

Syysvehnän typpilannoituksen ajoittamisesta

EERO VARIS ja TAPIO JUUTI

Hankkijan kasvinjalostuslaitos, Anttilan koetila, Hyrylä

Timing of nitrogen application in winter wheat production

EERO VARIS and TAPIO JUUTI

Hankkija Plant Breeding Institute, Experimental Farm Anttila, Hyrylä, Finland

Abstract. The following results were obtained in a study made from 1968–70 at the Hankkija Plant Breeding Institute, the Experimental Farm, Anttila, to clarify the effects of nitrogen application and its timing upon the performance of winter wheat:

1. The most favourable time of application depended upon the size of the nitrogen dressing. The smallest quantity used, 50 kg N/ha, was best applied in spring, whereas the 100 kg N/ha application gave the best result when put on in the autumn. A 100 kg dressing of nitrogen applied in spring proved excessive in a single dose. Split into two applications it produced better results. Use of a 150 kg nitrogen application was beneficial only when 100 kg N/ha had been applied in the autumn and the remaining 50 kg put on as heading started.
2. Large single applications of nitrogen lowered the bulk weight. There were no significant differences in the 1 000 kernel weights.
3. The various levels of nitrogen manuring caused no significant differences in falling number.
4. The larger the nitrogen application, the higher was the protein content of the grain. A split application of nitrogen produced higher protein contents than a large, single application.
5. Zeleny values were generally higher when all the nitrogen was put on during the same growing season.
6. There were no differences due to nitrogen manuring levels, in ash contents or in flour yields.
7. The wet gluten of the flour followed the protein content. There were no differences in Pelshenke's value or in swelling number.
8. No significant differences were found in valorimetric values. However, the length of the extensogram, or extensibility of the dough followed the protein content. The height of the extensogram, or resistance to extension was better correlated with swelling number.
9. There were no significant differences in water absorption capacity, though the trend was positive with the larger nitrogen doses.
10. Fermentation time and the use of additives produced at least as great an effect upon the results of the baking test as did nitrogen manuring level.
11. The cultivars tested reacted differently to nitrogen manuring. The results of the baking test on the cultivars Linna and Elo, with weak gluten, generally varied negatively when increasingly large dressings of nitrogen were applied, whereas line a 7780 with strong gluten reacted less sharply and, to some extent even positively to an increase in nitrogen manuring.

Typen käytön lisääntyminen viljakasveilla 1960-luvulla herätti kysymykset suurten lannoitemäärien ajoittamisesta tai jakamisesta (FAJERSSON 1961, RAININKO 1966, KÖYLJÄRVI 1969, 1972, PESSI ym. 1971). Näihin ongelmiin liittyen järjestettiin Hankkijan kasvinjalostuslaitoksen Anttilan koetilalla typpilannoituskokeita syysvehnällä vuosina 1968/69–1969/70. Kokeissa ha-
lutttiin selvittää myöhäisen syyslevityksen ja kevätlevityksen eroja sekä suur-
ten typpimäärien jakamisen vaikutusta sadon määrään ja sen laatuun.

Koeaineisto ja sen käsittely

Koeaineisto koostui kolmesta kokeesta, joista kaksi järjestettiin vuonna 1968/69 Linna- ja Elo-lajikkeilla sekä yksi vuonna 1969/70 a7780-syysvehnä-
linjalla. Elo ja Linna edustavat tunnetusti leivinkelpoisuudeltaan heikokkoa
syysvehnää, kun taas linja a7780 on hyvä- ja runsassitkoinen jaloste.

Koekaava oli seuraava:

| N kg/ha | Levitysaika |
|----------|--------------------------------|
| 50 | syksyllä (01. 12.) |
| 50 | keväällä (03. 05.) |
| 100 | syksyllä (01. 12.) |
| 100 | keväällä (03. 05.) |
| 50 + 50 | syks. + tähk. alussa (24. 06.) |
| 50 + 50 | kev. + tähk. alussa |
| 100 + 50 | syks. + tähk. alussa |
| 100 + 50 | kev. + tähk. alussa |

Kokeet perustettiin talousviljelmille monitekijäkokeena. Maalaji oli hie-
tasavea. Ruutukoko oli 7 m², kerranteita 4. Typpilannoitus annettiin syk-
sillä tai keväällä pintalannoituksena, kesällä ruiskuttaen Oulun salpietarina
tai ureana siten, että kaksi kerrannetta lannoitettiin molemmilla. Tulosten
esittelyssä ei typpilannoitteiden välisiä eroja ole käsitelty, koska ne olivat
kauttaaltaan pieniä ja tilastollisesti vain harvoin merkitseviä.

Kasvustohavaintojen ja sadon määrän lisäksi määritettiin kustakin ruu-
tusadosta hl-paino, 1 000 jyvän paino, sakoluku, viskoluku, proteiinipitoisuus
ja Zeleny-luku. Koejäsenten leivinkelpoisuus tutkittiin SOK:n myllyllä Nokiaalla
näytteistä, joihin oli yhdistetty kaikki neljä kerrannetta. Erilaiset määritykset
ja varsinainen leivontakoe suoritettiin Viljantutkimustoimikunnan ohjeiden
mukaan. Leivonnassa käytettiin nostatusaikoja 30 + 40 min, 30 + 60 min
ja 30 + 80 min. Leivonta tehtiin kahdella taikinatyypillä: 1) 450 g jauhoja,
270 ml vettä, 22.5 g hiivaa ja 9.0 g suolaa, 2) edellisten lisäksi 13.5 g sokeria,
13.5 g rasvaa ja 15 ppm askorbiinihappoa.

Tulosten tilastolliseen käsittelyyn käytettiin varianssi- ja multiregressio-
analyysijä, jotka laskettiin Keskusosuusliike Hankkijan ATK-osastolla. Tulosten
merkitsevyys on ilmaistu tavanomaiseen tapaan.

Taulukko 1. Varianssianalyysi typpilannoituksen ja sen ajoittamisen vaikutuksesta syysvehnän satoon ja sadon laatuun.

Table 1. Analysis of variance of the effects of nitrogen application and its timing on the yield and quality of winter wheat.

| Tekijä <i>Factor</i> | Jyväsato <i>Grain yield</i> | HI-paino <i>Bulk weight</i> | 1000 jp. <i>1000 h.w.</i> | Sakoluku <i>Falling number</i> | Proteiini- pitoisuus <i>Protein content</i> | Zeleny- luku <i>Zeleny-value</i> |
|--|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|---|--|
| A. Lajike <i>Cultivar</i> | *** | *** | *** | *** | *** | * |
| B. Typpilannoitus <i>Nitrogen application</i> | (*) | * | ns | ns | ** | (*) |
| AB | ns | ns | ns | ns | (*) | ns |

Jyväsato

Jyväsadoissa oli merkitseviä eroja eri koejäsenien välillä (Taulukko 1, B) Erot toistuivat samansuuntaisina jokaisessa kolmessa kokeessa (AB).

Käytettäessä 50 kg:n typpiannosta saatiin paras tulos antamalla se keväällä kasvun alkaessa (Taulukko 2). Sen sijaan 100 kg:n annos tuotti parhaan tuloksen joulukuun alussa annettuna. Jaetut 100 tai 150 kg:n annokset tuottivat paremman tuloksen kuin yksi iso annos keväällä. 150 kg:n annoksista oli paras 100 syksyllä + 50 tähkimisen alkaessa, mikä tapa tuotti myös koko kokeen parhaan tuloksen. Sen sijaan 150 kg N saman kasvukauden aikana oli selvästi epäedullinen tapa käyttää typpeä.

Typpilannoituksen ajankohtaa syysvehnällä ovat meillä selvittäneet KÖYLIJÄRVI (1969, 1972) ja PESSI ym. (1971). Edellisen mukaan n. 100 kg:n typpiannoksella saatiin paras tulos aikaisella kevätlevityksellä. PESSIN ym. (1971) mukaan taas joulukuussa annettu typpilannoitus tuotti kevätlevitystä paremman sadon. Tulosten ristiriitaisuuteen voi tästä koesarjasta yrittää löytää selvitystä siitä yhdysvaikutuksesta, mikä oli todettavissa typen määrän ja levityksajan välillä. Suhteellisen pieni typpimäärä (50 kg) keväällä antoi yhtä hyvän tuloksen kuin isompi määrä (100 kg) syksyllä, kun taas iso määrä keväällä ilmeisesti meni yli optimaalisen kerta-annoksen. Tähän viittaavat myös esim. BOGUSLAWSKIN (1965) tulokset, joissa yli 40 kg:n typpimäärät keväällä annettuna oli edullista jakaa useampaan annokseen. Se että KÖYLIJÄRVEN kokeissa vielä 100–150 kg typpeä oli edullisin keväällä annettuna, voi johtua vehnän erilaisesta typen saannista eri olosuhteissa.

Jaetut 100 kg:n typpiannokset kevätlannoituksessa antoivat tässä kokeessa jakamattomiin verrattuna sadonlisäyksiä, ei tosi merkitseviä. Syyslannoituksessa vastaava ilmiö tuli esille 100 syks. +50 tähk. koejäsenessä. RAININGON (1966) kokeissa kevätvehnällä tähkimisvaiheessa annettu typpilisa ei nostanut satoa hänen käyttämillään pienillä typpimäärillä. Lieneekin niin, että jaettu typpiannos antaa sadonlisäystä vain silloin, kun tällä tavalla vältytään liialta typen kertakäytöltä keväällä. Suuren keväisen kerta-annoksen haitallisuus perustuu liialliseen vegetatiiviseen kasvuun, mistä on seurauksena veden ja ravinteiden tuhlaus, jopa vajuus jyvänmuodostuksen aikana, sekä lakoutuminen, mitkä tekijät estävät jyväsadon suoraviivaista lisääntymistä.

Taulukko 2. Typpilannoituksen ja sen ajoittamisen vaikutus syysvehnän satoon.
 Table 2. Effects of nitrogen application and its timing on the grain yield of winter wheat.

| Koejäsen <i>Treatment</i> | Jyväsato <i>Grain yield</i> kg/ha | 1000 pj. <i>1000 k.w.</i> g | Hl-paino <i>Bulk weight</i> kg | Sakoluku <i>Falling</i> number | Prot.% <i>Protein</i> content | Zeleny- luku <i>Zeleny</i> value |
|--|---|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---|
| 50 N syksyllä <i>autum</i> | 4 130 | 44.1 | 80.5 | 333 | 12.0 | 50 |
| 50 N keväällä <i>spring</i> | 4 390 | 43.7 | 80.4 | 333 | 12.3 | 51 |
| 100 N syksyllä <i>autum</i> | 4 400 | 44.7 | 80.0 | 330 | 12.7 | 49 |
| 100 N keväällä <i>spring</i> | 4 140 | 44.2 | 79.7 | 331 | 13.0 | 56 |
| 50 N syksyllä + 50 N tähk. <i>autumn at heading</i> | 4 370 | 44.0 | 80.5 | 324 | 13.0 | 52 |
| 50 N keväällä + 50 N tähk. ... <i>spring at heading</i> | 4 380 | 44.2 | 80.7 | 330 | 13.6 | 55 |
| 100 N syksyllä + 50 N tähk. <i>autumn at heading</i> | 4 740 | 44.7 | 80.1 | 331 | 13.8 | 51 |
| 100 N keväällä + 50 N tähk. ... <i>spring at heading</i> | 4 210 | 44.1 | 80.0 | 330 | 14.2 | 56 |
| PME — LSD (5 %) | 340 | ns | 0.6 | ns | 0.6 | 6 |

Lakoutuminen

Lakoa esiintyi ainoastaan yhdessä kokeessa, Elo—68. Sen kokeen lakohavainnot olivat seuraavat:

| | |
|-------------------------|-----------|
| N 50 syks. | 8 % lakoa |
| N 50 kev. | 14 » |
| N 100 syks. | 22 » |
| N 100 kev. | 27 » |
| N 50 syks. + N 50 tähk. | 15 » |
| N 50 kev. + N 50 » | 19 » |
| N 100 syks. + N 50 » | 22 » |
| N 100 kev. + N 50 » | 17 » |

Lakoutuminen noudatti melko hyvin typpimääriä, kuten yleensä on asian laita (vrt. MUKULA ja TEITTINEN 1973). PESSI ym. (1971) totesivat syyslevityksen aiheuttavan rukiilla vähemmän lakoa kuin kevätlevityksen, mihin myös tämän kokeen tulokset viittaavat.

1 000 jyvän paino

1 000 jyvän painoissa (Taulukko 2) ei todettu merkitseviä eroja. FAJERSSON (1961) totesi typpilannoituksen lisäämisen yleensä nostavan 1 000 jyvän painoa, paitsi, jos keväällä käytettiin suurta kerta-annosta. Myöhään annettu

lisätyppi suurensi hänen kokeissaan jyväkokoja. Samaan viittaavat RAININGON (1966) ja MAY (1970) tulokset. PESSIN (1971) kokeissa samoin kuin tässä esitetyissä jyväkoko myötäili melko hyvin satotuloksia osoittaen, että sadonlisäykset perustuivat todennäköisesti pääasiassa jyväkoon suurenemiseen. BENGTTSSON (1974) totesi puolestaan lisätyn typpilannoituksen lisäävän sekä tähkien lukumäärää että jyvien kokoa.

Hl-paino

Hehtolitran painossa (Taulukko 2) oli merkitseviä, tosin suhteellisen pieniä eroja. Yleensä suuri kerta-annos tyyppiä, annettiinpa se milloin tahansa, näytti alentavan hl-painoa. Joissakin tapauksissa oli havaittavissa suuren typpiannoksen jälkeen jälkiversontaa, mikä saattaa selittää hl-painon alenemisen. FAJERSSONIN (1961) ja BENGTTSSONIN (1974) tutkimuksissa lisätty typpilannoitus nosti hl-painoa, jaettu annostus enemmän kuin iso kerta-annos, RAININGON (1966) kokeissa tulos oli vaihteleva. PESSIN ym. (1971) kokeissa erot olivat vähäisiä.

Sakoluku

Tärkkelyksen kuntoa ilmaisevaan sakolukuun ei typpilannoituksella ollut vaikutusta.

FAJERSSONIN (1961) mukaan typpilannoituksen lisääminen alensi vehnän diastaattista aktiiviteettia, mikä merkitsi sakoluvun kohoamista. Päinvas- taiset tulokset johtuvat hänen mukaansa typpilannoituksen välillisestä, lakou- tumista lisäävästä vaikutuksesta, mikä puolestaan johtaa sakoluvun alenemi- seen. RAININKO (1966) ja PESSI ym. (1971) eivät todenneet selviä typpilannoit- tuksesta johtuvia muutoksia sakoluvuissa. Sen sijaan MAY (1970) tutkimuksissa tuli esille, että tähkäidännänkestävillä lajikkeilla myöhäinen typpilannoitus nosti sakolukua, kun taas tähkäidäntäherkät lajikkeet reagoivat päinvastai- sesti. RENGTTSSONIN (1974) typpilannoituskokeissa sakoluku muuttui eri ko- keissa eri suuntaan.

Proteiinipitoisuus

Sadon proteiinipitoisuus nousi sitä mukaa kuin typpilannoitusta lisättiin (Taulukko 2). Kevätlevityksessä proteiinipitoisuus oli korkeampi kuin syys- levityksessä. Samoin jaettu typpiannos tuotti korkeampia proteiinipitoisuuksia kuin iso kerta-annos.

Muiden tutkijoiden tulokset ovat proteiinipitoisuuksien suhteen täysin samanlaisia (FAJERSSON 1961, BOGUSLAWSKI 1965, RAININKO 1966, BRAUN 1970, MAY 1970, LAMPINEN 1971, PESSI ym. 1971, BENGTTSSON 1974, KOLDERUP 1974). Täällä koesarjassa proteiinipitoisuus nousi typpilannoituksen mukana niissäkin tapauksissa, missä sadonlisäys oli merkitsevä. Tämä lienee tulkitta- vissa osoitukseksi siitä, että typen määrä ei ollut ainoa sadon suuruutta rajoit- tava tekijä (vrt. KOLDERUP 1974).

Taulukko 3. Varianssianalyysi typpilannoituksen ja sen ajoituksen vaikutuksesta syysvehnän leivinkelpoisuuteen.

Table 3. Analysis of variance of the effects of nitrogen application and its timing on the baking quality of winter wheat.

| Tekijä Factor | Tuhka- pitoisuus Ash content | Jauhosaalis Flour yield | Prot. viljassa Grain protein | Kostea sitke Wet gluten | Kesto-luku Pelshehe value | Paisuntaluku Swelling number | Valori- metriluku Valorimeter value | Venyvyys Extensibility | Venytytys- vastus Resistance to extension |
|--------------------------|------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------------|--|---------------------------|--|
| A. Lajike Cultivar | *** | ns | *** | *** | * | *** | *** | *** | *** |
| B. Koejäsen Treatment | ns | ns | * | * | ns | ns | ns | (*) | (*) |

Zeleny-luku

Sadon valkuaisen määrää ja laatua ilmaiseva Zeleny-testi tehtiin kahdesta kokeesta. Erot olivat lievästi merkitseviä. Ne eivät olleet täysin johdonmukaisia eivätkä täysin seuranneet proteiinipitoisuuksia. BRAUNIN (1970) tutkimuksissa aikainen lisätyppi ei juuri vaikuttanut Zeleny-lukuun, mutta myöhäinen typpilannoitus nosti sitä selvästi. BOGUSLAWSKIN (1965) ja BENGTSOININ (1974) typpilannoitustutkimuksissa Zeleny-luvut noudattivat sangen hyvin proteiinipitoisuuksien muutoksia. MAYN (1970) tutkimuksissa myöhäinen lisätyppi nosti selvästi kaikkien lajikkeiden Zeleny-lukuja, jopa nopeammin kuin mitä proteiinipitoisuus nousi. Lajikkeiden välillä oli BOGUSLAWSKIN (1965) tutkimuksissa se ero, että hyväsitkeillä lajikkeilla Zeleny-luvut paranivat proteiinipitoisuuden noustessa, mutta huonositkeillä selviä eroja ei todettu. Selostettavassa tutkimuksessa lienee lähinnä kysymys jälkimmäisestä tapauksesta, missä heikkositkeisten Linnan ja Elon Zeleny-luvut muuttuivat sangen vähän proteiinipitoisuuden noustessa.

Sadon leivinkelpoisuus

Varianssianalyysien tulokset leivintutkimuksista on esitetty Taulukossa 3. Yhteenveto leivintutkimusten tuloksista on esitetty Taulukossa 4.

Jyvien tuhkapitoisuudessa ei ollut typpilannoituksesta johtuvia merkitseviä eroja. FAJERSSON (1961) päätyi samaan tulokseen. MAY (1970) ei todennut syysvehnällä selviä muutoksia, kevätvehnällä tulos vaihteli eri tapauksissa.

Jauhatusteknillisiä ominaisuuksia osoittava jauhosaalis ei muuttunut merkitsevästi typpilannoituksesta johtuen, eikä mitään selvää suuntaakaan ollut havaittavissa. Samaa tulokseen tuli BENGTSOININ (1974). FAJERSSONIN (1961) ja MAYN (1970) tutkimuksissa typpilannoitus paransi vehnän jauhatusominaisuuksia lisäämällä jyvän kovuutta. Tämä johti jauhon parempaan rakeisuuteen sekä hienon jauhon ja leseän osuuden pienenemiseen. BRAUNIN (1970) mukaan aikainen typpilannoitus ei juuri vaikuttanut taikinan fysikaalisiin ominaisuuksiin, mutta myöhäinen typpilannoitus paransi niitä.

Taulukko 4. Typpilannoituksen ja sen ajoituksen vaikutus syysvehnän leivinkelpoisuuteen.
 Table 4. Effects of nitrogen application and its timing on the baking quality of winter wheat.

| Koejäsen Treatment | Tuhka Ash content | Jauho-saalis Flour yield | Prot. viljasta Grain protein | Kosteasitko Wet gluten | Kesto-luku Pishenke | Paisuntaluku Swelling number | Valorimetri- luku Valorimeter value | Venyvyys Extensibility | Venytyk- vastus Resistance to extension | Leipätilavuus Loaf volume | Leipoutuvuus Baking quality |
|--|----------------------|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------------|--|---------------------------|--|------------------------------|-----------------------------------|
| 50 N syksyllä autumn | 1.8 | 76 | 13.7 | 31 | 69 | 13.0 | 45 | 203 | 112 | 492 | 117 |
| 50 N keväällä spring | 1.8 | 74 | 13.7 | 32 | 62 | 10.7 | 44 | 200 | 130 | 538 | 139 |
| 100 N syksyllä autumn | 1.8 | 73 | 14.3 | 34 | 63 | 14.7 | 46 | 198 | 127 | 495 | 121 |
| 100 N keväällä spring | 1.8 | 75 | 14.6 | 35 | 51 | 13.7 | 45 | 218 | 113 | 473 | 110 |
| 50 N syksyllä + 50 N tähk. autumn at heading | 1.8 | 75 | 14.6 | 34 | 66 | 11.3 | 44 | 212 | 118 | 511 | 133 |
| 50 N keväällä + 50 N tähk. spring at heading | 1.9 | 73 | 15.8 | 36 | 74 | 12.3 | 48 | 212 | 117 | 500 | 119 |
| 100 N syksyllä + 50 N tähk. autumn at heading | 1.8 | 76 | 15.3 | 37 | 61 | 13.0 | 45 | 225 | 100 | 492 | 116 |
| 100 N keväällä + 50 N tähk. spring at heading | 1.7 | 74 | 15.8 | 37 | 75 | 11.0 | 44 | 225 | 108 | 510 | 130 |
| PME - LSD (5 %) | ns | ns | 1.3 | 3 | ns | ns | ns | 16 | 15 | 20 | 11 |

Jyvien ja jauhojen proteiinin määrää kuvaavissa luvuissa, proteiinipitoisuuksissa ja kostean sitkon määrässä, oli merkitseviä eroja. Proteiinipitoisuuksia on jo käsitelty sivulla 274. Kostean sitkon suhteen tulokset olivat yhtäpitäviä muiden tutkimusten kanssa (FAJERSSON 1961, KÜRTEEN 1964, BOGUSLAWSKI 1965, RAININKO 1966). Ne seurasivat proteiinipitoisuuksien muutoksia.

Sitkon laatua kuvaavissa keistoluvuissa ja paisuntaluvuissa ei ollut tyypilannoituksesta johtuvia merkitseviä eroja. Farinogrammista lasketuissa valorimetriluvuissa ei myöskään ollut merkitseviä eroja. Sen sijaan ekstensogrammin pituutta osoittavissa venyvyyksiluvuissa oli merkitseviä eroja, mitkä noudattivat melko hyvin proteiinin määrän tunnuslukuja. Saman totesi MAY (1970). Ekstensogrammin korkeutta kuvaavissa venytysvastuslukuissa oli myös merkitseviä eroja. Ne poikkesivat paremmuusjärjestyksessä selvästi venyvyyksiluvuista ja noudattivat enemmän muita sitkon laatua kuvaavia tunnuslukuja, keistolukua ja paisuntalukua.

FAJERSSON (1961) ja BOGUSLAWSKI (1965) totesivat, että tyypilannoituksen lisääminen ja suurten typpiannosten jakaminen paransivat sitkon laatua hyväsitkoisilla lajikkeilla, mutta ei heikkolaatuilla. RAININGON (1966) tutkimuksissa kevätvehnillä ei paisuntaluvuissa ollut selviä eroja, kuten ei tässäkin tutkimuksessa.

Leipätilavuus

Leivontakokeissa saaduissa leipätilavuuksissa oli useita merkitseviä eroja (Taulukot 4 ja 5). Tyypilannoitus vaikutti keskimääräiseen leipätilavuuteen siten, että paras tulos saatiin koejäsenestä N 50 kev. Sen sijaan runsas typpi-

Taulukko 5. Varianssianalyysi syysvehnän leivontatulokseen vaikuttavista tekijöistä.
Table 5. Analysis of variance of factors affecting results of baking test.

| | Leipätilavuus <i>Loaf volume</i> | Leivontaluku <i>Baking quality</i> |
|--|-------------------------------------|---------------------------------------|
| A. Lajike — <i>Cultivar</i> | *** | *** |
| B. Koejäsen — <i>Treatment</i> | *** | ** |
| C. Nostatusaika — <i>Fermentation time</i> | *** | * |
| D. Lisäaineet — <i>Additives</i> | *** | *** |
| AB | (*) | (*) |
| AC | * | ns |
| AD | *** | ns |
| BC | ns | ns |
| BD | ns | (*) |
| CD | *** | *** |
| ABC | ns | ns |
| ABD | ns | ns |
| ACD | *** | *** |
| BCD | ns | ns |

lannoitus keväällä (N 100 kev) antoi huonon leipätilavuuden. Jaettujen annosten aiheuttamat muutokset olivat pieniä ja epäjohdonmukaisia. BRAUN (1970) ja MAY (1970) puolestaan totesivat myöhäisen lisätyypen lisäävän leipätilavuutta sekä syys- että keväthevhillä. Samoin BENGSSON (1974) totesi tyypilannoituksen lisäämisen parantavan leipätilavuutta. Tämä ristiriita voi johtua siitä, että selostettavassa tutkimuksessa sadon proteiinipitoisuudet olivat kauttaaltaan niin korkeita, ettei lisätyppi enää pystynyt parantamaan leipätilavuutta.

Nostatusaika ja lisäaineet vaikuttivat myös merkittävästi leipätilavuuteen (Taulukot 5 ja 6). Myös niiden yhdysvaikutus (CD) oli merkittävä. Sekä nostatusajan jatkaminen että lisäaineiden käyttö paransivat selvästi leipätilavuutta. Yhdysvaikutus osoitti, että ilman lisäaineita vasta pisin nostatusaika vaikutti leipätilavuuteen, kun taas lisäaineita käytettäessä jo keskimääräinen nostatusaika oli selvästi lyhyttä aikaa parempi. Verrattaessa näitä eroja tyypilannoituksella saatuihin huomataan, että leivontatekniikan aiheuttamat erot olivat selvästi suuremmat kuin tyypilannoituksen aiheuttamat erot. Nämä erot olivat lisäksi tyypilannoituksesta riippumattomia, sillä yhdysvaikutukset koejäsen x nostatusaika (BC) ja koejäsen x lisäaineet (BD) eivät olleet merkittäviä.

Lajikkeet reagoivat eri tavalla sekä tyypilannoitukseen että leivontatekniikkaan (AB, AC, AD). Heikkolaatuisemmat Linna ja Elo reagoivat herkemmin kuin vahvasikoinen a7780 ja usein negatiivisesti. Viimeksimainitulla tyypilannoituksen lisääminen sen sijaan jopa paransi leipätilavuutta.

Taulukko 6. Nostatusajan ja lisäaineiden vaikutus syysvehnän leivinkelpoisuuteen.
Table 6. The effects of fermentation time and additives on the baking quality of winter wheat.

| Nostatusaika <i>Fermentation time</i> | Ilman lisäaineita <i>No additives</i> | | Lisäaineiden kanssa <i>With additives</i> | | Keskiarvo — <i>Mean</i> | |
|--|--|---|--|---|--------------------------------------|---|
| | Leipätilavuus <i>Bread volume</i> | Leipoutuvuus <i>Baking quality</i> | Leipätilavuus <i>Bread volume</i> | Leipoutuvuus <i>Baking quality</i> | Leipätilavuus <i>Bread volume</i> | Leipoutuvuus <i>Baking quality</i> |
| 30 + 40 | 440 | 107 | 512 | 135 | 476 | 121 |
| 30 + 60 | 436 | 100 | 563 | 140 | 499 | 120 |
| 30 + 80 | 509 | 123 | 554 | 135 | 531 | 129 |
| Keskiarvo <i>Mean</i> | 462 | 110 | 543 | 137 | — | — |

PME—LSD
(5 %)

| | | |
|--|----|----|
| Nostatusaika <i>Fermentation time</i> | 12 | 7 |
| Lisäaineet <i>Additives</i> | 10 | 6 |
| N × L | 17 | 10 |

Nostatusaikaan Linna reagoi heikosti (400, 420, 428), Elo ja a7780 selvemmin (Elo 478, 490, 541; a7780, 550, 591, 624). Lisäaineiden käyttöön kaikki lajikkeet reagoivat positiivisesti (Linna 388, 443; Elo 461, 545; ja a7780 537, 640).

Myös toisen asteen yhdysvaikutus ACD oli merkitsevä osoittaen, että jokaisella lajikkeella oli oma optimaalinen leivontatekniikkansa. Leivontatekniikan merkitystä eri lajikkeiden laadun arvostelmissa korostavat mm. SVENSSON ja FAJERSSON (1971).

Leipoutuvuus

Leipoutuvuusluvuissa, jotka ilmaisevat leivän tilavuutta ja rakennetta, oli myös typpilannoituksen aiheuttamia eroja (Taulukot 5 ja 6). Parhaat ja heikoimmat leipoutuvuusluvut olivat samoissa koejäsenissä kuin vastaavat leipätilavuudetkin, joskin pientä vaihtelua oli.

Leivontatekniikka vaikutti ilman lisäaineita leivottaessa leivontalukuihin saman suuntaisesti kuin leipätilavuuksiin (Taulukko 6). Lisäaineita käytettäessä ei nostatusaikojen välillä ollut enää merkitseviä eroja.

Lajikkeiden leipoutuvuuslukuihin typpilannoitus vaikutti jossain määrin eri tavalla (AB). Linna ja Elo reagoivat herkemmin ja yleensä negatiivisesti typpilannoituksen lisäämiseen, kun taas linjan a7780 leipoutuvuusluvut jopa hiukan paranivat typpilannoitusta lisättäessä.

Laatumäärittelysten merkitsevyys

Leivintutkimuksen tuloksista haluttiin selvittää, mitkä osamäärittelyt parhaiten selittäisivät leipätilavuutta ja leipoutuvuutta. Tätä varten laskettiin lineaarinen multiregressioanalyysi, jossa selittäjinä olivat jauhosaalis, tuhkapitoisuus, sakoluku, proteiinipitoisuus, kestoluku, sitkon määrä, valorimetrikulu, paisuntaluku, venyvyys, venytysvastus ja vedensitomiskyky. Lajikkeiden väliset erot poistettiin 01-muuttujilla. Multiregressioanalyysin tulokset on esitetty Taulukossa 7.

Taulukko 7. Multiregressioanalyysi leipätilavuuteen vaikuttavista tekijöistä
Table 7. Multiple regression analysis of the factors influencing loaf volume and baking quality.

| Selittäjä <i>Variable</i> | Leipätilavuus <i>Loaf volume</i> | | Leipoutuvuus <i>Baking quality</i> | |
|---|-------------------------------------|------|---------------------------------------|------|
| | b | r | b | r |
| Venytysovastus — <i>Resistance to extension</i> | 1.44 | 0.83 | 0.58 | 0.80 |
| Kestoluku — <i>Pelschenke value</i> | 0.52 | 0.39 | 0.24 | 0.39 |
| Lajikkeet — <i>Cultivars</i> | ns | ns | 11.86 | 0.46 |
| R ² | 90 % | — | 88 % | — |
| k | 301 | — | 35 | — |

Taulukko 8. Laatuanalyysien korreloituminen (r) leivontatutkimuksen tuloksiin.
 Table 8. Correlation of quality tests with the results of baking tests.

| | Leipätilavuus <i>Loaf volume</i> | Leipoutuvuus <i>Baking quality</i> |
|--|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Prot.-% — <i>Protein content</i> | +0.55** | +0.43* |
| Tuhka-% — <i>As content</i> | -0.33 | -0.40 |
| Sakoluku — <i>Falling number</i> | -0.77*** | -0.66*** |
| Vedensitomiskyky — <i>Water absorption capacity</i> | -0.35 | -0.38 |
| Jauhosaalis — <i>Flour yield</i> | +0.19 | +0.16 |
| Kestoluku — <i>Pelshenke value</i> | +0.81*** | +0.82*** |
| Sitkoluku — <i>Wet gluten</i> | +0.12 | +0.01 |
| Paisuntaluku — <i>Swelling number</i> | +0.85*** | +0.80*** |
| Valorimetriluku — <i>Valorimeter value</i> | +0.93*** | +0.87*** |
| Venyvyys — <i>Extensibility</i> | +0.49* | +0.43* |
| Venytysvastus — <i>Resistance to extension</i> | +0.94*** | +0.90*** |
| Lajike 1 — <i>Cultivar</i> | +0.41* | +0.73*** |
| Lajike 2 — <i>Cultivar</i> | +0.73*** | +0.98*** |

Leipätilavuutta selittäviksi merkitseviksi tekijöiksi tulivat malliin mukaan taikinan kimmoisuutta ja sitkon kestävyyttä kuvaavat venytysvastusluku ja keistoluku. Leipoutuvuuslukujen selittäjiksi tulivat samat tekijät sekä lisäksi lajiketijä, mikä on osoituksena lajikkeen perinnöllisten ominaisuuksien merkityksestä leivinkelpoisuuden perustekijänä. Näiden malliin mukaan tulneiden selittäjien lisäksi korreloivat eräät muutkin määritysarvot merkitsevästi leivontatutkimuksen tulosten kanssa (Taulukko 8).

Venytysvastuksen, keistoluvun ja lajiketijäin lisäksi oli korkea korrelaatiokerroin valorimetрилuvulla, paisuntaluvulla ja sakoluvulla. Viimeksimainittu korreloitui negatiivisesti leivontatulokseen, mikä johtunee sakolukujen korkeudesta tässä aineistossa. Proteiinipitoisuuden selittävyys oli suhteellisen huono.

Proteiinipitoisuuden huonon korreloitumisen leipätilavuuteen syysvehnillä totesi myös FAJERSSON (1951). Hänen mukaansa ylimääräisellä typpianoksella aikaansaatu lisäsitko on laadultaan niin huonoa, ettei se ole leivonnassa täysipainoista. BENGTSOININ (1974) tutkimuksissa puolestaan proteiinipitoisuuden ja leipätilavuuden välinen korrelaatio oli selvä.

Hollantilaisissa tutkimuksissa on todettu keistoluvun käyttökelpoisuus leivintutkimuksissa (MEPPELINK ym. 1959). POLLHAMER (1962) totesi myöhäisen typpilannoituksen lisäävän sitkon venyvyyttä, minkä hän totesi vaikuttavan haitallisesti leivontatulokseen. Syyksi hän totesi muuttuneen valkuaisaineostoituksen. BRAUNIN (1970) laskemassa multiregressioanalyysissä tulivat merkitseviksi selittäjiksi jauhun proteiinipitoisuus, taikinan vedenpidätyskyky ja taikinan venyvyys.

Leivontatutkimuksissa tehtyjen osamääritysten korreloitumisesta leipätilavuuteen on siis eri tapauksissa saatu jossain määrin toisistaan poikkeavia tuloksia. Nämä johtuvat ainakin osittain lajikeateriaalin erilaisuudesta (MAY 1970, BENGTTSSON 1974). Myös koeolosuhteilla, varsinkin käytetyillä lannoituksilla, sekä leivontatekniikalla on oma merkityksensä tulosten vaihtelevuuteen.

Yhteenveto

Syysvehnän typpilannoituksen määrää ja levityksen ajankohtaa selvittävässä tutkimuksessa vuosina 1968—70 Hankkijan kasvinjalostuslaitoksen Anttilan koetilalla päädyttiin seuraaviin tuloksiin:

- Edullisin levitysaika oli riippuvainen typpiannoksen suuruudesta. Käytetty pieni määrä, 50 kg/ha N, oli edullisinta antaa keväällä, kun taas 100 kg/ha N antoi parhaan tuloksen myöhään syksyllä käytettynä. Keväällä annettu 100 kg:n typpiannos osoittautui kerta-annoksena haitallisen suureksi. Sen jakaminen kahteen levityskertaan oli edullista. 150 kg:n typpiannoksen käyttö oli edullista vain, kun peruslannoituksena oli käytetty 100 kg/ha N syksyllä ja loppu 50 kg tähkimisen alussa.
- Suuret kerta-annokset typpeä alensivat hl-painoa. 1 000 jp:ssa ei ollut merkitseviä eroja.
- Sakoluvuissa ei ollut typpilannoituksesta johtuvia eroja.
- Jyvien proteiinipitoisuus oli sitä korkeampi mitä suurempaa typpiannosta käytettiin. Jaettu typpiannos tuotti korkeampia proteiinipitoisuuksia kuin suuri kerta-annos.
- Zeleny-luvut olivat yleensä korkeampia, jos kaikki typpi annettiin saman kasvukauden aikana.
- Jyvien tuhkapitoisuudessa ja jauhosaaliissa ei ollut typpilannoituksesta johtuvia eroja.
- Jauhon kostean sitkon määrä noudatti proteiinipitoisuutta. Kestoluvussa ja paisuntaluvussa ei ollut eroja.
- Valorimetriluvuissa ei ollut merkitseviä eroja. Sen sijaan ekstensogrammin pituus eli taikinan venyvyys noudatti proteiinipitoisuutta. Ekstensogrammin korkeus eli venytysvastus korreloi paremmin paisuntalukuihin.
- Taikinan vedensitomiskyvyssä ei ollut merkitseviä eroja, joskin suunta oli paraneva typpimäärän lisääntyessä.
- Leipätilavuutta selittivät parhaiten venytysvastusluku ja kestoluku, leipoutuvuutta edellisten lisäksi lajike.
- Nostusaika ja lisäaineiden käyttö leivonnassa vaikuttivat vähintään yhtä paljon leivontatulokseen kuin typpilannoitus.
- Käytetyt lajikkeet reagoivat eri tavalla typpilannoitukseen. Heikkositkoisten Linnan ja Elon leivontatulos muuttui suurilla typpiannoksilla käytettäessä yleensä negatiiviseen suuntaan, kun taas vahvasitkoinen linja a7780 reagoi lievemmin ja osittain jopa positiivisesti typpilannoituksen lisäämiseen.

KIRJALLISUUTTA

- BENGTSSON, A. 1974. Kombinerade sort- och kvävegödslingförsök med höstvet. Lantbr.-högsk. Medd. A 223: 1–33.
- BOGUSLAWSKI, E. 1965. Düngung, Ertrag und Qualität bei Weizen. Getreide und Mehl 15: 19–20.
- BRAUN, H. 1970. Die Erzeugung proteinreicher Aufmischweizen mit Hilfe ausgewählter Sorten und spezifischer Ernährungsbedingungen. Z. Acker Pfl.bau 132: 135–150.
- FAJERSSON, F. 1951. Råproteinhalt och brödvolum. Agri Hort. Gen. 9: 1–9.
- » — 1961. Nitrogen fertilization and wheat quality. Agr. Hort. Gen. 19: 1–176.
- KOLDERUP, F. 1974. Effect of nitrate, sulphate and time of fertilizer application on protein production in wheat. Meld. Norg. Landbr.høgskole 53, 10: 1–26.
- KÜRTEN, P. W. 1964. Düngung vom Qualitätsweizen. Boden und Pflanze, 1964: 32–47.
- KÖYLJÄRVI, J. 1969. Näinkin voi käydä. Koetoim. ja Käyt. 26: 37.
- » — 1972. Syysviljojen typpi syys-, talvi- vai kevätleivityksenä. Koetoim. ja Käyt. 29: 38.
- LAMPINEN, R. 1971. Typpilannoitusko syysvehnän laadun parantaja? Käytännön Maamies 1971, 2: 16–17.
- MAY, H. 1970. Über müllerei- und bäckereitechnologische sowie einige ernährungsfysiologische Qualitätseigenschaften bei Weizen unter dem Einfluss von Sorte und Stickstoff—Spätdüngung. Giessen 1970. Diss. 272 p.
- MEPPELINK, E. K., BELDEROK, B. & de RUITER, D. 1959. Ergebnisse einer Vergleichsuntersuchung von Methoden zur Bestimmung des Backwertes von kleinen Weizenmustern. Getreide und Mehl 9: 125–130.
- MUKULA, J. & TEITTINEN, P. 1973. Typpilannoituksen, kasvutiheyden ja rikkakasvien torjunnan vaikutus kevätnäköisen lakoutumiseen. Kehittyvä Maatalous 14: 10–14.
- PESSI, Y., YLÄNEN, M., LESKELÄ, A. & SYVÄLAHTI, J. 1971. Autumn and winter application of nitrogen fertilizers on clay soils. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 43: 76–85.
- POLLHAMER, S. 1962. Some problems of quality and quality test in wheat. Symp. Gen. Wheat Breeding 1962: 329–352.
- RANINKO, K. 1966. Myöhäisen typpilannoituksen vaikutus kevätnäköisen satoon ja leivinnäisyyksiin. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 38: 140–149.
- SVENSSON, G. & FAJERSSON, F. 1971. Einfluss der Weizensorte auf die Backergebnisse bei variierender Backmethodik. Die Mühle 108: 757–758, 751.