



Innovatieve maisteelt

Binnen de nieuwe PPS 'Innovatieve maisteelt – op weg naar chemievrij, minder uitspoeling, biodiverser' worden onderdelen van dit project verder onderzocht: Denk hierbij aan een verbetering van de strokenmulcher, de inzet van een graan/erwt-ondergewas dat wordt gemaaid en de mogelijkheden van maisteelt in een permanent ondergewas van vaste planten.

■ Stroken maaien tussen de maisrijen

In Friesland is onderzoek gedaan naar het zaaien van een onkruidrukkend gewas onder de mais dat ook wordt gemaaid. Foto: Louis Bolk Instituut

Chemievrij mais telen met bodembedekkers in Friesland

Het loslaten van chemie in de maisteelt opent mogelijkheden voor meer biodiversiteit. In een tweejarig project gefinancierd door Provincie Friesland en de Europese Unie (POP3) is gekeken naar effecten op maisproductie, bodem en biodiversiteit van chemievrije teelt met gebruik van onkruidonderdrukkende ondergewassen en andere technieken.

TABEL 1 OVERZICHT VAN DE BEHANDELINGEN IN JOURE (ZANDGROND) IN 2019 EN 2020

Behandelingen waren in tweevoud aangelegd in jaar 1 en in drievoud in jaar 2.

Behandeling	Jaar	Beschrijving
Meiraap-spit	1	Spitten + bodembedekking door onderzaai meiraap
Raapsteel-spit	1	Spitten + bodembedekking door onderzaai raapsteel
Melde-spit	1	Spitten + bodembedekking door onderzaai melde
Pompoen-spit	1	Spitten + bodembedekking door onderzaai pompoen
Rucula/tagetes/Japanse haver-spit	1	Spitten + bodembedekking door onderzaai rucula/tagetes/Japanse haver
Gras-maaien	1	Strokenfrees + maaien
Drietrapspit	1+2	Spitten + bodembedekking door onderzaai phacelia, lucerne en boekweit. (Na maaien komen gewassen, elkaar opvolgend, tot bloei)
Klaver-spit	1+2	Spitten + bodembedekking door onderzaai klaver
Glyfosaat/chemisch-spit	1+2	Glyfosaat + spitten + chemische onkruidbestrijding
Glyfosaat/chemisch-strokenfrees	1+2	Glyfosaat + strokenfrees + chemische onkruidbestrijding
Grassenmiddel-strokenfrees	2	Grassenmiddel + strokenfrees + chemische onkruidbestrijding
Strokenmulcher-strokenfrees	2	Horizontaal draaiende frees, snijdt over een breedte van 60 cm de graszode stuk tot 3 cm diep en spreidt dit als een mulchlaag op de kale grond.
		<ul style="list-style-type: none"> • Variant in rij • Mais gezaaid in het midden van de gemulchte laag, met een grasstrook van 15 cm tussen de maisrijen
		<ul style="list-style-type: none"> • Variant tussen rij • Mais gezaaid in gras, daarna met de strokenmulcher tussen de maisrijen

Pieter Struyk, Joost Sleiderink, Joachim Deru, Maaïke van Agtmaal
Louis Bolk Instituut

Michel en Grietje Raaphorst
Nordic Maize Breeding

Erik van der Veen
Loonbedrijf Hoekstra

Benny Lenés
Loonwerker

Proeven werden zowel in Joure (zandgrond; voornamelijk spitten) als in Doniaga (veengrond; voornamelijk strokenfrees) aangelegd, in 2019 en 2020. Dit artikel gaat over de resultaten op zand; in beide jaren vertoonde de veenbodem al vroeg in het seizoen een hoge mate van stoffigheid en uitdroging. Uitgedroogd veen kan sterk en langdurig waterafstotend worden, waardoor regen- of irrigatiewater niet meer door de bodem opgenomen wordt ¹⁾. Hierdoor is de proef in Doniaga volledig uitgedroogd, ondanks vele beregeningspogingen, en waren metingen niet meer zinvol.

Verkenning manieren van onkruid- en grasonderdrukking

Een mogelijkheid om chemievrije mais onkruidvrij te houden, is schoffelen of eggen na de hoofdgrondbewerking. Deze bewerkingen kosten tijd en energie en geven een risico op plantuitval. Het gelijktijdig met de maiszaai een onkruidonderdrukkende bodembedekker zaaien die weinig met de mais concurreert, en die een of meerdere malen wordt gemaaid zodat er een mulchlaag ontstaat, kan mogelijk arbeidsbesparing en kansen voor biodiversiteit opleveren. Binnen de nieuwe PPS innovatieve maisteelt

zijn met dit doel gewassen geselecteerd en twee jaar uitgetest, waarbij ook gekeken is naar mogelijkheden met de strokenfrees in combinatie met een mechanische of lichtere chemische behandeling om het gras te verwijderen (tabel 1). In 2020 zijn de beste behandelingen van 2019 herhaald. De pompoenonderzaai was echter geïnfesteerd met hane-poot, dat gespoten moest worden en waarbij ook de pompoen gedood werd. In deze behandeling is daarna de drietrapsraket (phacelia, lucerne, boekweit) ingezaaid. Door droogte zijn de onderzaaibehandelingen matig gekiemd waardoor overzaaien nodig was. Daarnaast zijn er twee strokenfreesbehandelingen uitgevoerd met de strokenmulcher (in of tussen de rij), ter vervanging van enkel maaien dat onvoldoende had gewerkt. Ook was er een strokenfreesbehandeling waarin gras onderdrukt is met een grassenmiddel.

Maisopbrengsten eerste jaar

In 2019 zijn veel onderzaai-gewassen en mengteelten getest, maar niet alles met succes: er werden opbrengsten tussen de 7,8 en 16,4 ton drogestof per hectare gevonden, met een significant behandelingseffect ($P = 0,02$; $LSD = 4,1$). De hoogste opbrengst werd behaald in de controle: glyfosaat-spit met

chemische onkruidbestrijding (figuur 1). Strokenfreescontrole (met glyfosaat en chemische onkruidbestrijding) leidde tot een lagere opbrengst van 14,7 ton per hectare. Met pompoen en klaver als onderzaai leverde de mais evenveel op als met strokenfreescontrole. De drietrapsraket-spit is interessant vanwege de combinatie van drie bloemrijke gewassen phacelia, lucerne en boekweit en had een opbrengst van 11,4 ton per hectare.

fect in de maisopbrengst ($P < 0,001$, $LSD = 2,2$ t DS/ha). De klaver-spit-behandeling presteerde opnieuw goed met de hoogste opbrengst (14,8 t DS/ha), dat niet significant verschilde van de chemische controles. De drie chemische behandelingen hadden een vergelijkbare opbrengst (13,3 - 13,8 t/ha). In tegenstelling tot 2019 gaf de glyfosaat-strokenfrees in 2020 een gelijke opbrengst als glyfosaat-spitten. De drietraps-spit-behandeling had in 2020 een vergelijkbare opbrengst als in het voorgaande jaar, maar het verschil met de chemische controle was in 2020 kleiner. Strokenmulch leverde het minst op, voor mulch in de rij en mulch tussen de rij respectievelijk 9,3 en 6,2 ton per hectare. Dit is verklaarbaar door de aanzienlijke teruggroei van gras, waardoor de competitie met mais hoog was. Er waren geen significante effecten van behandelingen op de voederwaarde. Daarom zijn enkel de proefgemiddelde waarden te zien (tabel 2).

Verloop N-mineraal in de bodem (2020)
De teruggroei van gras bij de strokenmulch zou ook de verklaring kunnen zijn voor het relatief lage minerale stikstofresidu in de mulch-in-rij-behandeling, zoals te zien in figuur 2. In juni, juli en september waren er

significante behandelingseffecten in N-mineraal tot 30 cm diepte (P respectievelijk 0,02; 0,01; 0,03). In augustus waren de verschillen niet meer significant ($P = 0,22$) vanwege de lagere waarden in de klaver- en glyfosaat-spit-behandelingen. Deze behandelingen hadden de hoogste maisopbrengst en daardoor ook de hoogste N-opname in augustus. Het toepassen van de strokenfrees ten opzichte van spitten leidde in de glyfosaat-behandelingen tot minder N-mineraal in juli en september. In juni was het verschil niet significant. De lage waarden in de mulch-in-rij-behandeling kunnen verklaard worden doordat het gras nog leefde en dus N opnam. Het N-verloop van de klaver-spit-behandeling ging gedurende het seizoen gelijk op met de glyfosaat-spit-behandeling. De klaverontwikkeling onder de mais was matig, daarom was er zowel weinig opname als binding van N door de klaver. Het is opvallend dat aan het eind van het seizoen N-mineraal bij spitten weer stijgt, maar niet bij de strokenfrees. In september was bij spitten nog een hoge hoeveelheid reststikstof (± 250 kg/ha) in de bodem aanwezig. Minerale N dat na de oogst in de bodem nog aanwezig is, heeft een hoog risico op uitspoelen gedurende de winter. Droogte tijdens het

najaar van 2020 heeft de N-opname door het gewas mogelijk verminderd, waardoor er meer N-mineraal in de bodem na de oogst achterbleef.

Biodiversiteit
Een belangrijke reden om chemievrij te werken is biodiversiteit. In een aantal behandelingen zijn regenwormen en insecten geïventariseerd. Er was een significant behandelingseffect voor het totale aantal wormen ($P = 0,04$;

TABEL 2 GEMIDDELTE VOEDERWAARDE VAN DE MAIS IN 2020

Voederwaarden met standaarddeviatie (door ontbreken van behandelingseffect worden de overall-gemiddelden gegeven).

Gemiddelde voederwaarde mais (gram per kg DS) over de hele proef	
Zetmeel	356 ± 23
VCOS	76 ± 1
N (ruw eiwit: x 6,25)	13 ± 0,4
Suiker	72 ± 11
VEM	986 ± 21

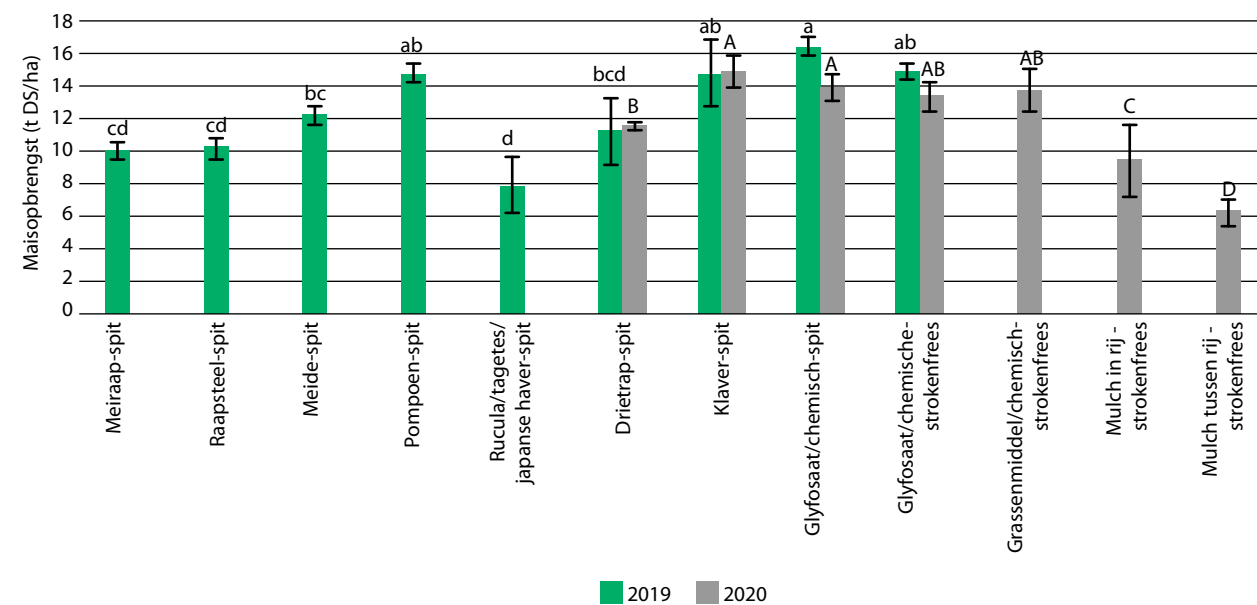
'Teruggroei van gras kan laag minerale stikstofresidu verklaren'

De strokenfreesbehandeling waarbij het gras enkel gemaaid werd, leidde tot een lage opbrengst. Het tijdig maaien van het gras lijkt van grote invloed te zijn op de competitie met mais en daarnaast was er ook teruggroei van gras in de gefreesde strook. Dit werd ook waargenomen in een ander POP₃-project in Drenthe ²⁾.

Maisopbrengsten tweede jaar
Er was een sterk significant behandelingsef-

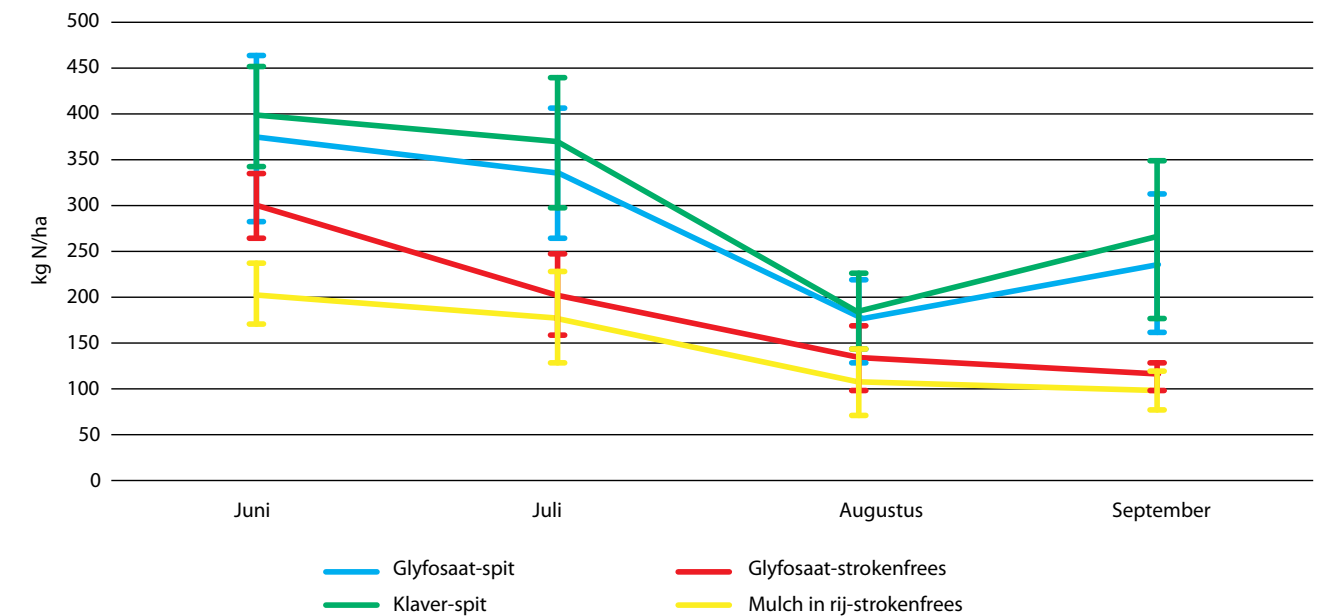
FIGUUR 1 MAISOPBRENGST IN 2019 EN 2020

Maisopbrengst in tonnen drogestof per hectare in 2019 en 2020. Kleine letters geven significante verschillen aan in 2019, hoofdletters in 2020.



FIGUUR 2 VERLOOP VAN N-MINERAAL IN DE BODEM

N-mineraal-verloop in de bodemlaag 0 tot 30 cm bij mais in juni tot en met september 2020 in vier behandelingen. De lage waarden in de mulch-in-rij-behandeling kunnen verklaard worden doordat het gras nog leefde en dus N opnam.





Spitten en klaver-onderzaai

Onderzaai met klaver presteerde goed met in het tweede jaar een niet significant afwijkende opbrengst. Foto: Louis Bolk Instituut

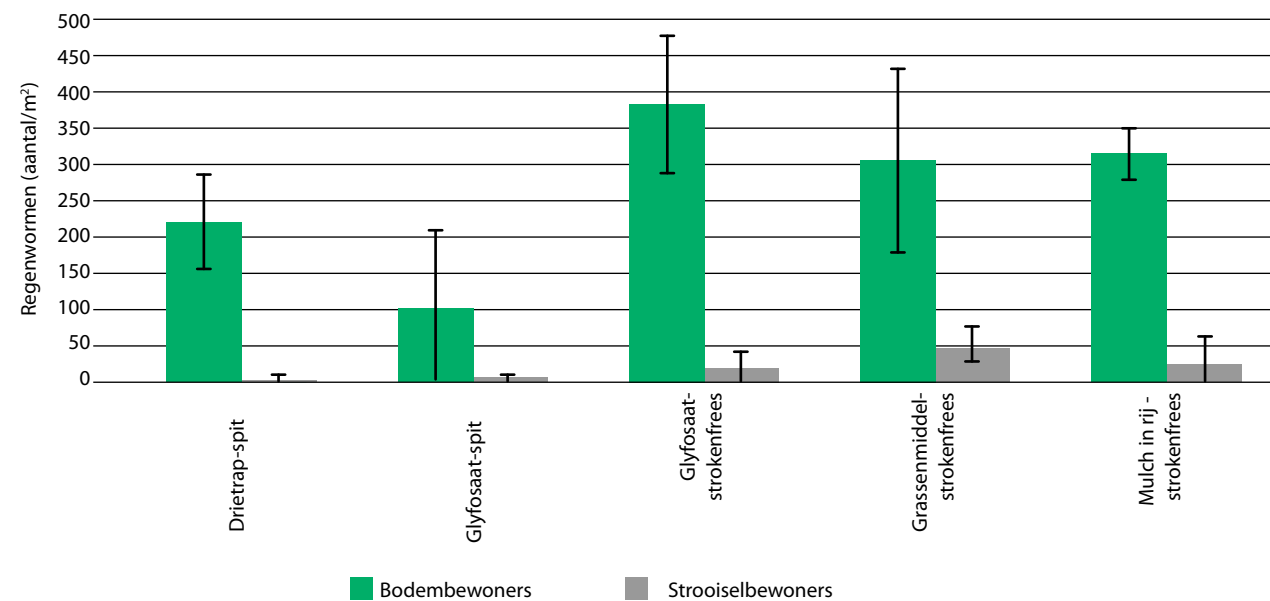


Drietrap-spit met phacelia, lucerne en boekweit

De drietrapraket werd ondergezaaid, nadat pompoen dood-gespoten moest worden. Foto: Louis Bolk Instituut

FIGUUR 3 REGENWORMEN IN DE BODEM ONDER MAIS

Aantallen regenwormen per vierkante meter in de laag 0 tot 20 cm bij mais. Foutbalken geven de standaarddeviatie weer.



LSD = 208 wormen per vierkante meter) en hun totale biomassa ($P = 0,03$; LSD = 61 g per vierkante meter). Met strokenfrees blijft het grootste deel van de bouwvoor en daarmee ook van de wormenpopulatie onverstoorde. Daarnaast laten deze behandelingen in meer of mindere mate dood gras achter dat een adequate voedselbron en leefklimaat biedt voor regenwormen. De glyfosaat-strokenfrees-behandeling scoorde op beide parameters beter dan de gespitte behandelingen (figuur 3). Tussen de glyfosaat-strokenfrees en de mulch-in-rij-behandeling (ook strokenfrees) was het verschil niet significant. Het aandeel strooiselbewoners was laag en de verschillen daarin waren klein en niet significant. De bodembewonende regenwormen waren wel significant beïnvloed door de behandelingen ($P=0,049$; LSD = 180 wormen per vierkante meter). Hierin scoorden de drie strokenfrees-behandelingen het best. De insectenpopulatie is gemeten middels plakvallen (twee per plot). Er was een significant behandelingseffect ($P = 0,03$; LSD = 25,6). Echter, alleen de verschillen tussen de mulch-tussen-rij-behandeling en alle overige behandelingen, die onderling geen significante verschillen vertoonden, waren significant (figuur 4). Een mogelijke verklaring voor de afwezigheid van hoge aantallen

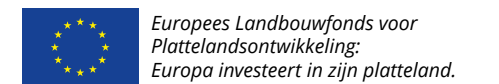
insecten in de klaver en drietrapraket zijn dat de klaver niet gebloeid had en de drietrapraket regelmatig gemaaid was. Dit verschil kwam voornamelijk door hogere aantallen halfvleugeligen (Hemiptera; $P = 0,04$), waartoe onder andere de wantsen, cicaden en bladluizen behoren, en vliegen (Diptera; $P = 0,053$). Er waren geen behandelingseffecten voor de overige insecten (Hymenoptera; zweefvliegen, bijen, wespen, mieren en Coleoptera; kevers) en voor spinnen.

VOETNOTEN

- 1) Hoekstra, N.J., Sleiderink, J.W.M., Deru, J.G.C., van Agtmaal, M. & van Eekeren, N.J.M. (2020). Hydrofobie op veengrond: oorzaken en maatregelen - Rapportage van lab-experimenten in Project Integrale Bodemverbetering Feangreide. 2020-047 LbD. Louis Bolk Instituut, Bunnik.
- 2) Struyk, P., Deru, J., van Agtmaal, M., & Pol, H. (2021). Chemievrije maisteelt in grasland. V-Focus, 12-17.

CONCLUSIES EN VERVOLG

- Strokenfrees bevordert bodemleven en verlaagt het risico op nitraat-uitspoeling ten opzichte van spitten.
- Klaver-onderzaai na spitten leverde een hoge opbrengst en leidde niet tot een verhoogd N-residu ten opzichte van glyfosaat-spitten. Klaver na spitten lijkt daarom een goed niet-chemisch alternatief voor glyfosaat in maisteelt.
- Strokenmulchen leidde tot verlies van maisopbrengst door terugroei van gras, maar had wel een positief effect op insecten en een lager risico op nitraatuitspoeling.
- Grassenmiddel presteerde qua maisopbrengst, regenwormen en insecten gelijk als glyfosaat, dat minder selectief is.
- Drietrapraket na spitten gaf in beide jaren redelijke opbrengsten, maar minder dan de chemische controles. Doordat het gemaaid werd, werden geen voordelen wat betreft biodiversiteit gevonden. *U*



FIGUUR 4 INSECTENPOPULATIE IN DE MAIS

Aantal insecten per behandeling per plot. Foutbalken geven standaarddeviatie weer.

