

Stikstofbehoefte in afhankelijkheid van het weer in de voorafgaande winter

Nitrogen requirement of crops in dependence on rainfall in the preceeding winter

Summary see page 688

F. VAN DER PAAUW,

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen

BIBLIOTHEEK
INSTITUUT VOOR
BODEMVRUCHTBAARHEID
GRONINGEN

INLEIDING

De instabiliteit van de landbouwproductie, als gevolg van de jaarlijkse schommelingen van de opbrengst, is een groot nadeel. Het is van veel belang de hiervoor verantwoordelijke factoren te kennen en, voor zover mogelijk, te beheersen. Het is bekend (2, 5), dat een hoger bemestingsniveau tot constantere oogsten leidt. Op eigen bemestingsproefvelden is gevonden, dat onvoldoende bemeste veldjes van jaar op jaar grotere verschillen in opbrengst geven dan ruimschoots bemeste veldjes (6).

De verschillen worden in het algemeen toegeschreven aan de wisselende invloeden van het weer. Proefvelden, die aangelegd zijn om de oorzaken van deze schommelingen nader te bestuderen, en waarop tevens nagegaan wordt of het mogelijk is deze door bemestingsmaatregelen te nivelleren, tonen thans dat ongelijke beschikbaarheid van stikstof, ontstaan door verschillen in neerslag in de voorafgaande winter, van grote betekenis is.

ONDERZOEK OP PROEFVELDEN

De proefvelden voldoen aan de eis dat de opzet in verschillende jaren zoveel mogelijk overeenkomt. Er worden dus elk jaar dezelfde, op gelijke wijze bemeste gewassen in een vaste vruchtopvolging verbouwd. De variatie in de bemesting is beperkt tot de factor stikstof, omdat deze van overwegende betekenis is en weinig cumulatieve nawerking vertoont. Om een storende nawerking geheel te elimineren wordt geen vast proefplan aangehouden, maar wordt de N-bemesting van elk veldje jaarlijks gewijzigd. In eenzelfde jaar gelijk bemeste veldjes hebben dus in voorgaande jaren een verschillende N-bemesting gehad. Dit maakt het mogelijk de nawerking van de N-bemesting van het vorige jaar te bepalen en door correctie te elimineren.

Onze proefvelden, waarop de nulveldjes in het voorgaande jaar wél stikstofbemesting ontvingen, onderscheiden zich hierin van de hieronder beschreven proefvelden in Engeland (Fisher, 3), waarop deze veldjes over een lange reeks van jaren niet met stikstof werden bemest.

De eerste proefvelden werden in 1947 aangelegd op de proefboerderijen te Bergercompagnie (Pr 934) en te Emmercompasuum (Pr 935) in de Veenkoloniën. In het begin werden slechts aardappelen en rogge verbouwd, na 1954 resp. 1955 is hieraan haver toegevoegd. Er worden zes tot vrij hoge giften opklimmende hoeveelheden stikstof toegediend. De bemesting met fosfaat, kali en magnesia wordt per gewas constant gehouden. Vanaf 1954—1957 zijn de volgende zeven proefvelden er bij gekomen, die over het land verspreid bij voorkeur op proefboerderijen worden gehouden.

proefveld	jaar van aanleg	plaats	grondsoort
Pr 1521	1954	Hornhuizen (Gr.)	lichte zavel
CI 1605	1954	Randwijk (Gld.)	rivierklei
Z 1795	1954	Wilhelminadorp (Z.)	zavel
PO 470	1954	Heino (Ov.)	esgrond
Pr Lov 6	1954	Noordoostpolder	zavel
NNH 1806	1955	Wieringermeer	lichte zavel
IB 25	1957	Ottersum (L.)	lemige zandgrond

Op de kleigronden wordt tarwe in plaats van rogge verbouwd. In 1958 zijn er met hetzelfde doel 3 proefvelden op grasland in de omgeving van Groningen op resp. zware klei, zand en veen aangelegd.

UITKOMSTEN MET ROGGE (PETKUSER)

Van alle jaren zijn fraaie, regelmatige opbrengstcurven verkregen. Er werd geconstateerd, dat uitsluitend de minder steil opstijgende curven in jaren met voorafgaande droge winters zijn voorgekomen, de steilverlopende curven daarentegen zonder uitzondering na natte winters (8).

Als maat voor het weer, waarmee de reactie op stikstof in verband zal worden gebracht, is na enige overweging de som van de neerslag in de maanden november—februari, gemeten op het meest nabij gelegen regenstation, genomen. Het verband met de opbrengsten bij bemesting naar 0,50 en 100 kg/ha N op de oude veenkoloniale grond (22 % humus) is weergegeven in fig 1. Deze figuur is verkregen na eliminatie van de nawerking van de in het vorige jaar gegeven stikstof. De lijnen en stippen stellen de opbrengsten voor, zoals deze bij een bemesting naar 120 kg/ha N aan de voorvrucht aardappelen, bij gemiddelde nawerking van deze gift, zouden zijn verkregen. De afzonderlijke waarnemingen bij 0 en 100 N zijn door stippen en cirkel-

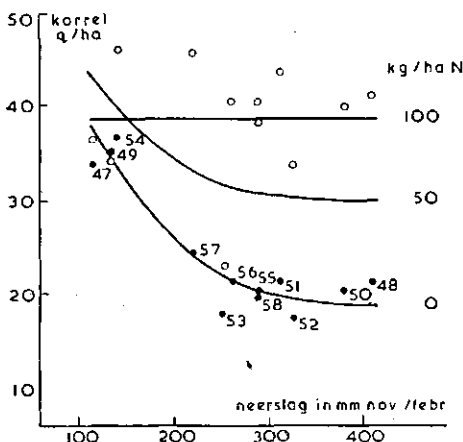


Fig 1 Verband tussen de neerslag in de winter en de opbrengst van rogge op Pr 934 bij 3 stikstoffbemestingen. De van jaar op jaar verschillende nawerking van de aan de voorvrucht aardappelen gegeven N is gecorrigeerd op een gift van 120 kg/ha N aan de aardappelen.

Fig. 1 Relation between amount of rainfall in winter and yield of rye with 3 applications of nitrogen (dots no nitrogen, circles 100 kg/ha of N). Corrections have been introduced for the varying residual effects of nitrogen applied to the preceding crop (potatoes dressed with 120 kg/ha N). These effects varied between 0-20 % of the effect of freshly applied fertilizer.

tjes aangegeven, het effect van de middelste gift is alleen door een lijn weergegeven. De afgebeelde figuur verschilt iets van de in de voorlopige publicatie (8) gegeven figuur, waarbij op een gift van 0 N aan de voorvrucht gecorrigeerd was; uit praktisch oogpunt is dit echter minder juist. Het verschil tussen beide figuren is overigens niet groot; uiteraard ligt de 0 N-lijn nu iets hoger, omdat er enige nawerking is, terwijl de 100 N-lijn een kleinigheid is gezakt, als gevolg van door overmaat N in enkele jaren opgetreden depressie, welke bij een zwaarder bemeste voorvrucht dus iets groter is.

Uit fig. 1 blijkt dat na droge winters zelfs zonder stikstof zeer behoorlijke korrelopbrengsten zijn verkregen. Naarmate de neerslag groter is geweest, daalt de opbrengst snel. Tussen middelmatig natte en zeer natte winters is weinig verschil.

Een zware N-bemesting naar 100 kg/ha heeft na natte winters zeer gunstig gewerkt, terwijl deze na droge winters, vergeleken met een lagere bemesting, gemiddeld reeds enige schade heeft gegeven. Het gevolg is, dat de opbrengsten in beide gevallen vrijwel gelijk zijn. Het nadeel van de natte winter is door de ruime N-bemesting dus sterk verminderd.

Een gift van 50 kg/ha, die iets lager is dan de voorheen op dit perceel gebruikelijke gift van 60 kg, bleek nog niet voldoende om de invloed van de vele neerslag te compenseren, de opbrengst ligt na een droge winter gemiddeld nog 30 à 40 % hoger dan na een natte winter.

De uitzonderlijk lage opbrengst die in 1953 vooral bij de hoge N-gift is verkregen, moet aan zeer sterke roestaantasting worden toegeschreven. Deze slechte uitkomst heeft op het gemiddelde bij 100 N een enigszins ongunstige invloed gehad.

Overeenkomstige uitkomsten zijn verkregen met de opbrengsten aan stro; de spreiding van de punten is echter iets groter. De verklaring hiervoor is wellicht, dat het zich vroeger ontwikkelende stro minder nijpend de beperking van de stikstof heeft ondergaan en mogelijk ook van andere factoren afhangt. De opbrengst aan korrels is echter nauw gebonden aan de hoeveelheid opgenomen N, daar het N-gehalte van de korrels slechts binnen enge grenzen varieert. De korrelopbrengst kan dus ook geïnterpreteerd worden als een N-opbrengst, daar het afgerijpte stro zeer weinig N bevat.

De opbrengstvermeerdering van het stro onder invloed van een stikstofbemesting is echter wel sterk afhankelijk van de neerslag in de winter (fig. 2). Des te groter deze geweest is, des te groter is de met 100 kg/ha N verkregen toename van de opbrengst.

Het andere proefveld dat op een, wat N-produktie betreft, veel armere, nieuwe veenkoloniale grond (14 % humus) is gelegen, heeft een minder duidelijk, maar in principe overeenkomstig beeld getoond (fig. 3). Er is geen correctie voor de nawerking van aan de voorvrucht gegeven stikstof uitgevoerd, daar deze slechts een keer is opgetreden en van geringe betekenis is.

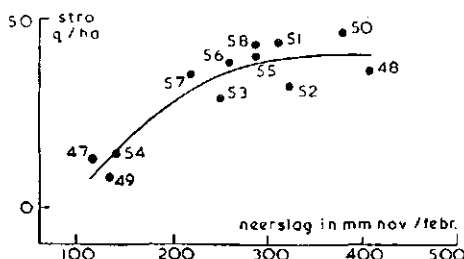


Fig. 2 Verband tussen de neerslag in de winter en de met N-bemesting op Pr 934 verkregen opbrengstvermeerdering aan stro (bij de gift 100 kg/ha N; in 1953 bij 72 kg, daar hierbij reeds het optimum was bereikt).

Fig. 2 Relation between amount of rainfall in winter and increase of the yield of straw obtained with a dressing of 100 kg/ha N (besides 72 kg in 1953; in this year the optimum yield was reached at this amount).

De in 1949 na een droge winter zonder N verkregen opbrengst is voor deze schrale grond opmerkelijk hoog. Het andere droge jaar 1954 (in 1947 stond er haver, zie hieronder) onderscheidt zich echter slechts weinig van de nattere jaren.

Op het proefveld PO 470 te Heino is in het droge jaar 1954 geen Petkuser, maar tetraploïde rogge verbouwd. De opbrengst zonder N (28,1 q/ha) was niet hoger dan gemiddeld in de daarop volgende nattere jaren 1955–1957 (33,2, 28,6 en 20,7 q/ha), maar dit zou toegeschreven kunnen worden aan de, in vergelijking met Petkuser rogge op aangrenzende percelen, slechte stand van dit gewas. Met Petkuser zou vermoedelijk een hogere opbrengst zijn verkregen. In het natste jaar 1958 was de opbrengst het laagst (18,1 q/ha). In dit jaar was het effect van de N-bemesting duidelijk het grootst, bij de tetraploïde rogge verreweg het kleinst, terwijl deze in de overige jaren middelmatig was en onderling weinig verschilde. De uitkomsten, hoewel nog weinig in getal, lijken dus een bevestiging te geven.

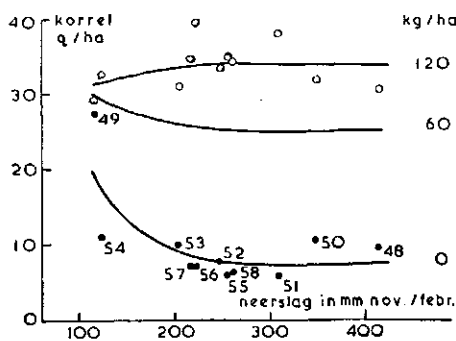


Fig. 3 Als fig. 1 op Pr 935, evenwel zonder correctie voor nawerking van aan de voorvrucht verstrekte N.

Fig. 3 As fig. 1 for an experiment on a poorer soil. No correction for residual effects, these being negligible.

UITKOMSTEN MET AARDAPPELEN

Van dit gewas zijn op de proefvelden in de Veenkoloniën op Pr 934 12, op Pr 935 (wegens uitvallen van 1948 en 1955) 10 proefjaren verkregen. Er wordt eveneens een correlatie tussen de neerslag in de winter en de reactie op stikstof gevonden, evenwel met een belangrijk grotere strooiing dan bij

rogge. Men krijgt de indruk dat het weer in de voorzomer belangrijk meespeelt en misschien zelfs overwegende betekenis heeft. Zo is bijv. het jaar 1948 op Pr 934 een erge uitbijter wegens gering N-effect, ondanks de natte winter. Het jaar was echter in de voorzomer zacht en nat en zeer gunstig voor het optreden van mineralisatie van stikstof. Een moeilijkheid is dat er in dit beperkte materiaal een duidelijke correlatie tussen het weer in de winter en het weer in de voorzomer voorkomt. Het materiaal is te klein om de invloed van beide factoren te scheiden. Het zal dus vermoedelijk nog verscheidene jaren duren voordat aan de resultaten van dit proefveld (en van Pr 935) met grotere zekerheid ontleend zal kunnen worden hoe het met aardappelen gesteld is.

Bij de overige proefvelden zijn er wel enige uitkomsten verkregen, die met de met rogge verkregen resultaten overeenstemmen. De reeks proefjaren is echter nog kort en de variatie in de regenval was niet zeer groot.

UITKOMSTEN MET HAVER

Een vergelijking tussen rogge en een zomergraan is bijzonder interessant. De rogge heeft namelijk de invloed van het weer tijdens de winter ondergaan en is hierdoor ongetwijfeld beïnvloed. Er is bijv. een duidelijke negatieve correlatie waargenomen tussen de grootte van de neerslag en de dichtheid van de stand in het voorjaar. De haver is evenwel ná de winter gegroeid en een eventuele invloed kan zich dus alleen doen gelden via de gesteldheid van de grond. Zouden de resultaten van haver en rogge eensluidend zijn, dan zou het effect ook bij rogge, althans voor een belangrijk deel, aan de werking van een bodemfactor moeten worden toegeschreven.

De uitkomsten met haver strekken zich uit over een korte reeks van jaren. Hiervan was de winter van 1954 droog, van de hierna komende matig nat; in 1958 viel de meeste regen. Bij Pr 935 is een waarneming verkregen in 1947, toen haver in plaats van rogge is verbouwd. Hier ontbreekt echter 1954. De uitkomsten zijn tot nog toe alle in overeenstemming met die van de rogge. In alle gevallen is zonder N-bemesting in de droge jaren 1954 en 1947 duidelijk de hoogste opbrengst verkregen, terwijl het natste jaar 1958 bijna steeds achteraan komt (tabel 1). De resultaten stemmen hoopvol, maar zijn nog te gering in aantal om beslissend te zijn.

Enkele resultaten die op de proefvelden Pr 1521, CI 1605 en Z 1795 met tarwe zijn verkregen, laten nog geen conclusies toe.

IN DE LITERATUUR BESCHREVEN UITKOMSTEN

In een belangrijke studie heeft Fisher (3) aangetoond, dat er over een lange reeks van jaren een negatieve correlatie bestaat tussen de neerslag in verschillende delen van het jaar en de opbrengst van tarwe. Deze negatieve invloed neemt toe in november, is maximaal in december en januari en neemt in februari weer af. Uit een vergelijking tussen verschillende met N bemeste proefobjecten werd afgeleid, dat de oorzaak van dit sterke effect van de

Tabel 1 Verband tussen de neerslag in de winter en de zonder N-bemesting op verschillende proefvelden verkregen opbrengst van haver.

jaar	gem. neerslag ¹⁾	proefvelden							
		Pr 934	Pr 935	Pr 1521	Pr Lov 6	PO 470	CI 1605	NNH 1806	Z 1795
1947	121	—	13,2	—	—	—	—	—	—
1954	142	35,4	—	40,3	41,0	53,8	57,7	—	46,6
1956	213	26,5	—	34,3	30,6	46,6	43,7	47,5	29,0
1957	215	27,2	7,3	19,4	21,8	42,1	44,0	48,0	30,8
1955	231	26,3	4,8	34,0	38,6	38,2	52,5	47,2	30,3
1958	265	26,0	6,9	22,0	—	23,9	33,7	28,6	21,4
<i>year</i>	<i>mean rainfall</i>	<i>experimental fields</i>							

¹ De werkelijke neerslag wijkt hier plaatselijk iets van af

Table 1 Relation between rainfall in November-February and yield of oats obtained without nitrogen dressing in different years on a number of experimental fields.

neerslag in de winter moet worden gezocht in verschil in uitspoeling van de stikstof. Het verschijnsel was namelijk groter naarmate jaarlijks meer N was toegediend en bijna niet aanwezig als nooit met N werd bemest. Dit laatste object is, zoals reeds opgemerkt is, niet vergelijkbaar met het nul-object van onze proefvelden, dat in voorgaande jaren wel met N werd bemest. Het zelfde geldt voor de wel bemeste objecten; de N-giften waren namelijk veel geringer dan bij onze proeven. Deze objecten komen daarom meer overeen met onze niet of zeer licht bemeste objecten, waarbij het effect van de neerslag ook zeer groot is.

Boyd, Garner en Haines (1) vonden een duidelijk verband tussen de regenval in november-maart en het effect van N-bemesting op de opbrengst van suikerbieten, bepaald op een groot aantal proefvelden in een reeks van jaren. De correlatie is opvallend sterk ($r = -0,71$), waarmee de helft van de „variantie” van het effect wordt verklaard. Interessant is dat ook het effect van de kalibemesting een bijna even hoge correlatie met de neerslag heeft. Ondanks de langere groeitijd van de biet is dus toch een duidelijke en sterke invloed van de neerslag in de winter gevonden.

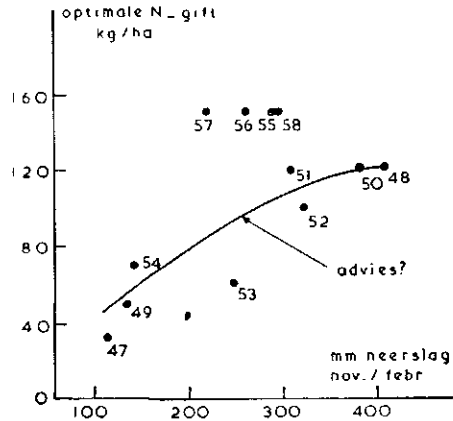
In dezelfde richting wezen ook reeds de resultaten van Russell (10) met tarwe bij vergelijking van na voorvrucht verbouwde tarwe en na braak verbouwde tarwe. In het laatste geval hoopt zich veel stikstof in de grond op. Het gunstige verschil na braak was na droge winters groot, maar klein na natte winters, wat toegeschreven wordt aan de uitspoeling van de geaccumuleerde stikstof. Een verdere bevestiging leverde een vergelijking tussen de resultaten van N-bemesting in het najaar en in het voorjaar.

AANPASSING VAN DE N-BEMESTING AAN DE BEHOEFTE

Elk bemestingsadvies is gericht op de toekomst, maar de weersomstandigheden, waaronder het te bemesten gewas zal groeien, zijn onbekend. Er kan

Fig. 4 Verband tussen de neerslag in de winter en de optimale N-gift voor rogge Pr 934 (voorvrucht aardappelen bemest naar 120 kg/ha N). De in deze figuur getrokken lijn wordt als richtlijn voor adviesgeving gebruikt.

Fig. 4 Relation between rainfall in winter and optimum nitrogen dressings (preceding crop potatoes being dressed with 120 kg/ha of N). Optima determined by extrapolation have been limited to an amount of 150 kg/ha of N. The curve in these figure may be useful in advisory work.



slechts met gemiddelde ervaringen rekening worden gehouden. Het gevolg is vaak een minder bevredigend resultaat van het advies.

Voor zover de invloed van het weer zich reeds doet gelden vóór het tijdstip, waarop de bemesting gegeven wordt, is het in principe mogelijk de bemesting hieraan aan te passen.

In andere gevallen zal een aanvullende bemesting mogelijk zijn. Er bestaat een verband tussen de neerslag in de voorzomer en de behoefte aan kali van aardappelen, zomertarwe en kanariezaad op zavelgrond (7). Door middel van aanvullende bemesting kan nog voor een groot deel in de behoefte aan kali worden voorzien (Prummel, 9).

Om na te gaan hoeveel de bemesting bij verschillende neerslag in de winter zou moeten bedragen, is de neerslag met de jaarlijks op Pr 934 vastgestelde optimale hoeveelheid stikstof in verband gebracht (fig. 4). Deze optimale hoeveelheden werden soms door middel van extrapolatie geschat. In enkele gevallen, waarin de optimale hoeveelheid nog hoger leek te zijn dan 150 kg, is dit laatste bedrag aangehouden. De in fig. 4 getrokken lijn zou een acceptabel uitgangspunt kunnen zijn voor adviesgeving. Enkele malen zou de bemesting nog hoger kunnen zijn; een veel te hoge bemesting wordt echter vermeden.

Indien een dergelijk advies op de voorgaande jaren zou zijn toegepast, zou een gemiddelde opbrengst van 39,9 q/ha korrel verkregen zijn bij een gemiddelde N-bemesting van 85 kg/ha. In werkelijkheid zou deze tussen 45 en 120 kg/ha N uiteengelopen hebben. Deze opbrengst is gemiddeld 5,0 q/ha (14,3 %) hoger dan bij de op dit perceel voorheen gebruikelijke N-bemesting van 60 kg (gemiddeld is ± 75 kg in de Veenkoloniën gebruikelijk) en 2,2 q/ha (5,8 %) meer dan bij een geregelde jaarlijkse bemesting naar 85 kg verkregen zou zijn.

Een hogere opbrengst zou ook kunnen worden bereikt bij nog verder op-

voeren van de geregelde bemesting. Zou deze bijv. jaarlijks 100 kg/ha hebben bedragen, dan zou een gemiddelde opbrengst van 38,5 q/ha zijn verkregen, echter met meer last van legering.

In de afgelopen winter is voor de eerste maal gepoogd een verwachting van de N-behoefte te geven. Hiermee kan voorlopig slechts een richting worden aangegeven. Het is aannemelijk, dat er per grondsoort aanmerkelijke verschillen bestaan. De voorspelling zal slechts van betekenis zijn voor gronden, die uit eigen kracht stikstof leveren. Op de schrale grond te Emmercompasuum (Pr 935) kan bijv. aan de door de grond zelf geproduceerde stikstof slechts ondergeschikte betekenis worden toegekend.

De verwachting heeft betrekking op de stikstoftoestand van de grond en zal dus waarschijnlijk ook voor zomergewassen geldig zijn. Hierop wijzen niet alleen de voorlopig reeds verkregen uitkomsten met haver, maar ook de resultaten, die in Engeland met suikerbieten verkregen zijn (1).

In het verschieft ligt nog een belangrijke mogelijkheid tot verhoging van de opbrengsten, voornamelijk in de minder gunstige jaren, en daardoor ook tot een zekere nivellering van de jaarlijkse opbrengsten. Dit zal echter gepaard gaan met een gemiddeld hoger, en van jaar op jaar sterker wisselend, N-verbruik.

VERBAND TUSSEN DE NEERSLAG EN DE JAAROPBRENGSTEN

Er is hierboven aangetoond dat een normale praktijkbemesting onvoldoende is om het nadelige effect van een grote neerslag in de winter te compenseren. Het ligt dus in de lijn van de verwachting, dat de in de praktijk verkregen opbrengsten onder invloed staan van de neerslag. Door Lehr en Veen (4) is reeds op het bestaan van deze correlatie gewezen. Wij berekenden opnieuw het verband tussen de neerslagen in de periode 1905–1955 gemeten te Groningen en de geschatte opbrengsten van rogge in de provincie Drente (ontleend aan de Verslagen van de Directie van de Landbouw). Hierbij zijn de jaren 1940–1947 buiten beschouwing gelaten, het laatste jaar niet alleen als naoorlogs jaar, maar ook omdat de weersomstandigheden zeer extreem waren. De opstijgende trend, welke aan de vooruitgang van de landbouw toegeschreven moet worden, werd grafisch vastgesteld en geëlimineerd. Berekend werd een correlatiecoëfficiënt van 0,48. Het verband is zeer betrouwbaar ($P = 0,001$), hoewel de strooiing groot is. Met de neerslag in de winter kan daarom slechts een deel van de verschillen in opbrengst worden verklaard, namelijk ongeveer 23 % van de totale variantie. Men moet echter in het oog houden dat de neerslag te Groningen slechts een vrij gebrekkige maat is voor de neerslag in de verschillende delen van Drente en dat de keuze van de periode willekeurig is; voorts zijn de opbrengsten slechts schattingen en de hierin aangenomen vloeiende trend is ook slechts een benadering. Dit alles tezamen zal de correlatiecoëfficiënt hebben verlaagd. Er volgt hieruit, dat een vrij belangrijk deel van de opbrengstschommelingen in de praktijk aan de door verschil in neerslag ontstane variatie in stikstofvoorzie-

ning (en mogelijk van andere factoren, zoals kali) zal moeten worden toegeschreven.

DE NEERSLAG ALS OORZAAK VAN STIKSTOFVERLIEZEN

In het voorgaande is de neerslag in de periode november-februari gebruikt als een karakteristiek van het weer. Hiermee is niet bewezen dat de gevallen regen zonder meer als de directe oorzaak van het verschil in stikstofbehoefte moet worden beschouwd, al ligt de veronderstelling, dat opgeloste stikstof met het regenwater is uitgespoeld, natuurlijk voor de hand. Men zou bijv. kunnen denken aan de mogelijkheid van een correlatie tussen de regenval en de temperatuur. Ook kunnen bij een vaststelling van correlatie gemakkelijk foutieve conclusies worden getrokken, in geval het weer in de winter met het weer in andere perioden zou samenhangen.

Deze overwegingen hebben tot een directe proefneming in de winter 1958-1959 geleid. Door middel van afdekken met glas gedurende zeer regenachtig weer is bij een klein strookje rogge op de Proefboerderij te Borgercompagnie 28 % van de in november tot februari gevallen neerslag opgevangen (62 mm op totaal 224 mm). Hierdoor werd een middelmatig natte winter veranderd in een vrij droge. Deze korte bedekkingen kunnen geen invloed van enig belang hebben gehad op het gewas. Het strookje kan worden vergeleken met 2 overeenkomstige niet bedekte strookjes aan weerszijden. De stroken zijn in kleine vakjes ($1,2 \times 1,8$ m) onderverdeeld, die met uiteenlopende hoeveelheden N zijn bemest.

Een klein standverschil was einde februari zichtbaar ten gunste van het bedekte vak, dat ook iets groener was. Dit ging in de loop van maart bijna verloren. In april kwamen echter opnieuw duidelijke standverschillen voor de dag, die zeer overtuigend wezen op een ruimere N-voorziening.

Zoals bekend is de uitstoeling een goede maat voor de beschikbaarheid van stikstof. De gemiddelde aantallen spruiten (bedekt 12, onbedekt 24 tellinger per object, geteld op 17 april) per $\frac{1}{2}$ meter rij zijn uitgezet tegen de stik-

Fig. 5 Verband tussen de N-bemesting en het aantal gevormde spruiten van rogge: A. normaal; B. bij wegvangen van 28 % van de neerslag van november tot februari.

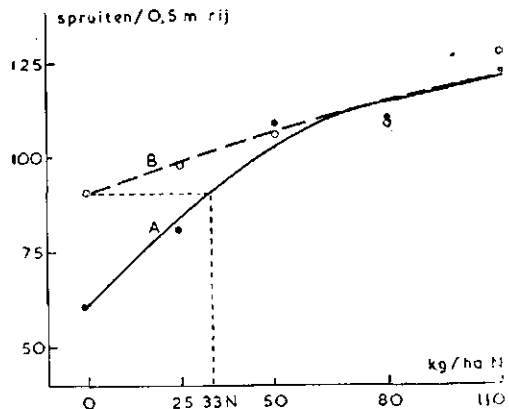


Fig. 5 Relation between nitrogen dressing and sprouting: A. normal, B. after interception of 28 % of rainfall in November-February.

stofgift (fig. 5). Zeer duidelijk blijkt het verschil in beschikbare stikstof. Het grotere aantal spruiten bij de bedekte grond correspondeert met het effect dat een toevoeging van 33 kg/ha N op de onbedekte grond heeft gehad.

Uit deze uitkomst blijkt dat het verschil in berekening oorzaak is van het verschil in beschikbare stikstof. Het wordt dus zeer aannemelijk, dat inderdaad stikstof met het regenwater is uitgespoeld en dat de hierboven beschreven reacties van de opbrengsten hieraan toegeschreven moeten worden.¹

SAMENVATTING

De opbrengst van rogge, welke geen stikstofbemesting ontvangt, hangt af van de neerslag in de winter (november-februari). De hierdoor ontstane grote verschillen tussen de jaren konden door een zeer ruime N-bemesting worden genivelleerd. Een normale praktijkbemesting was hiervoor onvoldoende. De in de praktijk verkregen opbrengsten van rogge zijn dan ook in belangrijke mate bepaald door de grootte van de neerslag in de winter. Een aanpassing van de stikstofbemesting aan de in de winter gevallen neerslag (meer N na natte, minder N na droge winters) zal kunnen leiden tot een gemiddelde verhoging van de opbrengsten (vooral in minder gunstige jaren) zonder vergroting van het legeringsgevaar en tot een zekere nivellering van de jaarlijkse verschillen in opbrengst. Het gemiddelde N-verbruik zal echter groter worden.

Uitkomsten met haver lijken in dezelfde richting te wijzen, met aardappelen zijn de resultaten nog minder zeker.

De resultaten bevestigden in Engeland verkregen uitkomsten met tarwe en suikerbieten (1, 3, 10).

Opvangen van een gedeelte van de neerslag in de winter (28 %) tijdens zeer regenachtige dagen leidde tot een aanmerkelijk grotere hoeveelheid beschikbare N in het voorjaar. Het is dus waarschijnlijk dat er gedurende de winter stikstof door uitspoeling verloren gaat.

SUMMARY

The yield of rye not being dressed with nitrogen depends to a large extent on the amount of rainfall in the period November-February (fig. 1, 3). The annual variations of crop yields are minimised by ample applications of nitrogen (fig. 1, 3). The amounts used in practical farming are insufficient, however. The correlation between yields of rye in the province of Drente and rainfall in winter ($r = 0.48$, $p = 0.001$) may be ascribed to an insufficient supply of nitrogen after wet winters.

The increase of straw yields effected by nitrogen fertilisation is also closely related to winter rainfall (fig. 2).

The marked differences between figs. 1 and 3 are due to soil differences, the mineralisation of soil nitrogen being much less pronounced on in the experiment the newly reclaimed soil represented in fig. 3.

Optimum yields also depend on rainfall (fig. 4). An adaptation of the quantities of nitrogen applied in spring to the amounts of rainfall in the foregoing winter may give rise to a considerable average increase of yields. In the case of the experimental field presented in fig. 1 an adapted nitrogen fertilisation should have brought about an increase of yield of 14 % combined with a change of the nitrogen fertilisation of 60 to varying amounts of 45—120 (mean 85) kg/ha without increase of the danger of lodging.

Results obtained with oats point into the same direction (table 1). Results with potatoes are still less certain. Similar results have been obtained in England with wheat and sugar beet (1, 3, 10).

Interception of part of the rainfall (62 mm out of 224 mm in the whole period) by a

¹ Noot bij de correctie van de drukproef: De opbrengstbepalingen hebben bevestigd, dat er een belangrijk verschil in N-werking was.

glass cover during showery days in the winter 1958—1959 resulted in a remarkable increase of available nitrogen in spring, this being equal to 33 kg/ha of applied nitrogen (fig. 5). Probably nitrogen is lost by leaching during the winter.

LITERATUUR

- 1 BOYD, D. A., H. V. GARNER en W. B. HAINES: The fertilizer requirements of sugar beet. *J. Agr. Sci.* 49 4 (1957) 464—476.
- 2 DORE, V.: Les fluctuations des rendements des céréales. *Rev. Int. Agr.* 34 (1948) 98.
- 3 FISHER, R. A.: The influence of rainfall on the yield of wheat at Rothamsted. *Phil. Trans.* B 213 (1924) 89—142.
- 4 LEHR, J. J. en B. VEEB: Nitrogen economy of the soil in relation to seasonal and periodical climatic variations. *Internat. Soil Sci. Joint Meet. Comm. II and IV. Dublin Trans. Vol. II* (1952) 61—67.
- 5 MILLER, L. B. and F. C. BAUER: The effect of soil treatment in stabilizing yields of winter wheat. *J. Am. Soc. Agron.* 29 (1937) 728.
- 6 PAAUW, F. VAN DER: Over een samenhang tussen groeifactoren en opbrengst en de principes, die dit verband bepalen. *Landbouwk. Tijdschr.* 50 (1938) 795—829.
- 7 —: Relations between the potash requirements of crops and meteorological conditions. *Plant and Soil* 9 (1958) 254—268.
- 8 —: Anpassung der Düngung an die Witterungsverhältnisse. *Verhandl. II u. IV. Komm. Internat. Bodenkundl. Ges. Hamburg II* (1958) 78—82.
- 9 PRUMMEL, J.: Genezing van kaligebrek bij aardappelen door bespuiting of overbemesting in een laat stadium. *Landbouwwoorl.* 15 (1958) 5 237—241.
- 10 RUSSELL, E. J.: The nature and amount of the fluctuations in nitrate contents of arable soils. *J. Agr. Res.* 6 (1914) 18—57.