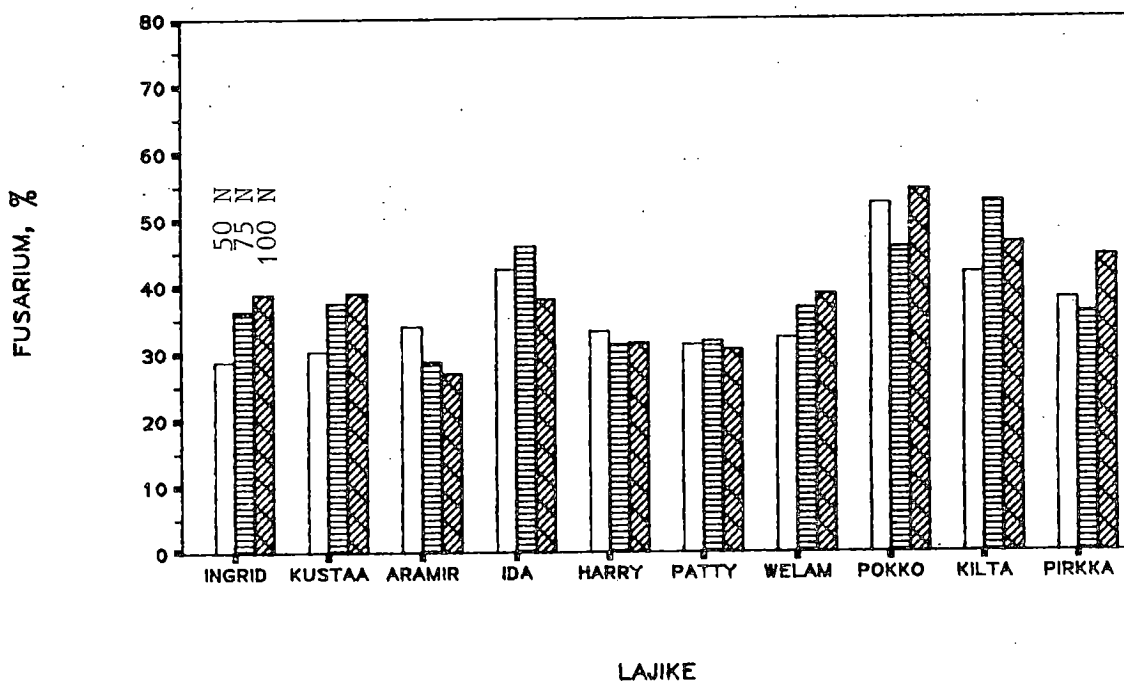
Kaikkien lajikkeiden itävyys oli erinomainen (97 %), eikä typpi-lannoituksella ollut vaikutusta ohrien itävyyteen (taulukko 28). Lajikkeista Pirkka iti parhaiten (99 %), Harry ja Ingrid heikoi-ten (95 %).

Taulukko 28. Itävyys lajikkeittain ja typpitasoittain.

	INGRID	KUSTAA	ARAMIR	IDA	HARRY	PATTY	WELAM
NTASO							
50 N	95.75	96.75	96.75	98.25	97.25	97.25	98.50
75 N	95.50	96.00	97.00	97.75	95.25	96.25	98.50
100 N	95.00	96.25	96.50	97.50	92.50	95.50	98.00
KESKIARVO N =	95.42 12	96.33 12	96.75 12	97.83 12	95.00 12	96.33 12	98.33 12
		POKKO	KILTA	PIRKKA	KESKI- ARVO		
NTASO							
50 N		98.50	97.50	99.50	97.60		
75 N		98.00	98.50	99.00	97.18		
100 N		98.75	97.25	98.25	96.55		
KESKIARVO N =		98.42 12	97.75 12	98.92 12	97.11 120		

2.2.4 Ohran sienisaastunta

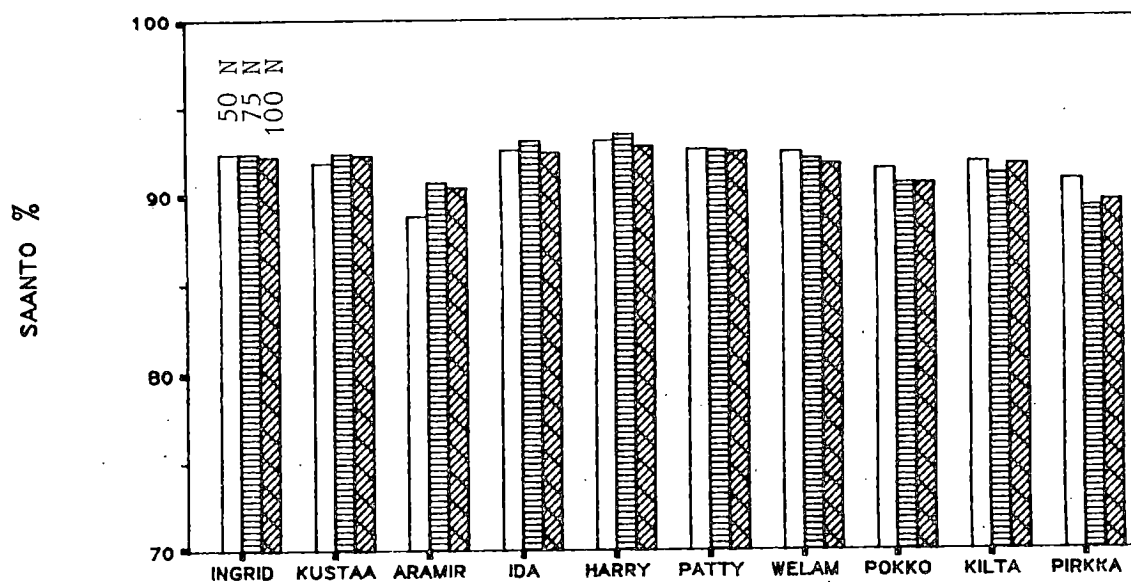
Runsas typpilannoitus lisäsi hieman ohran Fusarium-saastuntaa (kuvio 51). Suurin syy tähän oli ilmeisesti ohran lakoutuminen. Kuitenkin myös tähkälletuloajankohdalla lienee ollut merkitystä sienisaastunnassa, sillä aikaisissa ohrissa (Pokko, Kilta) oli enemmän Fusariumia kuin myöhäisissä ohrissa (Aramir, Harry, Patty).



Kuvio 51. Fusarium-saastunta.

2.2.5 Mallassaanto

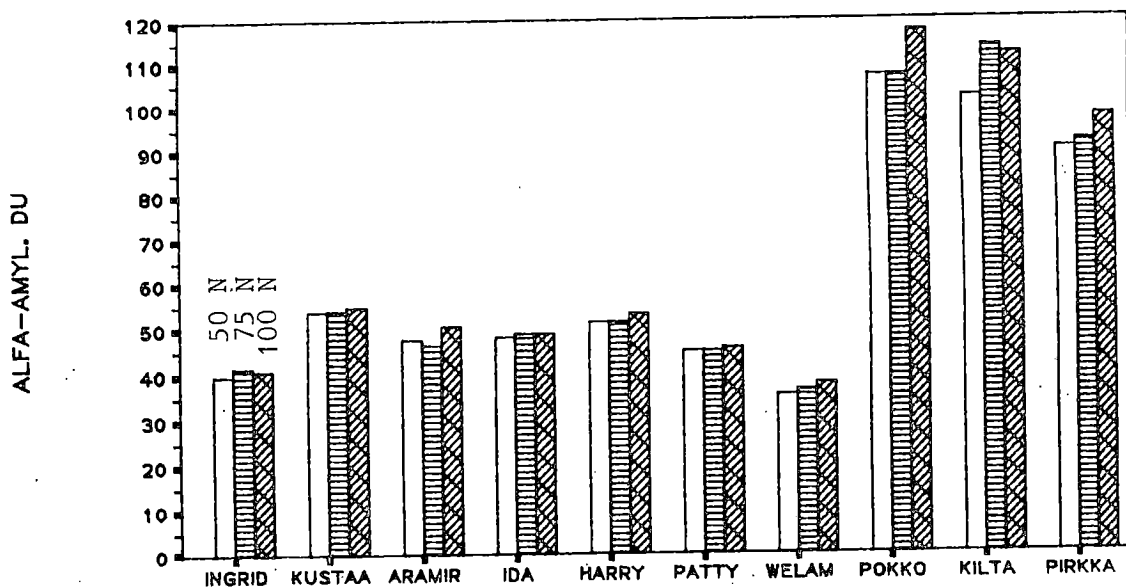
Typpilannoitus ei vaikuttanut mallassaantoon, joka oli näissä kokeissa keskimäärin 91,7 prosenttia (kuvio 52). Korkein saantoprosentti saatiin Harrysta. Aramir, Kilta, Pokko ja Pirkka tuottivat selvästi Harrya pienemmän saannon.



Kuvio 52. Mallassaanto.

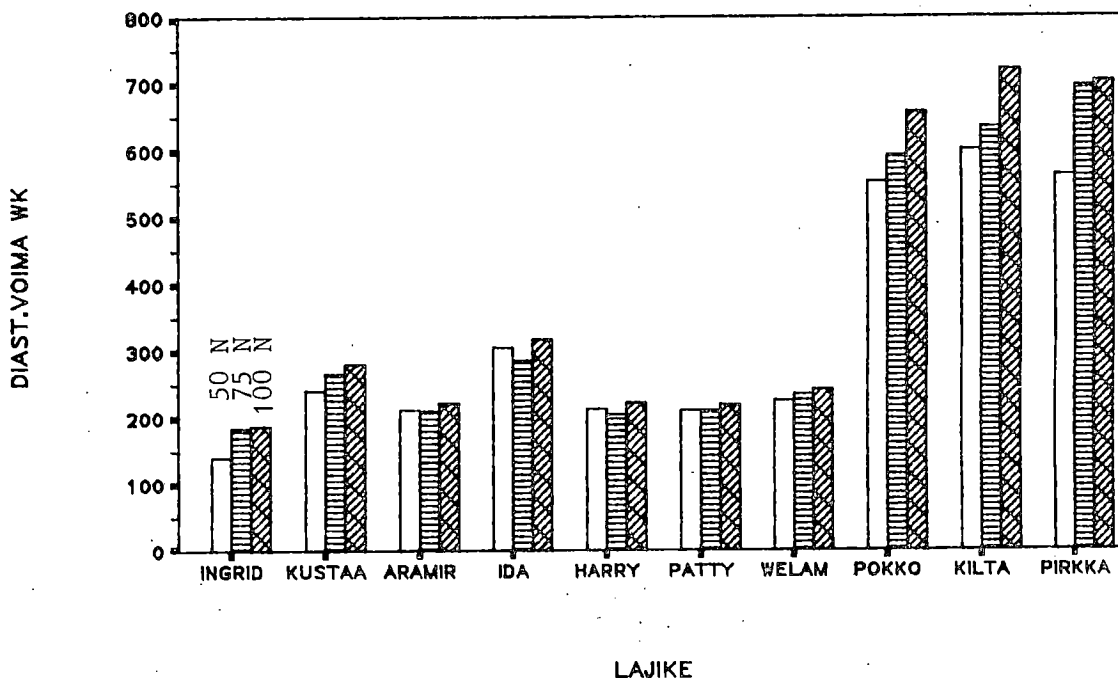
2.2.6 Entsyymiaktiivisuus

Runsas typpilannoitus lisäsi hieman mallasohrien alfa-amylaasiaktiivisuutta. Ero oli selvä vain typpimäärien 50 ja 100 kg/ha välillä (kuvio 53). Kaksitahoisista lajikkeista Kustaa ja Harry tuottivat korkeimman alfa-amylaasiaktiivisuuden. Ingrid ja Welam olivat selvästi näitä heikompia. Monitahoisista ohrista, joiden alfa-amylaasiaktiivisuus on yli kaksinkertainen 2-tahoisiin verrattuna, olivat Pokko ja Kilta parhaat. Ero Pirkkaan oli merkitsevä.



Kuvio 53. Alfa-amylaasiaktiivisuus.

Diastaattinen voima lisääntyi typpilannoituksen myötä (kuvio 54). Typen vaikutus oli erityisen selvä monitahoisilla lajikkeilla lannoitemäärien 50 ja 100 kg N/ha välillä. Pirkka ja Kilta tuottivat Pokkoa paremman entsyymiaktiivisuuden. Kaksitahoisista ohrista oli Ida paras, Kustaa toiseksi paras ja Ingrid heikoin.



Kuvio 54. Diastaattinen voima.

2.2.7 Uutepitoisuus

Uutepitoisuus aleni kun typpilannoitusta lisättiin 50 kilosta 100 kiloon hehtaarille (kuvio 55). Lannoituksen lisäys 50 kilosta 75 kiloon alensi uutepitoisuutta 0,44 %-yksikköä ja lisäys 75 kilosta 100 kiloon 0,70 %-yksikköä. Monitahoisista ohrista Pirkka ja Pokko tuottivat korkeimman uutemäärän. Kaksitahoisista olivat Aramir ja Harry parhaat. Ingridistä ja Welamista saatiin selvästi näitä vähemmän uutetta.

Vierteen viskositeetti oli alimmalla typpitasolla ohjearvon mukainen (alle 1,6 cP), mutta ylitti sen suuremmilla typpilannoitusmäärillä (taulukko 30). Ero typpitasojen välillä oli kuitenkin pieni. Lajikkeiden väliset erot viskositeetissa olivat myös hyvin pieniä.

Taulukko 30. Vierteen viskositeetti.

NTASO	VISKOSITEETTI, cP								KESKIARVO
	8 8	INGRID	KUSTAA	ARAMIR	IDA	HARRY	PATTY	WELAM	
50 N	8	1.6225 8	1.5800 8	1.5350 8	1.6325 8	1.6300 8	1.6050 8	1.3150 8	1.5600
75 N	8	1.6575 8	1.5950 8	1.5650 8	1.7050 8	1.6850 8	1.6200 8	1.5975 8	1.6321
100 N	8	1.6650 8	1.6400 8	1.5500 8	1.6675 8	1.6675 8	1.6100 8	1.6025 8	1.6289
KESKIARVO N =		1.6483 12	1.6050 12	1.5500 12	1.6683 12	1.6608 12	1.6117 12	1.5050 12	1.6070 84

Typpilannoitus ei vaikuttanut vierteen väriin (taulukko 31). Aramirista valmistettu mallas tuotti selvästi muita lajikkeita tummemman värin vierteeseen.

Taulukko 31. Vierteen väri.

NTASO	VÄRI EBC								KESKIARVO
	8 8	INGRID	KUSTAA	ARAMIR	IDA	HARRY	PATTY	WELAM	
50 N	8	3.125 8	3.050 8	3.775 8	3.000 8	3.225 8	3.325 8	3.050 8	3.221
75 N	8	3.250 8	3.075 8	3.775 8	2.950 8	3.275 8	3.475 8	3.150 8	3.279
100 N	8	3.350 8	3.200 8	3.775 8	2.875 8	3.325 8	3.400 8	3.050 8	3.282
KESKIARVO N =		3.242 12	3.108 12	3.775 12	2.942 12	3.275 12	3.400 12	3.083 12	3.261 84

3 Tulosten tarkastelu

3.1 Ohran laatu

Sadon valkuaispitoisuus, jyväkoko ja täysjyväisyys, sekä jyvien itävyys ja homeisuus ovat tärkeimpiä laatukriteereitä kun malta- lasohraa hyväksytään mallastukseen. Mallastaja ja maltaan käyttäjä vaativat maltaalta korkeaa uutepitoisuutta, mikä mittaa lähinnä ohran tärkkelyspitoisuutta. Kun jyvässä on runsaasti valkuaisista, niin tärkkelystä on vastaavasti vähän. Tämä on epäedullista ohran mallastajalle sekä laadullisessa että taloudellisissa mielessä (ENARI ja MÄKINEN 1983). Täysjyväisen sadon käytöllä mallastukseen on sama tavoite. Kookkaiden jyvien valkuaispitoisuus on yleensä alhainen, kuoren osuus vähäinen ja uutesaanto korkeampi kuin pienissä jyvissä (BRIGGS 1978). Hyvä itävyys on koko mallastuksen perusedellytys. Itämättömät ja sienten saastuttamat jyvät homehtuvat mallastuksen aikana ja saattavat pilata koko mallaserän.

Erot ohran laatuominaisuuksissa koevuosien ja koepaikkojen välillä johtuvat lajike-erojen ohella lähinnä ympäristötekijöistä; kasvupaikan maalajista ja esikasvista (viljelykierrosta), kasvukauden lämpöoloista, sekä sateiden määrästä ja ajoittumisesta.

3.1.1 Valkuaispitoisuus

Jyvän korkea valkuaispitoisuus lisäsi maltaan diastaattista voimaa, mutta alensi saantoa ja uutepitoisuutta (taulukot 19 ja 27). Myös DURGUNIN (1971) ja EWERTSONIN (1977) tutkimuksissa diastaattinen voima, joka on pääasiassa beta-amylaasin vaikutusta, kohosi valkuaispitoisuuden myötä. Runsaas jyvän valkuainen alensi vastaavasti uutepitoisuutta (LANG 1966, EWERTSON 1977, SCHILDBACH 1980, 1981).

Kasvukauden sääoloilla oli selvä yhteys jyvien valkuaispitoisuuteen. Edullisina ohravuosina runsaan sadon ja kookkaiden jyvien valkuaispitoisuus jäi yleensä alhaiseksi (Jokioinen ja Mietoinen 1982). Niukat kesä-heinäkuun sateet näyttivät kohottavan (Kokemäki 1982) ja liian runsaat sateet alentavan (Jokioinen

1984) ohran valkuaisista. Satomäärän ja sadon valkuaispitoisuuden välillä vallitseekin vastakkainen riippuvuus. Kun sato on runsas, jakaantuu typpi suurempaan jyvämäärään, ja valkuainen jää pieneksi. Mikäli näin ei tapahdu, typpilannoitus ei ole saavuttanut suurinta hyötysuhdettaan, sillä korkea typen hyötysuhde on yhteydessä alhaiseen jyvän valkuaispitoisuuteen (EWERTSON 1977, SPIERTZ ja DE VOS 1983). Poikkeuksena tähän on runsaiden sateiden jälkeen ohran juuristoa vaivaava vesipeitto. Ilmattomasta maasta vilja ei pysty ottamaan typpeä, vaikka sitä olisikin saatavilla. Näin jäävät sekä sato että jyvän valkuainen pieneksi, kuten tapahtui Jokioisten kokeessa kesällä 1984.

Typpilannoituksen lisääminen 50 kilosta 75 kiloon nosti valkuaispitoisuutta vähemmän kuin seuraava 25 kilon typpilisäys. Ohra käyttää typen ensin juuriston, verson ja jyvien määrän kasvattamiseen. Vasta tämän tarpeen ylimenevä typpi alkaa lisätä jyvän valkuaispitoisuutta (GATELY 1971, MÄNTYLÄHTI ym. 1977, VIRTANEN ja POHJANHEIMO 1977, LALLUKKA ym. 1980).

Valkuaispitoisuus oli korkein Pirkassa ja Kiltassa, mikä on edullista entsyymimaltaaksi käytettävillä lajikkeilla. Kaksitahoisista ohrista runsaimmin valkuaisista sisälsi Ida. Hyvin mallastuvien lajikkeiden valkuaispitoisuus oli alhaisempi ja näytti typpilannoitusta lisättäessä kohoavan hitaammin kuin heikosti mallastuvilla lajikkeilla. NIKU-PAAVOLAN ym. (1973) mukaan lajikkeiden kyky muodostaa entsyymivalkuaisista vaihtelee. Niukasti beta-amylaasia muodostavilla lajikkeilla varastovalkuaisen määrä kohoaa herkemmin kuin runsaasti beta-amylaasia tuottavilla lajikkeilla. Siten valkuaispitoisuuden nousu on haitallisempaa mallastusominaisuuksiltaan heikoilla kuin hyvillä lajikkeilla. Mallastusominaisuuksien kannalta onkin edullisempaa kohottaa jyväsatoa jalostusteitse kuin lisäämällä typpilannoitusta, sillä satokapasiteetin kohotessa jyvien valkuaispitoisuus alenee (SCHILDBACH 1980).

3.1.2 Jyväkoko ja täysjyväisyys

Jyväkoko ja täysjyväisyys ovat selvästi lajikeominaisuuksia, joihin kasvuolot vaikuttavat. Suurijyväisillä lajikkeilla on korkea täysjyväisyysprosentti (taulukot 19 ja 27). Poikkeuksen

muodostavat Ida ja Kilta, joiden jyväkoko edellyttäisi suurempaa täysjyväisyyttä (kuviot 43 ja 44). Näiden lajikkeiden odotettua alhaisemman pulleiden jyvien määrän selittää jyvän pitkänomainen muoto. Suurijyväisyyden ja korkean täysjyväisyyden merkitys maltaan laadulle tulee tässä tutkimuksessa huonosti esille, sillä mallasanalyysi tehtiin täysjyväiseksi lajitellusta sadosta (vrt. taulukko 15, O'DONNELL 1982).

Runsas sateet ja ohran lakoutuminen pienentävät helposti jyväkoko ja täysjyväisyyttä (EWERTSON 1977). Näin tapahtui kesällä 1984 myös näissä kokeissa (kuviot 37 - 40). Typen vaikutus jyväkokoon riippuu lannoitemäärästä ja kasvuston typenkäyttökyvystä. Pienillä lannoitemäärillä jyväkoko yleensä kasvaa, ja rupeaa sitten pienemmään, kun viljalla on ylimäärä typpeä käytettävissä. Liika lannoitus lisää versoutumista ja kilpailua kasvustossa sekä aiheuttaa lakoa (TEITTINEN 1958, SANDFAER ym. 1965). Paras typpimäärä jyväkoon ja täysjyväisyyden suhteen oli näissä kokeissa noin 75 - 85 kiloa hehtaarille kuten LALLUKAN ym. (1980) tutkimuksessakin.

3.1.3 Itävyys

Mallasohran itävyys riippuu lähinnä jyvän tuleentumisasteesta ja kosteudesta puintihetkellä, mikäli puinti ja kuivaus tehdään oikein (TALVITIE 1970). Typpilannoituksella ei tässä tutkimuksessa, eikä EWERTSONin (1977) ja LALLUKAN ym. (1980) tutkimuksessa ollut vaikutusta itävyyteen. Lajikkeiden ja kokeiden väliset itämiserot eivät myöskään näkyneet mallastustuloksissa (vrt. taulukko 14, SCHILDBACH 1980).

3.1.4 Ohran sienisaastunta

Sienisaastunnan määrä oli vähäinen vuotta 1984 lukuunottamatta, jolloin saastunta ylitti 40 %. HÄIKARAN (1980a) mukaan mikrobi-tasoltaan tällainen ohra ei vielä aiheuta ongelmia oluenvalmis-tuksessa, vaikka mikrobit lisääntyvätkin voimakkaasti mallas-tuksen aikana. Runsas sienten määrä jyvissä näyttäisi kuitenkin

lisäävän vapaan aminotyypen määrää ja vierteen väriä (taulukot 22 ja 24). Fusariummäärän korrelaatio vierteen aminotyyppiin oli $0,46^{**}$ ja väriin $0,34^{**}$. Tulokset ovat samansuuntaisia HAIKARAN (1983) ohran sienisaastutuskokeiden tulosten kanssa.

Jyvien Fusarium-saastunnan määrässä ei todettu selviä lajike-eroja. Aiempien tutkimusten mukaan lajike-eroja kuitenkin esiintyy, ja ne ovat yhteydessä lakoisuuteen ja tähkän muotoon (HAIKARA 1983). Esikasvin vaikutus sienisaastuntaan jäi tässä tutkimuksessa pieneksi. Saastunta oli voimakkain vuonna 1984, vaikka useimpien kokeiden esikasveina oli tuolloin joko kaura tai rypsi, jotka ovat tunnetusti hyviä ohran esikasveja. Onkin aivan ilmeistä, että tähkinnän jälkeisillä sadeoloilla on suurin vaikutus Fusarium-saastuntaan, kuten HAIKARA (1983) on todennut.

3.1.5 Mallassaanto

Mitä suurempi mallassaanto ohrasta saadaan, sitä taloudellisempaa mallastus on. Mallassaantoon vaikuttavat ohran liotus- ja hengitystappiot sekä juuri-ituksen määrä. Vuoden, koepaikan ja typpilannoituksen vaikutus mallassaantoon oli vähäinen. Sen sijaan lajikkeiden välillä oli merkitseviä eroja (kuvio 52). Suurin saanto saatiin Harrysta, pienimmät Aramirista ja monitahoisista ohrista. Mallassaanto myötäilikin jyvää ja täysjyvyyttä ($r = 0,26^*$), mutta sillä näyttäisi olevan vastakkainen riippuvuus jyvän valkuaispitoisuuteen, $r = -0,41^{**}$ (taulukko 19).

3.2 Maltaan ja vierteen laatu

3.2.1 Entsyymiaktiivisuus

Tutkimuksen kokeista saatiin hyvää, entsyymiaktiivisuudeltaan ohjearvot täyttävää mallasta. Sekä alfa-amylaasin että diastaattisen voiman arvot olivat keskimäärin alhaisimmat kesällä 1982 ja korkeimmat kesällä 1984. HOMEEn ym. (1985) mukaan syynä vuoden 1982 alhaiseen entsyymiaktiivisuuteen olivat epäedulliset sääolot, erityisesti viileä ja kuiva sää korrenkasvun aikana ja jyvänkehityksen alussa. Tämän vuoksi viljan typenotto oli

vähäistä ja kasveilla oli entsyymivalkuaisen muodostumisvaiheessa vajausta typpiyhdisteistä. Runsas sademäärä jyvänkasvun loppuvaiheessa kohotti ohran valkuaispitoisuutta, mutta vaikutus amylaasiaktiivisuuksiin jäi pieneksi. Vuosina 1983 ja 1984 kasvukauden lämpöolot ja sateiden ajoittuminen olivat edullisempia entsyymiaktiivisuuden kehittymiselle.

Koepaikalla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta maltaiden entsyymiaktiivisuuteen. Kuitenkin Mietoissa kasvanut ohra tuotti korkeimman alfa-amylaasiaktiivisuuden ja Ylistarossa kasvanut ohra korkeimman diastaattisen voima. Typpilannoituksen vaikutus entsyymien aktiivisuuteen oli vähäinen, sillä käytetyt lannoitemäärät olivat kohtuullisia, eivätkä kohottaneet jyvän valkuaispitoisuutta kovin korkeaksi. Typpilannoitus lisäsi kuitenkin hieman alfa-amylaasiaktiivisuutta ja selvästi diastaattista voimaa, etenkin monitahoisilla lajikkeilla (kuviot 53 ja 54). Diastaattisen voiman kohoaminen johtui jyvän valkuaisen lisääntymisestä, $r = 0,40 - 0,44^{**}$ (taulukko 19). Myös MÄNTY-LAHTI ym. (1977), POMERANZ ym. (1976) ja EWERTSON (1977) ovat todenneet amylaasiaktiivisuuden voimistuvan typpilannoituksen ja valkuaispitoisuuden lisääntymisen myötä. Diastaattinen voima liittyi alfa-amylaasiaktiivisuutta voimakkaammin jyvän valkuaispitoisuuteen myös DURGUNIN (1971) tutkimuksessa.

SHILDBACHIN (1976) tutkimusten mukaan vuosi ja koepaikka selittävät diastaattisen voiman vaihtelusta noin 50 % ja lajike-erot alle 30 prosenttia. Näissäkin kokeissa olivat lajike-erot vuosien ja koepaikkojen välisiä eroja vähäisempiä, mutta silti lajikkeet poikkesivat merkitsevästi toisistaan. DURGUNIN (1971) mukaan alfa-amylaasiaktiivisuus riippuu kasvuajan pituudesta, koepaikasta ja koevuodesta, beta-amylaasiaktiivisuus lähinnä lajikkeesta. EWERTSON (1977) taas totesi beta-amylaasin riippuvan alfa-amylaasia voimakkaammin ympäristötekijöistä kasvukauden aikana.

Entsyymiaktiivisuudeltaan paras 2-tahoinen ohra oli Kustaa. Sillä oli toiseksi korkein alfa-amylaasiaktiivisuus ja diastaattinen voima. Korkeimman alfa-amylaasiaktiivisuuden tuotti Harry, heikoimman Welam ja Ingrid. Diastaattista voimaa saatiin entinen Idasta, vähiten Ingridistä. Ingridin heikko mallastuvuus

on todettu myös ENARIn ja LINKON (1969) tutkimuksessa. Monitahoisista ohrista Pokko ja Kilta tuottivat runsaammin alfa-amylaasia kuin Pirkka. Diastaattista voimaa saatiin Pirkasta ja Kiltasta enemmän kuin Pokosta. Entsyymiominaisuuksiensa puolesta Kilta ja Pirkka soveltuvat entsyymimaltaan raaka-aineeksi, Pokkoa voidaan käyttää myös olutmaltaan valmistukseen.

3.2.2 Uutepitoisuus

Maltaasta saatavan uutteen määrä on tärkein maltaan laadun mitta sekä mallastajalle että maltaan käyttäjälle. Korkea uutepitoisuus antaa hyvän taloudellisen tuloksen.

Parhaan uutepitoisuuden tuottanut vuosi vaihteli koepaikoittain ja mallasohratyypeittäin (kuviot 46 ja 47). Kaksitahoisille ohrille oli paras joko kesä 1983 tai 1984, monitahoisille joko kesä 1982 tai 1983. Koepaikkojen kesken oli uutepitoisuudessa selviä eroja. Mietoisissa kasvaneesta ohrasta saatiin merkittävästi enemmän uutetta kuin Kokemäellä tuotetusta ohrasta. Jyvän valkuaispitoisuus osoittautui parhaaksi selittäjäksi uutepitoisuuden muutoksille. Valkuaisen ja uutteen välinen riippuvuus oli näissä 18 kokeessa (75 kg N/ha) hyvin merkittävästi negatiivinen (taulukko 19). Kaksitahoisilla lajikkeilla se oli $-0,47^{**}$ ja monitahoisilla $-0,64^{**}$. Valkuaispitoisuuden ja uutepitoisuuden välinen voimakas yhteys on todettu mm. BISHOPin (1928), LANGin (1966), EWERTSONin (1977) ja SCHILDBACHin (1981) tutkimuksissa. Regressioanalyysillä saatiin uutepitoisuuden alenemaksi 2-tahoisilla lajikkeilla 0,54 %-yksikköä ja monitahoisilla ohrilla 0,74 %-yksikköä yhtä sadon valkuaisprosentin nousua kohti. (Valkuaisnäytteen jyvätkoko oli yli 1,5 mm, mallastusnäyte oli täysjyväistä). Nämä arvot ovat samaa suuruusluokkaa kuin BAUMERin ym. (1973, 1975), SCHILDBACHin (1974a, 1974b), POMERANZin ym. (1976) ja EWERTSONin (1977) esittämät arvot 0,55 - 0,75 %-yks./ 1 %-yksikön valkuaisen lisäys. Erot johtuvat kokeissa olleista lajikkeista. Tämän tutkimuksen 2-tahoiset lajikkeet mallastuivat hyvin ja niiden uutepitoisuus aleni keskimääräistä vähemmän.

Typpilannoitus alensi Jokioisten ja Pälkäneen neljässä kokeessa merkitsevästi uutepitoisuutta. Maltaan uutepitoisuus oli korkein alinta typpilannoitemäärää käytettäessä. Lannoituksen lisäys 50 kilosta 75 kiloon hehtaarille alensi uutepitoisuutta keskimäärin 0,44 %-yksikköä ja lisäys 75 kilosta 100 kiloon keskimäärin 0,70 prosenttiyksikköä (kuvio 55). Myöskin näissä kokeissa valkuaisen ja uutteen välinen riippuvuus oli voimakas (taulukko 27). Typpilannoituksen jyväsatoa ja valkuaispitoisuutta kohottava, sekä täysjyväisyyttä ja uutepitoisuutta alentava vaikutus on todettu aiemmin mm. EWERTSONin (1977) tutkimuksessa. Uutepitoisuuden voimakkaampi aleneminen korkeammilla kuin alemmilla typpilannoitemäärillä todettiin myös REINERin ym. (1971, 1974) tutkimuksissa.

Kaksitahoisten ohrien korkein uutepitoisuus oli Harryllä. Sen jyvä on kookas, jyvän valkuainen matala ja alfa-amyloasiaktiivisuus voimakas. Juuri nämä ominaisuudet ovat tunnusomaisia hyvin mallastuvalle lajikkeelle (ENARI 1981, SCHILDBACH 1980, 1981). Lähes Harryn veroisia olivat Kustaa, Aramir ja Patty. Merkitsevästi vähemmän kuin Harry antoivat uutetta Ingrid, Ida ja Welam. Näiden lajikkeiden uutepitoisuutta alensi runsas valkuainen (Ida, Ingrid), pieni täysjyväisyys (Ida, Welam) ja alhainen amyloasiaktiivisuus (Ingrid, Welam). Täysjyväiseksi lajitellut Pirkka ja Pokko antoivat yhtä hyvän uutepitoisuuden kuin Harry, mutta Kilta tuotti kaikista lajikkeista pienemmän uutteen. On ilmeistä, että Kiltan endospermi möyhentyy vaikeammin kuin Pirkan, sillä muuten molempien lajikkeiden jyvä koko, valkuaispitoisuus ja entsyymiaktiivisuus ovat samanveroiset (vrt. myös Kirjallisuus 2.1).

Uutepitoisuuden ja jyvän valkuaispitoisuuden välillä vallitseva negatiivinen korrelaatio on tunnettu jo kauan (BISHOP 1928). Valkuaispitoisuuden kohotessa tärkkelyksen osuus jyvissä alenee, ja runsas varastovalkuaisen määrä hidastaa tärkkelyksen hajoamista mäskäyksessä. Tässä tutkimuksessa havaittua monitahoisten ohrien Pirkan ja Pokon korkeaa uutepitoisuutta selittää SCHILDBACHin (1980) havainto. Sen mukaan ohran perinnöllisesti korkea valkuaispitoisuus alentaa uutepitoisuutta vähemmän kuin typpilannoituksella aikaansaatu jyvän valkuaisen kohoaminen.

Monitahoisilla ohrilla on myös NIKU-PAAVOLAN ym. (1973) mukaan suurempi osa jyvän valkuaisesta entsyymejä kuin 2-tahoisilla lajikkeilla. Monitahoisten korkea beta-amylaasiaktiivisuus korvaa näinollen alemmaa tärkkelyspitoisuutta.

3.2.3 Vapaa aminotyyppi, viskositeetti ja väri

Vierteessä oli eniten vapaata aminotyyppiä vuosina 1984 ja 1983, vähiten kesällä 1982. Tulos ei täysin vastaa EWERTSONIN (1977) tekemää havaintoa, jonka mukaan aminotyypin määrä on alhainen kun kasvukauden loppupuoli on lämmin ja kuiva, sekä vastaavasti korkeampi kun jyväntäytymisen aikaan on viileää ja kosteaa. Koepaikkojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja vapaan aminotyypin määrässä, mutta Ylistaron ohrat tuottivat kaikkina koevuosina korkeimmat arvot. Ylistarossa sadon valkuaispitoisuudet olivat myös korkeimmat. Aminotypellä näyttää tässä tutkimuksessa olevan kiinteä yhteys jyvän valkuaispitoisuuteen, $r = 0,27^{**}$, ja alfa-amylaasiaktiivisuuteen, $r = 0,59^{**}$ (taulukko 19). Runsaimmin vapaata aminotyyppiä tuotti vierteeseen Aramir, jolla on korkea alfa-amylaasiaktiivisuus ja jyvässä melko paljon valkuaista. On todennäköistä, että tärkkelystä pilkkovilla amyloseilla ja valkuaista pilkkovilla proteolyytisillä entsyymeillä on kiinteä yhteys itävässä jyvässä. Muiden lajikkeiden aminotyypin määrä oli merkitsevästi vähäisempi kuin Aramirin. Typpilannoituksen vaikutuksesta aminotyypin määrään eivät nämä tulokset anna varmaa vastausta.

Vierten viskositeetti oli korkein vuonna 1983 ja alhaisin vuonna 1984. EWERTSONIN (1977) mukaan varastovalkuaisen ja soluseinäaineiden hajotuksella on yhteys vierteen viskositeettiin. Kasvukauden sääoloilla, erityisesti kuivuudella, on todettu olevan vaikutusta soluseinissä oleviin beta-glukaanien määrään (BENDELOW 1975). Heinä-elokuu oli kesällä 1983 vähäsateinen, ja tämä lisää AASTRUPIN (1979) mukaan jyvän glukaanien määrää ja samalla vierteen viskositeettia. Vastaavasti elokuun runsaat sateet alentavat glukaanien määrää ja vierteen viskositeettia, kuten tapahtui kesällä 1984. Koepaikkojen välillä ei ollut eroja viskositeetissa. Myös EWERTSONIN (1977) tutkimuksessa koepaikkojen väliset erot olivat vähäisiä. Harryn viskositeetti oli korkein ja merkitsevästi sitä alhaisemman viskositeetin tuottivat

Aramir, Patty ja Kustaa. Typpilannoituksella ei ollut selvää vaikutusta eri lajikkeiden viskositeettiin. Viskositeetin katsotaankin olevan lähinnä lajikeominaisuus, johon ympäristön vaikutus on vähäinen.

Vierteen väri oli tummin vuonna 1984 ja vaalein vuonna 1982. Koepaikkojen välillä ei ollut eroja, mutta tummin vierre saatiin Ylistaron ohrista. Vierteen värin ja vapaan aminotyypin välillä oli hyvin voimakas positiivinen riippuvuus ($r = 0,77^{**}$, taulukko 19), ja lajikkeiden järjestys oli lähes sama molempien ominaisuuksien suhteen. Lajikkeista Aramir tuotti tummimman vierteen. Kustaan, Idan ja Welamin väri oli merkitsevästi Aramiria vaaleampi. Typpilannoitus ei vaikuttanut vierteen väriin. Kustaan vaalea vierteen väri saattaa liittyä sen pieneen valkuaispitoisuuteen. Toisaalta vierteen vaaleaa väriä on tarvittaessa helppo tummentaa, joten se ei tuota vaikeuksia oluen valmistuksessa (ENARI ja MÄKINEN 1983).

3.3 Johtopäätökset

Kaikkina koevuosina ja kaikilta koepaikoilta saatiin ohrasta, kasvuoloista riippuen, kelvollista tai erinomaista mallasohraa. Sääoloihin viljelijä ei tunnetusti voi vaikuttaa, mutta hän voi varmentaa mallasohran laatua valitsemalla tilansa oloihin sopivan lajikkeen ja lannoittamalla valitsemaansa lajiketta oikein.

3.3.1 Lajikevalinta

Kaksitahoisista ohrista mallastetaan Suomessa olutmallasta, jolta edellytetään korkeaa uutesaantoa. Suuri täysjyväisyys, runsas amylaasiaktiivisuus ja alhainen valkuaispitoisuus ovat edellytyksenä korkealle uutepitoisuudelle.

Tuloksista voidaan päätellä, että tutkituista lajikkeista Aramir on liian heikkosatoinen ja Welam liian heikkolaatuinen mallasohran viljelyyn Suomessa. Aramirin hyvistä entsyymaattisista ominaisuuksista saattaisi olla hyötyä jalostuksessa, kun pyritään parantamaan mallasohralajikkeiden amylaasi- ja proteaasiaktiivisuutta.

Ida on satoisa, mutta mallasohraksi sen valkuaispitoisuus on korkea ja täysjyväisyys pieni. Tämän vuoksi Idan uutepitoisuus jää alhaiseksi, vaikka sen entsyymaattiset ominaisuudet ovatkin hyvät. Viljely- ja laatuominaisuuksiensa puolesta Ida on hyvä rehuohra.

Ingridin heikkoutena on alhainen entsyymiaktiivisuus, heikko korsi ja myöhäisyys. Sen täysjyväisyys on hyvä, mutta valkuaispitoisuus mallasohraksi korkeahko. Ingridin uutepitoisuus on Idan luokkaa ja selvästi alhaisempi kuin hyvin mallastuvilla Harryllä ja Kustaalla. Ingrid on toistaiseksi säilyttänyt asemansa sopimustuotantolajikkeena, koska se Kustaasta poikkeavana tyyppinä varmentaa mallasohran tuotantoa.

Kustaa on hyvin satoisa ja tutkituista lajikkeista lujakortisin. Se on myös riittävän aikainen. Kustaan jyvä on kookas ja täysjyväisyys hyvä. Sen valkuaispitoisuus on pieni ja sekä alfa-amylaasiaktiivisuus että diastaattinen voima ovat korkeita. Näiden ominaisuuksien ansiosta Kustaan uutepitoisuus on erittäin hyvä. Kustaa oli viljely- ja laatuominaisuuksiltaan tämän tutkimuksen paras mallasohra.

Harry tuotti 2-tahoisista lajikkeista korkeimman alfa-amylaasiaktiivisuuden ja uutepitoisuuden. Harryn hyvää uutepitoisuutta edesauttavat hyvin kookas jyvä, runsas täysjyväisyys ja matala valkuainen. Kasvuajaltaan Harry oli tutkimuksen lajikkeista myöhäisimpiä, ja näin se sopisi mallasohraksi vain aivan eteläisimpään Suomeen.

Patty oli mallastusominaisuuksiltaan Harryn kaltainen. Sen jyvä on kookas, täysjyväisyys erinomainen, ja jyvän valkuaispitoisuus pieni. Pattyn alfa-amylaasiaktiivisuus ja uutepitoisuus ovat hieman alhaisemmat kuin Harrylla, mutta ovat Kustaan luokkaa. Kokonaisuutena Patty oli paras ulkomainen lajike. Ainoat Pattyn heikkoudet olivat pitkähkö kasvuaika ja lakoutumisherkyys.

Monitahoisista ohrista mallastetaan entsyymimallasta, jolta vaaditaan korkeaa alfa-amylaasiaktiivisuutta ja diastaattista voimaa. Voimakas entsyymiaktiivisuus kytkeytyy tavallisesti runsaaseen jyvän valkuaiseen.

Pirkan valkuaispitoisuus ja täysjyväisyys olivat monitahoisista lajikkeista korkeimmat. Sen diastaattinen voima oli myös korkein ja siitä saatiin eniten uutetta. Pirkka oli mallaslaadultaan paras entsyymiohra. Sen heikkoutena on laonalttius, mikä tekee viljelyn onnistumisen epävarmaksi. Korrenvahvisajan käyttö (Cerrone) parantaa Pirkan pystyssäpysymistä.

Kilta oli laatuominaisuuksiltaan hyvin Pirkan kaltainen. Sen diastaattinen voima on hieman heikompi ja alfa-amylaasiaktiivisuus runsaampi kuin Pirkan. Kiltan uutepitoisuus on selvästi Pirkkaa heikompi, mikä johtunee Kiltan jyvän rakenteesta.

Pokon jyvä koko, täysjyväisyys ja valkuaispitoisuus olivat pienempiä kuin Pirkalla ja Kiltalla, mutta alfa-amylaasiaktiivisuus korkein ja uutepitoisuus Pirkan veroinen. Laatunsa ansiosta Pokko soveltuu myös olutmaltaan raaka-aineeksi. Sadontuotokyvyltään ja laonkestoltaan Pokko oli parempi kuin Kilta ja Pirkka.

3.3.2 Typpilannoitus

Mallasohran edullisin lannoitusmäärä riippuu toisaalta lannoitteella saadusta sadonlisästä, toisaalta typen vaikutuksesta mallaslaatuun. Liian runsas typpilannoitus aiheuttaa lakoutumista, pienentää täysjyväisyyttä ja kohottaa jyvän valkuaisen haitallisen korkeaksi, mistä seuraa uutepitoisuuden aleneminen. Oikein lannoitettu ohra antaa viljelijälle maksimaalisen tuoton ja tuottaa mallastajalle käyttökelpoista maltaan raaka-ainetta.

Suosittelava typpilannoitusmäärä on lajikkeiden viljelyominaisuuksien perusteella arvioitu tiedotteen ensimmäisessä osassa (katso sivu 56). Laatuominaisuuksien perusteella typpisuositus voisi tämän tutkimuksen tulosten mukaan olla kaikilla lajikkeilla 90 - 100 kiloa hehtaarille. Suurinkin typpiannos alensi uutepitoisuutta vain vähän, koska satotaso oli korkea. Näin

vilja käytti ottamansa typen jyväsadon muodostamiseen, eikä typpeä riittänyt jyvän valkuaispitoisuuden kohottamiseen. Hyvin mallastuvien lajikkeiden, Kustaan, Harryn ja Patyn, mallastusominaisuudet huononivat hitaammin ja jyväsato kohosi pitempään kuin heikoimmin mallastuvien lajikkeiden Welamin, Ingridin ja Idan. Käytännössä on siis syytä lannoittaa 2-tahoisia ohria typellä lajikkeen viljelyominaisuuksiin perustuen. Tavoitteena tulee olla runsas sato mahdollisimman niukalla typpilannoituksella. Monitahoisilla entsyymiohrilla pyritään korkeaan valkuaispitoisuuteen. Typpilannoitus voisi tämän vuoksi olla runsaampi, jos lajikkeiden viljelyominaisuudet sen vain sallisivat.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- AASTRUP, S. 1979. The effect of rain on β -glucan content in barley grains. Carlsberg Res. Comm. 44: 381 - 393.
- ALEXANDER, H. P. & FISH, J. 1984. Total β -glucan content of 23 barley varieties from the 1983 harvest. J. Inst. Brew. 90, 2: 65 - 66.
- AMAHA, M., KITABATAKE, K., NAKAGAWA, A., YOSHIDA, J. & HARADA, T. 1973. Gushing inducers produced by some mould strains. Proc, 14th Congr. Eur. Brew. Conv. Salzburg 1973, p. 381 - 398.
- ANDERSON, M. A., COOK, J. A. & STONE, B. A. 1978. Enzymic determination of 1,3:1,4- β -glucans in barley grain and other cereals. J. Inst. Brew. 84: 233 - 239.
- AUFHAMMER, G. 1965. Einfluss des Klimas auf Ertrag und Qualität von Braugerstensorten. E.B.C. 10th Congr. Stockholm. p. 9 - 21. Elsevier Publ. Comp. Amsterdam. 1966.
- BAMFORTH, C. W. & MARTIN, H. L. 1981a. The development of β -glucan solubilase during barley germination. J. Inst. Brew. 87, 2: 81 - 84.
- & MARTIN, H. L. 1981b. β -glucan and β -glucan solubilase in malting and mashing. J. Inst. Brew. 87, 6: 365 - 371.
- , MARTIN, H. L. & WAINWRIGHT, T. 1979. A role for carboxypeptidase in the solubilization of barley β -glucan. J. Inst. Brew. 85, 334 - 338.
- BAUMER, M., ULONSKA, E. & LENZ, W. 1973. Untersuchungen über die Abhängigkeit des extraktgehaltes von Eiweissgehalt an Sommergerstensorten aus dem Frankfurter Programm 1968 - 1970. Braugersten-Jahrbuch 1973, 186 - 198.
- , ULONSKA, E., LENZ, W. & FRITZ, A. 1975. Variabilität des Rohproteingehaltes und dessen jahrgangs- und sortenspezifischer Einfluss auf die Extraktleistung von Braugerste. Braugerstein-Jahrbuch 1975, 137 - 178.
- BENDELOW, V. M. 1975. Determination of non-starch polysaccharides in barley breeding programmes. J. Inst. Brew. 81: 127 - 130.
- BISHOP, L. R. 1928. The composition and quantitative estimation of barley proteins. J. Inst. Brew. 34: 101 - 118.
- BOURNE, D. T. & WHEELER, R. E. 1984. Environmental and varietal differences in total β -glucan contents of barley and the effectiveness of its breakdown under different malting conditions. J. Inst. Brew. 50, 5: 306 - 310.
- BRIGGS, D. E. 1978. Barley. Chapman and Hall. 612 p.
- , HOUGH, J. S., STEVENS, R. & YOUNG, T. W. 1981. Malting and brewing science. Vol 1. Malt and sweet wort. Chapman and Hall. 387 p.

- CHRISPEELS, M. J. & VARNER, J. E. 1967. Gibberellic acid-enhanced synthesis and release of α -amylase and ribonuclease by isolated barley aleurone layers. *Plant Physiol.* 42: 398 - 406.
- COLES, G. D. 1979. Relationship between mixed-link β -glucan accumulation to accumulation of free sugars and other glucans in the developing barley endosperm. *Carlsberg Res. Comm.* 44: 439 - 453.
- COUTURE, L. 1982. Receptiveness of spring cereal cultivars to grain contamination in the ear by *Fusarium* spp. *Can. J. of Plant Sci.* 62, 1: 29 - 34.
- DURGUN, T. 1971. Über den Einfluss von Gerstensorte und Vegetationszeit auf die Enzymentwicklung während der Keimung. Fakult. f. Brauw. u. Lebensmitteltechnol. der Techn. Univ. München. Diss. München. 175 p.
- ENARI, T.-M. 1981. The relationship between malt and beer. *Proc. 18th E.B.C. Congr. Copenhagen.* p. 69 - 80.
- & LINKO, M. 1969. Significance of barley and malt amylases. *Ann. Agric. Fenn.* 8: 149 - 156.
- & MIKOLA, J. 1977. Peptide transport and hydrolysis. *Ciba Found. Symp.* 50, p. 335 - 351.
- & MÄKINEN, V. 1983. *Panimotekniikka.* Rauma. 261 p.
- ETCHEVERS, C. G., BANASIK, J. O. & WATSON, C. A. 1977. Microflora of barley and its effect on malt and beer properties. *Brew. Dig.* 52: 46 - 50, 53.
- EVANS, L. T., WARDLAW, I. F. & FISCHER, R. A. 1975. *Wheat. Kirjassa: Crop physiology. Some case studies.* p. 101 - 149. Toim. L. T. Evans. Cambridge Univ. Press.
- EWERTSON, G. 1977. Protein content and grain quality relations in barley. *Agri Hort. Genet.* 35: 1 - 104.
- FISCHBECK, G. 1960. Beiträge zur pflanzenbaulichen und züchterischen Problematik des Rohproteingehaltes der Sommergerste. *Habilitations-Schrift TH München.*
- GATELY, T. F. 1971. Effect of form of nitrogen and stage of application on the yield and quality of malting barley (cultivar Proctor). *Irish J. Agr. Res.* 10, 2: 173 - 184.
- GIBBONS, G. C. 1981. On the relative role of scutellum and aleurone in the production of hydrolases during germination of barley. *Carlsberg Res. Commun.* 46: 215 - 225.
- GILL, A. A., MORGAN, A. G. & SMITH, D. B. 1982. Total β -glucan content of some cultivars. *J. Inst. Brew.* 88, 5: 317- 319.
- GJERTSEN, P., HARTLEV, P. 1981. Influence of malt amylase activities on extract yield and fermentability. *E.B.C. Symp. on the rel. between malt and beer. Helsinki. Monograph VI.* p. 186 - 192.

- GYLLANG, H., SÄTMARK, L. & MARTINSON, E. 1977. The influence of some fungi on malt quality. Proc. 16th Congr. Eur. Brew. Conv. Amsterdam. p. 245 - 254.
- GÖHL, B. 1977. Effects of hydrocolloids on productive value and feeding characteristics of barley. Ph. D. Thesis. Agr. College of Sweden. Uppsala.
- HAIKARA, A. 1980 a. Oluen ylikuohuminen. Mallas ja Olut 2: 49 - 54.
- 1980 b. Gushing induced by fungi. E.B.C. Symposium on the relationship between malt and beer, 251. Helsinki-November 1980. Monograph VI. p. 251 - 259.
- 1983. Malt and beer from barley artificially contaminated with Fusarium in the field. Proc. of the E.B.C. Congr. London. p. 401 - 409.
- , MÄKINEN, V. & HAKULINEN, R. 1977. The mycoflora of barley after harvesting, during storage and in malting. E.B.C. Congr. Amsterdam. p. 35 - 46.
- HARRIS, G. & BANASIK, O. J. 1952. Effects of environment, variety and season on barley quality. Cereal Chem. 29: 148 - 155.
- HAYTER, A. M. & RIGGS, T. J. 1978. The inheritance of diastatic power and alpha-amylase contents in spring barley. Theor. Appl. Genet. 52, 6: 251 - 256.
- HESSelman, K., ELWINGER, K., NILSSON, M. & THOMAKE, S. 1981. The effect of β -glucanase supplementation, stage of ripeness, and storage treatment of barley in diets fed to broiler chickens. Poultry Sci. 60: 2664 - 2671.
- HOME, S., AIKASALO, R. & LINKO, M. 1985. Development of β -amylase in six-row barleys. Proc. 20th E.B.C. Congr. Helsinki. 1985. p. 659 - 666.
- HOUGH, J. S., BRIGGS, D. E. & STEVENS, R. 1971. Malting and brewing science. Chapman and Hall. London. 678 p.
- LALLUKKA, U., KÖYLIJÄRVI, J., TEITTINEN, P. & SALO, Y. 1980. Mallasohralajikkeiden typpilannoitus. Kehittyvä Maatalous 46: 3 - 17.
- LANG, J. 1966. Der Einfluss von Klimafaktoren auf Wachstums- und Entwicklungsverlauf sowie Ertrags- und Qualitätsleistung der Braugerste. München. 205 p.
- LINDBLOM, H. 1983. Amylasstudier i normal- och höglysinkorn. Julkaisussa: Kolhydrater i korn. Jämförelse mellan normal- och höglysintyper. Sveriges Lantbr.univ. Inst. f. växtodl. Rapport 126.
- LINKO, P. 1971. Viljakemia. Moniste. 144 p. Helsingin yliopisto. Elintarvikekemian ja -teknologian laitos.

- MAULE, D. R. & CRABB, D. 1981. The relationship between malt analysis and brewhouse yield. E.B.C. Symp. on the rel. between malt and beer. Helsinki. Monograph VI. p. 169 - 178.
- MAUNULA, H. 1983. Satovuosien vaihtelun vaikutus maltaan laatuun. Mallas ja olut 1983, 1: 15 - 16.
- MOLL, M. & FLAYEUX, R. 1981. What technically useful information can be obtained from a laboratory mashing method. E.B.C. Symp. on the rel. between malt and beer. Helsinki. Monograph VI. p. 19 - 32.
- MÄKELÄ, K. 1973. Fusarium-sienten esiintymisestä viljojen kasvustoissa 1971 ja 1972. Koetoim. ja Käyt. 30: 6 - 7.
- 1975. Viljakasvustoissa esiintyneistä sienistä vuosina 1971 - 1973. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 47: 245 - 269.
- MÄNTYLÄHTI, V., HOME, S. & TENNILÄ, J. 1977. Mallasohran lannoituksesta. Maatalouden Tutkimuskeskuksen julkaisuja 4 (1977) 13 - 30.
- NARZISS, L. 1981. Beta-glucan and beta-glucanase. E.B.C. Symp. on the rel. between malt and beer. Helsinki. Monograph VI. p. 99 - 117.
- 1983. Gersten- und Malzqualität in Relation zu den Kosten beim Mälzungs- und Brauprozess. Brauwelt 123, 39: 1651.
- NIKU-PAAVOLA, M.-L., SKAKOUN, A., NUMMI, M. & DAUSSANT, J. 1973. The polymorphism of β -amylase. Biochim. Biophys. Acta 322: 181 - 184.
- O'DONNELL, D.L. 1982. Raw material quality control of barley as a brewing adjunct. The Institute of Brewing. Proceedings of the 17th Convention - Perth, W. A., 47 - 55.
- PALMER, G. H. & BATHGATE, G. N. 1976. Malting and brewing. Julkaisusssa: Advances in cereals science and technology. Toim. Y. Pomeranz. p. 237 - 324. Amer. Ass. Cereal Chem. St. Paul. Minnesota.
- POMERANZ, Y, STANDRIDGE, N. N., HOCKETT, E., WESENBERG, D. M. & BOOTH, G. D. 1976. Effects of nitrogen fertilizer on malting quality of widely varying barley cultivars. Cereal Chem. 53, 4: 574 - 585.
- REINER, L., FISCHBECK, G. & ULONSKA, E. 1971. Nichtlineare Beziehungen zwischen Extraktgehalt des Malzes und Proteingehalt der Gerste des Jahrgangs 1970. Braugersten-Jahrbuch 1971, 147 - 153.
- , GIEHL, M., NARZISS, L., ULONSKA, E. & FISCHBECK, G. 1974. Wie beeinflusst ein höherer Korneiweissgehalt Malzextrakt und Mehl-Schrotdifferenz? Braugersten-Jahrbuch 1974, 137 - 158.
- SANDFAER, J., JORGENSEN, J. H. & HAAR, V. 1965. The effect of nitrogen fertilization on old and new barley varieties. Kongl. Vet. o. Landbohöjsk. Årsskr. s. 153 - 180.

- SCHILDBACH, R. 1974a. Eiweiss/Extrakt - kritische Betrachtung neuer Versuchsergebnisse. Brauwelt 114: 1638, 1640 - 1641.
- , 1974b. Rohproteingehalt der Gerste und Malzqualität. Monatschrift für Brauerei 27: 217 - 241.
- , 1976. Zur kombination von Ertrag und Qualität bei der Braugerste. Brauwelt 116, 8: 189 - 195.
- , 1980. Relationship between barley, brewing properties and beer quality. E.B.C. symp. on the rel. between malt and beer. Helsinki. Monograph VI. p. 7 - 18.
- , 1981. The Requirements of Malting Barley for Use in the Brewing Industry. Brauwiss. 34: 281 - 284.
- SCHUR, F. 1981. Malt analysis and starch degradation in wort production. E.B.C. Symp. on the rel. between malt and beer. Helsinki. Monograph VI. p. 73 - 87.
- SMART, J. G. 1976. The β -glucan content of New Zealand barley. Proc. 14th Conv. Inst. Brew. A.N.Z. Section. p. 161 - 168.
- SPIERTZ, J. H. J. & DE VOS, N. M. 1983. Agronomical and physiological aspects of the role of nitrogen in yield formation of cereals. Plant and Soil 75, 379 - 391.
- TALVITIE, H. 1970. Ankarat vaatimukset täyttävää mallasohraa. Käytännön Maamies no. 8.
- TEITTINEN, P. 1958. Kalkkisalpietarin käytöstä mallasohran viljelyssä. Maatalous ja koetoiminta XII: 92 - 103.
- UOTI, J. 1972. Viljan punahomeen esiintymisestä 1972. Kasvin-suojelulehti 6: 3 - 12.
- & YLIMÄKI, A. 1974. The occurrence of *Fusarium* species in cereals grain in Finland. Ann. Agric. Fenn. 13: 5 - 17.
- VIRTANEN, E. & POHJANHEIMO, O. 1977. Typpilannoituksen vaikutus viljeltäessä ohraa rehuksi. Koetoim. ja Käyt. 9.6.1977.
- WIBERG, H. & ENEBO, L. 1962. Mognadsförlopp och enzymaktivitet hos korn. Svensk Bryggeritidskr. 1961 - 62. Stockholm.
- YLIMÄKI, A. 1970. The microflora of cereals seeds in Finland. Ann. Agric. Fenniae 9: 292 - 293.
- 1984. *Fusarium*-sienten kasvi- ja eläinpatologinen merkitys. Academia Scientiarum Fennica. Vuosikirja 1983 - 1984.
- , KOPONEN, H., HINTIKKA, E.-L., NUMMI, M., NIKU-PAAVOLA, M.-L., ILUS, T. & ENARI, T.-M. 1979. Mycoflora and occurrence of *Fusarium* toxins in Finnish grain. Espoo 1979. Techn. Res. Centre of Finland, Material and processing technology publications 21. 28 s.

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

1983

1. Maatalouden tutkimuskeskuksen yksiköiden tiedotteet 1975-1982. 48 p.
2. KONTTURI, M. Mallasohra - kirjallisuuskatsaus. 42 p.
3. NORDLUND, A. & ESALA, M. Maatalouden sääpalvelut ulkomailla. Kirjallisuustutkimus. 66 p.
4. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1975-1982. 186 p. + 4 liitettä.
5. SUONURMI-RASI, R. & HUOKUNA, E. Kaliumin lannoitustason ja -tavan vaikutus tuorerehunurmien satoihin ja maiden K-pitoisuuksiin. 13 p. + 8 liitettä.
6. KEMPPAINEN, E. & HEIMO, M. Förbättring av stallgödselns utnyttjande. Litteraturöversikt. 81 p.
7. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. 10 p.
8. LÖFSTRÖM, I. Kasvien sisältämät aineet tuholaistorjunnassa. 26 p.
9. HEIKINHEIMO, O. Kirvojen preparointi ja määrittäminen. 67 p. + 12 liitettä.
10. SAARELA, I. Soklin fosforimalmi fosforilannoitteena. p. 1-13. Humuspitoiset lannoitteet. p. 14-20.
11. YLÄRANTA, T. Jordanalysetoder i de nordiska länderna. 13 p.
12. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Avomaan vihanneskasvien lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1979-82. 21 p.
13. KIVISAARI, S. & LARPES, G. Kylvöajankohdan vaikutus kevätvehnän, ohran ja kauran satoon 10-vuotiskautena 1970-1979 Tikkurilassa. 54 p.
14. ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys. ESPOO - INKOO. 26 p.
15. BREMER, K. Ydinkasvien tuottaminen kasvisolukkoviljelyn avulla. 63 p.

1984

1. Tiivistelmät eräistä MTTK:n julkaisuista 1983. 74 p.
2. ESALA, M. & LARPES, G. Kevätviljojen sijoituslannoitus savimailla. 35 p.
3. ETTALA, E. Ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjalehmien vertailu kotoisilla rehuilla. 7 p. + 18 liitettä.

4. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Keräkaalin lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1975-83. 22 p.
 5. KURKI, L. Tomaattilajikkeet ja hiilidioksidin lisäys. Kasvihuonetomaatin viljelylämpötiloista. Kasvihuonekurkun tuentamenetelmien vertailua. Sijoituslannoitus ja kasvualustan ilmastus kasvihuonekurkulla ja tomaattilla. 21 p.
 6. VIJORINEN, M. Italianraiheinä ja viljat tuorerehunä. 17 p.
 7. ANISZEWSKI, T. Lupiini viherlannoituskasvina. Arviointeja esikokeiden ja kirjallisuuden pohjalta. 11 p.
 8. HUOKUNA, E. & HAKKOLA, H. Koiranheinän ja timotein kasvu ja rehuarvon muutokset säilörehuasteella. 54 p.
 9. VALMARI, A. Roudan kehittymisen tilastollinen malli. 33 p.
 10. HAKKOLA, H. Kuonakalkituskokeiden tuloksia 1978-83. 42 p.
 11. SIPPOLA, J. & SAARELA, I. Eräät maa-analyysimenetelmät fosforilannoitustarpeen ilmaisijoina. 20 p.
 12. RAVANTTI, S. Terhi-punanata. 37 p.
 13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Kolme ravinnesuhdetta Suomen maalajeissa. 10 p.
 14. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., KERSALO, J. & NORDLUND, A. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1983. 101 p.
 15. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1976-1983. 202 p. + 4 liitettä.
 16. JUNNILA, S. Ympäristötekijöiden vaikutus herbisidien käyttäytymiseen maassa. Kirjallisuustutkimus. 15 p. + 4 liitettä.
 17. PESSALA, R., HAKKOLA, H. & VALMARI, A. Kylvöajan merkitys porkkanan viljelyssä. 22 p.
 18. NISULA, H. Uusimpia tuloksia Ruukin lihanautakokeista. 39 p.
 19. SAARELA, I. Kevätöljykasvien boorilannoitus. 122 p. + 2 liitettä.
 20. URVAS, L. Maaperäkarttaselitys. PORI - HARJAVALTA. 28 p. + 14 liitettä.
 21. LEHTINEN, S. Avomaavihannesten lannoitus- ja kastelukokeet 1978-1983. 62 p. + 17 liitettä.
 22. ANISZEWSKI, T. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima eräillä MTK:n kiertokoealueilla. Kirjallisuustutkimus ja MTK:n kolmen tutkimusaseman näytteiden analyysi. p. 1-38.
- PALDANIUS, E. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima Satakunnan ja Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemien maanäytteissä. p. 39-56.

23. RINNE, S-L. & SIPPOLA, J. Maatalouden jätteen kompostointi. 52 p.
I Typpi -ja fosforilisä oljen kompostoinnissa
II Maatalouden jätteet kompostin raaka-aineina
III Kompostin arvo lannoitteena

1985

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1984. 67 p.
2. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., NORLIND, A. & PILLI-SIHVOLA, Y.
Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1984. 127 p.
3. ETTALA, E. Säilörehu Maatalouden tutkimuskeskuksen lypsykarjakokeissa
1970 - luvulla. 270 p.
4. ETTALA, E. Laidun lypsykarjaruokinnassa. 220 p.
5. TUORI, M. & NISÜLA, H. Ruokintarutiinien merkitys naudoilla. Kirjallisuus-
tutkimus. 38 p.
6. TURTOLO, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvin ja lannoitustason vaikutus
typen ja fosforin huuhtoutumiseen savimaasta. 43 p.
7. AURA, E. Avomaan vihannesten veden ja typen tarve.
Nitrogen and water requirements for carrot, beetroot, onion and cabbage. 61 p.
8. Puutarhaosaston tutkimustuloksia. Taimitarha ja dendrologia. 94 p.
9. KEMPPAINEN, E. Kuivikkeen vaikutus lannan arvoon.
Kuivikkeiden ammoniakki sitomiskyky. 25 p.
10. JAAKKOLA, A., HAKKOLA, H., HIIVOLA, S-L., JÄRVI, A., KÖYLIJÄRVI, J. &
VUORINEN, M. Terästeollisuuden kuonat kalkitusaineina. 44 p.
11. JAAKKOLA, A., ETTALA, E., HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R. & VUORINEN, M.
Siilinjärven kalkki kalkitusaineena. 53 p.
12. TAKALA, M. Asumajätevesien imeyttäminen maahan ja energiapajun viljely
imeytyskentällä. 36 p.
13. JOKINEN, R. & HYVÄRINEN, S. Eri maalajien magnesiumpitoisuus ja sen
vaikutus ravinnesuhteisiin Ca/Mg ja Mg/K. 15 p.
14. JUNNILA, S. Rikkakasvien siementen itämislepo. Kirjallisuuskatsaus. 29 p.
15. MÄKELÄ, K. Talven aikana kuolleiden ryhmäruusujen versoissa esiintyvä
sienilajisto vuosina 1976-1982. 13 p. + 8 liitettä.
16. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden
tuloksia 1977-1984. 168 p. + 4 liitettä.

17. SÄKÖ, J. Maatalouden tutkimuskeskuksen puutarhaosastolla Piikkiössä kokeillut ja kokeiltavana olevat omenalajikkeet.
Perusrungon merkitys omenapuiden talvehtimisessä 1983-84.
SÄKÖ, J. & LAURINEN, E. Omenapuiden harjuistutus.
HIIRSALMI, H. & SÄKÖ, J. Mansikan jalostus johtanut tulokseen.
18. ETTALA, E., SUVITIE, M., VIRTANEN, E., PITKÄNEN, T., ZITTING, M., NÄSI, M., TUOMIKOSKI, T. & NISKANEN, M. Metsä - ja maatalouden sivutuotteet lihamullien rehuna. 51 p.
19. MANNER, R. & AALTONEN, T. Pitko-syysvehnä. 6 p + 27 liitettä.
20. MANNER, R. & AALTONEN, T. Kartano-syysruis. 5 p + 13 liitettä.
21. ANISZEWSKI, T. Lupiini viljelykasvina. 134 p.
22. HUOKUNA, E., JÄRVI, A., RINNE, K. & TALVITIE, H. Nurmipalkokasvit puhtaana kasvustona ja heinäseoksena. p. 1-12.
HUOKUNA, E. Apilan pahkahomeen esiintymisestä. p. 13-20.
HUOKUNA, E. & HÄKKINEN, S. Englanninraiheinä säilörehunurmista. p. 21-26.
23. VIRKKUNEN, H., KOMMERI, M., LARPES, E., MICORDIA, A. & LAMPILA, M. Eri säilöntäaineet esikuivatun ja tuoreen säilörehun valmistuksessa sekä kiinteä ja nouseva väkirehun amostus mullien kasvatuksessa. p. 1-32.
VIRKKUNEN, H., KOMMERI, M., SORMUNEN-CRISTIAN, R. & LAMPILA, M. Eri säilöntäaineet nurmirehun säilönnässä. p. 33-45.
24. RISSANEN, H., ETTALA, E., MELA, T. & MUSTONEN, L. Laitumen sadetuksen ja väkirehujen käytön vaikutus lehmien tuotoksiin. p. 1-21.
RISSANEN, H., KOSSILA, V. & VASARA, A. Urean, Urea-Foeforihappo-Viherjauhoyhdisteen (UPV) ja soijan vertailu raakavalkuaislähteinä maidontuotantokokeissa lehmillä. p. 22-30.
KOSSILA, V., KOMMERI, M. & RISSANEN, H. Monokalsiumfosfaatti ja ureafosfaatti sekä käsittelemätön olki ja ammoniakilla käsitelty olki mullien ruokinnassa. p. 31-40.
25. KORTET, S. Puna-apilan paikalliskantojen ekologia. 66 p.
26. MEHTO, U. Viljojen rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. Kirjallisuustutkimus. 77 p.
27. HUHTA, H. & HEIKKILÄ, R. Rehuviljan viljely Pohjois-Karjalassa. 24 p. + 2 liitettä.

2. KEMPPAINEN, E. Karjanlannan hoito ja käyttö Suomessa. 102 p. + 6 liitettä.
3. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Lietelanta nurmen peruslannoitteena. 25 p.
4. NIEMELÄINEN, O. Nurmmikkoheinien ominaisuudet. Kirjallisuustutkimus. Tuloksia punanatojen ja niittynurmikan virallisista nurmikon lajikekokeista vuosilta 1977-84. 48 p.
5. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikeko-keiden tuloksia 1978-1985. 128 p.+ 4 liitettä.
6. NIEMELÄINEN, O. & PULLI, S. Puna-apilalajikkeiden siemenmuodostus. Tuloksia apilan virallisista siemenviljelyn lajikekokeista vuosilta 1978-84. 42 p.
7. NIEMELÄINEN, O. Syksyn, talven ja kevään lämpö- ja valo-olojen vaikutus koiranheinän, niittynurmikan ja punanadan røyhymuodostukseen. Kirjallisuustutkimus. 51 p.
8. ERVIÖ, L-R. & ERKAMO, M. Pakettipellon viljelyn uudelleen aloittaminen herbisidien avulla.
ERVIÖ, L-R. Korren vahvistaminen timotein siemenviljelyksillä.
HIIVOLA, S-L. Klormekvatin käyttö timotein siemennurmilla.
ERVIÖ, L-R. & HIIVOLA, S-L. Herbisidien käytön vähentäminen viljakasvustossa.
9. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Säilörehun puristeneste ja virtsa lannoitteina. 43 p.
10. MÄTIKÄINEN, A. & HUHTA, H. Nurmikasyilajikkeet Karjalan tutkimusasemalla. 24 p.
11. SOVERO, M. Nopsa-kevättrypsi. 15 p. + 2 liitettä.
12. NIEMELÄ, P. Kuiviketturpeen soveltuvuus turkistarhoilla kertyvän sonnan ja virtsan käsittelyyn. 15 p + 4 liitettä.
13. PULLI, S., Vestman, E., TOIVONEN, V. & AALTONEN, M. Yksivuotisten tuorerehukasvien sopeutuminen Suomen kasvuoloihin. 51 p.
14. SIMOJOKI, P., RINNE, S-L., SIPPOLA, J., RINNE, K., HIIVOLA, S-L. & TALVITIE, H. Herneaurasta saatava typpilannoitusyhöty. 27p. + 22 liitettä.

15. SÄKÖ, J. & YLI-PIETILÄ, M. Hedelmäpuiden ja marjakasvien talvehtiminen talvella 1984-85. 28 p.
 16. MANNER, R. & KORTET, S. Niina-ohra. 31 p. + 1 liite.
 17. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvin, lannoituksen ja sadetuksen vaikutus kaliumin, kalsiumin, magnesiumin, natriumin, sulfaattirikin sekä kloridin huuhtoutumiseen savimaasta. 43 p.
 18. TOIVONEN, V. & LAMPILA, M. Juurikasvisäilörehujen valmistus, laatu, rehuarvo ja mahdollinen käyttö etanolin valmistuksessa. 106 p. + 23 liitettä.
 19. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja -ja heinä-vilja-urearuokinnalla.
1. Kolmen ensimmäisen lypsykauden tuotantotulokset.
114 p. + 5 liitettä.
 20. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja -ja heinä-vilja-urearuokinnalla.
2. Lehmien syöntikyky, ravinnonsaanti ja rehun hyväksikäyttö sekä hedelmällisyys ja kestävyys kolmen ensimmäisen tuotantovuoden aikana.
293 p.+ 23 liitettä.
 21. RAVANTTI, S. Iki-timotei. 33 p.+ 1 liite.
 22. URVAS, L. & VIRRI, K. Maaperäkarttaselitys. Turku-Rymättylä. 34p.+ 7 liitettä.
 23. VUORINEN, M. Kalkituskokeiden tuloksia saraturvemaalta 1977-83. 22 p.
- 1987
1. Tiivistelmiä MTK:N tutkimuksista ja julkaisuista 1986. 72 p.
 2. PALDANIUS, E. Oljen kompostointi erilaisia seosmateriaaleja typpilähteinä käyttäen. 55 p. + 1liite.
 3. LEIVISKÄ, P. & NISSILÄ, R. Säämittauksen tuloksia Pohjois-Pohjanmaan tutkimus-
asemalla Ruukissa. 31 p.
 4. HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R., RINNE, K. & VUORINEN, M. Odelman typpilannoitus,
sängenkorkeus ja niittoaika. 39 p.
 5. NIEMELÄ, T. & NIEMELÄINEN, O. Kasvualustan tiivistyminen ja nurmikon kuluminen
nurmikon stressitekijöinä. Kirjallisuuskatsaus. p. 1-30.
NIEMELÄ, T. Siirtonurmikon kasvatus ja käyttö. Kirjallisuuskatsaus. p.31-42.
 6. LUOMA, S., RAHKO, I. & HAKKOLA, H. Kiinankaalin viljelykokeiden tuloksia
1981-85. 25 p.
 7. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden
tuloksia 1979-1986. 165 p. + 9 liitettä.
 8. SEPPÄLÄ, R. & KONTTURI, M. Mallasohran reagointi typpilannoitukseen.
1 - 66 p.
 - KUISMA, T. & KONTTURI, M. Typpilannoituksen vaikutus ohralajikkeiden
mallastuvuuteen. 67 - 134 p.

9. YLI-PIETILÄ, M., SÄKÖ, J. & KINNANEN, H. Puuvartisten koristekasvien talvehtiminen talvella 1984-85. 38 p.
10. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Porkkanan ja punajuurikkaan sadetus, typpi-lannoitus ja kalkitus poutivalla hiekkamaalla. 30 p.
11. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet p. 1-8
Domestic Varieties p. 9-17.
12. TUOVINEN, T. Omenakääriäisen ennustemenetelmä p. 1-17
Pihlanmarjakoin ennustemenetelmä p. 18-32.
13. MÄKELÄ, K. Peittauksen vaikutus kotimaisen heinäsiemenen itävyyteen, orastuvuuteen ja sienistöön. 15 p.
14. Osa 1. YLÄRANTA, T. Radioaktiivinen laskeuma ja säteilyvalvonta
PAASIKALLIO, A. Radionuklidien siirtyminen viljelykasveihin
62 p.
14. Osa 2. KOSSILA, V. Radionuklidien siirtyminen kotieläimiin ja eläin-
tuotteisiin sekä vaikutukset eläinten terveyteen ja tuotantoon. 109 p.
15. RAVANTTI, S. Alma-timotei. 38 p. + 2 liitettä.
16. LEHMUSHOVI, A. Ryhmäruusujen lajikekokeet vuosina 1981-84. 29 p.
17. JOKINEN, R., & TÄHTINEN, H.
Karkeiden kivennäismaiden ja turvemaiden kuparipitoisuus ja sen
vaikutus kauran kasvuun astiakokeessa. p. 1 - 17
Maan kuparipitoisuuden ja happamuuden vaikutus kuparilannoituk-
sella saatuihin kauran satotuloksiin. p. 18 - 37
Maan pH-luvun ja kuparilannoituksen vaikutus kauran hivenravinne-
pitoisuuksiin. p. 38 - 47
Kaura- ja ohralajikkeiden herkkyys kuparin puutteelle ja eri
kuparimäärillä saadut tulokset. p. 48 - 62
Kuparilannoitelajien vertailu astiakokeessa kauralla. p. 63 - 68
18. HIIRSALMI, H., JUNNILA, S. & SÄKÖ, J. Ahomansikasta suomalainen vil-
jelylajike. p. 1-8.
Mesimarjan jalostus johtanut tulokseen. p. 9-21.
19. TALVITIE, H., HIIVOLA, S.-L. & JÄRVI, A. Satojen ja satovahinkojen ar-
viointitutkimus. 87 p.
20. KEMPPAINEN, R. Puna-apilan ympäys Rhizobium-bakteerilla.
Inoculation of red clover by Rhizobium strain. 24 p.

21. LAMPILA, M., VÄÄTÄINEN, H. & ALASPÄÄ, M. Korsirehujen vertailu kasvavien ayrshire-sonnien ruokinnassa. p. 1 - 40.
ARONEN, I., HEPOLA, H., ALASPÄÄ, M. & LAMPILA, M. Erisuuruiset väki-rehuannokset kasvavien ayrshire-sonnien olkiruokinnassa. p. 41 - 66.
ARONEN, I., ALASPÄÄ, M., HEPOLA, H. & LAMPILA, M. Bentsoehappo säilörehun valmistuksessa. p. 67 - 86.

1988

2. ANISZEWSKI, T. Puiden, pensaiden ja viljeltävän turvemaan fenologinen tutkimus. Phenological study on the trees, bushes and arable peat land. 120 p. + 5 liitettä.
3. RINNE, S-L., HIIVOLA, S-L., TALVITIE, H., SIMOJOKI, P., RINNE, K. & SIPPOLA, J. Viherkesannon vaihtoehdot rukiin viljelyssä. 53 p. sisältäen 9 liitettä.
4. JUNNILA, S. Pienannosherbisidit kevätiljoilla - Glean 20 DF, Ally 20 DF ja Logran 20 WG. p. 1 - 15
Starane M kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. p. 16 - 18
Kamilon B ja Kamilon D kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. p. 19 - 23
Kevätiljaherbisidit Rikkahävite KH 10/77, KH 2/83 ja Ipactril. p. 24 - 31.

