

No. 102

MEDEDELINGEN EN VERHANDELINGEN

SERIE A

57

Dr C. KRAMER, Dr Ir J. J. POST

en

Ir W. WILTEN

**KLIMAAT EN BROUWGERSTTEELT
IN NEDERLAND**

EEN BIJDRAGE TOT DE OECOLOGIE VAN DE ZOMERGERST



CLIMATE AND GROWING OF MALTING-BARLEY IN THE NETHERLANDS
A CONTRIBUTION TO THE ECOLOGY OF SPRING-BARLEY

VERSCIJNT TEVENS ALS MEDEDELING 1952 No. 18
VAN HET NATIONAAL COMITE VOOR BROUWGERST

1952

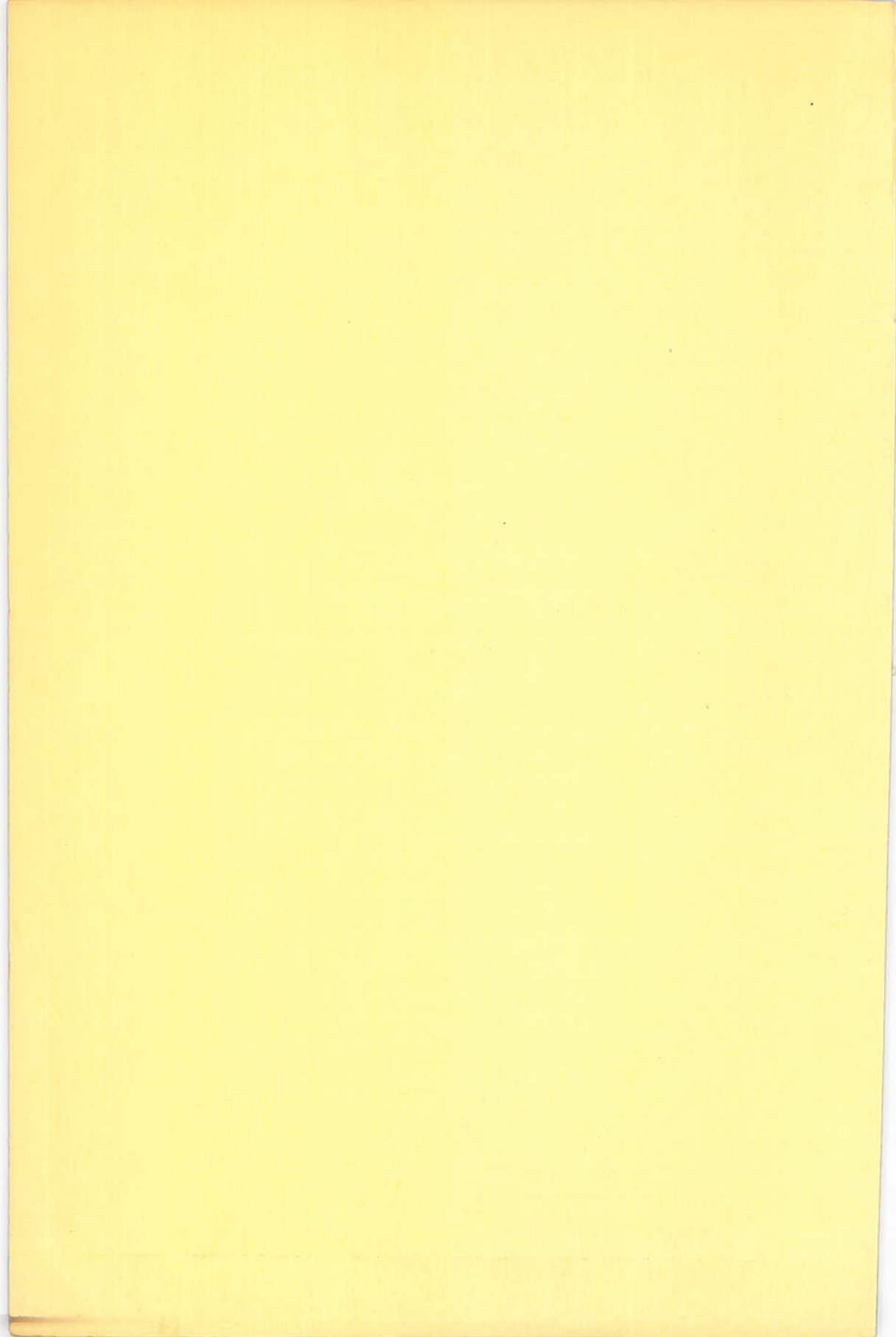


PRIJS F 2.25

TE VERKRIJGEN BIJ / TO BE PURCHASED FROM

PRICE F 2.25

STAATSDRUKKERIJ- EN UITGEVERIJBEDRIJF 'S-GRAVENHAGE



Klimaat en Brouwgerstteelt in Nederland

Een bijdrage tot de oecologie van de zomergerst

Dr C. KRAMER, Dr Ir J. J. POST

en

Ir W. WILTEN



STAATSDRUKKERIJ- EN UITGEVERIJBEDRIJF / 's-GRAVENHAGE 1952

GEDRUKT BIJ v/h KEMINK EN ZOON N.V. - UTRECHT

INHOUD

	blz.
<i>Inleiding:</i>	
Probleemstelling	
Iets over de ervaringen met inlandse brouwgerst	
en over de historie van dit onderzoek	9
DEEL I. <i>Literatuuroverzicht.</i>	
betreffende de invloed van het weer op de ontwik-	
keling, opbrengst en kwaliteit van zomergerst . .	13
DEEL II. <i>Beschrijvend gedeelte.</i>	
1. Schets van de levenscyclus van het gewas . .	23
2. Kwaliteitsanalyse van inlandse brouwgersten	
van verschillende locale herkomst.	
Kwaliteitsverschillen en opbrengstverschillen	
tussen gerst, verbouwd in het Noorden en in	
het Zuiden van Nederland	24
3. Statistisch onderzoek naar de samenhang tussen	
het weer en de <i>opbrengst</i> van de zomergerst .	29
4. Statistisch onderzoek naar de invloed van het	
weer op de <i>brouwkwaliteit</i> van de gerst . .	39
5. Oorzaken, die kunnen leiden tot het optreden	
van de genoemde verschillen.	
A. Bodem- en Cultuurfactoren	43
B. Klimaatfactoren	49
DEEL III. <i>Experimenteel gedeelte.</i>	
1. Correlaties tussen enkele kenmerken van de	
habitus van de plant.	
A. Verband tussen bladlengte, bladbreedte en	
bladoppervlak	57
B. Verband tussen bladlengte en oogstanalyti-	
sche kenmerken	66

2. Proefveldonderzoek.	
A. Resultaten van proefveldonderzoek te De Bilt in de jaren 1946—1951	68
B. Onderzoek naar de bladgroei als functie van temperatuur en licht	77
3. Vergelijkend oecologisch onderzoek aan zomer- gerst op <i>praktijkpercelen</i> in het Noorden en in het Zuiden van Nederland.	
A. Metingen van het assimilerend bladoppervlak	83
B. Enkele oudere metingen over het verband tussen bladgroei en temperatuur	101
4. De invloed van ziekten in het gewas.	
A. De invloed van aantasting door <i>meeldauw</i> en <i>roest</i>	104
B. De invloed van het verwijderen van het blad en de kafnaalden op de oogst	113
DEEL IV. <i>Samenvatting der resultaten.</i>	
Conclusie. Suggesties voor voortgezet onderzoek	117
<i>Summary</i>	125
<i>Résumé</i>	131
<i>Zusammenfassung</i>	139
DEEL V. <i>Lijst van geraadpleegde literatuur</i>	147

INLEIDING

De oecologie bestudeert de wisselwerking tussen de milieu-factoren en de levensverrichtingen van het organisme. Bij de oecologische factoren die het leven van planten en dieren beïnvloeden, zijn drie groepen te onderscheiden, die in het kort als volgt zijn aan te duiden:

- 1^e De bodem.
- 2^e Het klimaat.
- 3^e Het ingrijpen van de menselijke activiteit.

In deze bijdrage tot de oecologie van de zomergerst wordt in het bijzonder nagegaan de invloed, die door de tweede der genoemde factoren, het *klimaat*, op de ontwikkeling en de opbrengst van dit gewas wordt uitgeoefend.

Dat een gewas voor zijn ontwikkeling bepaalde eisen stelt aan het klimaat, mag bekend worden verondersteld. Wij behoeven slechts te wijzen op het feit, dat een gewas om te kunnen gedijen aangepast moet zijn aan het heersende klimaat en dat een bepaald ras van een cultuurgewas gewoonlijk slechts binnen een beperkt gebied tot maximale productie kan komen. Binnen het gebied waarin het te telen is, vertoont het ras verschillen in groei en ontwikkeling, die wij aan het uiteenlopen der verschillende oecologische factoren binnen dat gebied menen te mogen toeschrijven. Onder andere kan de factor klimaat binnen dat gebied meer of minder grote variaties vertonen, die op de bedoelde verschillen van invloed kunnen zijn.

Over dit onderwerp in het algemeen is reeds veel gepubliceerd; wij willen ons hier beperken tot het vermelden van het eerste standaardwerk op dit gebied, geschreven door PAPADAKIS (29).*

Sinds een 20-tal jaren verwerken de Nederlandse brouwerijen zomergerst uit Nederland. Reeds vrij spoedig bleek, dat de zomer-

*) Het no. achter de auteursnaam verwijst naar de Lijst van geraadpleegde Literatuur (DI V).

gerst afkomstig van de *zandgronden* over het algemeen een kleinere korrel vormde dan die van de *kleigronden*. Bovendien bleek de gerst van de *zandgronden* een hoger eiwitgehalte te bezitten.

Aangezien beide factoren (zoals later besproken zal worden) de geschiktheid van deze gerst voor verwerking in de brouwerij verminderen, besloot men zijn aankopen uitsluitend te beperken tot de gerst afkomstig van de Noordelijke en Zuidwestelijke *kleigronden* van Nederland. In de loop van de jaren is nu gebleken dat tussen de oogst van de *Noordelijke* klei en die van de *Zuidwestelijke* klei grote verschillen voorkwamen, zowel wat kwaliteit als wat opbrengst betreft.

Schreef men deze verschillen in het eerste geval toe aan het verschil van grondsoort (zand of klei), de laatstgenoemde verschillen kon men niet in de eerste plaats aan een verschil in grondsoort toeschrijven. Gedacht werd aan een verschil in *klimaat*.

In 1946 besloot de Technische Advies Commissie van het Nationaal Comité voor Brouwgerst dan ook, een onderzoek te doen instellen naar de oorzaak van dit kwaliteitsverschil.

Daar zoals gezegd in de eerste plaats gedacht werd aan de factor *klimaat*, werd contact opgenomen met het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut te De Bilt, in nauwe samenwerking waarmee het onderzoek werd uitgevoerd.

In dit verslag zijn de resultaten van een 5-jarig onderzoek verwerkt.

Het gaat er bij dit onderzoek in de eerste plaats om, het verband op te sporen tussen het klimaat en de *kwaliteit* van de oogst. Dit onderzoek gaat ten dele via de plant. Het begrip kwaliteit wordt hier in verband met de eisen van de brouwerij in een speciale betekenis gebruikt. Het komt ons wenselijk voor, dit kwaliteitsbegrip van brouwgerst nader toe te lichten.

De brouwer wenst op zo economisch mogelijke wijze een smakelijk bier te bereiden uit gerst. Deze bereiding heeft plaats door het zetmeel, dat in de gerstkorrels aanwezig is, om te zetten in suikers en deze suikers in waterig milieu door gist te verwerken tot alcohol.

Dit houdt in, dat de aankoop van gerst een aankoop van *zetmeel* is, zodat de gerstekorrel in de eerste plaats relatief veel van deze stof moet bevatten. Dat betekent dat de korrels *groot* en goed gevuld moeten zijn.

Voor het moutproces is bovendien een *gelijkmatige grootte* van

de korrels van belang, waardoor een gelijkmatige vocht opneming bij de kieming wordt bevorderd.

Eiwitten zijn niet vergistbaar. Gewenst is daarom een *laag eiwitgehalte*. Behalve een gelijkmatig grote korrel met een laag eiwitgehalte wordt nog een aantal andere eisen aan het aan te kopen product gesteld ten aanzien van *kleur, fijnheid van kaf, geur, raszuiverheid* enzovoort, welke eisen in het bijzonder aan (geschoonde) verzamelpartijen gesteld worden. De eerste twee staan wel in verband met het klimaat maar zijn moeilijk in getallen uit te drukken. Raszuiverheid is een eigenschap waarvan de bespreking geheel buiten het bestek van dit boekje valt.

De factor geur (mufheid) staat wel in verband met de omstandigheden waaronder geoogst wordt, maar treedt uitsluitend op als secundaire factor en wordt niet besproken.

Getracht wordt, de invloed van het klimaat op de opbrengst gescheiden te houden van die op de kwaliteit. De laatste factor valt dus uiteen in de factoren: korrelgrootte, eiwitgehalte, kleur en kaf.

Van de drie groepen van factoren welke de groei van een gewas beïnvloeden: bodemgesteldheid, klimaat en cultuurfactoren, zal de invloed van bodemgesteldheid en cultuurfactoren in het kort behandeld worden in Deel II, Hfdst. 5 A. De klimaatverschillen welke optreden tussen de te beschouwen gebieden worden daarna in II, 5 B behandeld.

DEEL I

LITERATUUROVERZICHT

Wanneer wij nagaan, wat er in de loop der jaren is gepubliceerd omtrent het vraagstuk van het verband tussen de weersomstandigheden en de opbrengst en de kwaliteit van brouwgerst, dan valt de oogst tegen, zowel wat betreft het aantal der publicaties alsook vooral wat betreft de exactheid der vermelde gegevens. Ofschoon gedurende de laatste 50 jaar in verschillende landen van tijd tot tijd na afloop van de oogst beschouwingen werden gegeven over de kwaliteit en deze daarbij gewoonlijk in verband werd gebracht met de weersgesteldheid gedurende de afgelopen groeiperiode, beperkte men zich hierbij meestal tot vrij vage algemeenheden en tot het uitspreken van vermoedens die over het algemeen weinig gefundeerd zijn.

Niettemin leek het ons gewenst, enkele van deze beschouwingen te memoreren. Aangezien de bedoelde opmerkingen veelal voorkomen als klein onderdeel van publicaties met een andere strekking, hebben wij om een goed overzicht te verkrijgen de hoofdzaken in *tabelvorm* weergegeven.

Wij vermelden in deze tabel uitsluitend de naam van de betreffende auteur en het jaartal van de publicatie. Voor een meer volledige opgave met titel en vindplaats verwijzen wij naar de literatuurlijst hierachter (Dl. V).

Legenda bij volgende tabel:

bij kolom 4: D = Duitsland, N = Nederland, E = Engeland

bij kolommen 5 en 6:

T = temperatuur, T_m = gem. overdagtemp., T_n = minimumtemperatuur

S = zonneschijn

R = neerslag

U = luchtvochtigheid

q = kwaliteit

p = opbrengst

Tabel 1. Invloed van de weersomstandigheden op de kwaliteit en de opbrengst van brouwgerst, volgens verschillende auteurs.
Influence of weather-conditions on quality and yield of malting-barley, according to different authors.

1	2	3	4	5	6
Auteur Author	No. lit. lijst Number in survey of lit.	Jaartal Year	Betrok- ken gebied Country	Factoren die als <i>gunstig</i> beoordeeld worden <i>Favourable factors</i>	Factoren die als <i>ongun- stig</i> beoordeeld worden <i>Unfavourable factors</i>
REMY	31	1901	D	matige T en matige S tijdens korrelvulling gunstig voor q	extreme T, S en R; in 't bijzonder hoge T en hoge S tijdens korrelvulling ongunstig voor q
HANAMANN	16	1901	D	lage R gunstig voor q hoge R gunstig voor p	lage R ongunstig voor p hoge R ongunstig voor q
HECKER	17	1911	D	R matig tot laag in Juli, T: koel in <i>Juni</i> en <i>Juli</i>	hoge T met hoge U in <i>Juli</i> zeer lage U in <i>Juli</i> (noodrijp!)
HOOKE	20	1922	E	lage R in voorjaar matige R in <i>Juni</i> , lage R in <i>Augustus</i> , in zomer T matig tot laag	hoge T in Mei en Juni
BROUWER	6,7	1926	D	gedurende rijping: $60 < R < 120$ mm $12^{\circ} < T_m < 24^{\circ}$ C T optimaal = 18° Vlak na het zaaien lage T _n .	extreme waarden van T en van R tijdens <i>rijping</i>
STEVEN	34	1927	D	Tijdens <i>groei</i> matige T, matige R, vrij hoge S; in <i>volrijp</i> stadium hoge T en lage U gunstig voor q.	T > 18° tijdens <i>groei</i>
STEWART	35	1928	E	Tijdens rijping hoge S, hoge R gunstig voor p	zeer extreme waarden van R
FEISTRITZER	12	1930	D		lage T tijdens de aanleg van de aar
BISHOP	3	1935	E	In <i>voorjaar</i> : hoge T (gun- stig voor korrelgrootte, dus voor q), lage R gunstig voor q hoge R gunstig voor p in <i>zomer</i> : hoge R; hoge T gunstig voor q	In <i>voorjaar</i> : hoge R on- gunstig voor q
FINK & KUNISCH	13	1937	D	In <i>volrijp stadium</i> hoge T en lage R en U	hoge T gecombineerd met hoge U in <i>volrijp stadium</i>
SÖHNGEN	33	1938	N	lage R in <i>Juli</i> en <i>Aug.</i>	hoge R in Juli en Aug.; in 't bijzonder wanneer de regen overwegend in de <i>namiddag</i> valt.
BAUMANN	2	1949	D	In winter en <i>voorjaar</i> lage R in <i>Mei</i> matige T en R, <i>Juni</i> koel en vochtig, <i>regelmatig</i> verloop van T.	extreme waarden van T, S en R. in 't bijzonder hoge T in <i>Mei</i> en Juni, hoge R in Juli.

Onderscheiden wij de bovenvermelde uitspraken naar de periode waarop zij betrekking hebben, er tevens rekening mee houdende, dat de eisen voor een goede brouwkwaliteit dikwijls tegengesteld zijn aan die voor een hoge opbrengst, dan krijgen wij de volgende samenvatting:

	Zaaitijd en eerste ontwikkeling (Maart-April)	Vegetatieve periode Mei-half Juni	Korrelvulling half Juni-half Juli	Afrijping 2e helft Juli
voor kwaliteit Gunstig voor opbrengst	weinig regen, hoge temperatuur	matige temp. matige neerslag vrij veel zon	temp. matig tot koel niet te veel zon en niet te veel neerslag	droog, zonnig, warm
voor kwaliteit Ongunstig voor opbrengst	lage minimum- temperaturen	voldoende neer- slag	temp. matig tot koel	
voor kwaliteit Ongunstig voor opbrengst	veel regen	zeer heet	hoge temperatuur veel zon	hoge vochtigheid vooral indien gepaard met warmte; extreem droog
	zee: weinig regen	zeer koud en zeer veel neer- slag	te droog	extreem nat extreem droog

Op grond van deze eisen kunnen we ons nu min of meer een beeld vormen van een „ideaal-weersverloop” voor de zomergerstcultuur. Deze ideale weersomstandigheden zouden dan ongeveer als volgt dienen te zijn (als we goede kwaliteit belangrijker achten dan hoge opbrengst):

- In het *zaai*seizoen: een droge periode, geschikt om de zaaiwerkzaamheden uit te voeren, liefst voorafgegaan door enige regen met het oog op de grondbewerking.
- Gedurende de periode van *kieming en eerste ontwikkeling*: helder en zonnig weer, overdag warm, met vrij lage nachtelijke minima (geen *streng*e nachtvorsten), zo nu en dan enige regen, maar vooral niet veel.
- In de *vegetatieve periode*: matige of iets ondernormale temperatuur, voldoende perioden van zonneschijn, matige neerslag; dus in 't algemeen: geen *extreme* weerstoestanden. Vooral niet te heet en niet te nat.

- d) Gedurende de *korrelvulling*: koel weer met niet te veel zon, geen extremen van droogte of vochtigheid.
- c) Tijdens de *afrijping*: droog, zonnig en warm weer; echter niet zó droog, dat noodrijpheid intreedt.

In het algemeen blijkt dus, dat *extreme* weerstoestanden schadelijk zijn en dat het meest gewenst is: een warm, helder voorjaar, koele voorzomer (koele periode half Juni — begin Juli) en warme oogstperiode.

Daarbij matige neerslaghoeveelheden in voorjaar en voorzomer, droog weer in de oogstperiode en over het algemeen zonnig weer.

Het hier gegeven literatuuroverzicht maakt uiteraard geen aanspraak op volledigheid; zo was het ons bijvoorbeeld niet mogelijk de publicatie van DIETRICH (10) onder ogen te krijgen, waarvan wij op grond van titel en excerpt vermoedden, dat zij belangrijke aanknopingspunten bij deze verhandeling zou bieden.

Er zijn nu behalve de bovengenoemde publicaties, waarin het vraagstuk van de weersinvloeden slechts oppervlakkig ter sprake komt, nog enkele andere, die zich meer gedetailleerd hiermede bezig houden en die we voor dit onderzoek van zodanig belang achten, dat wij ze afzonderlijk willen bespreken.

Dit zijn een artikel van F. G. GREGORY: The effect of climatic conditions on the growth of barley (15) en een rapport van E. J. RUSSEL en L. R. BISHOP: Investigations on barley (32).

GREGORY kweekte gedurende vier achtereenvolgende jaren op het proefstation Rothamsted *Goldthorpe*gerst in potten in de open lucht, op een uniform grondmengsel met zo goed mogelijk constant gehouden vochtgehalte. De zaden en de jonge plantjes werden op uniformiteit geselecteerd. Er werden twee typen van bemesting toegepast, verschillend in stikstofgehalte. Eens per week werd aan een monster van het gewas (18 planten) een drogestof-bepaling uitgevoerd en van tijd tot tijd werd het totale bladoppervlak van een aantal planten bepaald (met een planimeter). Er had dus geen directe bepaling van opbrengst en kwaliteit plaats (het experiment was meer op physiologische dan op practisch-landbouwkundige doeleinden gericht). Daarnaast werden ter plaatse metingen en registraties van een aantal weerfactoren uitgevoerd. De *weerfactoren*, die in het onderzoek betrokken zijn, waren:

- A 1. dagelijkse *maximum*-temperatuur
2. gemiddelde *overdag*-temperatuur (uit 2-uurlijkse uittrekkingen van thermogrammen)
3. dagelijkse *minimum*-temperatuur
4. gemiddelde *nacht*-temperatuur (als 2)
5. totale *straling* (in cal/cm² per week, gemeten met een registrerende radiometer volgens Callendar)
6. aantal uren *zonneshijn*
7. *verdamping* (gemeten met een atmometer)

Van het *gewas* werden de volgende grootheden bepaald:

- B 1. het *assimilatiequantum* (toename van het drooggewicht per tijdseenheid per eenheid van bladoppervlak)
2. *de relatieve toename van het bladoppervlak*
3. *de relatieve toename van het drooggewicht* (efficiency-index)

De toegepaste *berekening* bestond uit het bepalen van de partiële correlatie-coëfficiënten tussen de *afwijkingen van het gemiddelde* resp. van de grootheden onder A en die onder B. Met intercorrelaties tussen de weersfactoren is rekening gehouden. De details van de berekening willen we hier stilzwijgend voorbijgaan; slechts vermelden we in het kort de voornaamste *conclusies*.

De groei-cyclus van het gewas wordt hier verdeeld in twee delen, nl. de periode van de opkomst tot aan de maximale bladontwikkeling en de periode vanaf de maximale bladontwikkeling tot de rijpheid. Deze delen worden apart beschouwd.

1. Het *assimilatiequantum* is gedurende de eerste periode onafhankelijk van het ontwikkelingsstadium van de plant en eveneens van de stikstofgift. Er bestaan gedurende deze periode significante *positieve correlaties* met de gem. overdagtemperatuur (+0,39) en met de straling (+0,43), en een negatieve correlatie met de gem. nachttemperatuur (—0,43).

Nog hoger zijn de correlaties met de dagelijkse *maximum*-temperatuur (+0,54) en de nachtelijke *minimum*-temperatuur (—0,50). Met het aantal uren *zonneshijn* daarentegen bestaat geen significante correlatie.

De variatie in het assimilatiequantum komt voor meer dan 80% op rekening van de uitwendige factoren.

Gedurende de tweede groeiperiode is geen berekening over het

assimilatiequantum gemaakt, o.m. omdat hier de rol van het groene blad-oppervlak meer en meer door stengeldelen en kafnaalden wordt overgenomen.

2. De *relatieve bladgroei*. Hierbij werden de variaties die het gevolg zijn van uitwendige omstandigheden geschat uit de afwijkingen van de experimentele groeicurve ten opzichte van een „normale” groeicurve, gevonden als gemiddelde van de op een bepaalde manier gestandaardiseerde groeicurven over een aantal jaren.

Er werd weer een significante positieve correlatie gevonden met de gem. overdagtemperatuur (+ 0,58), evenzo een negatieve correlatie met de gem. nachttemperatuur (— 0,47). De correlatie met de totale *straling* was hier negatief (— 0,38).

Dit is in overeenstemming met een resultaat, gevonden door BRECHLEY (5), dat planten, die dicht op elkaar staan, onder overigens gelijke omstandigheden een sterkere bladgroei vertonen dan planten, die op grotere afstand van elkaar zijn geplaatst. De gemiddelde lichtintensiteit gedurende de zomer zou dus in excès zijn ten opzichte van de lichtbehoefte van het gewas.

Van een correlatie tussen relatieve bladgroei en assimilatiequantum bleek hier niets.

Merkwaardig is de negatieve correlatie tussen bladgroei en nachttemperatuur. GREGORY is niet in staat een afdoende physiologische verklaring hiervan te geven; hij wijst op de mogelijkheid, dat grote temperatuurverschillen tussen dag en nacht (grote dagelijkse amplitude) een groeibevorderende werking zouden hebben.

Over het algemeen heeft hij blijkbaar niet veel zéér koude nachten gehad tijdens zijn experimenten (gem. nachtelijke minimumtemperatuur 8,9° C, $\sigma = 1,8^\circ$).

Met de *verdamping* is geen significante correlatie gevonden.

3. De *efficiency-index*.

Voor de *eerste* periode (tot de maximale bladontwikkeling) is het verloop van de efficiency-index vergeleken met een „normaal-curve” op dezelfde wijze als boven beschreven voor de relatieve bladgroei. Nadat 40% van het eindgewicht was bereikt, bleef de efficiency-index een *lineaire* functie van het gewicht.

In de eerste periode bestaat weer een *positieve* correlatie met

de gem. overdagtemperatuur (+0,44) en een *negatieve* met de gem. nachttemperatuur (—0,39). De correlatie met de totale straling is niet significant. Dit laatste betekent, dat de positieve invloed van de straling op de assimilatie in de beschouwde periode ongeveer in evenwicht wordt gehouden door de *negatieve* invloed op de bladgroei.

Hoog positief gecorreleerd zijn efficiency-index en assimilatie-quantum (+0,65) en vooral efficiency-index en relatieve bladgroei (+0,80).

In de tweede periode (na de maximale bladontwikkeling) bestaat nog een (iets geringere) positieve correlatie met de gem. overdagtemperatuur (+0,39) evenals een negatieve met de gem. nachttemperatuur (—0,29), te verklaren doordat hoge lichtintensiteit de rijping verhaast en hiermede het tot stilstand komen van het proces van gewichtstoename.

Tot slot nog een schematisch overzicht van de gevonden partiële correlaties.

Tabel 2. Schema van correlatiecoëfficiënten volgens GREGORY.
Survey of correlation-coefficients according to GREGORY.

		Gem. over- dagtemp. <i>Mean day temp.</i>	Gem. nacht- temp. <i>Mean night temp.</i>	Totale straling <i>Radiation</i>	Gem. max. temp. <i>Mean max. temp.</i>	Gem. min. temp. <i>Mean. min. temp.</i>	Verdamping <i>Evaporation</i>	Uren zonneshijn <i>Hours of sunshine</i>
+ 0,65	Assimilatie- quantum	1e per.	+ 0,39	— 0,43	+ 0,43	+ 0,54	— 0,50	.....
		2e per.	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	<i>Quantity of assimilation</i>							
	+ 0,80	Rel. bladgroei (1e per.) <i>rel. leaf-growth</i>	+ 0,58	— 0,47	— 0,38	.....	.....	.....
		Efficiency index						
		1e per.	+ 0,44	— 0,39	×	.....	.....	.....
		2e per.	+ 0,39	— 0,29	— 0,27	.....	.....	.....

..... betekent: niet opgegeven
× „ : insignificant

De resultaten van GREGORY's berekeningen samenvattend kunnen wij dus concluderen, dat hoger dan normale *gemiddelde overdagtemperatuur* gedurende de vegetatieve periode een *positief* effect heeft op de ontwikkeling van het gerstgewas, zowel wat betreft de bladgroei als wat betreft de drogestof-productie. Het effect van *hogere nachttemperaturen* is daarentegen *negatief*, wat er dus op wijst, dat een *grote dagelijkse temperatuur-amplitude* gunstig werkt. Sterke *straling* werkt in deze periode ongunstig op de bladgroei, doch

gunstig op de assimilatie. Wat het eindresultaat betreft, zal de straling dus weinig invloed uitoefenen. Evenzo werd weinig effect geconstateerd van verdamping en zonneshijn.

Wij leggen er nog eens de nadruk op, dat de bovengenoemde factoren beschouwd zijn uit het oogpunt van hun invloed op de *vegetatieve ontwikkeling* van het gewas. In hoeverre de opbrengst en de kwaliteit hiermede samenhangen, is zonder meer moeilijk uit te maken. In ieder geval biedt een gunstige vegetatieve ontwikkeling nog geen waarborg voor hoge opbrengst en goede kwaliteit.

RUSSELL en BISHOP (32) publiceerden in 1933 een rapport over een breed opgezet tienjarig onderzoek, uitgevoerd onder auspiciën van het Engelse Institute of Brewing, waarin onder meer door middel van statistische bewerking van opbrengst- en analysegegevens werd nagegaan de invloed van de bodem, de bemesting en het weer op de opbrengst van brouwergerst en op de samenstelling en het gewicht van de korrel. De gebruikte reeksen gaan voor sommige gevallen terug tot 1876. Wij bepalen ons hier tot wat gevonden werd met betrekking tot de weersinvloeden.

a. De invloed van de weerfactoren op de *opbrengst* achten zij niet bijzonder sterk. Een goede bemestingstoestand reduceert de invloed van het weer, doch ook op onbemeste percelen vonden zij tussen de opbrengsten in „goede” en die in „slechte” jaren geen groter verschil dan 17% van de gemiddelde opbrengst.

Neerslag is de belangrijkste factor. In overeenstemming met HOOKER (vgl. tabel 1) vonden zij, dat meer dan de normale hoeveelheid regen in het voorjaar uitgesproken schadelijk is. Volgens R. en B. geldt dit speciaal voor de maanden Maart en April. Vanaf vijf weken na het zaaien is matige regenval gewenst, vooral op de gronden met een goede vruchtbaarheidstoestand. Er zijn dus twee tegengestelde invloeden van de neerslag in het voorjaar te constateren: een schadelijke werking door uitspoeling van stikstof uit de bodem en een gunstige werking op de groei van het gewas. De optimale maandhoeveelheden neerslag voor het beschouwde gebied liggen voor de maanden Maart en April tussen 38 en 52 mm.

De invloed van de *temperatuur* is minder evident dan die van de neerslag. De mening van HOOKER (20), dat hoge temperaturen in Mei en Juni schadelijk zijn, werd niet duidelijk bevestigd gevonden.

R. en B. menen, dat het klimaat van Zuid- en Oost Engeland in doorsnee wellicht iets te vochtig en iets te zacht is. De normale hoeveelheid *zonneshijn* is ongeveer optimaal voor gerst. In het voorjaar is de gevoeligheid ten opzichte van de hoeveelheid zonneshijn bovendien niet groot.

b. De invloed van het weer op het *eiwitgehalte* van de korrel.

De *neerslag* in Februari en Maart is zwak positief gecorreleerd met een hoog eiwitgehalte. Ook uit dit oogpunt is dus veel regen in deze maanden ongunstig. Regenval in April en Mei heeft echter een duidelijk stikstofverlagend effect, nl. gemiddeld 0,15 % stikstof per 25 mm boven normaal per maand.

Het zou zelfs mogelijk zijn, ongeveer einde-Juni het gemiddeld stikstofgehalte van de oogst te *voorspellen* op grond van de tot dat tijdstip gevallen neerslag.

De regenval in Juli oefent dus weinig invloed meer uit.

De *temperatuur* heeft een geringe invloed in *Juli* en wel wordt door hogere temperaturen het stikstofgehalte in geringe mate verhoogd. Zeer hoge temperatuur leidt namelijk tot een versneld afsterven van het gewas, dus verminderde assimilatie, ofwel verminderde zetmeelproductie, waardoor de verhouding van zetmeel tot eiwit in de korrel ten gunste van dit laatste wordt veranderd.

c. De invloed van het weer op het *1000-korrelgewicht*. *Neerslag* boven de normale hoeveelheden in Januari, Februari en Maart drukt het 1000-korrelgewicht, vooral *Februari* is in dit opzicht belangrijk. De jaarlijkse variatie in het 1000-korrelgewicht wordt zelfs voor 19% bepaald door de neerslag in Februari.

Correlaties met de neerslag in de latere maanden werden niet ontdekt.

De temperatuur is van belang in Maart en April. Hogere temperaturen in deze maanden verhogen het 1000-korrelgewicht. De invloed op de totale variatie is bijna even groot als de bovengenoemde neerslag-invloed. Met de temperatuur in andere maanden werd geen verband gevonden.

Ook *zonneshijn* had in geen enkele maand een duidelijk merkbare invloed.

Voor het verkrijgen van een hoog 1000-korrelgewicht is een droog en mild voorjaar dus gewenst.

We nemen tenslotte hieronder over een samenvatting van de

invloed van de belangrijke weersfactoren op de opbrengst en de eigenschappen van gerst. (RUSSELL & BISHOP, loc. cit. p. 335, table 35):

"Summary of weather observations on yield and character of Barley"

Weather (compared with average)		Previous winter			Spring			Summer		
		Yield	Nitrogen %	1000 corn weight	Yield	N %	1000 corn w.	Yield	N %	1000 corn w.
Rainfall	Higher	—		—(Feb.)	— —	— —		+	+	
	Lower	+		++	— —	++				
Temperature	Higher						++	—	+	
	Lower						— —	+	—	

+ bet. positieve invloed (toename), ++ idem in sterkere mate,
 — bet. negatieve invloed (afname), — — idem in sterkere mate.

Het ideale weerverloop voor het verkrijgen van een redelijke opbrengst van goede kwaliteit is dus volgens RUSSELL en BISHOP:

Vrij droge winter, zacht voorjaar met normale tot ondernormale hoeveelheid neerslag en koele zomer.

DEEL II

BESCHRIJVEND GEDEELTE

II. 1. SCHETS VAN DE LEVENSCYCLUS VAN HET GEWAS.

In de volgende hoofdstukken zal herhaaldelijk de samenhang tussen het weer en de ontwikkeling van de gerstplant ter sprake komen.

Daarbij zullen wij echter steeds één, of slechts enkele karakteristieke fasen tezamen, bespreken; dit heeft het nadeel, dat een duidelijk overzicht van de ontwikkeling van de gerst gedurende het groeiseizoen uit deze beschouwingen moeilijk is te verkrijgen.

Wij geven daarom in dit hoofdstuk een korte karakteristiek van de levensloop van het gewas, waarvoor wij wegens het ontbreken van literatuur slechts gebruik konden maken van praktijkervaringen, aangevuld met phaenologische waarnemingen, die door het K.N.M.I. over de jaren 1937 tot 1951 zijn verzameld.

Uitgebreide en veeljarige phaenologische onderzoeken zijn tot dusverre ten aanzien van zomergerst niet verricht in tegenstelling tot gewassen als bijvoorbeeld tarwe.

De door ons opgegeven phaenologische data vertonen een vrij grote spreiding. Deze is voornamelijk het gevolg van de grote verschillen in *zaaidatum* van jaar tot jaar.

In Zeeland wordt de zomergerst meestal reeds in de eerste helft van Maart uitgezaaid, in Groningen als regel in de tweede helft van deze maand.

In late voorjaren, met veel neerslag en naar verhouding lage temperaturen, vindt het zaaien soms pas ongeveer een maand na de normale zaaitijd plaats (o.a. in 1937 en 1951).

Gemiddeld wordt in Groningen ongeveer 10 dagen later gezaaid dan in Zeeland.

Na de *opkomst*, die, afhankelijk van de weersomstandigheden, 2 à 3 weken na de uitzaai valt, ontwikkelt de gerst in vrij snel tempo een *vijftal bladeren* (gemiddeld één blad per 5 à 6 dagen) waarna in de loop van de eerste decade van Mei (in Groningen ruim een week later) de *uitstoeling* begint.

In de laatste decade van Mei bereikt het gewas zijn *maximale groene bladoppervlakte*.

Reeds voor die tijd, n.l. tijdens de ontplooiing van het 5e blad, is veelal een begin van *geelkleuring* (afsterven) van de eerstgevormde bladeren op te merken. Op het tijdstip dat de maximale groene bladlengte is bereikt, is als regel het eerste (oudste) blad geheel en het tweede blad grotendeels vergeeld.

In „vroegere” jaren komt het gewas in Zeeland begin Juni *in de aar*: de gemiddelde datum voor dit gebied is 13 Juni.

Het verschil met Groningen bedraagt gemiddeld 8 dagen.

Het tijdstip van *bloei* van de gerst is moeilijk met zekerheid te bepalen. Soms bloeit de gerst reeds terwijl het gewas nog niet geheel in aar staat. De gemiddelde bloeidata, voor Zeeland 19 Juni en voor Groningen 27 Juni, hebben dus slechts vergelijkende waarde.

Na de bloei worden de *afstervingsverschijnselen* aan de bladeren steeds duidelijker. Omstreeks half Juli telt de gerst meestal nog slechts twee groene bladeren.

Het optreden van ziekten (roest, meeldauw) heeft uiteraard grote invloed op het tempo van de vergeling.

Tussen bloei en *afrijping* ligt gemiddeld een periode van 4 à 5 weken.

Uit bovengenoemde reeks waarnemingen werd voor Zeeland als gemiddelde *oogstdatum* gevonden 29 Juli en voor Groningen 5 Augustus.

Bij de beoordeling der uitkomsten van het in de hierna volgende hoofdstukken te bespreken onderzoek moeten wij er dus rekening mede houden, dat de zomergerst in Zeeland wat zijn ontwikkeling betreft gedurende het gehele groeiseizoen gemiddeld bijna 10 dagen „voor” is bij de gerst in Groningen.

Bij een vergelijkend phaeno-klimatologisch onderzoek moeten wij dus de klimatologische gegevens van Zeeland vergelijken met die van een decade later in Groningen.

II. 2. KWALITEITSANALYSE VAN BROUWGERSTEN VAN VERSCHILLENDE LOCALE HERKOMST.

Van belang is de beantwoording van de vraag of er inderdaad verschillen in kwaliteit en opbrengst bestaan tussen de gersten uit de verschillende verbouwgebieden van zomergerst.

Een kwaliteitsanalyse van zomergerst heeft gewoonlijk slechts

plaats, indien het product als kwaliteitsproduct beoordeeld moet worden.

Bij voedergerst bestaat aan deze analyse gewoonlijk geen behoefte en het is dan ook niet te verwonderen dat vóór 1928 geen analyses van zomergerst in Nederland bekend zijn. De Nederlandse zomergerst werd voordien niet als grondstof voor de brouwindustrie gebruikt.

In dat jaar kwam Prof. BROEKEMA te Wageningen tot de conclusie dat het zowel voor de landbouw als voor de brouwindustrie van belang zou zijn, indien de grondstof zomergerst in het land zelf kon worden geproduceerd. Prof. BROEKEMA zocht, om dit idee te verwezenlijken, contact met de Heinekens Bierbrouwerij Maatschappij N.V. te Rotterdam waar Ir. J. A. EMMENS zich bereid verklaarde aan eventuele proefvermoedingen mede te werken.

Op instigatie van beiden werden toen van oogst 1928 door de Landbouworganisaties partijen zomergerst samengesteld, met het doel deze als proef te verbrouwen. Vermeldenswaard is, dat enkele jaren later, als gevolg van deze samenwerking, een objectassociatie tot stand kwam: het Nationaal Comité voor Brouwgerst (1934).

De in 1928 verzamelde partijen van het ras *Goudgerst* (een ras dat inmiddels reeds lang door zowel landbouwkundig als brouwtechnisch betere rassen is vervangen) waren afkomstig uit verschillende delen van Nederland. Ir. EMMENS analyseerde deze partijen en stelde de gemiddelde analyse per verbouwgebied op.

De resultaten daarvan, die eerst thans gepubliceerd worden, zijn vermeld in tabel 3.

Ofschoon de verschillen tussen de gemiddelde analyses uit de onderscheiden verbouwgebieden niet zo groot zijn, blijkt er een tendens te bestaan van verslechtering van de kwaliteit van het zuiden (Zeeland) naar het noorden (Groningen).

Vochtgehalte en eiwitgehalte nemen toe, het 1000-korrelgewicht neemt af evenals het percentage van de grootste korrels. Ook de gelijkmatigheid van de korrelgrootte neemt af. In alle opzichten heeft Groningen dus een slechtere kwaliteit geleverd dan Zeeland.

Tabel 3. Kwaliteitsanalyse van verzamelpartijen (1928).
Analysis of quality of combined lots (1928).

	Herkomst partijen (Goudgerst)			
	Zeeland	Z. Holland	N. Holland	Groningen
Aantal monsters <i>Number of samples</i>	11	18	24	21
Vochtgehalte in % <i>Moisture per cent</i>	16,1	17,0	16,7	16,8
Eiwitgehalte in % <i>Protein-content in %</i>	9,3	9,6	10,6	10,8
1000-korrelgewicht in gr. <i>1000-corn-weight in gr.</i>	38,3	37,7	37,4	35,7
Sortering: korrels <i>Grading</i>				
I. groter dan 2,8 mm, in %	51,0	49,5	52,3	44,9
II. tussen 2,5 en 2,8 mm	41,4	42,0	37,6	42,3
III. tussen 2,2 en 2,5 mm	6,1	6,9	8,3	9,9
IV. kleiner dan 2,2 mm	1,5	1,6	1,8	2,9
Gelijkmatigheid. <i>Uniformity</i>				
(I + II of II + III)	92,4	91,5	89,9	87,2

Zoals gezegd, is het kwaliteitsverschil volgens deze cijfers niet opvallend groot. Daarbij moet echter niet vergeten worden dat het hier *verzamelpartijen* betreft, partijen dus die samengesteld zijn uit verschillende boerenpartijen en die bovendien de bewerking van het schonen hebben ondergaan. Zonder enige twijfel is hierdoor een deel van het onderscheid verloren gegaan.

Ook toen de brouwerijen grotere hoeveelheden gerst uit Nederland gingen aankopen is dit kwaliteitsverschil blijven bestaan. Het leek zelfs of de verschillen groter werden, zodat men zich bij de aankoop tenslotte tot Zeeland en de Zuid-Hollandse eilanden ging beperken.

Exacte gegevens omtrent het bestaan van deze kwaliteitsverschillen zijn uit deze jaren niet aanwezig. Bij de keuring als brouwergerst bleek evenwel, dat de gerst uit Groningen en Friesland in de meeste gevallen werd afgekeurd (jaren 1946, 1947 en 1948).

Daar men deze ervaring echter uitsluitend had op grond van verzamelpartijen, meenden wij dat bestaande kwaliteitsverschillen

beter te constateren zouden zijn aan zgn. *boerenschone partijen*.

In de jaren 1949, 1950 en 1951 werden dan ook boerenschone monsters verzameld uit Groningen, Friesland (de Noordelijke klei) en uit Zeeland. De monsters werden geanalyseerd en de gemiddelden werden berekend.

De resultaten daarvan werden bijeengebracht in tabel 4.

Tabel 4. Kwaliteitsanalyse van z.g. „boerenschone” partijen.
Analysis of quality of lots direct from the farm (unscreened).

	1949		1950		1951	
	N. klei	Zeeland	N. klei	Zeeland	N. klei	Zeeland
Aantal monsters <i>Number of samples</i>	24	25	9	9	10	10
Eiwitgehalte % <i>Protein content</i>	10,9	10,0	11,7	10,9	10,9	10,5
1000-korrelgewicht <i>1000-corn-weight</i>	31,5	41,7	31,9	34,9	33,6	32,9
Sortering: gewichtspercentage korrels: — <i>Grading:</i>						
I. groter dan 2,8 mm	4,6	37,0	3,1	26,8	25,9	17,8
II. tussen 2,5 en 2,8 mm	33,2	48,9	25,9	44,2	43,7	49,2
III. tussen 2,2 en 2,5 mm	39,9	10,9	27,6	15,6	14,6	19,8
IV. kleiner dan 2,2 mm (afval) — <i>(waste)</i>	22,1	3,0	43,5	13,4	16,0	13,2
Gelijkmatigheid: - <i>Uniformity:</i>						
I + II of		85,9		71,0	69,6	
II + III	73,1		53,5			69,0

Inderdaad blijkt uit deze gegevens nog duidelijker dan uit de in tabel 3 medegedeelde, dat grote kwaliteitsverschillen aanwezig zijn tussen de gersten verbouwd in het Zuiden en het Noorden van het land.

Uit de tabel zien wij dat de Noordelijke klei een hoger eiwitgehalte geeft. Het 1000-korrelgewicht is gemiddeld lager, terwijl uit de sorteringcijfers blijkt, dat het percentage grote korrels in het Noorden gemiddeld belangrijk beneden het percentage uit het Zuiden ligt. In het Noorden is het afvalpercentage van de boerenschone partijen gemiddeld hoger.

Ten opzichte van de voorafgaande twee jaren vertoont 1951 hier echter een merkwaardige afwijking. Hoewel ook in dit jaar in het Noorden het eiwitgehalte nog iets hoger was dan in het Zuiden, evenals het afvalpercentage, blijken de verschillen tussen Noord en Zuid veel minder groot dan andere jaren, en is ten aan-

zien van korrelgrootte en 1000-korrelgewicht de situatie zelfs gewijzigd ten *gunste* van de gerst van de Noordelijke kleistreken!

Over de verklaring van dit verschijnsel wordt gesproken in deel III, hfdst. 3 A en 4 A.

Behalve op de kwaliteitsverschillen moet ook nog gewezen worden op de verschillen in *opbrengst*, welke tussen Groningen en Zeeland bestaan.

De opbrengsten van zomer- en wintergerst in de twee gebieden gedurende een reeks van jaren worden weergegeven in fig. 1.

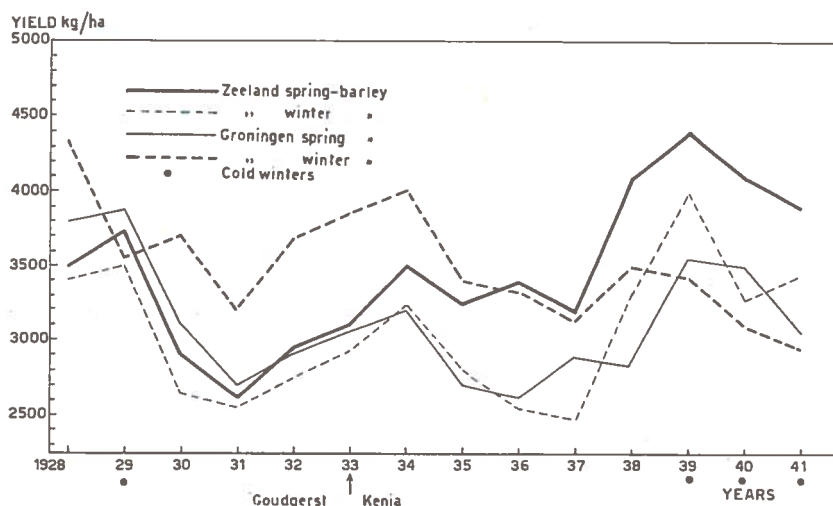


Fig. 1. Gemiddelde opbrengst van zomer- en wintergerst in Zeeland en in Groningen (in kg/ha).

Average yield of spring- and winterbarley in Zeeland and in Groningen (in kg/10⁴ sq. m.).

Tot 1933 ongeveer bleken de opbrengsten van de zomergerst in Zeeland niet veel te verschillen van die in Groningen.

Het tot die tijd meest verbouwde ras was de *Goudgerst*. Na 1933 zien we dat de opbrengsten in Zeeland belangrijk hoger zijn dan in Groningen. Het ras *Goudgerst* wordt dan langzamerhand vervangen door de meer productieve rassen *Kenia* en *Mansholt's tweerijige* (NaCo Brouw Jaarb. 1938).

In Zeeland en het gehele Zuid-Westelijke kleigebied is het de *Kenia* die de overhand neemt, in Groningen daarentegen is het beeld juist het tegenovergestelde, *Mansholt's tweerijige* neemt daar na een

kortstondige uitbreiding van *Kenia* bijna de helft van het zomergerstareaal in beslag.

Daar de opbrengst van dit laatste ras gewoonlijk circa 5% lager ligt dan die van de *Kenia*, is een deel van het opbrengstverschil Zeeland-Groningen wel aan het rasverschil toe te schrijven.

Voor een verdere verklaring van het hier aangegeven verschil in opbrengst wordt verwezen naar hoofdstuk 5 van dit deel.

II. 3. STATISTISCH ONDERZOEK NAAR DE SAMENHANG TUSSEN HET WEER EN DE OPBRENGST VAN ZOMERGERST.

Het doel van dit onderzoek is, na te gaan of — en zo ja in welk(e) tijdvak(ken) — tijdens de ontwikkeling van het gewas een periode te onderscheiden is waarin de weersomstandigheden een belangrijke invloed uitoefenen op de opbrengst.

De gegevens over het *weer* zijn ontleend aan de normale klimatologische waarnemingen op termijnstations en hebben derhalve betrekking op het *macroklimaat*. Microklimatologische gegevens zijn namelijk niet geschikt voor correlatie met *gemiddelde* opbrengstcijfers van grote gebieden.

De *opbrengstcijfers* zijn deels ontleend aan de administratie van een groot bedrijf op het Z. W. zeekleigebied, deels aan de Verslagen en Mededelingen van de Directie van de Landbouw (26). Getracht werd in Zeeland zowel als in Groningen de beschikking te krijgen over veeljarige reeksen opbrengstcijfers van grote bedrijven; dit is echter niet gelukt.

De onderzochte gebieden zijn Zeeland en Groningen. De reeks omvat de jaren 1901—'40, waarbij de oorlogsjaren 1915 t/m 1919 niet in de berekeningen zijn betrokken, althans niet bij de bewerking van de gemiddelde opbrengstcijfers voor de provincies Zeeland en Groningen.

In fig. 2 zijn de opbrengsten weergegeven. Opvallend is het grote verschil in opbrengst in de periode voor en na de eerste wereldoorlog. Voor 1914 werd voornamelijk het ras *Chevalier* verbouwd, na de eerste wereldoorlog werd dit ras verdrongen door *Goudgerst*. In de jaren na 1933 zien wij voor Zeeland weer een — zij het minder duidelijke — „sprong”, toen *Kenia* de *Goudgerst* opvolgde.

Voor de verdere berekeningen zijn de hectoliters omgerekend in kg, waarbij 1 hectoliter steeds gelijk gesteld is aan 70 kg.

A. Zeeland.

a. Bewerking van de gegevens van een landbouwbedrijf.

Uit de gegevens, die in fig. 2 zijn opgenomen, blijkt dat de opbrengst per ha in de loop der jaren is gestegen (waarschijnlijk niet alleen omdat een meer productief ras werd verbouwd, doch ook door de verbetering der cultuurmethoden). De opbrengstvermeerdering bedraagt gemiddeld ongeveer 30 kg per ha per jaar.

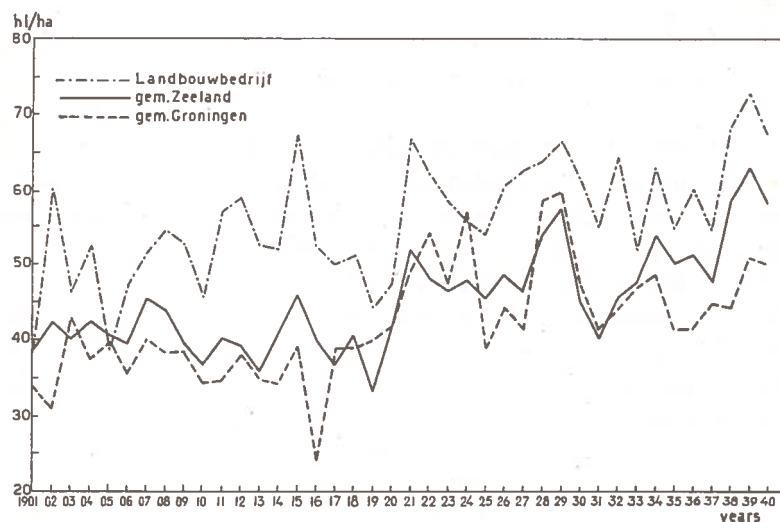


Fig. 2. Opbrengst van zomergerst over een lange reeks van jaren.

Yield of spring-barley over a long range of years in hl/10⁴ sq. m.; 1 hl = 70 kg.

----- Groningen (average)
 ——— Zeeland (average)
 - . - . - Zeeland (single farm)

Aangezien deze toeneming niet op rekening van weersinvloeden geschreven kan worden hebben wij het cijfermateriaal gecorrigeerd (trendcorrectie), zodat alle opbrengsten op gelijk niveau werden gebracht.

Na deze trendcorrectie werd het verband van de opbrengst met de temperatuur, met het aantal dagen met 1,0 mm of meer neerslag, met de hoeveelheid neerslag gedurende de winter en met de bewolking onderzocht. Elders is door een onzer de methode van onderzoek uitvoerig beschreven (Post (30)), zodat wij hier volstaan met de volgende opmerkingen:

Alvorens correlatie- en regressiecoëfficiënten te berekenen

werden een aantal stippendiagrammen getekend (fig. 3). In deze diagrammen wordt op de horizontale as uitgezet de onafhankelijke variabele, in ons geval dus een weerfactor. Op de verticale as wordt de opbrengst (de afhankelijke variabele) uitgezet. In het stippendiagram stelt elke stip de opbrengst in een bepaald jaar voor.

Aan de hand van de vorm van de stippenwolk verkrijgt men een globale indruk van het verband tussen de betreffende weerfactor en de opbrengst. Op grond hiervan kan men beoordelen, in welke gevallen het berekenen van een correlatiecoëfficiënt zin heeft.

Het tekenen van stippendiagrammen geeft dus een aanmerkelijke besparing op het rekenwerk. Een ander voordeel van het werken met stippendiagrammen is nog, dat eventuele „bijzondere” jaren — die de correlatie verstoren — door hun ligging duidelijk opvallen. In ons geval waren dat de jaren 1901, 1905, 1912, 1914, 1915, 1919, 1933 en 1935. Deze jaren zijn bij de verdere berekeningen weggelaten.

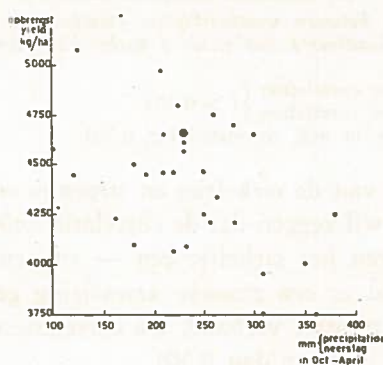


Fig. 3. Voorbeeld van een stippendiagram (opbrengst als functie van de neerslag in October—April).

Example of a dot-diagram (yield as a function of precipitation in October—April). Each dot represents the yield of a single year.

De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in het overzicht fig. 4a. In dit overzicht is elke maand in drie decaden verdeeld, genummerd I, II, III. Onder deze vakjes zijn grotere vakjes getekend, welke aanduiden, dat het verband met de betrokken weerfactor over een tijdvak van twee decaden is onderzocht. Aangezien men drie decaden op twee manieren twee aan twee kan samenvoegen moesten twee rijen vakjes getekend worden, die t.o.v. elkaar een decade verspringen. In de vierde rij zijn nog weer grotere vakjes getekend, waarmede wordt aangeduid, dat het verband met

de betreffende weersfactor over een periode van drie decaden (een maand) werd onderzocht. In ons onderzoek werden soms ook nog grotere tijdvakken onderzocht; voorzover de correlaties significant zijn, worden ze in de tekst genoemd.

	M A A R T			A P R I L			M E I			J U N I			J U L I			A U G U S T U S		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Temperatuur	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	o			o			—			o			o			o		
Dagen met ≥ 1.0 mm neerslag	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	o			—			o			o			o			o		
Bewolking	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	o			o			o			o			o			o		

Fig. 4a. Overzicht der correlaties tussen weersfactoren en opbrengst
[a) Landbouwbedrijf in Zeeland].

Survey of correlations between weather-factors (temperature, days with more than 1 mm rain, cloudiness) and yield of barley [a) farm in Zeeland].

- o no correlation
+ significant positive correlation } ($> 0,30$)
— significant negative correlation } ($> 0,30$)
o+, o- slightly pos. or neg. correlated ($< 0,30$)

De betekenis van de cirkeltjes en streepjes enz. is de volgende:
Een cirkeltje wil zeggen dat de correlatie *onbetrouwbaar* is.

Is rechts boven het cirkeltje een — of een + geplaatst dan wil dit zeggen, dat er een *zwakke* aanwijzing gevonden werd van een negatief resp. positief verband. De correlatiecoëfficiënt is echter *niet betrouwbaar*. (kleiner dan 0.30).

Is in een vakje een — of een + getekend, dan wil dit zeggen dat er een *betrouwbaar* negatief resp. positief verband werd gevonden tussen de betreffende weersfactor en de opbrengst. (correlatiecoëfficiënt groter dan 0.30).

De bewerking van de opbrengstcijfers van een bedrijf in Zeeland gaf nu het volgende resultaat:

Temperatuur. Hogere gemiddelde overdagtemperaturen dan normaal in Mei gaan samen met een lagere opbrengst dan normaal.

In Juli is er een aanwijzing, dat hogere temperaturen dan normaal samengaan met een hogere opbrengst.

Dagen met $\geq 1,0$ mm neerslag.

Meer regendagen dan normaal in April gaan samen met lagere opbrengsten. In de periode 1—20 Mei wordt een zwakke aanwijzing in dezelfde richting gevonden.

Bewolking.

Meer bewolking dan normaal in de laatste twee decaden van April gaat samen met een lagere opbrengst.

Hoewel een duidelijke begrensde „critische periode” uit het onderzoek niet naar voren komt, kan men toch wel zeggen, dat het weer in April en Mei (meer dan in andere maanden) van invloed is op de opbrengst.

De negatieve correlaties in de maand Mei wijzen er op, dat de gerst in deze tijd koel weer verlangt. Dit houdt ongetwijfeld verband met de uitstoeling. Van andere granen is bekend dat koel weer in Mei een goede uitstoeling en wortelvorming geeft, warm weer geeft veelal een spichtig gewas.

De negatieve correlaties met het aantal regendagen in April wijzen er op, dat de gerst na de kieming weinig regen verlangt. Ook de correlaties met de bewolking wijzen in deze richting: veel bewolking in de 2e en 3e decade van April is ongewenst. Dit hangt wellicht samen met de assimilatie (in deze periode is de uitstoeling begonnen).

In aansluiting op een medeling van BAUMANN (2) hebben wij nog nagegaan het verband tussen de hoeveelheid *neerslag* in de *wintermaanden* en de opbrengst. Hierbij bleek (in overeenstemming met BAUMANN) dat meer neerslag dan normaal in het tijdvak October t/m April samengaat met een lagere opbrengst dan normaal (vgl. fig. 3). Het ligt voor de hand, dat het ongunstige effect van de winterneerslag via de *bodem* tot uitdrukking komt. Veel neerslag beïnvloedt de structuur ongunstig, vooral die van de zeeklei, waarvan de gegevens afkomstig waren. Na zeer natte winters is de zaaitijd later dan normaal, waardoor de vegetatieve ontwikkeling wordt verschoven naar een periode waarin hogere temperaturen (die immers een ongunstige invloed hebben op de opbrengst) voorkomen.

Tenslotte werd, in verband met opmerkingen uit de praktijk, dat hoge temperaturen ten tijde van het doorschieten van de aar schade veroorzaken, nagegaan het verband tussen de *maximum-temperaturen in Juni* en de opbrengst.

De belangrijkste correlaties zijn weergegeven in tabel 5.

Tabel 5. Correlaties tussen weerfactoren en opbrengst.
Correlations between weather-factors and yield [farm in Zealand].

	Gem. overdag- temperatuur <i>Mean day-temp.</i>	Hoeveelheid neerslag <i>Precipitation</i>	Aantal dagen met 1,0 mm of meer neerslag <i>Number of days with 1 mm or more rain</i>	Bewolking <i>Cloudiness</i>
Oct. + Nov.		— 0,511		
Dec. t/m Febr.		— 0,486		
Oct. t/m Febr.		— 0,560		
Oct. t/m April		— 0,604 $\checkmark$		
April II + III			— 0,365 $\checkmark$	— 0,460 $\checkmark$
April			— 0,338	
April II + III + Mei I			— 0,353	
Mei I + II	— 0,492 $\checkmark$			
Mei II + III	— 0,402			
Mei	— 0,499			

De correlatie met de gem. maximumtemperatuur de eerste decade van Juni bedroeg $r = -0,012$ met die van Juni II: $r = -0,346$ en met die van Juni III: $r = -0,129$. Hoewel de correlatie in de tweede decade van Juni niet bijzonder hoog is, steekt de waarde ervan duidelijk af tegen die van de beide andere decaden. Uit de waarde $r = -0,346$ mogen wij dus zeker concluderen, dat hogere maximumtemperaturen dan normaal in de tweede decade van Juni een ongunstig effect hebben op de opbrengst.

Bij het opstellen van *oogstramingen* kan men o.m. gebruik maken van de resultaten van het statistisch onderzoek naar de samenhang tussen het weer en de opbrengst. Van belang is daarbij, te weten op welk tijdstip men een redelijk betrouwbare schatting kan maken; uit ons onderzoek blijkt nu dat dit het geval is direct na 20 Mei.

Voor een dergelijke schatting kan men gebruik maken van onderstaande regressievergelijking, waarin verschillende weerfactoren zijn opgenomen.

De regressievergelijking, behorende bij de door ons gevonden hoogste collectieve correlatiecoëfficiënt ($R = 0,820$) luidt:

$$x_1 = -4,47 x_2 - 10,05 x_3 - 7,39 x_4 - 0,22 x_5 + 279,46$$

waarin x_1 = opbrengst (in kg/ha)

x_2 = aantal dagen met 1,0 mm of meer neerslag in April (II en III).

x_3 = bewolking in April (II en III).

x_4 = gem. overdagtemperatuur in Mei (I en II).

x_5 = hoeveelheid neerslag in de maanden Oct. t/m Febr.

(Niet de periode Oct. t/m April, hoewel deze een nog iets hogere correlatie vertoont, omdat wij ons wilden beperken tot een periode die afloopt vóór de grondbewerking begint).

Twee andere regressievergelijkingen, resp. behorende bij $R = 0,741$ en $R = 0,766$, zijn:

$$x_1 = -12,36 x_2 - 8,71 x_3 - 0,19 x_4 + 709,01$$

waarin x_1 = opbrengst in kg/ha.

x_2 = bewolking in April (II en III).

x_3 = temperatuur in Mei (I en II).

x_4 = hoeveelheid neerslag in Oct. t/m Febr.

en $x_1 = -5,05 x_2 - 46,03 x_3 - 0,59 x_4 + 994,90$

waarin x_1 = opbrengst in kg/ha.

x_2 = aantal dagen met 1,0 mm of meer neerslag in April (II en III).

x_3 = bewolking in April (II en III).

x_4 = hoeveelheid neerslag in Oct. t/m Febr.

Met behulp van eerstgenoemde regressievergelijking hebben wij ter contrôle de opbrengsten in de reeks 1901—'40 berekend (fig. 5).

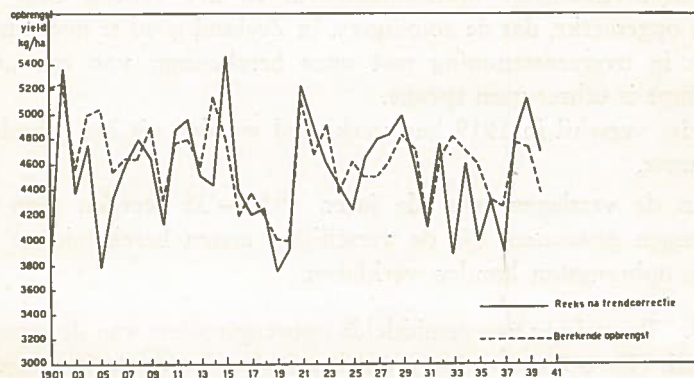


Fig. 5. De berekende en de werkelijke opbrengst van zomergerst in Zeeland (Landbouwbedrijf).

Computed and real yield of barley (farm in Zealand).

————— *real yield (after trend-correction)*

----- *computed yield*

De overeenkomst tussen berekende en werkelijke opbrengst is in de meeste jaren goed te noemen. Deze berekening geeft ons de gelegenheid om de opbrengsten in de jaren, die wij wegens hun bijzondere ligging in de stippendiagrammen buiten het onderzoek gehouden hebben, nader te bezien.

Afgezien van het jaar 1912, waarin de overeenkomst tussen berekende en werkelijke opbrengst (toevallig) redelijk goed is, wijken de werkelijke opbrengsten in de overige zeven jaren (1901, '05, '14, '15, '33 en '35) belangrijk van de berekende opbrengsten af. Het ligt voor de hand, de verklaring voor deze afwijkingen in de eerste plaats te zoeken in het weersverloop in die maanden, die *buiten* de „critische periode” vallen.

Voor het jaar 1901 werden geen aantekeningen gevonden die een verklaring konden geven voor het grote verschil tussen berekende en werkelijke opbrengst. De lage opbrengst in 1905 kan wellicht verklaard worden uit de zeer grote regenval in het voorjaar, waardoor de gebruikelijke voorjaarswerkzaamheden veel later dan normaal plaats vonden.

Ook in 1914 was het voorjaar zeer nat, waardoor de zaai uitgesteld moest worden tot April. In het verslag van de Directie van de Landbouw over dit jaar wordt opgemerkt, dat de opbrengst van zomergerst in Zeeland redelijk goed was.

Ook onze berekende opbrengst is goed te noemen, de lage werkelijke opbrengst zal vermoedelijk het gevolg zijn geweest van plaatselijk ongunstige omstandigheden. In het verslag over 1915 wordt opgemerkt, dat de zomergerst in Zeeland goed te noemen was. Dit is in overeenstemming met onze berekening; van een „top”-opbrengst is echter geen sprake.

Het verschil in 1919 kan verklaard worden uit het gebrek aan kunstmest.

In de verslagen over de jaren 1933—'35 werden geen aantekeningen gevonden, die de verschillen tussen berekende en werkelijke opbrengsten konden verklaren.

A. b. Bewerking van gemiddelde opbrengstcijfers van de provincie Zeeland. (De opbrengstcijfers werden ontleend aan de *Verslagen en Mededelingen van de Directie van de Landbouw*).

Het onderzoek naar het verband tussen het weer en de gem. opbrengst van zomergerst in de provincie Zeeland werd uitgevoerd op de manier zoals die onder *a* in het kort is aangegeven.

De conclusies zijn vrijwel gelijk aan die welke wij reeds onder a) hebben vermeld. De numerieke waarde van de correlaties is over het algemeen iets lager.

Ook nu werd de correlatie met de maximumtemperatuur in Juni berekend. Voor de eerste decade van Juni was $r = -0,009$ voor Juni II $r = -0,258$ voor Juni III $r = -0,107$; het resultaat stemt goed overeen met de conclusies die onder a) werden vermeld.

Tabel 6. Overzicht van de belangrijkste correlaties (Zeeland) (zie ook fig. 4b).
Survey of the principal correlations (Zeeland).

	Gem. overdag- temperaturen <i>Mean day- temperatures</i>	Hoeveelheid neerslag <i>Precipitation</i>	Aantal dagen met 1,0 mm of meer neerslag <i>Number of days with 1 mm or more rain</i>	Bewolking <i>Cloudiness</i>
Oct. t/m Febr.		— 0,370		
April II + III			— 0,377	
Mei I + II	— 0,281			
Juli III	+ 0,244			
Juli II + III	+ 0,266			

	MAART			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AUGUSTUS		
Temperatuur	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	o-	o	o	o	o	o	o+	o	o	o	o	o	o+	o+	o+	o	o	o
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Dagen met ≥ 1,0mm neerslag	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	o-	o	o	o	o	o	o-	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Bewolking	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

Fig. 4b. Overzicht der correlaties tussen weerfactoren en gemiddelde opbrengsten in Zeeland.

Survey of correlations between weather-factors and average yield in Zeeland.
Viz. fig. 4a.

De belangrijkste correlaties werden weer gebruikt voor het opstellen van de volgende regressievergelijking, behorende bij $R = 0,604$:

$$x_1 = -0,59 x_2 + 0,44 x_3 - 0,39 x_4 - 0,02 x_5 + 49,29$$

waarin $x_1 =$ opbrengst in kg/ha.

x_2 = aantal dagen met 1,0 mm of meer neerslag in April (II en III).

x_3 = Bewolking in tiende delen in April (II en III).

x_4 = gem. overdagtemperatuur in Mei (I en II).

x_5 = hoeveelheid neerslag in mm in de maanden Oct. t/m Febr.

B. Groningen.

Het cijfermateriaal, weer ontleend aan de *Verslagen en Mededelingen van de Directie van de Landbouw*, werd op dezelfde wijze als de reeds besproken gegevens verwerkt. Het resultaat is gegeven in onderstaand overzicht.

Tabel 7. Overzicht der belangrijkste correlaties tussen weerfactoren en opbrengst van gerst in Groningen (zie ook fig. 4c).

Survey of the principal correlations between weather-factors and yield in Groningen.

	Gem. overdag- temperaturen <i>Mean day- temperatures</i>	Hoeveelheid neerslag <i>Precipitation</i>	Dagen met 1,0 mm of meer neerslag <i>Days with 1 mm or more rain</i>	Bewolking <i>Cloudiness</i>
Oct. t/m Febr.		— 0,364		
Dec. t/m Febr.		— 0,455		
Dec. t/m Mrt.		— 0,509		
Dec. t/m April		— 0,537		
Mei III				— 0,335
Juli II + III		— 0,266		
Juni III + Juli I	— 0,356			
Juli I	— 0,326			
Juni + Juli I	— 0,314			

	MAART			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AUGUSTUS		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Temperatuur	o	o	o+	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Dagen met ≥ 1.0 mm neerslag	o+	o+	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Bewolking	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

Fig. 4c. Correlaties tussen weerfactoren en gem. opbrengsten in Groningen.
Correlations between weather-factors and yield in Groningen (average). Viz. fig. 4a.

Het verband met de hoeveelheid neerslag is ook voor dit gebied weer duidelijk: meer neerslag dan normaal gaat samen met een lagere opbrengst.

De correlaties met het aantal regendagen in April en Mei zijn van weinig betekenis. Het verband met de temperatuur in April en Mei is zwak negatief.

Opvallend zijn de vrij hoge negatieve correlaties met de gemiddelde overdagtemperatuur in de periode Juni III—Juli I. De correlatie met de maximumtemperatuur van Juli I is $-0,396$, in de daaraan voorafgaande 3 decaden: Juni I $r = -0,125$ Juni II $r = -0,184$ Juni III $r = -0,234$. Juni III—Juli I is de tijd waarop de gerst in Groningen bloeit. Hoge temperaturen tijdens de bloei zijn inderdaad minder gewenst in verband met de vruchtzetting, de verklaring van deze negatieve correlaties ligt dus voor de hand. Van dit verband met de temperatuur is niets gebleken bij de bewerking van het materiaal uit Zeeland. Dit is te verklaren uit de gemiddeld belangrijk lagere temperaturen in Zeeland in de bloei-periode.

Uit ons onderzoek is dus gebleken, dat zowel in Zeeland als in Groningen de gerst in de maanden April en begin Mei droog en in Mei koel weer verlangt en dat hoge temperaturen tijdens het in aar schieten schadelijk zijn. In Zeeland zijn hogere temperaturen dan normaal tijdens de afrijping gunstig, voor Groningen werd een dergelijk verband niet gevonden. Wel werd voor dit laatste gebied nog gevonden dat hoge temperaturen tijdens de bloei samengaan met een lagere opbrengst.

II. 4. STATISTISCH ONDERZOEK NAAR DE INVLOED VAN HET WEER OP DE BROUWKWALITEIT.

Evenals de opbrengst wisselt ook de kwaliteit van de gerst van jaar tot jaar in vrij sterke mate. Dit is een van de onaangename consequenties van de verbouw van een product als brouwgerst in een maritiem klimaat. In een meer continentaal klimaat, zoals bv. Tsjecho-Slowakije en Polen dit hebben, is de kwaliteit natuurlijk eveneens van jaar tot jaar verschillend, doch de variaties zijn minder groot, omdat in die gebieden in de oogsttijd als regel veel minder neerslag valt.

De vraag is nu, of het mogelijk is een verband te vinden tussen enkele weerfactoren tijdens de oogst en de kwaliteit van de zomergerst. Voor ons land is het, met het oog op de mogelijkheid van het

opmaken van een voorspelling omtrent de te verwachten kwaliteit, van belang het verband tussen het weer en de kwaliteit te onderzoeken. Wij beschikken over de gemiddelde kwaliteitsanalyses van de in Nederland verbouwde zomergerst, die in de jaren 1937—1950 aan de Nederlandse brouwerijen werd geleverd. In het bijzonder wordt hier aandacht geschonken aan die factoren waarbij een invloed van de weerfactoren te verwachten is, m.n. het *eiwitgehalte* van de korrel, de *fijnheid* van het kaf, de *kleur* van het kaf en het optreden van *schot* (zie tabel 8).

Het *eiwitgehalte* wordt weergegeven in procenten van de droge stof. Zoals reeds eerder is meegedeeld wordt voor brouwergerst een laag eiwitgehalte als gunstig beoordeeld.

De cijfers, vermeld voor *fijnheid* en *kleur* van het kaf zijn gemiddelde cijfers van beoordelingen „op het oog”. Fijnheid en kleur van het kaf vormen bij de beoordeling zgn. *waardevermeerderende* eigenschappen. Verondersteld wordt, dat deze eigenschappen samenhangen met de weersomstandigheden tijdens de periode van korrelvulling en tijdens de oogst. Gewenst is een fijn kaf en een frisse

Tabel 8. Enkele eigenschappen van brouwergerst in de jaren 1937—1950, gemiddeld over de aangekochte hoeveelheid.

*Quality-marks of malting-barley in the years 1937—1950
(average of the purchased quantum).*

Jaar	Aantal geanalyseerde monsters <i>Number of analysed samples</i>	Aangekochte hoeveelheid (in tonnen) <i>Purchased quantum (in tons)</i>	% eiwit <i>Protein-content</i>	Fijnheid kaf <i>Fineness of hulls</i>	Kleur kaf <i>Colour of hulls</i>	Schot <i>Sprouting in the ear</i>
1937			10,0	+2,4	+2,4	-0,6
1938	32	2230	10,1	3,1	2,8	0,0
1939	106	13990	10,7	2,8	2,7	0,5
1940	260	16140	10,5	3,0	3,0	0,9
1941	257	11060	10,5	3,0	2,9	2,6
1942	136	5950	10,3	3,5	3,5	0,7
1943	216	7660	9,3	3,8	3,8	0,9
1944	...	....	—	—	—	—
1945	422	....	9,9	3,9	3,9	0,3
1946	532	26780	11,1	3,5	3,6	1,7
1947	632	35622	10,9	4,5	4,6	0,0
1948	388	14950	10,4	3,9	4,0	0,2
1949	230	20190	9,8	4,4	4,5	0,0
1950	152	13000	10,4	3,5	3,5	0,7

strokleur. De mate waarin beide eigenschappen optreden worden bij de keuring gewaardeerd door het toekennen van zgn. pluspunten. Voor fijnheid van kaf kunnen maximaal 8, voor de kleur maximaal 6 punten worden toegekend.

De beoordeling van deze eigenschappen is dus subjectief: de punten worden toegekend door een keuringscommissie waarvan de samenstelling uiteraard met de jaren verandert. De uniformiteit van deze cijfers wordt echter belangrijk verhoogd door het feit dat twee der leden*) de keuringen gedurende alle jaren meemaakten.

Onder *schot* worden de korrels verstaan die reeds gekiemd zijn en bij de keuring een pluimpje of worteltje te zien geven. Deze korrels zijn voor de brouwerij verder waardeloos, en geven bovendien in de mouterij aanleiding tot het vormen van schimmelplekken. Schot behoort daarom tot de *waardeverminderende* eigenschappen, waarom de keuringscommissie hiervoor maximaal 12 aftrekpunten mag toekennen. Het is een bekend feit, dat schot optreedt in jaren met veel vochtig weer tijdens de oogstperiode.

Het correleren van deze cijfers met enkele weerfactoren in de korrelvullings- en oogstperiode gaf enkele resultaten welke in tabel 9

Tabel 9. Verband tussen weersgesteldheid en kwaliteit (correlatiecoëfficiënten).
Correlations between weather- and quality-factors.

	Eiwitgehalte <i>Proteincontent</i>	Fijnheid kaf <i>Fineness of hulls</i>	Kleur kaf <i>Colour of hulls</i>	Schot <i>Sprouting in the ear</i>
Temperatuur: Juli I <i>Temperature:</i> II III		+ 0,718**	+ 0,688**	+ 0,824**
Zonneschijn: Juli I <i>Sunshine:</i> II III		+ 0,738**	+ 0,700**	+ 0,753**
Neerslag: Juli I <i>Precipitation:</i> II III	+ 0,604* } } + 0,670			
Relatieve vochtigheid: Juli I <i>Relative humidity:</i> II III		- 0,741**	- 0,708**	

* = statistisch betrouwbaar voor $P = 0,05$

** = statistisch betrouwbaar voor $P = 0,01$

* n.l. de H.H. Dr H. van Veldhuizen en P. Kooiman.

worden medegedeeld. De correlatie werd berekend met de weerfactoren: temperatuur, zonneschijn, neerslag en relatieve vochtigheid van de lucht, en wel in de drie decaden van Juli en de eerste decade van Augustus.

In Augustus I werd geen enkele betrouwbare correlatie gevonden.

Zoals men uit de tabel ziet is het eiwitgehalte gecorreleerd met de neerslag in de 2e decade van Juli en wel in die zin, dat grotere hoeveelheid neerslag samengaat met een verhoging van het eiwitgehalte. In de meeste gevallen is de plant dan bezig af te sterven, doch nog niet geheel dood. De assimilatie staat dan echter door gebrek aan groen blad reeds stil. Door de regenval wordt in de grond stikstof opgelost welke de plant blijkbaar nog opneemt. Daar de assimilatie reeds geëindigd is, wordt de C/N verhouding in voor brouwerij ongunstige zin beïnvloed. Het hogere eiwitgehalte van de korrel geeft als regel een lager rendement van de mout in de brouwerij.

Zoals te verwachten is wordt de *fijnheid van het kaf* beïnvloed door het weer in de laatste decade van Juli (de oogstperiode). Hoge temperatuur en veel zon bevorderen een gelijkmatige afrijping en rimpeling van het kaf. Merkwaardig genoeg werkt hierop in ongunstige zin niet de hoeveelheid neerslag in die periode maar wel de relatieve vochtigheid van de lucht. Droog zonnig weer werkt steeds gunstig.

Parallel aan de voorgaande factor lopen de correlaties met de *kleur van de korrel*: betere kleur door zonnig en warm weer in de derde decade van Juli, slechtere kleur door hoge relatieve vochtigheid in dezelfde periode.

Schot blijkt afhankelijk te zijn van temperatuur en zonneschijn in de eerste decade van Juli. Merkwaardig genoeg worden *geen* betrouwbare correlaties gevonden met de neerslag of de relatieve vochtigheid in de *oogstperiode*. Hieruit zouden wij kunnen concluderen dat de theorie, volgens welke schot optreedt in jaren waarin veel regen gedurende de oogst valt en dus de remstoffen worden uitgespoeld, niet geheel juist zou zijn. Houden wij echter aan de theorie van de remstoffen vast, dan zouden wij ons nu kunnen voorstellen dat hoge temperatuur en veel zonneschijn gunstig zouden werken op de *vorming* van de remstoffen, waarvan het resultaat dan in de oogstperiode te zien zou zijn. Het is echter wel gewaagd om op grond van het vinden van deze ene correlatie hierover in verdere speculaties te treden.

Samenvattend kan dus worden gezegd, dat een *zonnige en droge Julimaand gunstig* is voor de *kwaliteit* van de zomergerst als *brouwgerst*.

II. 5. OORZAKEN DIE KUNNEN LEIDEN TOT HET OPTREDEN VAN DE GENOEMDE KWALITEITSVERSCHILLEN.

De kwaliteit van de oogst wordt bepaald door een ingewikkeld complex van factoren, welke in drie oecologische groepen gesplitst kunnen worden:

1. Bodemfactoren.
2. Cultuurfactoren (invloed van de mens).
3. Klimaatfactoren.

In dit hoofdstuk zullen wij trachten na te gaan, in welke opzichten de twee gebieden, waarover dit onderzoek zich uitstrekt, verschillen. Tevens zal van iedere factor worden medegedeeld, in welke zin deze op opbrengst en kwaliteit zou kunnen werken.

A. Bodem- en cultuurfactoren.

1. Bodemfactoren.

De gebieden welke wij onderling vergelijken zijn: de Zuid-Westelijke klei, in het bijzonder de kleigebieden van de provincie Zeeland, en de Noordelijke klei van Friesland en Groningen. Het Zuid-Westelijke kleigebied is een typisch zeekeilelandschap (EDELMAAN (11)) met gronden die in zwaarte zeer verschillen (20—60 % afslibbaar (kleiner dan 16μ)).

De gebieden welke wij in Groningen en Friesland beschouwen behoren eveneens tot deze groep van gronden, die men samenvat onder de naam: jonge zeekeilegronden.

Ook hier komen, wat zwaarte van de grond betreft, grote verschillen voor.

Van een twintigtal percelen uit *Zeeland*, waarvan zowel de grondanalyse als de gerstanalyse bekend was, hebben wij nagegaan in hoeverre een verband kon worden gevonden tussen het percentage afslibbaar ($< 16 \mu$) dat de grond bevat, en de kwaliteit van de gerst, gemeten aan het percentage afval.

Een duidelijk verband tussen beide elementen kon *niet* worden aangetoond.

Ook de analyse van monsters, ontvangen van zomergerstpercelen in *Groningen* met een zeer verschillend percentage afslibbaar, steunde ons in de overtuiging dat de factor „zwaarte van de grond” niet de voornaamste invloed op de kwaliteit uitoefent.

Indien we in het bijzonder letten op de ondergrond, dan blijkt deze in Zeeland over het algemeen grover te zijn dan in Groningen. De gronden in Zeeland zijn daarom wat gevoeliger voor droogte, hetgeen dus als een voordeel voor Groningen zou gelden.

Mogelijk wordt dit voordeel nog versterkt door de verschillen in afwatering. Deze is namelijk in het algemeen gesproken in Zeeland slechter dan in Groningen.

Indien wij aannemen dat een ongunstige afwatering een nadelige invloed op een gewas uitoefent, zou Zeeland hiervan dus een nadelige invloed moeten ondervinden, hetgeen niet uit de analysecijfers blijkt.

Gemiddeld is de bodemgesteldheid van het bouwland in Groningen zeker niet slechter dan in Zeeland.

Ofschoon dus weinig exacte gegevens over de invloed van bodemfactoren op de kwaliteit van zomergerst bekend zijn, menen wij toch, dat de kwaliteitsverschillen welke wij zien optreden niet aan deze factoren kunnen worden toegeschreven.

2. Cultuurfactoren.

Hiermede bedoelen wij de verschillen in cultuurmethoden tussen de beide gebieden.

a) *Zaaitijd:*

Gemiddeld over acht jaren is gebleken dat men in Groningen ongeveer 10 dagen later zaait dan in Zeeland.

Het is uit proeven bekend (HEUSER (18)) dat late zaai lagere opbrengsten, een lager extractgehalte van de gerst en een hoger eiwitgehalte (DERMANIS (9), HUNTER (21)) kan veroorzaken.

Het late zaaien van de zomergerst in Friesland en Groningen kan dan ook zeker een deel van het verschil in kwaliteit veroorzaken.

Een niet te verwaarlozen gevolg van het latere zaaien is bovendien, dat de verdere ontwikkeling van de plant onder andere phaenoklimatologische omstandigheden zal plaats hebben. (Dit wordt toegelicht in Hfdst. 5 B). Welke gevolgen verder nog vastzitten aan de verschillen in zaaidatum in verband met de ontwikkeling van het gewas, zal in Deel III, Hfdst. 3 A worden behandeld.

b) *Voorvrucht:*

Zeer in het kort gezegd is Zeeland: suikerbietenland, Friesland: aardappelland en Groningen: graanbouwstreek.

Hierdoor ziet men dat de zomergerst in Zeeland zeer vaak na suikerbieten wordt verbouwd. (WILTEN (37)).

In Groningen en Friesland is geen bepaalde voorvrucht aan te geven, in de eerste plaats omdat de zomergerst een „noodvrucht” is en dus gezaaid wordt waar wintergranen zijn uitgevroren of waar het niet mogelijk is geweest wintergewassen te zaaien. De zomergerstpercelen zullen met zeer verschillende voorvrucht bezet zijn geweest.

In vele gevallen zal echter in Groningen een ander graangewas voorvrucht van de zomergerst zijn.

Granen behoeven nog geen slechte voorvrucht voor zomergerst te zijn. Een onzer (WILTEN (37)) toonde echter aan, dat suikerbieten vergeleken met aardappelen als voorvrucht van zomergerst over het algemeen een betere kwaliteit te zien gaven, hetgeen tot uiting kwam in een lager percentage afval en een lager eiwitgehalte.

Het verschil in voorvrucht tussen de gebieden, tesamen met het feit dat zomergerst in het Noorden van het land thans slechts als „noodvrucht” wordt verbouwd, kan zeker een deel van het kwaliteitsverschil veroorzaken.

Kwaliteitsverschillen die optreden tussen monsters afkomstig uit één gebied met verschillende voorvrucht zijn echter niet zo groot als tussen monsters afkomstig van één voorvrucht uit verschillende gebieden.

Wij geloven dan ook niet dat dit verschil in voorvrucht het verschil in kwaliteit *geheel* kan verklaren.

c) *Hoeveelheid zaaizaad:*

De hoeveelheden zaaizaad welke in Zeeland gebruikt worden voor de uitzaai op 1 ha lopen uiteen van 85 tot 180 kg.

In Zeeuws-Vlaanderen wordt gewoonlijk 110—130 kg zaaizaad uitgezaaid.

In Groningen wordt dikker gezaaid: ongeveer 100—160 kg, maar meestal meer dan 140 kg.

Ten aanzien van de gebruikte hoeveelheid zaaizaad bestaat dus tussen de beide gebieden een verschil.

Welke invloed dit verschil op opbrengst en kwaliteit heeft is moeilijk te beoordelen, omdat het er in de eerste plaats om gaat hoeveel planten zich per ha ontwikkelen. Of ten aanzien van dit punt belangrijke verschillen aanwezig zijn is niet bekend. Wij geloven op grond van proeven echter te mogen besluiten dat dit

verschilpunt slechts een gering deel van het opbrengst- en kwaliteitsverschil kan verklaren.

Ook hier moet weer gezegd worden, dat o.i. de verschillen in kwaliteit binnen één gebied van percelen waar verschillende hoeveelheden zaaizaad werden gebruikt, minder groot zijn dan het kwaliteitsverschil tussen monsters uit Zeeland en Groningen, waarbij dezelfde hoeveelheid zaaizaad werd gebruikt.

In Zeeuws-Vlaanderen werd in 1951 een onderzoek gedaan om na te gaan welke invloed dichter zaaien heeft op de kwaliteit. De resultaten daarvan waren echter bij het afsluiten van deze publicatie nog niet uitgewerkt.

d) *Bemesting:*

Voor verschillen in *kalium*-bemesting is de gerst niet zeer gevoelig (VAN DER PAAUW (28)). Op verschillen in *fosfaat*-bemesting reageert zij weliswaar betrekkelijk sterk, doch de verschillen in P-bemesting, die *binnen* de beschouwde gebieden voorkomen, zijn veel groter dan de verschillen *tussen* de gemiddelden der gebieden, zodat ook deze factor o.i. niet in aanmerking komt als verklaring voor de gevonden opbrengst- en kwaliteitsverschillen.

Wel is de *stikstof*-bemesting van belang.

In Zeeland is in de afgelopen jaren het graanstro vrijwel waardevol geweest door gebrek aan een industrie die het kan verwerken. Men tracht dan ook met zo weinig mogelijk stikstof te bemesten (30—40 kg zuivere N/ha) teneinde nog juist de voordelen van de N-bemesting te genieten en de nadelen, door legeren veroorzaakt, te ontlopen; men wenst niet méér stro.

In Groningen daarentegen bestaat een stocartonindustrie, waarvan vele boeren aandeelhouder zijn; men wenst dan ook juist meer stro en is daar niet zuinig met de stikstofbemesting. Deze ligt zeker gemiddeld 20 kg zuivere N/ha hoger dan in Zeeland. Men verkrijgt zo een welig gewas met veel stro, profiteert van een hogere opbrengst en let daarbij niet op de kwaliteit.

In Friesland wenst men eveneens veel stro, daar hier nog vrij veel gemengde bedrijven voorkomen. Ook hier ligt de N-gift gemiddeld hoger dan in Zeeland.

Ofschoon wij ervan overtuigd zijn dat deze factor mede oorzaak kan zijn van de slechtere kwaliteit van de gerst uit het Noorden, is ons echter op onze proefvelden daar gebleken, dat ook indien *niet*

meer dan 30 kg N per ha wordt gegeven, toch een slechtere kwaliteit dan in Zeeland geoogst wordt.

De hogere N-bemesting beschouwen wij dus allerminst als een factor welke de kwaliteit van de Friese en Groninger gerst ten goede zal komen. Echter kan ook hier weer gezegd worden, dat de kwaliteitsverschillen tussen Groningen en Zeeland van gerst afkomstig van percelen met dezelfde N-bemesting, groter zijn dan de verschillen die optreden *binnen* die gebieden bij vergelijking van monsters afkomstig van percelen met verschillende N-bemesting.

e) *Ziekten van de zomergerst:*

Zomergerst wordt belaagd door een aantal plantenziekten, waarvan *roest* en *meeldauw* de grootste invloed op de opbrengst en kwaliteit van het zaad kunnen hebben.

Beide ziekten tasten het assimilerend bladoppervlak van de plant aan en het is op grond daarvan duidelijk dat, geheel afhankelijk van het tijdstip van de aantasting, de korrelvulling in geringe of ernstige mate daaronder zal lijden.

Beide ziekten zijn in staat zowel de zomergerst als de wintergerst aan te tasten.

De verbouw van wintergerst opent voor de parasieten een mogelijkheid voor overwinteren, welke hen in staat stelt in het voorjaar een massa-aanval op de zomergerst te ondernemen. Indien in een streek uitsluitend zomergerst wordt verbouwd mist de parasiet de geschikte gelegenheid tot overwinteren. Ieder jaar moet de ziekte zich dan ook opnieuw van enkele bronnen uit in het zomergewas ontwikkelen. In gebieden waar wintergerst geteeld wordt, bestaat dan ook een grotere kans van infectie van de zomergerst, dan in gebieden waar geen wintergerst wordt verbouwd.

Zoals reeds eerder werd opgemerkt, neemt in Groningen de graanteelt een belangrijker plaats in dan in Zeeland. Uit het oogpunt van werkverdeling bij de oogst prefereert men in Groningen de uitzaai van een zeker percentage wintergranen, in het bijzonder wintergerst; mede ook, omdat wintergerst een uitstekende dekvrucht vormt voor de als groenbemester verbouwde klaver. Dat men in Zeeland er nooit toe is gekomen wintergerst uit te zaaien is zeker voor een niet gering deel te wijten aan het feit dat men het daar, juist op het meest gunstige tijdstip voor de zaai van dit gewas, zeer druk heeft met het oogsten van de suikerbieten die het voornaamste gewas in Zeeland vormen.

Zoals uit de grafiek van de vergelijking van de opbrengsten te zien is, (fig. 1 op pag. 28), heeft bovendien de zomergerst in Groningen in de regel een aanzienlijk lagere opbrengst geleverd dan de wintergerst (behalve in enkele jaren met strenge winters, waarin de wintergerst grotendeels uitvroor). In Zeeland is het omgekeerde veelal het geval geweest: de zomergerst leverde hier steeds een hogere opbrengst dan de wintergerst.

Mede hierdoor schakelde men in Groningen veel meer over op wintergerstverbouw, waardoor de kans op besmetting voor de zomergerst steeds toenam, en de kans op lagere opbrengsten van zomergerst weer steeg, enz. Men kwam zodoende in een vicieuze cirkel terecht.

Dat de ziekte komend uit de wintergerst de zomergerst zowel kwalitatief als kwantitatief kan beïnvloeden was reeds eerder bekend (CHESTER (8)).

Dat de wintergerst indirect als een van de oorzaken van slechte kwaliteit en opbrengst moet worden beschouwd, wordt in zekere zin geïllustreerd door de mededeling van Groningse verbouwers dat zomergerstteelt *wel* mogelijk is met goed resultaat na een strenge winter. Dan is namelijk de wintergerst gewoonlijk doodgevroren.

Het is voornamelijk de *roest*, die in Groningen een rol speelt en een grote invloed kan hebben op de opbrengst en de kwaliteit.

In Deel III Hfdst. 4 zal nader op deze factor worden ingegaan.

Ten aanzien van het bestaan van *verschillen in cultuurfactoren* kan *samenvattend* gezegd worden dat:

- a. het late zaaien in Groningen voor een deel oorzaak zal zijn van het verschil in kwaliteit.
- b. verschillen in voorvrucht, bemesting en gebruikte hoeveelheid zaaizaad zeker *niet* ten voordele van de gerst uit het Noorden zullen werken.

Daar echter bij het beschouwen van één factor de verschillen *binnen* een bepaald gebied *geringer* zijn dan de verschillen *tussen* de gebieden, menen wij niet dat deze factoren van doorslaggevende betekenis zijn, althans dat zij dit verschil niet *geheel* kunnen verklaren.

- c. de *ziekten* van de zomergerst zijn in Groningen veelvuldiger en heviger dan in Zeeland; een invloed daarvan op kwaliteit en opbrengst is zeker aan te nemen.

B. Klimaatfactoren.

In een land als Nederland met geringe hoogteverschillen mag men geen belangrijke klimaatverschillen verwachten. Bij het zoeken naar een verklaring voor het feit, dat in het Zuidwesten belangrijk betere brouwergerst verbouwd kan worden dan in het Noordoosten, dient men voor ogen te houden dat de invloed van verschillen in cultuurmethoden, bemesting e.d. wellicht belangrijker zal zijn dan die van de verschillen in klimaat. Toch zijn bij het klimatologisch onderzoek enkele verschillen tussen Zeeland en Groningen naar voren gekomen, die een bijdrage kunnen leveren tot de verklaring van de in deze publicatie gestelde problemen. SÖHNGEN (33) wijst er op, dat Zeeland wat betreft het klimaat enige voordelen heeft boven Groningen. Het bewijs van SÖHNGEN steunt in hoofdzaak op het verschil in hoeveelheid neerslag tussen beide gebieden in de maanden Juli en Augustus. Zeeland is in deze maanden gemiddeld wat droger.

Temperatuur.

Tabel 10 geeft een overzicht van de *gemiddelde overdagtemperatuur* (gem. van de waarnemingen te 8^h.40, 14^h.40 en 19^h.40) voor Zeeland en het Noordelijk deel van de provincie Groningen.

Tabel 10. Gem. overdagtemperatuur voor Zeeland en het Noordelijk deel van de provincie Groningen (afgeleid uit isothermenkaartjes).

Mean day-temperature in Zeeland and in the Northern part of Groningen.

Maand	Maart			April			Mei		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Zeeland	5.0	5.8	6.7	7.8	8.7	9.7	11.7	12.8	15.3
N.Gron.	3.6	4.5	6.1	7.0	8.1	9.6	11.5	12.5	14.9
Vershil.	+1.4	+1.3	+0.6	+0.8	+0.6	+0.1	+0.2	+0.3	+0.4
Z.-N.Gr.									

Maand	Juni			Juli			Augustus		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Zeeland	15.7	15.7	16.3	17.5	18.3	17.7	18.2	17.7	17.4
N.Gron.	15.4	15.6	16.0	17.3	18.0	17.5	17.8	17.2	16.4
Vershil.	+0.3	+0.1	+0.3	+0.2	+0.3	+0.2	+0.4	+0.5	+1.0
Z.-N.Gr.									

De gegevens zijn afgeleid uit isothermenkaartjes, die gebaseerd zijn op waarnemingen gedurende de reeks jaren 1901—1940. Uit deze cijfers blijkt, dat in de periode van 1 Maart tot 20 April de temperatuur in het Zuidwesten gemiddeld belangrijk hoger is dan in

Groningen. Voor de eerste twee decaden van Maart is het verschil resp. 1,5 en 1,3° C ten gunste van Zeeland, na de tweede decade van April wordt het verschil onbelangrijk.

In tabel 11 zijn opgegeven de gemiddelde aantallen dagen met een gemiddelde overdagtemperatuur lager dan 0°C, tussen 0° en 6°C en hoger dan 6°C, alle uitgedrukt in procenten van het totaal aantal dagen per maand. De grens van 6°C is min of meer willekeurig, men mag echter aannemen dat bij een gem. overdagtemperatuur van 6°C een redelijke groei geconstateerd kan worden.

Tabel 11. Gemiddeld aantal dagen met gem. overdagtemperatuur beneden 0° C, tussen 0° en 6° C en hoger dan 6° C, uitgedrukt in % van het totaal aantal dagen per maand.

Mean number of days with day-temperature under 0° C, between 0 and 6° resp. above 6° in % of the total number of days.

	Maart		April	
	Zeeland	N. Groningen	Zeeland	N. Groningen
< 0°C	5	10	0	0
0-6°C	43	51	10	21
Totaal $\leq$ 6°C	48	61	10	21
> 6°C	52	39	90	79
Verh. $> 6^\circ / \leq 6^\circ$	1,1	0,6	9,0	3,8

Ook wanneer men een vergelijking maakt op grond van de meest voorkomende waarden van de gemiddelde overdagtemperatuur, treden enkele niet onbelangrijke verschillen aan het licht.

In Maart zijn in Zeeland temperaturen tussen 5 en 9°C het meest frequent, in Groningen komen dan meest temperaturen tussen 1 en 8°C voor. In Zeeland zijn dus in deze maand temperaturen waarbij een meetbare groei optreedt ($> 5^\circ\text{C}$) normaal, in Groningen in veel mindere mate. In April en volgende maanden zijn de verschillen gering, de meest voorkomende temperaturen liggen in Zeeland voor de maand April tussen 6 en 11°C en in Groningen tussen 5 en 11°C.

Van belang zijn verder nog de verschillen met betrekking tot het aantal dagen met een minimum-temperatuur beneden 0°C (vorstdagen).

In Zeeland daalt de temperatuur op +2,20 m hoogte in Maart op gemiddeld 8 dagen beneden het vriespunt, in Groningen op gemiddeld 12 dagen.

Koude dagen zijn in Groningen dus veel talrijker dan in Zeeland. De verschillen zijn in de maanden Maart en April ongetwijfeld van betekenis voor de verklaring van de verschillen in ontwikkeling van het gewas. Het meest duidelijk komen de verschillen tot uiting in de verhouding van het aantal dagen met een gemiddelde overdagtemperatuur hoger dan 6°C tot die met een gemiddelde overdagtemperatuur lager dan 6°C (tabel 12).

Ten aanzien van de *maximumtemperaturen* werden geen belangrijke verschillen gevonden.

Neerslag.

Beschouwen wij de gemiddelde maandelijkse hoeveelheden dan treden geen belangrijke verschillen aan de dag.

Gemiddeld bedraagt de hoeveelheid neerslag in de drie wintermaanden voor beide gebieden 140—160 mm; alleen het Oostelijk deel van Zeeuws-Vlaanderen is wat natter (gemiddeld 160—180 mm). Ook over de drie *voorjaars*maanden zijn de verschillen onbelangrijk: in beide gebieden valt gemiddeld 120—140 mm. Voor de *zomer*maanden zijn er enkele verschillen binnen de provincie Zeeland. Het

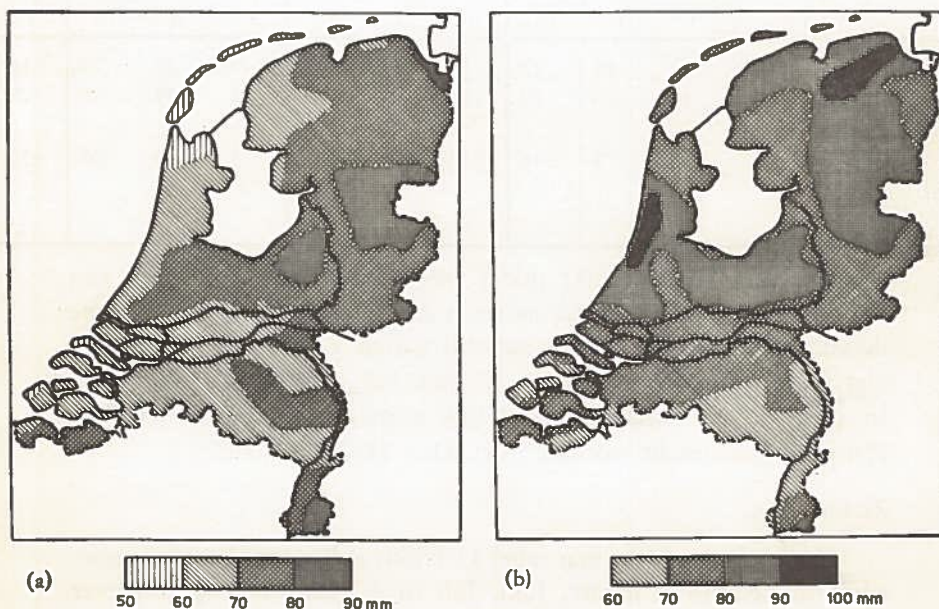


Fig. 6a en b. Gemiddelde hoeveelheid neerslag in Nederland in Juli en Augustus.
Fig. 6a en b. Gemiddelde hoeveelheid neerslag in Nederland in Juli (a) en Aug. (b).

Westelijk deel van Walcheren is het droogste gebied (160—180 mm), daarop volgen Noord-Beveland, de oostelijke helft van Walcheren en de westelijke helft van West-Zeeuws-Vlaanderen met gemiddeld 180—200 mm. In het overige deel van de provincie wordt gemiddeld 200—220 mm neerslag afgetapt. Voor de noordelijke helft van de provincie Groningen bedraagt de hoeveelheid neerslag over de drie zomermaanden gemiddeld 200—220 mm.

De verschillen voor de afzonderlijke maanden zijn in winter en voorjaar van geen betekenis. Alleen in de maanden *Juli* en vooral in *Augustus* valt in Groningen gemiddeld belangrijk meer neerslag dan in Zeeland (zie fig. 6a en b).

Voor een juiste beoordeling zeggen seizoen- resp. maandcijfers nog betrekkelijk weinig. Daarom hebben wij voor de drie belangrijkste maanden *Mei*, *Juni* en *Juli* de gemiddelde hoeveelheid neerslag per *decade* berekend (over een tijdvak van 25 jaren) zie tabel 12. De cijfers zijn gemiddelden van een 8-tal stations.

Tabel 12. Gemiddelde hoeveelheid neerslag in mm per decade in de maanden Mei, Juni, Juli en Aug. I.

Average amount of precipitation in mm/decade.

	Mei			Juni			Juli			Aug.
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I
Zeeland	17	14	17	17	20	18	20	25	23	18
N.-Groningen	14	16	20	14	17	22	21	25	29	27
Vershil Z.-Gr. in procenten (t.o.v. Zeeland) <i>Difference in %</i>	+18	—14	—18	+18	+18	—22	—5	0	—26	—50

Uit deze cijfers blijkt onder meer dat de derde decade van Juli in Groningen belangrijk natter is dan in Zeeland. Voor de eerste decade van Augustus is het verschil tussen Zeeland en Groningen nog groter en wel resp. 18 en 27 mm, een verschil dus van 50%. In verband met kwaliteitsverschillen moet deze meerdere regenval van betekenis geacht worden. (Vgl. Deel II, Hfdst. 2).

Zonneschijn.

Zoals uit de cijfers van tabel 13 blijkt, is het aantal uren zonneschijn in Zeeland in Maart, Juni, Juli en Augustus belangrijk groter dan in Groningen. In Maart betekent dit, dat de grond na de voorjaarsbewerking eerder zaaiklaar is en eerder de voor een vlotte

kieming en eerste groei vereiste temperatuur zal hebben verkregen. Helaas beschikten wij niet over een betrouwbare reeks metingen van de grondtemperatuur.

Tabel 13. Aantal uren en % zonneshijn.
Hours of sunshine and percentage of sunshine.

		Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.
Vlissingen (Zeeland)	uren	125	162	222	220	208	201
	%	34	39	46	44	42	44
Groningen (stad)	uren	103	151	211	201	187	177
	%	28	36	43	40	37	39
Verschil Vl.-Gron. (aantal uren) <i>difference Zealand-Gron.</i>		+22	+11	+11	+19	+21	+24

In Juli betekent de meerdere zonneshijn een gunstige factor: spoediger afrijping en vlotter afwerken van de oogst.

Ook t.a.v. de *dagelijkse gang* in de zonneshijn treden verschillen op, die wellicht van invloed zijn op de kwaliteit van het product.

Uit de cijfers van tabel 14 blijkt het gemiddelde aantal uren zonneshijn in Juli zowel als in Augustus in de *morgen* (6—12 uur) voor Vlissingen gemiddeld iets groter te zijn dan voor Groningen. Groot zijn de verschillen echter niet. In de *middag* (12—18 uur) telt Vlissingen echter belangrijk meer zonneshijnnuren dan Groningen. Dit wijst er dus op dat de Zeeuwse boer belangrijk meer gelegenheid heeft zijn product in goede conditie binnen te halen dan zijn collega in Groningen. SÖHNGEN (33) kwam tot een dergelijke conclusie bij zijn onderzoek naar de dagelijkse gang van de neerslag.

Tabel 14. Frequentieverdeling van het aantal uren zonneshijn in Juli en Augustus.
Distribution of hours of sunshine over daytime.

Uren van de dag <i>Time of the day</i>		6-8	8-10	10-12	totaal 6-12	12-14	14-16	16-18	totaal 12-18
Juli	Vlissingen	24,4	30,4	34,1	88,9	36,8	36,8	32,2	105,8
	Groningen	24,9	29,8	29,8	84,5	30,1	30,1	27,8	88,0
Aug.	Vlissingen	23,8	34,2	38,9	96,9	39,0	37,1	29,3	105,4
	Groningen	22,0	30,1	32,7	84,8	32,3	31,4	25,1	88,8

Het is duidelijk, dat in het *voorjaar*, d.w.z. in de periode van kieming en eerste groei, het gewas in Zeeland over belangrijk meer warmte kan beschikken dan in Groningen (vgl. tabel 10). Het praktisch resultaat hiervan is, dat men in Zeeland *vroeger kan zaaien*. Het verschil tussen de gemiddelde zaaidata van Zeeland en van Groningen bedraagt ongeveer 10 dagen, ongeveer hetzelfde geldt voor de gemiddelde oogstdata, dus een ontwikkelingsverschil van ongeveer 1 decade blijft gedurende de gehele groeiperiode bestaan. Wil men dus een vergelijking maken tussen de weersomstandigheden in deze beide gebieden, zoals die inwerken op het gewas in *overeenkomstige stadia van ontwikkeling*, dan moet men de klimatologische gegevens niet vergelijken tussen overeenkomstige kalenderdata, doch men doet het beste, iedere decade in Groningen te vergelijken met de *daaraan voorafgaande decade* in Zeeland. We hebben dit in grafiekvorm gedaan voor de decadegemiddelden van *temperatuur, neerslag en zonneschijn*. (fig. 7). De verschillen tussen beide gebieden komen nu nog duidelijker naar voren.

Temperatuur.

In de kiemingsperiode zijn de temperaturen ongeveer gelijk (wat ook logisch is, daar de zaaitijd hierop door de praktijk gebaseerd werd, zie boven).

In de periode van de vegetatieve ontwikkeling wordt dan echter, als gevolg van de toenemende stijgsnelheid van de temperatuur met de kalenderdatum in deze periode, de gem. temperatuur in Groningen hoger. Aangezien het ideale gerstklimaat in deze periode *koel* weer voorschrijft, vooral bij het einde van deze periode, is Groningen dus in dit opzicht alvast minder gunstig. Ook tijdens de korrelvulling is de temperatuur in Groningen iets hoger; dit is eveneens in tegenspraak met de eisen van het ideale gerstklimaat volgens de literatuur (vgl. Dl I: tijdens korrelvulling *koel* weer!).

Tijdens de rijpingsperiode begint in Groningen de temperatuurdaling van de nazomer zich reeds te manifesteren, dus de rijping wordt in Zeeland gemiddeld door hogere temperaturen begunstigd dan in Groningen.

Wat de temperatuur aangaat is dus vrijwel over het hele traject Zeeland enigszins in het voordeel.

Zonneschijn.

Volgens de grafiek is het aantal uren zonneschijn per decade in

Groningen tijdens de kiemingsperiode over het geheel iets lager, in de vegetatieve periode heeft Groningen eerst méér zonneshijn dan Zeeland, dit slaat echter vrij plotseling om en tijdens het laatste deel van deze periode evenals tijdens de korrelvulling is het aantal uren zonneshijn in Zeeland aanzienlijk hoger. Daar dit evenwel, zoals wij zagen, gepaard gaat met een hogere temperatuur in Groningen, wijst dit op het frequenter voorkomen van warm doch bewolkt, d.w.z. „zwoel” weer in Groningen, wat ongunstig beoordeeld wordt, onder meer omdat dit weertype de kans op het optreden van ziekten vergroot. De zonneshijn tijdens de rijping is bovendien in Groningen weer aanzienlijk beneden die in Zeeland.

Ook hier geeft door elkaar genomen Zeeland een iets gunstiger beeld.

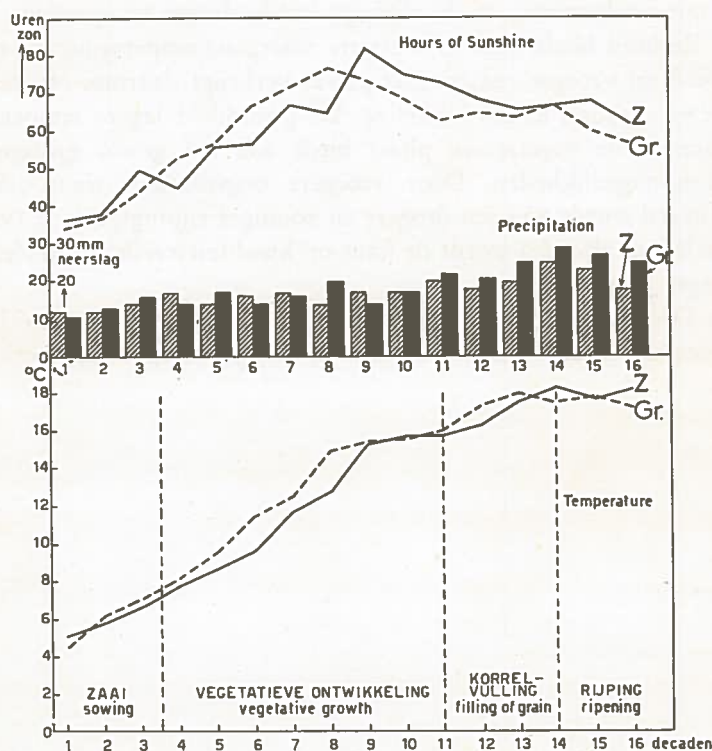


Fig. 7. Vergelijking van temperatuur, neerslag en zonneshijn in Zeeland en Groningen in overeenkomstige phaenologische stadia.

Comparison between temperature, precipitation and sunshine (per decade) in corresponding phaenological phases in Zeeland and Groningen. (decade 1 = March I for Zeeland, March II for Groningen).

De neerslag.

De verschillen in neerslag per decade zijn gedurende kiemingsperiode, vegetatieve ontwikkeling en korrelvulling onbelangrijk. Gedurende de *rijpingsperiode* is echter de neerslaghoeveelheid in Groningen beslist groter.

Samenvattende kunnen wij dus zeggen: vergelijken wij het weer van Groningen met dat van Zeeland in overeenkomstige phaenologische fasen en toetsen wij deze vergelijking aan het ideaalbeeld van het gerstklimaat zoals dat uit de literatuur en het eigen onderzoek te voorschijn komt, dan blijkt er aanleiding te bestaan om het Zeeuwse klimaat over de gehele linie enigszins geschikter te achten dan dat van Groningen: de kiemingsperiode is in Zeeland zonniger, de vegetatieve periode koeler, de korrelvullingsperiode waarschijnlijk minder broeierig en de rijpingsperiode droger en zonniger.

Zeeland biedt door zijn hogere voorjaarstemperatuur de mogelijkheid tot vroeger zaaien. Het gewas verkrijgt daarmee een belangrijke voorsprong in ontwikkeling. De gemiddeld lagere temperatuur gedurende de vegetatieve fase biedt aan het gewas grotere uitstoeulingsmogelijkheden. Door vroegere oogstdatum, waardoor geprofiteerd wordt van een drogere en zonniger rijpingsperiode (vooral in de laatste decade) wordt de kans op kwaliteitsverliezen in Zeeland geringer.

In Deel III, Hfdst. 3 A zullen wij zien, dat een vroege zaaidatum ook nog om andere redenen de kans op een goede opbrengst verhoogt.

DEEL III

EXPERIMENTEEL GEDEELTE

III. 1. CORRELATIES TUSSEN ENKELE KENMERKEN VAN DE HABITUS VAN DE PLANT.

A. *Over het verband tussen bladlengte, bladbreedte en bladoppervlak.*

Het assimilatievermogen van een plant op een zeker moment wordt bepaald als product van het totale assimilerende oppervlak en de intensiteit van de assimilatie. Deze laatste grootte hangt onder meer samen met de stralingsintensiteit.

Daar tot heden in het kader van dit onderzoek nog geen registrerende stralingsmetingen konden worden uitgevoerd, moeten wij deze factor verder laten rusten. Echter is ook reeds de bepaling van het assimilerend oppervlak alléén van belang voor vergelijkend onderzoek.

Elders (Deel III, Hfdst. 4 B) wordt er op gewezen, dat het assimilerend oppervlak niet uitsluitend wordt gevormd door het oppervlak der bladeren, doch dat ook stengeldelen en kafnaalden hier een niet onbelangrijke rol spelen.

Niettemin mogen wij aannemen, dat in het bijzonder gedurende de periode van vegetatieve ontwikkeling het groene bladoppervlak wel de hoofdrol speelt in het assimilatieproces. Hiermede is het belang van een bepaling van dit oppervlak toegelicht.

Voor de bepaling van bladoppervlakten van gewassen zijn verschillende methoden in zwang.

K. N. LAL en M. S. SUBHA RAO vermelden in een artikel in „Nature” (25) hiervan de volgende:

- 1e) methoden, gebaseerd op het omtrekken van individuele bladeren en het bepalen van hun oppervlak met de planimeter.
- 2e) oppervlaktebepalingen met gebruikmaking van fotografische platen of lichtgevoelig papier.
- 3e) methoden waarbij het bladoppervlak wordt afgetast met behulp van een of ander photo-electrisch apparaat.
- 4e) methoden waarbij gebruik wordt gemaakt van kartonnen mallen

van bekend oppervlak, waaraan het te bepalen bladoppervlak zo goed mogelijk wordt aangepast.

- 5e) oppervlaktebepaling door toepassing van wiskundige betrekkingen tussen verschillende bladmaten, welke betrekkingen experimenteel zijn gevonden uit bladmetingen.

Deze methoden hebben ieder hun specifieke voor- en nadelen.

Methode 1 is zeer tijdrovend, indien ze nauwkeurig toegepast moet worden en vereist vernietiging van de te meten plant.

Methode 2 en 3 zijn wel zeer nauwkeurig, doch vereisen een te ingewikkelde apparatuur om geschikt te zijn voor veldwerk.

Methode 4 is minder nauwkeurig.

Voor veldwerk verdient methode 5 dus de voorkeur. Bij deze methode worden aan het blad enkele eenvoudige metingen verricht en uit de zo verkregen maten wordt het oppervlak met meer of minder nauwkeurigheid afgeleid aan de hand van een formule, die experimenteel is bepaald.

LAL en SUBHA RAO beschrijven in het genoemde artikel een methode, waarbij het bladoppervlak van gramineeën geschat wordt uit de lengte en de breedte van het blad, volgens de formule

$$A = \frac{L B}{K}$$

waarin A = bladoppervlak (éénzijdig)

L = bladlengte

B = breedte van het blad (op het midden van de lengte)

en K = een constante voor het ras.

Bij toepassing van deze formule op gerst vonden LAL en SUBHA RAO een experimentele fout ter grootte van 2,9% in de bepaling van het totale bladoppervlak, als ze werd toegepast op verzamelingen van 22 bladeren.

Ter toetsing van deze formule hebben wij afdrukken op fotografisch papier vervaardigd van 110 gerstbladeren (van het ras *Kenia*), afkomstig van „at random” uitgetrokken planten van het proefveld in de Bilt, te weten 10 exemplaren van het 1e, 2e, 3e, 4e, 5e, 8e en 9e blad en 20 exemplaren van het 6e en 7e blad, n.l. 2×10 exemplaren, afkomstig van groepen planten van 2 verschillende zaaidata. (vgl. fig 8).

Van elk der afdrukken bepaalden wij de volgende maten:

- | | |
|--|---------------------------|
| a) bladlengte L | } in 0.1 mm
nauwkeurig |
| b) bladbreedte B in het midden van de lengte | |
| c) maximale bladbreedte B max. | |

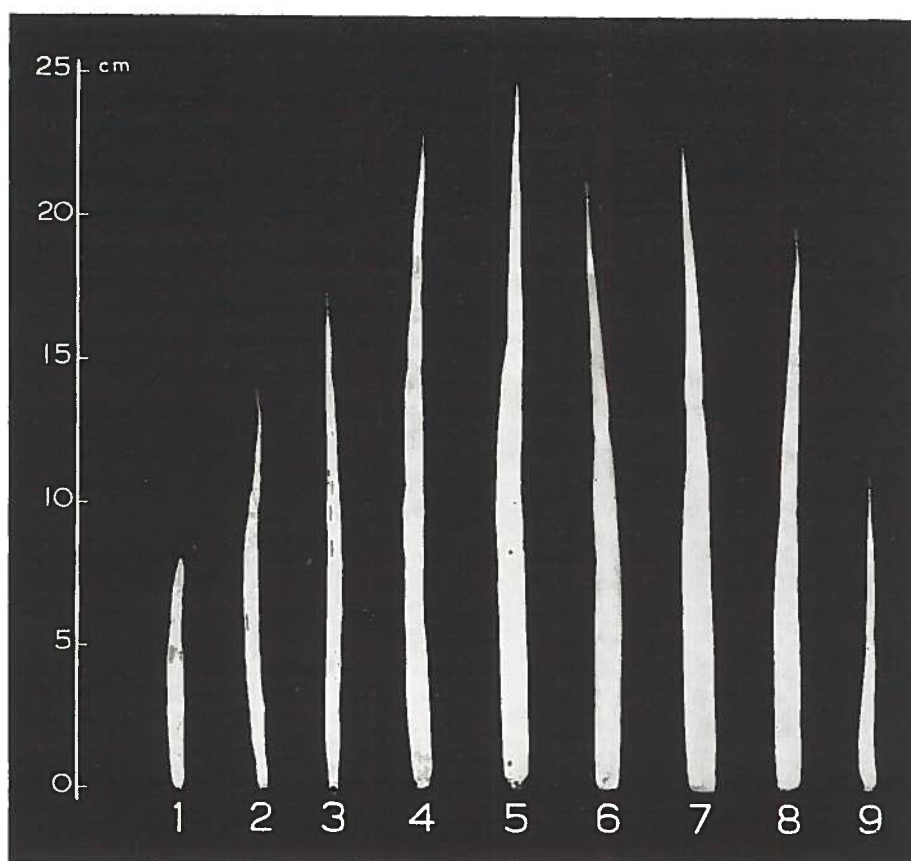


Fig. 8. Lichtdrukken van specimina van gerstbladeren van verschillend bladnummer.
(Let op het verschil in vorm tussen het 1e blad en de overige).
Lightprints from specimina of leaves of barley from different leavenumbers.
(Mind the difference in form between the 1st leaf and the others).

d) oppervlakte A (met de planimeter, op 2% nauwk. in mm²).
 Met behulp van deze gegevens berekenden wij de factor K volgens LAL en SUBHA RAO ($K = \frac{LB}{A}$) en bovendien de factor K* = $\frac{LB_{max}}{A}$

De hierbij gevonden resultaten zijn opgenomen in tabel 15.

Tabel 15. Bladfactoren K en K* van gerstbladeren.
Leaf-factors K and K from leaves of barley.*

Bladnummers		K (gem.)	σ_{10} in %	K* (gem.)	σ_{10} in %
2e zaai	1e blad	1,15	5	1,23	4
	2e „	1,26	9	1,50	9
	3e „	1,28	4	1,43	4
	4e „	1,22	4	1,50	5
	5e „	1,22	5	1,58	4
	6e „ (a)	1,14	3	1,60	4
	7e „ (a)	1,15	7	1,59	4
1e zaai	6e „ (b)	1,25	7	1,52	5
	7e „ (b)	1,20	7	1,58	6
	8e „	1,12	6	1,64	4
	9e „	1,22	9	1,82	9
Gemiddeld:		1,20	6,0	1,53	5,3

De bladfactor K blijkt hier bij vergelijking van bladeren met *verschillend* bladnummer duidelijk *meer constant* te blijven dan K*; daar staat tegenover, dat *binnen* de groep bladeren van *hetzelfde* bladnummer, K* over het algemeen iets kleinere spreiding vertoont dan K. Bij metingen van de *totale* bladlengte verdient dus het gebruik van de factor K de voorkeur, bij vergelijkingen waarbij rekening gehouden wordt met het bladnummer kan men beter de factor K* gebruiken, die dan echter voor ieder bladnummer of groepje bladnummers apart berekend dient te worden. Voor de lagere bladnummers (onderste bladeren) is K* niet veel groter dan K, voor de hogere bladnummers wordt dit verschil aanzienlijk. Dit komt doordat de onderste bladeren meer lintvormig, de bovenste meer spits toelopend zijn. Gemiddeld voor de hele plant vindt men K = 1,20; K* = 1,53. Zondert men de reeds verschrompelde 1e bladeren en de nog niet geheel ontwikkelde 9e bladeren uit, dan

vindt men als normale bladfactoren voor de *volgroeide* groene bladeren resp. $K = 1,21$, $K^* = 1,54$.

Berekent men de σ van de K -waarden van alle bladeren ten opzichte van $K = 1,21$ als gemiddelde, dan vindt men $\sigma = 8\%$. Binnen de groepen bladeren van één nummer was σ gemiddeld $= 6\%$; het verschil van 2% komt op rekening van de typologische verschillen tussen de bladeren van verschillend nummer; deze zijn dus blijkbaar minder belangrijk dan de toevallige afwijkingen der individuele bladeren. Om een indruk te krijgen van de fout, die men maakt als men $K = 1,21$ aanneemt, bij meting van een willekeurig 22-tal bladeren (het aantal dat ook door LAL en SUBHA RAO gebruikt werd) hebben wij van elk der elf 10-tallen bladeren van eenzelfde nummer er twee aangewezen, nl. die welke in de toevallige rangschikking der meetlijsten de no's 6 en 8 (door loting bepaald) hadden. Hiervan bepaalden wij:

$$L \text{ gem. en } B \text{ gem. en berekenden hieruit } A_{\text{ber.}} = \frac{L_{\text{gem.}} \times B_{\text{gem.}}}{K}$$

Vervolgens werd A (berekend) vergeleken met A (gemeten).

$$\begin{aligned} \text{Resultaat: } L_{\text{gem.}} &= 168,6 \text{ mm} \\ B_{\text{gem.}} &= 6,4 \text{ mm} \\ A_{\text{ber.}} &= 892 \text{ mm}^2 \\ A_{\text{gem.}} &= 937 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Verskil: } 45 \text{ mm}^2 = \text{ca. } 5\%.$$

Vergeleken met onze resultaten wordt de nauwkeurigheid door LAL en SUBHA RAO dus waarschijnlijk wel iets te gunstig opgegeven; wij moeten evenwel de uitkomsten van meerdere toetsingen afwachten, alvorens hier een meer gefundeerde mening over te kunnen geven.

Daar wij ons voor de practijk van ons onderzoek tot nog toe steeds beperkt hebben tot het meten van de *lengte* der bladeren, dienen wij ook na te gaan, in hoeverre er verband bestaat tussen *lengte* en *oppervlakte*, m.a.w. met welke mate van nauwkeurigheid het mogelijk is, uit *uitsluitend lengtemetingen* tot een schatting van het bladoppervlak te komen.

Deze berekening werd verricht aan de hand van hetzelfde materiaal als bovenvermeld, nl. aan de afdrukken van 110 gerstbladeren van verschillend bladnummer, lopend van 1 tot 9. Voor elk der bladeren apart werd de evenredigheidsfactor $P = \frac{A}{L} = \frac{B}{K}$ bepaald.

Hieronder volgt in tabel 16 een overzicht van de waarden van P gemiddeld per 10 bladeren van hetzelfde bladnummer, met de spreiding per groep.

Tabel 16. Verhouding tussen oppervlak A en bladlengte L van gerstbladeren.
Quotient of area (A) and length (L) of leaves of barley.

Bladnummer		Gemiddelde bladlengte L in mm <i>mean length</i>	$P = \frac{A}{L}$ in mm	σ_p in %	σ_K in %
2e zaai	1e blad	76,9	5,34	8	5
	2e "	139,9	4,24	19	9
	3e "	173,2	5,04	14	4
	4e "	224,4	5,40	17	4
	5e "	240,8	6,77	9	5
	6e " (a)	210,3	5,92	14	3
	7e " (a)	85,5	3,71	19	7
1e zaai	6e " (b)	197,9	6,08	20	7
	7e " (b)	217,8	7,30	14	7
	8e "	195,6	7,07	13	6
	9e "	109,2	3,20	20	9
Gem.		170,1	5,46	15	6

Uit dit overzicht blijkt dat, zoals ook wel te verwachten was, de factor $P = \frac{A}{L}$ zeer sterk afhankelijk is van de bladlengte in de eerste plaats, en voorts van het bladnummer; er is dus geen sprake van, dat wij hier met een vrij constante factor te maken hebben, zoals bijvoorbeeld de factor K is.

Voorts blijkt σ_p per bladnummer gemiddeld ongeveer 3 maal zo groot te zijn als σ_K , wat betekent dat ook binnen de bladeren van een groep van één bepaald bladnummer de individuele afwijkingen in de waarde van P veel groter zijn dan die in de waarde van K. Dit betekent dus, dat wanneer wij het oppervlak van één bepaald blad willen schatten, inderdaad bij het meten van lengte *en* breedte een veel grotere nauwkeurigheid bereikt kan worden dan bij het meten van de lengte *alleen*.

De vraag is nu: *welke* nauwkeurigheid kan bij grotere aantallen bladeren bereikt worden wanneer wij alleen over lengtemetingen beschikken.

In de eerste plaats gaan wij dit na voor het geval, dat alleen de totale groene-bladlengte van een groep planten bekend is zonder dat wij rekening houden met de *lengte* der afzonderlijke bladeren of met het aandeel dat de verschillende *bladnummers* in dit totaal hebben.

Wij moeten dan werken met een *gemiddelde waarde* van P en nemen hiervoor de uit ons overzicht volgende waarde: $P = 5,46$.

Wij voeren de berekening uit aan dezelfde groep planten als waaraan hierboven de nauwkeurigheid van K werd getoetst, te weten de nummers 6 en 8 uit elk der 11 groepen van hetzelfde bladnummer. Hierbij was gevonden voor $L_{\text{gem.}} = 168,6$ mm. Hieruit volgt dus

$$\text{voor } A_{\text{ber.}} = L \cdot \frac{A}{L} = LP = 168,6 \times 5,46 = 921 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_{\text{gemeten}} = 937 \text{ mm}^2}{\text{Verschil } 16 \text{ mm}^2} = \text{ca } 2\%$$

De methode blijkt in *dit* geval dus een heel goede uitkomst te geven. Dit staat in verband met het voorschrift, volgens hetwelk deze proefgroep tot stand is gekomen, nl. door van elk bladtype (bladnummer) een *gelijke* aantal exemplaren te kiezen, zodat de groep een goede representant is van de verzameling met behulp waarvan de waarde P-gemiddeld is bepaald.

Zou men te maken hebben met een groepje bladeren waarvan het bladnummer onbekend is of met een zeer klein aantal bladeren, dan biedt de meting van lengte en breedte een grotere kans op juistheid dan de lengtemeting alleen. Immers, berekent men de σ van de P-waarden van alle bladeren ten opzichte van $P_{\text{gem.}} = 5,5$, dan vindt men $\sigma = 1,5 = 27\%$, een veel grotere spreiding derhalve, dan voor de K-waarden werd gevonden (8%).

Was de factor K vrijwel onafhankelijk van de *bladlengte*, bij de factor P is dit zeer zeker *niet* het geval. In grafiek 9 is het verband tussen P en L van ons proefmateriaal in beeld gebracht. De punten genummerd 1 9 representeren de waarden (L gemiddeld, P gemiddeld) van elk der 9 groepen van 10 bladeren van gelijk bladnummer. Hierbij zijn de groepen 6a en 6b (het 6e blad van resp. de 2e en de 1e zaai), die weinig verschillen, door hun *gemiddelde* (punt 6) weergegeven. De groepen 7a en 7b, die in lengte sterk uiteenlopen (7a was nog niet volgroeid) zijn door afzonderlijke punten afgebeeld.

Bij de beschouwing van deze grafiek valt ons op, dat de punten 2, 3, 5, 6 en 9 met zeer goede benadering op een rechte door de oorsprong liggen. Dit betekent dus dat voor al deze groepen bladeren van onderling zeer verschillende lengte de verhouding tussen lengte en „gemiddelde breedte” vrijwel constant is. De vergelijking van de rechte lijn is:

$$P = 0,029 L \text{ (L in mm)}$$

of $A = 0,029 L^2$

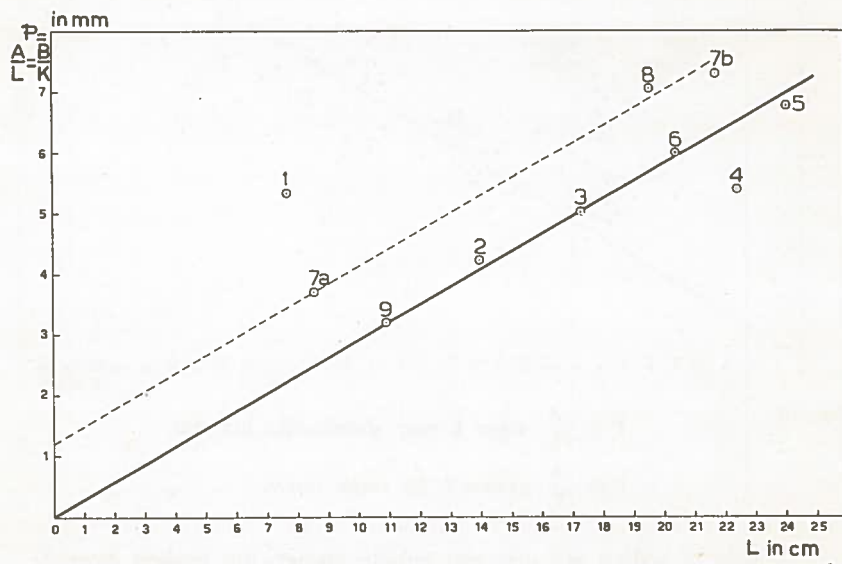


Fig. 9.

Bladfactor $P = \frac{\text{oppervlak}}{\text{lengte}}$ tegen lengte L voor groepen blaaderen van verschillend bladnummer.

Leaf-factor $P = \frac{\text{Area}}{\text{Length}}$ against Length for groups of leaves with different leaf-numbers.

Voor deze groepen van bladeren is het gemiddeld oppervlak dus evenredig met het *kwadraat* van de gemiddelde lengte.

De bladeren van bladnummer 1 vallen geheel buiten deze lijn, ze zijn van een veel korter en breder model dan de latere bladeren. In mindere mate geldt dit eveneens van de 7e en 8e bladeren, terwijl het 4e blad bij onze proefexemplaren gemiddeld iets slanker blijkt dan de anderen. Bij de betrekkelijk kleine aantallen gemeten bladeren heeft het geen zin te trachten, hieraan nadere conclusies te verbinden.

In grafiek 10 is (L, P) voor elk der gemeten bladeren apart weergegeven. Hier spreekt ook weer duidelijk het verband tussen lengte en gemiddelde breedte, terwijl tevens de uitzonderingspositie van de bladeren met bladnummer 1 weer duidelijk opvalt.

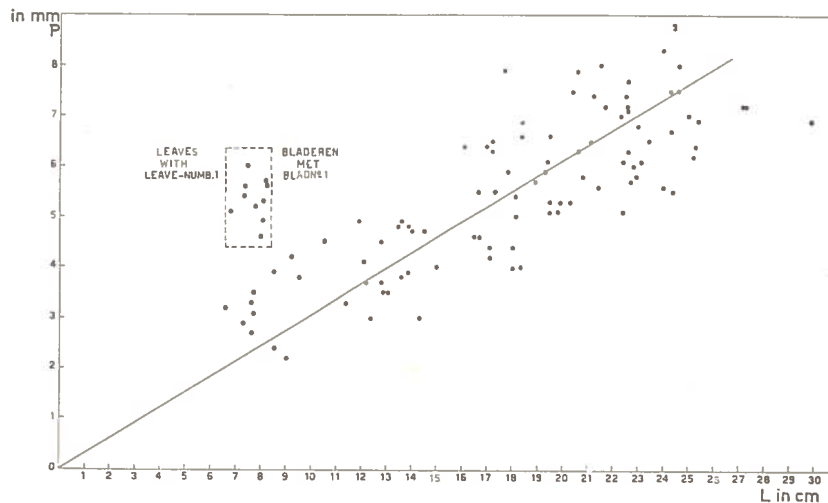


Fig. 10.

$$P = \frac{A}{L} \text{ tegen } L \text{ voor afzonderlijke bladeren.}$$

$$P = \frac{A}{L} \text{ against } L \text{ for single leaves.}$$

Tenslotte willen wij nog een enkele opmerking maken over de correlaties tussen lengte en breedte en tussen deze grootheden en het oppervlak.

BARTELS (1) vond bij het onderzoek van *kleine* aantallen planten aanwijzingen voor een positieve correlatie tussen bladlengte en aar-
lengte en tussen bladlengte en korrelvulling. Hij wees op de waar-
schijnlijkheid, dat de bladlengte per plant positief gecorreleerd zou
zijn met het bladoppervlak, maar heeft hierover geen getallen ge-
publiceerd. Dit was voor een onzer (Post 1947) aanleiding, een
onderzoek in te stellen naar het *verband tussen bladlengte en blad-
breedte*, onder meer bij gerst.

Post werkte met aantallen van 100 bladeren van eenzelfde
bladnummer, te weten 100 exemplaren van het bovenste blad (ver-
moedelijk het 9e) en 100 exemplaren van het 3e blad van boven (dus
vermoedelijk het 7e).

Gevonden werden de volgende correlatiecoëfficiënten:

Bladnummer	Gem. lengte	Gem. breedte	Correlatiecoëfficiënten
9 (?)	11,7 cm $\pm$ 2,47	7,5 mm $\pm$ 1,22	+ 0,891
7 (?)	23,5 cm $\pm$ 3,70	11,7 mm $\pm$ 1,91	+ 0,887

Bij een honderdtal bladeren van hetzelfde bladnummer vond hij dus een correlatiecoëfficiënt van +0,89 ongeveer. Door ons is uit ons proefmateriaal van 100 bladeren van de bladnummers 2 tot en met 9 (de „afwijkende” 1e bladeren werden er buiten gelaten) eveneens de correlatie tussen lengte en breedte bepaald. Hiervoor werd gevonden $r = +0,85$ tussen lengte en breedte in het midden van de lengte, en $r^* = +0,80$ tussen lengte en maximale breedte. Deze correlaties liggen dus, zoals te verwachten is, iets lager dan bij bladeren van hetzelfde nummer.

Voor de correlatie tussen *lengte en oppervlak* (per blad) werd een zeer hoge waarde gevonden, nl. $r = +0,943$; de correlatie tussen breedte en oppervlak was eveneens hoog, nl. $r = 0,938$ (breedte genomen in het midden van de lengte).

- Uit de voorgaande beschouwingen is dus het volgende gebleken:
- 1e) De lengte der afzonderlijke bladeren is zeer hoog gecorreleerd met het oppervlak.
 - 2e) Lengte en breedte onderling zijn ook hoog gecorreleerd, echter minder dan lengte en oppervlak (wat te verwachten is).
 - 3e) De verhouding tussen lengte en gemiddelde breedte van het blad is voor verschillende bladlengte behoorlijk constant ($P = 0,029L$).
 - 4e) De bladeren van verschillend bladnummer vertonen geen opvallende verschillen in verhouding tussen lengte en breedte in het midden der lengte, met uitzondering van het 1e blad en van nog zeer onvolgroeide bladeren.
 - 5e) De maximale breedte is met de lengte lager gecorreleerd dan de breedte in het midden der lengte; voor bepaling van het oppervlak is eerstgenoemde eveneens minder geschikt dan de tweede.

Uit een en ander zijn nu de volgende conclusies te trekken ten aanzien van de praktijk van het veldwerk ter bepaling van het assimilerend oppervlak:

- a) Wanneer men werkt met vrij grote hoeveelheden bladeren met regelmatige verdeling over de bladnummers, dus bijv. wanneer men alle bladeren van een aantal vrijwel volgroeide planten

samen neemt, geeft de totale bladlengte een behoorlijke aanwijzing voor de vergelijking der bladoppervlakken.

- b) Een nauwkeuriger schatting kan men verkrijgen door de beschouwing der bladlengte van alle bladeren apart, waarbij men dus het oppervlak van ieder blad afzonderlijk berekent uit zijn lengte, zijn bladnummer en de bij die lengte en dat bladnummer behorende factor P.
- c) Voor het berekenen van het oppervlak van afzonderlijke bladeren heeft het voordelen, bovendien nog de breedte in het midden van de lengte te meten; voor gemiddelden van *grote aantallen* geeft dit echter niet een zó veel grotere nauwkeurigheid, dat het meerdere werk daardoor gerechtvaardigd wordt.

B. *Verband tussen groene-bladlengte en oogstanalytische kenmerken.*

Bij het oriënterend onderzoek kwam de vraag naar voren, in hoeverre er verband bestaat tussen groene-bladlengte enerzijds en oogstanalytische kenmerken anderzijds.

Indien een dergelijk verband zou bestaan, zou het mogelijk zijn aan de hand hiervan op grond van de totale groene-bladlengte een redelijk betrouwbare schatting te maken van bijv. de opbrengst of het aantal korrels of het 1000-korrelgewicht.

BARTELS (1) bespreekt in een niet gepubliceerd rapport o.m. het verband tussen de gemiddelde lengte van het groene blad (gemiddeld van 5 planten en voor een 6-tal meetdata) en de opbrengst *per aar* en komt hierbij tot de conclusie, dat er een betrouwbaar verband tussen beide kenmerken bestaat.

Eenzelfde verband bleek te bestaan tussen de gemiddelde groene bladlengte en de *lengte van de aarspil*.

Verder bleek uit het onderzoek van BARTELS, dat het *aantal geledingen van de aarspil* en daarmee het aantal plaatsen voor de korrel, samenhangt met de hoeveelheid levend (d.w.z. groen) blad in een periode van ongeveer 5 weken, die een week voor de bloei eindigt.

De *aarlengte* bleek eveneens gecorreleerd met de hoeveelheid groen blad; deze samenhang bleek ook nog te bestaan in een later stadium n.l. totdat de aar is uitgegroeid.

De *opbrengst* is volgens het onderzoek van BARTELS afhankelijk van de hoeveelheid levend blad in de periode rondom de bloei tot het tijdstip waarop al het blad is afgestorven.

Ter verifiëring van de door BARTELS besproken uitkomsten werden in 1948, 1949 en 1950 op het proefveld in de Bilt metingen verricht van de groene bladlengte aan een 100-tal halmen (ras *Kenia*. Na de oogst werd van elk der (genummerde) halmen bepaald: het aantal pakjes, de aarlengte, het gewicht der korrels en het aantal geoogste korrels per aar.

Vervolgens werd de correlatie tussen groene bladlengte en oogstanalytische gegevens bepaald.

In 1948 beschikten wij slechts over 3 meetdata (data waarop de totale groene bladlengte was bepaald), welk aantal veel te klein bleek voor het trekken van betrouwbare conclusies.

In 1949 werden de metingen van de groene bladlengte één maal per 14 dagen uitgevoerd. Ook dit bleek nog niet voldoende meetpunten te geven.

In 1950 werden elke 10 dagen metingen verricht.

Het resultaat van de bewerking is weergegeven in grafiek 11.

Ter vergelijking is ook de groeicurve in deze figuur opgenomen.

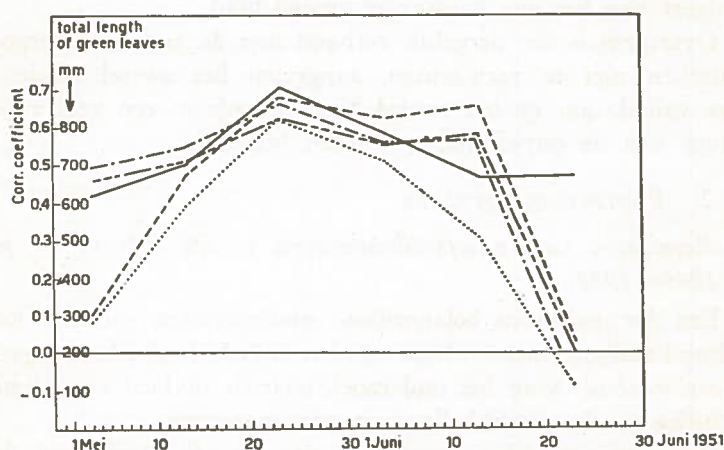


Fig. 11. Correlaties tussen totale groene-bladlengte op verschillende data en enkele oogstanalytische kenmerken.

Correlations between total length of green leaves at different dates, and some indices of the yield-analysis:

Aantal pakjes per aar.	Number of fertile nodes per ear.
Aarlengte.	Length of ear.
Korrelgewicht.	Weight of kernels.
Aantal korrels per aar.	Number of kernels per ear.
Totale groene-bladlengte in mm.	Total length of green leaves in mm.

Het blijkt dus dat wij ons kunnen verenigen met de bovengenoemde uitspraken van BARTELS.

Begin Mei zijn de correlaties, vooral die met de aarlengte, van geringe betekenis ($r=0,4$ tot $r=0,5$; voor de aarlengte $r=0,1$ tot $r=0,4$).

De correlatiecoëfficiënten zijn het grootst in de periode van de maximale bladlengte (omstreeks 23 Mei).

De afname van de groene-bladlengte gaat samen met een verlaging van de waarde der correlaties.

Alleen het gewicht der korrels blijft naar verhouding nauwer gecorreleerd met de groene bladlengte dan de overige onderzochte kenmerken.

Dit is in overeenstemming met hetgeen door BARTELS gevonden werd.

Voor al aan het einde van het groeiseizoen, als de groene bladlengte snel afneemt, valt het verschil tussen de correlaties met de oogst en die met de overige kenmerken op.

De correlaties met de oogst zouden er dus op kunnen wijzen, dat de korrel nog tot in het laatste stadium van zijn ontwikkeling profiteert van het nog aanwezige groene blad.

Overigens is een dergelijk verband met de andere onderzochte kenmerken niet te verwachten, aangezien het aantal pakjes, de lengte van de aar en het aantal korrels reeds in een veel vroeger stadium van de ontwikkeling worden bepaald.

III. 2. PROEFVELDONDERZOEK.

A. *Resultaten van proefveldonderzoek te De Bilt in de jaren 1946—1951.*

Een der oudste en belangrijkste studieobjecten van de Onderafdeling Landbouwmeteorologie van het K.N.M.I. was het uitwerken van een *methode* voor het onderzoek naar de invloed van klimaatverschillen op de ontwikkeling van graangewassen.

Dit impliceerde het bestuderen van de afhankelijkheid dezer ontwikkeling van diverse weerfactoren.

Voor een nauwkeurige analyse van de meteorologische omstandigheden, waaronder de groei- en rijpsprocessen van het gewas zich voltrekken, kan niet worden volstaan met beschouwing van de „gewone” klimatologische waarnemingen, zoals temperatuur op 2.20 m hoogte, windsnelheid op 10, respectievelijk 6 m hoogte, zonneshijnduur, globale hemelstraling enz., daar zoals bekend is een gewas zich ontwikkelt in een eigen *microklimaat*, dat beïnvloed wordt door fysische eigenschappen van de bodem waarop het

gewas groeit, door de omgeving en ook mede door de structuur van het gewas zelf (hoogte, dichtheid, transpiratie e.d.).

Al deze factoren scheppen in samenwerking en onderlinge beïnvloeding een microklimaat dat in belangrijke mate kan afwijken van het macroklimaat, zoals dat door de algemene klimatologie wordt beschreven.

Voor het bestuderen van het microklimaat van een op de akker staand graangewas moet men dus metingen tussen het gewas verrichten. Bovendien worden ten aanzien van de frequentie der waarnemingen en zelfs ten aanzien van de constructie der meet- en registreerinstrumenten geheel andere eisen gesteld dan die welke voor de gewone klimatologische waarnemingen gelden.

Om dit onderzoek te kunnen uitvoeren is het dus noodzakelijk, te kunnen beschikken over een proefperceel, waarop het te onderzoeken gewas onder zo veel mogelijk normale omstandigheden verbouwd kan worden.

Daar men wel inzag voor de aflezing en de geregelde contrôle der instrumenten deskundig personeel nodig te hebben, werd besloten een proefveld aan te leggen in de omgeving van het Meteorologisch Instituut te De Bilt.

Er waren aan deze opzet evenwel ook verschillende bezwaren verbonden, die men gedeeltelijk zo goed mogelijk trachtte te overwinnen, gedeeltelijk ook wel op de koop toe moest nemen; waarbij moet worden opgemerkt dat sommige dezer specifieke bezwaren in de aanvang van het onderzoek over het hoofd zijn gezien of onderschat.

Mede hierdoor worden de betrekkelijk geringe resultaten van met name de eerste proefjaren verklaard.

Een belangrijke handicap was, dat het K.N.M.I. niet over een eigen terrein voor landbouwmeteorologische proefnemingen beschikte (eerst in 1951 is hierin verandering gekomen) zodat van jaar tot jaar perceeltjes land van verschillende eigenaars gehuurd moesten worden. Vergelijking van de resultaten der verschillende jaren is hierdoor zeer bezwaarlijk; bovendien was de kwaliteit der gebruikte gronden meestal maar zeer matig. Voor *directe* vergelijking met gerst van praktijkpercelen in Zeeland en Groningen kwam het verbouwde gewas dan ook niet in aanmerking.

Voor de grondbewerking en de verzorging der gewassen kon het K.N.M.I. geen deskundig personeel ter beschikking stellen, vandaar dat hiervoor samenwerking werd gezocht met het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek te Wageningen, dat een

deel van het gehuurde terrein in gebruik had voor Phaenologisch onderzoek aan graangewassen.

Een verdere moeilijkheid bij dit deel van het onderzoek was gelegen in het feit, dat het beschikbare meteorologische instrumentarium onvolledig en deels voor ons doel minder goed bruikbaar was.

Ideaal voor een microklimatologisch onderzoek zijn namelijk instrumenten die op afstand registreren en waarbij het eigenlijke meetelement zeer weinig volumineus is, zodat het natuurlijke milieu van het gewas door de meetapparatuur en door de bediening daarvan niet hinderlijk verstoord wordt.

Hierop zijn de gewone meteorologische instrumenten, waarmee dit onderzoek begonnen moest worden, volstrekt niet berekend.

Al deze bezwaren in aanmerking nemende mag men zich veeleer verheugen dat althans enkele resultaten bereikt konden worden, dan zich verwonderen over de betrekkelijke geringheid dezer resultaten.

In de eerste plaats bespreken wij thans de proefveldresultaten der verschillende jaren afzonderlijk.

In 1946 is voor het eerst een proefveld aangelegd (op het landgoed Oostbroek bij De Bilt). Evenals in de volgende jaren (tot 1951) werden de waarnemingen verricht aan het ras *Kenia*; in 1951 werd het ras *Balder* gebruikt.

Er was een zaaitijdproef opgezet met 4 zaaidata en men heeft geprobeerd, de data vast te stellen waarop bij deze zaaisels bepaalde phaenologische stadia optraden.

Verder heeft men aan planten van het eerste zaaisel met tussenpozen van 5 dagen bladlengtemetingen uitgevoerd; het is wel gebleken, dat deze periode veel te lang is om er iets mee te kunnen doen. Tevens begon men klimatologische waarnemingen (minimumtemperatuur, grondtemperatuur en luchtvochtigheid) uit te voeren.

Men vond reeds een aanwijzing voor een positief verband tussen groeisnelheid en temperatuur, maar nog geen duidelijke correlatie.

Daarnaast werden enkele gegevens verkregen over de invloed van het gewas op het microklimaat, in casu op minimumtemperatuur en luchtvochtigheid. Beide grootheden bleken tussen het gewas wat hoger te zijn dan op een belendend onbegroeid perceel.

Onbekendheid met de eisen van de praktijk der proefveldtechniek, een overladen programma en een ongelukkige terreinkeuze (veel onkruid, onregelmatig gewas) hebben veroorzaakt, dat dit eerste jaar niet veel bruikbaar resultaat heeft opgeleverd.

In 1947 werd een ander proefterrein, op zandgrond gelegen, in gebruik genomen (op het landgoed Vollenhoven onder De Bilt).*

Wederom werd een zaaitijdenproef opgezet, thans met 3 zaaidata.

Belangrijke wijzigingen in de opzet der metingen werden niet aangebracht. Evenmin als het vorige jaar gaf 1947 een vermeldingswaardig resultaat.

De tegenslagen waren zo mogelijk nog groter in aantal dan in 1946: behalve van onkruid en onregelmatig gewas had men nu ook hinder van een ongelijke kwaliteit van de grond, terwijl een aantal proefplanten, die bestemd waren voor het onderzoek naar het verband tussen bladontwikkeling en opbrengst, door schapen, die door de omheining waren gebroken, werden vernield.

Bovendien werkte in 1947 het weer niet mee, in dien zin, dat het eigenlijk te mooi was: gedurende de gehele groeiperiode had men vrijwel constant de optimale weersomstandigheden.

Iets nieuws was, dat men in 1947 begon met het opsporen van het verband tussen enkele oogstanalytische kenmerken, te weten tussen aarlengte en korrelgewicht per aar ($r = 0,6$) en tussen dit laatste en het aantal korrels per aar. ($r = 0,7$).

Tevens werd geconstateerd, dat er een hoge correlatie bestaat tussen bladlengte en bladbreedte, wat van belang is in verband met de mogelijkheid om uit de bladlengte te besluiten tot de grootte van het assimilerend oppervlak (zie deel III, Hfdst. I A).

In 1948 werd weer gewerkt op een terrein bij „Vollenhoven”. Ook nu moest helaas de stand van het gewas zeer slecht genoemd worden. Het was wel gebleken, dat het aantal objecten niet te groot genomen moest worden, daarom werd dit jaar één zaaidatum aangehouden.

De klimatologische waarnemingen omvatten nu: etmaalgemiddelde van de temperatuur, dagelijks maximum en minimum, luchtvochtigheid (hygrografisch), neerslag en bewolking, terwijl tevens een tensiometer in gebruik werd genomen ter contrôle van de grondvochtigheid.

De metingen aan het gewas hadden weer betrekking op de lengtegroei der bladeren en bovendien werden nu wekelijks bepalingen van het drogestofgewicht uitgevoerd.

In 1948 kwam voor het eerst een duidelijke aanwijzing voor de

* Voor het beschikbaar stellen van het proefterrein in de jaren 1947 en 1948 zijn wij dank verschuldigd aan de heer M. van Marwijk Kooy te De Bilt.

dag, dat er samenhang is tussen groeisnelheid en meteorologische factoren, namelijk een positief verband tussen de gemiddelde etmaaltemperatuur van een week en de gemiddelde lengtetoename der groeiende bladeren (in de eerste 6 weken van de groeiperiode).

Een verband met het drogestofgewicht werd niet gevonden (zie fig. 12).

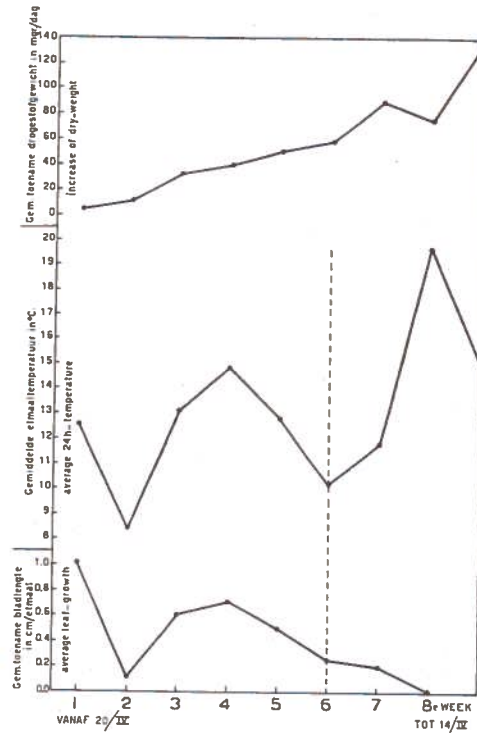


Fig. 12. Gemiddelde bladgroei, toename van het drogestof-gewicht en gemiddelde etmaaltemperatuur per week in het groeiseizoen 1948.
Mean leaf-growth, increase in dry-weight and average 24 h-temperature per week in the growing-season 1948.

Begonnen werd met een onderzoek naar het verband tussen oogstanalytische kenmerken en assimilerend bladoppervlak (zie deel III, I A).

Er bleken positieve correlaties met een correlatiecoëfficiënt van ongeveer 0,5 à 0,6 te bestaan tussen totale groenebladlengte en aantal korrels resp. aantal pakjes per aar.

De ervaringen in de jaren 1946, 1947 en 1948 hadden ten aanzien van de techniek van het proefveldonderzoek de volgende richtlijnen geleverd:

- 1e) Men moet zich om praktische redenen streng beperken ten aanzien van het aantal te onderzoeken objecten.
- 2e) De uiterste zorg dient besteed te worden aan het verkrijgen van een schoon en gelijkmatig gewas.
- 3e) Groeimetingen met grote tussenpozen hebben geen zin; deze dienen dagelijks te gebeuren.
- 4e) Men moet van te voren overleggen, hoe groot het aantal te meten planten dient te zijn, om een statistisch betrouwbaar resultaat te verkrijgen.
- 5e) Oogstanalyse is waardevol.
- 6c) De *temperatuur* is een zeer belangrijke bepalende factor voor de vegetatieve groei onder onze omstandigheden.

Met deze punten voor ogen werd een werkplan voor 1949 opgesteld. Er was intussen weer een nieuw proefterrein gevonden (op het terrein van een boerderij onder Maartensdijk).

Wij zijn er hier in geslaagd, een behoorlijk gewas te verkrijgen zonder veel onkruid.

Voor het eerst is er in dit jaar sprake geweest van enigszins nauwkeurige metingen aan het gewas.

De klimatologische waarnemingen waren dezelfde als in 1948; bovendien werd de grondtemperatuur op —10 cm gemeten; in plaats van de bewolkingsgraad werd het aantal uren zonneschijn genomen. De groeimetingen werden als volgt uitgevoerd:

Elke morgen werden een 20-tal plantjes uitgezocht en hiervan werd de lengte van het jongste blad nauwkeurig gemeten. (de jonge rechtopstaande blaadjes met een steekpasser, de oudere en langere bladeren met een stalen meetliniaal).

De volgende morgen werden deze 20 plantjes weer gemeten, zodat men de groei in de afgelopen 24 uur kon nagaan. Tevens werden dan 20 nieuwe planten uitgezocht en gemeten.

Iedere dag leverde dus 20 groeigetallen, die zeer sterk uiteenlopen. Er zijn n.l. in het algemeen bij de 20 uitgekozen planten een aantal, waarbij het jongste blad nog niet in zijn periode van sterkste groei is, een aantal waarbij het juist wel in die periode verkeert en tenslotte een aantal, waarbij de sterkste groei reeds afgelopen is.

Wij tekenen voor elke dag een frequentieverdeling van de lengte-groei, kiezen er nu de sterkst gegroeide planten uit (een groepje dat ongeveer het derde deel van het totale aantal moet omvatten) en bepalen daarvan de *gemiddelde lengte-toename*.

Deze zetten wij nu dag voor dag in een grafiek uit. Wij krijgen dan een zeer grillig slingerende lijn.

In de eerste plaats krijgen wij n.l. *van dag tot dag* grote verschillen; deze schrijven wij aan de weersomstandigheden toe, maar bovendien zit er een golving met *grotere periode* in, die samenhangt met de karakteristieke ontwikkelingsgang van de plant; deze bezit n.l. in de verschillende stadia van haar ontwikkeling uiteraard een variërende groeicapaciteit.

Deze laatste periodiciteit hebben wij er uit trachten te halen door het bepalen van de voortschrijdende 5-daagse gemiddelden.

De groeiperiode van ons gewas, gerekend vanaf de eerste dag waarop meting van de bladlengte mogelijk was tot aan de stilstand van de groei, duurde in 1949 van 11 April tot 31 Mei, dus 50 dagen.

De 5-daagse gemiddelden leveren een vrijwel vloeiende curve, die veel overeenkomst vertoont met de kromme der voortschrijdende 5-daagse temperatuurgemiddelden.

Nemen wij vervolgens deze groeicurve als basis en beschouwen wij de afwijkingen, die van dag tot dag ten opzichte van dit gemiddelde optreden, (de zogenaamde „eerste gecorrigeerde groeicurve”), dan hebben wij te maken met de afwijkingen, die wij aan de invloed van de dagelijkse weersomstandigheden kunnen toeschrijven.

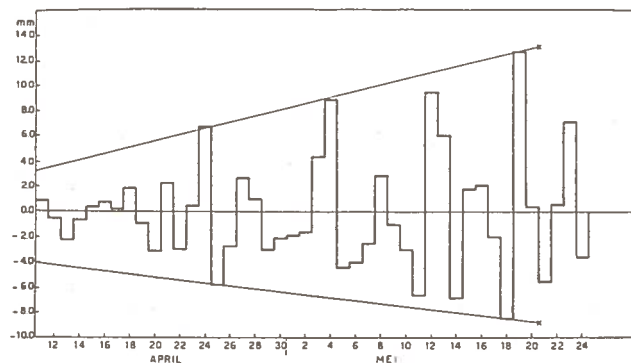


Fig. 13. 1e gecorrigeerde groeicurve.
Curve of daily leaf-growth after 1st correction.
(deviations from overlapping 5-days mean).

Wij zien dan nog iets merkwaardigs aan deze curve (fig. 13), namelijk, dat met het voortschrijden van de tijd, althans gedurende de eerste 40 dagen, de afwijkingen de tendens hebben gemiddeld steeds groter te worden.

Dit is ook niet meer dan natuurlijk: onze maat blijft dezelfde, n.l. de mm, maar het object (de plant) groeit, en een groot object zal grotere schommelingen in zijn groei kunnen vertonen dan een klein object.

Anders gezegd: neem eens aan, dat de groei toeneemt met de temperatuur en beschouw nu één warme dag, tussen een reeks koude dagen waarop de groei stil staat. Een kleine (pasgezaaide) gerstplant zal dan op deze ene warme dag minder mm groeien dan een grotere plant.

Deze „ouderdomsfactor” gaan wij er nu ook nog uitcorrigeren, op een sterk vereenvoudigende manier.

Wij trekken n.l. eenvoudig rechte lijnen door de hoogste toppen (dagen met optimale groei-omstandigheden) en door de diepste punten van de curve (dagen met relatief geringste groei) en berekenen uit de helling van deze lijnen, dat in 40 dagen de gemiddelde slingering om de basislijn juist met een factor 3 is vermenigvuldigd.

Dat geeft dus van de ene dag op de andere een correctiefactor $= \sqrt[40]{3}$, m.a.w. het 1e gecorrigeerde groeigetal van de n^e dag wordt vermenigvuldigd met een factor $(\sqrt[40]{3})^{40-n}$ en levert zo het 2e gecorrigeerde groeigetal.

De berekening gebeurt natuurlijk logaritmisch.

Nu was ons al spoedig opgevallen, dat de 1e gecorrigeerde groeicurve een mooie overeenkomst vertoonde met de kromme van de dagelijkse maximumtemperatuur.

Het ligt voor de hand, van deze laatste ook te nemen de afwijkingen ten opzichte van een 5-daags gemiddelde.

Dit vergeleken met de 2e gecorrigeerde groeikromme, geeft een nog fraaiere overeenkomst. (fig. 14).

De correlatie-coëfficiënt bedraagt in het laatste geval zelfs 0,87! In het eerste geval 0,805.

Correlaties met de gemiddelde etmaaltemperatuur of met de gemiddelde minimumtemperatuur vallen heel wat lager uit.

Vervolgens gaan wij na, in hoeverre de op grond van de in 1949 verkregen resultaten gevormde opvattingen door de uitkomsten van de proeven in 1950 en 1951 zijn bevestigd.

Zoals gezegd werd in 1949 gemeten van 11 April tot 31 Mei (dus 50 dagen).

In 1950 werd gemeten van 27 Maart tot en met 5 Mei, dus 40 dagen. Temperatuur- en groeicurve werden op dezelfde wijze gereduceerd als in 1949.

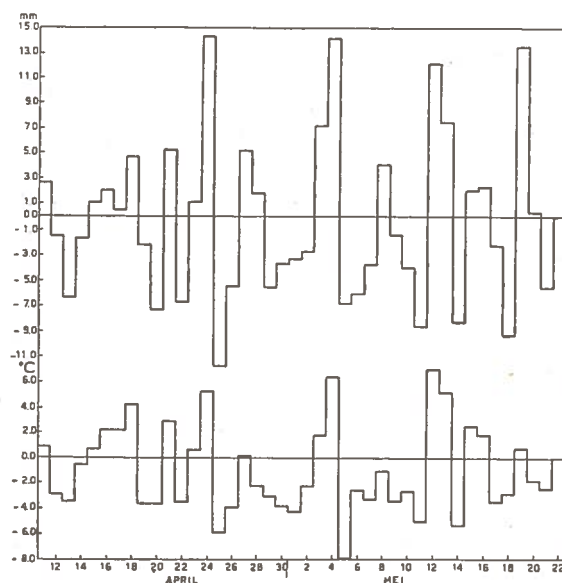


Fig. 14. 2e gecorrigeerde groeicurve, vergeleken met de curve van de dagelijkse afwijkingen van de maximumtemperatuur t.o.v. voortschrijdende 5-daags gemiddelde (voor 1949).

Curve of daily leaf-growth after 2nd correction, correlated with daily maximum-temperature (deviations from overlapping 5-days mean) for 1949.

Voor de tijdscorrectie werd dezelfde factor aangehouden als in 1949, namelijk $3 \exp \frac{40-n}{40}$.

De gevonden correlatie-coëfficiënt tussen de dagelijkse maximumtemperatuur en de dagelijkse groei over deze periode bedraagt $r_{1950} = 0,82$.

In 1951 werd gemeten van 19 April tot 7 Juni, dus weer gedurende 50 dagen. Wij vonden hier een wat lagere correlatiecoëfficiënt, n.l. $r_{1951} = 0,79$.

Gemiddeld over de drie jaren ligt de waarde van de correlatie-coëfficiënt tussen dagelijkse bladgroei in de vegetatieve periode April—Mei en dagelijkse maximumtemperatuur dus in de buurt van 0,8.

Hieruit volgt dus, dat binnen de grenzen waartussen de door ons in de drie beschouwde groeiperioden gemeten temperaturen

liggen, de vegetatieve groei per etmaal, dat is de groeisnelheid, bevordert wordt door hogere temperaturen.

Dit hoeft echter nog niet te betekenen, dat meer dan normale warmte tijdens de vegetatieve periode (April, Mei) nu onverdeeld *gunstig* is voor de ontwikkeling van de plant of voor de assimilatiemogelijkheden.

Immers, om deze laatste te beoordelen, hebben wij ook te maken met de *duur* van de vegetatieve periode en dus kan het zeer wel zijn, dat een koele en langdurige vegetatieve periode met betrekkelijk *langzame* groei van het gewas een beter oogstresultaat geeft, of althans een grotere totale assimilatie geeft, dan een vrij warme vegetatieperiode waarin de plant *snel* tot zijn maximale grootte opschiet.

Wij komen op deze quaestie terug in dit Deel, onder hoofdstuk 3 A, bij de vergelijking der gersten van de praktijkpercelen in verschillende jaren, doch merken hier alvast op, dat geen tegenstrijdigheid behoeft te bestaan tussen het hier gevonden verband tussen temperatuur en groeisnelheid en de uit de literatuur en eigen statistisch onderzoek gebleken correlatie tussen betrekkelijk koele vegetatieve perioden en hogere opbrengsten.

Wel is door het hier beschreven onderzoek de indruk gewekt, dat de *temperatuur* in ons geval de limiterende factor voor de groei is geweest, en dat de *overige* klimaatfactoren, als luchtvochtigheid en bodemvochtigheid nimmer gedurende de beschreven jaren in het minimum zijn geweest, zodat over de invloed daarvan weinig te zeggen is.

Bovendien zijn de methoden ter bepaling van deze beide grootheden niet ideaal geweest en missen wij bijvoorbeeld ten zeerste bepalingen van de zo belangrijke factor *verdamping*.

Het onderhavige onderzoek is dus nog zeer wel voor uitbreiding en verbetering vatbaar.

B. Onderzoek naar de bladgroei als functie van temperatuur en licht.

Volgens de in deel A van dit hoofdstuk beschreven methode kon de gemiddelde bladgroei per etmaal worden gemeten en kon vastgesteld worden, dat deze in hoge mate wordt bepaald door de dagelijkse maximumtemperatuur.

Deze laatste is evenwel hoog gecorreleerd met de gemiddelde overdagtemperatuur en ook met de *hoeveelheid zonneschijn*.

De vraag rees nu, welk deel van het spectrum van de door de plant opgevangen straling in het bijzonder aansprakelijk is voor de regulering van de groei, met andere woorden, of de groei meer beheerst wordt door de warmte-straling dan wel door de lichtstraling. Bovendien is de vraag, met welke vertraging de plant reageert op de toegevoerde straling.

Volgens door ons ontvangen mondelinge mededelingen zouden Amerikaanse onderzoekers tot de conclusie zijn gekomen dat bepaalde graansoorten, die in de „corn-belt” van de Verenigde Staten verbouwd worden, hun sterkste strekkingsgroei bij donker, dus des nachts vertonen.

Dit probleem wordt door onze dagelijkse lengtemetingen nog niet opgelost, daar deze metingen steeds in de ochtenduren plaats vonden.

Nu blijkt de groei van een blad, tussen bijvoorbeeld 15 April om 9^h.00 en 16 April om dezelfde tijd, hoog gecorreleerd te zijn met de maximumtemperatuur (middagtemperatuur) van 15 April, maar het is niet uit te maken of deze groei hoofdzakelijk heeft plaats gevonden in de middaguren van 15 April of in de nacht van 15—16 April. Om praktische redenen was het niet mogelijk, de lengtemetingen gedurende de hele periode in de namiddag uit te voeren.

Wij gaven er daarom de voorkeur aan, te trachten de lengtegroei gedurende een aantal etmalen *van uur tot uur* te volgen.

De lengtegroei gedurende een uur is evenwel te gering om enigszins nauwkeurig bepaald te kunnen worden door metingen met lineaal of steekpasser. Daarom moest een andere meetmethode worden toegepast.

Naast de te meten planten werd een nauwkeurig gecalibreerde platte meetlat in de grond gestoken; op deze lat waren met onderlinge afstanden van 1 cm metalen beugeltjes (nietjes) aangebracht en de lat werd zo geplaatst, dat het te meten blaadje onder deze beugeltjes met enige druk tegen de meetlat aan omhoog groeide.

Ieder uur werd nu een foto gemaakt van het deel van de meetlat met de top van het blaadje, (fig. 15a) en eveneens van het deel van de meetlat met de voet van het blaadje.

Deze foto's werden onder een vergrotingstoestel bekeken en het was op deze wijze zeer goed mogelijk, de uurlijkse lengte-toename van de blaadjes tot op 0,1 mm nauwkeurig te bepalen.

Ter beantwoording van de vraag, of de temperatuur dan wel het

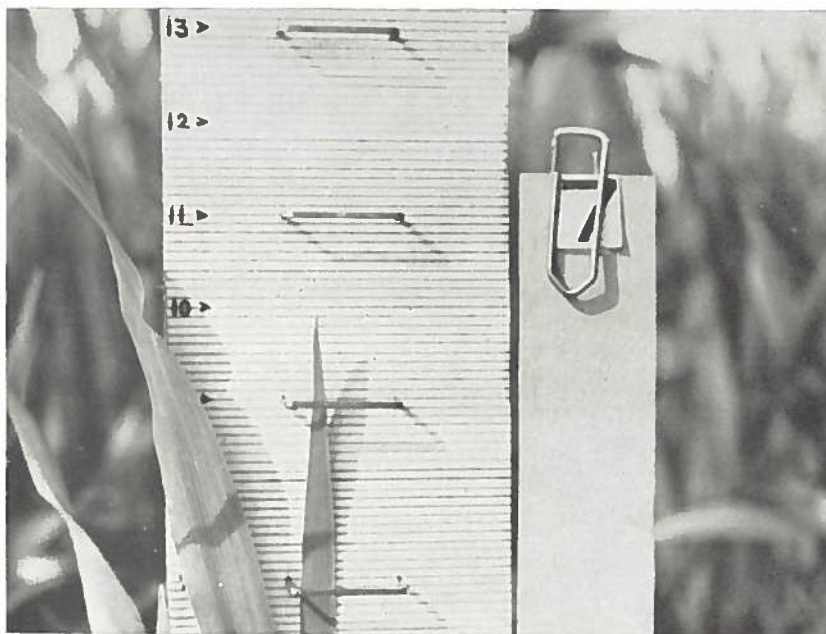


Fig. 15a. Meetmethode voor het bepalen van de uurlijkse lengtegroei.
Method of measuring hourly leaf-growth.



Fig. 15b. Fotografische methode voor het meten van de lengtegroei bij bedekte
 en onbedekte planten.
Photographic method for measuring leafgrowth of shielded and unshielded plants.

licht de voornaamste rol speelt bij de lengtegroei der bladeren, werd de volgende oriënterende proef uitgevoerd.

Een vijftal uiterlijk ongeveer gelijke plantjes werden uitgezocht, die ongeveer in een halve cirkel met een straal van 60 cm stonden en het fototoestel werd in het middelpunt van de cirkel draaibaar opgesteld (bevestigd aan een statief dat in een kuil was geplaatst, zodat de lens van het toestel op de hoogte van de te meten blaadjes kwam). De plantjes tussen het fototoestel en de proefplantjes werden verwijderd. Alle proefplantjes werden voorzien van een meetlat op de hierboven beschreven manier (fig. 15b).

De nummers 2 en 4 van de vijf proefplantjes werden nu elk afgedekt door een witgeschilderde kartonnen koker met een T-vormig schoorsteentje en een ventilatiebuisje opzij, zodat er geen licht bij de plant kon komen en ventilatie toch mogelijk bleef.

Binnen de kokers werd een meetelement van een Brown-thermograaf aangebracht en naast de niet-bedekte proefplanten (1, 3 en 5) werden op dezelfde hoogte eveneens een paar meetelementen van deze thermograaf opgesteld. De temperaturen binnen en buiten de kokers konden dus vergeleken worden.

Ieder uur werd nu een foto genomen van elk der 5 proefplanten, in de volgorde 1, 2, 3, 4, 5.

Deze 5 foto's konden snel achter elkaar worden genomen, daar de instelling van het fototoestel bij overgang op een volgend plantje vrijwel niet gewijzigd hoefde te worden.

Voor het fotograferen van de nummers 2 en 4 moest de koker natuurlijk even verwijderd worden, maar deze werd daarna zo snel mogelijk weer over de planten geplaatst.

Wij kregen zo dus 5 series opnamen; drie van planten die voortdurend in het volle licht stonden en twee van planten die slechts gedurende enkele seconden per uur in het licht stonden.

Door vergelijking van de gemiddelde uurlijkse groeigetallen uit deze reeksen trachtten wij nu een indruk te krijgen omtrent de invloed, die temperatuur en licht afzonderlijk op de bladgroei uitoefenen.

Resultaten van de fotografische metingen.

a. De bladgroei als functie van het uur van de dag.

Wanneer wij de uurlijkse lengtetoeename van het groeiende blad in grafiek brengen en deze vergelijken met de temperatuurcurve

(fig. 16) dan blijkt heel duidelijk het overeenkomstige verloop van deze twee krommen, dat wil zeggen, dat het warmste deel van de dag tevens de periode is van de snelste groei, terwijl de groei tijdens de nachturen sterk geremd is.

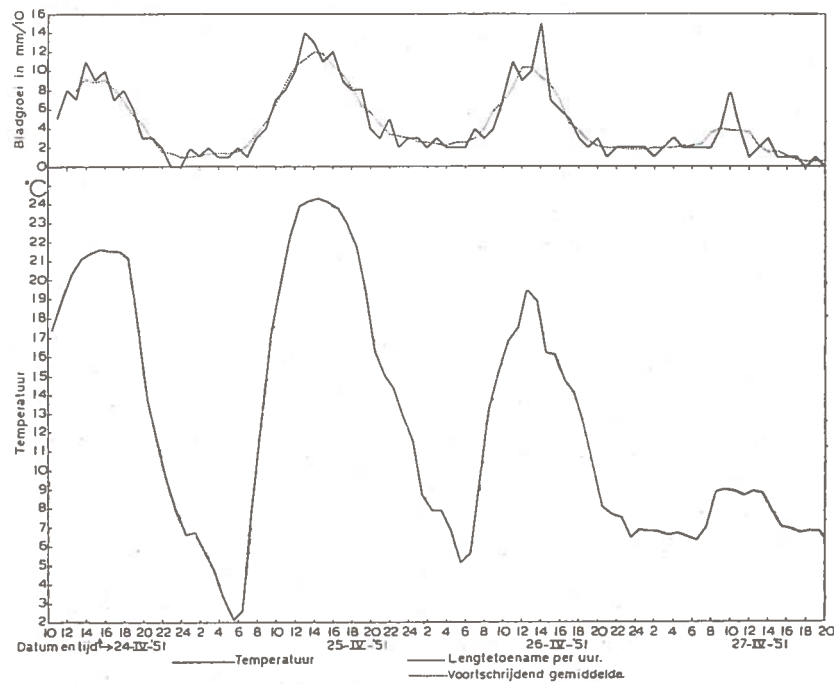


Fig. 16. Bladgroei per uur (gemiddeld van 3 planten) en temperatuur (uurgemiddelde).

Hourly leaf-growth (average of 3 plants) and mean hour-temperature.

In enkele gevallen krijgt men de indruk dat er een phaseverschil van 1 à 2 uur bestaat tussen de beide krommen, in deze zin dat de maximale lengtetoeename 1 à 2 uur na het berekenen van de maximale temperatuur optreedt. In elk geval vindt de lengtegroei der bladeren dus *hoofdzakelijk overdag* plaats.

Dat de groeisnelheid ook afhankelijk is van de *absolute* hoogte van de temperatuur wordt nog eens bevestigd door fig 17, waarin niet de lengtetoeename, maar de lengte zelf van een blad van een proefplant gedurende een meetserie van ruim 2 etmalen is opgenomen en vergeleken met het temperatuurverloop.

Wij zien hier, dat tijdens de *eerste* nacht — waarin de temperatuur niet beneden de 6° kwam — de plant is doorgegroeid, zij het

ook met verminderde snelheid, terwijl in de *tweede* nacht — waarin de temperatuur tot beneden 3° daalde — de groei gedurende enige uren practisch heeft stilgestaan.

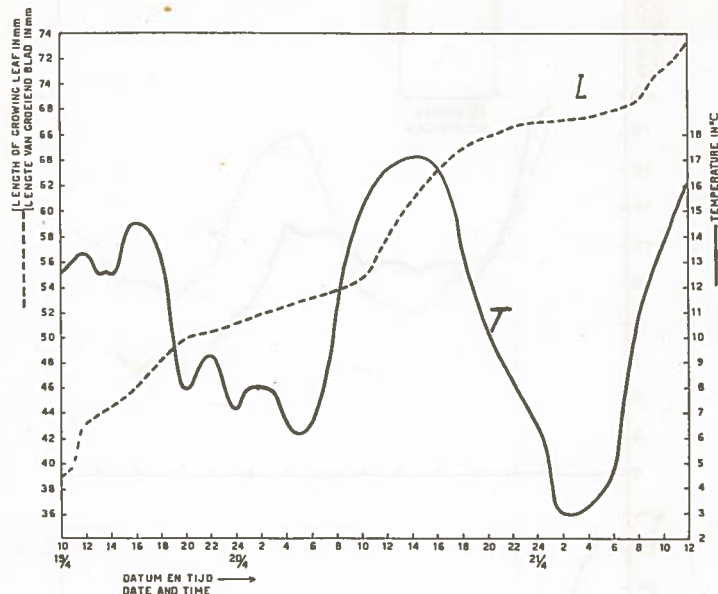


Fig. 17. Totale lengte van een groeiend blad en temperatuur.
Total length of a growing leaf and temperature (during 2 days).

Meermalen is geconstateerd dat bij nachtelijke temperaturen beneden ongeveer 5°C vrijwel geen lengtegroei plaats had.

Een *quantitatief* verband tussen temperatuur en lengtegroei is niet aan te geven, daar hierbij onder meer de ouderdom van de plant een rol speelt.

b. De bladgroei als functie van temperatuur en licht.

In fig. 18 is weergegeven de gemiddelde lengtetoeename per uur van 3 onbedekte en van 2 bedekte planten, uitgezet tegen de tijd. De temperatuurcurve is mede opgenomen.

De proef strekte zich uit over een tijdvak van 24 uur, beginnende om 20^h.00; tussen 23^h.00 en 4^h.00 zijn de kokers verwijderd geweest.

De groeikromme van de *onbedekte* planten vertoont ongeveer de normale gedaante, met een minimum van 3 tot 4 uur des nachts en maximale groei tussen 9 en 10 uur des morgens, overeenkomstig de gedaante van de temperatuurkromme.

De *bedekte* planten toonden aanvankelijk een iets sterkere groei

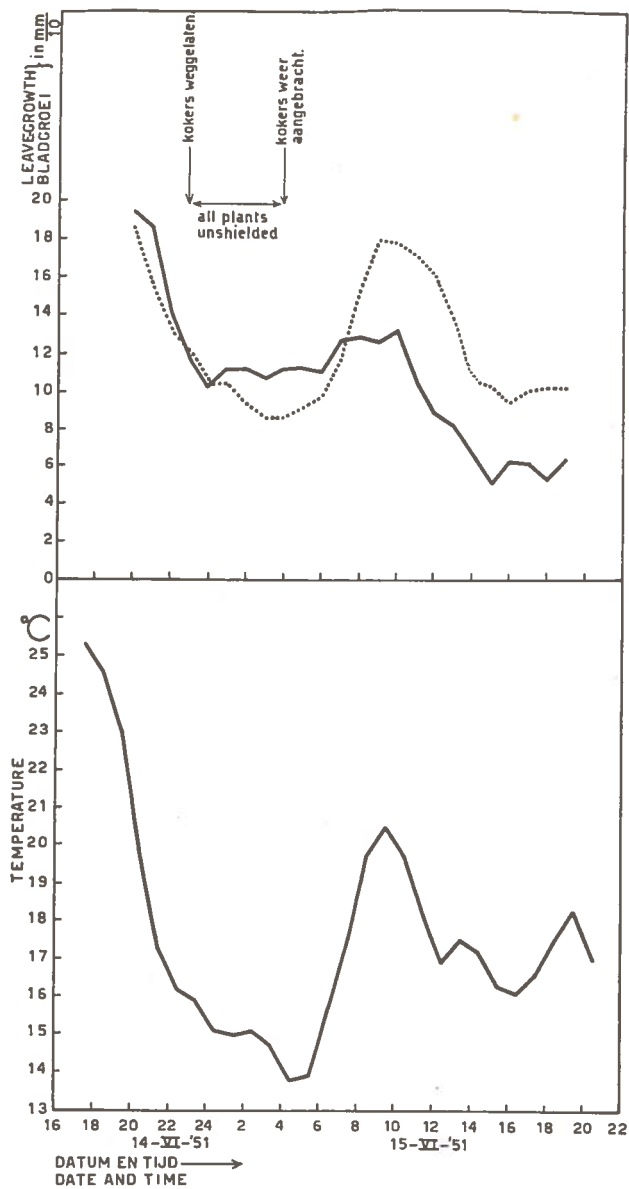


Fig. 18. Gemiddelde uurlijkse groei van 3 onbedekte (O) en 2 bedekte planten (K).
Average hourly growth of 3 unshielded (O) and 2 shielded plants (K).

$$\frac{K_1 + K_2}{2} \text{ ————— bedekt — shielded.}$$

$$\frac{O_1 + O_2 + O_3}{3} \text{ onbedekt — unshielded.}$$

dan de onbedekte, ook in de nacht bij afwezigheid van de kokers, maar kenmerkend is bij de bedekte planten een veel geringer verschil tussen groei in de nacht en groei overdag.

Dit verschil bedraagt bij de onbedekte planten, zelfs voor deze zeer warme nachten (minimumtemperatuur 14 à 16°), toch nog altijd ongeveer 50 % van de maximale groeisnelheid; bij de bedekte is het slechts ongeveer 15 % van hun maximale groeisnelheid.

Gedurende de tweede nacht is de groei van de bedekte planten, die nu gedurende een volle daglichtperiode bedekt zijn geweest, veel geringer dan die van de onbedekte, in tegenstelling tot de eerste nacht, toen blijkbaar nog voldoende assimilaat aanwezig is geweest.

Gezien dit resultaat bestaat de neiging om te concluderen, dat de variaties in belichtingssterkte althans *in zeer aanzienlijke mate* verantwoordelijk zijn voor de variaties in groeisnelheid gedurende een etmaal.

Volgens GHESLIN (14) is (bij tarwe) de groei recht evenredig met de temperatuur en met de wortel uit de straling: $G \propto T \sqrt{R}$.

Registraties van de *straling* zouden naast temperatuurmetingen noodzakelijk zijn om dit te verifiëren.

Gedurende enkele dagen zijn stralingsmetingen verricht (geen registraties) met tussenpozen van 10 tot 30 minuten, maar deze laten nog geen eenduidige conclusies toe.

III. 3. VERGELIJKEND OECOLOGISCH ONDERZOEK AAN ZOMERGERST OP PRACTIJKPERCELEN IN GRONINGEN EN ZEELAND.

A. *Metingen van het assimilerend bladoppervlak.*

Naast en ter aanvulling van het veldonderzoek op het proefveld in De Bilt, ten doel hebbende het vaststellen van eventuele correlaties tussen de ontwikkeling van het gewas en diverse weerfactoren, leek het ons van groot belang, de onder invloed van verschillende weersomstandigheden optredende verschillen in ontwikkeling ook in situ te kunnen beoordelen op praktijkpercelen.

Een dergelijk onderzoek heeft ten opzichte van proefveldonderzoek zowel voor- als nadelen. Als *nadeel* geldt, dat men de keuze van zaaizaad, zaaidatum, voorvrucht, bemesting en grondbewerking niet in die mate in de hand heeft als op een proefveld, voorts ook dat men in sterkere mate afhankelijk is van de medewerking van derden, in casu de verbouwers, en dat bij het onderzoek meer tijd improductief verloren gaat (met reizen bijv.), dan bij

onderzoekingen op een geschikt gelegen proefveld. Als *voordeel* staat daar tegenover, dat het min of meer *kunstmatige* karakter, dat een proefveld-opzet altijd aankleeft, bij een onderzoek op praktijkpercelen afwezig is. Bij geschikte keuze van de percelen is men er vrijwel zeker van, het gewas aan te treffen onder juist die omstandigheden, die representatief zijn voor de teelt in het betrokken gebied.

Bovendien kan men, door het aantal te onderzoeken percelen per gebied zo ruim mogelijk te nemen, een zeker *gemiddelde* benaderen. Een bijkomend voordeel is, dat men zijn voordeel kan doen met de praktische ervaringen en opmerkingen van de verbouwers. Wel is natuurlijk een eerste vereiste, dat de toe te passen methode van waarneming *snel* is en geen omvangrijk instrumentarium vereist.

Elders in deze publicatie (II, 1) is uiteengezet, in hoeverre men in de *totale groene-bladlengte* een bruikbare indicator bezit voor het aangeven van het ontwikkelingsstadium van het gewas. De correlaties tussen *opbrengst* en *assimilerend oppervlak* zijn onderzocht (III, 1 B). Het verband tussen *bladlengte* en *assimilerend oppervlak* is anderzijds evenzo vastgesteld (III, 1 A). Daar de meting van de totale groene-bladlengte bij uitstek *snel* en met *eenvoudige hulpmiddelen* kan geschieden, was zij de aangewezen methode voor het praktijkonderzoek.

De opzet van het onderzoek was, tijdens het groeiseizoen een voldoende aantal malen de totale bladlengte van een groep planten op elk der proefpercelen te meten en wel zo, dat er zo weinig mogelijk tijd verliep tussen een groep metingen in het ene gebied en de overeenkomstige metingen in het andere gebied. Bij voorkeur werd een of twee dagen in het Zuiden gemeten (Zeeland, eventueel Limburg), de volgende dag in het Noorden (Groningen, eventueel Friesland). Om praktische redenen moest de volgorde wel eens worden omgekeerd. Het *aantal metingen per groeiseizoen* was beperkt door de grote verplaatsingskosten en het grote tijdsverlies als gevolg van het ver uiteen liggen der meetpunten. Gemiddeld werd één keer in 2 à 3 weken gemeten. Het zou natuurlijk de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van onze resultaten ten goede zijn gekomen, wanneer de metingen vaker uitgevoerd zouden zijn geworden, bijvoorbeeld eenmaal per week. Evenwel is ons in de praktijk van het onderzoek gebleken, dat het ondanks de bovengenoemde bezwaren toch wenselijk was, de metingen persoonlijk uit te voeren. De ervaringen, in vorige jaren opgedaan, wezen uit, dat het niet goed

mogelijk was, met kans op succes de metingen toe te vertrouwen aan ongeoefende waarnemers, die eventueel ter plaatse beschikbaar waren. Bovendien werd, in het bijzonder gedurende de laatste jaren, naast de bladlengtemetingen nog een aantal andere factoren ter plaatse beoordeeld, zoals zaaidiepte, uitstoeling, schieten van de aar, aantal korrels per aar, aantasting door roest en meeldauw, gelijkmatigheid van het gewas, legering, voorkomen van onkruiden etcetera, waardoor een meer compleet beeld van stand en ontwikkeling van het gewas kon worden verkregen.

Aanvankelijk meenden wij dat het noodzakelijk was, op ieder perceel een aantal planten uit te kiezen, waarvan de bladeren herhaalde malen zouden moeten worden gemeten. Op grond van de uitkomsten van deze metingen zou dan een gemiddelde bladontwikkelingscurve voor het betreffende perceel worden samengesteld. (Deze methode werd toegepast bij de metingen, besproken onder III, 3 B).

Deze werkwijze bleek echter in de praktijk nog al bezwaarlijk. In de eerste plaats bleek het moeilijk de betreffende planten zo te markeren, dat men zo ook in een later groeistadium op het gerstveld gemakkelijk terug kon vinden. Met dit terugzoeken ging dus steeds veel tijd verloren. Bovendien was onmogelijk te voorspellen of de eenmaal uitgekozen planten in hun ontwikkeling enigszins representatief zouden blijven voor het „gemiddelde” gewas van het perceel. Integendeel er was alle kans op, dat, hetzij door lichte beschadigingen bij de herhaalde metingen aan het gewas zelf toegebracht, hetzij door locale veranderingen in het milieu (plattrappen van de planten in de omgeving, vasttrappen van de grond), de uitgekozen planten een ontwikkeling zouden vertonen die in ernstige mate afweek van het algemene beeld van het veld. Tenslotte kon door allerlei oorzaken als hazenvraat e.d. gemakkelijk een deel van de proefplanten in de loop van het seizoen worden uitgeschakeld, wat weer moeilijkheden zou kunnen opleveren bij de statistische verwerking.

Met het oog op deze bezwaren zijn wij dan ook al spoedig tot een andere werkwijze overgegaan, enigszins overeenkomende met de methode, die op het proefveld werd toegepast bij de dagelijkse bladlengtemetingen. Deze werkwijze bestond hierin, dat op iedere meetdatum eenvoudig „te hooi en te gras” ongeveer een zestigtal planten werden opgetrokken, die op het oog geschat ongeveer

representatief te achten waren voor de „gemiddelde” gerstplant op het betreffende perceel. Dit monster werd dan nog eens gesorteerd, de zwaarste en de lichtste exemplaren werden verwijderd, tot er een twintigtal middelmatige planten overbleven, die dan werden gemeten.

De hierbij gevolgde werkwijze was als volgt:

De te meten bladeren werden gestrekt langs een stalen liniaal met mm-verdeling en de lengte van het blad werd bepaald vanaf de ligula tot de top. Hierbij werd voor alle planten eenzelfde volgorde gehandhaafd. Bij jonge planten werd met het oudste blad, dus onderaan, begonnen. In een later stadium, wanneer de plant ongeveer volgroeid en de oudste bladeren reeds vergeeld waren, werd ook wel in omgekeerde volgorde gewerkt, dus te beginnen met het jongste blad (dit om te bereiken, dat van de verschillende planten steeds bladeren met hetzelfde rangnummer onderling vergeleken werden). Nog geheel ineengerolde bladpunten werden niet meegeteld. Bij gedeeltelijk vergeelde bladeren werd de lengte van het nog assimilerende gedeelte zo nauwkeurig mogelijk geschat. Bij *uitgesteelde* planten werden alleen de bladeren van de hoofdhalm gemeten; wanneer onderscheiding van de hoofdhalm niet meer mogelijk was, werd de *zwaarste* halm hiervoor genomen. Aantasting door meeldauw en roest werd genoteerd, evenals enkele andere bijzonderheden. Langs statistische weg kon aangetoond worden, dat 20 planten per meting voldoende was om een behoorlijk nauwkeurige benadering van het gemiddelde te verkrijgen. Bovendien bleek bij duplobepalingen, dat tussen verschillende op deze manier gelijktijdig genomen monsters van hetzelfde veld nagenoeg geen verschil in gemiddelde waarden optrad.

Een bijkomend voordeel van deze methode was, dat bij ongunstig weer de metingen „binnenshuis” (in de auto) konden worden uitgevoerd, wat aan de nauwkeurigheid ten goede kwam.

De metingen zijn volgens deze methode uitgevoerd in *drie* opeenvolgende jaren: 1949, 1950 en 1951.

In 1949 zijn vergeleken 3 percelen in het *westelijk* deel van Noord-Groningen, n.l. 2 bij *Ulrum* en 1 bij *Niekerke*, met 3 percelen op *Noord-Beveland*, n.l. 2 praktijkpercelen en 1 perceel op het rassen-proefveld van het NaCoBrouw (het z.g. „hectareveld”).

In 1950 hadden wij in het Noorden weer 3 percelen, n.l. 1 bij *Ulrum* op hetzelfde bedrijf als in 1949, 1 bij *Warfhuizen* (eveneens in Noordwest-Groningen) en 1 in het Noorden van Friesland bij *St. Jacobi-Parochie*.

In Zeeland werd toen gemeten op *Zuid-Beveland*, op 2 percelen behorende tot de N.V. de *Bathpolders*, en incidenteel op 2 praktijkpercelen te *Kruiningen* en te *Kapelle*.

In 1951 werd gemeten in het noordoosten van de provincie Groningen, op 2 percelen n.l. 1 bij *Spijk* en 1 bij *Oosterwĳtwerd*.

In Zeeland werd dat jaar gemeten in westelijk Zeeuws-Vlaanderen op 3 percelen, n.l. 1 bij *Schoondijke* en 2 bij *Groede*. Daarenboven werden in dat jaar nog metingen verricht in *Midden-Limburg* op 3 percelen, n.l. 2 te *Wessem* en 1 te *St. Odiliënberg*. Voor de ligging der genoemde plaatsen zie men het kaartje, fig. 19.



Fig. 19. Kaartje van de gebieden waar het veldonderzoek werd uitgevoerd.
Map of the areas where the field-investigations took place.

In 1951 kon er voor gezorgd worden, dat alle proefpercelen dezelfde voorvrucht en zaaizaad van dezelfde partij hadden.

Evenals bij het onderzoek op het proefveld is ook bij dit onderzoek tot 1951 gewerkt met het ras *Kenia*, in 1951 met het ras *Balder*.

Resultaten van deze vergelijkende bladgroeimetingen.

In het algemeen kan opgemerkt worden dat wanneer men de totale groene-bladlengte uitzet tegen de tijd, een klokvormige curve zal ontstaan (in het vervolg „groeicurve” genaamd). Na het opkomen zal namelijk de groei aanvankelijk nog langzaam gaan; met her

groter worden van de plant zal ook de groeisnelheid toenemen. Reeds vrij spoedig (vgl. II, 1) begint evenwel de vergeling van de onderste bladeren, waardoor de toename van de totale groene-bladlengte weer wordt geremd. Op een gegeven ogenblik wordt het maximum bereikt; vanaf dat moment begint het verlies van groen blad door vergeling te overwegen boven de aanwinst tengevolge van voortgaande bladontplooiing. Is de plant volgroeid, dan hebben wij alléén nog met verlies door vergeling te maken, zodat de vermindering dan sneller gaat. Het laatste stuk van de curve is meestal moeilijk te bepalen. In sommige gevallen constateert men een vrij abrupt verdwijnen van de laatste groene bladgedeelten, in andere gevallen gaat het meer geleidelijk.

De verkregen meetresultaten zijn onder verschillende aspecten te beschouwen. In de eerste plaats willen wij letten op de *ontwikkelingsverschillen tussen de drie beschouwde jaren 1949, 1950 en 1951* onderling, dus op de verschillen in de *phaenologische karakteristieken* dezer jaren. Wij vergelijken daartoe de *gemiddelde* totale groene-bladlengten L_{gem} voor deze drie jaren, voor Groningen en voor Zeeland afzonderlijk. Elk der opgegeven meetresultaten is hier dus het gemiddelde van de uitkomsten van 2, 3 of 4 percelen in het betreffende gebied, waarbij het verschil in ontwikkeling *binnen* het gebied dus is vereffend.

In onderstaande tabel zijn deze gemiddelde groene-bladlengten voor alle meetdata van elk der jaren uitgezet. In de met D aange-

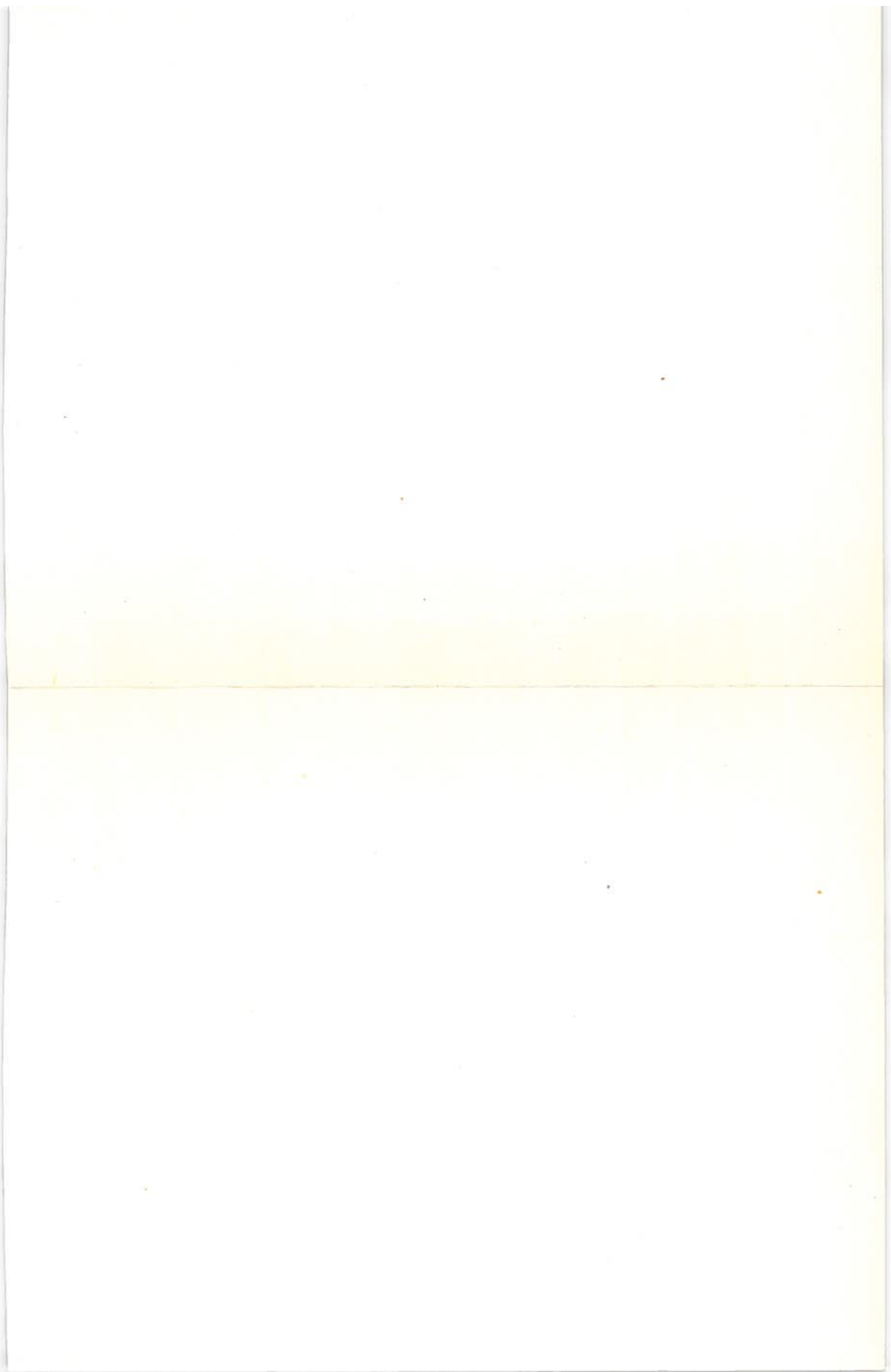
Tabel 17. Gemiddelde groene bladlengte in mm op een aantal meetdagen in 1949, 1950 en 1951.

Average total length (L_{gem}) of green leaves in mm at different days (D) in 1949, 1950 and 1951.

Jaar	Groningen									
	D	L _{gem}	D	L _{gem}	D	L _{gem}	D	L _{gem}		
1949	3/5	216	19/5	701	13/6	944	5/7	464		
1950	28/4	52	24/5	780	12/6	1128	15/7	20		
1951	25/5	312	13/6	1054	3/7	754	30/7	82		
Jaar	Zeeland									
	D	L _{gem}	D	L _{gem}	D	L _{gem}	D	L _{gem}	D	L _{gem}
1949	4/5	728	20/5	1159	14/6	912				
1950	27/5	308	27/5	1219	10/6	1124	14/7	0		
1951	7/5	301	23/5	668	11/6	1119	4/7	554	27/7	0

CORRIGENDUM

- Blz. 34: in de regressie-vergelijking (2e regel van beneden) moet het getal 279.46 vervangen worden door 718.0.
 x_1 wordt uitgedrukt in 10 kg/ha.
- Blz. 35: voor alle regressie-vergelijkingen geldt: x_1 wordt uitgedrukt in 10 kg/ha.
achter regel 3, 4, 13, 14 en 19 moet het woordje gemiddeld toegevoegd worden.
- Blz. 37: laatste regel: voor kg/ha te lezen hl/ha.
- Blz. 38: achter regel 3 en 4 toevoegen: gemiddeld.
- Blz. 42: 5 regels v.o. lees: ongunstig i.p.v. gunstig.



duide kolommen staat de meetdatum, in de met $L_{gem.}$ aangeduide kolommen de gemiddelde groene-bladlengte.

In fig. 20 zijn de op deze gegevens berustende groeicurven getekend. Uit deze figuren willen wij enkele bijzonderheden naar voren brengen.

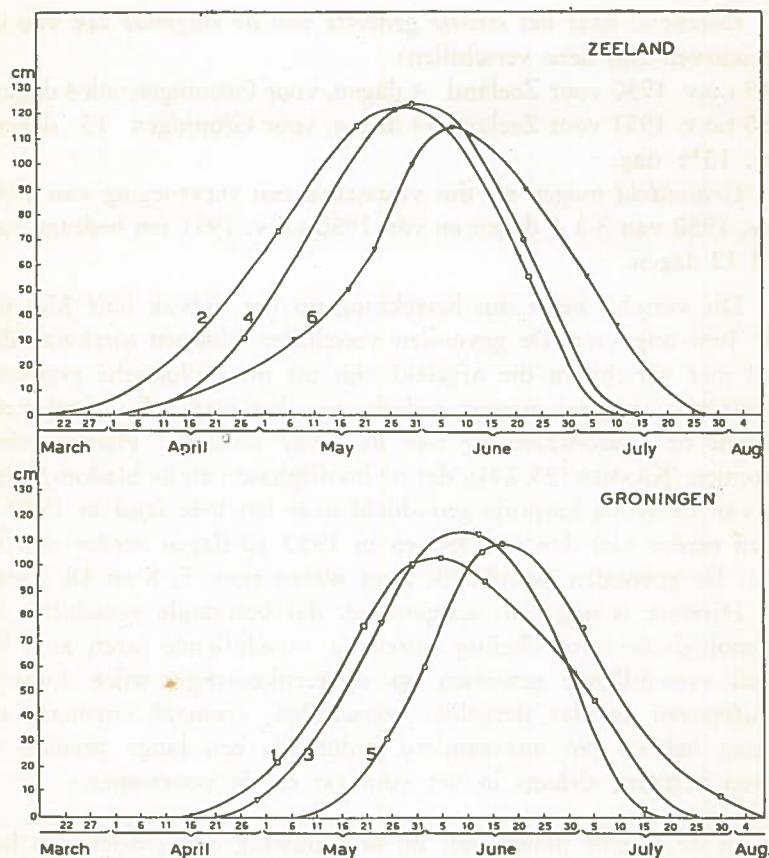


Fig. 20. Groeicurven (gemiddelde totale groene-bladlengte van de hoofdhalm als functie van de tijd) voor Groningen en Zeeland in 1949, 1950 en 1951.

Curve of leaf-growth (average total length of green leaves from the main stalk as a function of time) in Groningen and in Zeeland for the years 1949, 1950 and 1951.

1 Groningen 1949	3 Groningen 1950	5 Groningen 1951
2 Zeeland 1949	4 Zeeland 1950	6 Zeeland 1951

In de eerste plaats valt op, dat zowel voor Zeeland als voor Groningen de ontwikkeling in 1949 iets vroeger was dan in 1950, terwijl 1951 aanzienlijk later was dan de beide voorafgaande jaren.

Gerekend naar het tijdstip van *maximale* totale groene-bladlengte (de top van de groeicurve) bedroegen deze verschillen:

1949 t.o.v. 1950 voor *Zeeland* 3 dagen eerder, voor *Groningen* 4 dagen; gem. $3\frac{1}{2}$ dag.

1950 t.o.v. 1951 voor *Zeeland* 8 dagen eerder, voor *Groningen* 8 dagen.

Gerekend naar het *steilste gedeelte van de stijgende tak* van de groeicurven zijn deze verschillen:

1949 t.o.v. 1950 voor *Zeeland* 4 dagen, voor *Groningen* ook 4 dagen;

1950 t.o.v. 1951 voor *Zeeland* 14 dagen, voor *Groningen* 13 dagen; gem. $13\frac{1}{2}$ dag.

Gemiddeld mogen we dus vaststellen een vervroeging van 1949 t.o.v. 1950 van 3 à 4 dagen en van 1950 t.o.v. 1951 ten bedrage van 11 à 12 dagen.

Dit verschil heeft dus betrekking op het tijdvak half Mei tot half Juni ongeveer. De gevonden verschillen kloppen merkwaardig goed met verschillen die afgeleid zijn uit phaenologische gegevens betreffende een veel *vroeger* gedeelte van het jaar, n.l. uit gegevens omtrent de *bladontplooiing van de wilde kastanje!* Hierbij werd gevonden (KRAMER (23, 24)), dat de hoofdphase van de bladontplooiing van de wilde kastanje gemiddeld over het hele land in 1949 3 dagen eerder viel dan in 1950 en in 1950 10 dagen eerder dan in 1951. De gevonden gemiddelde data waren resp. 5, 8 en 18 *April*.

Hiermee is nog eens aangetoond, dat bestaande verschillen in phaenologische ontwikkeling tussen de verschillende jaren zich bij geheel verschillende gewassen op overeenkomstige wijze kunnen manifesteren en dat dergelijke verschillen, eenmaal ontstaan, de neiging hebben om onveranderd gedurende een lange periode te blijven bestaan, althans in het voorjaar en de voorzomer.

In de tweede plaats valt bij beschouwing der groeicurven het verschil in maximale bladontwikkeling op. Zowel voor *Zeeland* als voor *Groningen* geldt, dat in 1950 de bladontwikkeling beter is geweest dan in 1951; wat de maxima betreft voor *Zeeland* ca 8% beter, voor *Groningen* ca 5% beter (1951 op 100% gesteld).

De *oogstverwachtingen* gaan hiermee parallel: de (voor beide jaren op 10 September gedateerde) gemiddelde verwachtingen voor Nederland noemden voor 1950 een hoeveelheid van 3650 kg/ha, voor 1951 een hoeveelheid van 3400 kg/ha; hierbij ligt dus 1950 ca 7% hoger dan 1951.

Merkwaardig is in dit opzicht de groeicurve van 1949. Hoewel 1949 bekend staat als een topjaar wat de opbrengst betreft, schijnt deze toestand in de bladgroeicurve niet weerspiegeld te worden. In Zeeland ligt het maximum van 1949 weliswaar hoger dan dat van 1951 maar toch nog iets beneden dat van 1950; in Groningen is het maximum van 1949 zelfs verreweg het laagste van de drie. In hoe-verre onze uitkomsten van dit jaar representatief zijn voor het streekgemiddelde durven wij niet beslissen. Als gevolg van het ontbreken van volledige aantekeningen over ziekten en verdere bijzonderheden in dit eerste jaar van de hier besproken proefneming, is het niet mogelijk van de gesignaleerde bijzonderheid nadere uitleg te geven.

Ook wat betreft de algemene *gedaante* van de groeicurve, wijkt 1949 iets af van de beide latere jaren; weer voornamelijk wat betreft de curve van Groningen. Deze is n.l. uitgesproken *afgeplat* vergeleken met de curven van 1950 en 1951, wat betekent, dat ook het *vergelingsproces* in 1949 abnormaal langzaam schijnt te zijn verlopen. Door een en ander wordt de indruk gewekt alsof het meetpunt van 13 Juni 1949 eigenlijk te laag ligt. Er is echter in de aantekeningen geen enkele aanwijzing te vinden die ons hierover opheldering zou kunnen verschaffen. Mogelijk is de vertraagde vergeling in 1949 dus reëel, hetgeen zelfs min of meer plausibel is te maken aan de hand van de *zonneschijncijfers* voor de maand *Juni*.

Hieronder geven wij de aantallen uren zonneschijn (S) in Juni voor de jaren 1949, 1950 en 1951 respectievelijk voor *Groningen* (stad) en *Zeeland* (Vlissingen).

	Groningen		Zeeland	
	S	S cot γ	S	S cot γ
1949	38	30	49	27
1950	46	25	56	28
1951	43	29	54	32
Normaal	40	gem. 28	46	gem. 29

$$\sigma_S = 6,8 = 14\% \text{ van } S \text{ gemiddeld.}$$

$$\sigma_{S \cot \gamma} = 2,4 = 8\% \text{ van } S \cot \gamma \text{ gemiddeld.}$$

Dat de helling van de dalende tak van de groeicurve samenhangt met de hoeveelheid zon in deze maand, trachten wij aan te tonen door daarnaast op te geven het product van het aantal uren zon en cot γ , waarbij γ is de hellingshoek van de dalende tak

van de groeicurve (de vergelijgssnelheid). Deze producten vertonen een aanzienlijk kleinere spreiding dan de aantallen uren zonneschijn.

Vervolgens willen wij wat nader ingaan op de *verschillen in bladontwikkeling tussen de verschillende verbouw-gebieden*. In de eerste plaats komt aan de orde het verschil in de *tijdstippen* waarop eenzelfde phaenologisch stadium wordt bereikt resp. in *Zeeland* en in *Groningen*.

1) Als eerste kenmerk nemen wij weer het *tijdstip van maximale totale groene-bladlengte* en wel voor ieder gebied afzonderlijk het *gemiddelde* van de in dat gebied beoordeelde percelen. Wij vinden dan de volgende verschillen:

in 1949: Groningen t.o.v. Zeeland 9 dagen later

in 1950: „ „ „ „ 10 „ „

in 1951: „ „ „ „ 10 „ „ .

Wij mogen hieruit dus besluiten tot een door de jaren heen vrij *constante achterstand* van Groningen t.o.v. Zeeland van ongeveer 10 dagen wat betreft het tijdstip van maximale bladontwikkeling.

2) Letten we vervolgens op een punt in de ontwikkeling, waarbij de planten in het tijdperk van hun *snelste bladgroei* verkeren, bijv. op het tijdstip waarop een totale bladlengte van 75 cm wordt bereikt, dan vinden we de volgende verschillen:

in 1949: Groningen t.o.v. Zeeland 15 dagen later

in 1950: „ „ „ „ 13 „ „

in 1951: „ „ „ „ 11 „ „ .

Deze verschillen zijn nog enkele dagen groter dan de bovengenoemde, in overeenstemming met het feit dat, zoals wij hierna nog nader zullen bespreken, de plant in Groningen gemiddeld *kleiner* blijft dan in Zeeland, wat we zo kunnen interpreteren, dat in Groningen de periode van bijvoorbeeld het opkomen tot het moment van maximale totale groene-bladlengte korter is dan in Zeeland. Dit laatste staat weer in verband met het over het geheel *later* zijn van het gewas in Groningen. Dat de sub 2) genoemde verschillen van jaar tot jaar sterker variëren dan de sub 1) genoemde, is ook wel te verklaren: tussen de opkomst en de sub 1) genoemde datum ligt een langere periode dan tussen de opkomst en de sub 2) genoemde datum. Het is dus te verwachten, dat in het laatste geval de verschillen in de weersomstandigheden tussen de afzonderlijke jaren minder zullen zijn vereffend, m.a.w. meer aanleiding tot verschil in tempo van ontwikkeling zullen geven, dan in het eerste geval.

Dit gaat nog sterker spreken, wanneer wij letten op een nog *later* vallend tijdstip, n.l. dät punt op de dalende tak van de kromme, waarop de afsterving van het blad zover is voortgeschreden, dat bijvoorbeeld nog de *helft* van de *maximale* totale groene-bladlengte is overgebleven.

Wij vinden dan de volgende verschillen:

in 1949: Groningen t.o.v. Zeeland 11 dagen later

in 1950: „ „ „ „ 7 „ „

in 1951: „ „ „ „ 7 „ „ .

Zien wij af van het jaar 1949, waarbij zoals boven is uiteengezet de vergeling in Groningen abnormaal traag schijnt te zijn verlopen, dan is dus hier het verschil gereduceerd tot ongeveer 7 dagen.

Nemen wij ook nog het met het laatste behandelde punt overeenkomende punt van de *stijgende* tak in de beschouwing op, het tijdstip dus waarop de plant de *helft* van zijn maximale totale groene-bladlengte heeft bereikt, en vatten wij de gevonden verschillen samen, dan vinden wij dus het volgende:

Gemiddelde achterstand in ontwikkeling van Groningen ten opzichte van Zeeland: Voor het bereiken van de *helft* van de maximum groene-bladlengte in de groeiperiode: 13 dg. Voor het bereiken van een bladlengte van 75 cm (periode van snelste groei): 13 dg. Voor het bereiken van de maximale totale groene-bladlengte: 10 dagen. Voor het bereiken van de helft van de maximale bladlengte in de vergelingsperiode: 7 dagen.

De achterstand in tijd wordt dus op den duur toch wel gedeeltelijk ingelopen, maar dit gebeurt voornamelijk in de periode van verwelken.

Letten wij vervolgens nader op de achterstand in *grootte* van de totale groene-bladlengte in Groningen ten opzichte van Zeeland. [Waar hier korthedshalve wordt gesproken van „Groningen”, wordt daaronder steeds het éne geval (in 1950) van meting op een perceel in Noord-Friesland mede begrepen].

Het zou te ver voeren op fysiologisch terrein, te trachten in finesses te treden ten aanzien van het verband tussen assimilatie enerzijds, grootte en kwaliteit van de oogst anderzijds. Aannemelijk is echter, dat een ruime gelegenheid voor de plant om te assimileren gunstige voorwaarden schept voor een goed oogstresultaat. Nu

worden de assimilatie-mogelijkheden van de plant in genen dele uitsluitend door de groene bladdelen bepaald (vgl. Deel III, Hfdst. 1 en 4 B). Voorzover evenwel de assimilatie op rekening van het blad komt, mogen wij aannemen dat haar grootte bepaald wordt door 1°) de *hoeveelheid* groen blad waaronver de plant beschikt, 2°) de *tijd* gedurende welke de plant hierover beschikt.

Voor de vergelijking der verschillende jaren en gebieden onderling is het dus gewenst, de groeicurven te integreren. Dit stuit echter in de praktijk op bezwaren, die hoofdzakelijk voortkomen uit het te geringe aantal meetdata, tengevolge waarvan de gedaante van de curven te weinig nauwkeurig vaststaat. In het bijzonder geldt dit bezwaar voor de uiteinden van de curven. Wij willen daarom in de eerste plaats vergelijken de *maximale* totale groene-bladlengten, dus de hoogten der toppen van de groeicurven. We vinden hierbij de volgende uitkomsten:

Gemiddelde maximale totale groene-bladlengte in cm.

Jaar	Groningen	Zeeland	Vershil in cm	Vershil in % van 't gemiddelde
1949	103	123	20	18
1950	114	124	10	9
1951	109	115	6	5

Vergelijken wij deze getallen met de gemiddelde *opbrengsten* per ha in de beschouwde jaren en gebieden, dan bieden ze ons vrijwel geen enkel houvast. De gemiddelde opbrengsten in kg/ha bedragen (volgens opgave van de Afdeling Documentatie van het Ministerie van Landbouw):

Gemiddelde opbrengsten in kg/ha.

	Groningen	Zeeland	Nederland gemiddeld
in 1949	3268	4396	3859
in 1950	2706*	3963	3354
in 1951	3059	3382	3085

* N.W.-kwartier.

Zoals reeds gezegd is, valt hier speciaal het jaar 1949 op, dat een topjaar voor de opbrengst was, doch dat wat betreft de maximale totale groene-bladlengte voor Groningen geheel achteraan komt, voor Zeeland ongeveer met 1950 overeenstemt. Op deze manier komen

wij er dus niet uit. Dit gaf ons aanleiding tóch te beproeven in hoeverre het mogelijk zou zijn ook de factor „tijd” in onze vergelijking op te nemen, m.a.w. de opbrengsten te vergelijken niet met $L_{\max}$ maar met $\int Ldt$ (L = totale groene-bladlengte, t = tijd). Een berekening van $\int Ldt$ voor alle zes groeicurven gaf (in een willekeurige maateenheid) het volgende resultaat:

	$\int Ldt$	
	<i>Groningen</i>	<i>Zeeland</i>
1949	436	556
1950	420	502
1951	375	463

Hier zien wij al vast duidelijk, dat voor *Zeeland* de volgorde van de jaren naar opbrengstgrootte dezelfde is als naar grootte van $\int Ldt$; tevens blijkt het verschil tussen Groningen en Zeeland hier beter verantwoord te zijn. Overzichtelijker wordt dit als wij het quotient $G/\int Ldt$ uitrekenen, (G = gemiddelde opbrengst in kg/ha). Wij krijgen dan de volgende waarden:

	$G/\int Ldt$	
	<i>Groningen</i>	<i>Zeeland</i>
1949	7,5	7,9
1950	6,4	7,9
1951	8,2	7,3

Voor Groningen is de verhouding tussen $\int Ldt$ en de gemiddelde opbrengst blijkbaar wat gecompliceerder dan voor Zeeland. Mogelijk is dit te wijten aan meer wisselvallige weersomstandigheden in de rijpings- en oogstperiode. In Deel II, Hfdst. 4 is er reeds op gewezen, dat Groningen hier in het algemeen in het nadeel zal zijn tengevolge van een gemiddeld hoger neerslagcijfer. Nu waren de 2^e en 3^e decade van Juli in Groningen in 1951 uitermate droog (gemiddeld 6 + 6 mm ongeveer), in 1950 daarentegen uitermate nat (30 + 40 mm). Wellicht is dit van invloed geweest op het betrekkelijk slechte resultaat in 1950 resp. het goede resultaat in 1951. In Zeeland is de neerslag in de overeenkomstige periode in de drie beschouwde jaren veel gelijkmatiger geweest.

De meetresultaten van het jaar 1951 dienen nog even nader te worden gezien, daar toen ook de provincie *Limburg* in de vergelijking is betrokken.

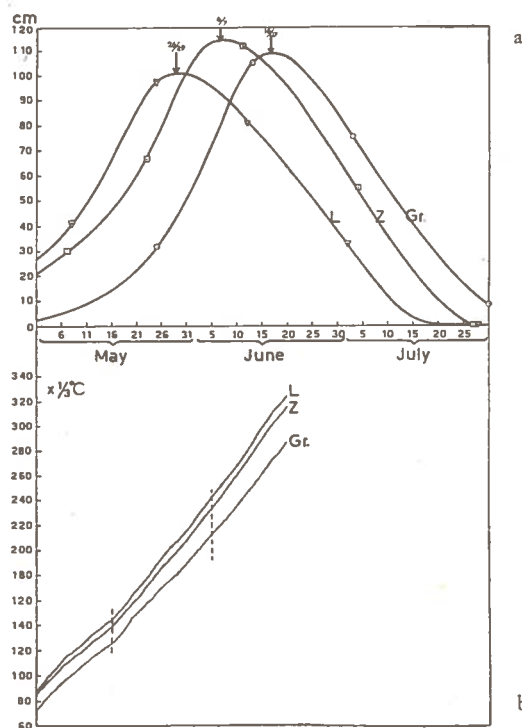


Fig. 21a. Gemiddelde groeicurven van Limburg (L), Zeeland (Z) en Groningen (G) in 1951.

Curves of average total length of green leaves in Limburg (L), Zeeland (Z) and Groningen (G) in 1951.

Fig. 21b. Temperatuursommen van de gemiddelde overdagtemperaturen vanaf 1 April 1951 van Limburg (L; station Buchten), Zeeland (Z; station Vlissingen) en Groningen (G.; station Eelde).

Sums of mean day-temperature from 1 April 1951 for Limburg (L; station Buchten), Zeeland (Z; station Flushing) and Groningen (G; station Eelde).

In fig. 21a zijn de gemiddelde groeicurven van 1951 voor Limburg, Zeeland en Groningen weergegeven. De op grond van andere phaenologische onderzoeken reeds gevestigde mening, dat Limburg een nog „vroeger” gebied vormt dan Zeeland, is hier weer bevestigd. Gelet op de *toppen* van de groeicurven bedraagt het verschil tussen Limburg en Zeeland zelfs 8 à 9 dagen (tussen Zeeland en Groningen 10 dagen). Het verschil tussen Limburg en Zeeland

tijdens de periode van de sterkste bladgroei (lineaire gedeelte van de stijgende tak van de groeicurve) is echter *geringer*, nl. ongeveer 6 dagen (tussen Zeeland en Groningen ongeveer 12 dagen), (hierbij moet in acht genomen worden, dat de gemiddelde zaaidatum van de onderzochte percelen in Limburg was 22. III, in Zeeland 30. III). Dit wordt weer veroorzaakt door het feit, dat de toppen op verschillende hoogte liggen. Limburg blijkt hier aanzienlijk achter te blijven, zelfs bij Groningen.

De maximale totale groene-bladlengte in dit jaar bedraagt in Zeeland 115 cm, in Groningen 109 cm, in Limburg 101 cm. De *gunstige* klimatologische situatie in Limburg wordt dus blijkbaar overgecompenseerd door de *ongunstige* bodemgesteldheid.

Ter vergelijking zijn in fig 21b weergegeven de temperatuursommen van de gemiddelde overdagtemperaturen voor Limburg (station Buchten), Zeeland (station Vlissingen) en Groningen (Eelde), alle gerekend vanaf 1 April.

De *rangorde* van deze drie lijnen in de tijd komt overeen met die van de drie groeicurven: L-Z-Gr.

De *verhouding der tijdsverschillen* in horizontale richting klopt in het tijdvak van sterkste bladgroei (15 Mei—5 Juni; bladlengte 70 cm) ook vrij goed. Deze verhouding bedraagt nl. voor de groeicurven:

$$\frac{L - Z}{Z - Gr} = \frac{13}{24} = 0,54$$

en voor de *temperatuurcurven*:

$$\frac{L - Z}{Z - Gr} = 0,48$$

De afstanden in *absolute grootte* in horizontale richting kloppen echter niet. Terwijl het tijdsverschil tussen gelijke *phaenologische stadia* voor Limburg-Zeeland ongeveer 6½ dag en voor Zeeland-Groningen ongeveer 12 dagen bedraagt, is het tijdsverschil tussen gelijke *temperatuursommen* niet groter dan circa 2 dagen tussen Limburg en Zeeland resp. circa 4 dagen tussen Zeeland en Groningen. Hieruit volgt dus, dat het verschil in ontwikkeling tussen de beschouwde gebieden *zeker niet uitsluitend* wordt bepaald door het verschil in temperatuursommen gerekend ongeveer vanaf de zaaidatum.

Tenslotte dienen wij nog even aandacht te schenken aan de ontwikkelingsverschillen die bestaan *binnen de afzonderlijke gebieden*.

In de loop van het onderzoek is het wel gebleken, dat deze verschillen in het algemeen *gering* zijn vergeleken met die welke bestaan tussen de gemiddelden der gebieden. Ter illustratie hiervan diene in de eerste plaats figuur 22, die zonder nadere toelichting duidelijk zal zijn.

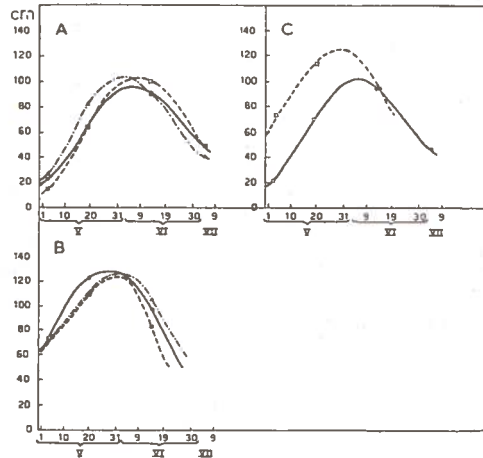


Fig. 22.

- A Groeicurven van 3 proefpercelen in Groningen in 1949.
 B Idem van 3 percelen in Zeeland 1949.
 C Gemiddelden van A (—) resp. B (----).
 A Curves of total length of green leaves from 3 parcels in Groningen in 1949.
 B The same from 3 parcels in Zeeland 1949.
 C Average from A (—) resp. B (----).

Als voornaamste oorzaak van het verschil in ontwikkeling binnen een bepaald gebied beschouwen wij het verschil in *zaaidatum*. In de opzet van de proef is daarmee in zoverre rekening gehouden, dat wij in 1951 gezocht hebben naar percelen met sterk uiteenlopende *zaaidatum*.

In dat jaar hebben wij in *Limburg* gemeten op 3 percelen, in het vervolg aangeduid als L₁, L₂ en L₃, waarvan de *zaaidata* waren resp. 10.III, 23.III en 3.IV.

In *Zeeland* (Z. Vlaanderen) eveneens op 3 percelen, aangeduid als Z₁, Z₂ en Z₃, met *zaaidata* resp. 9.III(!), 4.IV en 16.IV; in Groningen op 2 percelen, gemerkt G₁ en G₂, met *zaaidata* 24.III en 30.III.

Onder meer zat hierbij de bedoeling voor, *laat* gezaaide percelen in Zeeland te vergelijken met betrekkelijk *vroeg* gezaaide in Groningen. Uit het voorafgaande is reeds gebleken, dat niettemin de

ontwikkeling in Groningen als gewoonlijk *later* was dan in Zeeland en wel met het normale verschil van ongeveer 10 dagen.

In onderstaande tabel (18) worden de gemiddelde totale groene-bladlengten per plant opgegeven voor de percelen afzonderlijk. D is de meetdatum, L de gemeten gemiddelde totale groene-bladlengte in mm.

Tabel 18. Vergelijking totale groene-bladlengten bij verschillende zaaidata in 1951.

*Comparison of the total length of green leaves from barley, sown at different sowing-dates in 1951.**

Perceel No.	Limburg L									
	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L
1		497		1043		886		318		0
2	8/V	370	25/V	974	12/VI	928	2/VI	358	28/VII	0
3		370		923		622		288		0

Perceel No.	Zeeland Z									
	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L
1		562		947		1008		353		0
2	7/V	232	23/V	580	11/VI	476	4/VII	583	27/VII	0
3		110		478		1173		727		0

Perceel No.	Groningen G									
	D	L	D	L	D	L	D	L		
1	25/V	405	13/VI	1031	3/VII	735	30/VII	80		
2		218		1076		773		85		

* (sowing-dates are given under fig. 23).

In grafiek 23 zijn de op grond van deze meetresultaten geconstrueerde groeicurven weergegeven. Hieruit zijn de volgende conclusies af te leiden (zie fig. 23):

In *Limburg* is tussen de curven L_1 (zaaidatum 10.III) en L_2 (23.III) slechts weinig verschil op te merken. De toppen liggen nagenoeg even hoog. Het ontwikkelingsverschil bedraagt voor de opstijgende tak ca 4 dagen, voor de dalende tak 1 à 2 dagen. Curve L_1 is dus iets wijder, dus $\int Ldt$ iets groter. Curve L_3 (3.IV) is geheel afwijkend. Het gewas op perceel L_3 ontwikkelde zich aanvankelijk gunstig en was op de eerste meetdatum (8.V) zelfs verder dan het ongeveer tegelijk gezaaide uit Zeeland (Z_2 [4.IV]). Het

gewas van L₃ bleef evenwel klein en begon abnormaal vroeg af te sterven (meeldauw!).

Voor Zeeland bestaat een opvallend verschil tussen de curve Z₁ (9.III) en de beide andere. Terwijl Z₂ (4.IV) en Z₃ (16.IV) vrijwel congruente curven zijn, spits gevormd met hoge top, is Z₁ veel breder en lager. Naar schatting is $\int Ldt$ van Z₁ groter dan van de beide andere. Vergeleken met de ongeveer gelijk gezaaide L₁ (10.III) is Z₁ aanvankelijk verder, wordt later tijdelijk ingehaald, maar blijft toch over het geheel genomen forser ontwikkeld.

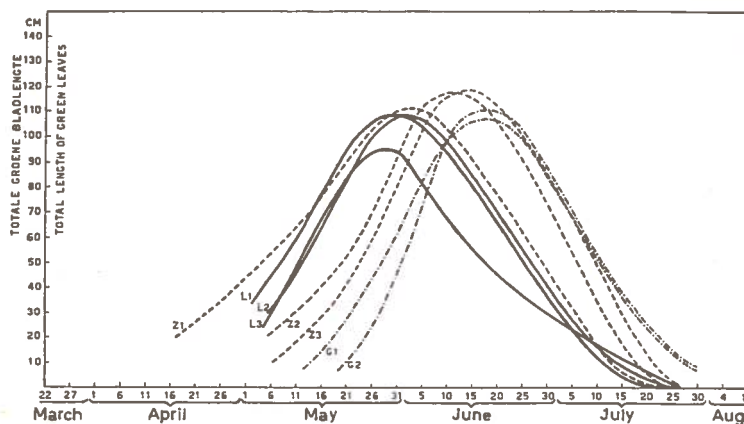


Fig. 23. Groeicurven van afzonderlijke percelen in Limburg, Zeeland en Groningen, met verschillende zaaidata in 1951.

Curves of total length of green leaves from single parcels in Limburg (L), Zeeland (Z) and Groningen (G) with different sowingdates in 1951.

Sowing dates: L1: 10/3, L3: 3/4, Z2: 4/4, G1: 24/3
L2: 23/3, Z1: 9/3, Z3: 16/4, G2: 30/3

De beide curven uit Groningen: G₁ (23.III) en G₂ (30.III) vertonen ook weer het verschijnsel, dat de laatste slanker en hoger is dan de eerste, doch dat $\int Ldt$ van de eerste groter is. Vergeleken met de gelijkgezaaide L₂ heeft de curve G₁ ongeveer dezelfde gedaante, doch is in ontwikkeling circa 16 dagen later. Gelet op de waarschijnlijkheid, dat een relatief hoge waarde van $\int Ldt$ samen gaat met een relatief hoge opbrengst, wordt door de gedaanten der groeicurven voor alle drie de beschouwde gebieden in meerdere of mindere mate de wenselijkheid van vroeg zaaien geaccentueerd. Dat vroeg zaaien eveneens een gunstige invloed op de brouwkwaliteit uitoefent, wordt o.a. door HUNTER (21) aangetoond. Hij vond het volgende verband tussen zaaitijd en stikstofgehalte van de korrel: vroeg gezaaid: 1,44% N; normaal gezaaid: 1,49%; laat gezaaid: 1,60%.

B. Enkele oudere metingen over het verband tussen bladgroei en temperatuur.

Behalve de hiervoor onder III, 3 A behandelde vergelijkende metingen van de bladontwikkeling, beschikken wij nog over enkele metingen uit 1948. Deze metingen betreffen een groepje van 7 *Kenia*-gerstplanten, gekweekt op een proefbedrijf in de *Wieringermeer*, waarvan de totale groene-bladlengte van de hoofdhalm is vergeleken met die van een groepje van eveneens 7 *Kenia*-planten in *Wilhelminadorp* (Z.-Beveland). Daar het gebied „Wieringermeer” in de latere jaren niet meer in de vergelijking is betrokken en daar bovendien de hier toegepaste meettechniek verschilt met die welke in de latere jaren door ons is toegepast, behandelen wij deze metingen apart.

Te Wilhelminadorp is de totale groene-bladlengte gemeten op 9 tijdstippen, in de Wieringermeer op 11 tijdstippen, beide reeksen gelegen tussen de data 22.IV en 28.VI.

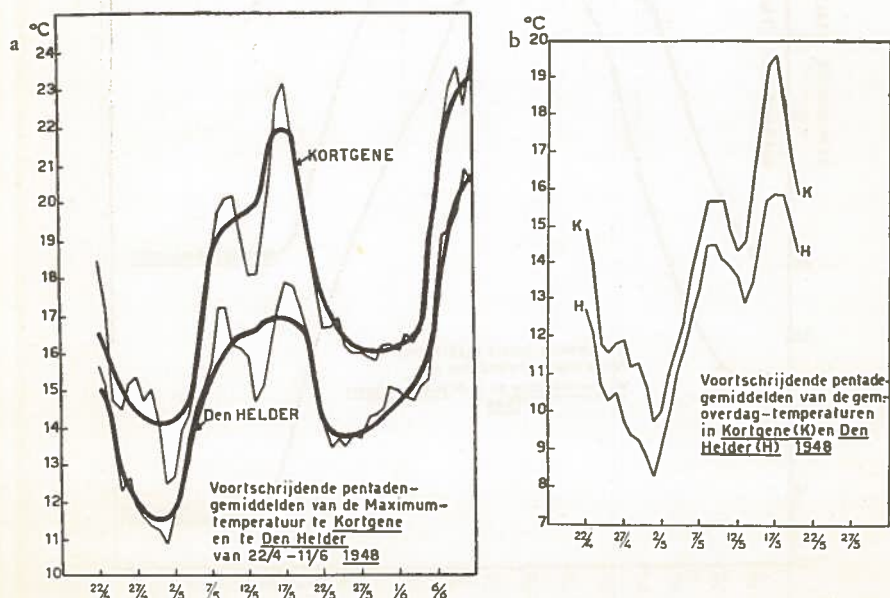


Fig. 25a. Voortschrijdende pentadengemiddelden van de maximum-temperatuur te Kortgene en te Den Helder van 22-IV tot 11-VI-1948.

Overlapping 5-days-means of maximum-temperature at Kortgene and at Den Helder from 22-IV till 11-VI-1948.

Fig. 25b. Voortschrijdende pentadengemiddelden van de gemiddelde overdag-temperaturen te Kortgene en te Den Helder van 22-IV tot 22-V 1948.

Overlapping 5-days-means of average day-temperature at Kortgene and at Den Helder from 11-IV till 22-V 1948.

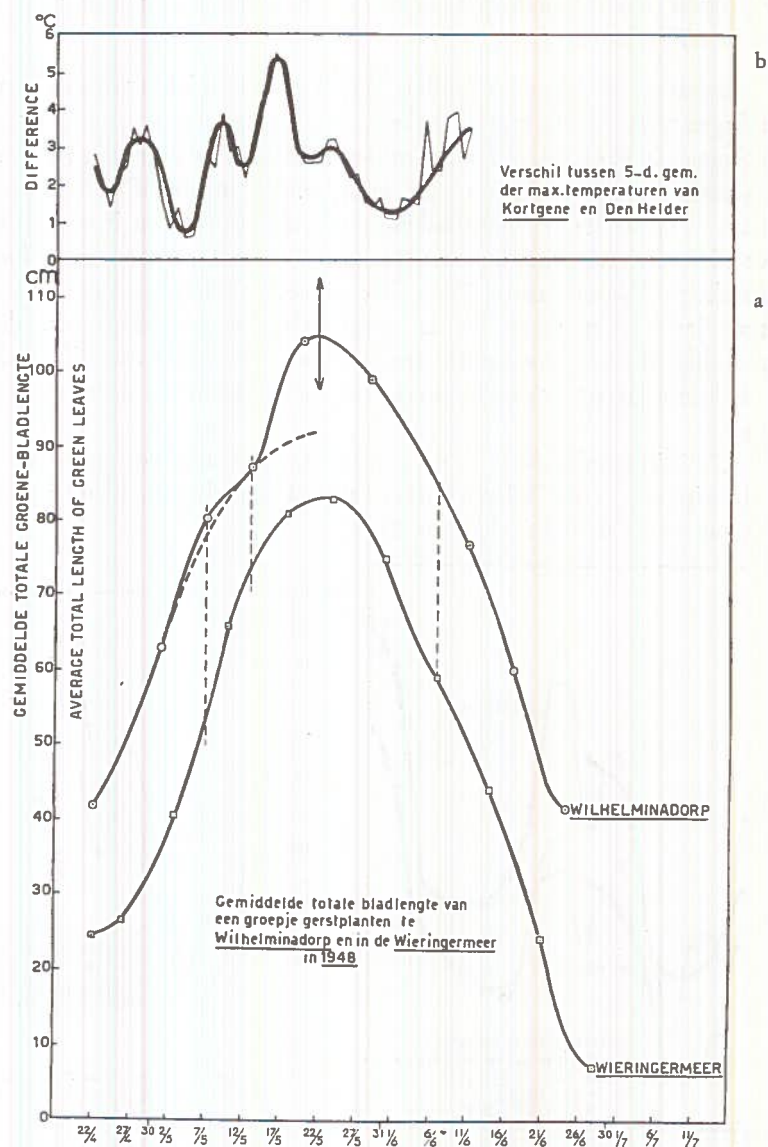


Fig. 24a. Gemiddelde totale groene-bladlengte van een groepje gerstplanten te Wilhelmadorp en in de Wieringermeer in 1948.

Average total length of green leaves (main stalk) from groups of barley-plants in Wilhelmadorp (Zealand) and in the „Wieringermeer” (North-Holland) in 1948.

Fig. 24b. Verschil tussen de voortschrijdende 5-daagse gemiddelden der maximum-temperaturen van Kortgene en Den Helder.

Difference between overlapping 5-days means of maximum-temperature from Kortgene (near Wilhelmadorp) and Den Helder (near Wieringermeer).

Figuur 24a geeft de gemiddelde groene-bladlengtecurven voor de beide plaatsen weer. In de eerste plaats valt weer op, dat over het hele traject de planten in Wilhelminadorp een forsere ontwikkeling vertoonden dan die in de Wieringermeer. Verdere bijzonderheden zijn te verklaren, wanneer wij de bladlengtecurven vergelijken met de gelijktijdige *temperatuurcurven* van de beide gebieden. Wij hebben daarvoor genomen de voortschrijdende pentadengemiddelden van de maximumtemperatuur en van de gemiddelde overdagtemperatuur, respectievelijk van de stations *Kortgene* (ter vergelijking met Wilhelminadorp) en *Den Helder* (ter vergelijking met de Wieringermeer). Deze temperatuurcurven zijn in fig. 25 a en b afgebeeld.

In fig. 24b is boven de bladlengtecurven bovendien nog afgebeeld het *verschil* tussen de voortlopende 5-daagse gemiddelden van de maximumtemperaturen van Kortgene en Den Helder (K-H).

Wij beperken ons bij de vergelijking hoofdzakelijk tot de opstijgende tak van de groeicurve, dus het deel van de curve tussen de meetdata 22.IV en 24.V.

De groeicurve-*Wieringermeer* vertoont een vrij glad verloop. De curve-*Wilhelminadorp* ligt in zijn geheel er *boven*, wat overeenkomt met het feit, dat de temperatuurkrommen van Kortgene in hun geheel boven die van Den Helder liggen.

Trekken wij door de eerste meetpunten van *Wilhelminadorp* de gestreepte kromme ongeveer parallel aan de groeikromme van *Wieringermeer*, dan valt het op, dat de kromme Wilhelminadorp daarvan op 2 punten naar *boven* toe afwijkt, te weten een zwakke top op de meetdatum 7.V en een sterk uitgesproken positieve afwijking op 20.V. Deze laatste is een significante afwijking, wat blijkt uit de lengte van de pijl bij de top, die de grootte van de spreiding aangeeft. Daartussen ligt dus een soort inzinking op 13.V.

Bij vergelijking met de *temperatuurkrommen*, zien wij op *beide* grafieken de laatstgenoemde inzinking te voorschijn komen als een inzinking in de temperatuurkrommen met het diepste punt op 13.V! Verder is de veel sterkere groei te Wilhelminadorp tussen 13.V en 20.V, vergeleken met die van Wieringermeer, te verklaren uit de *zeer hoge top* in de temperatuurkrommen van Kortgene, met hoogste punt op 17.V, waarbij het verschil met Den Helder bedraagt voor de maximum kromme ruim 5°C ! (gemiddeld ongeveer 2°C) en voor het overdag-gemiddelde ruim $3^{\circ}.5$ (gem. ongeveer 1°).

De temperatuurtop op 17.V is voor Den Helder lang niet zo

geprononceerd als voor Kortgene; het verschil met de *voorafgaande* top op ongeveer 9.VII bedraagt voor Kortgene: $3^{\circ}.9$ in de gem. overdagtemp. en $2^{\circ}.9$ in de max. temp.; voor Den Helder resp. $1^{\circ}.4$ en $0^{\circ}.7$.

Bovenstaande ondersteunt dus onze gedachte, dat de groei in hoofdzaak wordt bepaald door de temperatuur en wel in het bijzonder sterk wordt gestimuleerd door voor ons klimaat betrekkelijk *hoge* temperaturen. Of hier de maximumtemperaturen (dagelijkse maxima) een overwegende rol spelen, zoals dat bij het onderzoek, in Deel III, Hfdst. 2 A beschreven, te voorschijn lijkt te komen, wordt uit deze curven niet duidelijk; daarvoor is o.m. het aantal meetdata te gering. Wél schijnt speciaal bij de *maximum-curven* de inzinking tussen 10.V en 17.V méér geprononceerd voor Kortgene dan voor Den Helder, wat overeenstemt met de inzinking in de groeikromme, die in *Wilhelminadorp* wél, in *Wieringermeer* niét voor den dag komt.

Wat betreft de dalende tak van de kromme, is op te merken, dat de daling in Wilhelminadorp aanvankelijk iets sneller verloopt dan in Wieringermeer; ook dit is overeenkomstig de theorie, dat hogere temperatuur het afstervingsproces versnelt.

Opmerking: het zou beter geweest zijn de gegevens uit Wieringermeer te vergelijken met het gemiddelde van de termijnstations Den Helder en Hoorn, doch dit was onmogelijk, daar van Hoorn de eerste 5 maanden van 1948 ontbreken.

III. 4. DE INVLOED VAN ZIEKTEN IN HET GEWAS.

A. *De invloed van aantasting door meeldauw en roest.*

In de voorgaande hoofdstukken is gesproken over de invloed die klimaat, bodem en cultuurmethoden hebben op de opbrengst en de kwaliteit van de zomergerst. Bij de bespreking van de verschillen in cultuurmethoden tussen Groningen en Zeeland (II, 5 A) werd reeds medegedeeld dat in Groningen de verbouw van wintergerst om verschillende redenen van groot belang is, terwijl dit gewas in Zeeland vrijwel niet verbouwd wordt. Daar de wintergerst zowel meeldauw als roest in staat stelt te overwinteren is in het voorjaar een massale infectie van de zomergerst uit de wintergerst mogelijk.

Bij de beoordeling van het zomergerstgewas in Zeeland en enkele dagen later in Groningen merkten wij, behalve een verschil in ontwikkeling, ook een verschil in aantasting, voornamelijk door *dwergroest* (*Puccinia simplex*), op. De percelen in Groningen waren

in sterke mate aangetast, terwijl die in Zeeland practisch vrij van deze ziekte bleven. Dat de wintergerst hiervoor wel degelijk verantwoordelijk gesteld moet worden bleek duidelijk in enkele gevallen waarbij zomergerst vlak naast wintergerst was uitgezaaid: men zag de aantasting vanuit de wintergerst in het zomergerstgewas voortschrijden. Bekend is voorts dat zomergerst, uitgezaaid in de buurt van wintergerst, een lagere opbrengst geeft dan normaal. Op grond hiervan heeft men dan ook in streken waar de zomergerst van groot economisch belang is, getracht de teelt van wintergerst te verminderen door het voeren van een stelselmatige propaganda en een voortdurende voorlichting op dit punt (Denemarken). In Nederland is bij verordening van de Gedeputeerde Staten van Zeeland (38) de wintergerstteelt in deze provincie verboden. Uit het vervolg van dit hoofdstuk zal blijken van hoe groot belang dit besluit is geweest.

Ook uit de literatuur is bekend dat aantasting door meeldauw en roest invloed kan hebben op de opbrengst en kwaliteit van de oogst.

Meeldauw (*Erysiphe graminis* var. *hordei* Marchal) kan volgens JENSEN (22) bij vatbare gerstrassen opbrengstverlagingen veroorzaken die, al naar de aantasting in een bepaald jaar, 10 tot 40% kunnen bedragen.

Ten aanzien van dwergroest (*Puccinia simplex* (Körnicke) Eriksson en Henning) vermelden NEWTON c.s. (27) een opbrengstvermindering van 23% en een reductie van het 1000-korrelgewicht van 17%.

Teneinde nu na te gaan welk aandeel de factor „klimaat” en welk aandeel de factor „ziekten” heeft in de verklaring van het kwaliteitsverschil tussen Groningen en Zeeland, werd zowel in het Noordelijk als in het Zuid-Westelijk zeeleigebied een proef aangelegd waarbij door *bespuitingen* getracht werd de ziekten op enkele percelen te onderdrukken. De plaatsen waar de proef werd uitgevoerd waren *Ferwerd* in Friesland en *Westmaas* op Beierland.

In overleg met de Plantenziektenkundige Dienst te Wageningen, welke eveneens zorgde voor de uitvoering van de proeven, werd besloten tot de volgende proefopzet:

Temidden van een perceel *Urania* wintergerst, die als infectiebron van roest zou dienen, werd een perceel *Balder* zomergerst uitgezaaid. De zaaidatum was voor beide proefvelden 18 April. Binnen het perceel zomergerst werden in 2-voud de volgende proefvakken aangelegd:

1. onbehandeld
2. bespuiten met stuifzwavel 0,5% (Aasulfa te Westmaas, Thiovit te Ferwerd)
3. bespuiten met zinkaethyleen-bi-dithiocarbamaat (Dithane Z 78).

Aan de te verspuiten middelen werd een uitvloeier (Agral) toegevoegd in een concentratie van 1 : 1000.

Te Westmaas werden de bespuitingen twee maal per week gedurende 10 weken uitgevoerd, terwijl te Ferwerd in totaal vijf maal werd gespoten. In beide proeven was bij elke volgende bespuiting het residu van de vorige nog zichtbaar.

De ontwikkeling van de roest in de proeven.

Westmaas. Reeds bij de tweede bespuiting op 31 Mei werd in de blanco proefvakken zowel als in de omringende wintergerst een sterke roestaantasting waargenomen. De behandelde percelen vertoonden toen slechts een geringe aantasting.

Een maand later was dit beeld geheel veranderd ten ongunste van de met spuitzwavel behandelde percelen. De onbehandelde percelen waren sterk aangetast, de met stuifzwavel behandelde percelen slechts zeer weinig minder. Alleen de met Dithane behandelde percelen bleven practisch vrij van roest. Gedurende het verdere verloop van de proef bleef dit beeld ongeveer hetzelfde.

Op 10 Augustus moesten de onbehandelde percelen geoogst worden, de behandelde, in het bijzonder de percelen die met Dithane waren bespoten, bleven langer groen. Deze percelen werden 31 Augustus geoogst.

Ferwerd. Hier bleef de roestaantasting over het geheel genomen zeer gering. Tot 14 Juli kon gesproken worden van een sporadische aantasting. Tussen 14 en 26 Juli had een sterke uitbreiding van de roest plaats. Pas toen kwamen duidelijke verschillen tussen de veldjes naar voren, waarbij ook hier de met Dithane behandelde percelen zeer duidelijk als de gezondste opvielen. In het algemeen trad de roestaantasting dit jaar in het Noorden pas zeer laat op. Op de oorzaak hiervan komen wij nog terug.

Zowel te Westmaas als te Ferwerd had een beoordeling van de gezondheidstoestand van het gewas plaats op het moment dat de planten in het stadium van *afrijping* verkeerden. Het resultaat daarvan wordt hieronder vermeld.

Uit deze waarnemingen blijkt duidelijk dat — afgezien van de economische mogelijkheden — dwergroest in zomergerst te bestrijden

Tabel 19. Beoordeling van de gezondheidstoestand van de zomergerst
(10 = gezond, 0 = volledig aangetast).
Marks indicating the state of health of barley in spraying-experiments (at the time of ripening) (10 = completely healthy, 0 = completely attacked).

	Westmaas	Ferwerd
1. Onbehandeld <i>Not sprayed</i>	5	6
2. Spuitzwavel <i>Sprayed with Sulphur</i>	7	7
3. Dithane Z 78 <i>Sprayed with Dithane Z 78</i>	9	9

is door bespuiten met een van beide middelen. Duidelijk blijkt echter dat ook, vergeleken met de onbehandelde percelen, de behandelde percelen langer groen bleven. In het bijzonder was dit het geval met Dithane Z 78 bespoten zomergerstpercelen. Ofschoon het grootste deel van dit effect zonder twijfel veroorzaakt wordt door de afwezigheid van de roest, moet ook rekening worden gehouden met de mogelijkheid van een physiologische inwerking van het middel op de plant, waardoor deze langer groen zou blijven.

Opbrengst- en kwaliteitsanalyses.

Toen de proeven nu in zoverre geslaagd waren dat van een invloed van de betrokken middelen op de roestaantasting kon worden gesproken, was het interessant na te gaan wat voor invloed deze bespuitingen zouden hebben op opbrengst en kwaliteit.

Van ieder perceel van de proef te *Westmaas* werd daartoe een deel (15 m²) geoogst, de oogst werd gewogen en aan de gedorstte monsters werd een gerstanalyse verricht.

Helaas waren opbrengstbepalingen van de proef te *Ferwerd* technisch niet te verwezenlijken. Van de veldjes werden echter enkele schoven gedorst. Aan het zaad werden eveneens korrelanalyses verricht. De resultaten daarvan worden weergegeven in tabel 20.

Uit bovenstaande kwaliteitsanalyses blijkt:

1. ten aanzien van het vochtgehalte zijn geen opmerkingen te maken; de monsters zijn geruime tijd in jute zakken bewaard.
2. ten aanzien van het 1000-korrelgewicht en de korrelgrootte valt op, dat de roestaantasting te *Westmaas* in de blanco percelen een zeer ongunstige invloed op beide componenten heeft gehad. Hiervoor wordt het afvalpercentage van meer dan 66% veroorzaakt terwijl het normale afvalpercentage dit jaar voor *Westmaas* ongeveer 10% bedraagt (ras *Balder*, buiten de invloed

Tabel 20. Gerstanalyses roestbestrijdingsproeven.
Analyses of quality in spraying-experiments.

	Vocht % <i>Moisture</i>	Eiwit dr.st. % <i>Protein</i>	1000 k.w.	Sortering *) —			Grading	
				gr.d. 2.8 mm	2.5- 2.8 mm	2.2- 2.5 mm	kl.d. 2.2 mm	afval (waste) %
<i>Westmaas.</i>								
1 blanco	15,3	11,7	29,2	5,7	37,0	56,5	0,8	66,4
4 „	15,9	11,7	29,2	6,8	38,2	54,1	0,9	65,0
2 Thiovit	16,3	10,8	31,3	16,0	54,1	29,5	0,4	25,8
5 „	16,4	11,0	31,8	18,1	52,1	29,3	0,5	26,0
3 Dithane	16,0	11,0	35,2	35,9	47,3	16,4	0,4	9,0
6 „	16,0	10,9	34,2	35,5	50,3	13,9	0,3	12,0
<i>Ferwerd.</i>								
2a blanco	16,4	10,8	33,7	28,7	50,9	19,9	0,5	10,8
2b „	15,6	10,6	33,6	25,0	54,9	19,8	0,3	11,6
3a Thiovit	16,2	11,2	35,5	32,8	49,0	17,8	0,4	9,0
3b „	15,9	10,4	34,6	34,3	51,7	14,0	0,0	5,6
1a Dithane	16,0	10,6	35,7	43,9	45,3	10,8	0,0	5,2
1b „	16,4	10,7	36,3	44,4	43,9	11,3	0,4	4,4

*) De gerstanalyse werd verricht aan het geschoonde product.

van wintergerst) hetgeen overeen komt met het afvalpercentage van de met Dithane behandelde percelen.

Afvalpercentage en 1000-korrelgewicht van de met Thiovit bespoten percelen liggen tussen de blanco- en de met Dithane bespoten percelen in. Vergeleken met de blanco- is het 1000-korrelgewicht van de met Dithane bespoten percelen 13% hoger. Ook uit de gegevens van Ferwerd valt deze ongunstige invloed van de roestaantasting af te leiden, hoewel in minder sterke mate. Hier veroorzaakte de Dithane-bespuiting een verhoging van het 1000-korrelgewicht met 7%, terwijl het afvalpercentage ongeveer wordt gehalveerd. Het is opmerkelijk dat de kwaliteit van de gerst uit Ferwerd zo gunstig afsteekt bij de kwaliteit die Friesland normaliter te zien geeft. Ook uit andere analyses blijkt dat Friesland dit jaar een betere kwaliteit te zien geeft dan andere jaren.

- ten aanzien van het eiwitgehalte schijnt het dat te Westmaas een geringe verhoging van het eiwitgehalte als gevolg van de roestaantasting te constateren valt. Het te vroeg afrijpen van de gerst door de roestaantasting is hier waarschijnlijk de oorzaak van.

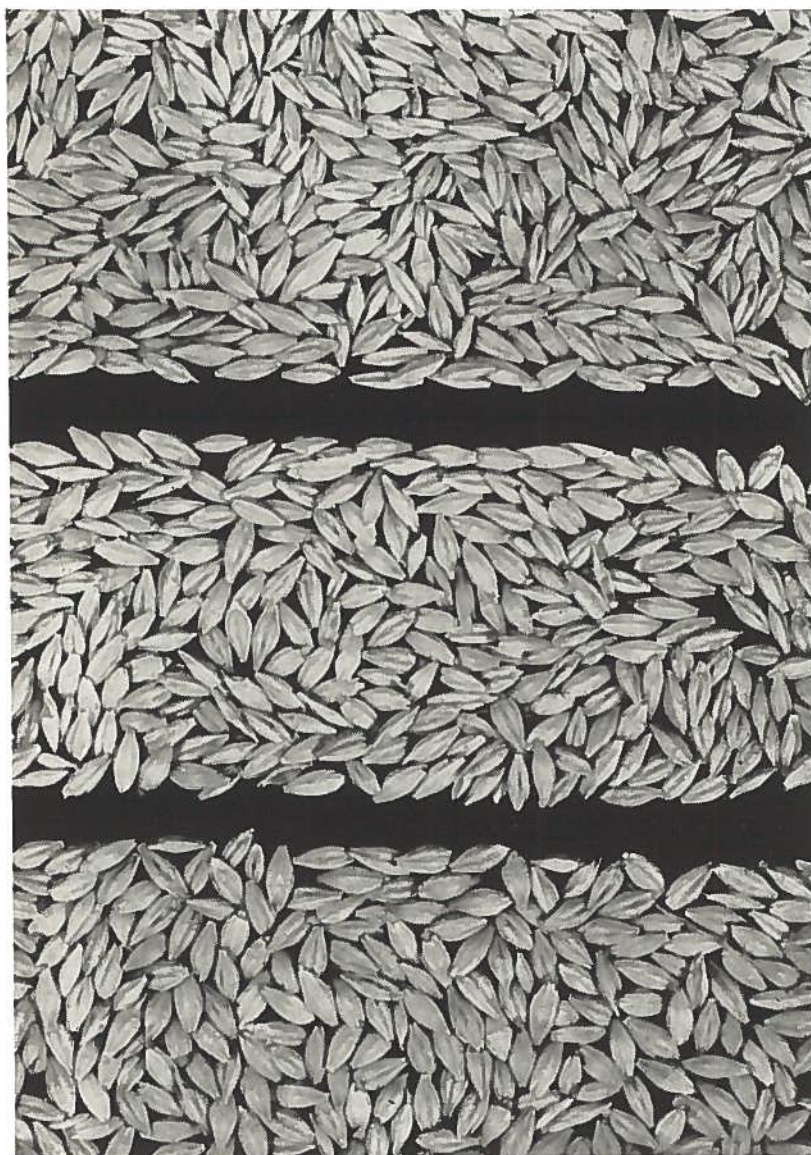


Fig. 26. Monsters ongeschoonde gerst (Balder) van het roestbestrijdingsproefveld te Westmaas.

Boven: onbehandelde contrôle.

Midden: bespoten met stuifzwavel.

Onder: bespoten met Zn-carbamaat (Dithane Z 78).

Unscreened samples of spring barley (Balder) from spraying experiments against dwarf leaf rust at Westmaas (S. Holland).

Above: not sprayed (check plot).

Middle: dusted with sulfur (Thiovit).

Below: sprayed with Zn-carbamate (Dithane Z 78).

(Foto Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen).

De invloed op de opbrengst.

Alleen van de proef te Westmaas werden opbrengsten bepaald. Deze worden hieronder in tabel 21 weergegeven.

Tabel 21. Korrelopbrengsten roestbestrijdingsproef *Westmaas* (in kg/15 m²).
Kernel-yields in spraying-experiments at Westmaas.

Behandeling	Parallel		som	relatief
	a	b		
Onbehandeld <i>Not sprayed</i>	2,63	3,33	5,96	52
Spuitzwavel <i>Sprayed with S</i>	3,53	4,68	8,21	71
Dithane Z 78 <i>Sprayed with Dith. Z 78</i>	6,10	5,38	11,48	100

Uit deze opbrengstbepalingen blijkt wel duidelijk dat bespuiten met een van de genoemde bestrijdingsmiddelen een aanzienlijk hogere korrelopbrengst geeft. Ook hier zien we weer een gunstiger resultaat van Dithane dan van Thiovit. Ofschoon geen bepaling van de stro-opbrengst werd verricht, mag wel aangenomen worden dat ook deze door bespuiting in belangrijke mate zal stijgen.

Bespreking van de resultaten.

Beide proeven hebben duidelijk aangetoond, dat het mogelijk is op afdoende wijze dwergroest in zomergerst met chemische middelen te bestrijden. Daar het bij de aanleg van deze proef in de eerste plaats de bedoeling was een perceeltje zomergerst roestvrij te houden, werd op economie bij de bespuitingen niet gelet. Het aantal bespuitingen te Westmaas bedroeg bijv. 20. Zeer waarschijnlijk zal ook hier met een geringer aantal bespuitingen effect te behalen zijn.

Verder is gebleken dat een bespuiting met spuitzwavel of Dithane Z 78 een zeer aanzienlijke verbetering van de korrelopbrengst geeft, terwijl bovendien de kwaliteit van het product in belangrijke mate verbetert. De afwezigheid van de roest, waardoor een betere ontwikkeling van het groene bladoppervlak en dus een betere assimilatie en korrelvulling mogelijk is, zal hiervoor in de eerste plaats verantwoordelijk gesteld moeten worden. De gezonde plant blijft langer groen en zal dus juist in de laatste levensperiode in staat zijn de verhouding C/N in voor brouwgerst gunstige zin (laag eiwitgehalte) te beïnvloeden. Ook hier blijkt dus weer het

belang van een *lange* vegetatieperiode. Dat het bespuitingsmiddel Dithane door een fysiologische werking op de plant een verlenging van de vegetatieperiode (ook bij gezonde planten) te zien geeft wordt alleen vermoed, maar kon uit deze proeven niet bewezen worden. Ook dit vraagstuk vormt nog een punt van onderzoek.

Spuitzwavel heeft een minder gunstige werking dan Dithane. De roestaantasting was belangrijk minder dan in de blanco percelen, maar duidelijk meer dan in de percelen die met Dithane waren behandeld. De percelen waren niet veel later rijp dan de blanco percelen.

Uit deze proeven is dus in de eerste plaats gebleken dat roestaantasting een ongunstige invloed op opbrengst en kwaliteit van een gewas kan uitoefenen.

Het onbespoten perceel brengt $\pm 50\%$ minder op dan het met Dithane bespoten perceel (dat geheel vrij was van roest).

Gemiddeld is het 1000-korrelgewicht van de met Dithane bespoten percelen nadat de partijen geschoond zijn, $\pm 10\%$ hoger.

De korrels van de blanco (sterk door roest aangetaste) percelen hebben een hoger eiwitgehalte dan de percelen die vrij zijn van roest.

Vergelijken wij thans deze resultaten met die van NEWTON c.s. (27), dan blijkt dat ook door hen, zij het dan tot een lager percentage, deze verlaging van opbrengst en 1000-korrelgewicht gevonden wordt. Waar wij echter een hoger percentage eiwit vinden in de gerst afkomstig van de door roest aangetaste percelen wordt door hen een lager eiwitgehalte gevonden. CHESTER (8) deelt mede, dat bij tarwe door verschillende onderzoekers gevonden wordt dat roest een verlaging van het eiwitgehalte geeft terwijl andere onderzoekers juist een verhoging daarvan in hun experimenten aantonen. Op het gebied van de gerst is, behalve door NEWTON c.s. geen onderzoek gedaan, zodat onze meningen voorlopig tegenover elkaar blijven staan.

Dat de roestaantasting in onze experimenten een verhoging van het eiwitgehalte geeft, heeft ons echter niet verwonderd. Wij menen dat, waar de aantasting juist in het stadium van de korrelvulling sterk optrad, de aangetaste plant door onvoldoende assimilatievermogen niet in staat was om voldoende koolhydraten te vormen. Hierdoor blijven de korrels kleiner, terwijl ze naar verhouding meer stikstof zullen bevatten.

Rest ons echter nog een verklaring te geven van het feit, dat de kwaliteit van de oogst uit Friesland bij deze proeven over de gehele linie beter is dan die van de oogst uit Westmaas.

In de eerste plaats is als oorzaak op te geven het feit, dat dit jaar ook in Zeeland, ten gevolge van een zeer natte winter, laat werd gezaaid. De beide proefvelden werden op 18 April bezaaid. Hierdoor is de gerst uit Zeeland ook onder relatief ongunstige groeiomstandigheden gekomen (zie Deel III, Hfdst. 3 A) zodat het kwaliteitsverschil uit dezen hoofde niet meer zo groot behoeft te zijn.

In de tweede plaats is de roestaantasting in Friesland dit jaar niet zo hevig geweest als andere jaren. Dit is aan de hand van een grafiek van de temperatuur en de neerslag gedurende de groei-periode als volgt te verklaren:

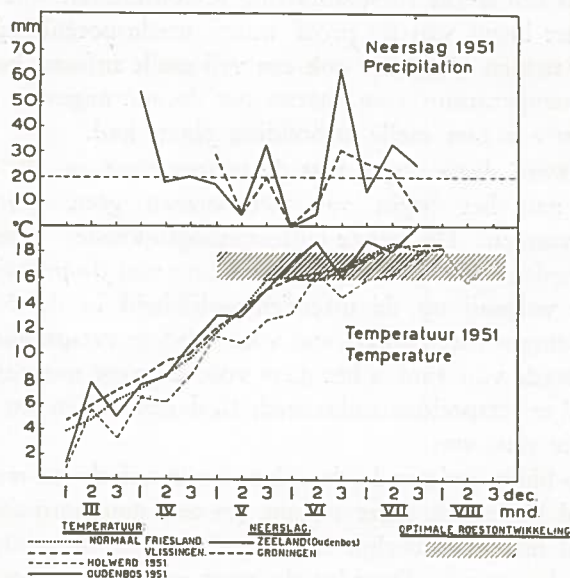


Fig. 27. Temperatuur en neerslag tijdens de bespuitingsproeven in 1951.

Temperature and precipitation during the spraying-experiments in 1951.

Temperature
Precipitation

Normal of Friesland
Normal of Zeeland (Flushing)
Oudenbosch (near Zeeland) 1951
Holwerd (Friesland) 1951
Optimal temperature for outbreak of dwarf-leaf rust.

Zealand
Friesland

Indien wij een aantasting van roest waarnemen (uredosporen-hoopjes), wil dit zeggen, dat reeds enige tijd geleden een infectie heeft plaats gehad. De tijd die verloopt tussen het moment van de infectie en het ogenblik waarop de aantasting zichtbaar is, is sterk afhankelijk van de temperaturen. HEY (19) deelt hierover mede dat

deze incubatieperiode bedraagt: bij	8—12°C	15—16 dagen
„	15—18°C	9 „
„	22—25°C	6—7 „

terwijl de optimale temperatuur voor de uredosporenvorming 16—18°C bedraagt. Wil een infectie slagen dan moet bovendien de eerste 24 uur nadien de luchtvochtigheid 100 % zijn.

Gelet op de regenval zijn er 4 perioden geweest waarin aan de eis van voldoende vochtigheid is voldaan nl. in Mei I, Mei III, Juni III en Juli II. In Westmaas was de temperatuur in de eerste decade van Mei boven 12°C met dat gevolg dat ongeveer 14 dagen nadien reeds een sterke roestaantasting te constateren was (31 Mei). Reeds bij het begin van de proef waren uredosporenhoopjes in de wintergerst te zien waardoor ook een vrij snelle infectie heeft plaats gehad. De temperatuur steeg daarna per decade ongeveer 2 graden, zodat verder een zeer snelle uitbreiding plaats had.

In Ferwerd daarentegen was de temperatuur ca. 10°C, terwijl bovendien aan het begin van het seizoen geen sporenhoopjes werden gevonden. De eerste infectiemogelijkheden moesten dus gebruikt worden voor de eerste verspreiding van de parasiet, terwijl de droogte volgend op de infectiemogelijkheid in de 3de decade van Mei eveneens niet gunstig was voor verdere verspreiding. Pas in de derde decade van Juni is het daar voor de roest mogelijk geweest zich massaal te verspreiden zodat reeds 10 dagen nadien een duidelijke aantasting te zien was.

Verder blijkt gedurende de gehele groeiperiode de temperatuur in Friesland belangrijk lager te zijn geweest dan normaal, hetgeen ongetwijfeld niet bevorderlijk is geweest voor de ontwikkeling van de roest in het gewas. Doordat de roest in 1951 in het Noorden dus bijzonder láát optrad, kon zij weinig invloed meer uitoefenen op de korrelvulling.

Samenvattend komen wij ten aanzien van de aantasting door roest tot de conclusie dat door de wintergerstteelt het Noorden van het land groter kans loopt op een roestepidemie. Hierdoor kan de kwaliteit en de opbrengst sterk worden benadeeld. Voor de mate waarin de roest jaarlijks optreedt moet het klimaat verantwoordelijk gesteld worden. Strenge winters en koele zomers verminderen de uitwerking van de ziekte op het gewas in het Noorden van het land. Een mogelijkheid roest te bestrijden is aanwezig en kan zowel opbrengst als kwaliteit zeer gunstig beïnvloeden.

- B. *De invloed van het verwijderen van het blad en de kafnaalden op de oogst, het aantal korrels en het 1000-korrelgewicht.*

In de jaren 1950 en 1951 werd een oriënterende proef genomen teneinde de juistheid te toetsen van de veronderstelling, dat de rol van het blad in het productieproces tijdens en vooral na de bloei grotendeels wordt overgenomen door de kafnaalden. Het verwijderen van blad en/of kafnaalden zou een verlaging van de opbrengst tot gevolg moeten hebben. (BOONSTRA (4)).

In een oriënterende proef, genomen op het proefterrein in De Bilt, werden de volgende behandelingen vergeleken:

- A. Onbehandeld.
- B. Alle bladeren verwijderd, behalve het laatste en het voorlaatste blad.
- C. Alleen de kafnaalden verwijderd.
- D. Alle bladeren en ook de kafnaalden verwijderd.

De proef werd met het oog op de wiskundige verwerking der resultaten, aangelegd in drievoud. Per parellel werden een 100-tal halmen behandeld.

In 1950 waren de uitkomsten als gevolg van beschadigingen aan het gewas onbetrouwbaar, wij geven hier dus alleen resultaten van 1951. In dit jaar werd de behandeling uitgevoerd op 15 Juni, op een tijdstip waarop het proces van het in aar komen in volle gang was.

Opvallend was een sterke doorgroei (vorming van nieuwe zij-scheuten) bij planten waar alleen de kafnaalden verwijderd waren. Dit doorgroeien werd niet geconstateerd bij planten waar zowel de kafnaalden als de bladeren verwijderd waren.

Na de oogst werd een vereenvoudigde oogstanalyse uitgevoerd, waarbij werden bepaald:

- a. de gemiddelde opbrengst per aar
- b. het aantal korrels
- c. het gemiddelde gewicht van 1 korrel (1000-korrelgewicht).

De uitkomsten zijn in tabel 22 samengevat.

Tabel 22. De invloed van het verwijderen van blad en kafnaalden op de opbrengst, het aantal korrels en het 1000-korrelgewicht.

Influence of clipping of the upper-leaves and the awns upon yield, number of kernels and 1000-cornweight.

	gem. opbrengst per aar in gr. <i>mean yield per ear in gr.</i>	aantal korrels <i>number of kernels</i>	gem. gewicht van 1 korrel in mgr. <i>mean weight of 1 kernel in mgr.</i>
A. onbehandeld <i>untreated</i>	0,65	15,7	41,6
B. alle bladeren verwijderd behalve laatste en voorl. <i>only 2 upper leaves left</i>	0,61	14,9	41,2
C. kafnaalden verwijderd <i>awns removed</i>	0,58	15,4	37,4
D. alle bladeren en ook de kafnaalden verwijderd <i>all leaves and awns clipped</i>	0,52	15,2	34,2

De betrouwbaarheid van de verschillen tussen de behandelingen werd onderzocht met behulp van de variantie-analyse.

Deze gaf het volgende resultaat:

a. *opbrengst per plant.*

Het verwijderen van de *kafnaalden* (verschil A—C) heeft een (statistisch betrouwbare) verlaging van de opbrengst van ruim 10% tot gevolg. Worden zowel kafnaalden als blad verwijderd dan bedraagt de oogstdepressie rond 20%.

Het verschil tussen A en B is onbelangrijk hetgeen te verwachten was, omdat omstreeks half Juni toen de behandeling werd uitgevoerd de oudere bladeren grotendeels waren vergeeld.

Tabel 23. Verschiltabel opbrengst per aar.
Table of differences in weight of kernels per ear.

A.	B.	C.	D.	Som v. 3. par.	Gem. in gr.	Behandeling <i>Treatment</i>
	12—	23+	40++	196	0,65	A.
		11—	28+	184	0,61	B.
			17+	173	0,58	C.
				156	0,52	D.

+ = betrouwbaar verschil voor $P_{0,05}$
++ = betrouwbaar verschil voor $P_{0,01}$

Tussen behandeling B en C is het verschil eveneens onbelangrijk; het maakt dus — althans volgens de proef — niet veel uit of alleen het laatste en het voorlaatste blad of alleen de kafnaalden verwijderd worden. Dat de invloed van laatste en voorlaatste blad op de opbrengst nog belangrijk is, blijkt uit het verschil tussen C en D, waarbij in beide gevallen de kafnaalden verwijderd zijn, doch bij D ook de bladeren zijn weggenomen.

b. *aantal korrels.*

Het verwijderen van blad en/of kafnaalden heeft zoals overigens verwacht mocht worden geen belangrijke invloed op het aantal korrels per aar. Zie tabel 24:

Tabel 24. Aantal korrels per aar. — *Number of kernels per ear.*

A.	C.	D.	B.	Som v. 3 par.	Gem.	Behandeling <i>Treatment</i>
	0,8—	1,5—	2,4—	47,1	15,7	A.
		0,7—	1,6—	46,3	15,4	C.
			0,9—	45,6	15,2	D.
				44,7	14,9	B.

c. *gem. gewicht van 1 korrel.*

Op grond van het voorgaande (Sub b.) mag nu worden verwacht, dat het effect van de behandeling in het bijzonder tot uitdrukking komt in het 1000-korrelgewicht. Dit is blijkens de gegevens van tabel 22 inderdaad het geval.

Het verwijderen van de kafnaalden geeft een verlaging van circa 10% van het 1000-korrelgewicht. Dit klopt zeer goed met uitkomsten, die VERVELDE(36) verkreeg bij het verwijderen van kafnaalden. Hij vond bij het ras *Chevalier* een vermindering van 12 %, bij het ras *Prinse* een vermindering van 11 % in het 1000-korrelgewicht. Werden behalve de kafnaalden ook nog alle bladeren verwijderd, dan daalt het 1000-korrelgewicht ten aanzien van onbehandeld met bijna 18%. Het verschil tussen A en B is weer onbelangrijk, het verschil tussen C en D, (evenals onder a) belangrijk.

De uitkomsten van deze proeven geven dus als resultaat dat het verwijderen van assimilerende delen ten tijde van de bloei en van de korrelvulling een duidelijke ongunstige invloed heeft op de

opbrengst en op het 1000-korrelgewicht. Zowel een aantasting door *roest* als het optreden van *noodrijpheid* ten gevolge van felle droogte kunnen oorzaak zijn van het ontijdig afsterven van de bovenste bladeren en kafnaalden. Het optreden daarvan kan dan ook tot oogstdepressies aanleiding geven.

SAMENVATTING

In deze Bijdrage tot de Oecologie van de Zomergerst wordt van de *drie groepen van oecologische factoren*, die de ontwikkeling van het gewas beïnvloeden, te weten bodem, klimaat en cultuurfactoren, in het bijzonder de factor *klimaat* aan een nadere beschouwing onderworpen. Getracht wordt, op grond van de bestudering van de invloed der weerfactoren een bijdrage te leveren tot de oplossing van het probleem, waarom er duidelijk aanwijsbare kwaliteits- en opbrengstverschillen bestaan tussen brouwgerst, afkomstig van de zeeklei in het Zuidwesten van Nederland en van die in het Noordoosten. Korthedshalve spreken wij hier ter aanduiding van deze gebieden steeds van *Zeeland* tegenover *Groningen*.

Teneinde een indruk te verkrijgen omtrent de meningen van vroegere auteurs over de invloed van het weer op ontwikkeling en opbrengst van het genoemde gewas, werd een LITERATUURONDERZOEK verricht, waarbij verscheidene met het onderwerp in verband staande publicaties in het kort en enkele der meest belangrijke iets uitvoeriger werden besproken (Deel I).

Door combinatie der gevonden gegevens gelukte het een beeld van de „ideale” weersomstandigheden voor de brouwgerstteelt in onze luchtstreek te ontwerpen. Duidelijk kwam naar voren, dat de aan het weer te stellen eisen uiteenlopen, naarmate men het oog heeft op een voorspoedige *vegetatieve ontwikkeling* van het gewas, een hoge *opbrengst*, dan wel een goede *brouwkwaliteit*.

Nadat in het BESCHRIJVEND GEDEELTE (Deel II) van deze verhandeling ter oriëntering een korte *schets van de levenscyclus van het gewas* is gegeven (1), worden de bovengenoemde *kwaliteitsverschillen* uiteengezet aan de hand van gemiddelde kwaliteitsanalyses van gersten uit Zeeland en uit Groningen (2). Deze analyses, die betrekking hebben op verschillende jaren, betreffen zowel handelspartijen als z.g. „boerenschone” partijen. Bij beide bleek, dat op vrijwel alle punten de Groningse gerst in het nadeel is: vergeleken met de Zeeuwse heeft zij een hoger eiwitgehalte, een lichtere, kleinere en minder gelijkmatige korrel en meer afval; alle eigen-

schappen, die haar voor de brouwerij minder aantrekkelijk maken.

Het onderscheid is echter in de verschillende jaren lang niet even groot; een enkele maal treedt ten aanzien van sommige der genoemde kenmerken zelfs een omkering van de regel op.

Daarnaast blijkt ook ten aanzien van de gemiddelde *opbrengst* per ha Groningen bij Zeeland achter te staan.

In de hoofdstukken 3 en 4 van Deel II wordt getracht, de invloed van verschillende *weerfactoren* op resp. de *opbrengst* en de *brouwkwaliteit* der gerst volgens een *statistische methode* te benaderen. De gevolgde methode maakt gebruik van veeljarige reeksen van opbrengstcijfers resp. reeksen van uitkomsten van kwaliteitsanalyses. Getracht wordt, correlaties te vinden tussen opbrengst resp. kwaliteit enerzijds en weerfactoren in bepaalde perioden anderzijds. Waar voldoende hoge correlatiecoëfficiënten werden gevonden, is getracht een *regressievergelijking* op te stellen ter voorspelling van de grootte van de oogst. De gevonden totale correlatiecoëfficiënten liggen zeer zelden boven 0,6. De hoogste collectieve correlatiecoëfficiënt bedraagt 0,82.

Uit het onderzoek van de *opbrengst* blijkt, dat zowel in Groningen als in Zeeland de gerst in April en begin Mei *droog* en in Mei tevens *koel* weer verlangt en dat hoge temperaturen tijdens het in aar schieten schadelijk zijn. In Zeeland zijn hogere temperaturen dan normaal tijdens de *afrijping* gunstig, voor Groningen werd nog gevonden dat koel weer tijdens de *bloei* wenselijk is. Voorts is veel *neerslag* in de voorafgaande *winter* schadelijk. Ten aanzien van de *kwaliteit*, uitgedrukt in de factoren *fijnheid* van kaf, *kleur* van het kaf en *shot*, werd gevonden, dat *droog* en *zonnig* weer in Juli een gunstige invloed heeft.

In hoofdstuk 5 worden vervolgens de mogelijke *oorzaken* van de gesignaleerde locale opbrengst- en kwaliteitsverschillen geanalyseerd, en wel

- A) ten aanzien van bodem- en cultuurfactoren en
- B) ten aanzien van de klimaatverschillen.

Hierbij is gebleken dat in elk geval de *bodemverschillen* niet verantwoordelijk gesteld kunnen worden voor de verschillen in kwaliteit en opbrengst. Wat de *cultuurfactoren* betreft staat de zaak evenwel enigszins anders. Vooral het feit, dat in Zeeland gemiddeld circa 10 dagen *vroeger gezaaid* kan worden, is van belang gebleken. Verder is de in Zeeland veel verbouwde suikerbiet een uitnemende *voorvrucht*, terwijl de royalere *stikstofbemesting*, die

men in Groningen met het oog op de stroproductie veelal toepast, de kwaliteit van de gerst als brouwgerst niet ten goede zal komen. Tenslotte is van groot belang, dat in Groningen, naast betrekkelijk weinig zomergerst, overwegend *wintergerst* verbouwd wordt, hetgeen in Zeeland verboden is. Wintergerst biedt namelijk een gunstige gelegenheid tot overwinteren voor ziekten als *meeldauw* en *roest*, tengevolge waarvan deze ziekten, die de kwaliteit ongunstig beïnvloeden, in Groningen veel frequenter zijn.

Geen der genoemde factoren is *op zichzelf voldoende* ter verklaring van de optredende verschillen. In *combinatie* zullen zij deze althans voor een aanzienlijk gedeelte kunnen verklaren.

Bij de beoordeling der *klimaatverschillen* tussen Zeeland en Groningen dient men rekening te houden met het boven reeds vermelde *verschil in zaaidatum* van ongeveer één decade tussen Zeeland en Groningen, tengevolge waarvan het gewas in Zeeland in het voorjaar een aanzienlijke voorsprong in ontwikkeling verkrijgt. Dit brengt bovendien met zich mede, dat in Zeeland tijdens de vegetatieve groei een gelijkmatiger temperatuursverloop optreedt, met gemiddeld iets koeler weer in het tijdperk van de bloei en de korrelvulling. Bovendien profiteert het gewas in Zeeland dank zij zijn vroegheid van een droger en zonniger rijpingsperiode dan in Groningen. Over het algemeen blijken dus als gevolg van het feit dat in Zeeland vroeger gezaaid kan worden de weersomstandigheden hier iets gunstiger te zijn voor de ontwikkeling van het gewas dan tijdens de *overeenkomstige phaenologische stadia* in Groningen.

Het vroegere zaaien in Zeeland wordt mogelijk gemaakt door hogere *luchttemperaturen* in het voorjaar (Maart—half April), waardoor ook de bodemtemperaturen waarschijnlijk eerder de voor kieming noodzakelijke hoogte bereiken.

Daar bij onze waarnemingen als indicatie voor de ontwikkeling van het gewas steeds gebruik gemaakt is van bepalingen van de *groene-bladlengte* wordt in het EXPERIMENTEEL GEDEELTE (Deel III) in de eerste plaats nagegaan in hoeverre deze bladlengte een betrouwbare maat is voor de bepaling van het assimilerend *blad-oppervlak* (1 A). Gevonden werd, dat gemiddeld over grotere aantallen bladeren een behoorlijke schatting van het oppervlak uit uitsluitend lengtemetingen mogelijk is.

In 1 B wordt vervolgens nagegaan, welk verband er bestaat tussen de totale groene-bladlengte op verschillende tijdstippen en

enkele oogstanalytische kenmerken, namelijk: aantal pakjes per aar, aarlengte, gewicht en aantal der geoogste korrels per aar. De correlaties blijken het grootst te zijn in de periode van de maximale groene-bladlengte; zij zijn dan van de orde van 0,6 à 0,7. Het korrelgewicht blijft ook in de vergelingsperiode nog vrij nauw gecorreleerd met de groene-bladlengte.

Een afzonderlijk hoofdstuk (2) is in dit deel gewijd aan de resultaten van het *proefveldonderzoek* te De Bilt, waar gedurende een vijftal jaren het verband tussen de ontwikkeling van het gewas en verschillende meteorologische factoren is nagegaan.

Gevonden werd (2 A), dat de *snelheid* van de *lengtegroei* (van de jongste bladeren) voornamelijk gereguleerd wordt door de temperatuur. In het bijzonder blijkt de dagelijkse *maximumtemperatuur* zeer hoog gecorreleerd met de dagelijkse lengtegroei dezer bladeren. De correlatiecoëfficiënt bedraagt hier ongeveer 0,8 (beide grootheden op basis van voortschrijdende 5-daagse gemiddelden en na het aanbrengen van bepaalde correcties).

De invloed van de factoren *temperatuur* en *licht* afzonderlijk is onderzocht aan de hand van *uurlijkse* bladgroeimetingen volgens een fotografische methode (2 B), waarbij gebleken is, dat de dagelijkse groeikromme de dagelijkse temperatuurcurve nauwkeurig volgt (mogelijk met een phaseverschil van 1 à 2 uur), zodat de lengtegroei vooral in de *middaguren* sterk is. De groeisnelheid gedurende de nacht is afhankelijk van de nachtelijke temperatuur en wordt ongeveer tot nul gereduceerd wanneer deze laatste beneden 5°C daalt.

Afschermen van het daglicht bij behoud van het normale dagelijkse temperatuurverloop veroorzaakt (na een aanvankelijke geringe versnelling) een aanzienlijke *vertraging van de groei*, die zich echter pas na een aantal uren manifesteert.

Naast het proefveldonderzoek bleek van groot belang voor de oplossing van ons probleem het *vergelijkend oecologisch onderzoek* door middel van metingen van de groene-bladlengte op *praktijkpercelen* in verschillende delen van ons land (3 A). Hierbij is het tijdsverschil tussen de overeenkomstige phaenologische stadia in Zeeland en in Groningen voor het eerst nauwkeurig vastgelegd. Gebleken is, dat dit verschil voor de periode van snelste vegetatieve ontwikkeling gemiddeld 13 dagen bedraagt, voor de periode van maximale groene-bladlengte gemiddeld 10 dagen en voor de periode van 50% vergeling gemiddeld 7 dagen. De *vegetatieve phase duurt*

in Zeeland dus wat langer dan in Groningen. Limburg is phaenologisch nog vroeger dan Zeeland; het verschil bedroeg in 1951 ca 6 dagen. De phaenologische faseverschillen tussen de verschillende gebieden blijken door de jaren heen vrij constant te zijn.

Phaenologische verschillen *tussen de verschillende jaren* blijken nauwkeurig overeen te komen met die, welke voor bepaalde andere gewassen werden gevonden.

De *maximale* groene-bladlengte blijkt steeds voor Zeeland groter te zijn dan voor Groningen. De verschillen variëren voor de verschillende jaren tussen 5 en 18%.

Het onderscheid tussen de verschillende jaren ten aanzien van de maximale bladontwikkeling blijkt echter niet in overeenstemming te zijn met de verschillen in *opbrengst*. Een veel *betere* overeenstemming blijkt te bestaan tussen de opbrengsten in verschillende jaren en gebieden en het door integratie verkregen oppervlak van de bladlengtecurve: $\int Ldt$. De verhouding tussen de opbrengst en de grootte van dit oppervlak blijkt vooral in Zeeland in de verschillende jaren bevredigend constant; voor Groningen zijn de afwijkingen groter, doch deze zijn plausibel te verklaren uit de weersomstandigheden (in het bijzonder de neerslag) in de periode van rijping en oogst.

Hoewel *Limburg* phaenologisch vroeger is dan Zeeland, zijn de resultaten ten aanzien van de ontwikkeling van het gewas, opbrengst en kwaliteit van de oogst niet in overeenstemming met deze gunstige voorwaarde. De grote verschillen in bodem en in cultuurmethoden doen hier de gunstige invloed van de klimaatfactor waarschijnlijk te niet.

De methode van de *constante temperatuursommen* levert geen voldoende quantitative verklaring voor de gevonden phaenologische faseverschillen.

Ontwikkelingsverschillen *binnen* de afzonderlijke gebieden worden in hoofdzaak bepaald door de *zaaidatum*. In verband met de boven geconstateerde samenhang tussen opbrengstgrootte en oppervlakte van de curve der totale groene-bladlengte treedt het voordeel van vroeg zaaien aan de dag.

Enkele in 3 B beschreven oudere vergelijkende metingen van de bladgroei in *Zeeland* en in de *Wieringermeer* bevestigen het in hoofdstuk 2 geconstateerde nauwe verband tussen lengtegroei der bladeren en *temperatuur*.

Bij het veldonderzoek is duidelijk naar voren gekomen, dat

ziekten in het gewas (in het bijzonder *meeldauw* en *roest*) een belangrijke factor vormen bij de verklaring der kwaliteits- en opbrengstverschillen. In hoofdstuk 4 A wordt een proef beschreven, waarbij zomergerst, die blootgesteld was aan voortdurende natuurlijke infectie met deze ziekten vanuit wintergerst, behandeld werd met bestrijdingsmiddelen tegen roest. Vooral het zinkcarbamaat Dithane Z 78 bleek een zeer werkzaam bestrijdingsmiddel tegen deze ziekte. Opbrengst en kwaliteit bleken zowel in Zeeland als in Groningen door toepassing van bestrijdingsmiddelen tegen roest aanzienlijk verbeterd te kunnen worden. Daar onder normale omstandigheden roest in Zeeland in veel mindere mate optreedt dan in Groningen, is door deze proefneming bevestigd, dat deze factor wel degelijk bij de verklaring der onderhavige verschillen in aanmerking dient te worden genomen.

Verskillende klimatologische omstandigheden leveren een verklaring voor het feit, dat in het proefjaar 1951 de kwaliteit van de gerst in het Noorden des lands aanmerkelijk beter was dan normaal.

Tenslotte werd (hoofdst. 4 B), ter contrôle van de invloed, die de roestaantasting middels de hierdoor veroorzaakte vermindering van het assimilerend bladoppervlak uitoefent op de opbrengst, nagegaan, welke invloed deze opbrengst ondergaat als gevolg van het *kunstmatig* verminderen van het assimilerend oppervlak door verwijdering van de kafnaalden resp. het bovenste tweetal bladeren.

Hierbij blijkt het verwijderen van de kafnaalden alléén een opbrengstvermindering van ca 10% te veroorzaken, de verwijdering van de kafnaalden *plus* de bovenste bladeren een vermindering van ca. 20%.

Bij *volledige roestaantasting* der bovenste bladeren moet men dus eveneens met een opbrengstdepressie van ca 10% rekening houden.

Ten aanzien van het *probleem, waarvan wij zijn uitgegaan*, namelijk de verklaring van de verschillen in opbrengst en kwaliteit tussen Zeeland en Groningen, komen wij tenslotte tot de volgende CONCLUSIES:

De gesignaleerde verschillen worden waarschijnlijk veroorzaakt door samenwerking van een *complex van oorzaken*. Deze liggen gedeeltelijk op het terrein van de *cultuurfactoren*, gedeeltelijk op dat van de *klimaatfactoren*.

Als *zuivere cultuurfactor* is van belang het verschil in *voorvrucht* (Zeeland: veelal suikerbieten (gunstig), Groningen: veelal

andere graangewassen (minder gunstig)). Ook de verschillen in *hoeveelheid zaaizaad* per ha zijn waarschijnlijk van belang.

Voorts het verschil in *stikstofbemesting*: deze is in Groningen gemiddeld iets zwaarder dan in Zeeland, waardoor speciaal de *brouwkwiteit* ongunstig wordt beïnvloed.

In verband met het *klimaat* staat in de eerste plaats het *verschil in zaaidatum*. De *hogere luchttemperatuur* in Zeeland in de maanden Maart en April veroorzaakt waarschijnlijk hogere *bodemtemperaturen*, waardoor de kieming eerder kan plaats hebben en het gewas in Zeeland een *voorsprong* verkrijgt in zijn eerste vegetatieve ontwikkeling.

Hierdoor heeft de *hele* ontwikkeling in Zeeland onder wat gunstige klimatologische omstandigheden plaats (gelijkmatiger oplopen van de temperatuurcurve, daardoor koeler tijdens de uitstoelingsperiode, ook koeler tijdens de korrelvulling).

Bovendien rijpt het gewas in Zeeland onder gunstiger omstandigheden af (zonniger, droger en warmer).

Uit het feit, dat de achterstand in ontwikkeling in Groningen bij het begin van de groeiperiode groter is dan in het eindstadium, blijkt dat de ontwikkeling in Zeeland *langzamer* en *gelijkmatiger* verloopt. De groeicurve van het groene-bladoppervlak verkrijgt hierdoor een vlakkere gedaante en mede ten gevolge daarvan een *groter oppervlak* (product van totale groene-bladlengte en tijd) waardoor de *assimilatiecapaciteit* hier groter is: dit heeft een gunstige invloed op de productie, d.w.z. op de grootte van de oogst.

Een *zeer belangrijke nevenfactor* is het frequenter voorkomen van ziekten (speciaal *roest* en *meeldauw*) in Groningen, voornamelijk ten gevolge van de daar veelvuldig uitgeoefende verbouw van wintergerst, doch waarschijnlijk ook begunstigd door de klimaatsomstandigheden (vochtig en „broeierig” weer tijdens de korrelvulling en rijping).

In verband met deze aanvankelijke resultaten vermelden wij hieronder ten slotte enkele punten, waarop het onderzoek naar onze mening zou dienen te worden *voortgezet* en eventueel *uitgebreid*:

1. In verband met de vermoedelijk grote betekenis van de *gedaante van de curve* van de totale groene-bladlengte voor de opbrengst, dient deze gedaante nog nauwkeuriger te worden vastgelegd, waarvoor de vergelijkende bladlengtemetingen nog frequenter

dienen te worden uitgevoerd, in het bijzonder ook bij het *begin* en het *einde* van de groene-bladontwikkeling.

2. Hierbij aanknopende dient het verband tussen groene-blad-oppervlakte en *productie* nader te worden gezien.
3. Metingen van het verband tussen de *kieming* en de *temperatuur van de grond in het voorjaar* moeten worden uitgevoerd.
4. De invloed van de *zaaidatum* moet worden nagegaan.
5. Eveneens dient de invloed van het *bodemtype* te worden nagegaan.
6. De invloed van de verschillende componenten van het *stralings-spectrum* op de verschillende ontwikkelingsfasen dient te worden geanalyseerd.
7. Omtrent de invloed van *roest* en *meeldauw* moeten verdere onderzoeken worden uitgevoerd, waarbij in het bijzonder gelet moet worden op *bestrijdingsmogelijkheden* en *resistentie* van verschillende rassen.
8. Het is wenselijk, het onderzoek niet uitsluitend te beperken tot *Nederlands* grondgebied, doch met name na te gaan, op welke wijze in meer *noordelijk gelegen landen* (Denemarken) de klimaatfactoren op de brouwgerstteelt inwerken.

SUMMARY

Among the whole of the ecological factors affecting plant life we can discern three main-groups: *Soil*, *Climate* and *Human activity*.

In this "Contribution to the Ecology of Spring Barleys" it is more especially the second of these factors which has been treated in detail. An attempt has been made to explain the considerable differences in yield and quality of malting barleys grown in the south-western part of Holland (in the province of *Zealand*) from those grown in the north-eastern part (in the provinces of *Groningen* and *Friesland*) by means of a study of the weather conditions, since soil conditions and farming methods in the three provinces are similar.

The first step in the study consisted of a *survey of the literature* dealing with the influence of weather and climate upon the growth and yield of barley. In this survey (Part I) a number of publications on the subject are dealt with briefly, while some of the more important ones (GREGORY (15) and RUSSEL and BISHOP (32)) are considered in detail.

By combining the findings in the different papers it has been possible to picture the ideal weather conditions for the growth of spring barleys in our latitudes. The most favourable conditions for *vegetative yield*, for *yield* and for *malting-quality* appear to be different.

In the *Descriptive Part* (Part II) Chapter 1 gives a short *curriculum vitae* of the barley plant on a phenological basis. In Chapter 2 the differences which exist in *malting quality* are explained by means of analyses of the quality of mixed lots of barley (Table 3) and of unscreened lots direct from the farms (Table 4).

A marked difference has been shown in the average *yield* as well as in the *quality* (expressed in terms of thousand corn weight, grading, protein-content and percentage of waste) between barley from *Zealand* and barley from *Groningen*, the latter being usually inferior in all respects.

The degree of inferiority differs however from year to year and is even reversed occasionally.

Chapter 3 and 4 give the results of a series of *statistical* investigations into the influence of some *weather factors* on *yield* (Chapter 3) and on *malting-quality* (Chapter 4) of barley.

For these investigations use has been made of a series of yield- and quality-data obtained over a long range of years; the method employed has been to compute a series of correlation coefficients between these data and the corresponding weather data arranged in fixed periods (periods of 10 days, 20 days and months, cf. fig. 4). The correlation coefficients which were found seldom exceeded a value of 0,6. The highest multiple correlation coefficient found was 0.82 (cf. Tables 5, 6 and 7). From the data showing sufficiently high correlation coefficients, *regression equations* were computed for forecasting yield (cf. fig. 5).

From these investigations it was shown that, for *high yield*, spring barley needs: (a) a low rainfall in April and in the first part of May, (b) cool weather in May and in the period of ear emergence and of flowering (Groningen), (c) dry and warm weather during ripening of the grain (Zealand) and (d) not too much rain in the preceeding winter. For good *quality* dry sunny weather in July is needed.

In Chapter 5 an analysis is made of the ecological factors which may be the cause of the differences in yield and quality of barley grown in Zealand and Groningen. These factors have been divided into two groups:

- A.) those concerned with *soil* and *farming-methods* and
- B.) those concerned with *climate*.

As regards A) it may be said that *soil-conditions* are not likely to be the cause of the differences found. The chief difference in farming methods to which attention must be drawn, is that the *sowing-date* in Zealand averages 10 days earlier than that in Groningen, and the importance of this is discussed later. The *preceeding crop* is also important and it should be noted that sugar beet, which is grown more frequently in Zealand than in Groningen is an excellent crop to precede spring barley. In respect of *manuring* it must be noticed that nitrogenous manuring is usually more abundant in the Groningen region (because of the value of the resultant straw to the strawboard industry). This is likely to cause a higher nitrogen content in the grain. Finally it is of considerable importance that a good deal of *winter barley* is grown in Groningen,

while none is grown in Zealand (as it is prohibited by law) because winter barley is an excellent host plant for diseases such as mildew and rust.

None of these factors alone is sufficient to explain fully the differences mentioned above, but it is considered possible that *in combination* they will account for a considerable part of these differences.

In comparing the *climatological* factors in Zealand and in Groningen it must be remembered, that phenologically Zealand is about ten days earlier than Groningen. So in order to get an exact picture we must compare the weather-conditions for each ten-day-period in Zealand with those of the *following* ten-day-period in Groningen. Vegetative growth in Zealand is favoured by a more regular temperature curve and somewhat cooler weather during flowering and the growth of the grain. Therefore, since ripening also begins about ten days earlier in Zealand when the weather conditions are better (drier and warmer) than ten days later, the conditions are more favourable in Zealand than in Groningen. The earlier sowing in Zealand is made possible by the much *higher temperatures in spring* (March and the first half of April, cf. Table 10).

Part III. *Experimental Part.* As an indication of the rates of development of the crop, we frequently used determinations of the length of the green leaves. In the first place it was necessary to investigate to what extent the length of the leaves is a reliable measure of the *assimilating area*. (1A). The result showed that from the average of a large number of leaves it is possible to form a trustworthy estimate of the area from measurements of length only. Our results are in good agreement with those of LAL and SUBHA RAO (25).

In Chapter 1B a number of correlation coefficients is computed between the *length of leaves* measured at the stated intervals, and some *indices of the yield*: the number of fertile nodes per ear, length of ear, weight of corns and number of corns per ear (fig. 11). The correlations found do not exceed a value of 0.7; the highest correlation coefficients found were between the indices of the yield and the length of the green leaves when this was *maximal*. Between the total length of the green leaves and the *weight of the corns* a fairly high correlation coefficient remains during the ripening period.

In Chapter 2 are given the results of the investigations on the *trial field* at De Bilt, where the connections between vegetative development of the barley plant and a number of weather factors were traced. It was found that the *velocity of growth* (in young leaves) is governed mainly by temperature. In particular the *daily maximum temperature* is closely correlated with the *daily increase in length*. The deviations of both quantities from their overlapping 5-day-means (after introducing specific corrections) show a correlation coefficient of about 0.8 (fig. 14).

The separate influences of *temperature* and *light* upon the growth of leaves have been investigated by means of hourly measurements of growth made by a photographic method (fig. 15a) and it has been demonstrated that the curve of hourly growth runs exactly parallel to that of temperature, probably with a lag of 1 or 2 hours: so that growth takes place mainly in the afternoon (fig. 16, 17).

Reduction of daylight (by screening) was found to cause a considerably decreased rate of growth, chiefly after some hours (fig. 18).

Comparative ecological investigations also proved of great value. These were made by finding the sum of the length of all the green leaves on the main stem of average plants in barley fields in different parts of the country at about the same date. (Chapter 3A). From these measurements it was possible to determine the ecological *time-lag* between barley crops at Groningen and Zealand. This difference varied from 13 days at the period of maximal vegetative development to 7 days at the period of ripening (when 50% of the leaves were yellow). The lag was found to be fairly constant for different years. The differences which were found *between different years* were in agreement with those found for quite different phenological phenomena, for instance the unfolding of the leaves of *Aesculus hippocastanum*. The average maximal leaf length (L) was always found to be higher for Zealand than for Groningen in accordance with the difference in yield. Variations of L for different years did not however run parallel with variations in yield and a much better relation was shown to exist between the *average yield* (G) and the *area* ($\int Ldt$) of the curve of average total length of the green leaves. The values of $G/\int Ldt$ for different years (see page 95) are fairly constant, more particularly for Zealand. For Groningen the deviations are more noticeable, but these could

be explained satisfactorily by taking into account the weather conditions during ripening and harvesting.

In 1951 the investigations were extended to include the province of *Limburg* also. Limburg is phenologically still earlier than Zeeland (about 6 days, fig. 21a) but vegetative growth, yield and quality of the crop are much worse even than in Groningen. This is presumably due to soil and to farming conditions.

The method of *equal sums of temperature* (fig. 21b) fails to give a satisfactory quantitative explanation of the observed phenological timelag.

Phenological differences *within* the areas studied appears to be due chiefly to the sowingdate.

Since it has been demonstrated that high yield is closely related to a high value for $\int Ldt$ and that the form of the curve of L against t depends upon the sowing date (arrears in development being gradually made up) it is clear that *early sowing favours high yield*; according to the literature it also favours *quality* (9, 18).

Some earlier experiments described in Chapter 3B afford confirmation of the close connection between the rate of growth of leaves and the temperature.

During the field investigations it became evident that the degree of attack by plant diseases, chiefly *mildew* and *rust*, was an important cause of differences in barley growth between Zeeland and Groningen. In Chapter 4 A an experiment is described in which spring barley, continuously infected from adjacent winter barley, was treated with sprays against *rust*. Of these, zinc carbamate, Dithane Z 78, proved to be especially good against rust, and yields, both in Groningen and Zeeland, could obviously be improved in this way. These experiments confirmed that rust is a factor which will explain an important part of the differences found in yield.

The good quality, relative to other years, of spring barley grown in Groningen in 1951, could be sufficiently explained from an analysis of the meteorological conditions.

Finally in Chapter 4 B are given the results of an experiment on the *artificial reduction of the assimilating area* (a) by cutting off the awns and (b) by cutting off the awns and the two uppermost leaves. It was found that (a) gave a decrease of yield of 10% and (b) a decrease of 20%. From this it was concluded that the complete

inactivation of the upper leaves of the plant by rust would give a reduction of yield of about 10%.

Summing up on the main problem — how to explain the difference in yield of barley from the provinces of Zealand and Groningen — the following CONCLUSIONS were reached:

The differences are due to the interaction of a *complex set of causes*, partly (a) due to farming methods and partly (b) due to climatic factors.

Under (a) the influence of the previous crop is important. In Zealand barley is often grown after sugar beet, which is favourable; while in Groningen the previous crop is usually cereals (which is less favourable).

Differences in manuring are also important: in Groningen nitrogen manuring is usually more abundant than in Zealand, with an unfavourable influence on malting-quality.

The *climatic* factors (b) have to be considered in relation to the sowing date. The higher air temperature in Zealand in March results in higher soil temperature and so in accelerated germination and vegetative development. In consequence the whole development of barleys in Zealand takes place in rather more favourable weather, with less violent extremes; so that, besides the warmer early stages, it is rather cooler during tillering and the development of the grain; in addition it is usually drier and warmer in Zealand during the ripening of the grain.

From the fact that the phenological lag of the Groningen barleys behind those of Zealand gradually decreases during the growing season, it may be concluded that the Zealand barleys have more time available for vegetative development. It was found that the *area* of the curve of the total length of the green leaves (which is highly correlated with the total assimilating *area*) against time is larger, which means that the total capability of assimilation (the product of green leaf area and time) is larger. This affects growth and particularly yield.

The grain *quality* tends to be lower in Groningen because of the higher incidence of *fungal diseases*, particularly *rust* and *mildew*. This is principally due to the growing of winter barley, but possibly in part also because of the moister and more sultry weather in Groningen during the filling and ripening of the grain.

RESUME

La présente contribution à l'écologie de l'orge de printemps approfondit quelque peu l'étude de 3 groupes de facteurs écologiques, ayant une influence sur le développement de la plante, à savoir le sol, le climat et les facteurs culturaux; le *facteur climat*, en particulier, est étudié d'une façon plus poussée. On tente, en se basant sur l'étude de l'influence des circonstances climatiques, d'approcher la solution du problème posé par le fait qu'il existe des différences appréciables de qualité et de rendement entre les orges de brasserie provenant, d'une part, de l'argile maritime du Sud-Ouest des Pays-Bas, et d'autre part, du Nord-Est du pays. Pour des raisons de concision, ces régions seront désignées, tout au long de l'exposé, par les termes de *Zélande* et de *Groningue*.

Afin d'obtenir une vue d'ensemble des opinions professées par les anciens auteurs quant à l'influence du temps sur le développement et le rendement de la culture en cause, la *littérature existante* fut passée en revue; diverses publications se rapportant au sujet furent brièvement commentées, quelques-unes des plus importantes (15, 32) étant discutées un peu plus longuement (1ère partie).

Par la compilation des données trouvées, il fut possible de se faire une image des circonstances climatiques „idéales” pour la culture de l'orge de brasserie dans nos régions. Il apparut immédiatement que les exigences météorologiques seront divergentes suivant que l'on envisagera un *développement végétatif* vigoureux, un *rendement* élevé, ou de bonnes *qualités brassicoles*.

Afin de mieux situer le problème, la *partie descriptive* (2ème partie) de la monographie commence par donner un *court aperçu du cycle vital de la plante* (1), après quoi les *différences de qualité* susdites sont exposées à la lumière des résultats analytiques moyens pour les orges de Zélande et de Groningue. (2) Ces analyses (voir tables 3 et 4), qui s'étendent sur plusieurs années, se rapportent tant à des lots commerciaux qu'à des lots simplement triés au battage. Dans les deux cas, l'on constata que l'orge de Groningue se trouvait défavorisée pour ainsi dire à tous points de vue: comparée à l'orge zélandaise, elle accuse une teneur en protéine plus élevée, un grain

plus petit, plus léger et moins régulier, ainsi qu'une proportion plus forte de déchet, toutes caractéristiques qui la rendent moins intéressante pour la brasserie.

La différence n'est toutefois pas constante au cours des diverses années; une seule fois, on assiste même à une inversion de la règle en ce qui concerne certains des caractères cités.

Enfin, la Groningue semble également défavorisée par rapport à la Zélande en ce qui concerne le *rendement* moyen par hectare.

Les chapitres 3 et 4 de la 2ème partie tentent d'exprimer l'influence des divers *facteurs climatiques*, respectivement sur le *rendement* et sur la *qualité brassicole*, en faisant intervenir une *méthode statistique*. La méthode suivie s'appuie sur les résultats de plusieurs années, disposés en séries de chiffres de rendement et de résultats d'analyse ayant trait à la qualité. On essaye tout d'abord de trouver une corrélation entre rendement ou qualité d'une part, et facteurs climatiques au cours de périodes déterminées d'autre part (voir fig. 4). Toutes les fois où des coefficients de corrélation suffisamment élevés furent trouvés, on tenta d'établir une *équation de régression*, afin de pouvoir prédire l'abondance de la récolte (voir fig. 5). Les coefficients de corrélation totaux trouvés dépassent très rarement 0.6. Le coefficient de corrélation collectif le plus élevé est de 0.82 (voir tables 5, 6 et 7).

Il résulte de l'étude des *rendements* que, tant en Groningue qu'en Zélande, l'orge demande du temps sec en avril et mai, en même temps que *frais* pour ce dernier mois; les températures élevées en cours d'épiaison sont préjudiciables. En Zélande, des températures plus élevées que la normale sont favorables en cours de maturation, tandis qu'en Groningue, un temps frais reste souhaitable pour la *floraison*. En outre, des *précipitations* abondantes pendant l'hiver précédent s'avèrent nuisibles.

En ce qui concerne la qualité, exprimée par les facteurs *finesse* des enveloppes, *couleur* et *germination*, on a constaté qu'un temps *sec* et *ensoleillé* en juillet exerçait une influence favorable.

Le chapitre 5 analyse ensuite les *causes* possibles des différences de rendement et de qualité signalées localement, et cela

- A) par rapport aux *facteurs cultureux* et au *sol*, et
- B) par rapport aux *différences climatologiques*.

Ce faisant, il est apparu qu'en aucun cas les différences *pédologiques* ne peuvent être tenues pour responsables des différences de

qualité et de rendement. En ce qui concerne les *facteurs culturaux*, il n'en va pas de même. Le fait qu'en Zélande, on effectue les *semis* environ 10 jours *plus tôt* en moyenne, a surtout son importance. D'autre part, la betterave sucrière, très généralement cultivée en Zélande, constitue un excellent *antécédent cultural*, tandis que la *fumure azotée* plus généreuse, fréquemment appliquée en Groningue en vue de la production de paille, n'est pas favorable à la *qualité brassicole* de l'orge. Ce qui est enfin très important, c'est qu'en Groningue, on cultive relativement peu d'orge de printemps, pour une majorité d'*escourgeon*, plante dont la culture est par contre interdite en Zélande. L'escourgeon permet en effet aux maladies cryptogamiques, telles que la rouille et le mildiou, d'hiverner dans de bonnes conditions; il en résulte que ces maladies, dont l'effet sur la qualité est néfaste, sont beaucoup plus fréquentes en Groningue.

Aucun des facteurs cités ne suffit à expliquer *seul* les différences constatées. Leur *combinaison*, par contre, peut en être tenue responsable pour une bonne part.

En analysant les *différences climatologiques* entre la Zélande et la Groningue, il faudra tenir compte de la *différence de date des semailles* déjà signalée, — différence d'une décade environ entre la Zélande et la Groningue, — grâce à laquelle la végétation présente en Zélande une avance considérable dans son développement printannier. Il en résulte d'autre part que la période végétative bénéficie en Zélande d'une température plus uniforme, tandis que les époques de floraison et de formation du grain y jouissent en moyenne d'un temps légèrement plus frais. En outre, les cultures zélandaises profitent, grâce à leur précocité, d'une période de maturation plus ensoleillée et plus chaude qu'en Groningue. D'une façon générale, il apparaît donc que la possibilité de semer plus tôt en Zélande entraîne des circonstances climatologiques plus favorables au développement de la plante qu'au cours des *stades phénologiques correspondants* en Groningue.

Les semailles plus précoces en Zélande y sont rendues possibles grâce aux *températures plus élevées de l'air au printemps* (mars — mi-avril, voir table 10), suite auxquelles la température du sol atteint vraisemblablement aussi plus tôt le minimum nécessaire à la germination.

Comme l'état de développement de la plante s'apprécie toujours ici par les mesures de *longueur de feuillage vert*, la *partie expérimen-*

tale (3ème partie) commence par vérifier jusqu'à quel point cette longueur des feuilles constitue une mesure convenable de la *surface foliaire* assimilatrice. (1 A) On a pu constater que, pour des moyennes portant sur un grand nombre de feuilles, une bonne évaluation de la surface est possible à l'aide des mesures de longueur seules.

En 1 B, l'on rend alors compte des recherches en vue de déterminer quels sont les rapports existant entre la longueur totale du feuillage vert à différentes époques et un certain nombre de caractéristiques de la récolte, à savoir: nombre d'épillets par épi, longueur de l'épi, poids et nombre de grains récoltés par épi. Les corrélations se montrent les plus élevées pour la période de longueur maximum du feuillage vert; elles sont dans ce cas de l'ordre de 0.6 à 0.7. Le *poids* du grain continue à rester en assez bonne corrélation avec la longueur de feuillage vert même en période de jaunissement.

Un chapitre séparé (2) de cette partie traite des résultats des essais sur *parcelles expérimentales* à De Bilt, où l'on a suivi pendant cinq ans les rapports entre le développement des plantes et divers facteurs météorologiques.

On y a constaté (2 A) que la *rapidité* de la *croissance en longueur* (des plus jeunes feuilles) dépend en ordre principal de la température. Le *maximum journalier* de la température semble surtout en corrélation étroite avec la croissance journalière de ces feuilles. Le coefficient de corrélation est ici de 0.8. (Les deux mesures étant basées sur des moyennes de 5 jours, et après certaines corrections) (voir fig. 14).

L'influence des facteurs *température* et *lumière* fut étudiée séparément, en fonction de la croissance foliaire *horaire*, à l'aide d'une méthode photographique (2 B) (fig. 15a), ce qui permet de constater que la courbe de la croissance journalière suit étroitement celle de la température (avec éventuellement un déphasage de 1 à 2 heures). L'allongement est donc particulièrement important vers le *milieu du jour* (fig. 16, 17). La croissance *nocturne* dépend de la température au cours de la nuit, et devient pratiquement nulle lorsque cette température descend en-dessous de 5° C.

La *suppression de la lumière*, en laissant la plante soumise à la variation journalière normale de température, entraîne un *ralentissement considérable de la croissance*, qui ne se manifeste toutefois qu'après plusieurs heures (voir fig. 18).

Outre les essais à l'échelle expérimentale, une *étude écologique*

comparative, basée sur des mesures de longueur de feuillage vert effectuées sur des parcelles *de la pratique*, en divers endroits du pays, présentait un très gros intérêt pour la solution du problème qui nous occupe. (3 A) C'est à cette occasion que la *différence temporelle* entre stades phénologiques identiques en Zélande et en Groningue fut pour la première fois fixée avec précision. Il est apparu que cette différence comportait en moyenne 13 jours pour le moment du développement végétatif le plus intense, 10 jours pour la période de longueur maximum du feuillage vert, et 7 jours pour l'époque d'un jaunissement de 50 %. *La phase végétative dure donc un peu plus longtemps en Zélande qu'en Groningue.*

Du point de vue phénologique, le Limbourg est encore plus précoce que la Zélande: la différence enregistrée fut de 6 jours en 1951. Le déphasage phénologique entre les diverses régions semble être pratiquement constant au cours des diverses années.

Les différences phénologiques *d'une année à l'autre* correspondent étroitement avec celles trouvées pour d'autres cultures.

La longueur *maximum* de feuillage vert s'avère toujours supérieure en Zélande, par rapport à la Groningue. La différence varie, suivant les années, de 5 à 18 %.

La distinction *entre* les différentes *années*, en se basant sur le développement foliaire maximum, ne correspond cependant pas aux différences de *rendement*. Une corrélation bien *meilleure* s'observe entre les rendements des différentes régions au cours des années successives et la surface obtenue par intégration de la courbe des longueurs foliaires: $\int Ldt$. Le rapport entre le rendement G et la grandeur de cette surface (voir page 95) est surtout d'une constance satisfaisante au cours des différentes années pour la Zélande; pour la Groningue, les variations sont plus conséquentes, mais peuvent s'expliquer de façon plausible par les circonstances climatiques (principalement les précipitations) aux époques de la maturation et de la récolte.

Quoique le Limbourg soit phénologiquement plus précoce que la Zélande (voir fig. 21a), les résultats, en ce qui concerne le développement de la plante, le rendement et la qualité de la récolte, n'y répondent pas à ces conditions favorables. Les grandes différences pédologiques et culturelles annihilent vraisemblablement l'influence heureuse des facteurs climatiques dans ce cas.

La méthode des *sommes de températures constantes* ne fournit

pas d'explication quantitativement suffisante pour les différences de phases phénologiques trouvées.

Les différences de développement *au sein* des régions considérées dépendent en ordre principal du *moment du semis*. Le fait qu'il y a avantage à *semer tôt* est mis en évidence par le rapport trouvé plus haut entre rendement et surface de la courbe des longueurs foliaires.

Quelques mesures comparatives de croissance foliaire, effectuées antérieurement en Zélande et dans le Wieringermeer, et reprises sous 3 B, confirment le rapport étroit trouvé au chapitre 2 entre la croissance en longueur des feuilles et la température.

Lors des études aux champs, il est clairement apparu que les *maladies* de la plante (le mildiou et la rouille en particulier) représentent un facteur important pour l'explication des différences de rendement et de qualité. Le chapitre 4 A relate une expérience au cours de laquelle de l'orge de printemps, exposée à une infection naturelle et continue par de l'escourgeon porteur de cette maladie, fut traitée à l'aide de produits combattant la *rouille*. Le carbamate de zinc dithane Z 78 en particulier s'avéra un moyen de lutte très efficace contre cette maladie. Tant en Zélande qu'en Groningue, le rendement et la qualité purent être notablement améliorés par l'application de ces produits contre la rouille. Du fait que la rouille sévit normalement dans une mesure bien moindre en Zélande qu'en Groningue, cette expérience confirme le fait que ce facteur doit bel et bien être pris en considération lors de l'explication des différences en cause.

Différentes circonstances climatologiques fournissent une explication du fait, qu'au cours de l'année d'essais 1951, la qualité de l'orge fut notablement supérieure à la moyenne dans le Nord du pays.

Afin de vérifier l'influence que les attaques de rouille exercent sur le rendement, par la diminution de la surface foliaire assimilatrice qu'elles entraînent, on rechercha enfin (Chapitre 4 B) quelles fluctuations ce rendement subit lors de diminutions *artificielles* de la surface foliaire, obtenues par l'enlèvement des barbes ou des deux feuilles supérieures.

On put ainsi constater que l'enlèvement des barbes seules provoque une chute de rendement de 10 % environ, tandis que l'enlèvement *simultané* des barbes et des feuilles supérieures entraîne une diminution de l'ordre de 20 %.

Dans le cas où les feuilles supérieures sont complètement atteintes par la rouille, il faut donc tabler également sur un rendement déficitaire de 10 % environ.

Du point de vue du problème qui a été pris comme point de départ à savoir l'explication des différences de rendement et de qualité entre la Zélande et la Groningue, on peut finalement formuler les *conclusions* suivantes:

Les différences signalées résultent vraisemblablement de l'action combinée d'un *complexe de causes*. Celles-ci sont constituées en partie par des facteurs *cultureaux*, et en partie par des facteurs *climatiques*.

Comme facteur purement cultural important, il y a lieu de noter la différence *d'antécédents cultureaux* (Zélande: généralement betterave sucrière (favorable); Groningue: généralement autres céréales (moins favorables)).

Vient ensuite la *fumure azotée*: celle-ci est en moyenne un peu plus forte en Groningue qu'en Zélande, ce qui influe surtout défavorablement sur la qualité brassicole.

En ce qui concerne les facteurs *climatiques*, il y a lieu de considérer tout d'abord la différence de *date des semis*. La température plus élevée de l'air en Zélande au cours des mois de mars et d'avril entraîne vraisemblablement des températures plus élevées dans le sol, permettant une germination plus précoce, et procurant ainsi aux cultures zélandaises une avance dans leur premier développement végétatif.

Il s'ensuit que le développement tout entier s'effectue en Zélande dans des conditions climatologiques un peu plus favorables (montée plus régulière de la courbe des températures, avec temps plus frais lors du tallage, ainsi que lors de la formation du grain).

Enfin, la plante trouve également en Zélande des conditions plus favorables à sa maturation (temps plus ensoleillé, plus chaud et plus sec).

Du fait que le retard enregistré en Groningue est plus accentué au début qu'à la fin de la période de croissance, on peut conclure que le développement s'effectue plus lentement et plus régulièrement en Zélande. Il en résulte une forme plus aplatie de la courbe de croissance de la surface foliaire verte, et, partant, une plus grande surface intégrée (produit de la longueur totale de feuillage vert et

du temps), traduisant une capacité d'assimilation supérieure: or cette dernière exerce une influence favorable sur la productivité, c.à.d. sur l'abondance de la récolte.

Un facteur accessoire très important est la fréquence plus grande des *maladies* (rouille et mildiou en particulier) en Groningue, résultant surtout de la culture très généralisée d'escourgeon dans cette région, mais favorisée probablement aussi par les circonstances climatiques (temps humide et brumeux au cours de la formation du grain et de la maturation).

ZUSAMMENFASSUNG

In diesem „Beitrag zur Ökologie der Sommergerste“ wird von den drei Gruppen ökologischer Faktoren, welche die Entwicklung der Pflanze beeinflussen, nämlich Boden-, Klima- und Kulturfaktoren, speziell der Faktor Klima einer genaueren Prüfung unterzogen.

Versucht wird, auf Grund eines Studiums vom Einflusz der Wetterfaktoren, einen Beitrag zu liefern zur Lösung der Frage, weshalb solche beträchtliche Ertrags- und Qualitätsunterschiede bestehen zwischen Braugerste aus dem Nordosten (*Groningen*) und dem Südwesten der Niederlande (*Zeeland*), obwohl diese Gebiete hinsichtlich der Beschaffenheit des Bodens kaum Unterschiede aufzuweisen scheinen.

Um bezüglich des Einflusses der Witterung auf Entwicklung, Ernteertrag und Brauqualität der Gerste die Ansichten älterer Autoren kennen zu lernen, wurde ein *Literaturstudium* vorgenommen, worin verschiedene in Beziehung dazu stehende Publikationen kurz — und einige der wichtigsten (15, 32) etwas eingehender besprochen wurden. (Teil I).

Durch Kombination der einschlägigen Daten gelang es ein Bild der „idealen“ Wetterumstände für die Braugerstenzüchtung auf unseren Breiten zu entwerfen. Es zeigte sich dabei deutlich, dass die an das Wetter zu stellenden Anforderungen verschieden sind je nachdem man eine günstige vegetative Entwicklung der Pflanzen, einen hohen Ertrag oder eine gute Brauqualität vor Augen hat.

Im II. Teil (*beschreibender Teil*) geben wir zuerst eine kurze Lebensbeschreibung der Pflanze (1).

Danach werden die obengenannten Qualitätsunterschiede erörtert; wir gebrauchen dabei Qualitätsanalysen von Gersten aus Groningen und Zeeland.

Diese Analysen (Tabelle 3 und 4), beziehen sich auf verschiedene Jahre und auf verschiedenartige Partien, [d.h. sowohl auf Handelspartien als auf Partien, welche nur oberflächlich im landwirtschaftlichen Betrieb gereinigt wurden.

Bei beiden zeigte sich, dass die Gerste aus Groningen in fast jeder Hinsicht im Nachteil ist: sie hat einen höheren Eiweißgehalt,

ein leichteres, kleineres und weniger gleichmässiges Korn und mehr Abfall (zu kleine Körner).

Der Unterschied ist aber nicht in allen Jahren gleich gross; dann und wann findet man bezüglich gewissen Eigenschaften eben eine Umkehrung in den Verhältnissen.

Auch anlässlich des *Ertrages* bleibt Groningen hinter Zeeland zurück.

Im 3. und 4. Abschnitt wird versucht den Einfluss der verschiedenen Wetterfaktoren auf *Ertrag* (Abschnitt 3) und *Qualität* (4) zu verfolgen mittels einer *statistischen* Methode unter Verwendung von vieljährigen Reihen von Ertragsziffern bzw. Qualitätsangaben.

Es wurden Korrelationskoeffizienten berechnet zwischen diesen Reihen und Reihen von Wetterfaktoren in bestimmten Zeitabschnitten (siehe Tabelle 5, 6, 7 und Fig. 4). Der Gesamtkoeffizient übersteigt nur selten den Wert 0.6. Der höchste kollektive Korrelationskoeffizient erreicht den Wert 0.82.

Bei genügend hohen Korrelationskoeffizienten wurden *Regressionsgleichungen* aufgestellt zwecks Vorhersage des Ernteertrags.

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass für einen guten *Ertrag* erwünscht sind: trockenes Wetter in April und anfangs Mai, kühles Wetter im Mai, während der Blühzeit und während der Zeit des Ährenschiebens, trockenes und warmes Wetter während der Abreifung und geringe Niederschläge im vorangehenden Winter.

Zwecks guter *Qualität* ist trockenes und warmes Wetter in Juli erwünscht.

Im 5. Abschnitt wurden die möglichen Ursachen der oben genannten lokalen Ertrags- und Qualitätsunterschiede analysiert und zwar

- im Abschnitt 5A, die *Boden- und Kulturfaktoren*,
- im Abschnitt 5B, die *Klimafaktoren*.

Dabei kam heraus, dass die *Bodenunterschiede* keinesfalls als Ursache der genannten Unterschiede in Betracht kommen.

Anlässlich der Kulturfaktoren darf bemerkt werden, dass die *Aussaat* in Zeeland etwa 10 Tage früher erfolgt als in Groningen, was nicht ohne beträchtliche Folgen in Bezug auf die Vegetationsdauer ist.

Weiter bildet die in Zeeland vielfach angebaute Zuckerrübe

eine ausgezeichnete *Vorfrucht*, während in Groningen die Sommergerste vielfach als Nachfrucht (Notfrucht) nach Wintergetreide gebaut wird, was viel weniger günstig ist.

Dabei fällt die *Stickstoffdüngung* in Groningen meistens etwas ausgiebiger aus, was der Qualität nicht zugute kommt.

Schliesslich ist es sehr wichtig, dass in Groningen neben verhältnismässig wenig Sommergerste sehr viel *Wintergerste* angebaut wird, wodurch Pflanzenkrankheiten wie Mehltau und Rost leicht eine geeignete Überwinterungsmöglichkeit finden.

Der Anbau von Wintergerste ist eben deshalb in Zeeland gesetzlich untersagt.

Der Schaden an der Sommergerste wegen dieser Pflanzenkrankheiten ist in Groningen deshalb viel wesentlicher als in Zeeland.

Die obengenannten Faktoren sind jeder für sich nicht im Stande, die Unterschiede in Ertrag und Qualität zwischen Zeeland und Groningen zu erklären, zusammen genommen bieten sie aber wenigstens eine Möglichkeit zur teilweiser Erklärung.

Bei der Beurteilung der *Klima-Unterschiede* zwischen Zeeland und Groningen ist der obengenannte Rückstand von etwa 10 Tage in der Aussaat von Groningen gegenüber Zeeland in Rechnung zu setzen.

Dadurch gewinnt die Gerste in Zeeland einen beträchtlichen Vorsprung in der vegetativen Entwicklung, wodurch diese Entwicklung in Zeeland unter etwas günstigeren Wetterumständen verläuft (gleichmässigerer Temperaturanstieg, kühler während der Blütezeit und der Kornfüllungsperiode).

Obendrein kommt dadurch die Reifungsperiode auch etwas früher, d.h. unter besseren Wetterumständen (wärmer und trockener).

Im groszen und ganzen scheinen die Klimaverhältnisse von Zeeland also etwas günstiger in Bezug auf die Braugerstenzüchtung als jene von Groningen (gerechnet nach gleichen phänologischen Stadien).

Die frühere Aussaat in Zeeland wird ermöglicht durch *höheren Lufttemperaturen im Frühling* (März bis Mitte April), wodurch auch die Bodentemperaturen wahrscheinlich eher die zur Keimung benötigte Höhe erreichen (siehe Tabelle 10).

Weil bei unseren Beobachtungen als Indikation der Entwicklung des Gewächses immer Längenmessungen an grünen Blättern bzw. Blätterteile vorgenommen worden sind, wird im *experimen-*

tellen Teil (Teil III) zuerst nachgeprüft, inwiefern diese Blattlänge ein zuverlässiges Mass ist für die Bestimmung der *assimilierenden Blattoberfläche*. (Abschnitt 1 A).

Es zeigt sich, dass gerechnet mit Durchschnittswerten von grösseren Blättermengen eine hinlänglich genaue Schätzung der Gesamtoberfläche ausschliesslich mit Hilfe der Längenmessungen möglich ist.

Messungen von LAL und SUBHARAO (25) werden im grossen und ganzen bestätigt.

Im Abschnitt 1 B wird danach verfolgt, welche Beziehungen bestehen zwischen der *Gesamtlänge* der grünen Blätter zu verschiedenen Zeitpunkten und bestimmten Merkmalen der *Ertragsanalyse*, d.h. Anzahl der fruchtbaren Blütchen je Ähre, Ährenlänge, Gewicht und Zahl der geernteten Körner in der Ähre.

Es zeigt sich, dass die Korrelationskoeffizienten am höchsten sind in der Periode in der die Gesamtlänge der grünen Blätter am grössten ist, der Wert 0.7 wird aber nie überstiegen.

Eine ziemlich hohe Korrelation zwischen Korngewicht und grüne Blattlänge bleibt erhalten bis in die Periode der Vergilbung.

In Abschnitt 2 dieses Teiles behandeln wir die Ergebnisse der Untersuchungen auf dem *Versuchsfelde* zu De Bilt, wo während einer Reihe von 5 Jahren der Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Pflanze und verschiedenen Wetterfaktoren verfolgt worden ist.

Es kam dabei heraus (Vgl. Abschnitt 2 A) dass die *Wachstumsgeschwindigkeit* der jungen Blätter hauptsächlich von der Temperatur reguliert wird.

Besonders zeigt sich dass das *Tagesmaximum* sehr hoch korreliert ist mit dem täglichen Längenwachstum.

Wenn beide Grössen auf das fortschreitende Fünftagesmittel bezogen werden, beläuft sich der Korrelationskoeffizient hier (nach Anwendung bestimmter Korrekturen) auf ungefähr 0.8. (Fig. 14).

Der Einfluss der Faktoren *Temperatur* und *Licht* auf das Wachstum wurde verfolgt mittels einer fotografischen Methode (Fig. 15a); es stellte sich dabei heraus, dass die Kurve des stündlichen Wachstums der Temperaturkurve ziemlich genau folgt (obwohl vielleicht mit einem Phasenunterschied von etwa 1 bis 2 Stunden), sodass das Längenwachstum hauptsächlich am Nachmittag stattfindet (Fig. 16, 17).

Die Wachstumsgeschwindigkeit während der Nacht hängt von der nächtlichen Temperatur ab und wird fast auf Null herabgesetzt wenn diese unter 5° herabsinkt.

Abschirmung des Tageslichtes unter Beibehaltung des normalen täglichen Temperaturverlaufs verursacht eine beträchtliche Herabsetzung des Wachstums, welche sich aber nur nach mehreren Stunden bemerkbar macht. (Fig. 18).

Von grösster Wichtigkeit für die Lösung der vorliegenden Aufgabe waren die *vergleichende ökologische Untersuchungen* mittels Messungen der Gesamtlänge von den grünen Blättern des Haupthalmes auf Gersten-Äckern in verschiedenen Teilen des Landes. (Abschnitt 3 A).

Dabei konnte die *Zeitdifferenz* zwischen gleichen phänologischen Stadien in Zeeland und Groningen genau bestimmt worden.

Diese Differenz beträgt für die Perioden der schnellsten vegetativen Entwicklung etwa 13 Tage, für die Periode der maximalen Gesamtlänge der grünen Blätter etwa 10 Tage und für die Periode der 50-Prozentigen Vergilbung etwa 7 Tage.

Es dauert die vegetative Phase in Zeeland deshalb etwas länger als in Groningen!

Die phänologische Zeitdifferenzen sind durch die Jahre hindurch ungefähr konstant. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Jahren entsprechen genau jenen, welche bei anderen Pflanzen beobachtet wurden. (*Aesculus Hippocastanum*, vgl. (23) und (24)).

Das mittlere Maximum der Gesamtlänge der grünen Blätter in Zeeland ist immer um etwa 5 bis 18 % höher als in Groningen, entsprechend dem Ertragsunterschiede.

Die Abweichungen dieser Maximal-Länge in den verschiedenen Jahren aber erweisen sich nicht gleichlaufend mit den Ertragsunterschieden.

Eine viel bessere Übereinstimmung besteht zwischen den Ertrag G in den verschiedenen Jahren und Gebieten einerseits und den durch Integration erworbenen Flächeninhalt $\int Ldt$ der Kurve „L gegen T“ andererseits.

Der Quotient $G/\int Ldt$ ist besonders für Zeeland durch die verschiedenen Jahren hindurch hinlänglich konstant: für Groningen sind die Abweichungen etwas grösser, können aber befriedigend

erklärt werden mit Hilfe der Wetter-Umstände während der Reife und der Erntezeit. (Sehe Seite 95).

Im Jahre 1951 wurden auch Messungen in der Provinz *Limburg* durchgeführt.

Limburg ist hinsichtlich der phänologische Lage immer noch etwa eine Woche früher als Zeeland (Fig. 21a); es stellte sich aber heraus, dass dieses Gebiet trotzdem hinsichtlich vegetativer Entwicklung, Ertrag und Brauqualität der Gerste in vielem ungünstiger war als Groningen. Vermutlich sind Unterschiede in Bodenbeschaffenheit und in den Kulturfaktoren daran schuld.

Die Methode der übereinstimmenden *Temperatursummen* ist nicht imstande, eine genügende quantitative Erklärung der gefundenen Unterschiede zu liefern.

Phänologische Differenzen innerhalb der verglichenen Gebieten werden hauptsächlich verursacht durch Unterschiede im Aussaatdatum.

Da gezeigt wurde, dass ein hoher Ertrag eng verknüpft ist mit einem hohen Wert der Größe $fLdt$, und da die Form der Kurve „L gegen t“ abhängt vom Aussaatdatum, (eben weil der Entwicklungsrückstand allmählich nachgeholt wird), ist es deutlich, dass frühe Saat erwünscht ist in Bezug auf einen höheren Ertrag.

Von anderen Autoren (9, 18) wurde gezeigt dass frühe Saat auch in Bezug auf eine gute Brauqualität erwünscht ist.

Einige ältere Messungen, beschrieben im Abschnitt 3 B, bestätigen die im Abschnitt 2 festgestellte Beziehung zwischen Wachstumsgeschwindigkeit der Blätter und Temperatur.

Es hat sich im Laufe der oben beschriebenen Versuchen deutlich herausgestellt, dass *Pflanzenkrankheiten* (besonders Mehltau und Rost) einen wichtigen Faktor bilden bei der Erklärung der oben erwähnten Qualitätsunterschiede.

Im Abschnitt 4 A wird ein Versuch beschrieben, wobei Sommergerste unter dem fortwährenden natürlichen Einfluss einer Infektion von Pflanzenkrankheiten seitens benachbarter Wintergerste bespritzt wurde mit Mitteln zur Bekämpfung von Rost.

Es zeigte sich dabei vor allem, dass Zinkcarbamate Dithane Z 78 ein sehr wirksames Mittel gegen Rost ist.

Ertrag und Qualität konnten in Zeeland wie in Groningen beträchtlich erhöht werden durch Anwendung dieser Mittel.

Weil unter normalen Umstände Rost in Zeeland weit seltener vorkommt als in Groningen, wurde durch diese Untersuchungen bestätigt, dass Rostschaden ein sehr wichtiger Faktor ist bei der Erklärung der Ertrags- und Qualitätsunterschiede zwischen diesen beiden Gebieten.

Besondere klimatologische Verhältnisse liefern eine Erklärung dafür, dass die Brauqualität der nordniederländischen Gerste im Jahre 1951 weit über normal war.

Schliesslich wird im Abschnitt 4 B ein Experiment beschrieben, wobei der Einfluss einer *absichtlichen Verkleinerung* der assimilierenden Oberfläche auf den Ertrag nachgeprüft wurde. Diese Verkleinerung wurde erhalten durch Abtrennung der Grannen oder der Grannen samt den beiden oberen Blättern. Es stellte sich dabei heraus, dass die Abtrennung der Grannen allein eine Ertragsverringerung um 10 % verursachte; Abtrennung der Grannen samt 2 Blättern verursachte eine Verringerung um 20 %.

Daraus darf geschlossen werden dass eine völlige Zerstörung der oberen Blätter durch Rost ebenfalls eine Ertragsverringerung von etwa 10 % herbeiführen kann.

Hinsichtlich der Frage von der wir ausgegangen sind, nämlich der Erklärung der Qualitäts und Ertragsunterschieden zwischen Zeeland und Groningen dürfen wir folgendes SCHLIESZEN:

Die erwähnten Unterschiede werden wahrscheinlich verursacht durch das Zusammentreffen *verschiedener Faktoren*.

Diese sind teilweise zu den Kulturfaktoren zu rechnen und teilweise durch das Klima bedingt.

Ein reiner *Kulturfaktor* ist der Unterschied in der Art der Vorfrucht (in Zeeland meistens Zuckerrüben — günstig —, in Groningen meistens andere Getreidearten — weniger günstig —).

Weiter ist die Stickstoffdüngung in Groningen im Mittel etwas reichlicher, wodurch die Brauqualität aller Wahrscheinlichkeit nach nicht gefördert wird.

Klimabedingt ist an erster Stelle der Unterschied im Aussaatdatum.

Höhere Lufttemperaturen in Zeeland im März bis Mitte April verursachen wahrscheinlich höhere Oberflächentemperaturen des Bodens, wodurch die Keimung eher stattfindet und das Gewächs einen Vorsprung in seiner vegetativen Entwicklung gewinnt.

Demzufolge verläuft die ganze vegetative Entwicklung in

Zeeland unter etwas günstigeren Umständen (regelmässigeres Ansteigen der Temperatur, etwas kühler während der Bestockung und während der Kornfüllungsperiode).

Obendrein findet auch die Abreifung etwas früher und dadurch unter besseren (nämlich warmeren und trockeneren) Wetterverhältnissen statt.

Daraus dasz der Entwicklungsrückstand in Groningen allmählich eingeholt wird, dürfen wir folgern, dasz der Gerste in Zeeland mehr Zeit zur Verfügung steht zu ihrer vegetativen Entwicklung.

Dadurch wird der Flächeninhalt $\int Ldt$ der Kurve von der Gesamtlänge der grünen Blätter gegen die Zeit grösser.

Weil dieser Flächeninhalt massgebend ist für die Assimilationsfähigkeit der Pflanze, ist er hoch korreliert mit dem Ertrag.

Eine sehr wichtige Nebenursache mit Beziehung zur Qualität ist das häufige Auftreten von *Pflanzenkrankheiten*, besonders Mehltau und Rost, in Groningen; hauptsächlich wegen des häufigen Anbaues von Wintergerste, aber wahrscheinlich obendrein gefördert durch die Klimaverhältnisse (feuchtes und schwüles Wetter während Kornfüllung und Reife).

V. LIJST VAN GERAADPLEEGDE LITERATUUR

1. BARTELS, A. M. M.: Groei en Ontwikkeling van Zomergerst (unpublished data) 1946.
2. BAUMANN, H.: Wetter und Ernteertrag. Schriftreihen deutscher Bauernverlag 1949.
3. BISHOP, L. R.: Recherches sur les orges en Grande Bretagne. Prae-advies Congr. Féd. Int. d. Sélectionneurs à Bruxelles 1935.
4. BOONSTRA, A. E. H. R.: Der Einfluss der verschiedenen assimilierenden Teile auf dem Samenertrag von Weizen. Zs. f. Züchtung A, Pfl. Züchtg. 21, p. 115, 1936.
5. BRENCHELEY, W. E.: Some factors in plant competition (by mustard and barley). Ann. of Appl. Bot. 6, p. 142, 1919.
6. BROUWER, W.: Die Beziehungen zwischen Ernte und Witterung in der Landwirtschaft. Landwirtsch. Forschungen 2e Reihe, 6, p. 1, p. 82, 1926.
7. — Id. Landwirtsch. Jahrbücher, 63, p. 41, 1926.
8. CHESTER, H. S.: Cereal Rusts. Chron. Bot. Comp., Waltham (Mass.) 1946.
9. DERMANIS, P.: Forschungen über d. chem. Zusammensetzung der Gerste in Abhängigkeit von deren Sorte und Wachstumsverhältnisse. Landwirtsch. Jahrbücher 85, p. 566, 1938.
10. DIETRICH, E.: Neuere Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Umweltsbedingungen auf die Ausbildung wertgebender Bestandteile im Gerstenkorn. Diss. Breslau 1927 (in abstr.).
11. EDELMAN, C. H.: Inleiding tot de Bodemkunde van Nederland. North Holl. Publ. Co., Amsterdam 1950.
12. FEISTRITZER, W.: Untersuchungen über den Einfluss klimatologischer Faktoren auf die Entwicklung der Ertragskomponenten der Wintergerste. Z. f. Pflanzenbau 7, 1930.
13. FINK, H. & KUNISCH, G.: I. Comparison of total Nitrogen content of different varieties of barley. II. Alternation during final ripening in relation to weather-conditions and varieties grown (ref. in J. Inst. Brew., p. 103, 1938, Wochenschr. f. Brauerei p. 305, p. 313, 1937).
14. GHESLIN, H.: Etude des lois de croissance d'une plante en fonction des facteurs du climat. Centre Nat. de Réch. Agron., Versailles 1944.
15. GREGORY, F. G.: The effect of climatic conditions on the growth of barley. Ann. of Bot. 40, p. 157, 1926.
16. HANAMANN, F.: Einfluss der meteorologischen Faktoren auf das Gedeihen der Zuckerrübe und der Braugerste. Jahresber. d. Landw. 16, 1901.
17. HECKER, A.: Die Jahreswitterung in ihrem Einfluss auf die Beschaffenheit der Gerste, Kartoffeln und Zuckerrüben. Landwirtsch. Jahrb. 41, p. 417, 1911.
18. HEUSER, W.: Die günstigste Saatzeit für Braugerste. Neue Mitt. f. d. Landw. 6, 1950.
19. HEY, A.: Beitrag zur Spezialisierung des Gerstenzwergerstes (*Puccinia simplex*). Arb. d. biol. Reichsanst. A, 19, p. 227, 1931.
20. HOOKER, R. H.: The weather and the crops in eastern England, 1885—1921. Q. J. Roy. Met. Soc. 48, p. 115, 1922.
21. HUNTER, H.: The influence of environment on the yield and quality of certain varieties of malting-barley. J. Inst. Brewing 4, 1, 1948.

22. JENSEN, N. F.: Powdery mildew of barley. Cornell Un. Agr. Exp. Stat., Ithaca (N. York) Mem. 305, 1951.
23. KRAMER, C.: Phaenologisch onderzoek wilde Kastanje. Intern Rapport K.N.M.I. Afd. III, 1951.
24. — & RICHEL, C.: Voorspelling van bloei en plukrijpheid van appel en peer. De Fruitteelt 41, 42, p. 719, 1951.
25. LAL, K. N. & SUBHA RAO, M. S.: A rapid method of leaf area determination. Nature 167, 4237, p. 72, 1951.
26. LANDBOUW: Verslagen en Mededeelingen van de Directie van de —, 1901-1940.
27. NEWTON, M. (c.s.): The effect of leaf-rust of barley on the yield and quality of barley-varieties. Can. J. Res. C, 23, p. 212, 1945.
28. PAAUW, F. VAN DER: De behoefte van gerst aan fosfaat. Jaarb. Na Co Brouw 15, p. 40, 1951.
29. PAPADAKIS, J. S.: Ecologie agricole, ed. Jules Dudelot, Gembloux, 1938.
30. POST, J. J.: Statistisch onderzoek naar de samenhang tussen het weer, de gras-productie en de melkaanvoer. Diss. Landb. Hogeschool Wageningen, 1949.
31. REMY, A.: Beziehungen zwischen den klimatischen Verhältnissen und der Beschaffenheit der Gersten. Jahresber. königl. landw. Hochschule zu Berlin 9, p. 90, 1901.
32. RUSSEL, E. J. & BISHOP, L. R.: Investigations on barley. J. Inst. Brewing (Suppl.) 39, 7, (New Series 30), p. 287, 1933.
33. SÖHNGEN, A. M.: Over Nederlandsche brouwgerst. Publ. „St. Fonds Landb. Exp. Bur. 1916—1918" No. 21, 1938.
34. STEVEN, A.: Der deutsche Braugerstenbau. Diss. Berlin, 1927.
35. STEWART, J.: Influence of season on quality and yield of barley. Rothamsted Conf. Vol. 7, 1928.
36. VERVELDE, G. J.: Over de betekenis der kafnaald bij onze granen. Med. Landb. Hogeschool Wageningen 48, 2, 1946.
37. WILTEN, W.: Het maaidorser-zelfbinder onderzoek. Jaarb. Na Co Brouw 14, p. 75, 1950.
38. ZEELAND: Provinciaal Blad van —, 31, 1948.

De uitvoering van het hier beschreven onderzoek zou in deze vorm niet mogelijk zijn geweest zonder de medewerking van verscheidene instanties en particulieren. Het is ons een behoefte, bij de afsluiting van deze publicatie hen allen voor hun belangeloos verstrekte hulp onze hartelijke dank te betuigen.

Voor hulp bij het verzamelen der gerstmonsters, gebruikt voor het kwaliteitsonderzoek, zijn wij dank verschuldigd aan:

De Rijkslandbouwconsulentschappen te Axel en te Barendrecht,

De Provinciale Keuringsdiensten van de N.A.K., afdeling Groningen en Friesland:

voor het verlenen van medewerking bij het onderzoek op praktijkpercelen aan de N.V. „De Bathpolders” te Rilland-Bath,

alsmede aan de heren:

J. BECU te Groede
O. BOERMA te Spijk
M. DIELEMAN te Wissekerke
M. J. DOELEMAN te Wissekerke
J. FABER te Mensingeweer
I. HAARTSEN te Schoondijke
H. D. VAN HOORN te Ulrum
H. J. LESTERHUIS te Oosterwijtwerd
G. SMEETS te Wessem
W. VOGELS te Wessem
P. J. H. WOLTERS te St. Odiliënberg
en J. ZUIDEMA te Niekerk.

Voor het uitvoeren van bladlengtemetingen in 1948 aan de heren:

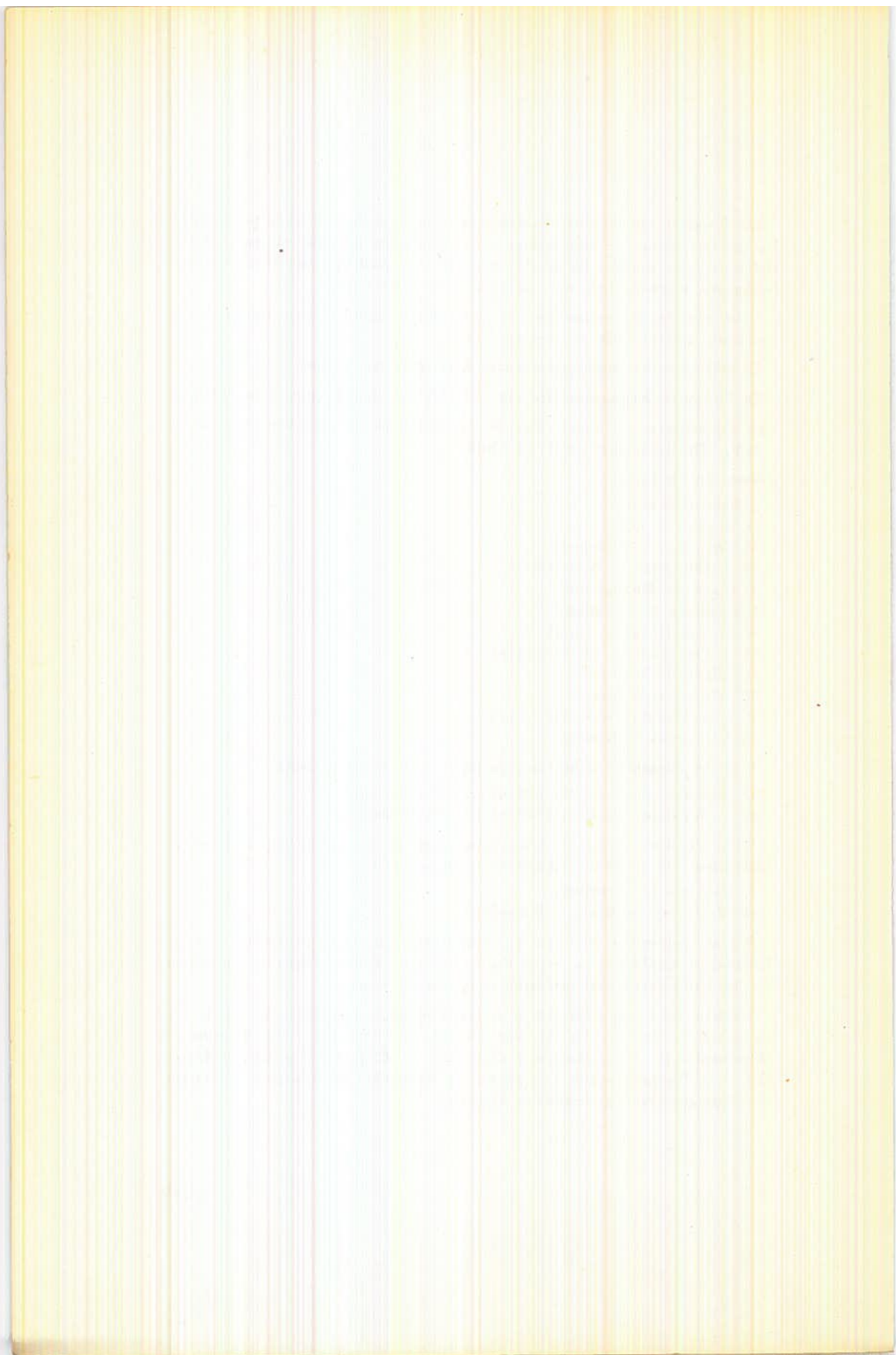
D. SCHIPPER, Prof. van Bemmelenhoeve, Wieringermeer
en P. WISKERKE, Zeelands Proefbedrijf te Wilhelminadorp.

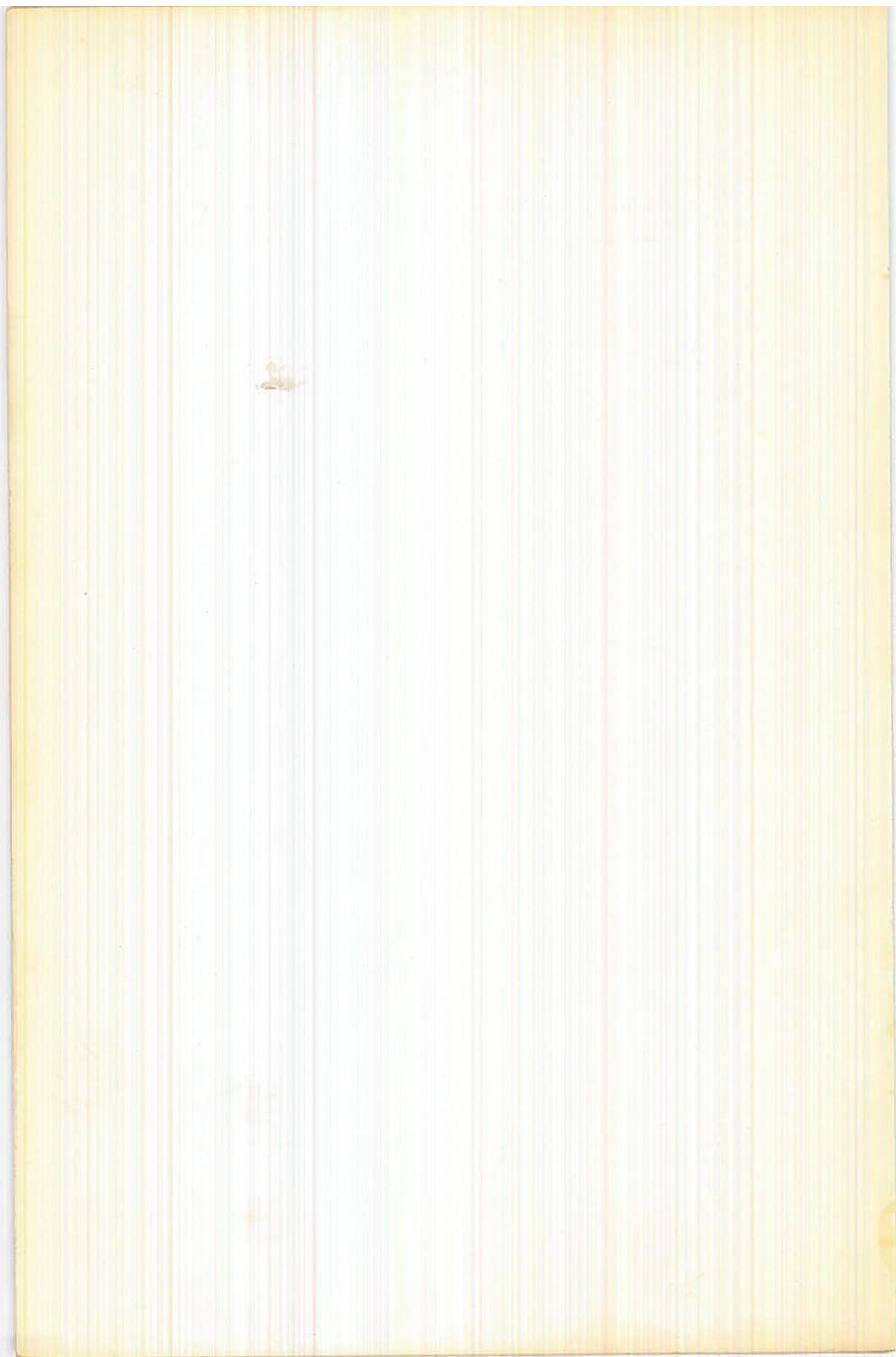
Voor het uitvoeren van de bespuitingsproeven ter bestrijding van roest aan de Ambtenaren van de Plantenziektenkundige Dienst, de heren:

J. DANTUMA te Leeuwarden
en M. A. VAN DE WAAL te Rotterdam.

We are indebted to Prof. Dr. G. AUFHAMMER, Dr. L. R. BISHOP en Prof. Ir. I. ISEBAERT, members of the Barley Committee of the European Brewery Convention, for the verification of the summaries in foreign languages.

Tenslotte geldt onze dank niet in de laatste plaats de heren Prof. Dr. H. L. VAN DE SANDE BAKHUYSEN, Dr. W. VAN DOBBEN en Prof. Dr. E. C. WASSINK te Wageningen, Ir. P. G. MEIJERS te Groningen, Ir. C. SPITHOST te Leeuwarden en Drs. A. J. WIGGERS van de Directie van de Noord-Oost Polderwerken te Kampen, voor hun gewaardeerde deskundige adviezen.





Nr. 10. E. van Everdingen. Oberflächentemperatur — Beobachtungen in der Nordsee. II. September 1904—Augustus 1905. (11 blz. met 3 pltn.)	f 0,42
Nr. 11. E. van Everdingen. Drachenbeobachtungen an Bord I. Ms. Pantzerschiff „de Ruyter“, angestellt vom Marine-Leutnant A. E. Rambaldo während der Fahrt nach Ost-Indien und während des Aufenthalts in West-Indien. Dez. 1908—Juli 1909. (36 blz. met 2 pltn.)	0,32
Nr. 12. P. H. Gallé. Etude critique sur la méthode de prévision du temps de Guilbert. 1912. (25 blz.)	0,32
Nr. 16. E. van Rijckevorsel. Konstant auftretende secundäre Maxima und Minima in dem jährlichen Verlauf der meteorologischen Erscheinungen. IX. 1913. (33 blz. met 10 platen)	0,85
Nr. 17. Idem, X. 1914. (23 blz. met 3 platen)	0,42
Nr. 22. E. van Rijckevorsel. Konstant auftretende secundäre Maxima und Minima in dem jährlichen Verlauf der meteorologischen Erscheinungen. XI. 1916. (76 blz. met 10 platen)	0,80
Nr. 23. A. van Vleuten. Over de dagelijksche variatie van het aardmagnetisme. 1917. VII. (112 blz. met plaat)	1,05
Nr. 25. P. M. van Riel. The accuracy of barometer readings on board of moving ships. 1921. (8 blz.)	0,21
Nr. 26. C. Schoute. Ein Registriertheodolit für Pilotballone. 1921. (41 blz.)	0,85
Nr. 27. C. van Dijk. Activity of the earth's magnetism and magnetic characterization of days. 1922. (28, XXIII blz. met plaat)	0,95
Nr. 29b. Id. IV. Temperatuur van water en lucht. — Temperature of water and air. 1928. (34 blz. met 6 platen)	0,80
Nr. 29c. Id. V. Neerslag. VI. Frequentie van luchtdrukkingen en stormachtige winden. VII. Tropische cyclonen. — V. Precipitation. VI. Frequency of air pressure and stormy winds. VII. Tropical cyclones. 1930. (31 blz. met 2 platen)	0,42
Nr. 30. P. M. van Riel. The influence of sea disturbance on surface temperature. 1928. (17 blz. met plaat)	0,32
Nr. 31. E. van Everdingen. Ueber die Ausbreitung des Schalles bei der Versuchssprengung in Oldebroek am 28 Oktober 1922. (69 blz. met 3 platen)	1,15
Nr. 33. C. Braak. Het klimaat van Nederland. B. (vervolg). Lucht- en grondtemperatuur. — B. (continued). Air and earth temperature. 1930. (78 blz. met 2 platen)	1,05
Nr. 34b. C. Braak. Het klimaat van Nederland. A. (vervolg). Neerslag, Tweede gedeelte. Nieuwe bewerking der tabellen van nr. 15. — The climate of the Netherlands. A. (continued). Precipitation. Second part. Revision of the tables of nr. 15. 1934. (53 blz. met 4 platen)	0,65
Nr. 35. P. M. van Riel. Oppervlaktetemperatuur in het Noord-Westelijk gedeelte van den Atlantischen Oceaan. — Surface temperature in the North-Western part of the Atlantic Ocean. 1933. (92 blz. met 3 kaarten en 4 grafieken in den tekst en 8 uitsl. kaarten)	1,75
Nr. 36. C. Braak. Het klimaat van Nederlandsch West-Indië. — The climate of the Netherlands West-Indies. 1935. (120 blz. met 20 kaarten en grafiek in den tekst)	1,05
Nr. 37. C. Visser. De frequentie van halo-waarnemingen bij de zon in Nederland, voornamelijk van 1914—1931. 1936. (95 blz.)	1,05
Nr. 38. W. Bleeker. De gemiddelde hoogtewind boven de Bilt volgens loodsballonwaarnemingen. 1922—1931. (126 blz.)	1,15

Nr. 39. C. Braak. Het klimaat van Nederland. E. Verdamping. — The climate of the Netherlands. E. Evaporation. 1936. (50 blz. met 1 fig.)	f 0,42
Nr. 40. C. Braak. Het klimaat van Nederland. F. Zonneschijn en bewolking. — The climate of the Netherlands. F. Sunshine and cloudiness. 1937. (51 blz. met 1 fig. in den tekst)	0,52
Nr. 41. C. Braak. Het klimaat van Nederland. G. Vochtigheid. — The climate of the Netherlands. G. Humidity. 1938. (42 blz. met 2 fig. in den tekst)	0,42
Nr. 42. C. Braak. Het klimaat van Nederland. H. Mist. — The climate of the Netherlands. H. Fog. 1939. (49 blz. met 6 fig. in den tekst)	0,42
Nr. 43. C. Braak. Het klimaat van Nederland. B. (vervolg). Luchttemperatuur. — The climate of the Netherlands. B. (continued). Airtemperature. 1940. (44 blz. met 1 fig. in den tekst en 7 platen)	0,52
Nr. 44. D. Kuyper. Onweersfrequentie in Nederland. 1907—1936. Metingen van het luchtelectrisch potentiaalverval. — English summary, 1940. (134 blz. met 12 fig. in den tekst en 2 platen)	1,15
Nr. 45. C. Braak. Over de oorzaken van de tijdelijke en plaatselijke verschillen in den neerslag. — Ueber die Ursachen der zeitlichen und örtlichen Unterschiede des Niederschlags. 1940. (57 blz. met 5 fig. in den tekst en 1 plaat)	0,52
Nr. 46. C. Braak. Het klimaat van Nederland. D. (vervolg). Wind. — The climate of the Netherlands. D. (continued). Wind. 1942. (109 blz. met 12 fig. in den tekst)	1,05
Nr. 47. C. Braak. Het klimaat van Nederland. B. (vervolg). Grondtemperatuur, minimum temperatuur nabij den grond en nachtvorst. 1943. (40 blz. met 1 fig. in den tekst)	0,60
Nr. 48. C. Braak. Invloed van den wind op regenwaarnemingen. Influence of the wind on rainfall measurements. 1945. (74 blz. met 12 fig. in den tekst)	1,15
Nr. 49. A. Labriijn. Het klimaat van Nederland gedurende de laatste twee en een halve eeuw. The climate of the Netherlands during the last two and a half centuries. 1945. (114 blz. met 6 fig. en 1 kaart)	1,15
Nr. 50. J. P. M. Woudenberg. Het verband tussen het weer en de opbrengst van wintertarwe in Nederland. The correlation between weather and yield of wheat in the Netherlands. 1946. (43 blz., 6 fig.)	0,70
Nr. 51. S. W. Visser. Weersverwachtingen op langen termijn in Nederland. — Long range weather forecasts in the Netherlands. 1946. (143 blz. met 25 fig. in den tekst)	2,05
Nr. 52. R. J. v. d. Linde en J. P. M. Woudenberg. Een methode ter bepaling van de breedte van een schaduw in verband met den tijd van het jaar en de oriëntatie van het beschaduwende object. — A method for determining the daily variations in width of a shadow in connection with the time of the year and the orientation of the overshadowing object. 1946. (6 blz. met 2 fig. en 2 kaarten)	0,40
Nr. 53. A. Labriijn. Het klimaat van Nederland. Temperatuur, neerslag en wind. — The climate of the Netherlands. Temperature, precipitation and wind. (71 blz. met 1 kaart)	2,50
Nr. 54. C. Kramer. Electriche ladingen aan berijpte oppervlakken. Electric charges on rime-covered surfaces. 1948. (128 blz., 17 fig. en 1 afb.)	3,00
Nr. 55. J. J. Post. Statistisch onderzoek naar de samenhang tussen het weer, de grasproductie en de melkaanvoer. — Statistical research on the correlation between the weather, grass production and milk supply. 1949. (119 blz., 25 fig. en 6 tab.)	3,00
Nr. 56. R. J. v. d. Linde and J. P. M. Woudenberg. On the microclimatic properties of sheltered areas. — The oak-coppice sheltered area. Over de micro-klimatologische eigenschappen van beschutte gebieden. — Het landschap met eiken-hakhoutwallen. 1950. (151 blz., 52 fig.)	3,00