TEELT MAG

NN 36654

Themadag wintertarwe

LANDBOUWHOGESCHOOL
...dentoelt
...
...aarweg 33 ...09 PH Wageningen
Acc. 25
Bibl. Ik 49 2476 Ik 9

inleidingen gehouden tijdens de themadag wintertarwe op 29 maart 1979

met medewerking van het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek, het Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Volle grond, het CAD voor Bodemaangelegenheden in de Landbouw en het CAD voor Planteziekten- en Onkruidbestrijding in de Landbouw.

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0436 7039

Wageningen/Lelystad, maart 1979

(SN 40031)

Bibliotheek TEL
Vakgroep Agronomie
LU - Wageningen

Overname van de inhoud is toegestaan met duidelijke bronvermelding.

INHOUD

	blz.
. Voorwoord	V
. Het produktieproces bij wintertarwe - dr ir J.H.J. Spiertz	1
. Teelttechniek, korrelopbrengst en oogstzekerheid - dr ir A. Darwinkel	17
. Bodemaangelegenheden bij de teelt van wintertarwe - CAD voor Bodemaangelegenheden in de Landbouw	29
. Bestrijding van ziekten, plagen en onkruiden in wintertarwe - ir M. de Boer	40
. Doelgerichte teeltmethode of intensief teeltsysteem ? - ir B.A. ten Hag	56
. Literatuur	66

LANDBOUWHOGESCHOOL
Vakgroep Landbouwplantenteelt
en Graslandkunde,
Haarweg 33 - 6709 PH Wageningen
Hdb. 25
No.: Mdb. Ib 49 2476

Voorwoord

In het bouwplan van de Nederlandse akkerbouw treden de hakvruchten met ca 45% weliswaar het meest naar voren, maar de granen handhaven zich met 35% goed op de tweede plaats. Ruim 100.000 ha hiervan is wintertarwe.

Vele jaren is door medewerkers van de Landbouwhogeschool, instituten, plantenziektenkundige dienst en het proefstation onderzoek verricht aan het gewas wintertarwe. Een belangrijk deel van deze activiteiten wordt gecoördineerd door de Werkgroep Graanziekten. Dit onderzoek is in alle opzichten steeds sterk ondersteund door het Nederlands Graan-Centrum. De naam van wijlen dr ir W. Feekes zal onverbrekelijk aan deze periode verbonden blijven door de wijze waarop hij het graanonderzoek heeft gestimuleerd. De resultaten van verschillende aspecten van het graanonderzoek zijn langs diverse kanalen bij de praktijk terecht gekomen.

De tarweteelt is de laatste tijd sterk in de belangstelling gekomen door de zeer hoge korrelopbrengst van het afgelopen jaar en door de publiciteit rond intensieve tarweteeltsystemen. Het is nu zonder twijfel een gunstig tijdstip om een totaal beeld te geven van de betekenis van het wintertarwe-onderzoek voor de praktijk. Gezien de schakelfunctie die het Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Volle-grond heeft tussen landbouwonderzoekinstellingen enerzijds en de praktijk anderzijds meende het PAGV er goed aan te doen een themadag wintertarwe te organiseren.

Naast het basisartikel van dr ir J.H.J. Spiertz, medewerker van het CABO, over het produktieproces bij wintertarwe, vindt U in deze uitgave bijdragen van medewerkers van de CAD's Bodemaangelegenheden in de Landbouw, Plantenziekten- en Onkruidbestrijding in de Landbouw en van het PAGV.

dr ir G.P. Termohlen,
algemeen directeur PAGV.

Het produktieproces bij wintertarwe

dr ir J.H.J. Spiertz

Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO), Wageningen

Inleiding

Tarwe is zowel in Nederland als op wereldschaal het belangrijkste graangewas. De korrel is het hoofdprodukt en het stro soms een bijprodukt; meestal blijft het stro echter op het land. Haar positie in het teeltareaal dankt tarwe aan de geschiktheid van de korrel als grondstof voor basisvoedsel en aan een relatief hoge produktiviteit. Er treden echter ook bij dit gewas van jaar tot jaar grote variaties op in korrelopbrengst en -kwaliteit. Deze zijn een gevolg van:

- een onvoldoende aanpassing van de planten aan, soms kort durende, extreme weersomstandigheden;
- het optreden van ziekten, plagen en onkruiden;
- het niet slagen van de boer in het nemen van de juiste teeltmaatregelen op een vroeg tijdstip in het groeiseizoen.

De huidige belangstelling voor de teelt van tarwe, zowel in E.E.G.-landen als elders (o.a. ontwikkelingslanden), is een gevolg van de sterk toegenomen korrelopbrengsten. In Nederland hebben hiertoe bijgedragen:

a. verbeterde raseigenschappen:
   - grotere oogstzekerheid door betere strostevigheid, minder schotgevoeligheid, een (soms tijdelijke) betere ziekteresistentie;
   - gunstiger korrel/stro-verhouding;
b. een meer effectieve ziekten- en plagenbestrijding, door het beschikbaar komen van systemische middelen (bijv. benomyl en Bayleton) met een curatieve werking;
c. een juister afgestemde stifstofbemesting, met behulp van:
   - aanpassing stikstofgift aan de bodemvoorraad;
   - stikstofdeling;
d. een geïntegreerde toepassing van teeltmaatregelen;

De laatste jaren, met name in 1978, zijn niet alleen op proefvelden, maar ook op praktijkpercelen korrelopbrengsten behaald, die het veronderstelde theoretische maximum benaderen of overschrijden. De gemiddelde praktijkopbrengsten lagen echter 3 à 4 ton onder deze topopbrengsten. Het is dan ook nuttig na te gaan wat de mogelijkheden en de beperkingen zijn voor de

boer om een stabiele praktijkopbrengst van minimaal 8.000 kg per ha te behalen en welke teeltmaatregelen hiertoe genomen dienen te worden.

Deze themadag biedt de gelegenheid om een aantal aspecten van de tarweteelt te analyseren en toe te lichten. In mijn bijdrage zal ik de factoren en processen die van belang zijn voor de korrelproduktie van wintertarwe behandelen.

Hoe komt de korrelopbrengst tot stand?

De korrelopbrengst is het resultaat van een lang produktieproces, waarbij uitwendige omstandigheden en teeltmaatregelen de groei en ontwikkeling van de graanplant bepalen. De korrelopbrengst per m^2 is gelijk aan het produkt van het aantal halmen per m^2, het aantal korrels per aar en het gewicht per korrel. Als formule uitgedrukt:

Korrelopbrengst (g/m^2) = halmen/m^2 x korrels/aar x gew/korrel (mg)

of

Korrelopbrengst (g/m^2) = aantal korrels/m^2 x korrelgewicht (mg).

Voorbeelden:

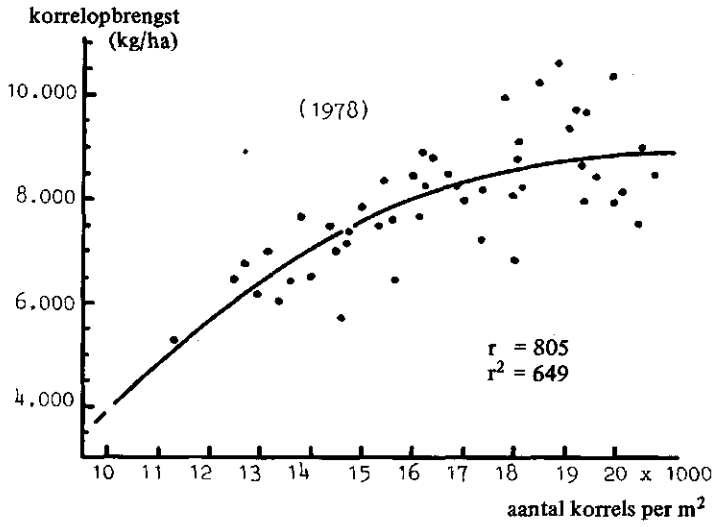
a. met 15.000 korrels per m^2 (= gemiddeld praktijkniveau)
   600 g/m^2 = 500 halmen/m^2 x 30 korrels/aar x 40 mg/korrel

b. met 20.000 korrels per m^2 (voor maximale opbrengsten)
   800 g/m^2 = 500 halmen/m^2 x 40 korrels/aar x 40 mg/korrel
   1000 g/m^2 = 500 halmen/m^2 x 40 korrels/aar x 50 mg/korrel.

In een tarwegewas blijken de afzonderlijke oogstcomponenten sterk te kunnen variëren, afhankelijk van beperkingen tijdens de groeiperiode.
Voorbeelden:
- verslemping leidt tot een holle stand (minder dan 400 aren);
- watertekort tijdens de bloei vermindert het aantal korrels per aar;
- afrijpingsziekten veroorzaken een lager korrelgewicht.

Naarmate een groeistoornis vroeger in het seizoen optreedt heeft het gewas meer mogelijkheden tot compensatie. Bij een laag halmaantal krijgt men meestal meer korrels per aar en bij weinig korrels per m^2 een hoger duizendkorrelgewicht. Voor het bereiken van een opbrengstniveau van 5 à 6 ton per ha beschikt de plant over diverse mogelijkheden ter compensatie van ongunstige invloeden; t.a.v. een opbrengstniveau van 8 à 10 ton per ha zijn deze mogelijkheden echter gering. Een hoog aantal korrels per m^2 is voorwaarde voor een hoge korrelopbrengst (zie fig. 1), maar kan bij onvoldoende

beschikbaarheid van assimilaten samengaan met een lager gewicht per korrel. Uit praktijk- en proefveldgegevens blijkt dat 18 à 20.000 korrels per m^2 nodig zijn om hoge korrelopbrengsten te verkrijgen.



Figuur 1. Relatie tussen de korrelopbrengst (kg/ha) en het aantal korrels per m^2 bij wintertarwe in 1978.

Het gewicht per korrel is in een gezond gewas sterk genetisch bepaald; er zijn rassen met fijne korrels (bijv. Arminda en Donata) en met grove korrels (bijv. Maris Marksman). Om een goede vulling van de korrels te krijgen dienen er voldoende assimilaten beschikbaar te zijn. Meestal is er een tekort aan assimilaten als de gewasgroei beperkt wordt of als het gewas voortijdig afsterft (bijv. door droogte, stikstofgebrek of ziekten).
Wil men de korrelopbrengst verhogen, dan is het nodig de totale drogestofproduktie te vergroten en/of de verdeling van de assimilaten te wijzigen ten gunste van de korrel. De totale drogestofproduktie is afhankelijk van de hoeveelheid geabsorbeerd zonlicht tijdens de groeiperiode. In een zonnig jaar (bijv. 1976) kan het gewas in een kortere groeiduur een gelijke hoeveelheid zonlicht absorberen en drogestof produceren als in een langere groeiperiode met minder zonneschijn (bijv. 1978). De lengte van de groeiperiode wordt sterk bepaald door de temperatuur; globaal bedraagt de temperatuursom van bloei tot rijpheid 600 graaddagen (^{o}C.d).

Naast de hoeveelheid geabsorbeerde zonnestraling is ook de efficiëntie waarmee het gewas het zonlicht benut van belang. Deze efficiëntie bedraagt voor een gesloten en gezond gewas 3 µg per Joule; echter door onvolledige grondbedekking aan het begin van het groeiseizoen en door een geringere fotosynthese-capaciteit van het oudere blad aan het eind, worden gemiddeld voor het gehele groeiseizoen lagere efficiënties gevonden.
De opbrengstpotentie van een tarwegewas wordt dus bepaald door de hoeveelheid geabsorbeerde straling (A), de fotosynthetische efficiëntie (F) en de verdeling van de drogestof over korrel en stro (H.I. = harvest index).
In formule uitgedrukt:

Korrelopbrengst (g/m^2) = A(M J $/m^2$) x F(g/M J) x H.I. (g/g).

Voorbeelden:

in 1976: 821 g/m^2 = 835 M J $/m^2$ x 2,04 g/M J x 0,48 g/g

in 1978:
gezond - 827 g/m^2 = 863 M J $/m^2$ x 2,09 g/M J x 0,46 g/g
ziek - 647 g/m^2 = 863 M J $/m^2$ x 1,70 g/M J x 0,44 g/g

N.B. : voor 1976 gerekend met een groeiduur van april tot 20 juli en voor 1978 van april tot 10 augustus.

Uit deze voorbeelden blijkt, dat een gezond en goed bemest tarwegewas bovengronds ongeveer 18 ton drogestof per ha kan produceren (zie ook tabel 1). Verlenging van de levensduur van een gewas kan vooral in een zonnig jaar de mogelijkheid bieden om de totale drogestofproduktie te verhogen, door een betere lichtbenutting gedurende eind juli en begin augustus. Het is nog de vraag of een dergelijke verlenging genetisch en teeltkundig mogelijk is. Thans zijn een late extra stikstofbemesting en het beschermen van het gewas tegen ziekten en plagen de instrumenten die de boer ter beschikking heeft om de levensduur van de groene organen (met name bladeren) te verlengen.
Het korrelaandeel (= harvest index: H.I.) in de totale drogestofproduktie kan sterk variëren; bijvoorbeeld voor het ras Lely in 1976 en 1977 respectievelijk 0,48 en 0,40. Bij 18 ton drogestof per ha en een korrelaandeel van 0,40 bedraagt de korrelopbrengst ± 7.000 kg/ha; een toename van de H.I. tot 0,48 verhoogt de korrelopbrengst tot ± 8.400 kg/ha. Dus een verandering van 0,08 in het korrelaandeel leidt tot een meeropbrengst van ca 20%. Om een hoog korrelaandeel te verkrijgen is een hoog aantal korrels per aar en per m^2 noodzakelijk.

Ten aanzien van het korrelaandeel zijn er duidelijk rasverschillen (zie tabel 2). De gunstiger drogestofverdeling bij de Engelse rassen Maris Hobbit en Maris Marksman in vergelijking met de Nederlandse rassen Arminda en Donata was een gevolg van een hoger aantal korrels per aar en van dikkere korrels. Het produkt van beide componenten geeft het korrelgewicht per aar; dit bedroeg voor Arminda en Maris Marksman respectievelijk 1,69 en 2,19 g.

Tabel 1. Drogestofopbrengst en -verdeling van gezonde gewassen bij verschillende stikstofniveaus in 1976, 1977 en 1978.

ras en N-gift in kg per ha	N-opname (kg/ha)	drogestofopbrengst		korrelaandeel
		totaal* (ton/ha)	korrel (kg/ha)	(korrelgew./tot.gew.)
1976 Lely				
50	147	16,0	6.400	0,40
100	183	16,6	7.320	0,44
100 + 50	226	17,0	7.990	0,47
100 + 100	248	17,1	8.210	0,48
1977 Lely				
0	76	10,2	3.980	0,39
50	106	14,5	5.460	0,38
50 + 50	157	16,8	6.780	0,40
1977 Maris Hobbit				
50	124	16,2	7.290	0,45
50 + 50	161	16,8	8.130	0,48
1978 Arminda (O.Fl.)				
50	153	15,2	7.000	0,46
50 + 60	201	16,9	7.930	0,47
50 + 60 + 70	244	17,9	8.260	0,46
1978 Arminda (NOP)				
35	175	17,3	7.390	0,43
105	234	18,1	8.060	0,44
175	257	18,4	8.300	0,45
105 + 70	248	18,8	8.400	0,45
35 + 140	254	19,3	8.730	0,45

* minus drogestofgewicht aan wortels

Een verdere toename van de korrelopbrengst zal eerder te verwachten zijn van een hoger korrelaandeel (bijv. 0,55 à 0,60) dan van een grotere drogestofproduktie. Laatstgenoemde is alleen te verhogen door een verlenging van de effectieve groeiduur, omdat men de maximale fotosynthese-snelheid van een gesloten gewasoppervlak bij gezonde rassen niet door veredeling heeft kunnen verbeteren. Moderne rassen onderscheiden zich van oudere rassen door een lager stengelgewicht en een zwaardere aar bij de bloei. Tevens wordt na de bloei een groter deel van de suikerreserves in de stengel benut voor de korrelgroei. Desondanks bedraagt de stro-opbrengst bij een hoog produktieniveau nog 8 à 9 ton drogestof, waarvan 5 à 6 ton door de stengel wordt bijgedragen. Een hoog korrelaandeel in de totale drogestofproduktie van het tarwegewas wordt dus verkregen door een gunstige drogestofverdeling zowel vóór als na de bloei.

Tabel 2. Drogestofopbrengst en opbrengstcomponenten van vier wintertarwerassen in 1978.

ras	drogestofopbrengst totaal* (ton/ha)	drogestofopbrengst korrel (kg/ha)	korrel-aandeel	korrels per m^2 (x 1000)	korrelgewicht - ds (mg/k)	korrelgewicht - ds (g/aar)
Arminda	17,4	8.090	0,46	19,6	41,2	1,69
Donata	17,8	8.020	0,45	19,3	41,6	1,74
Maris Hobbit	17,1	8.290	0,49	18,6	44,5	2,03
Maris Marksman	17,7	8.850	0,50	18,9	46,9	2,19

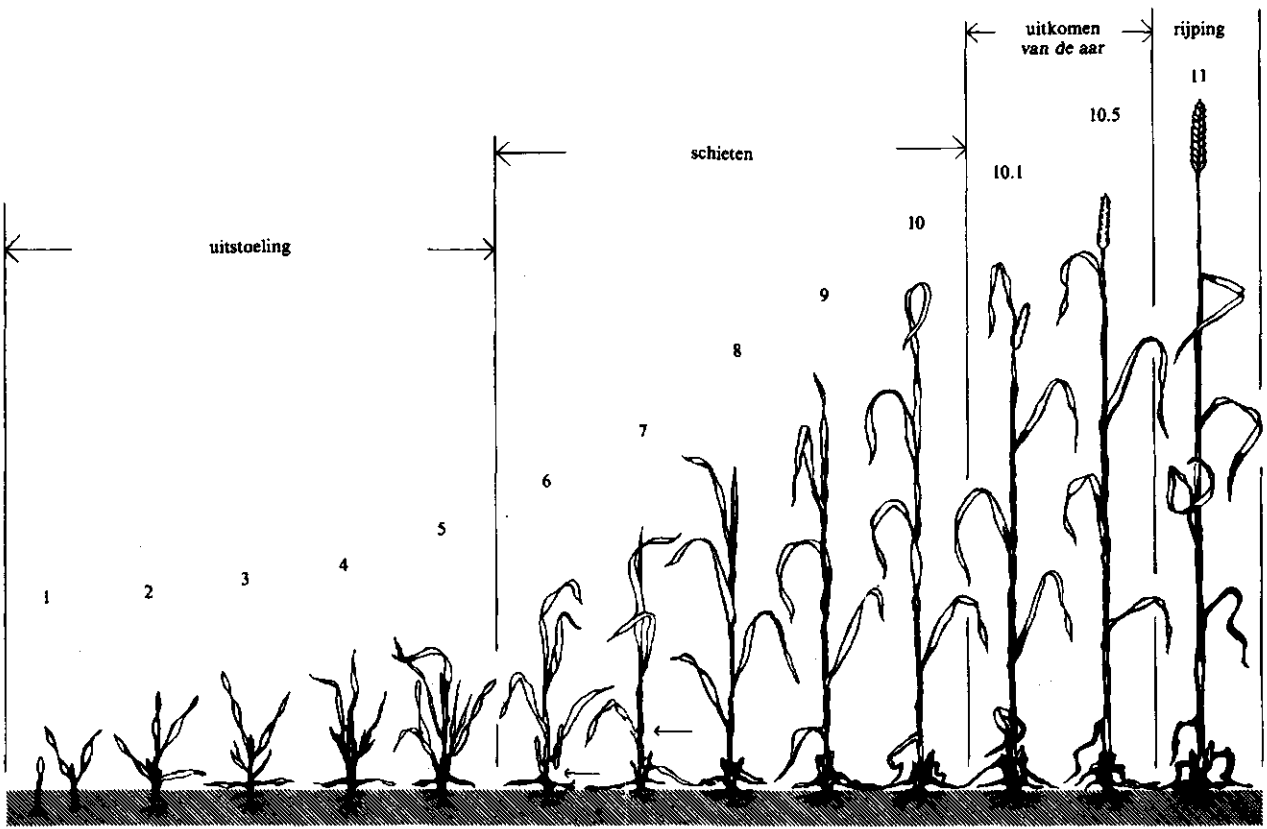
* minus drogestofgewicht aan wortels

Van zaai tot bloei

Vanaf het zaaien tot de oogst zijn er een aantal ontwikkelingsstadia bij de tarweplant te onderscheiden. Deze zijn het meest nauwkeurig vast te stellen aan de morfologische veranderingen aan het apicale groeipunt. Na de kieming produceert dit groeipunt eerst bladprimordia en daarna bloemprimordia. De inwendige morfologische veranderingen gaan gepaard met uitwendig waarneembare verschijnselen zoals het begin van de uitstoeling, het zichtbaar worden van de eerste knoop, etc. Op deze visueel waarneembare veranderingen is onder meer de bekende Feekes-schaal gebaseerd (zie fig. 2).

Het uiteindelijke aantal korrels per m^2 wordt bepaald door het aantal kiemplanten, de uitstoeling, het percentage aardragende spruiten en de fertiliteit van de aar (aantal pakjes per aar en aantal bloempjes en korrels per pakje). Meestal zaait men 120 à 150 kg per ha, hetgeen gemiddeld overeenkomt met 250 tot 300 zaden per m^2 (uiteraard afhankelijk van het duizendkorrelgewicht). Bij een gemiddelde veldopkomst van 80% bedraagt het aantal kiemplanten 200 tot 240 per m^2. De blad- en wortelgroei van deze kiemplanten is primair afhankelijk van de bodem- en luchttemperatuur. Na het ontplooien van het *derde* blad begint de *uitstoeling* en kan er één nieuwe zijspruit per ieder volgend blad worden gevormd. De zijspruiten kunnen vervolgens zelf ook weer zgn. secundaire spruiten vormen. Vanwege de onderlinge concurrentie tussen de spruiten is bij een normale standdichtheid een te groot aantal zijspruiten (bijv. meer dan vier) ongewenst. De uitstoeling stopt in wintertarwe kort na het begin van de aarontwikkeling, maar vóór het begin van de stengelstrekking. De mate van uitstoeling wordt sterk beïnvloed door het stikstofaanbod; meer stikstof bevordert de bladgroei en daarmee de produktie van assimilaten. Hoge temperaturen en veel stikstof veroorzaken een bladrijk gewas, waarbij de wortelgroei relatief achterblijft. Op het eind van de uitstoeling wordt het hoogste aantal spruiten bereikt; dit varieert meestal tussen 800 en 1.600 per m^2. Door de onderlinge concurrentie vooral om licht (tijdens de stengelstrekkingsfase), hebben veel van de jongere spruiten geen overlevingskans; vóór het bereiken van het stadium dat de planten in de aar komen, zijn er reeds zoveel spruiten verdwenen dat er slechts tussen de 450 en 700 aardragende halmen per m^2 overblijven.

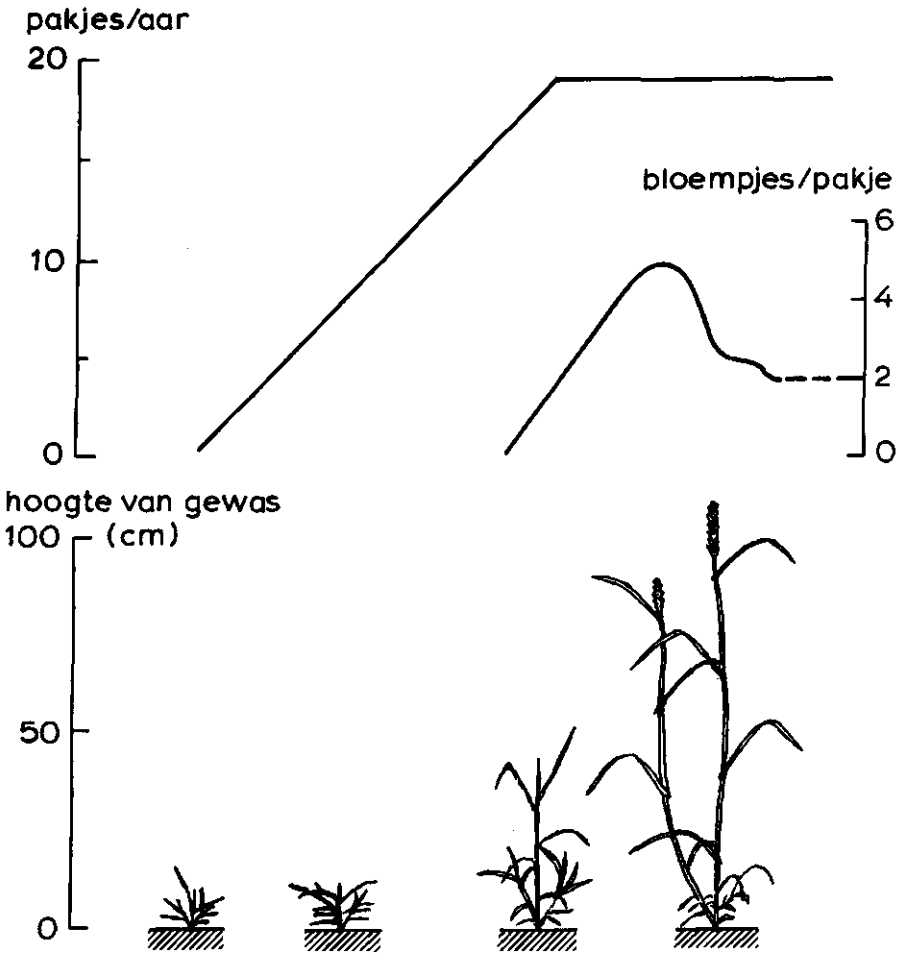
De aardragende spruiten vormen vanaf het tijdstip van aanleg acht à negen bladeren, welke bij tarwe van de basis naar de top toenemen in grootte. Als het vlagblad (= laatstgevormde blad) volledig ontplooid is, zijn er meestal nog vier à vijf groene bladeren per spruit aanwezig. Bij 500 halmen per m^2 en een bladoppervlak van 100 cm^2 per halm bereikt de bebladerings-



Figuur 2. Groeistadia van granen (naar Feekes).

index (= bladoppervlak/grondoppervlak; Eng.: Leaf Area Index (LAI)) de waarde van 5. Na het in de aar komen wordt het licht van de top naar de basis van het gewas onderschept door de aren, de aarsteel (= top-internodium), de bladeren en de overige stengeldelen. Een gewas met een LAI van 3 à 5 blijkt veelal in voldoende mate het zonlicht te kunnen onderscheppen. In gewassituaties met 500 aren/m^2 wordt hieraan ruimschoots voldaan. Lichttoetreding onder in het gewas is vooral tijdens en na de uitstoeling gewenst voor het verkrijgen van een stevige halmbasis en nadien voor een goede aarontwikkeling en assimilatenvoorziening van het wortelstelsel.

De *aarontwikkeling* bij wintertarwe begint nadat er twaalf bladprimordia zijn aangelegd, hetgeen overeenkomt met het tijdstip van vier bladeren op de hoofdspruit (Feekes stad. 3). Dit stadium wordt voor de hoofdspruit soms reeds vòòr de winter bereikt, maar voor de meeste zijspruiten in de maanden februari, maart en april. Na de bloemprimordia worden de pakjesprimordia aangelegd met een snelheid van 0,3 tot 0,5 per dag; het genetisch bepaalde maximum aantal pakjes (20 à 30 per aar) is aangelegd voor het begin van de stengelstrekking (Feekes stad. 5). Reeds voor dit stadium is bij de pakjes in het centrum van het generatieve groeipunt de bloemaanleg begonnen. Gemiddeld worden er per pakje zes à zeven bloempjes aangelegd; echter vooral in de pakjes aan de basis en de top van de aar komen veel van de aangelegde bloempjes niet tot ontwikkeling (zie fig. 3).
In de groeiperiode van drie weken voor de bloei is de jonge aar zeer gevoelig voor beperkingen in de uitwendige groei-omstandigheden. Vochttekort, stikstofgebrek en lage lichtintensiteiten reduceren het aantal gevormde bloempjes sterk. De duur en snelheid van aarvorming is sterk afhankelijk van de temperatuur. Meestal worden veel bloempjes en vervolgens veel korrels per aar verkregen onder zonnige en koele weersomstandigheden voor de bloei. Het jaar 1976 was in dit opzicht gunstig, het daaropvolgend jaar 1977 uitzonderlijk ongunstig door de combinatie van lage lichtintensiteit en een bladrijk gewas.
Ongeveer 80% van de gevormde bloempjes wordt bevrucht en geeft een korrel; van het aanvankelijk aangelegde aantal bloemprimordia wordt gemiddeld slechts bij 30% een korrel gevormd. Dit percentage varieert echter afhankelijk van de omstandigheden van 20 tot 40%. Voor de teler is het mogelijk het aantal korrels per aar positief te beïnvloeden door in Feekes-stadium 7/8 met een extra stikstofgift het assimilatenaanbod voor de uitgroeiende aar te vergroten. Een vroegere gift zou juist de ongewenste late zijspruitvorming bevorderen, terwijl een stikstofgift na stadium F8 à 9 te laat werkzaam is om de aarvorming te beïnvloeden. Tijdens de bloei is de watervoorziening van het gewas zeer belangrijk.



	begin aanleg pakjes	einde uitstoeling	einde pakjes aanleg	aantal bloempjes per aar
Feekes stadium	3	5	7	10.1
Aantal bladeren	4	6	8	aar komt tevoorschijn

Figuur 3. Ontwikkeling van de aar.

Van bloei tot oogst

Reeds voor de bloei hebben de vegetatieve organen (bladeren, stengel en kaf) hun maximale afmetingen bereikt. De gewichtstoename van het gewas tijdens en direct na de bloei vindt plaats door ophoping van reservestoffen (vnl. koolhydraten) in de stengel en in de aarspil, totdat de korrels meer assimilaten nodig hebben dan er door het gewas dagelijks geproduceerd wordt. Dit moment wordt bij hoge temperaturen (> 25° C) reeds binnen een week na de bloei bereikt, terwijl bij relatief lage temperaturen (< 15° C) de ophoping kan doorgaan tot ca drie weken na de bloei. Een tekort aan dagelijks geproduceerde assimilaten tijdens de korrelvulling kan worden opgevangen, doordat koolhydraten uit de stengel en stikstofverbindingen uit de bladeren (incl. de schede) naar de dan snel groeiende korrels worden getransporteerd.

Afhankelijk van de temperatuur duurt de *celdeling* in de jonge korrel zeven tot veertien dagen; een goede assimilatenvoorziening verhoogt het aantal endospermcellen (= opslagplaatsen) in de korrel. Tijdens de celdelingsfase is de toename van het drooggewicht in de korrel slechts gering, maar er wordt juist wel veel water en aminozuren opgenomen. Na de celdeling verloopt de korrelgroei gedurende enkele weken vrijwel constant, zonder te reageren op verschillen in dagelijkse fotosynthese van het gewas.

De snelheid van *korrelvulling* wordt bij voldoende assimilatenaanbod bepaald door de temperatuur. De groeisnelheid kan per dag varieren van 1 tot 2 mg per korrel of van 200 tot 400 kg per ha. De groeisnelheden van de korrel zijn vaak hoger dan de gelijktijdige drogestofproduktie van het gewas. Dit leidt tot onttrekking van assimilaten uit de vegetatieve organen. Bij gebrek aan assimilaten neemt de korrelgroei voortijdig af en bereiken de korrels slechts een laag duizendkorrelgewicht, hetgeen kan gebeuren door extreem hoge temperaturen, vochttekort en schade door ziekten en plagen. Relatief lage temperaturen en een gezond gewas leiden tot een assimilatenaanbod dat groter is dan het verbruik door de korrels. De *groeiduur* van de korrels is niet onbeperkt, maar wordt endogeen (mogelijk hormonaal) geregeld. De korrelgroei stopt soms zelfs voordat de korrels geheel gevuld zijn. Dit regelingsmechanisme is nog onvoldoende bekend. Dus hoge temperaturen verhogen de groeisnelheid, maar bekorten de groeiduur van de korrels en de levensduur van de plant.

Bij een gunstige water- en stikstofvoorziening kan het gewas ook bij hoge temperaturen, als deze gepaard gaan met veel zonnestraling, in een korte tijd hoge korrelopbrengsten produceren. Vaak treden er echter bij hoge temperaturen stagnaties op in de koolhydratenvoorziening van het wortelstelsel, waardoor de wortelactiviteit en daarmee de water- en stikstof-

voorziening van het gewas suboptimaal wordt. Dit leidt tot lagere korrelopbrengsten. Meestal worden de hoogste korrelopbrengsten verkregen in een koel groeiseizoen met een normale hoeveelheid zonnestraling. Dan is het dagelijkse assimilatenverbruik voor korrelgroei beter in evenwicht met de koolhydraat- (= fotosynthese) en eiwitproduktie van het gewas.
Het tarwegewas kan alleen optimaal functioneren, als het niet aangetast wordt door ziekten of plagen. Ziekten veroorzaken veelal bladnecrose en verstoringen in het transport van water en assimilaten. Het gevolg van veel ziekten is een versnelde *afsterving* van groene organen en daarmee een sterk verminderde fotosynthese en drogestofproduktie (zie tabel 3). Ook de zuigschade door luizen blijkt vooral voort te komen uit een ontregeling van produktieprocessen en in mindere mate het gevolg te zijn van onttrekking van assimilaten uit de zeefvaten. Vroeg optredende ziekten verlagen ook het aantal korrels; afrijpingsziekten en luizen schaden de korrelvulling, hetgeen resulteert in een lager duizendkorrelgewicht en dus een lagere korrelopbrengst.

De rol van stikstof in de tarweplant

Stikstof is het belangrijkste voedingselement voor tarwe. De wortels nemen stikstof meestal op in de vorm van nitraat (NO_3^-), maar opname van ammonium (NH_4^+) is ook mogelijk. De door de plant opgenomen nitraatstikstof wordt gereduceerd en ingebouwd in aminozuren en eiwitten. Vooral voor de bladeren zijn deze stikstofverbindingen belangrijke bouwstenen. Aanvankelijk verloopt de stikstofopname door het gewas parallel aan de bladgroei. De dagelijkse opnamesnelheid bedraagt voor een goed van stikstof voorzien gewas 4 à 5 kg stikstof per ha; na de bloei zal de opname afhangen van de nog beschikbare stikstofvoorraad in de bodem en van de wortelactiviteit.
De voor de tarweplant beschikbare stikstof is afkomstig van de gemineraliseerde stikstof in de bodem en van de opgeloste kunstmeststikstof. In de bodem bevindt zich een grote voorraad organisch gebonden stikstof (3.000 tot 15.000 kg N per ha), waarvan 1,5 tot 3% per jaar mineraliseert. De mineralisatiesnelheid varieert in afhankelijkheid van grondsoort, het C/N-quotiënt van de organische stof, het vochtgehalte en vooral de temperatuur. In het voorjaar ijlt de bodemtemperatuur na op de luchttemperatuur, waardoor ook de mineralisatie achterloopt op de gewasgroei. Toch is er in het vroege voorjaar reeds een voorraad gemineraliseerde stikstof aanwezig, die afkomstig is van mineralisatie in het voorafgaande jaar. Kennis van de dynamiek van de bodemstikstof is nodig om de bemesting goed op de behoefte van het gewas af te kunnen stemmen.

Gemiddeld wordt 70 à 90% van de stikstof vóór de bloei opgenomen en 10 à 30%, soms echter 50%, na de bloei. Stikstof bevordert de bladgroei, voornamelijk door extra celstrekking. Ook de uitstoeling neemt sterk toe door een groot stikstofaanbod. Dit kan minder gewenst zijn bij een hoog plantaantal. In de periode van snelle gewasgroei, in de maanden mei en juni, wordt ook de meeste stikstof opgenomen. Van de stikstofverbindingen die vóór de korrelvullingsfase in de vegetatieve organen geaccumuleerd zijn, wordt een groot deel tijdens de korrelvulling onttrokken ten behoeve van de korrel. Bij de eindoogst bevindt zich ± 75% van de stikstof in de korrel.

Voor de stikstofonttrekking uit de vegetatieve organen moeten de eiwitten eerst worden afgebroken tot aminozuren; deze worden vervolgens naar de korrels getransporteerd en gebruikt voor de vorming van "graaneiwitten". Bij zowel de afbraakprocessen als bij de eiwitsynthese zijn enzymen betrokken, waarvan de activiteit temperatuur-afhankelijk is. Hogere temperaturen leiden tot een snellere synthese en afbraak. Hoe de onderlinge afstemming plaatsvindt is nog onbekend; waarschijnlijk spelen signalen via hormonen een belangrijke rol. De stikstofopname door de korrel kan leiden tot een versnelde afsterving van het groene gewas, als de eiwitvoorraad in de vegetatieve organen klein is en als het gewas geen stikstof meer opneemt via het wortelstelsel. De samenhang tussen de groeiduur, de stikstofvoorraad in het gewas en de stikstofopname van het gewas en de korrel kan als volgt worden weergegeven:

$$\text{N-opname korrel} = \frac{\text{N-voorraad bij bloei - N-rest in stro}}{\text{groeiduur}} + \text{N-opname gewas}$$

Voorbeelden:

a. jaar 1976: 6 kg N/ha/dag $= \frac{120 \text{ kg N/ha} - 30 \text{ kg N/ha}}{30 \text{ dagen}} + 3 \text{ kg N/ha/dag}$

b. jaar 1978: 4 kg N/ha/dag $= \frac{155 \text{ kg N/ha} - 65 \text{ kg N/ha}}{45 \text{ dagen}} + 2 \text{ kg N/ha/dag}$

Uit deze voorbeelden blijkt, dat een stikstofopbrengst van 180 kg N per ha in de korrel met zeer verschillende opnamesnelheden tot stand kan komen in afhankelijkheid van de groeiduur.

Zowel uit fytotron- als veldproeven is gebleken dat met een goede stikstofvoeding de levensduur van de bladeren bij relatief lage temperaturen aanmerkelijk verlengd kan worden. Het effect op de groeiduur van de korrel lijkt echter minimaal te zijn. De positieve invloed op de korrel komt dan vooral tot stand door een betere assimilatenvoorziening gedurende de eind-

De beschikbaarheid van stikstof voor de korrel beïnvloedt ook het eiwitgehalte en daarmee de bakkwaliteit. Van invloed op het eiwitgehalte van de korrel zijn:

a. raseigenschappen;
b. stikstofvoorziening van het gewas;
c. weer (vooral de temperatuur);
d. ziekten en plagen.

Het effect van deze factoren op het eiwitgehalte komt tot stand via het opbrengstniveau, de stikstofopname en -verdeling in de tarweplant. De boer kan naast de rassenkeuze vooral het eiwitgehalte positief beïnvloeden door het gewas gezond te houden en een late overbemesting met stikstof te geven (zie tabel 3). Een gezond gewas heeft ook een gunstiger stikstofverdeling over korrel en stro: het aandeel van de stikstofopbrengst in de korrel bedroeg bij het ras Arminda in 1978 voor een "gezond" en een "ziek" gewas respectievelijk 0,78 en 0,72. Ook blijkt dat een gezond gewas bij dezelfde stikstofbemesting meer stikstof uit de bodem opneemt. Late stikstofgiften (stad. F10.3 - F10.5) bevorderen de stikstofopname door de korrel meer dan de koolhydraataccumulatie, met als gevolg een hoger N-gehalte in de korrel.

Tabel 3. Stikstof- en fungiciden-effecten op de korrelopbrengst, de oogstcomponenten en de stikstofhuishouding van wintertarwe; ras Arminda; 1978.

stikstofbemesting (kg N/ha)	50		50 + 60		50 + 60 + 70	
fungiciden + insekticiden	-F	+F	-F	+F	-F	+F
totaal ds-opbrengst (t/ha)	13,6	15,2	14,3	16,9	14,8	17,9
aandeel korrels (%)	44	46	44	47	44	46
korrelopbrengst (kg/ha)	6.040	7.000	6.250	7.930	6.470	8.270
aantal korrels/m^2(x1000)	18,2	18,6	18,8	19,9	19,2	20,0
duizendkorrelgewicht (g)	33,0	37,7	33,3	39,7	33,8	41,4
stikstofgehalte korrels (%)	1,54	1,68	1,84	1,94	2,18	2,19
stikstofgehalte stro (%)	0,42	0,42	0,55	0,48	0,70	0,64
stikstofopbr.korrels (kg/ha)	93	118	115	157	141	181
stikstofopbr.stro (kg/ha)	35	35	45	44	60	63
totaal N-opname gewas (kg/ha)	129	153	160	201	201	244
aandeel korrels (%)	72	78	72	78	71	74

bron: J.H.J. Spiertz & J. Ellen (1979).

De water- en mineralenvoorziening van de tarweplant

In het voorgaande is uitgegaan van een optimale watervoorziening van het gewas. Voor een tarwegewas is voor elke kg geproduceerde drogestof ongeveer 300 liter water nodig. Bij een dagelijkse drogestoftoename van 200 kg per ha is dan 6 mm water nodig. Voor het bereiken van hoge opbrengsten zou meer dan 500 mm nodig zijn. Daar de gemiddelde neerslag tijdens de maanden april tot en met juli ongeveer 250 mm bedraagt, dient het overige uit de bodemvoorraad beschikbaar te komen.
Watertekort vroeg in het seizoen vermindert de uitstoeling en de bladproduktie. Later in het groeiseizoen, vooral rond de bloei, kan de korrelzetting sterk gereduceerd worden en nadien gaan de bladeren versneld afsterven. In het algemeen veroorzaakt watertekort het gedeeltelijk sluiten van de huidmondjes en daarmee een sterke daling in de fotosynthesesnelheid. Vaak treedt enigszins watertekort midden op de dag op, als de instraling van de zon het sterkst is. Dus ook zonder zichtbare droogteschade kan er produktieverlies optreden door tijdelijke watertekorten.
Bij droogte gaan de wortels meer water opnemen uit diepere lagen; vaak is dit bodemvocht minder rijk aan voedingsstoffen. Het kan dan ook voorkomen dat er geen echt watertekort is, maar dat de planten eerder aan stikstofgebrek lijden.

Van de mineralen is de rol van stikstof reeds uitvoerig besproken. Naast stikstof zijn als voedingsstoffen vooral fosfor, kali en magnesium van belang. De opname van fosfor loopt parallel aan de toename in de drogestofproduktie; de totale opname bedraagt 30 à 35 kg P, waarvan 80 à 90% in de korrel wordt opgeslagen. Hoewel de totale opname aan magnesium geringer is, 10 à 15 kg/ha, vertoont de opname en de verdeling een met fosfaat overeenkomend patroon. Mg^{2+} speelt een belangrijke rol bij bepaalde enzymen, onder andere bij een enzym dat van groot belang is voor de eiwitsynthese in de korrel.
Het voedingselement kalium wordt grotendeels voor de bloei opgenomen en bereikt de maximale hoeveelheid in het gewas ongeveer twee weken na de bloei. Slechts een geringe hoeveelheid ($\pm$ 20%) wordt opgenomen in de korrel. Tijdens de korrelvulling treedt desondanks een afname van kalium uit de vegetatieve organen op; dit kan gebeuren door uitspoeling uit de bladeren tijdens regenbuien of door uitscheiding via de wortels. Bij het element kalium geeft de hoeveelheid in de korrels (20 - 30 kg K per ha) geen goed beeld van de kaliumbehoefte van het gewas.

Samenvatting

Voor een optimale korrelproduktie is vereist:

- een lange levensduur van een gezond gewas, met voldoende blad voor een zo volledig mogelijke lichtonderschepping;
- een gunstige verdeling van de assimilaten tussen enerzijds de vegetatieve organen en anderzijds de aar voor de bloei;
- een hoog aantal korrels per m^2; bij de huidige rassen minimaal 18.000 per m^2;
- een actief wortelstelsel tot het eind van de korrelvulling ten behoeve van de water- en mineralenvoorziening van het gewas;
- een zo volledig mogelijke onttrekking van stikstof uit de vegetatieve organen ten behoeve van de korrel, als het eiwitgehalte van belang is.

Teeltmaatregelen die de boer ter beschikking heeft zijn:

- een juiste rassenkeuze en vruchtopvolging;
- het verbeteren van de bodemstructuur en de bodemvruchtbaarheid;
- het zorgen voor een optimaal plantaantal;
- een op de behoefte van het gewas afgestemde stikstofbemesting;
- het voorkomen van onnodige concurrentie, vooral om licht, tijdens de uitstoelings- en stengelstrekkingsfase door een goede onkruidbestrijding;
- een tijdige en op de aantasting afgestemde bestrijding van ziekten en plagen.

Deze en andere maatregelen zullen uitvoerig in de volgende voordrachten behandeld worden.

Teelttechniek, korrelopbrengst en oogstzekerheid

dr ir A. Darwinkel, PAGV, Lelystad

Inleiding

Bij de teelt van granen moet de teelttechniek afgestemd zijn op het bereiken van hoge korrelopbrengsten met een grote oogstzekerheid. De keuze van teeltmaatregelen zal weloverwogen dienen plaats te vinden, opdat gewasbestanden worden gecreëerd die bij uiteenlopende weersomstandigheden weinig door ongunstige aspecten, zoals ziekten, plagen en legering, worden beïnvloed. Tegenover de hogere korrelopbrengsten staat dat de teeltkosten tegenwoordig van meer betekenis zijn dan voor 1970. In dit verband kan het gebruik van chemische middelen tegen ziekten en plagen genoemd worden. Handhaving of verhoging van het huidige opbrengstniveau zonder dat de teeltkosten (sterk) stijgen zal de teelt van wintertarwe ten goede komen. Toepassing van weloverwogen teeltmaatregelen om oogstzekere gewassen te krijgen zal daarbij van groot belang zijn.

Opbrengst en oogstzekerheid

Uit fig. 1 bleek al, dat minimaal 18.000 korrels per m^2 nodig zijn voor het bereiken van maximale opbrengsten. In de praktijk zijn op kleigrond in 1977 en 1978 gemiddeld ongeveer 15.000 korrels per m^2 geoogst; op zandgrond was dit nog aanzienlijk lager.

Verhoging van het aantal korrels per m^2 biedt dan ook mogelijkheden om tot hogere korrelopbrengsten te komen. Een verhoging van het aantal korrels per m^2 kan bereikt worden door meer aren per m^2 en/of meer korrels per aar.

Uit een oogpunt van oogstzekerheid zijn dichte gewasbestanden ongewenst door hun grotere gevoeligheid voor legering, ziekten en plagen. Bovendien is de verdeling van de geproduceerde drogestof minder economisch, omdat een groter deel ervan in het stro achterblijft. In verband hiermee zal een verhoging van het aantal korrels per m^2 vooral door meer korrels per aar tot stand gebracht moeten worden.

Uit een oogpunt van opbrengst en oogstzekerheid zijn 475-525 aren per m^2 gewenst. Om dit te bereiken vormen 200-225 planten per m^2 in het voorjaar een goede uitgangssituatie. Uitgaande van dit plantaantal kunnen hoofdspruiten en vroeg gevormde zijspruiten zich tot forse en produktieve aren ontwikkelen. In holle plantbestanden (< 100 planten/m^2) vormen ook vele laat gevormde zijspruiten een aar, maar de opbrengst van deze aren blijft aanzienlijk achter.

Tabel 4. Aantal aren en korrelopbrengsten van hoofdspruiten en zijspruiten bij toenemende plantaantallen (ongestoorde groei).

planten per m^2	aren per plant	korrelopbrengsten (g drogestof)				
		hoofd-spruit	zijspruiten			
			1 + 2 *	3 + 4	5 + 6	7 - 10
25	10,9	3,16	2,77	2,54	2,31	1,83
50	6,5	2,66	2,47	2,12	1,85	-
100	4,3	2,30	1,96	1,67	-	-
200	2,5	1,87	1,61	1,20	-	-
400	1,5	1,59	1,18	-	-	-
800	1,0	1,16	0,85	-	-	-

* 1 = eerstgevormde zijspruit; 10 = laatstgevormde zijspruit

In zeer dichte gewasbestanden blijven ook de vroeggevormde zijspruiten achter in de opbrengst, doordat een vroegtijdige concurrentie (om licht) tussen de spruiten een ongunstige uitwerking heeft op de aarontwikkeling. Bovendien blijkt uit tabel 4 dat de plantdichtheid een grote invloed heeft op de korrelopbrengst van hoofdspruiten.

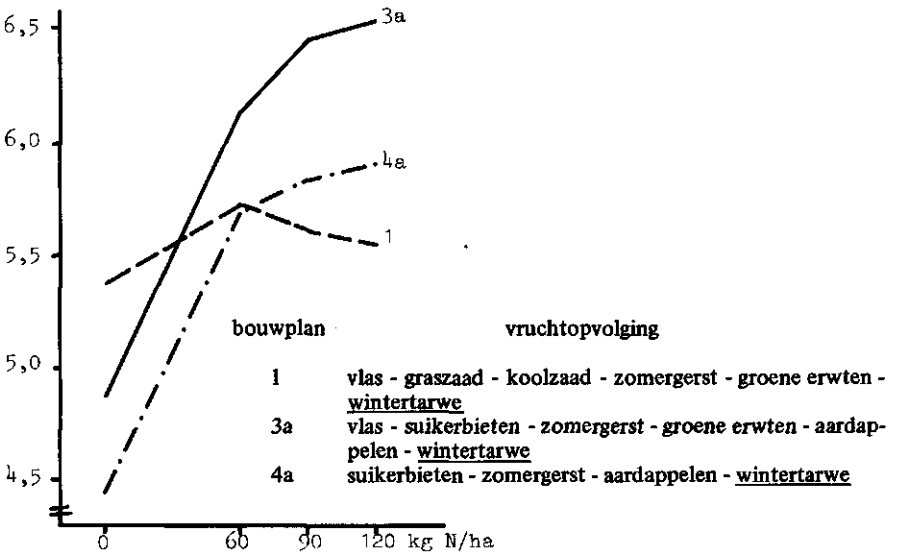
Teeltmaatregelen

De teelttechniek van granen is een samenspel van op elkaar inwerkende teeltmaatregelen. De invloed van deze teeltmaatregelen op het proces van korrelproduktie hangt vooral af van het tijdstip waarop de maatregelen worden getroffen. Teeltmaatregelen die ingrijpen vóór het in aar komen beïnvloeden met name het aantal korrels per m^2; later wordt de korrelvulling meer beïnvloed.

Vruchtwisseling

De ontwikkelingen in de akkerbouw in de laatste decennia worden gekenmerkt door een forse inkrimping van het areaal granen. In de kleigebieden is het aandeel granen in het bouwplan in de laatste twintig jaar teruggelopen van ca 50% naar 35%; op zandgronden is de teruggang nog groter geweest. Het areaal tarwe is vrijwel gelijk gebleven, waardoor tarwe nu omstreeks 50% van het Nederlandse graanareaal omvat. De verschuiving binnen het bouwplan ten gunste van hakvruchten heeft ertoe geleid dat granen minder frequent op hetzelfde perceel terugkomen.

Deze afgenomen teeltfrequentie zal gevolgen hebben voor de teelt en de opbrengst van granen. Uit het vruchtwisselingsonderzoek op "De Schreef", weergegeven in fig. 4 blijkt, dat het bouwplan niet alleen de korrelopbrengst maar ook de stikstofreactie beïnvloedt. Het effect van de vruchtwisseling op de opbrengst hangt deels samen met het optreden van voetziekten (oogvlekkenziekte). In het bouwplan 3a wordt eens per drie jaar een voetziektevatbaar gewas geteeld; in de bouwplannen 1 en 4a om het andere jaar. De opbrengst van beide laatste bouwplannen bleef ongeveer 10% achter bij bouwplan 3a. De verschillen in de relatie tussen N-bemesting en korrelopbrengst moeten worden toegeschreven aan verschillen tussen voorvruchten in hun nalevering van stikstof.
Opgemerkt moet worden, dat de 1 op 3-teelt van granen in bouwplan 3a duidelijk afwijkt van het intensieve bouwplan met 2/3 hakvruchten en 1/3 granen, zoals dat in de praktijk wordt uitgevoerd.



Figuur 4. Gemiddelde opbrengst wintertarwe (ton/ha) bij verschillende N-giften over de periode 1967-1974 ("De Schreef").

Rassenkeuze

Het rassensortiment van wintertarwe is de laatste twintig jaar nogal dynamisch geweest. Vele rassen verdwenen na verloop van tijd weer van de RIVRO-rassenlijst. Meestal kon dit worden toegeschreven aan een toenemende vatbaarheid voor ziekten, waardoor de opbrengst achterbleef bij nieuwe rassen.

Verbetering van ziekteresistentie en strostevigheid hebben vooral bijgedragen tot de grotere produktiviteit van nieuwe rassen. Rassen met steviger stro verdragen een hogere N-bemesting en kunnen als zodanig meer stikstof efficiënt benutten. Met de komst van kortstrorassen *(semi-dwarfs)* wordt bovendien een opbrengstverhogend effect bereikt door een gunstiger verdeling van de drogestof. De kortstrorassen hebben meer korrels per aar en een hogere korrel/stro-verhouding. In het streven naar 18.000 korrels per m^2 in niet te dichte gewasbestanden zijn meer korrels per aar juist essentieel.

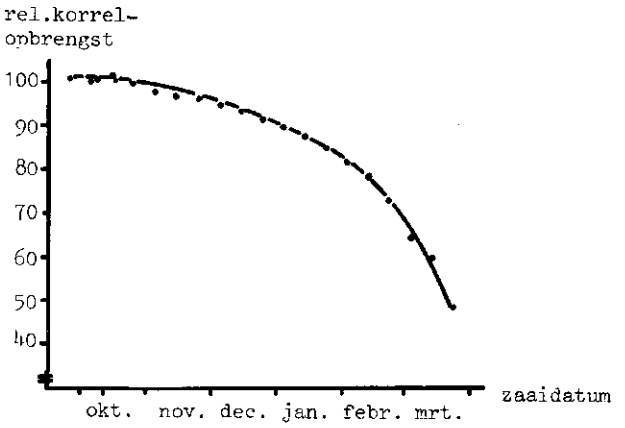
Ter beperking van de risico's van ziekten heeft rassenspreiding in de praktijk terecht ingang gevonden. De mogelijkheden van rassenmengsels en multilines zijn nog in onderzoek. De eerste resultaten ervan laten een duidelijke afname van ziekteaantasting zien, terwijl ook de korrelopbrengst enigszins positief beïnvloed wordt. De samenstelling van de rassenmengsels levert met name met betrekking tot vatbaarheid voor diverse gele roest-fysio's bij het huidige rassensortiment nog problemen op. Rassenmengsels en multilines zullen vooral een bijdrage kunnen leveren aan de verbetering van de oogstzekerheid van graangewassen.

Zaaitijd

In het algemeen werd wintertarwe in de praktijk bij voorkeur in de tweede helft van oktober gezaaid. De tarwe komt voor de winter tot een goede ontwikkeling en de risico's van het optreden van oogvlekkenziekte zijn minder groot.

Nu ziekten en plagen door chemische middelen afdoende kunnen worden bestreden, is vervroeging van de zaaitijd naar de tweede helft in september in de belangstelling gekomen. Onderzoek hieromtrent is sinds enkele jaren gaande. Uit de weinige resultaten die nu voorhanden zijn, komt geen duidelijk positief effect op de opbrengst naar voren. De vroeggezaaide tarwe toonde een voorsprong in ontwikkeling en produceerde meer aren. Het stro is echter langer, waardoor een lagere korrel/stro-verhouding wordt gevonden. De gunstige kanten van vroeger zaaien zitten waarschijnlijk niet zozeer in een hogere korrelopbrengst, maar meer in aspecten als arbeidsspreiding en bodemomstandigheden (minder verslemping).

Verlating van het zaaitijdstip leidt veelal tot lagere korrelopbrengsten, zeker als na december wordt gezaaid (fig. 5).



Figuur 5. Verband tussen korrelopbrengst en zaaitijd (proeven Rijksdienst IJsselmeerpolders, 1953 t/m 1978).

In het najaar wordt nogal eens een wisselend effect van de zaaitijd op de opbrengst gevonden. Deze wisselvalligheid hangt vooral samen met de omstandigheden waaronder wordt gezaaid. Sinds 1974 zijn de zaaiomstandigheden gunstig geweest, hetgeen ongetwijfeld heeft bijgedragen tot de hoge opbrengsten van de laatste jaren. Bij inzaai onder goede omstandigheden had verlating van de zaaitijd in de herfst betrekkelijk weinig invloed op de opbrengst; eerst in december was er van een duidelijke afname sprake.

Een direct effect van zaaitijd op de korrelopbrengst zal vooral optreden bij zeer late zaai, bijv. in januari of februari. Dergelijke laat gezaaide gewassen vertonen in voorjaar en zomer een versnelde ontwikkeling, waardoor de aarontwikkeling wordt benadeeld. Dit komt tot uiting in een geringe korrelzetting en in een achterblijvende korrelvulling (tabel 5).

In de praktijk zijn de omstandigheden bij later zaaien gewoonlijk minder gunstig en dit draagt mede bij tot de veelal lagere opbrengsten van laatgezaaide wintertarwe. Wat de gewasontwikkeling en bodemomstandigheden betreft, is de periode van eind september tot eind oktober de meest geschikte zaaitijd voor wintertarwe.

Tabel 5. Korrelopbrengst, korrels/m^2 en 1000-korrelgewicht van wintertarwe (ras Lely) bij verschillende zaaidata (ongestoorde groei).

zaaidatum	korrelopbrengst (gram/m^2)	korrels per m^2	1000-korrel-gewicht (g)
1 oktober	984	20.500	47,9
1 november	952	19.500	48,8
1 december	980	21.200	46,2
2 januari	931	21.000	44,1
1 februari	770	18.500	41,7

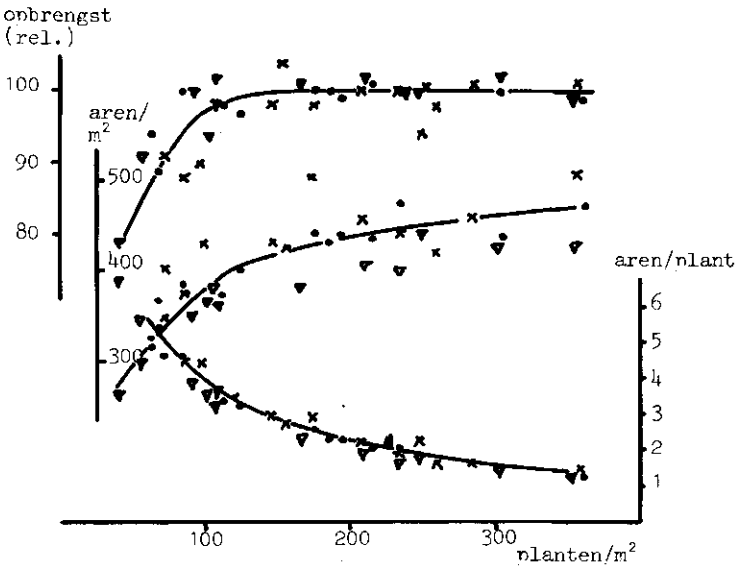
Zaaizaadhoeveelheid

Vooral de hoeveelheid zaaizaad bepaalt het plantaantal en nadien de standdichtheid van het gewas. Uit recent onderzoek is gebleken, dat de hoogste opbrengst bereikt wordt bij ca 120-130 kg zaaizaad per ha (tabel 6).

Tabel 6. Korrelopbrengst (kg/ha) van wintertarwe bij 50, 100, 150 en 200 kg zaaizaad per ha (naar gegevens van 9 proeven van Ridder, 1976).

jaar	kg zaaizaad per ha			
	50	100	150	200
1974	72,5	74,8	74,5	74,2
1975	48,3	52,9	55,0	55,5
1976	61,8	67,1	65,9	66,6
gemiddeld	60,9	64,9	65,1	65,4

Zelfs bij 50 kg zaaizaad bleef de opbrengst maar weinig achter, terwijl bij gebruik van 200 kg zaaizaad per ha, ook zonder legering, geen verhoging van de opbrengst werd bereikt. Dit compenserend vermogen van een tarweplant wordt duidelijk geïllustreerd in fig. 6. Bij lage plantaantallen kwamen per plant meer aren tot ontwikkeling, waardoor de verschillen in aaraantallen minder groot zijn. Nog sterker kwam dit naar voren in een plantdichtheidsproef, waarin een 32-voudig verschil in plantgetal werd teruggebracht tot een 3-voudig verschil in aargetal (tabel 4).



Figuur 6. Relatieve korrelopbrengsten (150 kg zaaizaad per ha = 100), aantal aren per m^2 en aantal aren per plant bij toenemend plantgetal (naar gegevens van Ridder).

Het verband tussen zaaizaadhoeveelheid en plantgetal in het voorjaar kan als volgt worden weergegeven:

$$\text{plantaantal} = \frac{\text{opkomst x overwintering}}{\text{1000-korrelgewicht}} \times \text{zaaizaadhoeveelheid}$$

Onzekere factoren in deze formule zijn opkomst en overwintering. Normaliter bedraagt de opkomst 80-90% en de plantsterfte in de winter 10-20%. Bij een 1000-korrelgewicht van 45 gram betekent dit, dat voor het verkrijgen van 200 planten per m^2 in gunstige situaties ca 110 kg zaaizaad en in ongunstige situaties ca 150 kg zaaizaad per ha nodig is. Bij de inzaai van tarwe moet met variaties in 1000-korrelgewicht rekening worden gehouden. Tussen jaren en tussen rassen kunnen verschillen in 1000-korrelgewichten van meer dan 25% voorkomen. Bij grof zaaizaad moeten per ha meer kilo's verzaaid worden. Meer zaaizaad kan ook nodig zijn ter compensering van een slechte opkomst, zoals te verwachten is bij inzaai onder minder goede bodemomstandigheden (late zaai en/of breedwerpige zaai). Verhoging van de zaaizaadhoeveelheid ter compensatie van een slechte opkomst kan de schade aan de korrelopbrengst hooguit beperken; een slechte uitgangssituatie kan niet volledig ongedaan gemaakt worden!
In een intensief systeem, zoals dat wel in Sleeswijk Holstein wordt toegepast en waarbij wordt gestreefd naar zeer hoge aaraantallen (> 700 per m^2), worden zaaizaadhoeveelheden van 200 tot zelfs 300 kg/ha gebruikt. Dergelijk dichte gewasbestanden zijn echter gevoelig voor legering, ziekten en plagen. Ter verbetering van de oogstzekerheid is een frequent gebruik van chloormequat en bestrijdingsmiddelen onontbeerlijk.

Zaaimethoden

Rijenzaai op 22 of 25 cm afstand heeft in het verleden ingang gevonden om onkruiden mechanisch te bestrijden en om een ondervrucht betere ontwikkelingskansen te geven. Daarbij wordt echter een plantverdeling verkregen, waarbij de planten in de rij elkaar al vroeg beconcurreren. Elders heeft verbetering in plantverdeling door vernauwing van de rijenafstand tot opbrengstverhogingen van 3-12% geleid. In ons land is de opbrengst van proeven in de laatste jaren op kleigrond bij 12½ cm rijenzaai gemiddeld 2 à 3% hoger geweest dan bij 25 cm rijenzaai. Op minder vruchtbare gronden is een groter effect te verwachten. Ook bij kortstrorassen blijkt dit effect groter te zijn. De hogere opbrengst bij nauwere rijenzaai komt tot stand door een groter aantal aren, resulterend in meer korrels per m^2, zonder dat het 1000-korrelgewicht duidelijk verandert. Opgemerkt wordt, dat als tarwe dient als dekvrucht voor graszaad, een nauwe rijenafstand en veel zaaizaad niet wenselijk zijn.

Tabel 7. Korrelopbrengst (kg/are), aantal aren, aantal korrels en 1000-korrelgewicht van wintertarwe (ras Lely) bij 12½ en 25 cm rijenzaai en breedwerpige zaai (PAGV, Lelystad).

zaaimethode	korrel-opbrengst	aren/m^2	korrels/m^2	1000-korrel-gewicht
12½ cm rij	78,6	428	18.000	43,8
25 cm rij	77,5	401	17.600	44,0
breedwerpig	76,7	386	17.500	43,5

Behalve een goede ruimtelijke verdeling van het zaad is een gelijkmatige opkomst van de planten nodig voor een goede gewasontwikkeling. Deze kan worden verkregen als het zaaizaad op gelijke diepte in de grond wordt aangebracht. Diep gezaaide planten besteden veel energie aan de opkomst, komen later boven en verkeren als gevolg daarvan in een ongunstige concurrentiepositie. De ontwikkeling van dergelijke planten blijft achter; de vorming van zijspruiten en aren verloopt gebrekkig (tabel 8).
Bij rijenzaai kan een redelijke diepteligging van het zaad worden verkregen. Bij breedwerpige zaai kan wel een goede horizontale verdeling van het zaad worden verkregen, maar de zaden komen door het noodzakelijke inwerken op zeer onregelmatige diepte in de grond terecht. Als gevolg hiervan is de opkomst slechter en ongelijktijdig en vertonen de planten een ongelijkmatige beginontwikkeling.

Tabel 8. Invloed van de zaaddiepte op de spruitontwikkeling.

zaaddiepte (cm)	aantal spruiten (halmen)		
	9/5	16/6	7/7
0-1	4,9	2,8	2,1
2-3	3,8	2,4	2,1
4-5	3,4	2,0	1,8
6-7	3,2	1,7	1,4
8-9	2,9	1,5	1,2
≥10	2,1	1,3	1,1

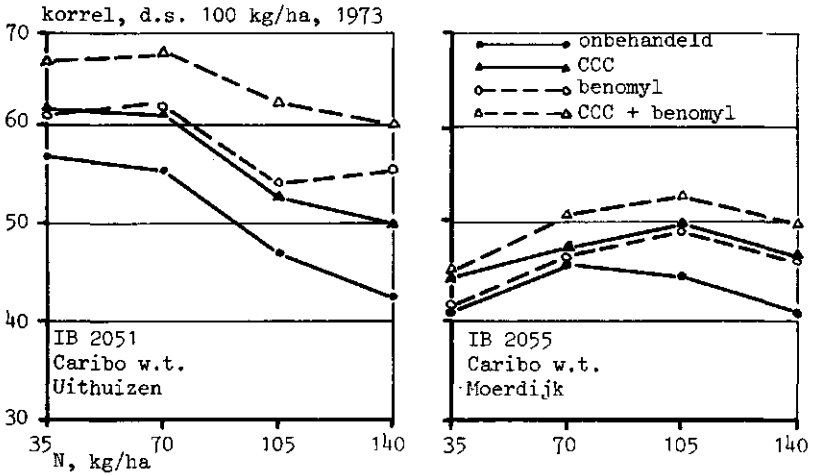
Het verkrijgen van een goede horizontale en een goede verticale verdeling van het zaaizaad heeft geleid tot onderzoek naar nieuwe zaaisystemen. In Engeland zijn met precisiezaai 5-18% hogere korrelopbrengsten bereikt; voor een goed zaairesultaat moet de grond bij het zaaien geschikt zijn voor de precisiezaaimachine. In de herfst zal het zaaibed in verband met slempgevaar hieraan niet kunnen voldoen. Veel aandacht wordt in Duitsland besteed aan de ontwikkeling van een "Breitsaat"-machine, waarmee zaaizaad op een breedwerpige wijze op gelijke diepte in de grond wordt gelegd. De toepasbaarheid van deze machines voor de praktijk zal afhangen van de gebruiksmogelijkheden op uiteenlopende grondsoorten en van de werksnelheid.

Groeiregulatoren en bemesting

Chloormequat is de laatste vijftien jaar toegepast ter verbetering van de strostevigheid van tarwe. Chloormequat werkt remmend op de celstrekking, zodat het tijdstip van aanwending bepalend is voor de plaats van de stengelverkorting. In een vroeg stadium wordt de stengelvoet verkort (en verstevigd); bij een late toepassing worden de bovenste stengeldelen verkort.

Gunstige effecten van chloormequat komen vooral tot uiting in legeringsgevoelige gewassen. In situaties zonder legering zijn de ervaringen met chloormequat wisselend. Onder ongunstige groeiomstandigheden wordt nogal eens een negatief effect waargenomen. Het optreden van ziekten neemt bij gebruik van chloormequat toe, met name bij een late toepassing. Bij een vroege aanwending worden vaak meer korrels geproduceerd (meer aren en/of meer korrels/aar), maar het 1000-korrelgewicht daalt vaak enigszins. Toepassing van chloormequat is aan te raden in situaties van een stikstofrijke grond, een dicht plantbestand en een erg welige beginontwikkeling.

Een bespuiting van 1-2 liter chloormequat per ha in een vroeg stadium (F5) is dan op zijn plaats. Bij een tweemalige toediening van chloormequat kan de helft worden gespoten in stadium F4/5, de andere helft 10-14 dagen later. Bij gebruik van chloormequat kan rekening worden gehouden met de strostevigheid van het geteelde ras. Kortere rassen, die de laatste jaren steeds meer geteeld worden, zijn steviger waardoor chloormequat minder nodig is. Op zand- en dalgrond wordt chloormequat afgeraden in verband met een verhoogde ziekteaantasting. Nu echter ziekten efficiënt kunnen worden bestreden, kan een vroegtijdig gebruik van chloormequat in riskante gewassen worden overwogen, hetgeen momenteel in onderzoek is.
De temperatuur en de stikstofvoorziening bepalen na de winter vooral de ontwikkeling van het gewas. Een vroegtijdige, hoge N-gift kan de beginontwikkeling van de planten zodanig bevorderen, dat het gewas nadien gevoelig is voor legering. De effecten van chloormequat zijn dan ook vaak groter naarmate de stikstofvoorziening ruimer is (fig. 7).



Figuur 7. Effect van N-hoeveelheden, chloormequat en ziektebestrijding op de korrelopbrengst van tarwe in 1973 (Dilz & Schepers, 1974).

De gunstige invloed van een niet te welige beginontwikkeling van het gewas op legering, ziekteaantasting en opbrengst heeft geleid tot een gedeelde N-bemesting. Voor de praktijk wordt thans een bemestingsadvies

uitgebracht op basis van grondonderzoek. De eerste N-gift zal veelal in maart worden toegediend, de tweede omstreeks half mei. In holle plantbestanden is juist een vroege eerste stikstofgift belangrijk.

Groeibeperkende factoren

De ontwikkeling van het gewas kan ernstig worden geschaad door ongunstige factoren, die van korte duur (mineraaltekorten, droogte, hitte), dan wel van langere duur (ziekten en plagen) kunnen zijn. De schade toegebracht aan de korrelopbrengst hangt af van de mate waarin en het tijdstip waarop de groeibeperking optreedt. Een groeistoornis tijdens de fase van korrelzetting voor de bloei beïnvloedt vooral het aantal korrels; tijdens de korrelvulling na de bloei heeft uitsluitend het 1000-korrelgewicht te lijden.
Ziekten en plagen kunnen soms de opbrengst aanzienlijk verlagen. De directe schade (onttrekking van assimilaten en voedingsstoffen) is beperkt; de schade komt vooral indirect tot stand door vernietiging van groen oppervlak. Bovendien verminderen voetziekten door aantasting van de stengelvoet de strostevigheid en beperken het transport van voedingsstoffen en water naar blad en aar.
Opbrengstverhogingen verkregen door bestrijding van ziekten bestaan bij een bespuiting bij de bloei (tegen afrijpingsziekten) voornamelijk uit zwaardere korrels; bij een vroegere bestrijding neemt tevens het aantal korrels toe.
Dichte, zware gewasbestanden bevorderen het optreden van ziekten en plagen. Intensieve tarweteeltsystemen met gebruik van veel zaaizaad, veel stikstof en chloormequat leiden tot dergelijke dichte en zware gewassen en maken een frequente bespuiting tegen ziekten en plagen dan ook tot een noodzakelijke teelthandeling.

Samenvatting

De korrelopbrengst is het resultaat van een reeks fysiologische processen, die zich tijdens de gehele groeiperiode in het gewas afspelen. Hoge korrelopbrengsten worden dan ook niet uitsluitend bepaald door een goede korrelvulling na de bloei; een gunstige ontwikkeling van het gewas voor de bloei (uitstoeling, korrelzetting) is mede bepalend. Behalve weers- en bodemomstandigheden, die niet of nauwelijks te beïnvloeden zijn, zijn het teeltmaatregelen, waarmee invloed op de groei en ontwikkeling van het gewas kan worden uitgeoefend.

Tussen teeltmaatregelen bestaat onderling een grote wisselwerking.
Voor het verkrijgen van hoge opbrengsten zijn nodig:

1) een goede ontwikkeling in de herfst
   door te zaaien - in de maand oktober
   - onder goede omstandigheden
   - op geploegd land
2) een regelmatig verdeeld staand, zich gelijkmatig ontwikkelend plantbestand
   door te zaaien - 120-150 kg/ha zaaizaad, afgestemd op 225 planten/m^2
   - op nauwe rijenafstand
   - op gelijke diepte
3) een gedeelde stikstofbemesting, waarvan de eerste gift gebaseerd is op grondonderzoek, de tweede N-gift mede op basis van de gewassituatie
4) het voorkomen van schade door legering, ziekten en plagen
   - door toepassing van chloormequat in F5, afhankelijk van groeiomstandigheden
   - door bestrijding van ziekten en plagen, afhankelijk van de mate van aantasting
5) een regelmatige inspectie van het gewas, opdat zo snel mogelijk kan worden ingegrepen bij ongewenste ontwikkelingen in het gewas.

Bodemaangelegenheden bij de teelt van wintertarwe

Consulentschap voor Bodemaangelegenheden in de Landbouw, Wageningen

Inleiding

Evenals bij andere teelten dient de bodem bij de verbouw van wintertarwe niet alleen voor het vasthouden van de wortels, maar moeten de tarweplanten via de wortels water en voedingselementen opnemen. Dit betekent dat het wortelstelsel zich in de bodem goed moet kunnen ontwikkelen en dat de omstandigheden zodanig moeten zijn, dat de wortels voldoende water en voedingselementen uit de grond moeten kunnen opnemen. Hiervoor moet ook voldoende zuurstof in de grond aanwezig zijn, omdat de wortels voor een goede ontwikkeling en opnamecapaciteit over zuurstof moeten kunnen beschikken. Zowel de structuur van de grond als de voorziening van de grond met voedingselementen moeten daarom voor het bereiken van hoge opbrengsten in orde zijn. Het zal natuurlijk in het kader van dit verhaal niet mogelijk zijn concreet aan te geven welke maatregelen onder de zeer verschillende omstandigheden in de praktijk voor het bereiken hiervan noodzakelijk zijn. Hier worden daarom enkele algemene principes behandeld, die in afhankelijkheid van de omstandigheden nader geconcretiseerd moeten worden. Juist deze concretisering vereist echter bij de teler en dus ook bij de voorlichter een zekere mate van inzicht in de problematiek.

De bodem

Om topopbrengsten mogelijk te maken moet het gewas ook wat de grond betreft tegen zoveel mogelijk risico's worden beschermd, dat wil zeggen geen wateroverlast, geen watertekort, goede opkomstmogelijkheden en een goede en diepe bewortelbaarheid van de grond.
Hiervoor is nodig:

1. een goede, diepe ontwatering;
2. een stabiele, goed doorwortelbare bouwvoor;
3. een diep doorwortelbare ondergrond zonder storende lagen;
4. een goed zaaibed.

Ontwatering

Alle gronden die voor de teelt van wintertarwe bestemd zijn, moeten bij voorkeur een ontwateringsdiepte (slootpeil) hebben van minstens 1,20 à 1,50 m.

Een drainagediepte van ca 1,20 m is meestal voldoende, waarbij geen voor de beworteling storende lagen in de grond mogen voorkomen.
Door een goede ontwatering zal:
- de grond gemakkelijker en langer bewerkbaar blijven;
- de grond minder verslempen;
- de grond een betere water- en luchthuishouding hebben.

Als gevolg van verslemping zijn bij een minder goede ontwatering opbrengstreducties van 20 tot 30% mogelijk (zie tabel 9).

Tabel 9. Relatieve opbrengsten voor wintertarwe bij verschillende grondwaterstanden (opbrengstreducties als gevolg van verslemping) (naar gegevens van Boekel, 1974).

afslibbaar (%)	relatieve opbrengsten bij een grondwaterstand van cm-mv				
	20	40	60	80	100
< 15	70	80	90	96	100
15 - 20	78	90	98	100	100
20 - 25	92	100	100	100	100

De gegevens van tabel 9 demonstreren tevens dat de gevoeligheid voor verslemping afneemt naarmate de grond zwaarder wordt.

Een stabiele, goed doorwortelbare bouwvoor

Niet alleen voor een goede bewortelbaarheid maar ook voor het voorkomen van waterstagnatie in de bouwvoor zijn verdichtingen onder de bouwvoor ongewenst. Vooral op de lichtere gronden kunnen deze verdichtingen voorkomen. Verdichtingen onder de bouwvoor op slempgevoelige zavelgronden brengen risico's met zich mee. Door een tijdelijke waterstagnatie in de bouwvoor kan hier gemakkelijk interne verslemping optreden.
Door de waterstagnatie kan het luchtgehalte in de verdichte lagen ook op de lichtere gronden en zelfs op zandgronden gemakkelijk in het minimum komen. Hierdoor kan een diepe beworteling van de ondergrond teniet worden gedaan door afsterven van de wortels.

Diepe beworteling

Is de ondergrond niet bewortelbaar, dan kan een grondverbetering nodig zijn om de grond diep bewortelbaar te maken en voldoende vocht te ontsluiten. Het gewas kan dan veelal van de capillaire nalevering blijven profiteren tot het eind van de groeiperiode.

Tabel 10 geeft enkele voorbeelden van de vochtwinst door een verbetering van de bewortelingsdiepte. Bij een diepere beworteling wordt aan een groter volume grond water onttrokken en de afstand tussen de onderzijde van de bewortelingszone en de grondwaterspiegel wordt kleiner. Het grondwater kan daardoor via capillaire opstijging bij de wortels blijven komen. De wortels moeten naar het water worden gebracht en niet omgekeerd, wat veel meer risico's inhoudt.

Tabel 10. Beschikbare bodemvoorraad water (in mm) bij verschillende voorjaarsgrondwaterstanden voor en na grondverbetering.

voorjaars-grondwater-stand cv - mv	veenkoloniale grond met 25 cm grond		veldpodzolgrond humeuze bouwvoor 20 cm		plaatgrond kleidek 30 cm	
	niet verbeterd	wel verbeterd	niet verbeterd	wel verbeterd	niet verbeterd	wel verbeterd
60	133	251	111	231	153	271
80	127	227	104	185	---	---
90	---	---	---	---	137	152
100	114	207	78	143	---	---
120	100	194	61	123	97	176

Uit tabel 10 blijkt, dat naarmate de voorjaarsgrondwaterstand lager is, de winst aan beschikbaar vocht door grondverbetering kleiner wordt. De optimale voorjaarsgrondwaterstand is afhankelijk van grondsoort en profielopbouw en ligt voor de tarweteelt op de meeste gronden tussen 100 en 120 cm.
Door een grondverbetering kan een belangrijke vochtwinst bij verschillende gronden worden verkregen. Afhankelijk van het neerslagtekort is een meeropbrengst van 4 tot 24% gevonden bij wintertarwe op verbeterde plaatgronden in de jaren 1964 t/m 1968 (Havinga, 1978).

Grondbewerking

Bij een bouwplan met veel hakvruchten is een tamelijk diepe hoofdgrondbewerking gewenst. Bij een bouwplan met uitsluitend maaivruchten kan periodiek met een ondiepere minder intensieve grondbewerking worden volstaan, wat uit het oogpunt van arbeidsbesparing van belang kan zijn.
Om een goed zaaibed te verkrijgen moet de grond tijdig worden geploegd. Het vochtgehalte van de grond mag namelijk niet te hoog zijn om een goede bewerkbaarheid te garanderen.

Gezien het belang van een groot waterbergend vermogen is een bewerking tot bouwvoordiepte bij ploegen of bij bewerking met een vastetandcultivator gewenst. Ploegen verdient de voorkeur. Na aardappelen kan in verband met aardappelopslagproblemen een bewerking met een vastetandcultivator een redelijk alternatief zijn.
Voor ploegen en cultivateren geldt: *Voldoende diep los en voldoende grof.* Een voldoende diepe grondbewerking, minimaal 20-25 cm, geeft een ruwer oppervlak, wat gunstiger is voor het tegengaan van verslemping op slempgevoelige gronden. Uit bewerkingsdiepteproeven is gebleken dat ploegen dieper dan de bouwvoor een geringe opbrengstverlaging kan geven, mogelijk als gevolg van verschraling.

Zaaibedbereiding

Het is beter geen zaaibedbereiding uit te voeren dan een slechte zaaibedbereiding. Wanneer de bewerkbaarheid van de grond goed is, kan op lichte zavel- en lössleemgronden worden volstaan met eggen of ondiep cultivateren om een voldoende vlakke ligging met een goede toplaag van ca 2½ cm dikte te verkrijgen. Op slempgevoelige gronden moet ontmengend worden gewerkt, dat wil zeggen bovenop grof en op zaaidiepte vrij fijn. Dit wordt verkregen met getrokken, niet aangedreven werktuigen. Op zand- en andere lichte gronden verdient een bewerking met een voldoende zware vorenpakker aanbeveling. Hiermee wordt een voldoende vaste ligging met behoud van een redelijk grof zaaibed bereikt. Alleen op de zware gronden zijn aangedreven werktuigen goed te gebruiken voor het maken van een losse toplaag met de gewenste kluitgrootte en kluitfijnheid.
Bij alle gronden moet gelet worden op de bewerkbaarheid van de grond op bewerkingsdiepte. Er mag geen versmering door de werktuigtanden of verdichting door werktuig- en trekkersporen ontstaan.

Bemesting

Een gewas wintertarwe met een opbrengst van 5.500 kg korrel en 5.000 kg stro onttrekt ongeveer 130 kg N, 56 kg P_2O_5, 77 kg K_2O, 16 kg CaO en 16 kg MgO per ha aan de bodem. Naarmate de opbrengst hoger is wordt de onttrekking groter. Zo zal bij een opbrengst van 10 ton korrel en gelijkblijvende stro-opbrengst de onttrekking ongeveer 200 kg N, 94 kg P_2O_5, 100 kg K_2O, 20 kg CaO en 23 kg MgO bedragen.

N.B. Uitgebreide informatie in Bedrijfsontwikkeling, mei 1979:
Grondbewerkingsadvies voor granen.

In feite zal de behoefte van het gewas wat groter zijn omdat stroresten (stoppels, kaf, etc.) nog mineralen bevatten, m.a.w. de plant moet meer opnemen dan door deze onttrekkingscijfers wordt aangegeven.
Deze hoeveelheden voedingselementen zullen de wortels van het gewas uit de grond moeten opnemen. Behalve voor de watervoorziening is een goed ontwikkeld wortelstelsel derhalve ook voor de voeding van het gewas van zeer grote betekenis.
Het zou niet juist zijn de meststofgiften af te stemmen op de te verwachten onttrekking. Men zou dan namelijk geen rekening houden met het feit, dat de bodem soms belangrijke hoeveelheden van één of meer voedingselementen kan leveren en soms kan vastleggen. Er moet bij het vaststellen van de bemesting niet alleen rekening worden gehouden met de behoefte van het gewas, maar ook met de rijkdom van de grond aan de verschillende voedingselementen.
De rijkdom van de grond (de chemische bodemvruchtbaarheid) kan worden bepaald door grondonderzoek. Bij de op basis van grondonderzoek gegeven richtlijnen voor de bemesting wordt zowel met de behoefte van het gewas als met de rijkdom van de grond rekening gehouden. Voor een gedetailleerde weergave van de benodigde hoeveelheden voedingselementen op de verschillende grondsoorten in afhankelijkheid van de rijkdom van de grond kan worden verwezen naar de "Adviesbasis voor bemesting van landbouwgronden" (1977).

Stikstof

Een juiste stikstofbemesting is voor het behalen van een hoge opbrengst van grote betekenis, terwijl ook de kwaliteit van de korrel via de stikstofbemesting kan worden beïnvloed. Het is niet eenvoudig vast te stellen wat de juiste stikstofbemesting zal moeten zijn. Uit praktijkervaring was reeds lang bekend, dat er tussen percelen maar ook vaak op eenzelfde perceel van jaar tot jaar grote verschillen in bemestingsbehoefte bestaan. Voor een deel worden deze verschillen veroorzaakt door de invloed van de klimatologische omstandigheden op de stikstofbehoefte van het gewas. Voor het grootste deel is dit verschil in bemestingsbehoefte echter een gevolg van verschillen in stikstofleverantie door de grond.

Grondonderzoek

Uit het onderzoek van Borst en Mulder en later van Ris is duidelijk gebleken dat het door de bepaling van de hoeveelheid minerale stikstof in het voorjaar in het doorwortelbare profiel tot maximaal 1 meter, mogelijk is een beter inzicht te krijgen in de rijkdom aan minerale stikstof in de

grond. Gebaseerd op de resultaten van dit onderzoek worden de laatste jaren door het Bedrijfslaboratorium elk voorjaar een groot aantal wintertarwepercelen op stikstof onderzocht en stikstofadviezen gegeven.
Uit de hoeveelheden minerale stikstof die in de afgelopen jaren op praktijkpercelen bepaald zijn, blijkt dat er zeer grote verschillen in stikstofrijkdom voorkomen. De gevonden hoeveelheden varieerden van bijna niets tot meer dan 500 kg N per ha. Op proefpercelen is gebleken dat op de stikstofrijkste percelen helemaal geen stikstof behoefde te worden gegeven, maar dat het gewas op stikstofarme percelen zonder een flinke stikstofgift duidelijk over te weinig stikstof kan beschikken om een goede opbrengst te geven. De verschillen in stikstofrijkdom worden door een aantal factoren veroorzaakt. Zo zal na een natte winter de beschikbare hoeveelheid minerale stikstof in de grond lager zijn dan na een droge winter, en na aardappelen veelal hoger dan na voorvrucht bieten of granen. De voornaamste factoren zijn grondsoort, voorvrucht, mate van toediening van organische bemesting en het weer in de voorafgaande herfst en winter. Door het laten verrichten van grondonderzoek op stikstof kan de teler van wintertarwe een redelijk goede schatting maken van de hoeveelheid stikstof die hij moet geven. Voor de juiste hoeveelheden in afhankelijkheid van de bodemvoorraad zie schema 1 van de adviesbasis en tabel 11.

Tabel 11. Richtlijnen voor de stikstofbemesting van wintertarwe op klei, löss en zand in kg N/ha.

eerste gift in voorjaar	tweede gift (F7-8)		
	hoeveelheid minerale N in profiel		
	<170	170-200	> 200
140 - minerale N in profiel	60	30	0

De eerste gift niet hoger dan 100 kg N. Na een goede vlinderbloemige groenbemester kan de eerste gift ± 30 kg N lager zijn.
Op veenkoloniale gronden kan nog geen richtlijn voor de stikstofbemesting op basis van grondonderzoek worden gegeven.

Uit tabel 11 blijkt, dat er bij deze adviezen van wordt uitgegegaan, dat de benodigde stikstof niet in één keer in het voorjaar, maar in twee keer wordt toegediend. Dit om te voorkomen dat door een hoge stikstofgift in het voorjaar de begingroei van het gewas te welig is waardoor de kans op legering en het optreden van ziekten toeneemt. Dit is ook de reden, dat er in het voorjaar nooit een hogere stikstofgift dan 100 kg per ha wordt geadviseerd. Omdat het gewas ook in latere stadia van ontwikkeling over voldoende stikstof moet kunnen beschikken, moet dan in

F7 à 8 nogmaals met stikstof worden bemest (zie onder tweede gift in schema 1 van de adviesbasis).
Blijft het gewas na de eerste bemesting te schraal, dan moet de tweede gift vroeger worden gegeven. Nog beter is in dit geval een extra tussengift van bijvoorbeeld 40 kg N te geven (F5) en in F8 nogmaals ± 40 kg.
Uit een door Dilz uitgevoerde bewerking van proefveldgegevens (nog niet gepubliceerd) blijkt, dat bij opvolging van het advies de optimale stikstofgift redelijk goed werd benaderd. Verder is hierbij gebleken, dat met gewasbescherming het risico van een te hoge stikstofbemesting kleiner is dan zonder gewasbescherming. Bij een goede gewasbescherming voldeed het advies hierdoor beter dan zonder gewasbescherming. Uit het onderzoek blijkt verder dat naarmate het opbrengstniveau hoger is en de gewasbescherming beter, het nut van het delen van de stikstofgift groter wordt. We kunnen daarom concluderen dat *voor het bereiken van hoge opbrengsten de teler van wintertarwe een gedeelde stikstofbemesting zal moeten toepassen gebaseerd op de via grondonderzoek bepaalde stikstofrijkdom van de grond.* Het juiste tijdstip en de hoogte van de tweede en eventueel derde stikstofgift moet worden vastgesteld op basis van de waarnemingen in het gewas.
Streeft men bewust naar hoge eiwitgehalten in de korrel (kwaliteitstarwe), dan is het gewenst nog in een laat stadium (F10) extra stikstof te geven. Door een gift van 50 kg N in F10 werd op proefvelden in Groningen in 1977 en 1978 het eiwitgehalte van de korrel met ruim 1% verhoogd.

Globale algemene richtlijn

Voor de telers van wintertarwe die hun grond niet op stikstof laten onderzoeken, wordt elk voorjaar op basis van de gemiddelde stikstofhoeveelheden in de grond op ruim 100 "standaardpercelen" een globale richtlijn gegeven. Bij het opstellen van deze richtlijn wordt zo goed mogelijk rekening gehouden met de invloed van de meest voorkomende voorvruchten en jaarsinvloeden op de stikstofrijkdom in de grond. Er kan hierbij echter geen rekening worden gehouden met alle in de praktijk voorkomende invloeden op de stikstofrijkdom. Vooral op bedrijven die op de een of andere manier afwijken van de meest gangbare zal de globale richtlijn sterk af kunnen wijken van de werkelijk optimale gift.

Kalktoestand of pH

Op kleigrond ligt de optimale pH voor wintertarwe ongeveer bij pH-KCl 6,8. Op lichte zavel en op gronden met een hoog organische-stofgehalte ligt het optimum bij een lagere pH. Een goede pH is ook belangrijk in verband met de structuur van de grond. Om deze redenen kan het nodig zijn de pH op een hoger niveau te handhaven. Zie voor de optimale pH de schema's 3, 4 en 5 van de adviesbasis. Bij het opstellen van deze schema's is rekening gehouden met de invloed van de pH op de opbrengst en op de structuur van de grond. Een geregelde bekalking tot de pH die gewenst is voor de structuur en de opbrengst is belangrijk.

Op zandgrond ligt het optimum ongeveer bij pH 5,0; bij hoge organische-stofgehalten iets lager. In de praktijk moet de pH echter worden afgestemd op de eisen die het totale bouwplan aan de pH stelt.(zie schema 2 van de adviesbasis). Ook op löss is de optimale pH afhankelijk van het bouwplan (zie schema 6 en 7).

Fosfaat

Wintertarwe behoort tot de groep van gewassen die slechts weinig op fosfaatbemesting reageren. Voor de optimale bemesting in afhankelijkheid van de fosfaatrijkdom van de grond zie schema's 9 en 10 in de adviesbasis. Het is dikwijls goed mogelijk het fosfaat dat volgens het advies aan wintertarwe gegeven moet worden, aan de voorafgaande hakvruchten te geven.

Dit geldt niet voor gronden met een lage fosfaattoestand, die dikwijls fosfaatfixerend zijn en op bedrijven waar het bouwplan overwegend uit granen bestaat. Hier moet de geadviseerde hoeveelheid fosfaat wel direct aan de wintertarwe worden gegeven. Het verdient aanbeveling in dit geval het fosfaat reeds in de herfst te geven. Een goede fosfaattoestand bevordert namelijk de beworteling en bij voorjaarsaanwending kan het fosfaat niet worden ingewerkt en daardoor niet in de buurt van de wortel worden gebracht. Omdat fosfaat zich slecht door de grond verplaatst, kan het bij oppervlakkige toediening in het voorjaar niet of minder goed tot werking komen.

Kali

Ook een kalibemesting verhoogt de opbrengst van wintertarwe in het algemeen slechts weinig of niet. Voor de te geven hoeveelheid kali op de diverse grondsoorten in afhankelijkheid van de kalirijkdom van de grond zie de schema's 13, 14, 15, 16 en 17 in de adviesbasis. Op niet-fixerende

klei- en lössgrond kan de kali reeds aan de voorafgaande hakvrucht worden gegeven. Op kleigrond zal men bij toepassing van de zogenaamde bouwplanbemesting wintertarwe alleen met stikstof behoeven te bemesten. Op kalifixerende klei-, zand- en dalgrond moet de wintertarwe wel met kali worden bemest. In sommige proeven is gevonden dat een overmatige kalibemesting de opbrengst van wintertarwe kan doen dalen.

Magnesium

Een tekort aan magnesium komt alleen voor op lichte grond, dus zand- en dalgrond, kalkrijke lichte zavelgrond en lössgrond. Voor de benodigde magnesiumgift op zand- en dalgrond en löss zie schema 21 in de kolom "andere gewassen". Hoewel op zavelgrond op basis van grondonderzoek geen magnesiumbemesting wordt geadviseerd, kan hier soms een tekort aan magneisum optreden. In een potproef met 30 gronden uit de Wieringermeer werd de opbrengst gemiddeld door een bemesting met 100 kg MgO/ha met 2½% verhoogd. In een veldproef verdwenen door de bemesting wel de symptonen van licht magnesiumgebrek, maar werd de opbrengst niet verhoogd. Toch lijkt het aanbevelenswaardig op lichte kalkrijke zavelgronden te letten op het optreden van verschijnselen van magnesiumgebrek (tijgering van de bladeren). Bij aardappelen werkte een bespuiting met bitterzout op kalkrijke zavel veel beter dan magnesiumbemesting. Of dit bij wintertarwe ook het geval is, is niet bekend, maar het is wel te verwachten.

Spoorelementen

Voor de groei van planten zijn de volgende spoorelementen van belang: Borium (B), Koper (Cu), Mangaan (Mn), Molybdeen (Mo) en Zink (Zn).

Boriumgebrek bij wintertarwe is in Nederland nog nooit geconstateerd. Wintertarwe heeft in vergelijking met bijvoorbeeld bieten zo weinig borium nodig, dat zelfs op percelen waar bij bieten grote opbrengstverliezen optreden, wintertarwe geen verliezen geeft. Wintertarwe is daarentegen erg gevoelig voor een te veel aan borium. Een bemesting van 20 kg borax, die op een grond met een laag boriumgehalte nodig is voor bieten, kan bij wintertarwe al schade veroorzaken. Hoewel borium gemakkelijk uitspoelt, is het daarom niet aan te bevelen om een boriumbehoeftig gewas als bieten of maïs zwaar te bemesten met borium, omdat het volggewas wintertarwe schade kan ondervinden.

Koper. Tarwe is een van de meest gevoelige gewassen voor kopertekort. Om te voorkomen dat er opbrengstverliezen optreden door kopertekort, moet het kopergehalte van de grond hoger zijn dan 4 mg/kg (oplosbaar in 0,43 N HNO_3). Symptomen van kopergebrek treden alleen op bij zeer lage kopergehalten van de grond. De eerste verschijnselen zijn een geringere korrelzetting. Omdat er al opbrengstverliezen optreden zonder verschijnselen van kopergebrek, is grondonderzoek op koper noodzakelijk. Het kopergehalte van de grond blijft jaren behouden. Onnodige bemesting moet dan ook worden afgeraden, vanwege het gevaar van ophoping.

Mangaangebrek komt zeer veel voor op kalkrijke kleigronden; vooral op de lichtere gronden. Op zandgronden komt het alleen voor wanneer de pH hoger is dan pH 5,4. Wintertarwe met mangaangebrek is slap (voddig) en licht gekleurd. Daarna verschijnen op de bladeren grijsbruine vlekken; het eerst op de oudere bladeren. Bemesten met mangaan is niet erg zinvol. Mangaan wordt zeer snel in de grond geoxydeerd, waarna de plant het niet meer kan opnemen. Dit heeft tot gevolg dat bemesting alleen maar helpt als zeer grote hoeveelheden (400-600 kg) mangaansulfaat per ha gegeven worden. De aangewezen weg om mangaangebrek te genezen, is dan ook bespuiting. Nu wordt het mangaan niet verplaatst van het ene blad naar het andere. Dit betekent dat bij de bespuiting het gehele gewas moet worden geraakt. De bladeren die na de bespuiting worden gevormd, kunnen dan ook niet profiteren van de bespuiting. Dit betekent dat de bespuiting na enkele weken (circa 4) moet worden herhaald. Het betekent ook dat het niet nodig is vroeger te spuiten, dan wanneer de symptonen aanwezig zijn. In tabel 12 worden de resultaten gegeven van een proefveld met wintertarwe in de Wieringermeer. Hierbij werd de bespuiting op verschillende tijdstippen uitgevoerd met een oplossing van 1½% mangaansulfaat (1000 liter/ha).

De eerste bespuiting (S1) werd uitgevoerd op 13 april en de volgende bespuiting telkens een week later. Bij de bespuiting op 6 mei (S4) waren over het gehele veld symptonen van mangaangebrek duidelijk zichtbaar. Zoals uit de tabel blijkt, had de bespuiting op dat moment het grootste effect. Door een week later te bespuiten (S5) werd een opbrengstverlies van 400 kg geleden. Een aantal veldjes werd op 9 juni voor de tweede keer bespoten. Deze tweede bespuiting gaf nog eens een opbrengstvermeerdering van 400 kg.

Door de bespuiting op het ogenblik dat het mangaangebrek te zien is en de bespuiting ca vier weken later te herhalen, werd een opbrengstverhoging van 1.450 kg of 49% verkregen. Bemesting met 50 kg mangaansulfaat in het voorjaar, gaf 800 kg minder opbrengst dan twee maal bespuiten.

Tabel 12. Invloed van bespuiting met een oplossing van 1,5% mangaansulfaat (1000 l/ha) op de korrelopbrengst van wintertarwe.

behandeling	korrelopbrengst kg/ha	relatieve opbrengst
geen bespuiting	2.930	100
S1 - bespuiting op 13 april	3.640	124
S2 - bespuiting op 20 april	3.740	128
S3 - bespuiting op 26 april	3.930	134
S4 - bespuiting op 6 mei	3.940	134
(symptomen van mangaangebrek duidelijk en algemeen verspreid)		
S5 - bespuiting op 14 mei	3.560	122
S26- bespuiting op 20 april en 9 juni	4.220	144
S46- bespuiting op 6 mei en 9 juni	4.380	149
S56- bespuiting op 14 mei en 9 juni	3.750	128

Proeven met andere granen geven dezelfde resultaten. Hierbij is gebleken dat de hoeveelheid vloeistof ook 600 liter kan zijn.

Molybdeengebrek komt alleen voor op ijzerhoudende gronden met lage pH. Wintertarwe met molybdeengebrek staat stil in de groei en de bladeren zijn bleekgroen. Bij nadere bestudering ziet men dikwijls onregelmatig gebleekte plekken op het blad. De beste manier om molybdeengebrek te voorkomen is bekalken. Is dat niet mogelijk in verband met het bouwplan, dan moet er bemest worden met 2 à 4 kg natriummolybdaat/ha. Men kan het gewas ook bespuiten met een oplossing van 0,05% natriummolybdaat (250 gram op 500 liter water).

Zinkgebrek is in Nederland bij wintertarwe nog nooit geconstateerd. Het zinkgehalte van de Nederlandse gronden is nog voldoende.

Bestrijding van ziekten, plagen en onkruiden in wintertarwe

ir M. de Boer

Consulentschap in Algemene Dienst voor
Plantenziekten- en Onkruidbestrijding in de Landbouw

Inleiding

Er staan de teler ter bestrijding van ziekten, plagen en onkruiden in wintertarwe ongeveer 180 middelen ter beschikking. Hij zal hieruit een goede keuze moeten maken, die mede gebaseerd moet zijn op waarnemingen in het gewas. Dit waarnemen is niet alleen van belang bij de bestrijding van ziekten en plagen, maar geldt evenzeer bij de bestrijding van onkruiden. Alvorens de tarweteler middelen gaat toepassen, zal hij vaak al veel teeltmaatregelen hebben genomen om eventuele schade te beperken. Het gebruik van de middelen moet daarom worden gezien als een aanvulling op deze teeltmaatregelen.

Bestrijding van ziekten en plagen

Het gebruik van chemische middelen in wintertarwe is bij de ziektebestrijding lang beperkt gebleven tot de zaaizaadontsmetting. Tarwe was tenslotte een gewas waar je weinig aan kon verdienen en waarvan men niet het vermoeden had dat andere ziekten dan roest in belangrijke mate de opbrengst konden schaden. De aanwending van chemische middelen tegen schimmelziekten zou, zo was de algemene mening, dus weinig opbrengst boven water halen. De eerste gunstige ervaringen in Nederland werden opgedaan toen gelijktijdig met de aardappelen ook steeds een strook tarwe met maneb werd bespoten. Het gewas bleef hierdoor langer groen. Deze ervaringen zijn van rond 1965. In Zwitserland werd in 1960 tot 30% meeropbrengst behaald door drie keer te bespuiten met een nikkelpreparaat tegen gele roest. In de zeventiger jaren zijn steeds meer middelen getoetst op hun ziektebestrijdingseffect in tarwe. Vanaf 1972, een jaar met veel meeldauw en Septoria, is er een duidelijke toename in het gebruik van chemische middelen op de tarwe. Vaak gaat het om gerichte bespuitingen, gebaseerd op waarnemingen van de ziekte-aantasting. Helaas kan nog niet voor iedere ziekte een bestrijdingscriterium worden aangegeven, maar met behulp van het onderzoek zijn we toch al eeh heel eind gevorderd.

Voetziekten

Het optimale bestrijdingstijdstip voor Pseudocercosporella is wanneer het gewas in F6 verkeert (dat is meestal begin mei) bij een gewaslengte van 15-20 cm. Het advies is om alleen een bestrijding uit te voeren wanneer

bij controle van 100 stengels 15-20 hiervan een oogvlek vertonen. Afhankelijk van de weersomstandigheden in winter en voorjaar kan dit criterium enigszins worden bijgesteld. Vanaf 1974 is met dit criterium gewerkt en tot nu toe steeds tot volle tevredenheid. Soms wordt bij lage aantastingspercentages in mei een vrij hoge eindaantasting gevonden. De aantasting per stengel is echter licht. Blijkens proefresultaten ontstaat alleen ernstige schade bij hoge aantastingspercentages begin mei (tabel 13).

Tabel 13. Effect van oogvlekkenziektebestrijding bij verschillende aantastingsniveaus in wintertarwe, 1974. (PAGV)

plaats	% aangetaste spruiten begin mei	eindaantasting index		% legering onbeh.	opbrengst	
		onbeh.	benomyl		onbeh. kg/ha 16% vocht	benomyl rel.
Nagele	6	10	2	0	7.050	100
Zuurdijk	14	52	18	0	6.950	103
Wieringerwerf	20	77	48	0	6.460	107
Wissenkerke	24	50	15	35	6.830	105
Wissenkerke	32	90	47	75	7.690	111
Wissenkerke	56	70	30	35	6.550	110
Westmaas	36	78	45	34	5.420	115
Westmaas	25	61	29	31	6.360	106
Nagele	49	88	32	60	6.150	115

Tegen de scherpe oogvlekkenziekte, die in hoofdzaak voorkomt op de lichte gronden, en tegen de tarwehalmdoder zijn nog geen maatregelen te nemen.

Meeldauw

Meeldauw kan zowel op het blad als op de aar voorkomen. Tot nu toe werd er van uitgegaan dat de bestrijding optimaal was wanneer het vlagblad en de aar vrij werden gehouden van meeldauw. Een bestrijding voor het verschijnen van het laatste blad werd nauwelijks als zinvol gezien. Immers in tegenstelling tot de goede resultaten van een vroege meeldauwbestrijding in zomergerst waren de effecten van een vroege bespuiting tegen meeldauw in tarwe zeer gering. De bespuitingen waren in hoofdzaak gericht op meeldauw als afrijpingsziekte. Bij de advisering is onderscheid gemaakt tussen de zand- en dalgronden en de kleigronden. Dit onderscheid werd gemaakt omdat meeldauw op zand- en dalgrond in het algemeen vaker en heviger optreedt dan op kleigrond. Voor zand- en dalgrond werd geadviseerd om twee keer te spuiten. De eerste keer in F9 à 10, de tweede keer in F10.5. Voor kleigrond

was meestal één bespuiting in F10.5 voldoende (zie tabel 14).

Tabel 14. Gemiddelde korrelopbrengst van wintertarwe in vijf proeven op kleigrond en twee proeven op zandgrond. (Serie 652/659 PD/PAGV-1973)

F9-10	F10.3-10.5	klei	zand
tridemorf	-	101	108
zwavel/maneb	-	104	108
tridemorf	zwavel/mancozeb	104	112
zwavel/maneb	zwavel/mancozeb	107	113
tridemorf	carbend./maneb	107	113
zwavel/maneb	carbend./maneb	111	117
-	zwavel/mancozeb	103	107
-	carbend./maneb	110	108
onbehandeld	----------	100	100
		(=6,5 t/ha)	(=5,7 t/ha)

Met de komst van Bayleton bestaat nu ook de mogelijkheid om meeldauw op het blad effectief te bestrijden. Dit betekent dat wanneer na begin mei in belangrijke mate meeldauw in tarwe voorkomt, een bestrijding hiertegen moet worden uitgevoerd. Tot nu toe ontbreekt het ons nog aan een 'hard' criterium zoals dat bij oogvlekkenziekte wordt gehanteerd. Wel is duidelijk dat niet iedere bespuiting rendabel is en dat wel degelijk de bespuiting gericht moet zijn tegen meeldauw of een andere ziekte. Voorlopig kan, totdat we iets beters hebben gevonden, voor de meeldauwbestrijding als richtlijn het criterium voor meeldauw in zomergerst worden gehanteerd. Dit betekent dat in het algemeen een bespuiting dient plaats te vinden wanneer op het derde blad van boven ongeveer 10 à 15% met meeldauw is bedekt. Hierdoor zullen in het algemeen de bovenste twee bladeren vrij blijven van meeldauw. Onder droge omstandigheden verdient het aanbeveling om te spuiten, zodra op het derde blad enkele meeldauwvlekjes worden waargenomen. Deze richtlijn geldt tot het in de aar komen van de tarwe. Voor de bestrijding van meeldauw later in het groeiseizoen wordt verwezen naar de afrijpingsziektebestrijding.

Gele roest

De bestrijding van gele roest begint reeds met het nemen van preventieve maatregelen in de vorm van een bewuste rassenkeuze. Hierbij gaat de voorkeur uiteraard uit naar de resistente en middelmatig vatbare rassen. Het telen van slechts één ras betekent dat bij de komst van een nieuw fysio het gehele areaal een groot risico loopt, bijvoorbeeld Lely in 1977.

Daarom is het beter meerdere rassen te telen met een verschillende fysiospecifieke vatbaarheid (tabel 15). In dit verband kunnen ook de rassenmengsels worden genoemd.

Tabel 15. Overzicht van de fysiospecifieke vatbaarheid van de Nederlandse wintertarwerassen.

	FYSIO						
	232E137 Clement A Clement	169E136 Clement B Clement	234E139 Clement C Clement	106E139 Lely	104E41 Caribo	41E168 Anouska	108E141 Adamant
vatbaar	Clement	Clement (Ricardo)	Clement Lely Norda ?Donata	Lely Norda			
middelmatig/ vatbaar/ resistent		Durin	Manella ?Donata ?Nautica	Manella	Caribo Okapi Cyrano	Durin Caribo Okapi Cyrano Anouska	Adamant
resistent			?Nautica			Arminda	

Gegevens: Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen.

Bij de chemische bestrijding kan ook weer nuttig gebruik worden gemaakt van de verschillen in vatbaarheid. Waneer gele roest wordt aangetroffen in een vatbaar ras moet onmiddelijk een bestrijding worden uitgevoerd. Bayleton is hiervoor het aangewezen middel. Wanneer gele roest aanwezig is in middelmatig vatbare rassen kan worden gewacht totdat haardjes van gele roest in het gewas zitten. Naast Bayleton kan dan met bijvoorbeeld de combinatie Calixin + maneb eveneens een goed effect worden verkregen (tabel 16).
Een bespuiting tegen gele roest na het in aar komen levert zelden nog een rendabele meeropbrengst. De bestrijding van gele roest dient daarom in een eerder stadium te worden uitgevoerd of kan indien er eerder geen aanleiding voor bestrijding bestond ook na het in aar komen achterwege blijven.

Tabel 16. Resultaten van kunstmatige infectie met gele roest en de invloed van fungiciden op de opbrengst bij vier wintertarwerassen (serie 675-PD/PAGV/IPO/LH, Wieringerwerf 1978).

	Clement			Anouska		
behandeling in F5 à 6 + F8 à 9	kg/are	rel.	% aantasting gele roest	kg/are	rel.	% aantasting gele roest
Bayleton + maneb	77,6	100	3	76,2	100	<1
Calixin + Calirus* + uitvloeier	64,6	83	40	74,8	98	<1
onbehandeld (besmet	34,2	44	80	68,9	90	30
onbehandeld (niet besmet)**	80,7	104	-	71,8	94	-
	Caribo			Manella		
Bayleton + maneb	81,8	100	2	76,2	100	<1
Calixin + maneb	79,0	97	6	73,5	96	3
onbehandeld (besmet)	54,2	66	60	66,2	87	40
onbehandeld (niet besmet)**	74,5	91	-	75,4	99	-

* Calirus is inmiddels niet meer toegelaten in tarwe.

** Deze veldjes lagen op enige afstand van de besmette veldjes, een volledige vergelijking is dus niet mogelijk.

Afrijpingsziekten

Onder deze term zijn alle ziekten die na de bloei van tarwe in belangrijke mate kunnen optreden samen te vatten. Hieronder vallen zowel aarziekten als bladziekten.

Van de bladziekten is meeldauw reeds genoemd. Deze ziekte, die ook in de aar kan voorkomen, wordt naast gele roest gezien als de belangrijkste ziekte van de laatste jaren. De resultaten die zijn behaald met de bestrijding van afrijpingsziekten zijn in hoofdzaak terug te voeren op de bestrijding van meeldauw. Het is belangrijk om zowel vlagblad als aar zo lang mogelijk gezond te houden. Een kritische schadedrempel is hiervoor nog niet met zekerheid aan te geven. Toch lijkt de noodzaak van bestrijding niet erg groot wanneer bij begin bloei de bovenste 2 à 3 bladeren nog vrij zijn van meeldauw. Ook de stand van het gewas en de weersomstandigheden spelen bij de afweging een rol. Hierop wordt later nog teruggekomen.

Van de Septoria's zijn er twee die belangrijk zijn voor de tarwe: S.tritici, die vrijwel alleen op het blad voorkomt en S.nodorum, die het blad en de aar kan aantasten. In het blad zijn de symptomen moeilijk te onderscheiden, waarop hier niet nader wordt ingegaan. In de aar gaat het om S.nodorum, die het zogenaamde kafjesbruin veroorzaakt. Septoria's zijn echte "slecht-weer-schimmels". Een aantasting zoals in 1972 kan zich voordoen wanneer voorjaar en zomer uitzonderlijk nat zijn. Toen hadden vooral mei en juni een teveel aan regendagen.

S.nodorum komt het meest voor op lichte gronden, op zandgronden in het oosten van het land en in de Veenkoloniën. Ook in Zuid-Limburg kan men in tarwe nogal eens S.nodorum aantreffen. Op de klei komt in het algemeen meer S.tritici voor en dan vooral in het voorjaar in maart en april.

Bruine roest komt door zijn hoge optimale ontwikkelingstemperatuur (15-22° C) vaak pas laat in het groeiseizoen sterk naar voren. Een gerichte bestrijding is nog moeilijk aan te geven.

Fusarium culmorum is te herkennen aan de witte pokjes in de aar. Hierbij is in een later stadium een roze-rode massa sporen te zien. De schade is vaak beperkt. Een gerichte bestrijding is op dit moment nog niet mogelijk.

Zwartschimmels is een verzamelnaam voor schimmels zoals Cladosporium herbaru Alternaria spec. en Epicoccum spec. Ze komen pas voor nadat het gewas is verzwakt door nat weer en primaire aantasting door schimmels en bladluizen. De schade is waarschijnlijk beperkt.

Bladluizen

In tarwe kunnen drie bladluissoorten in belangrijke mate voorkomen. Dit zijn Sitobion avenae, Rhopalosiphum padi en Melopolophium dirhodum. Van deze drie soorten komen alleen S.avenae en R.padi voor in de aar. De schade van M.dirhodum, die alleen op het blad voorkomt, is blijkens onderzoek van het IPO van geringe betekenis. De schade die luizen op het blad kunnen doen is van ondergeschikt belang in vergelijking met de schade die kan worden aangericht in de aar. Hiervan wordt bij de bestrijding gebruik gemaakt door met name te letten op de aanwezigheid in de aar.

In 1979 zal met een nieuw systeem worden gewerkt. Dit systeem is gebaseerd op het percentage bezette aren en niet meer op het aantal per aar. Dit systeem is ingevoerd om de volgende redenen.

Het tellen van de aantallen bladluizen per aar was moeilijk. Bovendien werden bij het waarnemen nogal eens bladluizen over het hoofd gezien, waardoor de geregistreerde aantallen niet aansloten bij het criterium van 15 bladluizen per aar. Dit criterium was er namelijk op gebaseerd dat alle aanwezige bladluizen werden geregistreerd. Een derde reden om het systeem aan te passen is de wens van veel telers om een criterium te hebben op het moment dat bij begin bloei de bespuiting tegen afrijpingsziekte wordt uitgevoerd.

De nieuwe criteria luiden nu als volgt:

Wanneer op 35 van de 50 aren bladluizen worden aangetroffen is een bestrijding gewenst. Wanneer bij begin bloei een bestrijding tegen afrijpingsziekten wordt uitgevoerd en op 15 van de 50 aren bladluizen worden aangetroffen is een bestrijding tegen bladluizen verantwoord. Deze nieuwe criteria zijn afgestemd op het waarnemingsvermogen van de gemiddelde teler.

Totale aanpak van ziekten- en plagenbestrijding

In het voorafgaande zijn de ziekten en plagen als afzonderlijke eenheden behandeld. In werkelijkheid is de bestrijding natuurlijk vaak gelijktijdig gericht op meerdere schimmelziekten en/of plagen. Hoe kan nu de tarweteler op een zo verantwoord mogelijke wijze de schade beperken?

In de eerste plaats zijn daar de algemeen geldende teeltmaatregelen zoals die bij de verschillende ziekten reeds zijn of nog worden behandeld. Met de komst van de chemische middelen hebben deze maatregelen hun waarde niet verloren.

De rassenlijst die reeds meer dan vijftig jaar met veel zorg is samengesteld, geeft niet alleen informatie over de opbrengstverschillen en de zaaizaadhoeveelheden. Zeer veel informatie wordt o.a. verstrekt over de

resistentie tegen ziekten (tabel 17). Het is de moeite waard om hiervan gebruik te maken, zowel bij de rassenkeuze als bij de keuze van de bestrijdingsmaatregelen.

Tabel 17. Overzicht van de resistentie tegen verschillende ziekten bij wintertarwe.
(54e Beschrijvende Rassenlijst voor Landbouwgewassen, 1979)

ras / ziekte	Anouska	Arminda	Caribo	Clement	Donata	Durin	Manella	Nautica	Okapi	Adamant
gele roest[1)]	8/6	8/7	6/5	4/3	6/..	8/6	6/6	8/8	6/5	6/5
bruine roest	4	7	5	4	6	7	5	5	5	6
stuifbrand	7	8	4	9	..	..	9	8	8	8
oogvl.ziekte (voetziekte)	7	8	7	5	7	5	5	..	7	8
meeldauw	4	6	4	3	6	7^5	5	6	4^5	4
afrijpingsziekten	6	6	7	4	4	7	5	6	7	4

1) Het eerste cijfer berust op de mate van aantasting die in gebieden waar nogal gele roest voorkomt in het veld werd gevonden. Het tweede cijfer duidt op de aantasting die is opgetreden bij kunstmatige infectie en geeft het risico aan bij eventuele uitbreiding van het desbetreffende fysio.

Bij de oogvlekkenziektebestrijding blijft vruchtwisseling een belangrijke zaak. Daarnaast is met rassenkeuze, niet te vroeg, ondiep en niet te dicht zaaien de kans op oogvlekkenziekte te verminderen. Er zijn bovendien verschillen in gevoeligheid voor schade door oogvlekkenziekte. Bij het opstellen van het zaaiplan (ras, zaaitijd, perceelskeuze) is hiermee rekening te houden.
Wanneer ondanks deze voorzorgsmaatregelen toch in F6 op meer dan 15-20% van de stengels een ovale oogvlek wordt waargenomen, is de chemische bestrijding met benomyl, carbendazim of thiofanaat-methyl een nuttige aanvullende maatregel.
De aparte bestrijding van gele roest en meeldauw voor het in aar komen is reeds behandeld. Soms kan een gecombineerde bespuiting tegen gele roest en meeldauw worden uitgevoerd. Hiermee kan in één klap een hoge meeropbrengst worden verkregen. Een bespuiting tegen gele roest en tegen meeldauw op het blad moet altijd gericht worden uitgevoerd, d.w.z. bij aanwezigheid van de ziekten. Een bespuiting levert namelijk niet zonder meer een rendabele meeropbrengst (tabel 18).

Tabel 18. Het effect van 2 x 0,5 kg Bayleton boven dat van 4 kg Bavistin M op de kg-opbrengst in een RIVRO-wintertarwerassenproef (Kandelaar 1978).

ras	4 kg Bavistin M op 13 juni				
	a. geen Bayleton		b. 0,5 kg Bayleton op 29 mei en 20 juni		b/a
Adamant	8204	105	8273	104	101
Arminda	8204	105	8282	104	101
1/2 Arminda + 1/2 Anouska	8033	103	7891	99	98
2/3 Arminda+ 1/3 Clement	7998	102	8130	102	102
Okapi	8016	102	7859	99	98
Anouska	7726	99	7548	95	98
Caribo	7598	97	7407	93	97
Nautica	7392	95	7788	98	105
Clement	7315	94	7538	95	103
Manella	7087	91	7084	89	100
Lely *	5749	74	7049	89	123
Cebeco214	8761	112	8852	112	101
Donata	8555	109	8665	109	101
Durin	8479	108	8493	107	100
H 8643	8190	105	8048	101	98
Cebeco203	7858	100	8006	101	102
gemiddeld	7821 =	100	7932 =	100	101

* Lely was ernstig aangetast door gele roest, de aantasting in de andere rassen was gering.

Vergelijkende proeven over het additieve effect van 2 kg maneb als toevoeging aan 0,5 kg Bayleton ontbreken. Voor de bestrijding van gele roest en meeldauw is deze toevoeging mogelijk niet nodig. Vaak zullen echter ook andere ziekten zoals bruine roest en/of Septoria in het spel zijn. Daarom is het advies om in het algemeen aan Bayleton steeds 2 kg maneb toe te voegen. Dit is een advies dat geldt voor 1979. Mede aan de hand van resultaten van proeven die dit jaar worden genomen zal in de herfst van dit jaar worden beoordeeld in hoeverre dit advies in de toekomst bijstelling behoeft.
De bestrijding van afrijpingsziekten is de laatste jaren algemeen gebruik geworden. Het rendement van deze bespuiting is echter niet zo algemeen (tabel 19) en dit zal gemiddeld vermoedelijk nog verder teruglopen wanneer reeds eerder een bespuiting met Bayleton tegen gele roest en/of meeldauw is uitgevoerd.

Tabel 19. Effecten van afrijpingsziektenbestrijding per jaar in kg/ha bij winter- en zomertarwe (gegevens Ten Hag en Ubels).

aantal proeven	meeropbrengst in kg	< 0	0-250	250-500	500-750	750-1000	>1000	gemiddeld effect w.tarwe	gemiddeld effect z.tarwe
199		25	80	57	26	8	3	310	240
100%		13%	40%	29%	13%	4%	1,5%		

Tot nu toe was het niet mogelijk om aan te geven wanneer een bespuiting rendabel zal zijn en wanneer niet. Door de verwerking van proefveldgegevens uit de jaren 1973 t/m 1977 hebben Ten Hag en Ubels duidelijke aanwijzigingen verkregen dat er situaties zijn waarin het rendement groter is dan het gemiddelde.

Een groter effect dan gemiddeld werd bereikt:

a. bij een duidelijke meeldauwaantasting (tabel 20);

Tabel 20. Effecten van afrijpingsziektenbestrijding in kg/ha in afhankelijkheid van de mate van meeldauwaantasting (gegevens Ten Hag/Ubels).

		opbrengst	effect
"licht"	379 x	6500	250
"matig"	249 x	5650	290
"zwaar"	73 x	5300	410

b. na een verhoogde stikstofgift;

c. in dichte zware gewassen (tabel 21);

Tabel 21. Effecten van afrijpingsziektenbestrijding in kg/ha in afhankelijkheid van de stand van het gewas (gegevens Ten Hag/Ubels).

		opbrengst	effect
"licht"	21 x	4830	240
"normaal"	97 x	6330	285
"zwaar"	18 x	6370	560

d. bij vatbare rassen.

De tarweteler kan met deze factoren rekening houden wanneer hij moet beslissen wel of niet tegen afrijpingsziekten te bespuiten. In bovenvermelde situaties zal de balans doorslaan naar wel spuiten.

Op grond van veldwaarnemingen kan hij echter ook besluiten om de bespuiting achterwege te laten. Wanneer er namelijk nauwelijks of geen sprake is geweest van meeldauw, maar er is gericht gespoten tegen gele roest in stadium F9-10, eventueel gecombineerd met een vroege bespuiting in bijv. F6-7, dan is de kans dat een bespuiting tegen afrijpingsziekten bij begin bloei rendabel is, vermoedelijk gering. Wanneer alleen vroeg een bespuiting is uitgevoerd tegen gele roest is het zaak om de ontwikkeling van de meeldauw nauwkeurig te volgen. In die gevallen waarin bespuitingen met Bayleton (ook) was gericht tegen meeldauw is er nog meer reden om tegen de bloei de meeldauwsituatie in het gewas te volgen. Dit geldt ook wanneer in F9-10, eventueel nog gecombineerd met een vroege bespuiting, een behandeling met Bayleton tegen meeldauw is uitgevoerd. Er heeft tenslotte al meeldauw in het gewas gezeten.
Wanneer de ziektesituatie in het gewas wordt gevolgd en het blijkt dat bij begin bloei geen meeldauw of Septoria van betekenis aanwezig is, bijv. de bovenste twee à drie bladeren zijn nog schoon, dan is de kans op een rendabele ziektebestrijding bij begin bloei niet groot. Zeker niet wanneer de ziekten zich de laatste week voor de bloei nauwelijks hebben uitgebreid.
Wanneer wordt besloten een bespuiting tegen afrijpingsziekten uit te voeren, doet zich natuurlijk de vraag voor met welk middel moet worden gespoten: Moet dan Bayleton + maneb worden gebruikt of komen de andere middelen die hiervoor tot nu toe zijn gebruikt in aanmerking? De kracht van Bayleton + maneb ligt in de vroege bespuiting vóór het in aar komen van de tarwe. Het effect van een late bespuiting bij begin bloei blijft steeds achter bij dat van een bespuiting voor het in aar komen (tabel 22).

Tabel 22. Effect van ziektebestrijding in 1976, 1977 en 1978, opbrengsten in verhouding tot onbehandeld. (gegevens serie 669 PD/PAGV)

middelen + tijdstip \ jaar	1976	1977	1978
Bayleton + maneb F9 à 10	107	116	108
Bayleton + maneb F10.5	102	114	105
Bavistin M F10.5	105	108	108
onbehandeld	100	100	100

Bovendien is met de middelen die ons reeds langer ter beschikking staan, zoals de carbendazim/maneb-produkten, bij begin bloei vaak een beter resultaat te behalen. Aan deze produkten moet bij begin bloei de voorkeur worden

gegeven boven Bayleton + maneb omdat:

1. het effect van carbendazim/maneb rond de bloei zeker gelijkwaardig is aan dat van Bayleton + maneb;
2. het werkingsspectrum wordt versterkt door een betere werking op bruine roest en kafjesbruin;
3. een frequent gebruik van Bayleton snel kan leiden tot resistentie.

Bespuitingen die nog na de bloei worden uitgevoerd hebben nauwelijks effect. Dit blijkt uit proeven van De Vos in 1972 en 1973 (tabel 23) en uit verschillende proeven in 1978. Het optimale resultaat wordt al bereikt wanneer het gewas "ziekte-vrij" wordt gehouden tot aan het begin van de korrelvullingsfase.

Tabel 23. Opbrengsten (kg per are, 16% vocht) bij verschillende duur van de periode waarin het gewas "ziekte-vrij" werd gehouden.
Bloei in 1972 op 20 juni, in 1973 op 22 juni.

1972	Manella	Cebeco 148
- 10 mei	57,8	73,3
- 30 mei	62,4	75,7
- 19 juni	65,9	78,6
- 7 juli	68,4	77,3
- 19 juli	68,5	76,9
onbehandeld	54,1	59,4
1973		
- 11 mei	71,2	84,3
- 24 mei	74,6	88,2
- 8 juni	77,5	87,5
- 22 juni	78,1	88,5
- 4 juli	77,9	90,5
- 24 juli	79,6	88,4
onbehandeld	60,6	79,2

Het zonder meer uitvoeren van bespuitingen is vaak zinloos en onnodige geldverspilling. Om te zien waar de optimale spuitfrequentie ligt is in 1978 een groot aantal proeven aangelegd op verschillende proefboerderijen. Deze proeven tonen aan dat wanneer gericht wordt gespoten, met een gering aantal bespuitingen de schade geheel of grotendeels is te voorkomen.

In het kort komt het hierop neer:

1. het volgen van de ziektesituatie is erg belangrijk bij het bepalen van de wenselijkheid van een bespuiting;
2. tegen gele roest en meeldauw kunnen gerichte bespuitingen worden uitgevoerd aan de hand van de gegeven richtlijnen;
3. de kracht van Bayleton + maneb ligt bij de toepassing vóór het in aar komen;
4. het lijkt voorlopig verstandig om aan Bayleton maneb toe te voegen;
5. de rendabiliteit van de afrijpingsziektenbestrijding is afhankelijk van ziektedruk, stikstofgift en standdichtheid;
6. bij de bestrijding van afrijpingsziekten bij begin bloei gaat de voorkeur uit naar een combinatie van carbendazim + maneb of een soortgelijk produkt;
7. de rendabiliteit van deze laatste bespuiting is geringer naarmate er minder tijd ligt tussen deze bespuiting en een uitgevoerde bespuiting met Bayleton + maneb.
8. wanneer er minder dan 7-10 dagen tijdsverschil is, is het de vraag of één van deze twee bespuitingen niet beter achterwege had kunnen blijven.

Bestrijding van onkruiden

1. Factoren die een rol spelen bij de keuze der herbiciden

Bij de keuze van het te gebruiken middel dient met veel factoren rekening te worden gehouden. Onderstaand wordt op enkele hiervan ingegaan.

a. Het onkruidsortiment; welke zijn de belangrijkste onkruiden.

Bij het onkruidsortiment wordt onderscheid gemaakt in grasachtige onkruiden en breedbladige onkruiden. Enkele voorbeelden van grasachtige onkruiden zijn duist, windhalm, kweekgras en straatgras. Tot de breedbladige onkruiden behoren o.a. muur, kamille, kleefkruid en akkerdistel. Bij een andere indeling, die ook belangrijk is bij het maken van de juiste keuze van de herbiciden, worden de eenjarige onkruiden en de overblijvende onkruiden onderscheiden. Veel overblijvende onkruiden hebben ondergrondse stolonen waardoor ze zich sterk kunnen uitbreiden. Enkele vertegenwoordigers van deze groep zijn kweek, klein hoefblad, veenwortel, riet, haagwinde en akkerdistel.

Bij de bestrijding van eenjarige onkruiden kunnen contactherbiciden, o.a. kleurstoffen (DNOC, dinoterb), bentazon en broomfenoxim, met goed succes worden ingezet. Ook de groeistoffen kunnen tegen eenjarige tweezaadlobbige onkruiden met succes worden gebruikt. Bij de bestrijding van verschillende overblijvende onkruiden moeten groeistoffen worden aangewend. Hiermee kunnen namelijk ook de ondergrondse delen worden vernietigd.

b. De ontwikkeling van de onkruiden op het tijdstip van toepassing.

Soms is het klein zijn van een onkruid een voordeel. Soms is de werking van de middelen beter wanneer de onkruiden wat groter zijn.

Op kleine onkruiden, onkruiden die nog in het kiemplantstadium verkeren, zijn goede resultaten te bereiken met de contactherbiciden. Hier geldt dat hoe kleiner de onkruiden zijn, des te beter de middelen werken. Naarmate de onkruiden groter zijn, zijn ze minder gevoelig en is het herstellingsvermogen groter. De contactwerking op de onkruiden is dan vaak onvoldoende. Wanneer een contactherbicide gecombineerd met een groeistof wordt verspoten is de groeistof vaak toegevoegd ter ondersteuning van het contactherbicide. Hiermee is een beter effect op wat grotere onkruiden te bereiken dan met een contactherbicide alleen. Ook bij de combinatie van een contactherbicide met een groeistof geldt echter dat het onkruid niet te sterk mag zijn ontwikkeld.

Op de grotere onkruiden kunnen de groeistoffen worden ingezet. Hierbij gaat het om een goede opname van de stoffen door de plant. Aangezien een grotere plant nu eenmaal meer middel kan opnemen dan een kleine plant kan hiervan

bij de toepassing gebruik worden gemaakt. Groeistoffen worden daarom ook vaak ingezet op onkruiden die minstens 5-10 cm lang zijn. Naast de gewenste lengte van de onkruiden speelt ook de minimumlengte van de wintertarwe hierbij een rol.

c. Het rassensortiment.

Sinds de komst van de middelen chloortoluron en metoxuron, die niet in alle tarwerassen kunnen worden gebruikt, dient hiermee duidelijk rekening te worden gehouden. Of het ras wordt aangepast aan het toe te passen middel, of het middel wordt aangepast aan het gezaaide ras.

d. De ondervrucht.

Waar een ondervrucht moet worden ingezaaid is de keuze van de middelen beperkt. De voorkeur gaat bij de bodemherbiciden dan uit naar middelen met een "relatief korte werkingsduur". De middelen nitrofen/linuron en trifluralin/linuron worden wat dit betreft positief beoordeeld, evenals waarschijnlijk isoproturon. Bij gebruik van een bodemherbicide in het voorjaar kan de ondervrucht wel worden vergeten.

Na een bespuiting met groeistoffen is het zaaien van klavers riskant. Grassen ondervinden in de regel weinig last. Soms kan nuttig gebruik worden gemaakt van de paraplu-werking van het gewas; dit is bij MCPA het geval.

2. Het gebruik van bodemherbiciden

Bodemherbiciden worden in de regel ingezet in de herfst, kort na het zaaien van wintertarwe. In het algemeen is de werking het beste op een vochtige, niet te grof liggende grond. De bodemherbiciden dienen vooral voor de bestrijding van duist en windhalm, maar ze hebben ook een goede werking op straatgras, muur en kamille (tabel 24). De combinatie nitrofen/linuron heeft bovendien een redelijke nevenwerking op kleefkruid. Er kan echter niet worden gesproken van een goede bestrijding van kleefkruid.

Tabel 24. Schema van duist- en windhalmbestrijdingsmiddelen in wintertarwe in de herfst.

	gevoeligheid onkruiden						
middelen \ onkruiden	duist	windhalm	straatgras	muur	kamille	kleefkruid	ereprijs
chloortoluron [1]	+	+	+	+	+	-	-
methabenzthiazuron	+	+	+	+	+	-	-
nitrofen/linuron	+	+	+	+	+	±	+
trifluralin/linuron	+	+	+	+	+	-	+
terbutryn	+	+	+	+	+	-	-
isoproturon	+	+	+	+	+	-	-
tri-allaat	+	+	-	-	-	-	-

1) niet in alle rassen

bron: Bericht no. 78-39

Bodemherbiciden hebben een duidelijke plaats bij aanwezigheid van duist of windhalm. Indien deze onkruiden niet voorkomen, kan met succes gebruik worden gemaakt van andere herbiciden, zoals contactherbiciden en de groeistoffen. Problemen bij herinzaai na uitwintering worden dan op voorhand vermeden.
Soms wordt om redenen van een betere arbeidsverdeling aan het gebruik van bodemherbiciden in de herfst de voorkeur gegeven boven onkruidbestrijding in het voorjaar. Bij de inzaai van ondervruchten verdienen DNOC en dinoterb de voorkeur.
Er kunnen dus duidelijk argumenten zijn voor het gebruik van bodemherbiciden in plaats van andere middelen. Het moet echter niet zo zijn dat eerst de bodemherbiciden worden gebruikt en vervolgens gezocht wordt naar het argument. Ook bij het gebruik van onkruidbestrijdingsmiddelen is de tarweteler gebaat bij een bewuste en gerichte toepassing.

Doelgerichte teeltmethode of intensief teeltsysteem?

ir B.A. ten Hag, PAGV Lelystad

Inleiding

De laatste jaren zijn door produktieve rassen, een optimale stikstofvoorziening en vooral de komst van doeltreffende fungiciden opbrengsten van 9 à 10 ton tarwe binnen ons bereik gekomen. In proeven zijn dergelijke opbrengsten al enkele jaren verwezenlijkt. Echter ook in de praktijk zijn met name in 1978, bij overigens zeer uiteenlopende teeltmethoden, opbrengsten van 9 ton en meer gehaald. Mede door dit hoge opbrengstniveau heeft de teler terecht meer aandacht gekregen voor de teelttechniek. Daarbij gaat het vooral om de intensiteit van ziektebestrijding en de perspectieven van intensieve teeltsystemen zoals die o.a. in Sleeswijk Holstein gepropageerd worden. Ook de landbouwpers heeft hieraan veel publiciteit gegeven. Hierbij moeten echter wel enkele kritische kanttekeningen worden gemaakt:

a. De hoge opbrengsten in 1978 worden vaak in verband gebracht met de veelal intensieve ziektebestrijding. We hebben echter zeer gunstig weer gehad en bovendien weinig ziekteaantasting. Ook bij geen of weinig ziektebestrijding zijn meestal hoge opbrengsten verkregen.De invloed van de vrij gunstige groeiomstandigheden in de laatste jaren moet niet worden onderschat. Zo kan uit de RIVRO-wintertarwerassenproeven op proefboerderijen op kleigrond worden afgeleid dat de opbrengst van het ras Caribo zonder ziektebestrijding de laatste vijf jaar gemiddeld 1000 kg hoger was dan in de periode 69/73. Als we het droge jaar 1976 weglaten geldt dit ook voor proeven op noordelijke zandgrond en Veenkoloniën. Het opbrengstniveau in 1978 ligt daar weer duidelijk boven. Dit wijst er wel op dat vooral de groeiomstandigheden de laatste jaren relatief gunstig zijn geweest voor hoge opbrengsten.

b. De nadruk ligt nogal op de maximale kg-opbrengst. Het gaat echter om de hoogste financiële opbrengst per ha waarbij ook het kostenaspect een rol speelt. Bij het streven naar hogere opbrengsten zal men de extra kosten moeten afwegen tegen de verwachte meeropbrengst.

c. De tendens bestaat om deze meer intensieve teeltsystemen als een vast teeltrecept te hanteren. Omdat de stikstofrijkdom, de gewasontwikkeling, de aantasting door ziekten en plagen etc. van jaar tot jaar en van perceel tot perceel kunnen variëren, zal ook de optimale teeltmethode variëren. Zoals in de voorgaande artikelen al is aangegeven, gaat het juist om een meer bewuste teeltuitvoering waarbij de teeltmaatregelen worden afgestemd op de gewassituatie.

Gangbare teeltmethode

Pas vanaf 1973 is er duidelijk beweging gekomen in de teeltmethode bij tarwe, vooral wat betreft de stikstofbemesting (stifstofgrondonderzoek, gedeelde N-gift) en de ziektebestrijding (intrede fungiciden en ook luizenbestrijding). Sindsdien zijn blijkens de gegevens van LEI-bedrijven (Preuter, PAGV) de kosten voor bestrijdingsmiddelen per ha (incl. herbiciden en chloormequat) sterk gestegen, nl. van *f* 70,- (1973) tot ruim *f* 250,- (1977).

a. Vooral de afrijpingsziektenbestrijding bij de bloei werd een algemene teeltmaatregel. Toch wordt het effect hiervan vaak overschat. Uit een bewerking van alle beschikbare proeven sinds 1973 (Ten Hag/Ubels) blijkt dat hierdoor gemiddeld bij winter- en zomertarwe slechts een opbrengstverhoging van resp. 310 en 240 kg/ha is bereikt, waarmee de kosten inclusief de rijschade niet of nauwelijks gedekt zijn. In meer dan 50% van de proeven was het effect minder dan 350 kg/ha, hetgeen als rendabiliteitsgrens is aangenomen (tabel 25). Dit benadrukt wel de noodzaak om goede bestrijdingscriteria te ontwikkelen om het aantal overbodige bespuitingen te kunnen beperken. Voorlopig lijkt dit nog niet goed mogelijk. Wel is uit deze proeven gebleken dat het opbrengsteffect groter is bij een verhoogde N-gift, in zware dichte gewassen, wanneer bij de bloei al duidelijk ziekten, vooral meeldauw, voorkomen en bij vatbare rassen.

Tabel 25. Gemiddelde resultaten van afrijpingsziektenbestrijding (199 proeven) (proeven RIVRO-PD-RYP-IPO-PAGV-IB-LH)

jaar	aantal proeven	effect (kg/ha) w.tarwe	z.tarwe	% proeven met > 350 kg effect w.tarwe	z.tarwe
1973	13	590	340	75	0
1974	40	440	360	50	42
1975	58	330	290	51	37
1976	52	140	150	17	18
1977	36	260	170	32	14
gemiddeld	199	310	240	41%	27%

b. In deze periode zien we ook een toenemende belangstelling voor een verhoogde stikstofbemesting in combinatie met chloormequat-toepassing. Het effect hiervan is eveneens wisselend, zoals blijkt uit de resultaten van 69 RIVRO-rassenproeven (tabel 26). Hierbij zijn vergeleken de objecten "praktijk N-gift" (op basis grondonderzoek) en een "verhoogde N-gift(30 kg) + chloormequat", waarbij in beide gevallen een afrijpingsziektenbestrijding is toegepast.

Tabel 26. Gemiddeld effect van extra 30 kg N + CCC (zand- en dalgrond alleen 25 kg extra N) bij toepassing van afrijpingsziekten-bestrijding in 69 RIVRO-rassenproeven.

jaar	aantal proeven	kleigrond (+30N + CCC) effect	% proeven >250 kg	zand/dalgrond (+25N) effect	% proeven >70 k
1974	6	550	100	-30	0
1975	13	420	62	-75	20
1976	15	185	27	70	50
1977	16	85	27	180	80
1978	19	165	29	125	80
gemiddeld	69	220	38	60	50

In deze proeven was de opbrengstverhoging gemiddeld nauwelijks kostendekkend en in de helft van de gevallen niet rendabel. Beide voorbeelden illustreren dat een routinematige toepassing van deze teeltmaatregelen weliswaar soms duidelijke opbrengstverhogingen kan geven, maar dat gemiddeld over een reeks van jaren het financiële rendement zeer twijfelachtig is geweest.

Mogelijk opbrengstniveau

De potentiële opbrengst van wintertarwe wordt, o.a. door Van Heemst c.s. , voor goede gronden berekend op 10 à 10,5 ton/ha. Dit is de laatste jaren in proeven van o.a. CABO, LH, RYP door het scheppen van optimale groeiomstandigheden ("volledige" bestrijding van ziekten en plagen, ruim stikstofaanbod, voorkomen van legering etc.) soms zeer dicht benaderd. Toch kwam men ook op goede kleigronden, ondanks de zeer intensieve teeltwijze, niet altijd aan 9 ton/ha. Anderzijds kennen we proeven en zelfs praktijkpercelen waar zonder extra maatregelen ook 9 à 10 ton/ha zijn geoogst. We kunnen het groeiproces helaas nog niet geheel naar onze hand zetten, zeker niet op de meer droogtegevoelige, lichtere gronden. In proeven te Vredepeel (PAGV-IPO-ICW) en in de Veenkoloniën (CABO en regio N.O.-zandgebied en Veenkoloniën) werden bij een "volledige" ziektebestrijding, ruime N-gift en geen legering opbrengsten van 7000 tot 9500 kg/ha bereikt (tabel 27). Daarbij was vooral in Rolde en Vredepeel sprake van droogteschade. Toch kon op de droogtegevoelige grond te Vredepeel ook bij beregening niet meer dan 7300 kg/ha worden gehaald. Blijkbaar spelen hier ook andere stressfactoren, o.a. hitteschade, een belangrijke rol bij het veelal vroegtijdig "afknappen" van het gewas op deze gronden. De invloed van extra stikstof is in beide jaren niet gelijk. Overigens tonen deze resultaten wel dat op vochthoudende zand- en dalgronden hoge opbrengsten mogelijk zijn.

Tabel 27. Enkele resultaten (kg/are) van proeven met "volledige" ziektebestrijding in wintertarwe op zand- en dalgrond.

	Vredepeel (PAGV-IPO-ICW)		Borgercompagnie (CABO)		Emmercompascuum (regio)	Rolde (regio)
	1977	1978	1977	1978	1978	1978
onbehandeld	33	48	42	71	76	55
"ziektevrij"	56	75	93	96	83	67
"ziektevrij"+extra N	-	-	88	-	88	73
"ziektevrij"+beregening	70	73	-	-	-	-

Doelgerichte ziektebestrijding

Uit bovengenoemde proeven met "volledige" ziektebestrijding is wel gebleken dat het optreden van ziekten en plagen vaak een zeer belangrijke opbrengstbeperkende factor vormt. Met de tot dusverre gangbare bestrijdingsmaatregelen wordt veelal slechts een deel van de schade voorkomen. De komst van Bayleton heeft evenwel de mogelijkheden voor een meer doeltreffende bestrijding aanzienlijk verruimd. Mede hierdoor is de gewenste intensiteit van ziektebestrijdingsmaatregelen in de praktijk sterk ter discussie.
In dit kader wordt door PAGV-CABO en IPO gezamenlijk onderzocht hoe groot de schade door ziekten en plagen onder verschillende omstandigheden is en welke bestrijdingsmaatregelen essentieel zijn voor een rendabele beperking van deze schade. Daarbij wordt ook aandacht besteed aan eventuele neveneffecten van herhaalde fungicidetoepassing. In tabel 28 zijn de resultaten van de belangrijkste objecten samengevat.

In Wieringerwerf en Borgercompagnie, waar zeer veel luizen voorkwamen, gaf luizenbestrijding een aanzienlijke opbrengstverhoging. In de andere proeven was de luizenbezetting gering en was de bestrijding niet rendabel. In de proeven op kleigrond was het gewas relatief gezond, al kwam op Westmaas enige meeldauw voor en in Nieuw-Beerta en Wieringerwerf in juli vrij veel bruine roest. Toch is in deze proeven geen enkele ziektebestrijding duidelijk rendabel geweest. Anders ligt het te Borgercompagnie, waar meer ziekteaantasting optrad. Hier hebben vooral de bespuitingen bij het in aar komen en bij de bloei zeer gunstig gewerkt; bij zomertarwe daarentegen was het effect op de opbrengst veel geringer en werd vooral via de vroege bespuitingen bereikt.
Hieruit blijkt dat zonder meer toepassen van een intensieve ziekte- en luisbestrijding, zeker in vrij gezonde gewassen, niet altijd rendabel is. Dit onderzoek wordt voortgezet om juist in ziekere gewassen meer informatie over de optimale ziektebestrijding te krijgen.

Tabel 28. Enkele opbrengstresultaten (17% vocht) van de PAGV-CABO-IPO-bestrijdingsproeven in 1978 en de gemiddelde kosten (middelen[1] , rijschade[2] , spuitloon[3]) uitgedrukt in kg tarwe/ha.

begin mei Benlate + maneb[1]	eind mei Bayleton + maneb[1]	half juni Bavistin M[1]	begin juli Pirimor	Wieringer-werf Caribo	Nw.Beerta Okapi	Westmaas Arminda	Borgercompagnie Okapi	Borgercompagnie Melchior	kosten middelen	kg tarwe/h totaal
-	-	-	-	7.280	9.060	7.850	7.090	5.700	0	0
-	-	-	+	8.720	9.120	8.140	8.200	7.080	45	220
-	-	+	+	8.970	9.290	8.280	8.750	7.050	195	440
+	-	+	+	9.170	9.260	8.370	9.090	-	325	630
+	+	+	+	9.130	9.340	8.530	9.720	7.710	445	800
6-7 keer spuiten				9.360	9.420	8.440	9.650	7.320	715	1.200
gemiddeld effect luisbestrijding				1.400	80	150	1.200	1.200	45	
gemiddeld effect "totale" ziekte-bestrijding				640	300	340	1.500	430	670	

[1] keuze fungiciden afhankelijk ziektesituatie niet overal gelijk
[2] voor alle objecten is 1½% rijschade aangenomen
[3] per bespuiting ƒ 25,-; dit bedrag zal uiteraard van bedrijf tot bedrijf verschillen

De optimale inzet van bestrijdingsmiddelen is afhankelijk van de ziekte-aantasting in het gewas, die van jaar tot jaar en van perceel tot perceel kan variëren. Daarom zal de teler zijn gewassen regelmatig moeten inspecteren en op basis daarvan zonodig maatregelen moeten treffen. Preventieve bespuitingen tegen voetziekte, gele roest en meeldauw, waartoe hier en daar de neiging bestaat, leidt niet alleen tot onnodige kosten maar bovendien tot onnodige milieubelasting en verhoogt het gevaar van resistentievorming tegen de middelen bij de schimmels en mogelijk ongewenste verschuivingen in het biologisch evenwicht in grond en gewas.

Rijpadensysteem

Bij een bespuiting of overbemesting ontstaat ook rijschade. Bij een werkbreedte van 18 meter wordt globaal 3% verreden. Doordat de randrijen voor een deel compenseren zal de schade geringer zijn. Wel wordt de compensatiemogelijkheid geringer naarmate het gewas verder in ontwikkeling is.
In proeven in 1978 te Lelystad (Hartmans) en op de Kandelaar (regio) waarbij in mei-juni vijf keer door hetzelfde spoor werd gereden, werd een rijschade van ca ½% gevonden. Bij tijdens het zaaien aangelegde rijpaden was deze schade gelijk. Hierbij is zeer nauwkeurig gereden en geen rekening gehouden met de grotere schade op de kopakkers en bij geren. Voor de praktijk moet dan ook van een hoger verlies, bijv. 1½% worden uitgegaan.
Wanneer hetzelfde spoor wordt aangehouden zal de totale rijschade bij een wat intensievere bestrijding weinig groter zijn.
Het voordeel van open rijpaden moet dan ook vooral gezocht worden in het sneller en nauwkeuriger kunnen werken en in een beperking van groene korrels in de rijsporen. Wel vraagt het extra aandacht bij het zaaien omdat de kans op fouten groot is.

Intensief teeltsysteem

De laatste tijd is er veel belangstelling gewekt voor de in Sleeswijk-Holstein gepropageerde teeltbenadering, die veel meer inhoudt dan een intensieve ziektebestrijding. In dit systeem gaat het om diepe grondbewerking, zeer vroege zaai, hoge zaaizaadhoeveelheid, hoge stikstofbemesting (in drie keer), twee chloormequat-bespuitingen, zeer intensieve, overwegend preventieve ziekte- en luisbestrijding en bespuiting met sporenelementen (zie tabel 30). Men streeft hierbij naar een hoog aaraantal en een lang producerend bladapparaat. Dergelijke vroeggezaaide, dichte, zwaar bemeste gewassen verhogen de kans op legering en het optreden van ziekten en dwingen daardoor ook tot een intensiever gebruik van chloormequat en fungiciden. De teeltomstandigheden in Sleeswijk-Holstein zijn echter qua klimaat en vruchtwisseling bepaald niet vergelijkbaar met die in ons land.Het weer tijdens het groeiseizoen is relatief gunstig, nl. koel en vochtig, terwijl het aantal uren zonneschijn aanmerkelijk hoger is dan bij ons. Het vochtiger weer is overigens ook gunstig voor het optreden van afrijpingsziekten. De bodem is vaak arm aan sporenelementen, terwijl vooral de kleigronden slempgevoelig zijn, waardoor gezien de hogere neerslag in de herfst meestal wel vroeg gezaaid moet worden. Verder bestaat het bouwplan hoofdzakelijk uit wintergranen en koolzaad, waarwij het stro meestal wordt ondergeploegd. Dit betekent niet alleen een grotere kans op voetziekten, maar vraagt ook een hogere bemesting met N, P en K voor de tarwe dan in ons bouwplan met overwegend hakvruchten. De vraag is dan ook gerechtvaardigd of een dergelijk duur teeltsysteem onder onze omstandigheden wel zo aantrekkelijk is.

In 1977 en 1978 is dit systeem te Lelystad door het PAGV vergeleken met een meer "normaal" teeltsysteem in een rotatie met 50% hakvruchten en bij continuteelt tarwe. Bij het "normale" systeem is bemest volgens grondonderzoek en de ziektebestrijding afgestemd op de gewassituatie. Gezien de aantasting door voetziekte, gele roest en meeldauw is daarbij één keer tegen voetziekte en tegen gele roest gespoten en tevens bij de bloei een afrijpingsziektenbestrijding toegepast. De resultaten van deze proeven zijn in tabel 29 weergegeven.

Tabel 29. Opbrengstresultaten (kg/are) bij het intensieve teeltsysteem en het "normale" teeltsysteem te Lelystad in 1977 en 1978 (PAGV).

systeem	1977 zaaidatum 13/9	19/10	1978 zaaidatum 19/9	24/10
continu tarwe				
"normaal"	67	67	95	88 ***
"intensief"	67	68	95	92
na aardappelen				
"normaal"	76	81	64*	93
"intensief"	77	83	63*	82*

* legering *** iets te schraal gewas

Hieruit blijkt dat noch van vroege zaai, noch van een intensievere teeltwijze een duidelijk opbrengstvoordeel is verkregen. In 1979 wordt dit onderzoek op meerdere plaatsen voortgezet. Zoals in tabel 30 is geïllustreerd, vraagt dit systeem wel aanzienlijk hogere kosten. De kosten van het o.i. optimale systeem, waarbij de maatregelen worden afgestemd op de gewassituatie, hangen sterk af van de gewasontwikkeling en de ziekteaantasting die sterk kunnen variëren. Daarvoor zijn twee situaties gekozen, nl. een vrij zwaar dicht gewas met gele roest en/of meeldauw en voetziekte en een vrij gezond gewas zoals in 1978 (tabel 30). Opgemerkt moet worden dat bij het intensieve systeem in Sleeswijk-Holstein t.a.v. de ziektebestrijding ook varianten voorkomen met minder bespuitingen, maar dan met mengsels van fungiciden, waarbij de kosten vrijwel gelijk zijn aan het in tabel 30 genoemde bedrag. Uit deze berekening blijkt dat ter compensatie van de extra teeltkosten bij dit intensieve systeem een 1.000 à 1.300 kg/ha hogere opbrengst nodig is. Hierbij is dan nog geen rekening gehouden met extra rijschade (o.a. door N-overbemesting) en eventuele spuitkosten. Deze laatste kosten zijn van bedrijf tot bedrijf verschillend en bij zelf spuiten afhankelijk van het rendement van alternatieve tijdsbesteding. Duidelijk

is wel dat bij een dergelijk intensief teeltsysteem een zeer hoge premie wordt betaald waarvan het rendement, zeker over een reeks van jaren, zeer twijfelachtig is. Onder onze omstandigheden zullen verschillende maatregelen in dit systeem vaak overbodig zijn.

Tabel 30. Globale toegerekende kosten bij intensief teeltsysteem en bij bewuste teeltwijze voor a. zwaar, dicht, ziek gewas en b. vrij gezond gewas (gegevens ontleend aan Kwantitatieve Informatie voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt 1978/79).

	intensief teeltsysteem		bewust teeltsysteem a.		bewust teeltsysteem b.	
zaaizaad	210 kg	f 210,-	130 kg	f 130,-	130 kg	f 130,-
N-bemesting	225 (3x)	" 293,-	125 (2x)	" 163,-	125 (2x)	" 163,-
overige bemesting incl. spuiten met sporenelementen				" 50,-		" 50,-
onkruidbestrijding		" 120,-		" 120,-		" 120,-
chloormequat	2x1½ l	" 75,-	1½ l	" 35,-		-
voetziektenbestrijding (Benlate)	2x0,3 l	" 60,-	½ l	" 50,-		-
meeldauw/roest (Bayleton)	2x½ l	" 80,-	½ l	" 40,-		-
afrijpingsziekten-bestrijding (Bavistin M)		" 70,-		" 70,-		" 70,-
zwavel/maneb na bloei	2x5 kg	" 60,-		-		-
luizenbestrijding	2x	" 30,-	1x	" 15,-		-
verzekering		" 8,-		" 8,-		" 8,-
rente		" 43,-		" 28,-		" 25,-
drogen/schonen		" 135,-		" 135,-		" 135,-
aantal werkgangen spuiten en over-bemestingen	12x		7x		4x	
totaal		f 1294,-		f 844,-		f 701,-
extra kosten in kg tarwe excl.spuitkosten en rij-schade		1290 kg		310 kg		-

Doelgerichte teeltmethode

Zoals in de voorgaande artikelen al is aangegeven, zullen de teeltmaatregelen moeten worden afgestemd op de teeltomstandigheden en gewassituatie gedurende het groeiseizoen. Voor een dergelijke, meer bewuste teeltwijze zal de teler het gewas regelmatig moeten volgen en op basis daarvan beslissingen omtrent stikstofbemesting, chloormequattoepassing, ziekte- en luisbestrijding etc. moeten nemen. Alleen dan kan een zinvol gebruik worden gemaakt van de vele mogelijkheden die hem momenteel ter beschikking staan om het gewas optimaal te laten groeien. Dit vraagt o.a. kennis van ziektesymptomen en van de uitwerking van teeltmaatregelen. Juist in dit opzicht kunnen tarwestudieclubs door vastlegging van verschillende gewaskenmerken en het uitwisselen van ervaringen een bijdrage leveren.

Een bewuste teelt begint al bij een juiste rassenkeuze door de keuze van meer dan één ras. Uitsluitend telen van een topras is i.v.m. het optreden van bepaalde ziekten (en nieuwe fysio's) riskant. Gemiddeld over een reeks van jaren levert rassenspreiding een meer constante, minstens zo hoge opbrengst.

Zoals hiervoor al is aangegeven is er voor onze omstandigheden geen aanleiding voor zeer vroege zaai, hogere zaaidichtheden en gezien de hogere stikstofrijkdom in de grond voor veel hogere stikstofgiften. Het huidige systeem van stikstofadvisering biedt in combinatie met de ervaring van de teler een goede leidraad voor de vroege stikstofgift. Het tijdstip en de hoogte van de tweede stikstofgift zal mede afhankelijk zijn van de stand van het gewas; ontwikkelt het gewas zich wat schraal dan zal een vervroeging van deze gift of beter nog een tussengift gewenst zijn. Hoewel in 1978 een late overbemesting bij het in aar komen in proeven gunstig werkte, kan dit toch niet algemeen worden geadviseerd. Dit temeer daar naast de stikstofkosten ook extra rijschade ontstaat. De noodzaak van het gebruik van chloormequat hangt af van de stikstofrijkdom van de grond, de dichtheid en de zwaarte van het gewas en de weersomstandigheden in het voorjaar (wel/geen groeizaam weer). Hiervoer kan in april al wel enig beeld worden gevormd. Voor kortstrorassen en op de zand- en dalgronden zal chloormequat veelal niet nodig zijn.

Het belangrijkste criterium voor bestrijdingsmaatregelen is het al of niet aanwezig zijn van ziekten en plagen in het gewas. Bovendien is veelal een bestrijding pas zinvol als de ziekte in een bepaalde mate voorkomt. Bij een aantal ziekten zijn er intussen bestrijdingscriteria die kunnen worden gehanteerd, zoals bij voetziekte, gele roest, luizenaantasting en, minder duidelijk, voor meeldauw. Voor de afrijpingsziekten die na de bloei nog kunnen optreden ligt het moeilijker, al geeft de aantasting bij de bloei

hierover wel enige indicatie. Het onderzoek is er juist op gericht om tot goede bestrijdingscriteria te komen en waar mogelijk tot een zekere begeleiding in de vorm van regionale of landelijke waarschuwingssystemen (o.a. EPIPRE voor gele roest). Zolang we echter het weer op middellange termijn niet kunnen voorspellen blijft dit voorlopig moeilijk.
De teler die kennis heeft van de ziektesymptonen en het gewas regelmatig inspecteert hoeft zich niet te laten verrassen. Bovendien is het altijd nog beter bij twijfelgevallen te vroeg te spuiten dan zondermeer preventief te spuiten. Zeker in jaren waarin het weer minder gunstig is dan afgelopen jaren zal het vakmanschap van de teler een betere garantie zijn voor hoge financiële opbrengsten dan welk vast teeltsysteem dan ook.

Literatuur:

Bakker, Y.:
Kleigronden vragen meer kalk. Kalk Voorlichtingsblad no. 3 (1967).

Bakker, Y. en H. Loman:
Bemestingsbeleid voor kalk en magnesium op zand- en dalgrond.
Bedrijfsontwikkeling 4 (1973) 10, pag. 923.

Boekel, P.:
Betekenis van de kalktoestand voor de structuur van zware kleigronden.
Kalk Voorlichtingsblad no. 3 (1963).

Boekel P.:
De betekenis van de ontwatering voor de bodemstructuur op zavel- en lichte kleigronden en de financiële consequenties daarvan.
Bedrijfsontwikkeling 5 (1974) 10, 875-880.

Borst, N.P.:
Het stikstofgehalte van de grond, de stikstofbemesting en de korrelopbrengst bij wintertarwe.
De Buffer 18 (1972) 3, blz. 43-60.

Boskma, K.:
De invloed van het gehalte aan afslibbare delen en andere factoren op de optimale pH van kleigrond.
V.L.O 692 (1967).

Darwinkel, A.:
Zaaitijd en korrelopbrengst bij wintertarwe.
Bedrijfsontwikkeling 8 (1977), 705-708.

Darwinkel, A.:
Zaaimethode en korrelopbrengst bij wintertarwe.
Bedrijfsontwikkeling 8 (1977) , 709-712.

Dilz, K. en J.H. Schepers:
Stikstofbemesting van granen.
Stikstof 7 (76), 110-115, (1974)

Dilz, K. en J.H. Schepers:
Stikstofbemesting van granen.
Stikstof 6 (71), 452-458, (1972).

Ellen, J. en J.H.J. Spiertz:
Effect van bemesting met stikstof en de bestrijding van gele roest en oogvlekkenziekte op de korrelopbrengst bij wintertarwe.
Bedrijfsontwikkeling 10 (1979), 81-88.

Havinga, L.:
Effecten en gewasreactie ten gevolge van diepe grondbewerking op plaatgronden.
Cultuurtechnisch Tijdschrift 18 (1978) 2, 97-102.

Heemst, van H.D.J., H. van Keulen en H. Stolwijk:
Potentiële produktie, bruto- en nettoproduktie van de Nederlandse landbouw.
Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen 879.

Henkens, Ch.H.:
Enkele resultaten van onderzoek over de sporenelementen molybdeen en mangaan.
Landbouwkundig Tijdschrift 68,1 (1956), 109-112.

Henkens, Ch.H.:
Onderzoek over molybdeengebrek.
Landbouwvoorlichting 14,5 (1957), 213-217.

Henkens, Ch.H.:
Koperbepaling op bouwland. De waarde van chemische bepalingsmethode in vergelijking met de Aspergillusmethode.
VLO 67,10 (1962).

Luit, B. van:
De kopertoestand van zeekleigronden.
Rapport IB, nr. 1 (1975).

Ouwerkerk, C. van:
Jaarverslag 1960 van Pr.Lov.7. Proefveld met drie diepten van grondbewerking op de "Dr. H.J. Lovink-hoeve" te Marknesse.
IB-rapport XIV (1961).

Ouwerkerk, C. van en M. Pot:
Grondbewerkingsproeven Marknesse 1969.
IB-rapport 7 (1971).

Ridder, J.K.:
Zaaizaadhoeveelheden en stikstofbemesting bij wintertarwe.
Bedrijfsontwikkeling 7 (1976), 845-850.

Ris, J.:
Stikstofbemestingsadviezen op basis van grondonderzoek.
Landbouwkundig Tijdschrift 90, 148-151 (1978).

Schneider, C.B.H.:
Produktie en ontwatering.
Bedrijfsontwikkeling 9 (1978) 9, 777-783.