
Winterrogge als bodembescherming tegen winderosie

Onderzoek aan gewasmodellen in de windtunnel

Ing. D. J. C. Knottnerus - Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren (Gr.)

Winterrogge als bodembescherming tegen winderosie

Onderzoek aan gewasmodellen in de windtunnel

Ing. D. J. C. Knottnerus – Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren (Gr.)

In een voorgaand artikel in dit tijdschrift (Knottnerus en Peerlkamp 1972) werd aandacht gegeven aan het verschijnsel van en de problemen rond de in ons land op lichte gronden voorkomende verstuiwing. Zowel in de land- en tuinbouw als bij de uitvoering van civieltechnische werken kan door stuivend zand schade worden aangericht, terwijl ook waardevolle grond verloren kan gaan.

Er werd een beschouwing gegeven over het ontstaan van een verstuiwing en er zijn methoden genoemd om de windsnelheid bij het grondoppervlak te verminderen en om de gevoeligheid voor stuiven van de grond zelf te verkleinen.

De voornaamste bij dit euvel betrokken factoren zijn het weer en in het bijzonder de wind, de hoedanigheid van de bovenste grondlaag en het meer of minder bedekt zijn van het grondoppervlak.

Het onderzoek wordt o.a. gedaan met een speciale windtunnel (Knottnerus 1971).

Eén van de methoden om grondverstuiwingen te bestrijden is het ter plaatse doen ontstaan van een mulch. In principe kan elk gewas voor het hier gestelde doel dienen. Er zijn reeds oriënterende proeven gedaan en nog gaande met andere gewassen dan rogge; dit artikel handelt echter alleen over winterrogge en de mulch ervan.

In de loop van de laatste jaren is in verschillende tijdschriften en vakbladen over deze tussencultuur geschreven o.a. door Te Velde (1970, 1971, 1972) Lumkes en Te Velde (1973) en Lumkes (1971, 1973). Doel van dit artikel is om een aantal hoofdpunten betreffende verbouw van winterrogge – voor een geheel ander dan het gebruikelijke doel – nog eens onder de aandacht te brengen; enkele punten zijn daarbij op andere wijze benaderd.

De teelt van winterrogge, bedoeld als tussencultuur om de voor stuiven gevoelige gronden te vrijwaren tegen winderosie, heeft facetten die sterk afwijken van de gewone cultuur van rogge. Dit is reden om deze tussencultuur als een aparte cultuur te beschouwen (en te bedrijven)!

De volgende punten zijn hierbij van belang. Een voldoende grondbedekking dient, met het oog op potentiële kansen op verstuiwing in februari of maart, reeds voor de winter invallend aanwezig te zijn. Dit betekent dat reeds in de tweede helft van september breedwerpig gezaaid moet worden. Later zaaien geeft kans op een minder goede beschermende werking van de bedekking na de winter. De keuze van het tijdstip van doodspuiten van de groene rogge is belangrijk; nadien wordt de beschermende werking van de mulch, afhankelijk van de aard van het weer, steeds minder effectief. In praktijkgevallen bleek de mulch nog effectief te moeten kunnen werken tot in juni!

Een op een perceel aanwezige beschermende bedekking – groene rogge of de dode mulch daarvan – moet niet alleen effectief zijn tegen verstuiwingen op dit perceel maar ook tegen de agressieve werking van door de wind van elders aangevoerd zand. Zo lang er geen verplichting is gesteld afdoende maatregelen te nemen tegen verstuiwen van grond

zal men met dit overstuivend zand extra rekening moeten houden. Met het oog op dit laatste punt dient de bedekking zwaarder (ruwer) te zijn dan voor het betreffende perceel alleen noodzakelijk is.

Opslag na de winter van in de grond; na de voorgaande aardappeloogst resterende aardappels, is een groot probleem. De kans op doodvriezen van de knollen tijdens de winter onder een 'deken' van breedwerpig gezaaide winterrogge lijkt geringer dan in onbegroeid land.

Of rijenzaai van winterrogge, maar dan in twee richtingen loodrecht op elkaar zodat onbegroeide vakken ontstaan, hier de oplossing kan geven zal onderzoek kunnen uitwijzen.

Uit onderzoek met een modelgewas in de windtunnel bleek hoe de beschermende werking van de bedekking afhankelijk is van de dichtheid en de hoogte van het gewas. In tegenstelling tot hetgeen meestal wordt gedacht bleek voor de onderzochte objecten dat de hoogte van het gewas een belangrijker factor is dan de graad van de bedekking van het grondoppervlak, loodrecht van boven gezien.

Er werd een berekening gemaakt van een voor deze cultuur te gebruiken minimale hoeveelheid zaaizaad.

Voor enkele plaatsen in ons land werden kansen berekend voor het optreden van bepaalde windsnelheden.

De schrijver is ir. H. A. te Velde van het PA te Wageningen zeer erkentelijk voor zijn kritische opmerkingen.

1 De tussencultuur van winterrogge

De laatste jaren wordt deze cultuur in toenemende mate als middel tegen winderosie in de akkerbouw op stuifgevoelige gronden toegepast, speciaal bij de teelt van aardappelen en suikerbieten. Het is namelijk tot dusver de enige economisch verantwoorde methode om in de akkerbouw verstuiwingen afdoende te bestrijden en daarmee de risico's bij genoemde teelten aanzienlijk te verminderen.

Er wordt hierbij meestal machinaal breedwerpig gezaaid om het grondoppervlak – nadat de rogge is bovengekomen – zo goed mogelijk te kunnen beschermen tegen wind uit iedere richting. De rogge wordt op een geschikt moment door middel van een onkruidverdelgingsmiddel gedood. In het nog levende of dode gewas wordt, op aangepaste wijze, gepoot of gezaaid. Het is de bedoeling dat het grondoppervlak op deze wijze doorlopend bedekt blijft, eerst door het groene roggegewas, daarna door de dode mulch er van en allengs door het hoofdgewas. Het is een methode die – mits op de juiste wijze toegepast, d.w.z. waar nodig aangepast aan de omstandigheden ter plaatse – goede resultaten afwerpt. Met het oog op een optimaal effect van de beschreven methode dient aandacht gegeven te worden aan de details ervan. Het telen van de rogge om een voldoende hoeveelheid groen gewas en later dode mulch te verkrijgen moet – in verband met de van de gebruikelijke teelt duidelijke afwijkingen – als een aparte cultuur gezien worden.

Aan dit tussengewas moeten in het bijzonder de volgende eisen worden gesteld:

- a het moet het in de nazomer of begin van de herfst vrijgekomen land zo snel mogelijk – vóór de winter invalt – een afdoende bescherming tegen grondverstui-ving geven,
- b het moet, wanneer het in het vroege voorjaar wordt doodgespoten, een zodanige mulch opleveren dat deze het grondoppervlak afdoende kan beschermen totdat het hoofdgewas deze taak kan overnemen; de groene rogge zowel als de dode mulch ervan zodanig zwaar (ruw) te zijn dat door de wind van elders aangevoerd zand snel wordt vastgelegd, waardoor het zijn agressie-ve werking verliest.

Deze eisen roepen echter onmiddellijk drie vragen op, nl.:

- welke gedaante (bij voorbeeld gekarakteriseerd door de onderlinge afstand, de hoogte en eventueel de vorm van de planten) moet een winterroggegewas hebben om een afdoende bescherming tegen winderosie te geven;
- welke hoedanigheid moet een mulch van dode rogge hebben om aan de sub b gestelde eis te voldoen;
- hoe is een gewas te realiseren dat aan bovengestelde eisen voldoet?

De beantwoording van de eerste vraag vereist een model-onderzoek in de windtunnel; in 2 zal dit worden bespro-ken.

Op de tweede vraag kan nog geen kwantitatief antwoord worden gegeven; dit probleem moet nog worden onder-zocht.

Mede daardoor en ook door de onzekerheid over het ko-mende weer op langere termijn, waardoor o.a. de snelheid van vertering van de dode mulch wordt beïnvloed, kan (nog) geen éénduidig antwoord op de derde vraag worden gegeven.

Op grond van ervaringen in de laatste jaren zowel op praktijkpercelen en proefvelden (Te Velde, zie inleiding, vraaggesprek met Van Houten, anoniem 1972) als bij windtunnelproeven opgedaan, kunnen echter wel enkele opmerkingen gemaakt worden die ertoe kunnen bijdragen mislukkingen te voorkomen. Ze hebben betrekking op het zaaien, het doodspuiten, de hoogte van het gewas en de mate waarop het grondoppervlak moet worden bedekt.

1.1 Zaaien

Bij de keuze van het roggezaad gaat het bij de normale teelt uiteindelijk om het verkrijgen van hoge korrelop-brengsten en de gewenste hoeveelheden stro. Hier echter dient de voorkeur – indien keuze mogelijk is – uit te gaan naar *snelle kiemers met een vlotte eerste groei*. Een tweede punt – eveneens van belang met het oog op het doel – is de *vorm van de plant*. Vooruitlopend op de bespreking van de resultaten van het onderzoek in de windtunnel (zie 2.2) kan over dit punt kortweg gezegd worden dat de hoogte van het gewas een belangrijker factor blijkt te zijn dan de mate van bedekking van het grondoppervlak, loodrecht van boven gezien.

Deze punten worden echter – behalve door de keuze van het zaad – ook beïnvloed door het weer, dat tevens van in-vloed is op het tijdstip van zaaien.

Dit *tijdstip* moet zodanig worden gekozen dat vóór de win-ter invalt, het winterroggegewas het grondoppervlak reeds voldoende tegen verstuiving kan beschermen. Gedurende

de winter groeit het gewas in het algemeen niet of weinig, terwijl de weersomstandigheden bij voorbeeld in februari – harde wind bij lage luchtvochtigheid – al vaak gunstig kunnen zijn voor het optreden van grondverstuiwingen. Men dient daarom – voor zover nu bekend – zo vroeg mo-gelijk te zaaien, het liefst al in de tweede helft van septem-ber, maar zeker niet later dan half oktober. Is men ge-noodzaakt het zaaien uit te stellen tot medio oktober of nog wat later, dan kan het gebruik van meer zaaizaad en een extra kunstmestgift (stikstof) soms nog enige compen-satie bieden, maar men is dan al erg afhankelijk van het najaarsweer geworden.

De *wijze van zaaien* is doorgaans machinaal breedwerpig. Rijenzaai geeft namelijk in het algemeen gevaar voor ver-stuiving, vooral wanneer de wind in de richting van de rijen waait. In dit geval kan het gevaar voor een groot deel worden ondervangen door in twee richtingen loodrecht op elkaar te zaaien. Hoewel deze methode in het algemeen ar-beidsintensiever is dan het machinaal breedwerpig zaaien, zou zij misschien een gehele of gedeeltelijke oplossing kunnen geven voor het zich bij een tussencultuur van win-terrogge na aardappelen voordoende probleem van de *aardappelopslag*. De kans op het doodvriezen van bij ma-chinaal rooien in de grond achtergebleven aardappelen is onder een 'deken' van breedwerpig gezaaide winterrogge aanmerkelijk geringer dan in onbegroeid land. Bij rijenzaai in twee onderling loodrechte richtingen wordt het land door de rijen winterrogge in onbegroeide vakjes verdeeld. Voor het tegengaan van aardappelopslag door bevrozen zal men deze vakjes zo groot mogelijk willen maken, voor de bestrijding van winderosie daarentegen zijn ze aan maximale, o.a. van de gewashoogte afhangelende afmetin-gen gebonden. De rijenafstand zal zo goed mogelijk aan deze tegenstrijdige eisen aangepast moeten worden. In ge-val men de onbegroeide vakken wat (te) groot zou moeten kiezen, zou men, met het oog op een effectieve bescher-ming tegen winderosie, nog kunnen denken aan het bijzaaien van een snel groeiend ander gewas zo spoedig mogelijk na de winter. De rogge zou doodgespoten moeten worden vóór het zaaien van de bieten en tevens vóór het zaaien van het aanvullende (tussen) gewas. Het tussenge-was zou met een selectief werkende onkruidverdelger kunnen worden doodgespoten ná opkomst van de bieten. Onderzoek hieromtrent zal nog moeten uitmaken of en zo ja hoe op deze wijze een redelijk compromis tussen erosie-en aardappelopslagbestrijding mogelijk is.

De *hoeveelheid rogge zaaizaad* bepaalt, naast de kiemze-kerheid van het zaad en de aard van het zaaibed, in be-langrijke mate de standdichtheid van de roggeplanten. In 2.3 wordt besproken wat de voor verstuivingsbestrijding minimaal benodigde standdichtheid is en welke hoeveel-heid zaaizaad op zijn minst voor het verkrijgen daarvan in het algemeen nodig is. Om geen onnodige risico's te ne-men en aangezien de meerkosten relatief gering zijn, is het gewenst met de zaaizaadhoeveelheid steeds aan de ruime kant te blijven.

1.2 Doodspuiten

Winterrogge is een gewas dat zelfs in voor ons land uitzon-derlijk strenge winters niet volledig uitwintert en als tus-sengewas dus moet worden doodgespoten. Dit gebeurt meestal met een paraquat bevattend middel, zoals Gra-

moxone, waarvan ca. 4 à 5 liter in ongeveer 600 liter water per ha wordt verspoten. De bovengrondse delen van het gewas sterven af wanneer ze met het middel in contact komen. Op of in de grond verliest het snel zijn specifieke werkzaamheid.

Het *tijdstip van doodspuiten* moet zodanig worden gekozen dat de daarna geleidelijk verterende mulch van de dode bovengrondse delen van winterrogge het grondoppervlak nog tegen verstuiwing kan beschermen totdat het hoofdgewas groot genoeg is om deze beschermende werking over te nemen.

Door (te) vroeg doodspuiten (bij voorbeeld 'over de vorst') vergroot men in het algemeen de kans op stuifschade, vooral wanneer de weersomstandigheden gunstig (vochtig en relatief warm) zijn voor een snelle vertering van de mulch. Als dan ook nog het jonge hoofdgewas wat traag tot ontwikkeling komt is de kans op verstuiwing des te groter. In dit verband moet er op gewezen worden dat de *wortelmasse van de winterrogge* in tegenstelling tot wat wel gedacht wordt *maar van secundaire betekenis is om stuifschade te verhinderen*. Is de mulch te v6er vergaan, dan kan het grondlaagje boven het wortelstelsel verstuiwen en het jonge hoofdgewas ernstig beschadigen; zo is het kwaad al geschied v66r de roggewortels enig effect kunnen sorteren.

Het tijdstip van doodspuiten hangt ook nog af van de aard van het hoofdgewas en ligt bij voorbeeld bij suikerbieten anders dan bij aardappelen.

Bij de teelt van *suikerbieten op stuifgevoelige gronden* moet het tussengewas winterrogge v66r het zaaien van de bieten worden doodgespoten. Gebeurt dit na het zaaien, maar v66r de opkomst van de bieten, dan is het risico groot dat het jonge bieteplantje in contact komt met kort tevoren bespoten roggebladeren; het kan hierdoor beschadigd worden en zelfs afsterven.

Wanneer echter besloten wordt tot dit (te) late spuiten dan is de oorzaak vaak te vinden in de (te) late zaai van de rogge. Een kleine compensatie in het genoemde risico kan gevonden worden in het feit dat het (te) schrale roggegewas na bespuiten dan ook minder kans heeft om in contact te komen met de jonge bieteplantjes.

Twee tegenstrijdige factoren spelen een rol bij het bepalen van het tijdstip van doodspuiten van het tussengewas bij de suikerbietenteelt. Enerzijds wil men voor een regelmatige opkomst bieten zaaien in vlak land zonder sporen en daarom het doodspuiten vroeg en 'over de vorst' – dus bij voorbeeld in februari – uitvoeren. De periode van ruim drie maanden waarin de dode roggemulch de grond dan moet kunnen beschermen totdat de bieteplanten voldoende groot zijn om dit over te nemen, is echter vaak te lang. Vooral wanneer op het moment van doodspuiten de rogge nog wat schraal staat en de vertering van het dode plantenmateriaal daarna (te) snel verloopt. De mulch is dan voortijdig verdwenen en als er stuifweer komt gaat, zoals al verschillende keren in de praktijk is gebeurd, het jonge bietengewas te gronde.

Het is dus zaak – ter vermindering van deze risico's – zo lang mogelijk te wachten met doodspuiten. De rogge kan dan nog doorgroeien en een zwaardere mulch geven en de periode van grondbescherming door deze mulch wordt korter. Het lijkt in dit geval het verstandigste compromis om de beschermende werking van de mulch te laten prevaleren en enige spoorvorming op de koop toe te nemen; de gevolgen daarvan dienen zo klein mogelijk gehouden te worden

door het spuiten uit te voeren op zo goed mogelijk opgedroogde, dus vastere grond.

De bedekkingen met groene rogge en met de dode mulch ervan moeten dusdanig zwaar zijn dat in de eerste plaats voldoende bescherming geboden kan worden aan het grondoppervlak van het betreffende perceel. Hiermede is echter niet alles gezegd. Zolang de overheid het nemen van afdoende maatregelen om het stuiven van gronden te beteugelen niet verplicht stelt, bestaat de kans dat een overigens voldoende beschermd perceel wordt overstoven door grond van een onbeschermd buurperceel. Reeds meerdere malen is een jong bietengewas vernield, niet door stuivend zand van het betreffende perceel, maar door van elders aangewaaid zand.

'Van verre' aangevoerd zand wordt aan de loefzijde op het beschermde perceel eerder en beter vastgelegd naarmate de mulch zwaarder (ruwer) is. Dit is zowel in de praktijk als uit windtunnelproeven duidelijk gebleken.

Het reeds beschermde perceel zou door het zojuist genoemde euvel, eigenlijk nog extra moeten worden beschermd. Dit 'extra' kan vervallen wanneer de voorzieningen tegen stuiven – hetzij verplicht gesteld, hetzij vrijwillig uitgevoerd – een geheel stuifgebied overlappen.

Als het roggegewas wat erg zwaar gaat worden, kan dit een ongewenste vochtonttrekking aan de bodem inhouden. Vooral op gronden die wat droogtegevoelig zijn is men geneigd dan eerder te gaan spuiten. Desondanks is het ook hier zaak het tijdstip van spuiten – met het oog op de tijd gedurende welke de verterende mulch effectief beschermend moet kunnen werken – met zorg te kiezen.

Een enkele maal groeit enige tijd na het spuiten de rogge toch weer door. Dit kan veroorzaakt zijn door het spuiten op een vuil gewas of op een minder gelukkig gekozen groeitijdstip van de jonge rogge. Opnieuw spuiten is dan niet mogelijk omdat de bieten inmiddels zijn bovengekomen. Machinaal schoffelen tussen de bietenrijen en met de hand schoffelen in de rij lijkt dan de enige oplossing. Zou dit euvel meer voorkomen, dan zou men kunnen gaan denken aan het zaaien van bieten met de gebruikelijke aangepaste zaaimachine, maar v66r elke zaaipijp voorzien van een freesje dat de rogge daar verwijdert. Bij doorgroei van rogge behoeft dan alleen maar machinaal geschoffeld te worden tussen de rijen.

Aardappelen worden gepoot in het nog niet doodgespoten, dus groene roggegewas. Om de aardappelen goed te kunnen toedekken wordt vooraf de grond meer of minder gecultiveerd; een wat te zwaar staand roggegewas wordt hierdoor ook wat afgeremd. Een deel van de rogge wordt bij het toedekken van de aardappelen gekeerd, gedeeltelijk gekneusd en half ondergewerkt, de rest groeit door. Daar waar de wortels boven zijn komen te liggen, kunnen ze meewerken aan de bescherming van het grondoppervlak. Er moet voldoende rogge overblijven die nog kan doorgroeien, zodat gezamenlijk voldoende bescherming tegen stuiven geboden kan worden.

Het is een kunst na de genoemde werkzaamheden – dus na het poten van de aardappelen – nog voldoende beschermende bedekking over te houden. Na het doodspuiten dat even v66r het bovenkomen van de aardappelspruiten gebeurt, moet een voldoende grote mulchhoeveelheid aanwezig zijn om de grond te beschermen tot het tijdstip waarop het aardappelloof dit kan overnemen.



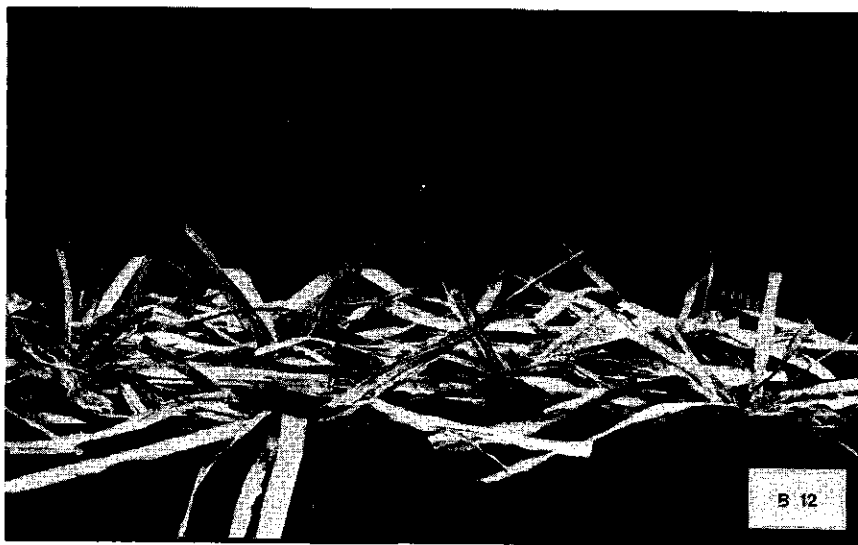
Fig. 1 Hoogte van het modelgewas (foto's van de zijkant, in horizontale richting genomen).

Serie A: hoogte 8 à 8½ cm

Serie B: hoogte 5 à 5½ cm

A 12, 10, 6 en B 12, 10, 6: afstanden van plant tot plant van resp. 12, 10 en 6 cm





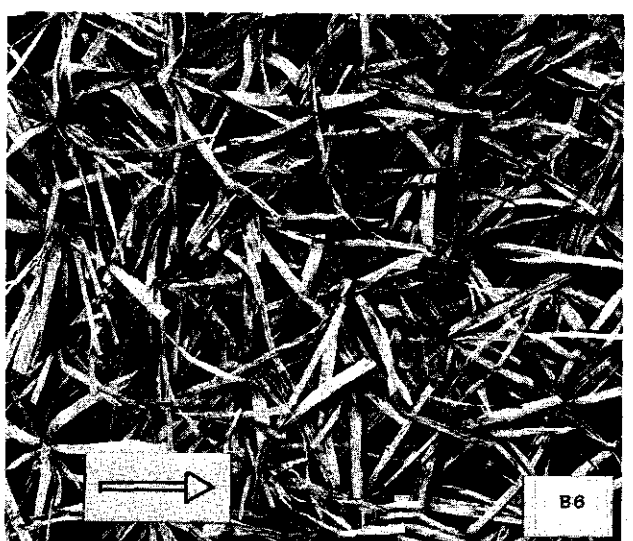
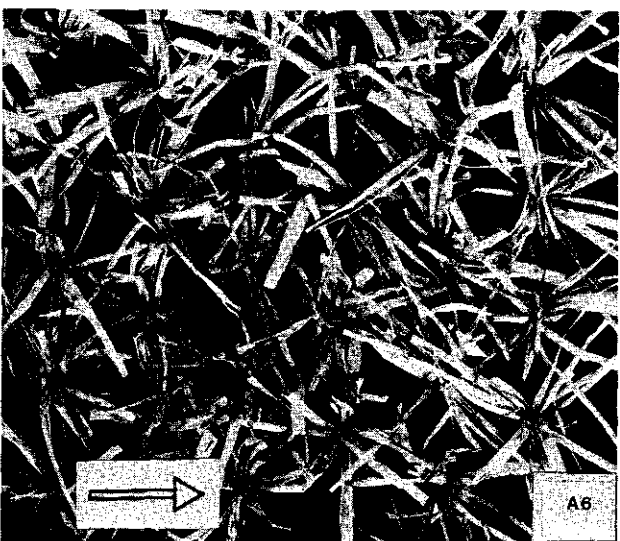
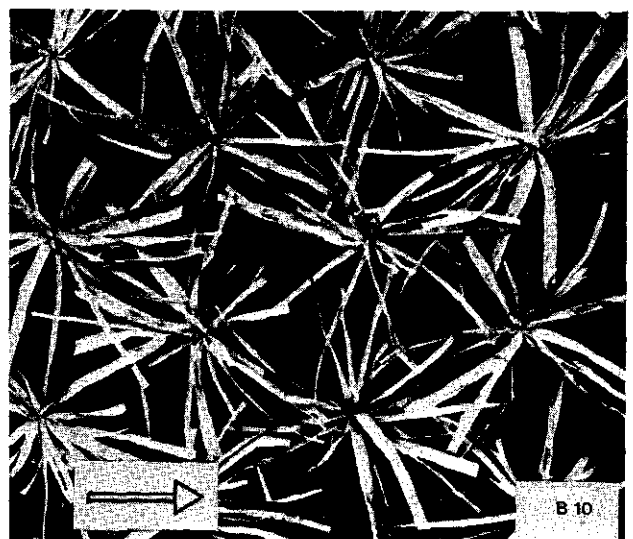
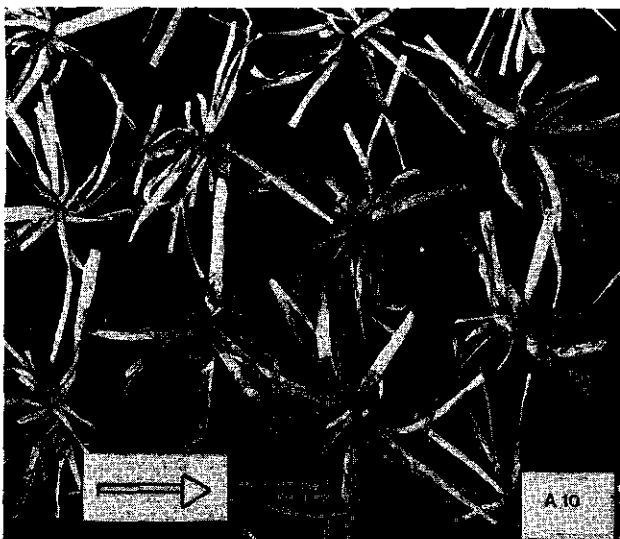
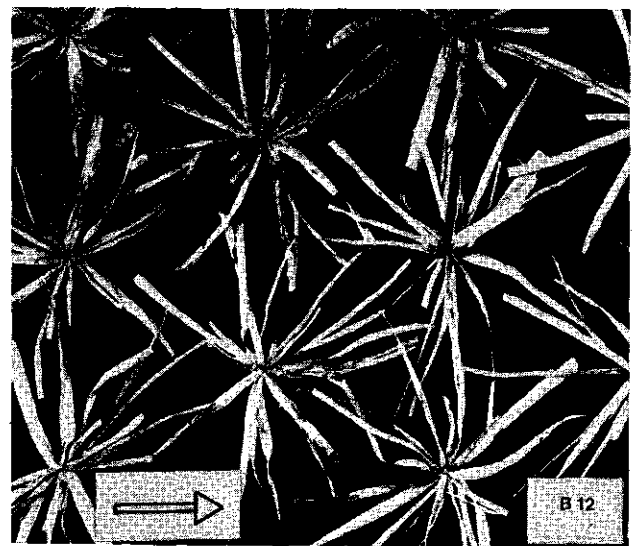
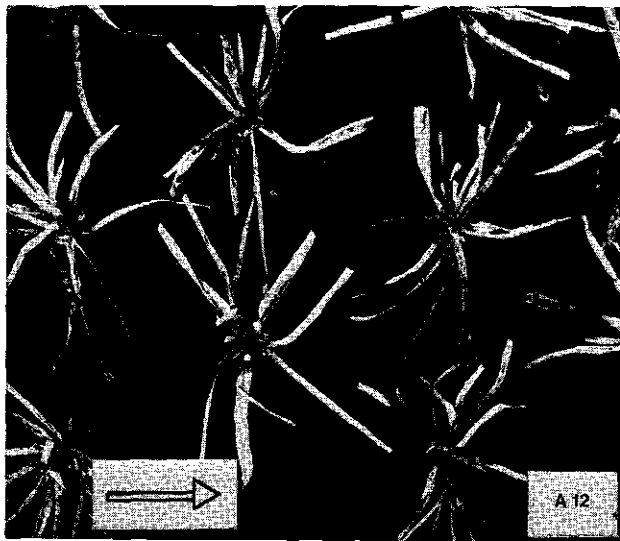


Fig. 2 Bedekkingsgraad van het grondoppervlak (loodrecht van boven gezien) door het modelgewas.
 Serie A: 'opstaand' gewas, hoogte 8 à 8½ cm
 Serie B: 'plat' gewas, hoogte 5 à 5½ cm

A12, 10, 6 en B12, 10, 6: afstanden van plant tot plant van resp. 12, 10 en 6 cm.
 De pijl wijst in de richting van de wind tijdens de proeven.

2 Stufgevoeligheid van een met winterrogge begroeid of met dode mulch bedekt grondoppervlak

In de vorige paragraaf werd de vraag gesteld welke standdichtheid, hoogte en eventueel vorm van de planten, een gewas winterrogge moet hebben om een stufgevoelige grond te behoeden voor verstuiwing. Het voor de kwantitatieve beantwoording daarvan benodigde onderzoek moet in een windtunnel worden uitgevoerd omdat men alleen daar de windsnelheid naar believen kan regelen. Daarbij zou dan voor elke combinatie van standdichtheid en gewashoogte en eventueel vorm van de planten een laag grond van enkele cm dik en een aangepast oppervlak met de er op groeiende winterrogge van het veld naar de windtunnel moeten worden overgebracht. Hoewel dit nog wel technisch uitvoerbaar was, bleek het niet mogelijk de grondlaag zo ver te drogen dat hij zou kunnen stuiven, zonder de hoedanigheid van het gewas sterk te veranderen. De proeven konden daarom niet met een levend roggegewas worden gedaan; ze zijn met *plastic modellen van roggeplanten* uitgevoerd.

2.1 Proefopzet

Een levende plant verandert continu van vorm, een modelplant niet. Hierbij is buiten beschouwing gelaten dat het plastische materiaal (plastic raffia) waarvan de modelplanten werden gemaakt, onder invloed van de wind tijdens de proeven in de windtunnel, wel van vorm veranderde; overigens geldt dit eveneens voor een natuurlijk gewas.

Hoewel men in feite meerdere proeven zou moeten doen met o.a. variaties in hoogte van het 'gewas' en hoeveelheid bladeren per 'plant' is, om praktische redenen van één plantenmodel uitgegaan. Er zijn twee hoogten van het 'gewas' in de proeven betrokken, nl. het 'opstaande' gewas van 8 à 8½ cm en het 'platte' gewas van 5 à 5½ cm hoogte; de laatstgenoemde hoogte werd verkregen door de opstaande planten wat plat te drukken. Hierdoor werd ook de vorm van de planten en daardoor de bedekkingsgraad van het grondoppervlak, loodrecht van boven gezien, veranderd (figuren 1 en 2).

De roggeplantmodellen werden volgens bepaalde patronen vastgestoken op polystyreenplaten waarop vooraf een laag droge, losse, stufgevoelige grond was gelegd. Het 'losse zand' is gekozen om voor deze grond een basis te hebben, namelijk de meest stufgevoelige toestand. De platen werden in de windtunnel geplaatst en achtereenvolgens blootgesteld aan steeds grotere windsnelheden. Met de grond en het modelgewas erop werden ze periodiek gewogen om het grondverlies door verstuiwing te kunnen bepalen.

De grond was een ontginningsgrond afkomstig van het bedrijf 'Kremboong' te Tiendeveen, die slechts 2 à 3% organisch materiaal bevat en verder grotendeels bestaat uit de zandfractie 50-300 µm. Tot dusver zijn metingen gedaan bij onderlinge afstanden tussen de 'planten' van 12, 10 en 6 cm en de hierboven reeds genoemde gewashoogten van 8 à 8½ en 5 à 5½ cm.

Ondanks de bezwaren werden met bovenstaande, door praktische omstandigheden gedwongen beperkte proefopzet, resultaten geboekt die kunnen bijdragen tot de kennis van de tussencultuur van winterrogge.

2.2 Resultaten

In figuur 3 is de snelheid waarmee het grondoppervlak bij

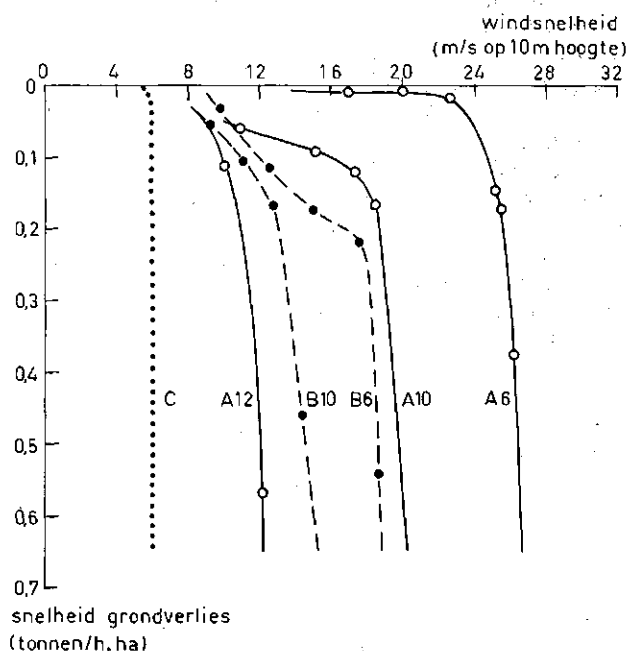


Fig. 3 Verband tussen windsnelheid (in m/s op 10 m hoogte) en snelheid van grondverlies (in tonnen/uur/ha) bij verschillende dichtheid en hoogte van grondbedekking
 ——— A: 'opstaand' gewas, hoogte 8 à 8½ cm
 - - - - B: 'plat' gewas, hoogte 5 à 5½ cm
 C: geen gewas (vlakliggend, droog, los zand) 6, 10 of 12: afstand tussen twee buurplanten in cm

verschillende windsnelheden erodeert weergegeven voor de tot dusver onderzochte dichtheden en hoogten van het roggegewas en voor de onbegroeide grond.

In laatstgenoemd geval blijkt bij toenemende windsnelheid de overgang van een niet naar een sterk stuivend grondoppervlak tamelijk abrupt plaats te vinden, namelijk bij 5 à 5½ m/s bij meting op 10 m hoogte. De kritieke windsnelheid, d.w.z. de windsnelheid waarboven het grondoppervlak stuift, is hierdoor met een voor de praktijk voldoende nauwkeurigheid (o.a. door luchtwervelingen is de windsnelheid nooit geheel constant) te bepalen. Bij onbedekte stufgevoelige gronden is dit in het algemeen het geval, waardoor de kritieke windsnelheid daarbij als maat voor de stufgevoeligheid gebruikt kan worden.

Uit figuur 3 blijkt ook dat door de lage begroeiingen, zowel 5 à 5½ als 8 à 8½ cm hoogte, de overgang van een niet naar een stuivend grondoppervlak (de kritieke windsnelheid) maar enkele m/s hoger komt te liggen dan die voor de onbegroeide, losse zandgrond. Uit reeds gevonden resultaten bleek dat het onderzoek bij een gewashoogte van 5 à 5½ cm en bij afstanden tussen buurplanten van 12 cm achterwege kon blijven. Tijdens het onderzoek bleek ook dat naarmate een begroeiing dichter wordt het moeilijker is om de kritieke windsnelheid te bepalen.

Uit de figuur blijkt verder dat het grondverlies bij de begroeide oppervlakken, bij toenemende windsnelheid boven de kritieke waarden, eerst en afhankelijk van de mate van bedekking, betrekkelijk beperkt blijft. Voor de onderzochte bedekkingen met een gewashoogte van 8 à 8½ cm geldt dit bij plantafstanden van 12, 10 en 6 cm tot windsnelheden van respectievelijk ongeveer 10, 17 à 18 en 22 à 23 m/s, gemeten op 10 m hoogte. Op dezelfde wijze vindt men voor het gewas met de hoogte 5 à 5½ cm en bij de plantafstanden van 10 en 6 cm hiervoor windsnelheden

van respectievelijk ongeveer 11 à 12 en 17 à 18 m/s. Als de windsnelheid nog hoger wordt dan deze waarden, kunnen wij hier eigenlijk pas spreken van sterke erosie.

Op grond van de gedane waarnemingen zal – ook met het oog op de praktijk – een beperkte mate van grondverlies (-verplaatsing) wel getolereerd moeten worden.

Het lijkt redelijk te stellen dat een bedekking op z'n minst bescherming aan het grondoppervlak moet kunnen bieden tot en met windkracht 9, dit is storm tot zware storm met windsnelheden tot ca. 22 m/s. Uit de figuur valt af te leiden dat alleen het object met een gewashoogte van 8 à 8½ cm en afstanden tussen de buurplanten van 6 cm aan de gestelde eis voldoet. De snelheid van erosie van dit object is bij een windsnelheid van ca. 22 m/s ongeveer 0,015 ton/ha per uur. Dit grondverlies (-verplaatsing) lijkt zeker te tolereren; het komt overeen met een daling van het grondoppervlak van ongeveer 0,001 mm per uur.

In tabel 1 zijn de windsnelheden waarbij de erosie sterk toeneemt met de bijbehorende erosiesnelheden vermeld. Duidelijk is dat de waarden hoger liggen voor een begroeid dan een onbeschermd grondoppervlak. Verder is de windsnelheid waarboven de erosie tamelijk snel toeneemt groter naarmate de afstand tussen de buurplanten kleiner (dus de bedekkingsgraad van het grondoppervlak groter) en de hoogte van het gewas groter is. De bij deze windsnelheden behorende erosiesnelheden vertonen geen duidelijke samenhang met de aard van de begroeiing.

Ten aanzien van de uit figuur 3 en tabel I volgende invloed van de gewashoogte op de beschermende werking van de begroeiing moet nog worden opgemerkt, dat deze invloed hier nog onderschat is. Om praktisch proeftechnische redenen was het namelijk niet mogelijk de modelplanten af te knippen, maar moest de hoogtevermindering verkregen worden door ze plat te drukken. Dit veroorzaakte echter tevens een *beter*e bedekking van het grondoppervlak (figuur 2: B versus A), die het effect van de verlaging van de

gewashoogte tegenwerkt (vergelijk de invloed van een verkleining van de plantafstand). Blijkbaar heeft 3 cm verhoging van het gewas een aanmerkelijk guntiger effect op de bescherming van het grondoppervlak tegen winderosie dan een toch duidelijke (figuur 2: A6 versus B6 en A10 versus B10) vergroting van de mate van bedekking van dit grondoppervlak.

Aan de hoogte van het gewas moet dus een groter belang worden toegekend dan aan de bedekkingsgraad die het gewas aan het grondoppervlak geeft.

In dit verband wordt hier ook gewezen op onderzoek van Hoogland (1967) die bij een selectie van rogge (ras Zelder) op het bladverschijningsritme opvallende verschillen in groeitypen vond, namelijk plat- en steilgroeïende planten. Het bleek dat op deze groeitypen geselecteerd kon worden. In hoeverre deze selectie voor de praktijk bij de bestrijding van winderosie voordeel kan opleveren, blijft hier buiten beschouwing.

2.3 Hoeveelheid zaai-zaad

Voor een benadering van de hoeveelheid benodigd zaai-zaad wordt hier uitgegaan van de volgens de modellenproef als voldoende klein gekwalificeerde afstand tussen de buurplanten van 6 cm en een gewashoogte van 8 à 8½ cm. Afgerond zijn er daarbij ruim 3 miljoen planten per ha. Wanneer verder het 1000-korrelgewicht wordt gesteld op 32 gram dan volgt hieruit rekenkundig dat 100-105 kg zaai-zaad per ha voldoende zou zijn om het genoemde plantenbestand te realiseren.

Het is een vraag hoe deze getallen op de praktijk betrokken kunnen worden. Te Velde kwalificeerde het kunstgewas naar de vorm van de planten als een bestand gerealiseerd vóór de winter, dat gezaaid zou kunnen zijn omstreeks de tweede week van oktober en gekiemd en gegroeid onder gemiddeld normale weersomstandigheden. Een indruk van de vorm van de planten geven de figuren 1 en 2. Als men er verder rekening mee houdt dat onder praktijkomstandigheden op zijn minst 80% van het gezaaide zaad opkomt dan zou voor dit kunstgewas 120 tot 130 kg 'zaad' gebruikt kunnen zijn. Men dient echter wel rekening te houden met de zojuist gestelde 'gemiddeld normale weersomstandigheden'. Vaak laat het weer zich van minder gunstige zijde zien.

Ook geeft het in de berekening betrokken object een minimum situatie weer; een wijder plantenbestand en/of een kleinere gemiddelde hoogte van het gewas geven weer grotere risico's. Verder zal – uitgaande van de vorm van het modelgewas – het gewas in de praktijk onder minder gunstige weersomstandigheden na de winter door te weinig

Tabel 1 Windsnelheden (m/s), waarboven bij verschillende dichtheden en hoogten van een model-roggegewas de erosiesnelheid van het grondoppervlak sterk toeneemt en de bijbehorende snelheden van grondverlies (tussen haakjes in tonnen/ha per uur)

Gewashoogte (cm)	Afstand tussen twee buurplanten (cm)		
	6	10	12
8 à 8½	23 (0,02)	18 (0,14)	9 (0,06)
5 à 5½	17½ (0,22)	11½ (0,12)	-
Geen gewas	kritische windsnelheid 5½ m/s (0,005)		

Tabel 2 Kans (%) op het voorkomen van bepaalde windsnelheden. Hoogste uurlijkse waarneming (jaren 1931-1960, gemiddeld)

Maand	Den Helder			Beek		
	windsnelh. in m/s			windsnelh. in m/s		
	≥ 6,0	≥ 10,0	≥ 15,0	≥ 6,0	≥ 10,0	≥ 15,0
Januari	65,4	29,7	5,2	47,4	11,9	0,3
Februari	64,6	29,5	5,0	43,8	7,1	0,0
Maart	59,1	21,1	3,1	42,6	6,8	0,3
April	66,7	25,6	3,3	43,0	3,7	0,0
Mei	59,6	29,3	1,9	28,1	1,9	0,0
Juni	61,0	15,7	1,0	21,7	0,0	0,0

groei onvoldoende hoog worden en daardoor, na doodspuiten, te weinig ruwe mulch achterlaten.

Om met al deze factoren rekening te houden en daardoor aan de veilige kant te blijven, zal men in de tweede helft van september moeten zaaien en wellicht meer zaaizaad moeten gebruiken dan de voor de modellenproef berekende hoeveelheid.

3 Windsnelheid – erosieve winden

Bekend is dat in een richting van NW→ZO in ons land de gemiddelde windsnelheid vermindert. Hiermee is slechts ten dele iets gezegd over de kans dat bepaalde windsnelheden en in het bijzonder die welke een erosief karakter kunnen hebben ($> 5\frac{1}{2}$ à 6 m/s), kunnen voorkomen.

Tabel 2 geeft voor Den Helder en Beek (L.) een uit van KNMI-gegevens afgeleid overzicht van de kansen dat bepaalde windsnelheden kunnen optreden in de eerste zes maanden van het jaar.

Uit de gegevens blijkt dat de kans op verstuingen op daarvoor gedisponeerde gronden (zonder enige bescherming) in beide gevallen behoorlijk groot is. In geval er beschermende maatregelen genomen zijn geeft de tabel verder aanwijzingen over de grootte van de kans dat hogere windsnelheden kunnen optreden. Hoewel er in het ZO van ons land een duidelijk kleinere kans is op hogere windsnelheden dient men toch een zekerheid in de beschermende maatregelen (hier de tussenteelt van winterrogge) in te bouwen. Men vergete ook hier niet dat te laat zaaien een (te) schraal gewas kan geven op het gewenste tijdstip. Een onjuist gekozen tijdstip van doodspuiten van de groene rogge kan vervolgens verder inhouden dat de mulch (te) vroeg is verteerd, met alle gevolgen van dien. De kans op lagere windsnelheden – met erosief karakter – is ook in het zuidoosten van ons land behoorlijk groot.

Literatuur

Anoniem. *Door rogge als tussengewas ook op stuifgevoelige grond meer bieten in het bouwplan*. Boerderij 56 (1972) no. 50, 42-43.

Hoogland, R.F. *Selection of rye on leaf-emergence rhythm*. Neth. J. Agric. Sci 15(1967) 229-236.

Knottnerus, D.J.C. *Winderosie- en bodemonderzoek met behulp van een windtunnel*. Landbouwk. Tijdschr. 83 (1971) 90-95.

Knottnerus, D.J.C. en P.K. Peerlkamp. *Het stuiven van grond. Wat er tegen te doen?* Bedrijfsontwikkeling 3.2(1972) 175-179.

Lumkes, L.M. *Opslag-aardappelen, een probleem!* Bedrijfsontwikkeling 2(1971)7/8(juli/aug.) 45-52.

Lumkes, L.M. *Bestrijding van opslagaardappelen door een aangepaste grondbewerking*. Bedrijfsontwikkeling 2(1971) 10(okt.) 67-72.

Lumkes, L.M. *Bieten en aardappelen in doodgespoten rogge*. Landbouwmechanisatie 24(1973) 4(april) 353-358.

Lumkes, L. M. en S. Meerman. *Preventieve aardappelopslag door cultivateren als hoofdgrondbewerking*. Bedrijfsontwikkeling 4(1973) 7/8(juli/aug.) 694-701.

Lumkes, L. M. en H. A. te Velde. *Akkerbouw op stuifgevoelige gronden*. Proefstn. Akkerbouw, Lelystad/Wageningen, Publ. 11. 1973.

Velde, H.A. te. *Eerste ervaringen met groene rogge voor aardappelen om verstuingen van de grond te voorkomen*. Landbouwcourant Veenkol. en omliggende streken 67(1970) no. 3.

Velde, H.A. te. *Verbouw van dood te spuiten rogge vóór bieten en aardappelen op lichte grond I, II*. Bedrijfsontwikkeling 1(1970) 7(juli) 31; 2(1971) 7/8 53.

Velde, H.A. te. *Spuiten, zaaien en poten op stuifgevoelig land met rogge*. Boerderij 22, 1 maart 1972.