

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

PAIKALLISKOETOIMISTON TIEDOTE N:o 1

Helvi Marjanen:

— Syysviljojen talvehtimisestä paikalliskokeiden
koetulosten valossa

HELSINKI 1975

Maatalouden tutkimuskeskus (MTTK)
PAIKALLISKOETOIMISTON TIEDOTE N:o 1

Helvi Marjanen:

S Y Y S V I L J O J E N T A L V E H T I M I S E S T A
P A I K A L L I S K O K E I D E N K O E T U L O S T E N
V A L O S S A

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
JOHDANTO	1
AINEISTO	2
Koesiemen ja kokeiden suoritus	4
Ilmastohavainnot	7
FYSIOGEEENISTEN TALVEHTIMISTEKIJÖITTEN VAIKUTUKSIA TOIVO-RUKIIN JYVÄSATOON	9
Syksyn sääoloja edustavat tekijät	9 - 12
Syyskuun keskilämpötila	9
Vuorokauden keskilämpötilan +10°C:een alenemisen ajankohta	11
Varhaiskevään sääoloja edustavat tekijät	13 - 16
Huhtikuun keskilämpötila	13
Huhtikuun 15. päivänä mitatun lumen paksuus	13
KVINTOTSEENIKASITTELYN MERKITYS SYYSRUKIIN TALVI- TUHOSIENIEN TORJUNNASSA	16
KYLVÖAIKA SYYSVILJOJEN SATOON VAIKUTTAVANA TEKIJÄNÄ	19
Syysrukiin kylvöaika	21
Syysvehnän kylvöaika	26
TIIVISTELMÄ	29
KIRJALLISUUSLUETTELO	31

Helsinki 1975

JOHDANTO

Suomessa viljellään syysviljoina ruista (Secale cereale L.) ja syysvehnää (Triticum aestivum U.), joiden yhteinen viljelyala v. 1974 oli 127.400 ha eli 4.8 % peltoalasta. Syysviljojen viljelyalojen ja hehtaarisatojen muutokset viisivuotiskausittain vuodesta 1920 vuoteen 1974 nähdään seuraavasta yhdistelmästä, johon luvut on saatu osaksi suoraan ja osaksi keskiarvoina maatalouden vuositilastojen luvuista (ANON. 1920-1974):

Vuodet	Viljelyala % peltoalasta syysvehnä	% peltoalasta syysruis	Hehtaarisato 100 kg/ha syysvehnä	100 kg/ha syysruis
1920-24	0.4	11.1	13.4	11.5
25-29	0.4	10.3	16.4	13.8
30-34	0.6	9.4	18.0	15.6
35-39	1.0	9.1	19.7	15.0
40-44	0.6	7.0	13.4	11.7
45-49	0.6	6.2	15.7	12.3
50-54	0.6	4.2	18.1	15.2
55-59	0.7	3.4	18.0	14.3
60-64	0.9	3.5	20.7	15.1
65-69	2.2	3.3	24.8	16.3
70-74	2.0	2.5	27.3	20.9

Rukiin viljelyalan osuus ko. ajanjaksona on laskenut viidennen osaan siitä, mitä sen hallussa oli vuonna 1920 peltoalasta, mutta keskimääräiset hehtaarisadot ovat nousseet kaksinkertaisiksi.

Tänä 54-vuotiskautena on syysvehnän viljelyalassa ollut yllättäviä lisäyksiä, ensin se nousi 2 1/2 kertaiseksi vuoteen 1939 mennessä ja sitten n. 25 vuoden lamakauden jälkeen vuosina 1965-74 5 kertaiseksi ja hehtaarisadot ovat samoin aikoina nousseet ensin puolitoista ja sitten kaksinkertaisiksi.

Syysviljojen menestyminen riippuu ratkaisevasti talvehtimisesta. Osa talvehtimiseen vaikuttavista tekijöistä on viljelijän määrättävissä ja osa hänen vaikutuksensa ulkopuolella.

Useat tutkijat ovat analysoineet talvehtimistekijöitä. Niiden tarkastelu on kirjallisuuden perusteella jaettavissa neljään ryhmään:

- 1) fysiogeeniset tekijät: 1. sääolot: lämpötila ja sademäärä sekä pääasiassa näistä edelleen johtuvat pakkanen, lumi, routa, jääpolte, pintavesi ja hapenpuute 2. oraiden ominaisuudet: kehitysaste ja karaistuminen sekä 3. kasvualusta
- 2) patogeeniset tekijät: 1. siemenen mukana kulkevat ja 2. oraita vioittavat taudinaiheuttajat sekä näiden torjuntatavat
- 3) tuhohyönteiset ja niiden torjunta
- 4) muut tekijät: 1. kasvilajike 2. kylvösiemenen laatu 3. kylvösiemenen määrä ja 4. kylvöaika

Näistä valittiin lämpötilan, lumipeitteen, talvituhosienitorjunnan ja kylvöajan vaikutukset paikalliskoetulosten perusteella tilastollisesti vertailtaviksi suoraan satotuloksiin.

AINEISTO

Talvehtimiskysymys on siinä määrin monitahoinen, että sen tutkimista sellaisenaan ei ole pidetty paikallisen kasvinviljelykoe-toiminnan alaan kuuluvana. Tarkasteltaessa syysviljojen talventimiseen vaikuttavia tekijöitä ja toisaalta laajaa paikalliskokeina suoritettujen syysviljan lajikekokeiden koetulosaineistoa voitiin todeta, että ko. aineisto ja siihen liittyvät talvituhosienien torjuntakokeiden tulokset tarjosivat mahdollisuuden tutkia tilastollisesti muutamien talventimistekijöitten vaikutuksia satotuloksiin.

Koeaineiston muodostavat yksityisten maanviljelijöiden tiloil-la Maatalouden tutkimuskeskuksen paikalliskoetoimiston ja maatalousneuvontajärjestöjen yhteistyönä vuosina 1931-1965 paikalliskokeina suorittamien syysvehnän ja -rukiin lajikekokeiden koetulokset. Syysvehnän osalta tutkimus käsittää 899 kokeen ja syysrukiin osalta 2366 kokeen koetulokset. Tutkimuksen ulkopuolelle on näiden vuosien aikana suoritetuista kokeista jätetty vain ilmeisen virheelliset koetulokset. Karsintaperusteina ovat olleet esim. eläinten aiheuttamat tallaamiset ja kasvustojen syönnit, liian suuri koevirhe tai koeselostuksien puutteellisuus. Sen sijaan hallan, maan kasvukunnon ja ravinnesuhteitten, kasvukesän sään, tuhohyönteisten, tuhosiendien, lakoutumisen ja tähkäidännän,

ym. tuhojen takia ei koetuloksia ole karsittu, mikäli kokeista on saatu punnitut koetulokset jyvänä. Paikalliskokeita suorittavien neuvojien suuri kokemus kokeiden järjestämisessä on saanut aikaan sen, että kokeiden suoritustyön taso on yleensä ollut hyvä eikä karsintaa ole sanottavasti tarvittu.

Taulukoista 1 ja 2 selviävät tutkimuksissa käytettyjen syysruis- ja syysvehnäkokeiden lukumäärät vuosittain ja lajikkeittain. Koetuloksia on saatu näiden vuosien aikana seuraavista syysruislajikkeista: Toivo, Härmä, Oiva, Sangaste, Ensi, Pekka, Onni ja Visa sekä seuraavista syysvehnälaajikkeista: Varma, Pohjola, Olympia, Vakka, Antti, Elo ja Linna.

Taulukko 1. Tutkimuksessa käytettyjen syysruiskokeiden lukumäärät vuosittain ja lajikkeittain.

Vuodet	Kokeiden lukumäärä							Kokeita yht.	
	Toivo	Härmä	Oiva	Sangaste	Ensi	Pekka	Onni		Visa
1931/32	14	14	3	7					38
1932/33	46	11		23					80
1933/34	97	56	96	43					292
1934/35	95	62	91	48					296
1935/36	100	66	87	58					311
1936/37	74	64	73	47	40				298
1937/38	46	26	43	36	37				188
1938/39	19	1	19	13	17				69
1939/40	23		21	20	16				80
1940/41	18		18	13	16				65
1941/42									
1942/43	10	1	9	5		10			35
1943/44	2		2	2	2	2			10
1944/45									
1945/46	3		14	11	8	9	3		48
1946/47	22	1	16	11	10	21	20		101
1947/48	5		4		4	3	4		20
1948/49									
1949/50	19		15		20	9	16		79
1950/51									
1951/52	6				5	6	5		22
1952/53	2		1		2	2	2		9
1953/54	11				11	11	11		44
1954/55	5				4	3	5	5	22
1955/56									
1956/57	6				6	6	6	6	30
1957/58	6				6	6	5	5	28
1958/59	6				6	4	4	6	26
1959/60	2				3	2	3	1	11
1960/61	7				7	7	6	7	34
1961/62	9				9	9	9	9	45
1962/63	4				4	4		3	15
1963/64	8			7	8	8		6	37
1964/65	9			3	5	9		7	33
	674	302	512	347	246	131	99	55	2366

Taulukko 2. Tutkimuksessa käytettyjen syysvehnäkokeiden lukumäärät vuosittain ja lajikkeittain

Vuodet	Kokeiden lukumäärä						Kokeita yht.	
	Varna	Pohjola	Olympia	Vakka Antti	Elo Linna			
1931/32	1	3					4	
1932/33	6	19					25	
1933/34	40	46					86	
1934/35	44	55					99	
1935/36	44	34					78	
1936/37	48	35					83	
1937/38	36	22					58	
1938/39	12	11					23	
1939/40	5	5					10	
1940/41	5	4					9	
1941/42								
1942/43	5	8	3				18	
1943/44								
1944/45								
1945/46								
1946/47	2	1	2				5	
1947/48								
1948/49								
1949/50								
1950/51								
1951/52								
1952/53	4		4				8	
1953/54	10		10	10			30	
1954/55	4		4	2			10	
1955/56	4			4			8	
1956/57	3		2	3	3		11	
1957/58	3		4	3	3		13	
1958/59	4		3	3	2		12	
1959/60	2			2	2		6	
1960/61	8			8	8	8	32	
1961/62	4			4	4	5	17	
1962/63	5			5	4	4	19	
1963/64	23			23	23	23	98	
1964/65	28			28	27	27	137	
	350	243	34	95	76	67	34	899

Koesiemen ja kokeiden suoritus

Syysvehnän ja syysrukiin lajikekokeita varten siemenet on saatu 30-luvulla pääasiallisesti Pohjois-Hämeen Kasvinviljelykoeasemalta sekä sodan aikana ja sen jälkeen ne on hankittu alan siemenliikkeistä, pääasiallisesti Jokioisten siemenkeskuksesta sekä Keskusosuusliike Hankkijalta. Kun siemenliikkeet ovat

pystyneet toimittamaan kokeita varten yleensä erittäin hyvää siementavaraa, ei ole viljalajikkeiden kohdalla pidetty tarpeellisenä omien lisäsviljelysten pitämistä. Yleensä kokeita varten on pyritty saamaan mikäli mahdollista joko valio- tai laatusiementä. Kaikissa lajikekokeissa koeruudun koko on ollut 25 m² ja kerranteita on ollut yleensä 4. Kokeiden suoritustapa on sikäli vaihdellut, että kokeita on ollut kaikenlaisissa kasvuoloissa. Korjuutavoissa on myös ollut eroa sen mukaan, millälaiset mahdollisuudet neuvojalla on ollut kokeiden korjuussa. Aikaisempina vuosina oli yleistä seiväskuivatus, kun viimeisinä vuosina on käytetty yleisesti leikkuupuintia.

Tutkimuksessa käytetty vyöhykejako perustuu Pesolan jakoon eräin muutoksin (PESOLA 1941, MARJANEN 1961). Maa on jaettu neljään viljelyvyöhykkeeseen (kuva 1), jossa I-vyöhykkeen muodostaa linjan Pori-Tampere-Lappeenranta eteläpuolella oleva alue, II-vyöhykkeen edellä mainitun ja Kokkolan-Ahtärin-Joensuun linjan välinen alue, III-vyöhykkeen edellisen ja Ylitornion-Kajaanin-Kuhmon linjan välinen alue sekä IV-vyöhykkeen viimeksi mainitun linjan pohjoispuolella oleva alue. Seuraavassa asetelmassa esitetään kokeiden lukumäärän jakautuminen vyöhykkeittäin:

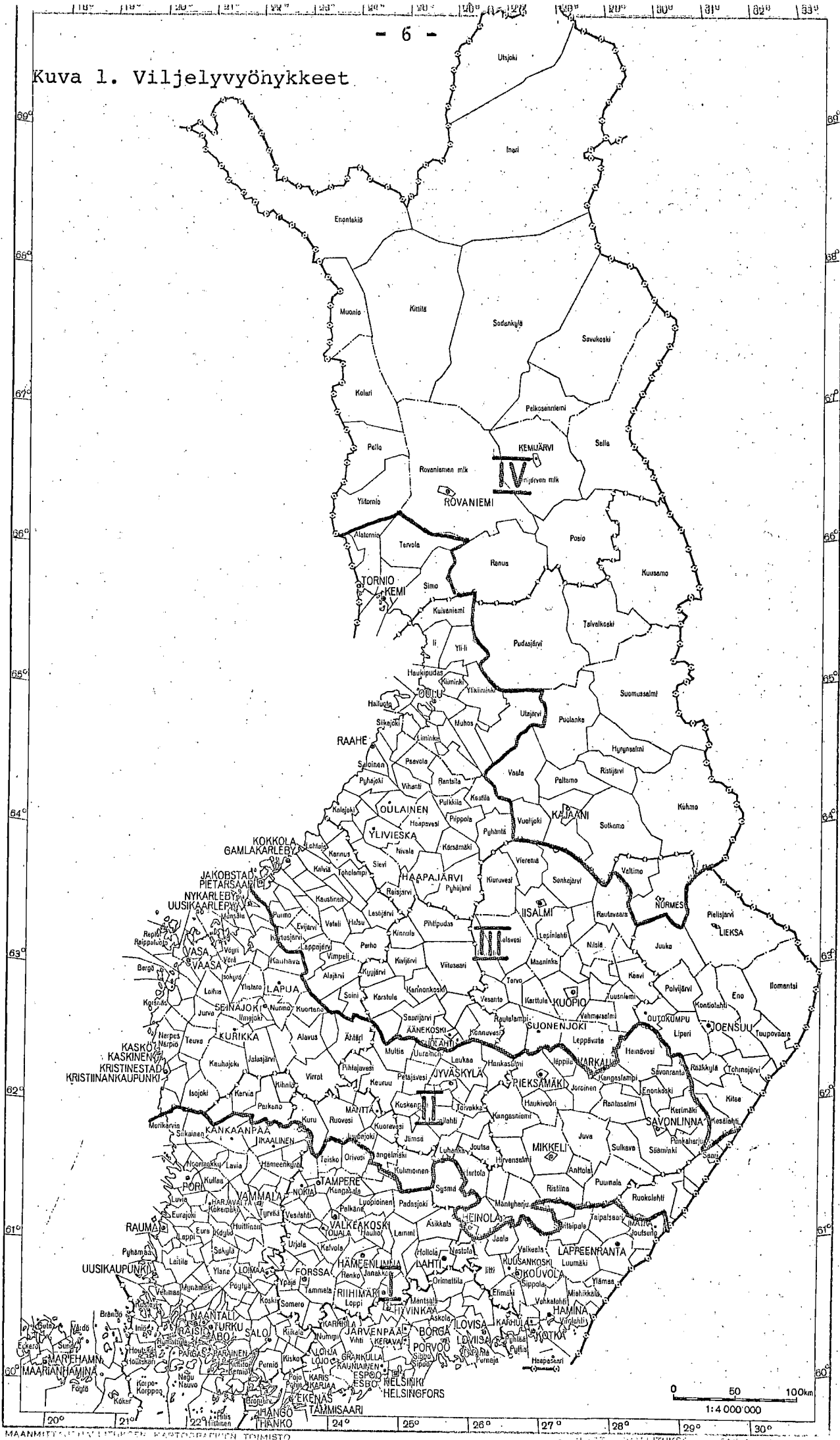
	I	II	III	IV
syysvehnä	468	321	103	7
syysruis	771	803	672	120

Syysruiskokeiden jakautuminen lajikkeittain ja vyöhykkeittäin on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Syysruiskokeiden lukumäärä lajikkeittain ja vyöhykkeittäin.

Vyöhyke	Vuosina 1931-40				Vuosina 1941-65				Yht. 1931-65			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Toivo	138	166	142	18	37	59	48	16	225	225	190	34
Pekka	-	-	-	-	33	51	35	12	33	51	35	12
Sangaste	144	93	58	-	20	17	9	6	164	110	67	6
Visa	-	-	-	-	10	27	9	9	10	27	9	9
Onni	-	-	-	-	15	42	37	5	15	42	37	5
Härmä	87	93	103	17	-	2	-	-	87	95	103	17
Oiva	144	140	131	18	17	29	28	5	161	169	159	23
Ensi	47	31	30	2	29	53	42	12	76	84	72	14
Yht. vyöhykkeillä	610	523	464	55	161	280	208	65	771	803	672	120
Yhteensä vuosina	1652				714				2366			

Kuva 1. Viljelyvyöhykkeet



Syysvehnän osalta ei ole laadittu vastaavaa taulukkoa, koska suurin osa kokeista on ollut I-vyöhykkeellä.

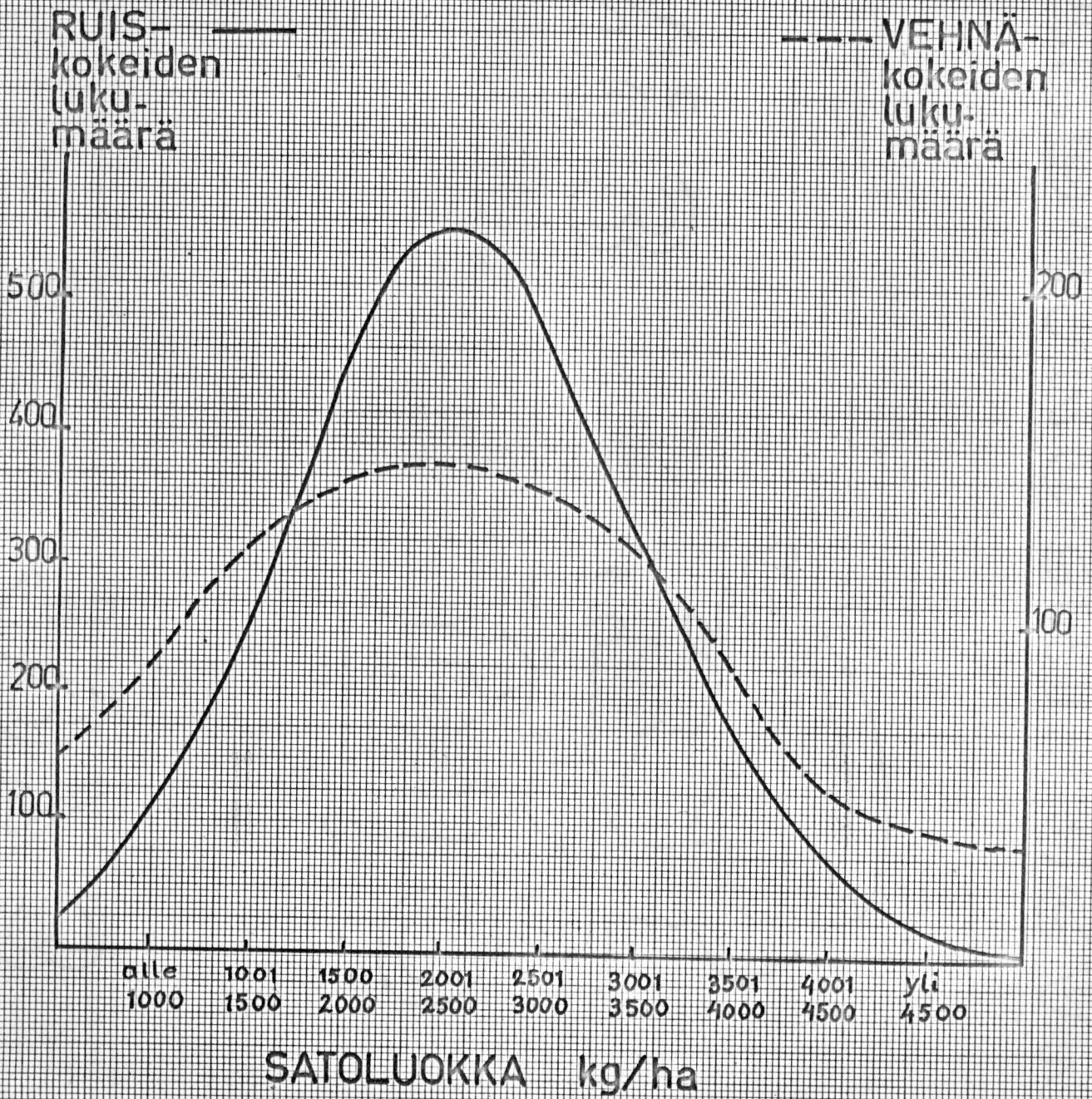
Satoerojen tarkastelua varten aineisto on ryhmitelty satoluokkiin, joissa luokkaväli on 500 kg. Jakautuminen selviää kuvasta 2, missä sekä syysvehnän että syysrukiin kuvaajat osoittavat normaalijakautumaa, ja seuraavasta asetelmasta:

Satoluokka	Syysvehnä kok.lukum.	Syysruis kok.lukum.
alle 1000 kg/ha	82	97
1001-1500	121	253
1501-2000	136	433
2001-2500	145	548
2501-3000	132	466
3001-3500	119	317
3501-4000	80	171
4001-4500	47	57
yli 4500	<u>37</u>	<u>24</u>
Yht.	899	2366

Ilmastohavainnot

Paikalliskoetoimiston selostuslomakkeista saatuja tietoja on täydennetty lämpötila- ja lumihavainnoilla, jotka on liitetty vuosien 1956-1965 syysvehnän ja syysrukiin lajikekokeista saatujen tulosten täydennykseksi. Ilmastohavainnot on kerätty 345 syysvehnä- ja 259 syysruiskoetta varten. Tutkimusta varten on pyritty mahdollisuuksien mukaan selvittämään kokeittain syyskuun keskilämpötila, päivämäärä, jolloin lämpötila on pysyvästi syyskuussa laskenut alle $+10^{\circ}\text{C}$:een, huhtikuun keskilämpötila ja lumen syvyys huhtikuun 15. päivänä (ANON. 1959-64, 1959-65). Keskilämpökäyrät on piirretty ilmatieteen laitoksen vuosikirjoista saatujen havaintoarvojen perusteella. Näitä lämpökäyriä hyväksikäyttäen on ensimmäisen asteen interpolaatiolla laskettu tutkimuksessa esiintyvien kuntien syys- ja huhtikuun keskilämpöt. Lämpömäärät, jolloin syyskuun lämpötila on laskenut pysyvästi alle 10°C , on saatu KOLKIN (1959) tutkimuksesta.

Kuva 2. Kokeiden jakautuminen satoluokkiin



FYSIOGEEENISTEN TALVEHTIMISTEKIJÖITTEEN VAIKUTUKSIA TOIVO-RUKIIN JYVÄSATOON

Jonkinlaisen yleiskuvan saamiseksi fysiogeenisten tekijöitten suhteellisesta osuudesta jyväsadon muodostumiseen, suoritettiin mittarilajikkeena olleella Toivo-rukiilla laskelmia sääsuhteita edustavien tekijöiden merkityksestä. Näistä esitetään kahden syksyä ja kahden varhaiskevättä edustavan tekijän vaikutukset.

Syysvehnän lajikekokeiden lukumäärä osoittautui liian vähäiseksi fysiogeenisten talvehtimistekijöiden merkityksen selvittämiseen. Ainoastaan yksi laskelma Varma-vehnällä antoi jossain määrin luotettavan tuloksen.

Syksyn sääoloja edustavat tekijät

Syyskuun keskilämpötila

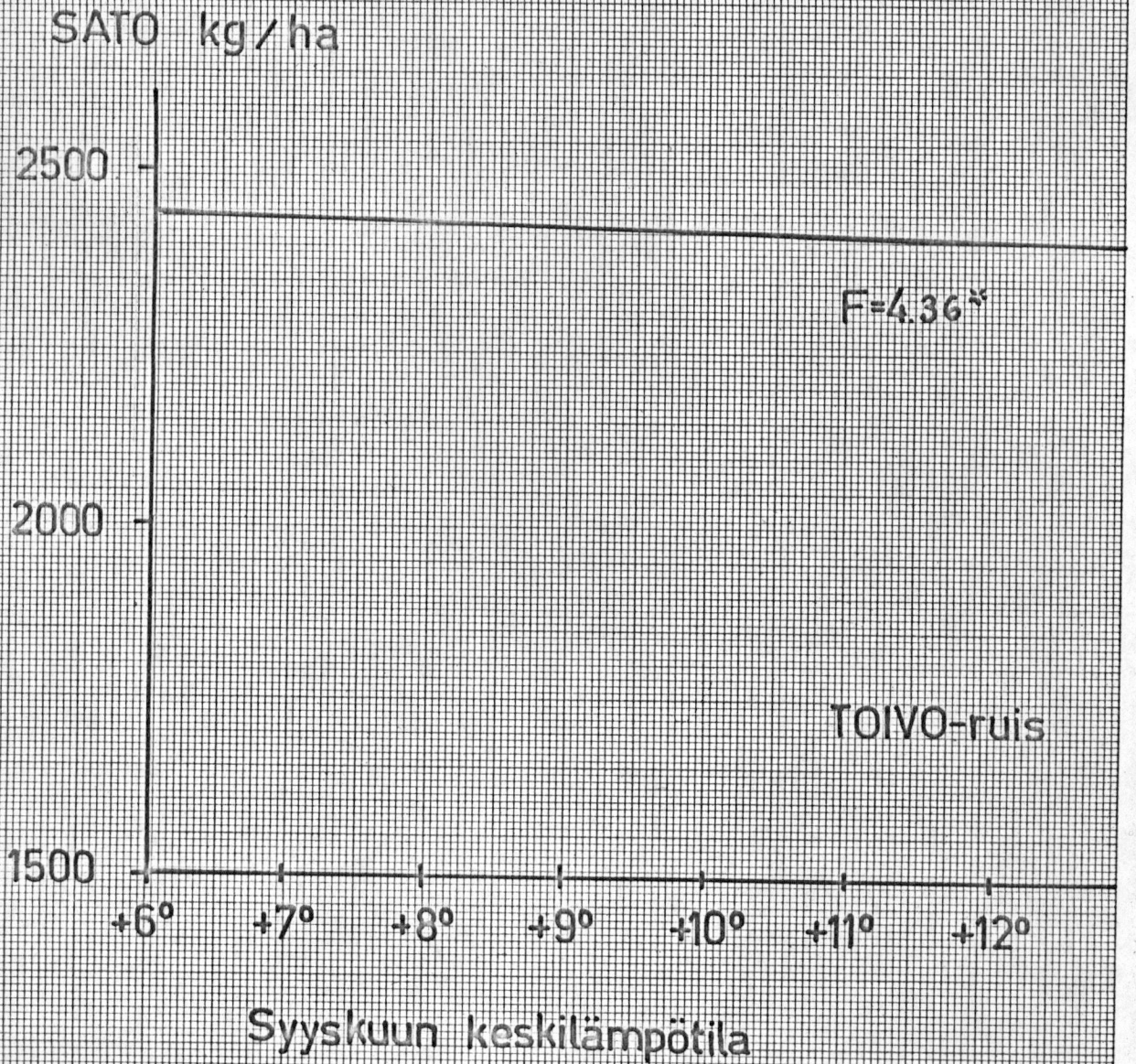
Ruis kylvetään tavallisesti elokuun kolmannella viikolla, joten tutkimuksen kohteeksi otettiin syyskuun keskilämpötila, jolla ajateltiin olevan merkitystä kahukärpäsien aineuttamien tuhojen suuruuteen ja siten vaikutusta sadon pienenemiseen. Kokeita, joiden perusteella laskelmat suoritettiin oli 671. Vaikutus tutkittiin sekä ensimmäisen, toisen että kolmannen asteen regression avulla. Parhaimman merkitsevyyden antoi ensimmäisen asteen kuvaaja:

$$\begin{array}{ll} \text{tulos} \times 10 = \text{kg/ha} & \text{F-arvo} \\ Y = 246.94 - 0.50589x & 4.365^X \end{array}$$

Tulos on suoraviivainen (kuva 3.) keskilämpötilojen $+6^{\circ}\text{C}$ ja $+13^{\circ}\text{C}$ välillä. Syyskuun keskilämpötilan noustessa rukiin sato pienenee hyvin vähän. Saadun tuloksen perusteella vaikuttaa siltä, ettei syyskuun keskilämmöllä olisi rukiin satoon suurempaa vaikutusta. Tuloksen huonouteen vaikuttanee se, että syyskuun loppupuolen lämpötilat tasoittavat koko kuukauden keskilämpötiloja, joten lämpötilan vaikutusta ei tällä menetelmällä saatu esiin.

Toisaalta lämpötilan merkitys eri aikoina kylvetyille kokeille

Kuva 3. Syyskuun keskilämpötilan vaikutus Toivo-rukiin satoon.



on voinut olla erilainen. Tähän viittaisi Varma-vehnällä suoritettu koelaskenta, joka viittasi huomattavaan sadonlisäykseen syyskuun keskilämpötilan noustessa. Se kuitenkin selitti vain 6 % koko neliösummasta, kun taas kylvöajan voimakas vaikutus syysvehnällä osoittautui erittäin merkitseväksi. Rukiilla kylvöajan vaikutus sensijaan on erittäin voimakas vain liian myöhään kylvettäessä.

Vuorokauden keskilämpötilan 10°C:een alenemisen ajankohta

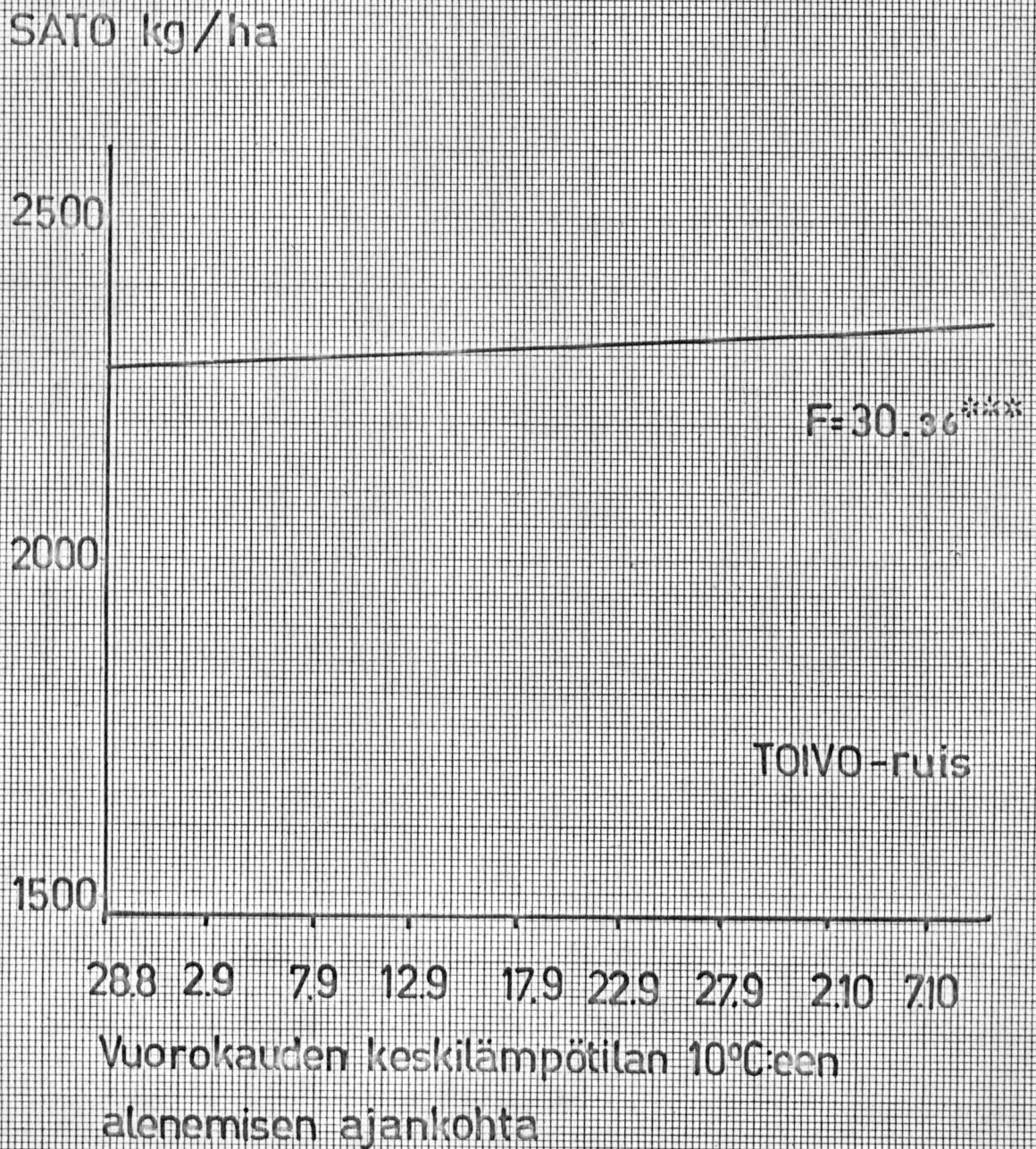
Kun useat tutkijat ovat maininneet kahukärpäsien tunon aiheuttamisen rajaksi 10°C, jonka jälkeen kahukärpäsien muniminen lakkaa, tutkittiin myös sitä seikkaa, mikä merkitys olisi vuorokauden keskilämpötilan 10°C:een alenemisen ajankohdalla Toivo-rukiin satotuloksen muodostumiseen.

Kokeita oli samat 671 koetta ja laskelmat suoritettiin ensimmäisen, toisen ja kolmannen asteen regressiolla. Yhtälöt olivat:

tulos x 10 = kg/ha	F-arvo
$y = 224.44 + 0.17795x$	30.368 ^{xxx}
$y = 223.02 + 0.19927x - 0.0000001800x^2$	10.767 ^{xx}
$y = 229.81 - 0.15316x + 0.002443x^2 - 0.000003985x^3$	0.3016

Yhtälöistä havaitaan, että kolmannen asteen termi on täysin merkityksetön, joten vaikutus on melkein suoraviivainen. F-arvoista ja kuvasta 4 havaitaan, että vuorokauden keskilämpötilan 10°C:een alenemisen ajankohdalla on ollut vähäinen, mutta erittäin luotettava vaikutus Toivo-rukiin satoon. Mitä myöhemmin lämpötila on laskenut 10°C:een sen suurempi sato on saatu, joskin sadonlisäykset ovat olleet vain 50 kg:n luokkaa eli vain noin 2 % koko sadosta. Kun kahukärpänen vioittaa pahiten 2-3 lehtisiä oraita, ei lämpötilan 10°C:een alenemisen vaikutus ole ilmeisesti päässyt näkyviin siksi, että se on laskettu eri aikoina kylvetyistä kokeista.

Kuva 4. Vuorokauden keskilämpötilan 10°C:een alenemisen ajankohdan vaikutus Toivo-rukiin satoon.



Varhaiskevään sääoloja edustavat tekijät

Huhtikuun keskilämpötila

Samojen 671 kokeen perusteella tutkittiin myös huhtikuun keskilämpötilan vaikutusta Toivo-rukiin satoon samaan tapaan kuin syksyn sääolojen vaikutusta.

Yhtälöt olivat:

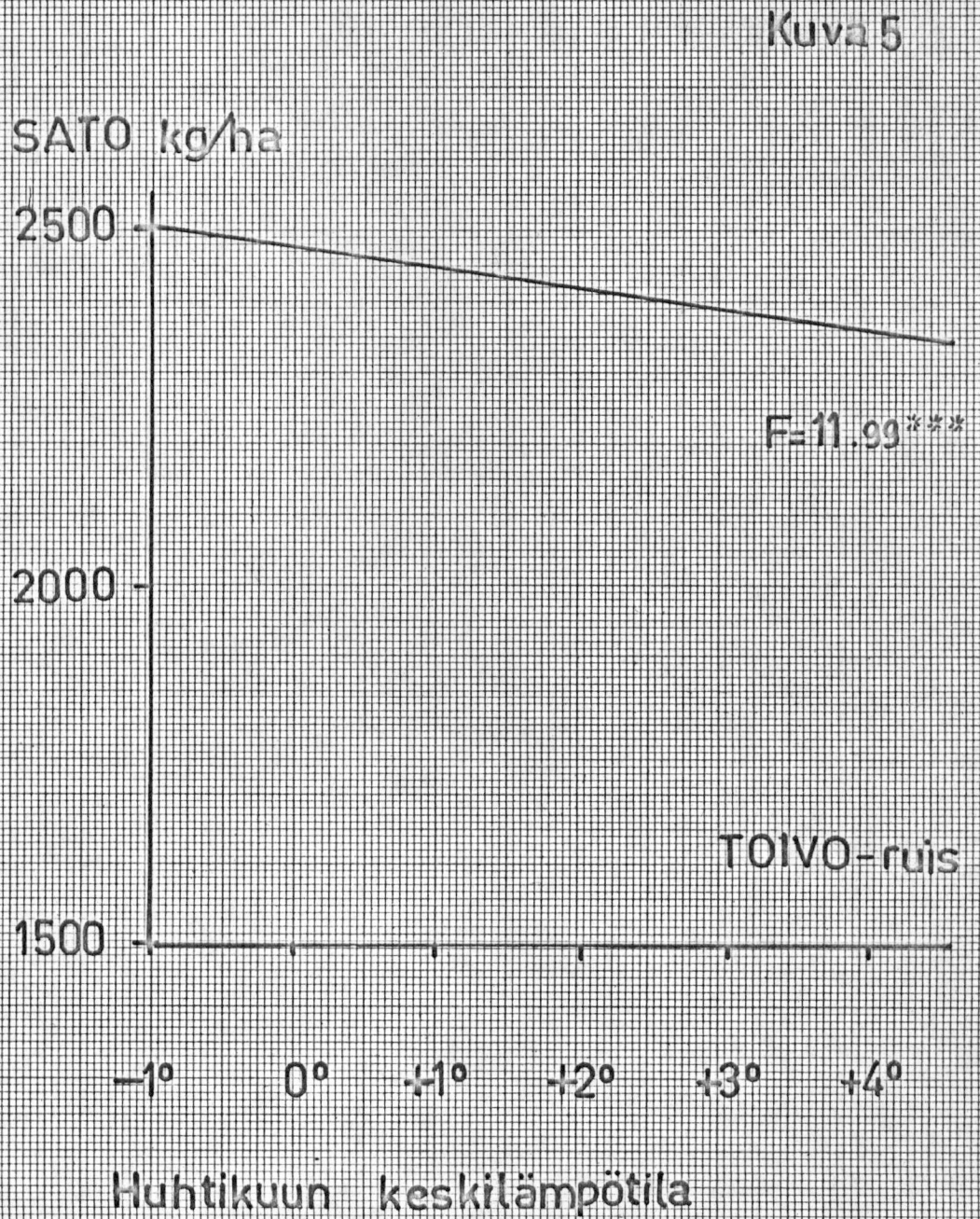
tulos x 10 = kg/ha	F-arvo
$y = 246.69 - 0.22771x$	3.234 ^(x)
$y = 247.23 - 2.85021x + 0.02744x^2$	11.993 ^{xxx}
$y = 247.23 - 2.28613x + 0.015593x^2 + 0.00006075x^3$	0.0155

Tulokset osoittavat, että toisen asteen regressio antaa parhaan mahdollisen selittävyuden, joskin saatu kuvaaja (kuva 5) on melkein suoraviivainen. Kuvasta 5 nähdään huhtikuun keskilämpötilan vaikutus Toivo-rukiin satoon laskettuna toisen asteen regressioon perusteella. Siitä havaitaan, että vaikutus sadon alenemiseen on ollut selvä mutta vähäinen. Lämpötilan noustessa -1°C :sta $+4^{\circ}\text{C}$:een oli aleneminen 150 kg/ha kohden. Voidaan sanoa, että mitä korkeampi huhtikuun keskilämpötila on, sen heikommaksi satotulos muodostuu ja väheneminen osoittaa 99.9 %:n merkitsevyyttä ja vastaa noin 6 % koko sadosta.

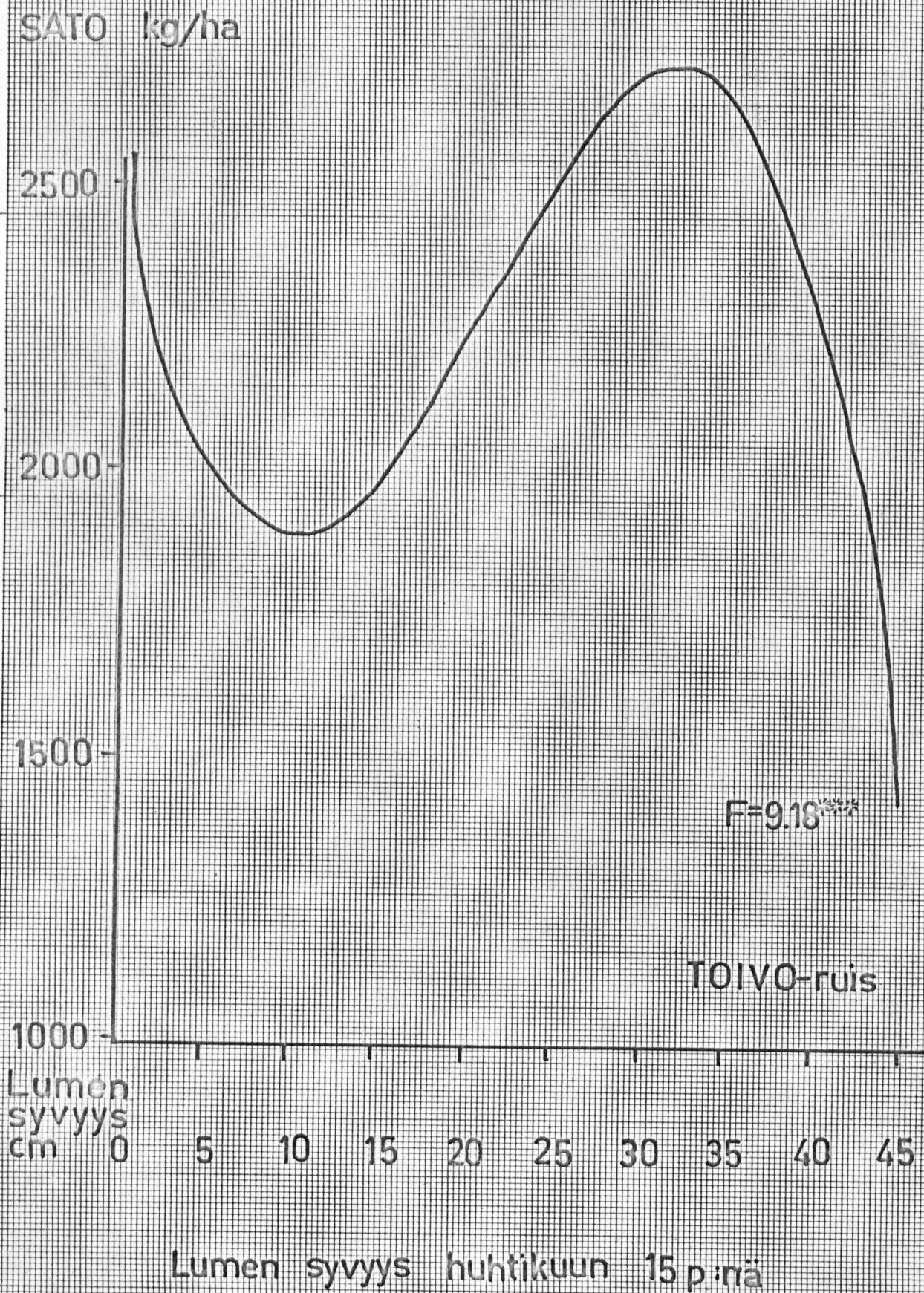
Huhtikuun 15. päivänä mitatun lumen paksuus

Rukiin lajikekokeiden koetulosten (671 koetta) perusteella tutkittiin lisäksi lumen paksuuden vaikutusta rukiin satoon. Huhtikuun 15. päivänä mitattujen lumen paksuushavaintojen ja Toivo-rukiin satotulosten välistä riippuvuutta tutkittiin samoin suoraviivaisen, toisen asteen sekä kolmannen asteen regression avulla. Ainoastaan kolmannen asteen regression yhtälö $y = 246.82 - 13.72455x + 0.94398x^2 - 0.015336x^3$ oli merkitsevä $F = 9.177^{\text{xxx}}$, joten lumen paksuuden vaikutusta Toivo-rukiin satoon selvittää parhaiten kolmannen asteen kuvaaja. Piirretystä kuvaajasta (kuva 6) ilmenee, että lumen paksuuden ollessa 0 cm, toisin sanoen maa paljaana, on satomäärä melko

Kuva 5. Huhtikuun keskilämpötilan vaikutus Toivo-rukiin satoon.



Kuva 6. Huhtikuun 15 p:n lumipeitteen vaikutus Toivo-rukiin satoon.



Lumen syvyys huhtikuun 15 p:nä

korkea. Jos lumen määrä suurenee, niin sato heikkenee jyrkästi aina 10 cm:n lumen paksuuteen saakka. Sadonvanennys on n. 600 kg paljaan maan tuottamaan satoon verrattuna. Lumen paksuuden lisääntyessä 10 cm:stä sato suurenee jälleen 31 cm:n paksuiseen lumikerroksen peittävyYTEEN saakka n. 800 kg:lla. Kun lumen paksuus 15/4 ylittää 32 cm, alenee satomäärä taas erittäin jyrkästi ja lumen paksuuden ollessa yli 45 cm, on sato heikko tai on odotettavissa kato. Tilastollinen selvitys osoittaa, että hyvälle sadolle on edellytykset silloin, jos maa on 15/4 joko paljas tai lunta on 25-35 cm.

Jos lumen paksuus on yli 35 cm, voitaisiin talvituhoja mahdollisesti vähentää jyräämällä lumi ohuemmaksi. Tätä tapaa on jonkin verran kokeiltu ja saatu myönteiseen viittaavia tuloksia. Lumen tai jään sulattaminen päälle levitetyillä typpilannoitteilla on joskus antanut sadon lisäyksiä, joskus taas aiheuttanut suoranaisen kadon. Tulos riippuu siitä, onko typpilannoite joutunut anaerobisiin oloihin vai ei.

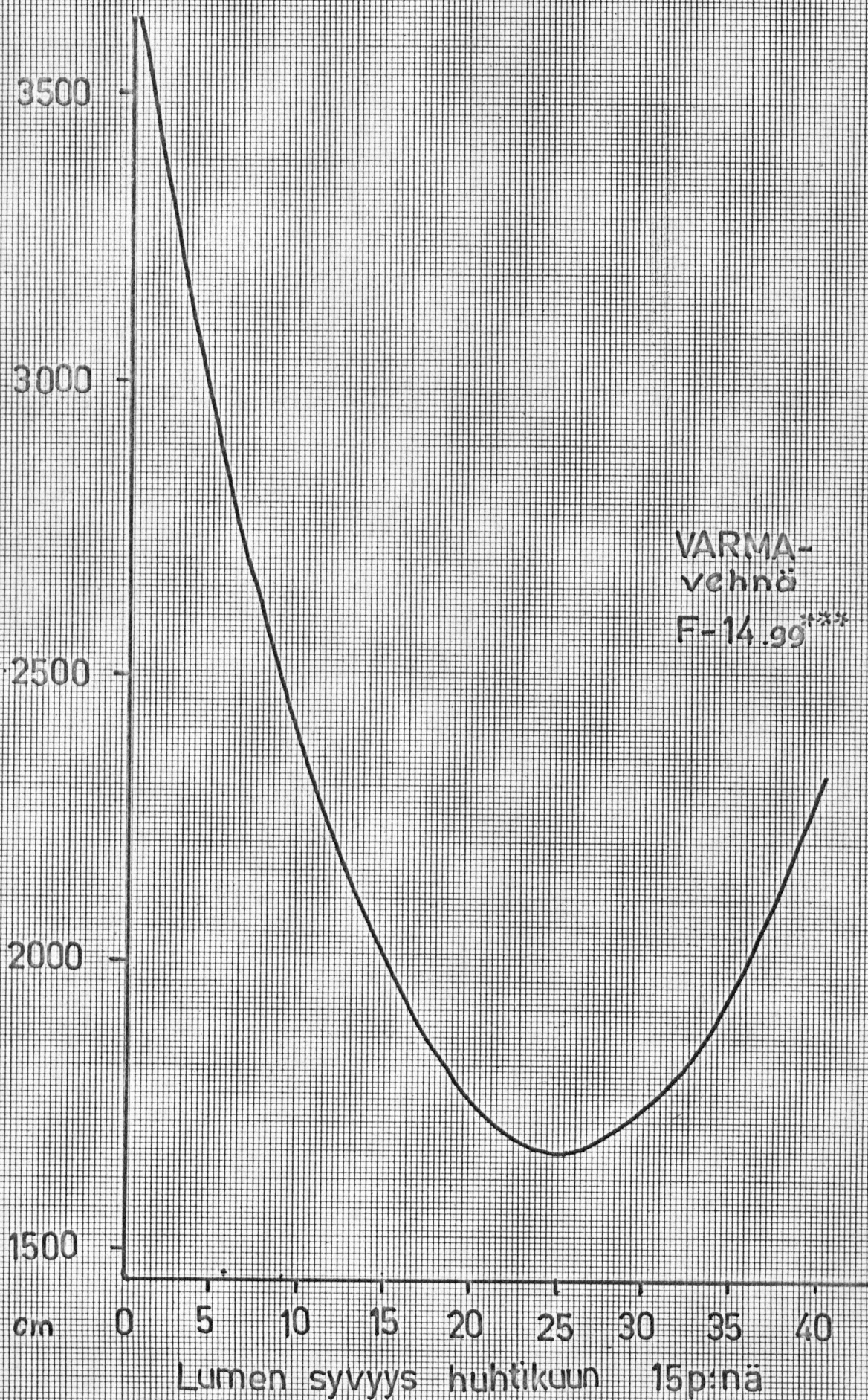
Koska lumipeite osoittautui selvästi vaikuttavaksi tekijäksi, tutkittiin sitä myös Varma-syysvehnällä. Yli 30 cm:n lumipeite 15.4 oli ollut vain 6 kokeessa ja lumettomia oli 23 kaikista 73 tapauksesta, joten kolmannen asteen kuvaajan laskemiseen aineisto ei ollut riittävä. Sen sijaan, toisin kuin rukiilla, ensimmäisen ja toisen asteen regressiot olivat erittäin merkitseviä ja kuvassa 7 on esitetty toisen asteen yhtälön:
 $y = 358.40 - 15.8x + 0.30x^2$, $F = 14.93^{xxx}$ kuvaaja, josta näkyy, että parhaita satoja on saatu silloin, kun lumipeite 15.4 on ollut 0 cm. Yli 30 cm:n lumipeite on ollut jossain määrin suojaava, joskin sato on jäänyt heikoksi. Laskelmien mukaan lumipeitteen vaikutus selitti n. 39.4 % koko neliösunnasta.

KVINTOTSEENIKÄSITTELYN MERKITYS SYYSRUKIIN SATOON TALVITUHO-SIENIEN TORJUNNASSA

Vuosina 1956/57 - 1964/65 suoritettiin yhteensä 105 koetta talvituhoisien torjumiseksi kvintotseenivalmisteella syysrukiilla eri puolilla maata. Kokeissa käytettiin 20 %:sta kvintotseeni- (PCNB-) valmistetta 25 tai 30 kg/ha. Suurin osa

Kuva 7. Huhtikuun 15 p:n lumipeitteen vaikutus Varma-syysvehnän satoon.

Sato kg/ha



kokeista sijaitsi Etelä-Hämeessä, Etelä-Pohjanmaalla ja Keski-Pohjanmaalla. Näistä kokeista JAMALAINEN (1963) on julkaissut 60 kokeen tulokset vuosilta 1956-60. Silloin oli Etelä-Hämeessä sadonlisäys 10 % tai suurempi, Etelä-Pohjanmaalla 4 kokeessa 19 % ja Keski-Pohjanmaalla 2 kokeessa 8 %. PCNB-käsittelyllä saadut sadonlisäykset olivat yli 100 kg/ha 48 %:ssa kokeista. Tässä tutkimuksessa on selvitetty sadonlisäysten suuruus eri vuosina sekä riippuuko sadonlisäyksen suuruus käsittelyajasta.

Taulukossa 4 esitetään eri vuosina suoritettut kokeet sekä miten suuria sadonlisäyksiä PCNB-käsittely on antanut käsittelemättömään verrattuna. Kuten taulukosta havaitaan on useina vuosina saatu yli 5 %-yksikön sadonlisäys. Vuosina 1961/62 ja 1962/63 sadonlisäyksen suuruus oli 14-15 %, kun sen sijaan v. 1963/64 saatiin jopa sadon vähennys.

Taulukko 4. Kvintotseenikäsittelyn vuosittain antamat keskimääräiset sadonlisäykset käsittelemättömään verrattuna.

Vuosi	Kokeiden lukumäärä	Käsittelemätön sato kg/ha	PCNB-käsitelty suhdeluku
1956/57	16	1733	105
1957/58	6	2503	107
1958/59	22	2110	106
1959/60	8	1928	106
1960/61	13	1822	108
1961/62	14	1407	114
1962/63	9	1889	115
1963/64	9	2282	99
1964/65	8	2569	103

Kvintotseenikäsittelyt suoritettiin loka-marraskuun aikana. Tutkittiin vain ajanjakson 26.10-22.11 välinen aika, jolloin joka päivälle lukuunottamatta päiviä 29.10 ja 4.11 osui useita käsittelyjä. Laskettu käsittelyajankohdan ja sadonlisäyksen välinen suoraviivainen regressioyhtälö:

$$y = 3.57 + 0.627x, \quad F = 3.83^x$$

osoittaa, että sadonlisäys suurenee 47 kg:sta 250 kg:aan 1.1.

riippuen siitä, minä ajankohtana kasvusto on käsitelty. Yhtälön kuvaajasta (kuva 8) nähdään, miten kvintotseenivalmisteella saatu sadonlisäys riippuu ratkaisevasti siitä, milloin käsittely syysrukiilla on suoritettu. Korrelaatiokertoimeksi saatiin +0.7, mikä osoittaa, että mitä myöhemmin käsittely suoritetaan ennen lumen tuloa, sen parempi tulos saadaan. Kaikkien 80 kokeen keskimääräinen sadonlisäys vv. 1956-1965 oli 133 kg/ha.

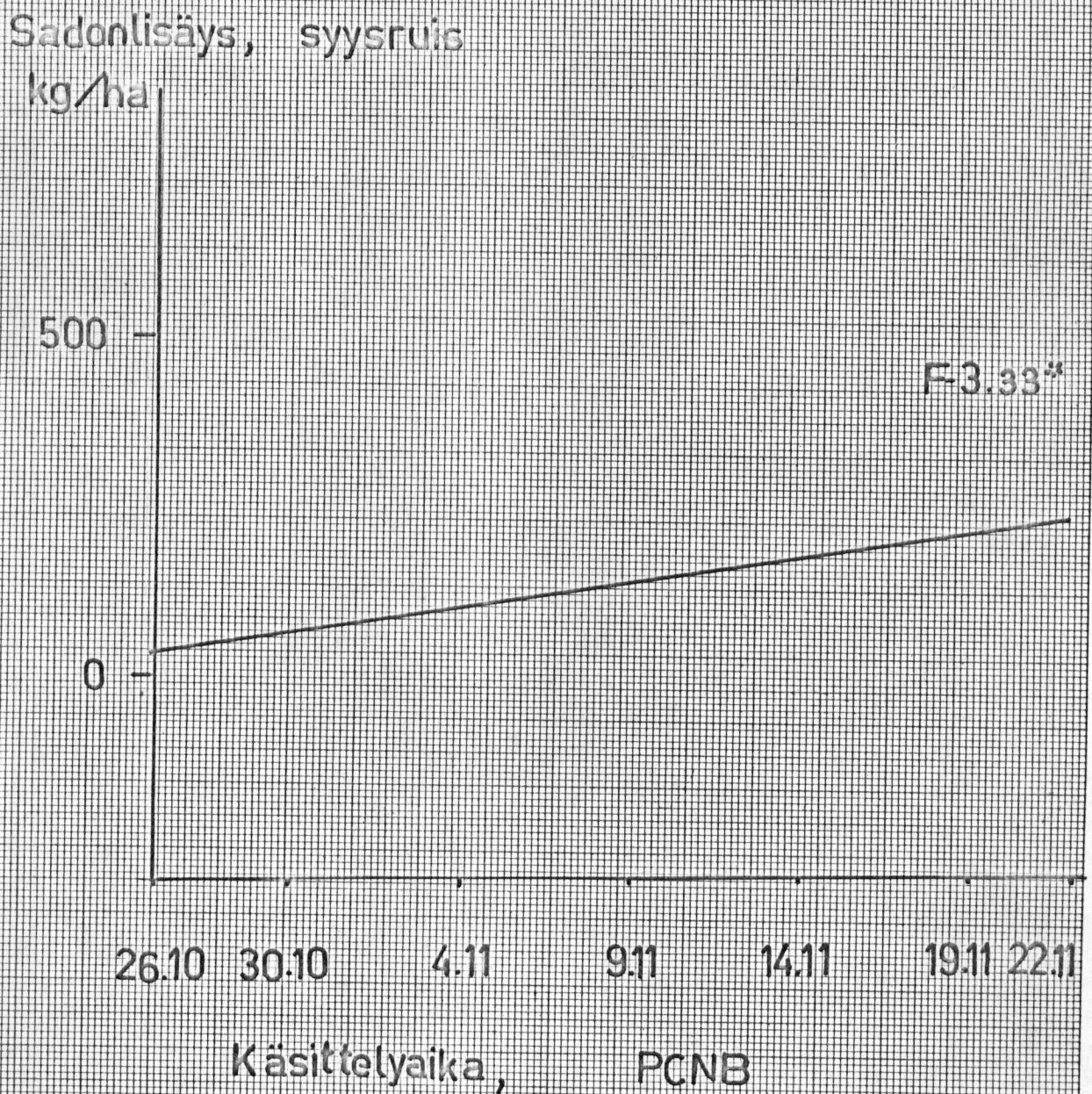
Lumihometta Fusarium nivale (Fr.) Ces. esiintyi runsaasti. Tämän lisäksi esiintyi kokeissa myös muita sieniä, joista ennen kaikkea Typhula sukuun kuuluvia pääasiallisesti Typhula ishicariensis ja vähemmän Typhula incarnata. Myös joissakin kokeissa tavattiin Sclerotinia borealis.

KYLVÖAIKA SYYSVILJOJEN SATOON VAIKUTTAVANA TEKIJÄNÄ

Syysviljojen kylvöajan merkitystä satotuloksen muodostumiseen on maassamme tutkittu lukuisilla kylvöaikakokeilla. Varsinkin 60-luvun alussa runsaiden syyssateiden vuoksi jouduttiin kylvöjä lykkäämään huomattavasti normaalista, koska ei päästy pellolle ns. oikeaan aikaan. Tällöin tietenkin heräsi kysymys siitä, miten myöhään syksyllä syysviljojen kylvöjä voidaan suorittaa ja miten kylvöajan myöhästymisen vaikuttaa satotuloksen muodostumiseen. Kysymyksen selvittämiseksi tarkasteltiin, mitä mahdollisuuksia paikalliskokeina suoritettujen syysviljojen lajikekokeiden koetulosten perusteella olisi tutkia kylvöajan merkitystä. Jo alustavasti koetuloksia kerätessä todettiin, että verraten aikaisia lajikekokeiden kylvöjä oli kohtalaisesti samoin kuin myöhäisiäkin, joten kannatti yrittää tilastollisesti selvittää koetulosten perusteella tätä kysymystä.

Seuraavassa esitetään niitä kylvöaikaan liittyviä näkökohtia, jotka ovat tulleet esille käsiteltäessä paikalliskokeina suoritettujen syysviljojen lajikekokeiden koetuloksia erilaisin menetelmin.

Kuva 8. Kvintotseeni (PCNB-) käsittelyllä saadun sadonlisäyksen riippuvuus käsittelyajasta syysrukiilla.



Syysrukiin kylvöaika

Kolmannen asteen kuvaajat osoittautuivat parhaiksi selvittämään kylvöpäivän vaikutusta eräiden tärkeimpien syysruislajikkeittemme satoihin. Kuvassa 9 esitetään kuvaajat Toivo, Ensi, Oiva ja Sangaste rukiille vuosina 1932-65 seuraavien yhtälöiden mukaan:

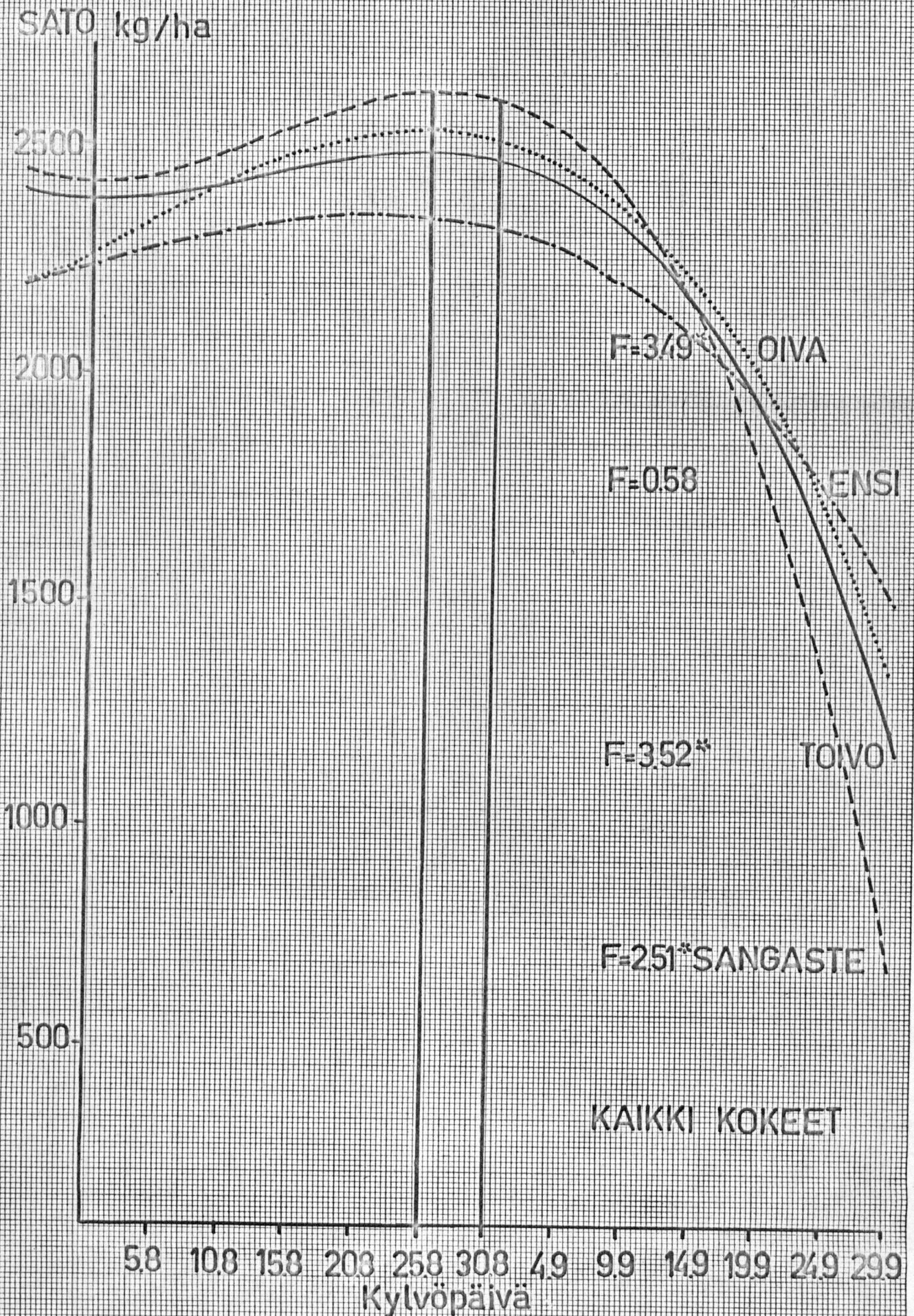
	tulos x 10 = kg/ha	F-arvo	kokeita
Toivo	$y = 237.92 + 0.053327x^2 - 0.0014285x^3$	3.52 ^x	671
Ensi	$y = 223.96 + 0.77034x + 0.00055275x^3$	0.584	244
Oiva	$y = 226.75 + 1.63895x - 0.00088201x^3$	3.49 ^x	510
Sangaste	$y = 242.05 + 0.090762x^2 - 0.0023223x^3$	2.51	349

Kuvaajat osoittavat, että aikaisella kylvöllä on ko. lajikkeiden kohdalla ollut suhteellisen pieni alentava vaikutus satotuloksen muodostumiseen. Elokuun alkupäivinä suoritetuista kylvöistä on saatu 200-300 kg:n sadonvähennys, mikä vastaa n. 8-10 %:n keskimääräistä satotappiota. Mainittuja lajikkeita Toivo, Ensi, Oiva ja Sangaste voidaan pitää suhteellisen viljelyvarmoina ja normaalitavalla käyttäytyvinä syysruislajikkeina. Kuvaajien mukaan parhain kylvöaika keskim. koko maassa on ollut suunnilleen 25-27.8. Kuten kuvaajista nähdään vaihtelee paras kylvöaika eri lajikkeilla jonkin verran. Ensi-rukiilla se on ollut hivenen verran aikaisemmin kuin muilla lajikkeilla. Kuvat osoittavat myös, että rukiin kylvön jäädessä syyskuun puolelle, sato alkaa vähentyä jo syyskuun alkupäivistä lähtien, mutta väheneminen voimistuu syyskuun 8-10. päivien tienoilla.

Kuvassa 10 esitetään Visa, Pekka, Oiva ja Onni lajikkeiden satoisuuden riippuvuus kylvöajasta vuosina 1932-65 seuraavien yhtälöiden kuvaajilla:

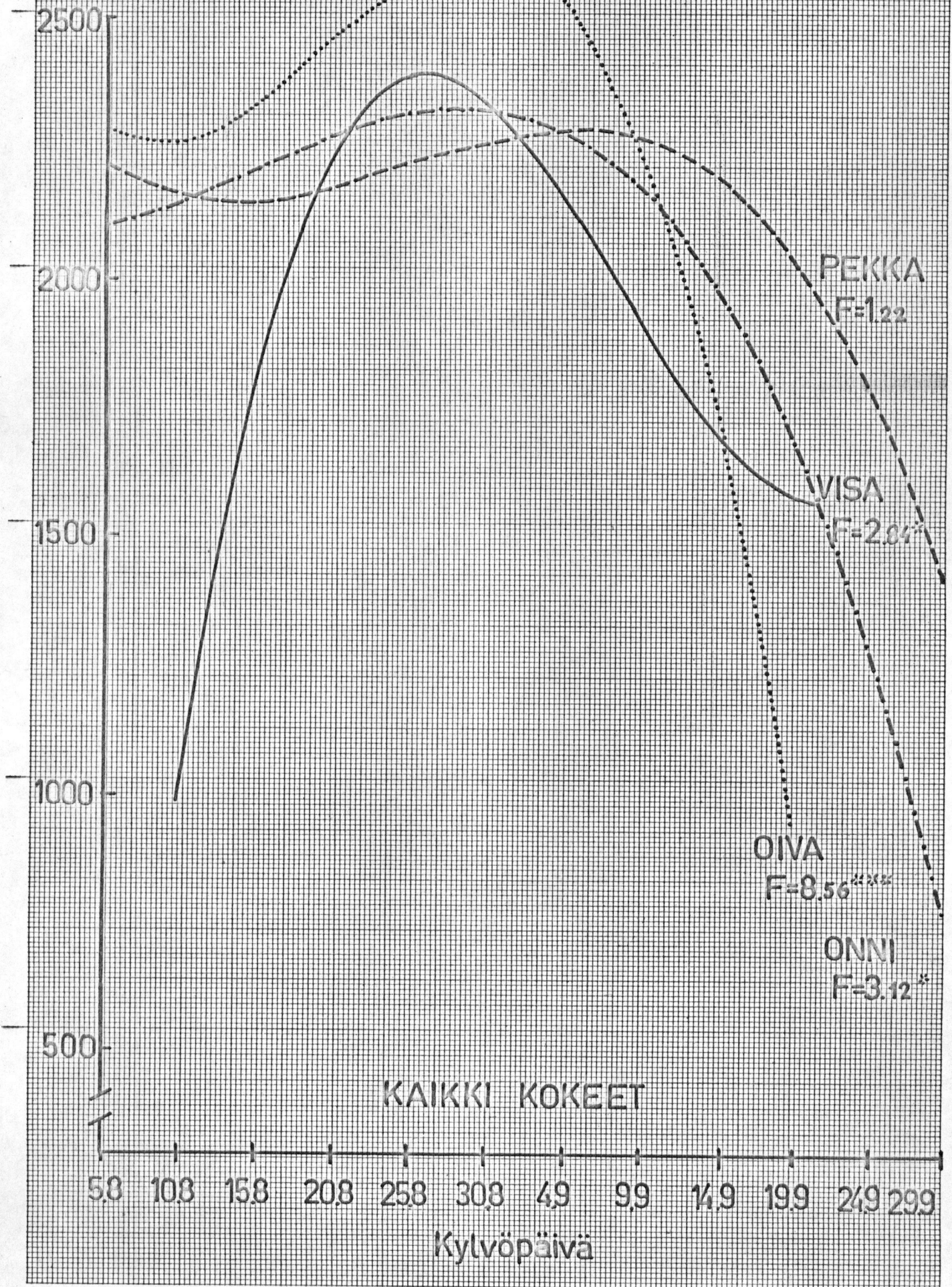
	tulos x 10 = kg/ha	F-arvo
Visa	$y = -199.72 + 40.66469x - 1.17676x^2 + 0.010132x^3$ kokeita 54	2.84 ^x
Pekka	$y = 228.22 - 0.00022069x^3$ kokeita 130	1.22
Oiva	$y = 247.56 - 5.78487x + 0.44107x^2 - 0.007723x^3$ kokeita 510	8.56 ^{xxx}
Onni	$y = 237.84 - 0.00043936x^3$ kokeita 98	3.12 ^(x)

Kuva 9. Kylvöajan vaikutus Toivo, Ensi, Oiva ja Sangaste rukiiden satotuloksiin.



Kuva 10. Kylvöajan vaikutus Visa, Pekka, Oiva ja Onni rukiiden satotuloksiin.

SATO kg/ha



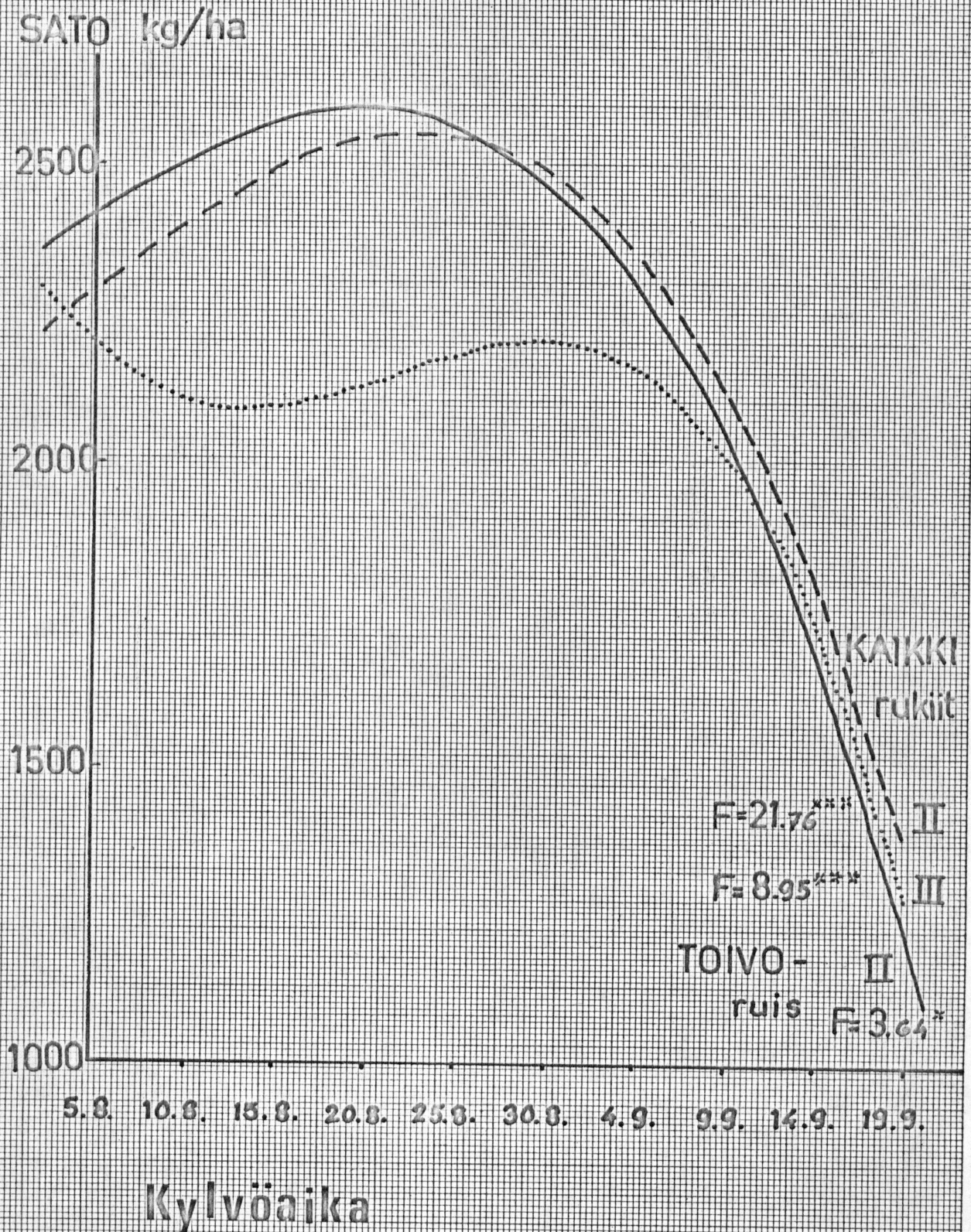
Onni-ruista esittävä kuvaaja vastaa edellä esitettyjä ns. normaalisti käyttäytyviä lajikkeita. Visan kylvöajan vaikutus satoon muistuttaa huomattavassa määrin syysvehnien kylvöajan vaikutusta satoon, kuten myöhemmin tullaan näkemään. Toisin sanoen aikaiset kylvöt ovat antaneet Visa-rukiilla perin heikkoja satoja. Mitä aikaisemmin se on kylvetty, sen heikompi satotulos on saatu. Parhain kylvöaika Visa-rukiilla on ollut n. 26.8 koko maassa suoritettujen 54 kokeen koetulosten perusteella. Pekka-ruis poikkeaa edellisistä siinä, että sen parhain kylvöaika on myöhemmin kuin minkään muun rukiin, joskaan suurta satotason eroa ei eri aikoina kylvetyissä kokeiden satotuloksissa keskimäärin ole. Oiva-rukiin satotuloksilla suoritettun kolmannen asteen regressioanalyysin perusteella todettiin, että joillakin lajikkeilla saattaa esiintyä 99.9 % todennäköisyydellä pieni huippuajanjakso, jolloin lajike antaa parhaimman mahdollisen sadon. Muiden lajikkeiden kohdalla tätä ei saatu luotettavasti esiin.

Toivo-ruis oli ainoa ruislajike, josta oli niin paljon koetuloksia, että voitiin tutkia, kuinka paljon kylvöpäivän vaikutus satoon II-vyöhykkeellä eroaa koko maassa suoritettujen kokeiden antamista tuloksista. Kylvöajan merkitys eri vyöhykkeillä näkyy kuvassa 11 seuraavien yhtälöiden kuvaajina:

	Vyöh.	tulos x 10 = kg/ha	F-arvo	kokeita
Toivo-ruis	II	$y = 232.37 + 1.9438x - 0.0016357x^3$	3.64^x	219
Kaikki kokeet	II	$y = 215.69 + 2.49829x - 0.00162003x^3$	21.76^{xxx}	783
"	III	$y = 240.01 - 5.52109x + 0.30724x^2 - 0.0048235x^3$	8.95^{xxx}	780

Kaikkien kokeiden keskiarvojen antama paras kylvöajankohta II-vyöhykkeellä oli 23-25/8 ja Toivon 19-21/8, joten parhaimmat kylvöajat II-vyöhykkeellä olivat keskimäärin jonkin verran aikaisempia kuin edellisissä kuvissa esitetyt koko maan keskiarvot. Vyöhykkeellä III ei kylvöajalla ole suurta vaikutusta satotuloksen muodostumiseen ennen elokuun loppua. Laskuissa voivat kuitenkin sääsuhteiltaan suotuisan 1930-luvun kautena suoritettut kokeet painaa niin paljon, että kylvöaika on siirtynyt päivän pari aikaisemmaksi.

Kuva 11. Kylvöajan vaikutus syysrukiiden satotuloksiin vyöhykkeillä II ja III.



Syysvehnän kylvöaika

Syysvehnän kylvöajan ja sadon suhteiden kuvaajina osoittautuivat toisen asteen yhtälöt eniten merkitseviksi. Kuvassa 12 esitetään kylvöajan vaikutus sadon muodostumiseen Varma-vehnällä sekä toisen että kolmannen asteen regressiolla laskettuna seuraavasti:

	tulos x 10 = kg/ha	F-arvo	kokeita
y = 881 + 101.09747x - 0.0144679x ²		5.98 ^{xxx}	330
y = 569 + 135.18701x - 0.025656x ² + 0.011059x ³		4.05 ^{xx}	330

Varma-syysvehnän kylvöajan merkitystä selvittävät toisen (1) ja kolmannen (2) asteen kuvaajat eivät sanottavasti poikkea toisistaan. Kolmannen asteen kuvaaja siirsi parasta kylvöajan-kohtaa hiukan aikaisemmaksi. Kuvaajan mukaan Varma-syysvehnällä edullisin kylvöaika on syyskuun 1-6 päivien vaiheilla. Molempien kuvaajien merkitsevyys on yli 99 %.

Suurin osa syysvehnän lajikekokeista on sijainnut Etelä-Suomessa, joten käyrät kuvaavat keskimääräistä tulosta syysvehnän varsinaisella viljelyalueella. Tietenkin muilla tekijöillä kuten kahukärpäsen esiintymisellä, lämpötilalla, sääsuhteilla, talvituhosienillä ym. on suuri vuosittaista hajontaa lisäävä vaikutus.

Kuvassa 13 esitetään vertailuna kylvöpäivän vaikutus neljän syysvehnälajikkeen Varman, Vakan, Elon ja Linnan satoihin, yhtälöt:

	tulos x 10 = kg/ha	F-arvo	kokeita
Varma y = 1889.0 + 56.34931x - 0.963069x ²		4.41 ^x	291
Vakka y = -5.60 + 0.79857x - 0.01097x ²		7.22 ^{xx(x)}	122
Elo y = -7.60 + 0.95587x - 0.01211x ²		4.72 ^{x(x)}	101
Linna y = 20.67 + 1.7624x - 0.02217x ²		9.13 ^{xxx}	74

Linnan ja Elon kylvöpäivän vaikutusta satotuloksen muodostumiseen esittävät kuvaajat ilmaisevat huomattavasti selvempää riippuvuutta kuin Varma-syysvehnän kuvaaja. Linnan ja Elon koetulokset olivat kaikki I-vyöhykkeeltä. Ainoastaan Vakan ja Varman koetuloksissa oli mukana myös II-vyöhykkeellä suoritettujen kokeiden koetuloksia.

Kuva 12. Kylvöajan vaikutus Varma-vehnän satotuloksiin koko maassa toisen ja kolmannen asteen regressiolla laskettuna.

Sato kg/ha

2500

2000

1500

1000

500

2. aste
F=5.98***

3. aste
F=4.05*

VARMA-
vehnä

Kaikki kokeet

Kylvöpäivä 31.7 5.8 10.8 15.8 20.8 25.8 30.8 4.9 9.9 14.9 19.9 24.9 29.9 4.10

Sato kg/ha

4000

3500

3000

2500

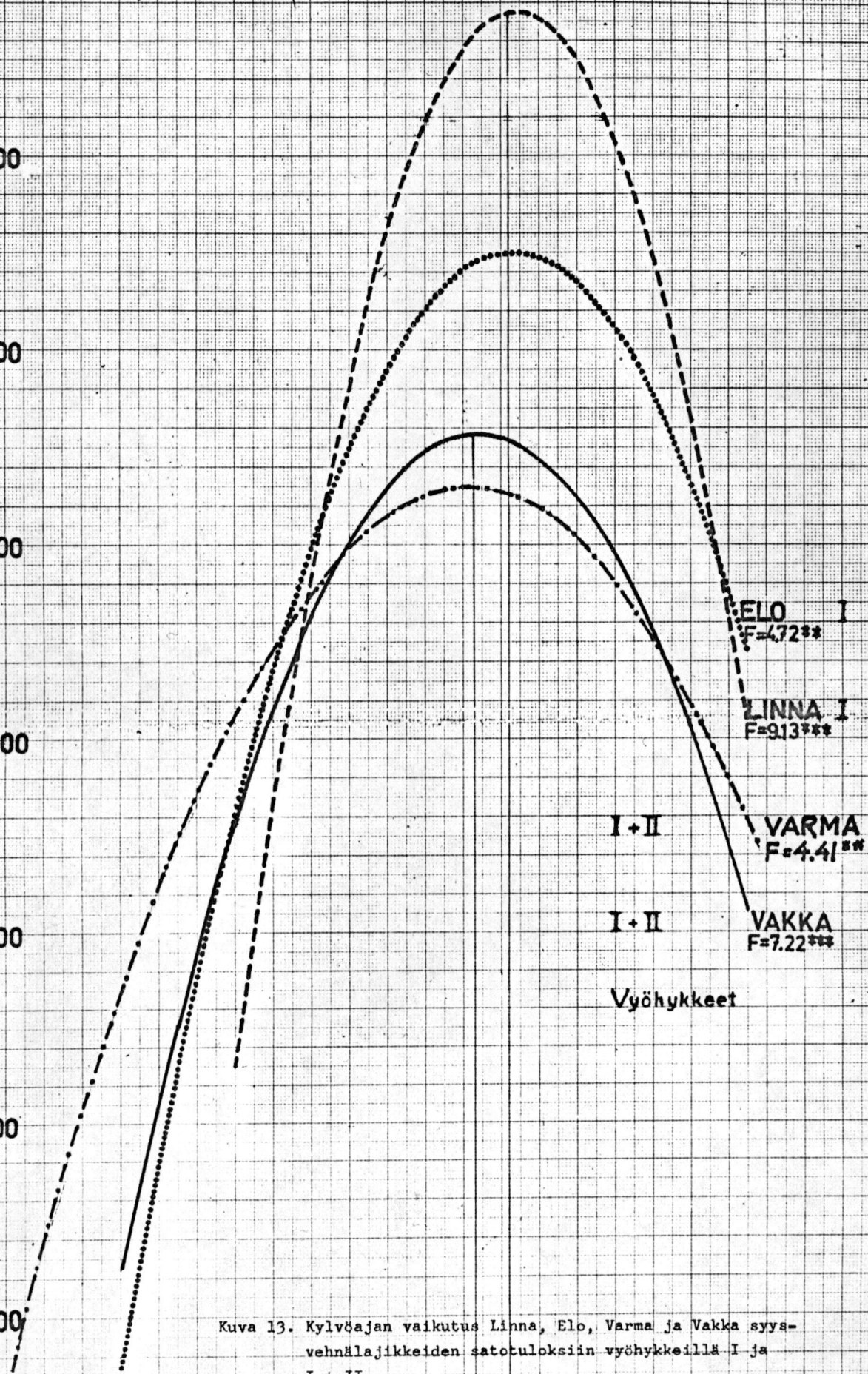
2000

1500

1000

500

Kylvöpäivä 5.8 10.8 15.8 20.8 25.8 30.8 4.9 9.9 14.9 19.9 24.9 29.9



Kuva 13. Kylvöajan vaikutus Linna, Elo, Varma ja Vakka syysvehnälajikkeiden satotuloksiin vyöhykkeillä I ja I + II.

Linna-syysvehnän satotuloksen riippuvuutta kylvöajasta esittävä kuvaaja osoittaa erittäin selvästi sen, miten voimakas kylvöajan vaikutus jollakin lajikkeella saattaa olla sadon määrään. Jotta sato voisi nousta huippuunsa, on kuvaajan mukaan kylvöaika verraten rajoitettu. Koetulokset osoittavat, että aikaiset kylvöt ovat antaneet perin heikkoja satoja. Syysvehnää ei oloissamme näin ollen pitäisi kylvää liian aikaisin, mutta ei myöskään liian myöhään. Elo- ja Vakka-syysvehniä kylvöajan vaikutus satoon ei ole niin voimakas kuin Linnan. Kuitenkin kylvöajalla on täysin samansuuntainen vaikutus satoon kaikilla syysvehnälajikkeilla. Parhain keskimääräinen kylvöaika kaikilla näillä lajikkeilla on syyskuun puolella; Varmalla ja Vakalla 4-5.9 sekä Linnalla ja Elolla 7-9.9. Koska laskemalla saadut kuvaajat eivät ole jyrkkiä ja aina ei voida kylvää tarkoin määrättyä päivänä, olisi hyvänä kylvöaikana mieluummin pidettävä paria maksimior dinaatta-arvoa aikaisempaa päivää, siis Varmalla ja Vakalla 2-3.9 sekä Linnalla ja Elolla 5-6.9. Edellisten aikaisempaan optimiin lienee osatekijänä II-vyöhykkeen kokeiden mukanaolo laskelmissa. Kylvöajan merkitystä ovat aivan ilmeisesti korostamassa sellaiset tekijät kuin kahukärpäsien esiintyminen aikaisemmin ja karais-tumisajan tarve myöhemmin, mutta näitä ei ole tutkittu erikseen.

TIIVISTELMÄ

Paikalliskokeista saatujen syysrukiin ja syysvehnän lajikekokeitten koetulosten perusteella on tutkittu syysviljojen talvehtimiseen vaikuttavia seikkoja. Syysvehnäkokeita vuosilta 1931-1965 oli mukana tutkimuksessa kaikkiaan yhteensä 899 koetta sekä syysruiskokeita samalta ajalta yhteensä 2366 koetta. Talvehtimiskysymyksistä valittiin paikalliskokeitten valossa tarkasteltaviksi seuraavat seitsemän määritettävissä ollutta satotuloksiin mahdollisesti vaikuttanutta tekijää.

1. Syyskuun keskilämpötilan noustessa Toivo-rukiin jyväsadon määrä pieneni hyvin vähän. Koska syyskuun loppupuolen lämpötilat

tasoittavat koko kuukauden keskilämpötiloja ja rukiilla myös aikaiset kylvöt ovat olleet kohtalaisen edullisia, niin lämpötilan vaikutusta ei tällä menetelmällä saatu esiin.

2. Vuorokauden keskilämpötilan 10°C:een alenemisen ajankohta, jonka jälkeen kahukärpäsien muniminen lakkaa, vaikutti tutkituissa 671 kokeessa Toivo-rukiin satoon siten, että mitä myöhemmin lämpötila laski 10°C:een sen suurempi sato saatiin.

Vaikka sadonlisäykset olivat vain 50 kg:n luokkaa, niin tulos on kuitenkin erittäin luotettava ja vaikuttaa siltä, että jos kevätiljoilla on ollut kahukärpäsien joukkoesiintymistä ja rukiin kylvö tapahtuu suhteellisen myöhään, niin kyseisellä seikalla voi olla huomattava taloudellinen merkitys.

3. Huhtikuun keskilämpötilan noustessa -1°C:sta +4°C:een Toivo-rukiin sato aleni 150 kg hehtaaria kohden ja tulos oli erittäin merkitsevä.

4. Huhtikuun 15. päivänä mitatun lumen paksuuden ollessa 0 cm, toisin sanoen maa paljaana, oli Toivo-rukiin satomäärä korkea. Kun lumen määrä suureni, heikkeni sato aina 10 cm:n lumen paksuuteen saakka, jonka jälkeen sato jälleen aina 31 cm:iin saakka lisääntyi. Kun lumen paksuus 15/4 ylitti 32 cm, aleni satomäärä erittäin jyrkästi. Varma-vehnällä saatiin parnaita satoja, kun lumipeite 15/4 oli 0 cm ja yli 30 cm:n lumipeite vaikutti jonkin verran suojaavasti.

5. Kvintotseeni-käsittelyllä saatiin sitä parempi sadonlisäys, mitä myöhemmin käsittely oli suoritettu ennen lumen tuloa. Sadonlisäys nousi 47 kg:sta aina 250 kg:aan riippuen siitä, minä ajankohtana 26.10-22.11 välillä kasvusto käsiteltiin. Keskimäärin kvintotseenilla saatu sadonlisäys kaikissa kokeissa oli 133 kg/ha.

6. Rukiin kylvöaikaa tutkittaessa todettiin, että elokuun alkupuolella suoritetuista kylvöistä on saatu keskimäärin 200-300 kg:n sadon vähennys eli n. 8-10 %:n satotappio ja paras kylvöaika koko maassa on ollut keskimäärin 25-27.6. Paras kylvöaika eri lajikkeilla on vaihdellut jonkin verran. Rukiin kylvön jäädessä syyskuun puolelle sato alkaa vähentyä syyskuun alkupäivistä lähtien ja väheneminen voimistuu syyskuun 10. päivän tienoilla.

7. Syysvehnän kylvöaika osoittautui kaikilla tutkituilla lajikkeilla varsin tärkeäksi tekijäksi. Eteläisimmän vyöhykkeen lajikkeitten, Linnan ja Elon kylvöpäivän vaikutus sätotuloksen muodostumiseen ilmaisee huomattavasti selvempää riippuvuutta kylvöajasta kuin Varmia-syysvehnän, josta oli mukana myös toisen vyöhykkeen kokeita. Linnan ja Elon sätotulokset osoittavat, että jollakin lajikkeella kylvöaika saattaa vaikuttaa ratkaisevasti sadon määrään ja olla varsin rajoitettu, jotta sato voisi kohota huippuunsa. Aikaiset kylvöt ovat antaneet erittäin heikkoja satoja samoin kuin liian myöhään kylvetyt. Paras keskimääräinen kylvöaika kaikilla tutkituilla syysvehnälajikkeilla on syyskuun puolella, Varmalla ja Vakalla 4-5.9 ja Linnalla ja Elolla 7-9.9. Tämä merkitsee selvästi vähintään viikkoa myöhäisempää kylvöä kuin mitä syysvehnälle ennen 1960-lukua suositeltiin ja samalla ilmaisee erään syyn syysvehnän 1940-65 vuosina saamaan epäsuosioon ja huomattavan sätotason nousuun sen jälkeen, kun myöhäisempää kylvöä alettiin suositella.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- ANON. 1959-1964. Ilmastohavainnot. Suom. Meteorol. Vuosik. 59-64. Ilmatieteellinen keskuslaitos.
- 1959-1965 Katsaus Suomen sääoloihin. Ilmatieteellinen keskuslaitos.
 - 1920-1974 Maatalous. Maatalouden vuositilasto. Agriculture. Suomen virallinen tilasto. The official statistics of Finland III. Helsinki.
 - 1962. Maataloustilastollinen kuukausikatsaus. Maatal.hall. tilastotoim. 12: 197-216.
 - 1971-1974. Maataloustilastollinen kuukausikatsaus. Monthly Review of Agricultural Statistics.
- JAMALAINEN, E. A. 1964 (1963). Control of low-temperature parasitic fungi in winter cereals by fungicidal treatment of stands. Selostus: Syysviljojen talvituhosienien torjunta oraiden fungisidikäsitteilyllä. Ann. Agric. Fenn. 3: 1-54.
- KOLKKI, O. 1959. Lämpötilakarttoja ja taulukoita Suomesta kaudelta 1921-1950. Suom. Meteorol. Vuosik., nide L-osa I: 1-26
- MARJANEN, H. 1961. Kauralajikkeiden satoisuus paikalliskokeissa. Summary: Productivity of oat varieties in local experiments. Results of trials from the year 1923-1959. Valt. Maatal. koetoin. Julk. 190: 1-125
- PESOLA, V. A. 1941. Suomen kasvinviljelysalueet. Referat: Die Anbauggebiete Finnlands. Acta Agr. Fenn. 47, 1: 1-147. Erip.

