

Maatalouden tutkimuskeskus
Kirjasto

LAJIKKEEN JA TULEENTUMISAJAN VAIKUTUS KEVÄT-
VEHNÄN JYVIEN MINERAALIPITOISUUTEEN

ULLA LALLUKKA

Helsingin yliopiston kasvinviljelytieteen laitos

Saapunut 16. 1. 1970

Vehnän jyvien kivennäisainekoostumusta on meillä toistaiseksi tutkittu hyvin vähän. Kuitenkin mineraalipitoisuuksiin tullaan todennäköisesti kiinnittämään huomiota laatuvaatimusten kasvaessa ylituotannon mukana.

Kylvösiemenen tuotannossa ei jyvän ravinnepitoisuus liene myöskään merkityksetön tasaisen orastumisen saavuttamiseksi sekä runsaan ja hyvälaatuisen sadon tuottamiseksi.

Leipäviljan laatua arvosteltaessa on otettava huomioon sekä jyvien ravinto-opillinen arvo että viljan hyvyys leivonnassa ja sen kestävyys tähkäidäntää vastaan.

Viljatuotteiden ravinto-opillinen arvo riippuu olennaisesti jauhatuksesta. Jyvän sisäosien mineraalipitoisuus on vähäisempi kuin uloimpien kerrosten, kuitenkin joitain alkuaineita (Na, Ca, Fe ja Cu) on enemmän jyvän sisäosissa kuin kuorikerroksessa (MORRIS ym. 1945). Kokojyvätuotteina viljat muodostavat tärkeän kivennäisainelähteen ihmisten ja eläinten ravitsemuksessa (ROINE 1953, PETERSON 1965). Jyvien mineraalipitoisuuden vaikutusta vehnän leipoutuvuuteen ovat tutkineet mm. SULLIVAN ja NEAR (1927) sekä BEQUETTE ym. (1963). Mineraalipitoisuuden mahdollista vaikutusta vehnän tähkäidäntäherkkyyteen ei liene paljon tutkittu.

Koska vehnälaajikkeiden välillä on eroja sekä leivinkelpoisuudessa että tähkäidännän kestävyudessa, kiinnitettiin tässä tutkimuksessa huomiota yleisimmin viljeltyjen kevätvehnälajikkeittemme mineraalipitoisuuksiin. Tutkimuksessa seurattiin myös jyvän kivennäisainekoostumusta tuleentumisen eri vaiheissa.

Tutkimusaineisto ja menetelmät

Viikissä järjestettiin vuosina 1966—68 kevätvehnällä kenttäkokeita, joiden jyväsadosta määritettiin kaikkien pääravinteiden sekä eräiden hivenravinteiden osuudet. Kokeet olivat osa laajempaa tutkimusta lajikkeen ja korjuuajan vaikutuksesta vehnän laatuun. Lajikkeita oli kokeissa viisi: Apu, Norröna, Timantti, Touko ja Svenno. Korjuu suoritettiin maito-, kelta-, täys- ja ylitulcentumisasteella.

K, Ca, Mg, Mn, Zn, Fe ja Cu määritettiin viljarouheen tuhkan 0.01-n HCl-uuhteesta atomiabsorptiospektrofotometrillä. Fosforin pitoisuus mitattiin tuhkan suolahappouut-
teesta kolorimetrisesti molybdensinin menetelmällä (KAILA 1955).

Tulokset ja niiden tarkastelua

Lajikkeiden kivennäisainekoostumus. Vehnän jyvien pääraavinne-
pitoisuudet on esitetty taulukossa 1. Lajikkeiden kivennäisainepitoisuudet erosivat useissa

Taulukko 1. Vehnälajikkeiden jyvien kuiva-aineen pääraavinnepitoisuudet.

Table 1. Major element contents of dry matter in grains of some spring wheat varieties.

	Lajike — Variety				Svenno	PME—LSD * (P 95 %)
	Apu	Norröna	Timantti Diamond	Touko		
Fosfori — P						
%						
1966	0.358	0.422	0.457	0.485	0.444	0.028
1967	0.417	0.411	0.471	0.466	0.443	0.013
1968	0.366	0.344	0.395	0.396	0.382	0.006
Keskim. Average	0.380	0.392	0.441	0.449	0.423	..
Kalium — K						
%						
1966	0.332	0.374	0.329	0.347	0.358	0.016
1967	0.471	0.528	0.451	0.446	0.486	0.011
1968	0.489	0.545	0.458	0.475	0.523	0.009
Keskim. Average	0.431	0.482	0.413	0.423	0.457	..
Magnesium — Mg						
%						
1966	0.14	0.15	0.17	0.18	0.15	0.008
1967	0.146	0.138	0.163	0.172	0.147	0.009
1968	0.144	0.139	0.154	0.161	0.142	0.007
Keskim. Average	0.143	0.141	0.162	0.171	0.146	..
Kalsium — Ca						
ppm						
1966	375	290	331	378	285	20
1967	259	185	185	270	204	8
1968	488	375	439	445	340	14
Keskim. Average	374	283	318	364	276	..

tapauksissa merkitsevästi toisistaan. Poikkeuksena olivat Timantti ja Touko, joissa usei-
den mineraalienpitoisuudet olivat keskenään lähes samansuuruisia, mutta poikkesivat
merkitsevästi muiden lajikkeiden kivennäisainemääristä. Fosforinpitoisuus oli suurin
Timantti- ja Touko-vehnien jyvissä ja alhaisin Apu- ja Norröna-lajikkeissa. Svenno-veh-

nässä oli fosforia jonkin verran vähemmän kuin Touko- ja Timantti-vehnissä, mutta enemmän kuin Apu- ja Norröna-vehnissä. Erot olivat tilastollisesti merkitseviä. Kaliuminpitoisuudet olivat runsaimmat Norröna-lajikkeessa, pienimmät Timantti- ja Touko-vehnissä. Yleensä lajikkeiden kaliumin määrät erosivat toisistaan merkitsevästi. Magnesiuminpitoisuuden perusteella oli lajikkeiden järjestys päinvastainen kuin kaliumin määrien ollessa kysymyksessä. Tämän tosiasian selittänee kalium- ja magnesiumionien välinen antagonismi. Kalsiuminpitoisuudet olivat Apu-, Touko- ja Timantti-vehnissä yleensä erittäin merkitsevästi korkeammat kuin Svenno- ja Norröna-vehnissä. Tutkitussa aineistossa magnesiuminpitoisuus näytti olevan korkea ja kaliuminpitoisuus vähäinen lajikkeilla, joiden leivinkelpoisuus on hyvä. Tulos on yhdenmukainen SULLIVANIN ja NEARIN (1927) tutkimusten kanssa, joissa todettiin korkean magnesiuminpitoisuuden olevan tyypillistä vahvoille vehnille. McCALLA ja WOODFORD (1935) taas havaitsivat, että rajoitettu kaliumin saanti vaikutti edullisesti vehnän leipoutuvuuteen.

Viikin kokeissa voitiin myös todeta eroja tähkäidäntää kestävien ja tähkäidännälle alttiiden lajikkeiden jyvien mineraalipitoisuuksissa. Korkea magnesiumin-, kalsiumin-

Taulukko 2. Vehnälajikkeiden jyvien kuiva-aineen hivenravinnepitoisuudet.

Table 2. Trace element contents of dry matter in grains of some spring wheat varieties.

	Lajike — Variety				PME — LSD	
	Apu	Norröna	Timantti Diamond	Touko	Svenno	*
Mangaani — Mn						
ppm						
1966	39.7	45.4	60.9	62.3	56.1	4.6
1967	53.1	40.9	52.5	53.9	44.5	1.6
1968	72.7	65.0	74.1	76.6	65.8	3.0
Keskim. Average	55.2	50.4	62.5	64.3	55.5	..
Sinkki — Zn						
ppm						
1966	49.8	42.6	48.5	53.2	44.6	3.2
1967	36.3	25.0	33.1	33.8	25.0	1.5
1968	73.1	52.8	57.5	56.2	50.2	3.0
Keskim. Average	54.1	40.1	46.4	47.7	39.9	..
Rauta — Fe						
ppm						
1966	49.6	47.0	56.0	56.8	47.0	..
1967	59.0	40.2	53.6	38.3	51.1	..
1968	67.6	52.8	57.5	59.3	50.2	3.5
Keskim. Average	58.7	46.6	55.7	51.5	49.4	..
Kupari — Cu						
ppm						
1966	8.9	6.3	4.0	5.0	4.9	..
1967	8.9	6.1	5.6	9.0	7.7	..
Keskim. Average	8.9	6.2	4.8	7.0	5.6	..

ja fosforinpitoisuus sekä vähäinen kaliuminpitoisuus näytti olevan ominaista Touko- ja Timantti-vehnille, jotka tunnetaan kestävinä lajikkeina tähkäidäntää vastaan (SUOMELA 1968).

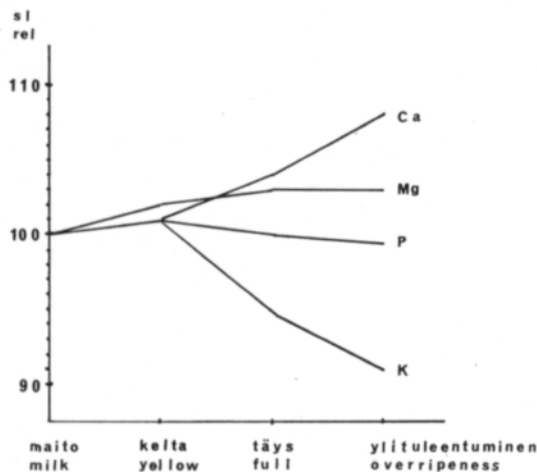
Vehnän jyvien hivenravinnepitoisuudet ilmenevättäulukosta 2. Timantti ja Touko sisälsivät runsaammin mangaania kuin muut tutkitut lajikkeet. Apu-vennässä todettiin korkeimmat sinkin, raudan ja kuparin pitoisuudet. Svenno- ja Norröna-lajikkeissa oli hivenaineita yleensä vähemmän kuin muissa tutkituissa lajikkeissa.

Vehnän jyvien kivennäisainekoostumus tuleentumisen eri vaiheissa. Jyvien pääravinteiden pitoisuudet tuleentumisen edistyessä on esitetty taulukossa 3 ja kuvassa 1. Fosforin- ja magnesiuminpitoisuudet eivät muuttuneet tilastollisesti merkitsevästi jyvän tuleentumisen aikana. Kaliumin- ja kalsiuminpitoisuuksissa havaittiin merkitseviä eroja eri tuleentumisvaiheissa. Kaliuminpitoisuus oli suurempi jyvän kehityksen alkuvaiheessa kuin täystuleentuneessa jyvässä, kalsiuminpitoisuus taas

Taulukko 3. Jyvien kuiva-aineen pääravinteiden pitoisuudet eri tuleentumisaikoina.

Table 3. Major element contents of dry matter in ripening grains.

	Tuleentumisvaihe — Ripening stage				P M E — L S D *
	maito Milk- ripeness	kelta Yellow- ripeness	täys Full- ripeness	yli Over- ripeness	
Fosfori — P					
%					
1966	0.436	0.441	0.431	0.425	ei merk. eroja
1967	0.437	0.446	0.438	0.445	no significant diff.
1968	0.375	0.378	0.381	0.372	
Keskim. Average	0.416	0.422	0.417	0.414	
Kalium — K					
%					
1966	0.365	0.367	0.344	0.316	0.016
1967	0.501	0.482	0.460	0.463	0.014
1968	0.510	0.538	0.505	0.474	0.011
Keskim. Average	0.459	0.462	0.436	0.418	..
Magnesium — Mg					
%					
1966	0.16	0.16	0.16	0.16	
1967	0.149	0.155	0.154	0.154	ei merk. eroja
1968	0.145	0.146	0.151	0.150	no significant diff.
Keskim. Average	0.151	0.154	0.155	0.155	
Kalsium — Ca					
ppm					
1966	317	321	330	359	18
1967	212	225	220	225	8
1968	410	403	427	430	13
Keskim. Average	313	316	326	338	..



Kuva 1. Vehnän jyvien pääravinteiden pitoisuuksien kehitys tuleentumiskautena.

Fig. 1. Changes in the major element contents of wheat grains during ripening.

näytti lisääntyvän tuleentumisen edistyessä. Tulos on yhdenmukainen SCHARRERIN ja MENGELIN (1960) tutkimusten kanssa. He määrittivät eri ikäisten lehtien ravinnepitoisuuksia ja havaitsivat, että nuoret kasvinosat sisälsivät runsaammin kaliumia ja niukemmin kalsiumia kuin vanhat kasvinosat. Hivenravinteiden määrissä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja tuleentumisen eri vaiheissa.

Tutkimustuloksien perusteella laskettujen alkuaineiden pitoisuuksien keskiarvot olivat seuraavat:

P %	K %	Mg %	Ca ppm	Mn ppm	Zn ppm	Fe ppm	Cu ppm
0.417	0.441	0.153	323	57.6	45.6	52.4	7.5

Kaliumin, magnesiumin, kuparin, raudan ja sinkin pitoisuudet olivat samansuuruisia kuin BOOTHIN ym. (1946) esittämät arvot, jotka ovat keskiarvoja useista ulkomaisista tutkimuksista. Kalsiumin pitoisuudet olivat ulkomaisissa vehnissä keskimäärin korkeampia kuin tämän tutkimuksen mukaan, fosforia ja mangaania tutkituissa näytteissä oli runsaammin. LAKANEN (1969) on tutkinut suomalaisten vehnien kivennäisainepitoisuuksia Kuopion ja Korian viljavarastojen alueilta kerätyistä näytteistä. Tämän tutkimuksen tulokset ovat hyvin samansuuntaiset LAKASEN määritysten kanssa. Fosforia oli Viikin vehnissä runsaammin, rautaa ja kuparia niukemmin kuin LAKASEN näytteissä. Eroavuudet voivat johtua monista tekijöistä. REITHIN (1965) mukaan kasvien kivennäisainekoostumukseen vaikuttavat lähinnä lannoitus, maalaji, maan happamuus, ojitus, maan kosteus ja lämpötila, kasvilaji ja lajike sekä kasvin kehitysaste. Kivennäisainemääritysten kriittistä vertailua on senvuoksi vaikea suorittaa tuntematta kulloinkin kysymyksessä olevia viljelyoloja.

Mineraalipitoisuuksien vuosittaiset vaihtelut. Vuosittaisia tuloksia tarkasteltaessa havaittiin, että muutamien mineraalien pitoisuuksissa esiintyi suuria vaihteluita. Kun verrattiin kivennäisainemääriä maan ravinnetilatutkimuksiin (taulukko 4), voitiin todeta, että vuosien väliset vaihtelut eivät olleet yksinomaan kasvu-alueen erilaisuudesta johtuvia.

Koekentän lannoitus oli vuosittain samanlainen. Sensijaan koevuosien erilaiset lämpötila- ja kosteusolot (taulukko 5) saattoivat vaikuttaa satojen mineraalipitoisuuksiin.

Taulukko 4. Koekentän viljavuusanalyysit vuosina 1966—68. Ravinteiden pitoisuudet on ilmoitettu mg/l.
 Table 4. Nutrient contents, pH and type of soil in the experimental field in 1966—68. Nutrient contents expressed in mg/l.

	1966	1967	1968
Kalium — K	155	150	150
Kalsium — Ca	2100	1475	1625
Fosfori — P	8.8	6.6	9.3
Magnesium — Mg	82	82	50
Mangaani — Mn	..	9.2	7.0
Kupari — Cu	..	9.3	10.0
pH	5.8	5.1	5.6
Maalaji <i>Type of soil</i>	Ht <i>Fine sand</i>	Ht <i>Fine sand</i>	hkHHt <i>Sandy fine sand</i>

Taulukko 5. Kasvukausien keskilämpötilojen ja sademäärien poikkeamat normaalista vuosina 1966—68 Viikissä.

Table 5. Mean temperature and rainfall in May-September in 1966—68 at Viikki, expressed as deviations from normal.

Kuukausi <i>Month</i>	Lämpötila °C <i>Temperature °C</i>				Sademäärä mm <i>Rainfall mm</i>			
	Norm. <i>Normal</i>	Poikkeama norm:sta <i>Deviation from normal</i>			Norm. <i>Normal</i>	Poikkeama norm:sta <i>Deviation from normal</i>		
		1966	1967	1968		1966	1967	1968
Touko <i>May</i>	9.3	-0.3	+0.7	-1.8	37	-21	+14	+50
Kesä <i>June</i>	14.5	+1.8	-1.1	+1.5	47	-21	-25	-4
Heinä <i>July</i>	17.8	-0.4	-1.7	-2.9	62	+6	-25	-5
Elo <i>August</i>	16.5	-2.0	-0.8	-0.2	66	-16	+43	-13
Syys <i>Sept.</i>	11.7	-2.5	+0.8	-0.7	66	+2	+7	-17

NIELSEN ym. (1960) ovat todenneet maan lämpötilan vaikuttavan kauran kivennäisainepitoisuuksiin. He havaitsivat, että korkeimmat mineraalipitoisuudet saavutettiin lämpötiloissa, joissa satokin muodostui suurimmaksi. Kosteuden vaikutusta kivennäisainepitoisuuksiin on tutkinut SIMPSON (1960 a ja b). Hänen kokeissaan kauran ja perunan fosforipitoisuus näytti suurenevan maan kosteuden lisääntyessä.

Kun tämä tutkimus käsitti vain 3 vuotta, ja maan lämpötila- ja kosteusarvoja ei ollut käytettävissä, jää lämpö- ja kosteusolojen vaikutus näiden näytteiden ravinnepitoisuuksiin epäselväksi.

T h t e e n v e t o

Kevätvehnäajikkeiden jyvien pää- ja hivenravinnepitoisuuksien välillä todettiin tilastollisesti merkitseviä eroja.

Tähkädäntää kestävien Touko- ja Timantti-vehnien mineraalipitoisuudet olivat yleensä hyvin samankaltaiset ja erosivat merkitsevästi muista lajikkeista. Touko ja Timantti sisälsivät runsaasti magnesiumia, mangaania, kalsiumia ja fosforia sekä niukasti kaliumia.

Jyvän tuleentumisen edistyessä sen kaliuminpitoisuus väheni ja kalsiuminpitoisuus lisääntyi. Muiden kivennäisainepitoisuuksissa ei havaittu eroja tuleentumisen aikana.

Mineraalipitoisuuksien vuosittaiset vaihtelut olivat huomattavat.

KIRJALLISUUTTA

- BEQUETTE, R. K., WATSON, C. A., MILLER, B. S., JOHNSON, J. A. & SCHRENK, W. G. 1963. Mineral composition of gluten, starch and water soluble fraction of wheat flour and its relationship to flour quality. *Agron. J.* 55: 537—542.
- BOOTH, R. G., CATER, R. H., JONES, W. W. & MORAN, T. 1946. *The Nation's Food*. (Ref. Kent-Jones, W. W. & Amos, A. J. 1957).
- KAILA, A. 1955. Studies on the colorimetric determination of phosphorus in soil extracts. *Acta Agr. Fenn.* 83: 25—47.
- KENT-JONES, W. W. & AMOS, A. J. 1957. *Modern Cereal Chemistry* 817 p. The Northern Publ. Co., Ltd Liverpool.
- LAKANEN, E. 1969. Viljan kivennäisainekoostumuksesta. *Koetöim. ja Käyt.* 26: 31.
- MAC CALLA, A. J. & WOODFORD, E. K. 1935. The effect of potassium supply on the composition and quality of wheat II. *Can. J. Res.* 13 C: 339—354.
- MORRIS, V. H., PASCOE, E. D. & ALEXANDER, T. L. 1945. Studies of the composition of wheat kernel II. Distribution of certain inorganic elements in center sections. *Cer. Chem.* 22: 361—371.
- NIELSEN, K. F., HALSTEAD, R. L., MAC LEAN, A. J., HOLMES, R. M. & BOURGET, S. J. 1960. The influence of soil temperature on the growth and mineral composition of oats. *Can. J. Soil Sci.* 40: 255—263.
- PETERSON, R. F. 1965. *Wheat*. 422 p. Leonard Hill Books, London.
- REITH, J. W. S. 1965. Mineral composition of crops. *N.A.A.S. Quart. Rev.* 68: 150—156.
- ROINE, P. 1953. Hivenalkuaineet ihmisen ja eläinten ravitsemuksessa. *Suom. Kemistilehti* 26: 181—184.
- SCHARRER, K. & MENGEL, K. 1960. Aufnahme und Verteilung der Kationen Ca, Mg, K und Na in der Pflanze bei varierter K- und Mg-Düngung sowie bei extra-radikaler K-Versorgung. *Plant and Soil* 12: 377.
- SIMPSON, K. 1960 a. Effect of supplementing rainfall on the uptake of phosphorus from superphosphate by potatoes. *J. Sci. Food. Agric.* 11: 71—79.
- 1960 b. Effect of soil temperature and moisture on uptake of phosphorus by oats. *Ibid.* 11: 449—456.
- SULLIVAN, B. & NEAR, C. 1927. Relation of the magnesium in the ash and the lipid-protein ratio to the quality of wheats. *J. Am. Chem. Soc.* 49: 467—472.
- SUOMELA, H. 1968. Värvetesorternas utbredning och kvalitet i Finland år 1965. *Nord. Cer.kemistför. och Nord. Cerealistförb. Kongr. Stockholm 1966*: 147—159.

SUMMARY

EFFECTS OF VARIETY AND RIPENING TIME UPON THE MINERAL CONTENTS OF GRAINS OF SPRING WHEAT

ULLA LALLUKKA

Department of Plant Husbandry, University of Helsinki

The contents of major and certain trace elements in grains of various spring wheat varieties harvested from field trials at different stages of ripening were investigated at Viikki in 1966—68.

Statistically significant differences between the varieties were found in terms of major and trace element contents (Tables 1 and 2).

The mineral contents of two of the varieties, Touko and Diamond (Timantti), known as resistant to sprouting in the ear, generally corresponded to each other and differed significantly from the other varieties. Touko and Diamond contained abundant magnesium, manganese, calcium and phosphorus but only small amounts of potassium.

In the course of ripening, the potassium content of grains decreased and that of calcium increased. There were no changes in the contents of other minerals during ripening (Fig. 1).

Substantial annual variations in mineral contents were revealed.