



Vergelijking enkele sorghumrassen met snijmaïs op zandgrond

Resultaten van éénjarige veldproef 2018

G.J. Kasper en H. Schilder

RAPPORT 1143



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Vergelijking enkele sorghumrassen met snijmaïs op zandgrond

Resultaten van éénjarige veldproef 2018

G.J. Kasper en H. Schilder

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research, in opdracht van en gefinancierd door Waterschap Vallei en Veluwe en Landbouw en Milieu in Utrecht (LaMi)

Wageningen Livestock Research
Wageningen, januari 2019

Rapport 1143

Kasper, G.J. en H. Schilder. *Vergelijking enkele sorghumrassen met maïs op zandgrond. Resultaten van éénjarige veldproef 2018*; Wageningen Livestock Research, Rapport 1143.

Samenvatting NL

Het Waterschap Vallei en Veluwe, en LaMi hebben vergelijkend onderzoek gefinancierd van vijf sorghumgewassen en maïs op zandgrond te Woudenberg. De gemiddelde opbrengst van de vijf onderzochte sorghumgewassen was laag en gelijk aan die van maïs (11,5 ton ds/ha). Belangrijkste oorzaken zijn het droge en warme klimaat, en de minder goede bodemstructuur. Opgemerkt moet worden dat het maïsras drie tot vier weken later is gezaaid dan normaal. Wat betreft de voederwaarde hebben de meeste sorghumgewassen een relatief lager zetmeelgehalte, een lagere Vcos (Verteringscoëfficiënt van de Organische Stof), een relatief hoger ruweiwitgehalte en een relatief hoger ADL-gehalte (Acid Detergent Fiber). Geconcludeerd werd dat het sorghumras STH 16149 niet geschikt was als een hoogwaardig voedergewas. Het bodemvochtgehalte verschilde niet tussen rassen. Maïs had in de bodemlaag 0-90 cm de hoogste rest-N: 62 kg rest-N/ha, de gemiddelde waarde van de vijf sorghumrassen was 48 kg rest-N/ha. Per bodemlaag 0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm waren er geen significante rasverschillen in rest-N (kg/ha) aangetoond.

Summary EN

The Waterboard Vallei en Veluwe, and LaMi have financed comparative research of five sorghum crops and maize on a sandy soil in Woudenberg. The average yield of the five sorghum crops studied was low and equal to those of maize (11.5 tonnes DM/ha). The most important causes are the dry and warm climate, and the poorer soil structure. It should be noted that the maize variety was sown three to four weeks later than normal. With regard to the feed value most sorghum crops have a relatively low starch content, low DCOM (Digestibility Coefficient of the Organic Matter), a relatively high crude protein content and a relatively high ADL (Acid Detergent Fiber) content, compared to maize. It was concluded that the sorghum crop STH 16149 was not suitable as a high-quality fodder crop. The soil moisture content did not differ between varieties. In the soil layer 0-90 cm, maize had the highest residual-N: 62 kg residual-N/ha, whereas the average value of the five sorghum varieties in this layer was 48 kg residual-N/ha. No significant differences between varieties were observed in residual-N (kg/ha) per soil layer 0-30 cm, 30-60 cm and 60-90 cm.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/469021> of op www.wur.nl/livestock-research (onder Wageningen Livestock Research publicaties).

© 2018 Wageningen Livestock Research

Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E info.livestockresearch@wur.nl, www.wur.nl/livestock-research. Wageningen Livestock Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

Wageningen Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.

Wageningen Livestock Research is NEN-EN-ISO 9001:2015 gecertificeerd.

Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
	Summary	9
1	Inleiding	11
	1.1 Aanleiding	11
	1.2 Doel	12
	1.3 Leeswijzer	12
2	Materiaal en methoden	13
	2.1 Inleiding	13
	2.2 Proefopzet, teeltaspecten en klimaat	13
	2.2.1 Proefopzet	13
	2.2.2 Teelt	14
	2.2.3 Waarnemingen	14
3	Resultaten	16
	3.1 Klimaat en gewasontwikkeling	16
	3.2 Opbrengst, voederwaarde, bodemvocht en rest-N	17
4	Discussie	20
	4.1 Gewasontwikkeling	20
	4.2 Opbrengst, bodemvocht, voederwaarde en rest-N	20
5	Conclusies	22
	Literatuur	24
	Bijlage 1 Ontwikkeling en gewaslengte	26
	Bijlage 2 Oogsttijdstippen, droge stof en voederwaardeparameters	27
	Bijlage 3 Rest-N in bodem	28
	Bijlage 4 Bodemvochtpercentage per veld	29

Woord vooraf

In dit rapport is het teeltonderzoek van een aantal sorghumrassen beschreven, waarbij de focus ligt op opbrengsten, voederwaarde en factoren die van invloed zijn op het milieu. Er is een vergelijking gemaakt met de teeltaspecten van een vroegrijp snijmaïsras. Een belangstellende melkveehouder te Woudenberg werd bereid gevonden om de proef op zijn bedrijf – met grondsoort humeus zand – uit te voeren. Deze proef was één van de drie proeven die zijn aangelegd in 2018. De andere twee proeven lagen op veen (Friesland) en löss (Zuid-Limburg). Elke proef heeft, naast de gebruikelijke teeltaspecten opbrengst en voederwaarde, zijn eigen problematiek waarvoor de teelt van sorghum in die regio interessant kan zijn. Bij de proef te Woudenberg is specifiek onderzoek gedaan naar het bodemvochtgehalte en de rest-N in de bodem na de oogst, op het Friese veen is het de vraag of sorghumteelt bij niet-kerende grondbewerking mogelijk is, en op lössgrond zijn rest-N in de bodem aan het einde van het groeiseizoen en reductie van erosie de belangrijkste aandachtspunten. Melkveehouder Hendrik Jan van de Vliert wil ik bedanken voor het uitvoeren van dit onderzoek op zijn bedrijf te Woudenberg, het doorgeven van de neerslagcijfers tijdens het groeiseizoen, en het mede organiseren en uitvoeren van de demodag op 18 september 2018.

Het onderzoek werd mogelijk gemaakt door samenwerking tussen gebiedscoöperatie O-gen, Waterschap Vallei en Veluwe en Landbouw en Milieu in Utrecht (LaMi), waarbij het Waterschap en LaMi het project hebben gefinancierd.

Gerrit Kasper,
projectleider

Samenvatting

Het Waterschap Vallei en Veluwe hecht aan een gezonde bodem waarin de organische stof blijft gehandhaafd. Dit reduceert de rest-N in de bodem aan het einde van het groeiseizoen, wateroverlast (bij veel neerslag in korte tijd) en werkt positief op wateraanvoer (in droge perioden). Ook de Nederlandse landbouwsector streeft naar een goede bodem, niet alleen vanuit het belang voor een goed bedrijfsresultaat, maar meer nog met het oog op de toekomst en de continuïteit van het bedrijf. Vanuit deze visies zijn het genoemde Waterschap en Landbouw en Milieu in Utrecht (LaMi) de opdrachtgevers en financiers geweest van een onderzoek van teelt naar sorghumrassen in vergelijking met snijmaïs.

Het onderzoek is in 2018 uitgevoerd op zandgrond op het melkveebedrijf Van de Vliert te Renswoude (provincie Utrecht), waarbij vijf sorghumrassen geteeld en vergeleken zijn met een snijmaïsras. Het doel van deze proef is om meer inzicht te krijgen in de landbouwkundige waarde van sorghum als voedergewas of in de potentie als voedergewas. Melkveehouders zijn vooral geïnteresseerd in sorghum als voedergewas met het oog op onderbreking van continue teelt maïs of als mogelijke vervanger van snijmaïs.

Ter voorbereiding op de teelt is het vanggewas snijrogge ca. vijf keer bewerkt om er zeker van te zijn dat het dood was. Een dag voor het zaaien (23 mei 2018) is de grond zaaiklaar gemaakt. Het zaaien gebeurde met een handzaamachine. Het onkruid is met de hand verwijderd. Tijdens de teelt van de gewassen is een aantal (herhaalde) waarnemingen gedaan, zoals beginontwikkeling en lengtemetingen waaruit het groeivermogen van het gewas is af te leiden. Verder zijn gegevens over neerslag en temperatuur bijgehouden. In juli en augustus zijn bodemvochtmetingen genomen (profiel 0-50 cm diep) met het oog op mogelijk verschil in vochtopname door sorghumrassen onderling en maïs ten opzichte van sorghum. Er zijn twee oogstmomenten geweest om het gewenste drogestofpercentage – ca. 35% droge stof – van de gehele plant bij de oogst te realiseren.

Bij de resultaten zijn van alle 18 velden de bodemvochtpercentages, de opbrengsten, de voederwaarden en de hoeveelheden rest-N (kg/ha) bepaald. Er waren geen significante verschillen aan te geven in bodemvochtpercentages per ras, mede veroorzaakt door ongelijkheid in bodemstructuur en vochthoudend vermogen. Wel was te zien dat de vochtgehalten van de bodem relatief laag waren in juli en augustus en vooral begin augustus, waardoor de planten vochttekorten hebben gehad. De gemiddelde opbrengst over de vijf sorghumrassen was gemiddeld 11,5 ton ds/ha met een variatie van 9 tot 13,9 ton ds/ha. Maïs leverde ook een opbrengst van 11,5 ton. De voederwaarde van maïs was het hoogst van alle rassen, veroorzaakt door de optimale waarden van Vcos, Rc en ADL. Het sorghumgewas C7 had van alle sorghumgewassen de meest gunstige waarden voor Rc (laagste), Re (hoogste), Vcos (hoogste) en ADL (laagste). Het sorghumgewas STH 16149 lijkt momenteel niet geschikt als een hoogwaardig voedergewas. De gemiddelde hoeveelheid rest-N in de bodemlaag 0-90 cm was 51 kg/ha. Maïs had in deze bodemlaag de hoogste rest-N: 62 kg rest-N/ha, de gemiddelde waarde van de vijf sorghumrassen was 48 kg rest-N/ha. Per bodemlaag (0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm) zijn er geen significante rasverschillen in rest-N (kg/ha) aangetoond. Bij genoemde bodemlagen hadden maïs en het sorghumras STH 18013 afwisselend de hoogste en de op één na hoogste rest-N (kg/ha). Omdat er geen bodemstikstofoverschotten berekend zijn, is onbekend hoeveel rest-N naar het grondwater kan uitspoelen.

De conclusie luidt dat de maïs en de sorghumgewassen zich goed ontwikkelden op zandgrond, maar de gewassen wel last hadden van een vochttekort in juli en vooral begin augustus. De opbrengsten waren gemiddeld genomen laag door het warme klimaat, de droogte en minder goede bodemstructuur. De gemiddelde opbrengst van de vijf onderzochte sorghumgewassen was gelijk aan die van maïs (11,5 ton ds/ha), waarbij opgemerkt moet worden dat het maïsras drie tot vier weken later was gezaaid dan normaal. Wat de voederwaarde betreft, zullen de meeste sorghumgewassen beter op bepaalde voederwaardekenmerken zoals zetmeel, ADL en Vcos moeten presteren, waarbij

het sorghumgewas STH 16149 niet geschikt lijkt als hoogwaardig voedergewas. Het onderzochte bodemvochtgehalte verschilde niet tussen rassen. Mais had in de bodemlaag 0-90 cm de hoogste rest-N: 62 kg rest-N/ha, de gemiddelde waarde van de vijf sorghumrassen was 48 kg rest-N/ha.

Het is aan te bevelen om meer onderzoek te doen voor de optimalisatie van sorghumteelt in Nederland op zandgrond, met name op het gebied van optimale plantdichtheid, optimale voorbereiding van zaai-bed, zaai diepte, zaai tijd, onkruidbestrijding en gewasbescherming, rest-N, oogstmethode – b.v. afstellen hakselaar i.v.m. optimale mechanische kneuzing van korrels t.b.v. optimale vertering in pens melkkoe –, conserveringsonderzoek en diervoederonderzoek (opname geconserveerde sorghum en dierprestaties als melkhoeveelheid en melkgehalten).

Summary

The Water Board Vallei en Veluwe attaches importance to a healthy soil, maintaining its organic matter level. Organic matter reduces the residual-N in the soil at the end of the growing season, reduces flooding (after a lot of precipitation in a short time) and has a favourable effect on water supply (in dry periods). The Dutch agricultural sector is also striving for soil quality and health, both for short term operational results, and long term sustainability. The Water Board Vallei en Veluwe and Landbouw en Milieu in Utrecht (LaMi) commissioned the current study.

The research was carried out in 2018 on a sandy soil at the dairy farm Van de Vliert in Renswoude (Province of Utrecht in the Netherlands), where five sorghum varieties were grown and compared with a maize variety. The aim of this trial was to evaluate the agricultural value of sorghum as a forage crop. Dairy farmers are particularly interested in sorghum as a rotational crop with maize, as an alternative for continuous maize cultivation, or as a possible substitute for maize.

In preparation for the cultivation, the cover crop rye was processed about five times to ensure that it was dead. A day before sowing (May 23, 2018) the soil was made ready for sowing. Sowing was done with a manual seeder. The weeds were removed by hand. During the cultivation of the crops a number of (repeated) observations were made, such as initial development and plant length from which the growth capacity of the crop can be derived. Furthermore, data on precipitation and temperature have been recorded. In July and August soil moisture was measured (profile 0-50 cm depth) to evaluate possible differences in moisture uptake by sorghum varieties and maize relative to sorghum. There have been two harvesting moments to realize the desirable dry matter percentage - about 35% DM - of the whole crop at harvest.

The results of the study include soil moisture percentages, crop yields, feed value characteristics and the amount of residual-N (kg/ha) for all 18 fields. There were no significant differences in soil moisture percentage per breed, partly due to inequality in soil structure and moisture retaining capacity of the soil. However, it was clear that the moisture content of the soil was relatively low in July and especially in early August, which caused the plants to suffer from water shortages. The average yield for all five varieties was 11.5 tonnes DM/ha (variation between varieties was 9.0 to 13.9 tonnes DM/ha. Maize also yielded 11.5 tonnes DM/ha. The feed value of maize was the highest of all crops in the study, with higher digestibility of organic matter, and lower crude fibre and ADL for maize, compared to sorghum. Of all sorghum crops, variety C7 had the most favourable values for crude fibre, crude protein, digestibility of organic matter and ADL. The sorghum crop STH 16149 currently does not seem suitable as a high-quality forage crop. For the six crops in this study, the average amount of residual-N in the soil layer 0-90 cm was 51 kg/ha. Maize had the highest residual N: 62 kg residual-N/ha in this soil layer. The average value of the five sorghum varieties was 48 kg residual-N/ha. No significant differences between varieties were observed in residual-N (kg/ha) in the soil layers 0-30 cm, 30-60 cm and 60-90 cm. In these soil layers, maize and the sorghum variety STH 18013 alternately had the highest and the second highest residual-N. Because no soil nitrogen surpluses have been calculated, it is unknown how much residual-N can leach into the groundwater.

The conclusion in this study is that the maize and sorghum crops developed well on a sandy soil, but the crops suffered from a shortage of moisture in July and particularly in early August. The DM-yields were on average low due to the warm climate, the drought and less good soil structure. The average yield of the examined sorghum crops was equal to those of maize (average of 11.5 tonnes DM/ha). It should be noted that the maize variety was sown three to four weeks later than normal. With regard to the feed value: most sorghum crops have a relatively low starch content, low DCOM (Digestibility Coefficient of the Organic Matter), and relatively high ADL content, compared to maize. It was concluded that the sorghum crop STH 16149 was not suitable as a high-quality forage crop. The soil moisture content did not differ between varieties. The average amount of residual-N in the soil layer 0-90 cm of all six varieties (sorghum and maize) was 51 kg/ha. Maize had the highest residual-N: 62

kg residual-N/ha in this soil layer, the average value of the five sorghum varieties in this layer was 48 kg residual-N/ha. Differences in residual-N (kg/ha) between the six varieties have not been observed in each soil layer (0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm). In the case of the soil layers mentioned, maize and the sorghum variety STH 18013 alternately had the highest and second highest residual-N.

It is recommended to further study and develop the optimization of sorghum cultivation in the Netherlands, especially in the field of optimal planting density, optimal preparation of seedbed, sowing depth, sowing time, weed control and crop protection, residual-N, harvesting methods – e.g. adjustment of forage harvester due to optimal mechanical maceration of grains for optimal digestion in the rumen of dairy cows –, conservation research and animal research (intake of conserved sorghum and animal performance).

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het bodemprogramma van het Waterschap Vallei en Veluwe geeft de belangen weer voor zowel het Waterschap als de landbouwsector (<https://www.vallei-veluwe.nl/actueel/actuele-thema/bodem-water>). Het Waterschap hecht aan een gezonde bodem waarin de organische stof op niveau is en blijft. Dit werkt positief op nutriëntenuitspoeling (o.a. nitraat), wateroverlast (bij veel neerslag in korte tijd) en wateraanvoer (in droge perioden). Ook de landbouwsector streeft naar een goede bodem, niet alleen vanuit het belang voor een goed bedrijfsresultaat, maar meer nog met het oog op de toekomst en de continuïteit van het bedrijf. Hierbij moet gedacht worden aan het behoud van derogatie. Immers een betere waterkwaliteit geeft meer bemestingsruimte. De melkveehouder / akkerbouwer zal daarmee ook indirect belang hebben in het behalen van de doelen van de Kader Richtlijn Water (<http://agrarischwaterbeheer.nl/content/deltaplan-agrarisch-waterbeheer>).

Sorghum is ongeveer jaar geleden geïntroduceerd in Nederland, aanvankelijk als groenbemester en daarna als voedergewas voor melkvee (Van Eekeren et al., 2017; Deru & Van Eekeren, 2018). Het gewas met een behoorlijk ontwikkelpotentieel in veel opzichten -genetica en teelaspecten-, kent globaal drie varianten: rassen voor graanvorming, voor bladvorming en een tussenvorm bedoeld voor veevoeder. Sorghum kan in korte tijd veel voedingsstoffen opnemen, ook op armere en droge gronden, en gaat efficiënt om met voedingsstoffen, vooral stikstof en water (25% minder waterverbruik dan maïs). Het gewas groeit goed op gronden waar ook snijmaïs het goed doet. Recente proefveldonderzoeken op zand- en kleigrond in Nederland tonen ten opzichte van maïs gelijke opbrengsten, hogere gehalten aan ruweiwit en wisselende zetmeelgehalten (-10 tot +24%; Kasper, 2017).

Uit Italiaans onderzoek (Agostini et al., 2015) blijkt dat de bewerkingen met machines vanaf grondvoorbereiding tot inkuilen en vervoederen, evenveel brandstof vragen voor de sorghumteelt als voor de maïsteelt. Uitgangspunt hierbij is dat geen irrigatie is toegepast. De veldemissies van dit onderzoek tonen lagere emissies voor sorghumteelt dan voor snijmaïsteelt, waarbij de stikstofgiften (uit kunstmest) voor maïs en sorghum respectievelijk 120 en 60 kg N/ha waren (zie tabel 1) voor het behalen van gelijke opbrengsten. Het onderzoek is uitgevoerd in veldexperimenten op een proefboerderij in de periode 2006 t/m 2010.

Tabel 1 *Veldemissies (per hectare) toe te schrijven aan toediening van dierlijke mest en kunstmest (ureum); de kunstmestgiften voor snijmaïs en sorghum waren resp. 120 kg N/ha en 60 kg N/ha en de organische N in digestaat waren resp. 202 en 141 kg N/ha; bron: Agostini et al., 2015.*

Emissies	Eenheid	Maïs	Sorghum	Verschil S-M (%)	Bron
Methaan	kg	0,33	0,35	+6	digestaat
Lachgas (N ₂ O)	kg	6,97	5,14	-26	digestaat en ureum
Stikstofoxiden	kg	5,45	3,90	-28	digestaat en ureum
Ammoniakgas (NH ₃)	kg	41,32	30,34	-27	digestaat en ureum
Nitraatuitspoeling	kg N	104,99	83,42	-21	N-overschot
Fosfaat run-off	kg P	0,45	0,30	-33	digestaat

CO₂-reductiemaatregelen door opslag van organische stof in de bodem zijn voor gewassen vanuit het oogpunt van klimaat erg gewenst. Niet alleen vanwege de reductie van CO₂, maar ook door het verbeteren van de bodemkwaliteit. Sorghum blijkt hiervoor een geschikter gewas dan snijmaïs (Kuo et al., 1997; Fernandez et al., 2003).

Relevantie Sorghum voor gebied Oost-Utrecht

De sorghumgewassen kunnen door de dichte en diepere beworteling een belangrijke bijdrage leveren aan reductie van bodem- en watererosie, verlaging van broeikasgasemissies - door efficiëntere benutting van stikstof -, het efficiënter omgaan met water en verhoging van de waterkwaliteit - door verlaging nitraatgehalte in bodem -, en verhoging van het waterbergend vermogen. En bovendien levert het een bijdrage aan verhoging van de organische stof in de bodem, waardoor ook volggewassen hiervan kunnen profiteren. Bekend is dat sorghum als tussenteelt van continueelt snijmaïs een potentiële opbrengstverhoging geeft van 6-9% aan het volggewas snijmaïs (Van de Goor et al., 2017).

1.2 Doel

Sorghum heeft veel positieve eigenschappen, o.a. het efficiënter benutten van water en stikstof dan maïs. Melkveehouders zijn vooral geïnteresseerd in sorghum als voedergewas met het oog op onderbreking van continueelt maïs of als mogelijke vervanger van snijmaïs. Het doel van deze proef is dus om meer inzicht te krijgen in de landbouwkundige waarde van sorghum als voedergewas of in de potentie als voedergewas.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden materiaal en methoden beschreven, waarbij ingegaan wordt op proefopzet, teeltaspecten en waarnemingen. Hoofdstuk 3 beschrijft de resultaten. In hoofdstuk 4 worden de resultaten bediscussieerd. Hoofdstuk 5 vermeldt de conclusies.

2 Materiaal en methoden

2.1 Inleiding

In overleg met het Louis Bolk Instituut (LBI) is gekozen voor een maïsras en vijf sorghumrassen (tabel 2). Het LBI heeft deze rassen ook gekozen (als onderdeel) in een proef elders in Nederland (Odiliapeel, N-Brabant) als vervolg op de ervaringen van voorgaande jaren uit onderzoek van LBI. Van de sorghumrassen/-hybrides zijn C7 als ras en de STH's als hybrides opgenomen. De normale dichtheid voor Sorghum varieert van 200.000 tot 275.000 planten/ha. Er is gekozen voor een hoge plantdichtheid voor sorghum, omdat dit voordelen biedt, zoals vorming van minder stengels uit een zaadje wat leidt tot een homogener afrijping van het gewas (Deru et al., 2018).

2.2 Proefopzet, teeltaspecten en klimaat

Het proefveld werd neergelegd op zand (Woudenberg) met het oog op het testen op droogtegevoeligheid van het gewas en de grotere kans op uitspoeling van nitraat. Het proefveld lag op een perceel waar een aantal jaren na elkaar maïs geteeld werd. Na de oogst van de maïs werd een vanggewas gezaaid.

2.2.1 Proefopzet

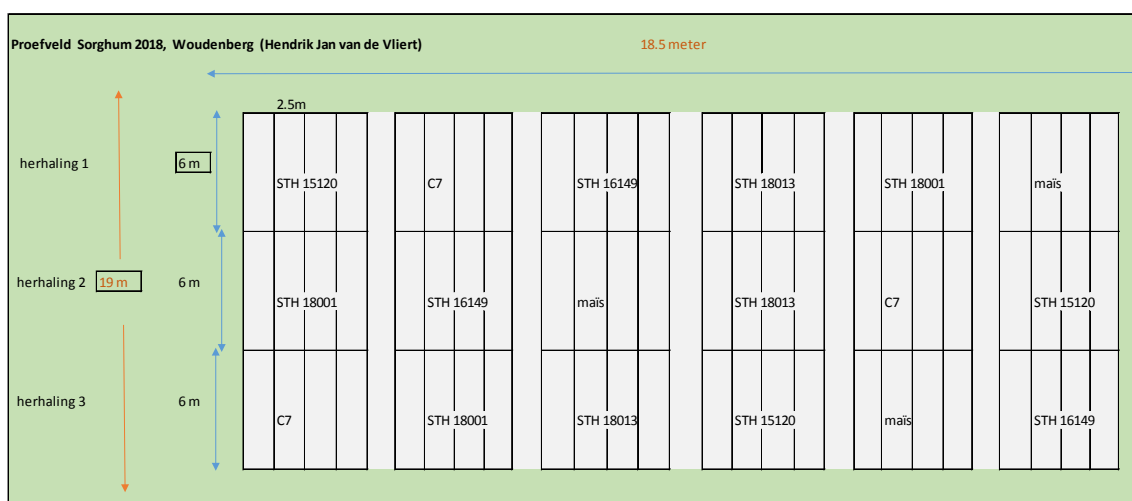
Er zijn vijf sorghumrassen en één maïsras opgenomen in de proefopzet (tabel 2).

Tabel 2 Maïs en sorghumrassen te Woudenberg.

	Soort	Ras/hybride	eigenaar	1000-korrelgew.	Kiemtoets (%)	Aantal planten/ha; doel
1	Maïs	LG30209	Limagrain	363	95	110.000
2	Sorghum	C7	Hoeve D*	30	92	275.000
3	Sorghum	STH 15 120	DSV	29	83	275.000
4	Sorghum	STH 18 013	DSV	33	97	275.000
5	Sorghum	STH 16 149	DSV	23	99	275.000
6	Sorghum	STH 18 001	DSV	27	92	275.000

* Hoeve Dierkensteen te Oostburg (NL)

De proefopzet was een gewarde blokkenproef met drie herhalingen (zie figuur 1).



Figuur 1 Proefveld sorghum te Woudenberg.

2.2.2 Teelt

Proefvelden

Veldjes waren 6 m lang, 2,5 m breed, en de rijafstand was voor zowel sorghum als maïs 50 cm. Er werd getoetst op raseffect voor opbrengst, bodemvocht en rest-N in bodem.

Zaaien

Op 24 mei 2018 werd met een hand-precisiezaaimachine gezaaid op een diepte van 2 tot 3 cm. Uitgaande van het 1000-korrelgewicht en kiemttest (tabel 2) is 20% meer gezaaid dan de gewenste plantdichtheid. Vervolgens is na kieming handmatig terug gedund tot de gewenste plantdichtheid (110.000 per ha voor maïs en 275.000 per ha voor sorghum).

Bemesting

Op 30 april 2018 is 35 m³/ha rundveedrijfmest (RDM) uitgereden en 2 ton vaste rundveemest. De gemiddelde samenstelling van RDM is 4,0 kg N/ton en 1,5 kg P₂O₅/ton en van vaste rundveemest: 6,4 kg N/ton en 3,2 kg P₂O₅/ton.

Grondbewerking

De grondbewerking werd uitgevoerd conform de praktijk in de maïsteelt bij Van de Vliert, hetgeen inhoudt dat de grond vijf keer (2 à 3 weken na elkaar) met een cultivator werd bewerkt om er zeker van te zijn dat het vanggewas snijrogge dood was. Op 23 mei 2018 werd het land zaaiklaar gemaakt. Dit gebeurde met een cultivator die 30 tot 40 cm de grond inging, daarna werd de grond fijn gemaakt met een kruimelrol, waarbij erop gelet werd dat de grond niet te grof maar ook niet te fijn lag.

Onkruidbestrijding en uitdunnen

Het onkruid werd begin juni handmatig met een schoffel verwijderd, waarbij zo nodig de rijen werden uitgedund om het gewenste aantal planten te krijgen (tabel 2 en figuur 2).

Gewasbescherming

Er werd geen gewasbescherming toegepast.

2.2.3 Waarnemingen

Opkomst en gewaslengte

De opkomst (ofwel beginontwikkeling) werd een keer bepaald (ca. 3 weken na zaaien) en uitgedrukt in een getal tussen 1 en 10. De gewaslengte werd drie keer gemeten: ca. 5 weken en 8 weken na het zaaien.

Klimaat

De neerslag is tijdens het groeiseizoen per dag bijgehouden door Hendrik Jan van de Vliert, de melkveehouder, op wiens bedrijf het proefveld lag. De gemiddelde dagtemperatuur is bijgehouden op basis van de weerberichten per dag.

Bodemvochtbepalingen

Op 10 juli, 2 augustus en 24 augustus werden van elk veldje bodemmonsters genomen met een gutsboor tot een diepte van 50 cm. Doel was om het vochtgehalte (volume % van de bodem) van monsters te bepalen om hiermee de vochtopname van de rassen/hybriden t.o.v. elkaar te kunnen bepalen, waarbij werd uitgegaan van dezelfde bodemomstandigheden per veld qua structuur en vochtleverend vermogen.

Opbrengst en voederwaarde

Het optimale oogsttijdstip werd bij de sorghumrassen bepaald door het beoordelen op het stadium deegrijpheid van de twee of drie onderste rijen zaden in de pluim. Hierbij worden enkele korrels tussen duim en wijsvinger ingedrukt, waarbij de korrel nog kneedbaar is, maar geen vocht meer uittreedt. Het deegrijpe stadium van de korrels in de onderste rijen correspondeert met een drogestofgehalte van ca. 35% van de gehele plant. Bij maïs werd het deegrijpe stadium bepaald door de korrels van de gehele kolf te testen op deegrijpheid. Het drogestofgehalte van de gehele plant is bij

het deegrijp zijn van de korrels ca. 35% ds. Elk veld is geheel geoogst door het afsnijden van de stengel op ca. 6 cm hoogte met een motorheggenschaar. Het geoogste materiaal werd opgevangen en gebundeld (handwerk), zodat het niet op de grond kon vallen. Vervolgens werd het geoogste materiaal naar een stationaire hakselaar gebracht om te worden gehakseld. Het gehakselde materiaal werd opgevangen in een grote ton, het verse gewicht werd bepaald en er werd één monster genomen, die bij een gecertificeerd laboratorium werd geanalyseerd op drogestofpercentage (=Ds in g/ds), ruweiwit (=Re in g/kg ds), ruwe celstof (=Rc in g/kg ds), ruwe as (=Ras in g/kg ds); alle werden bepaald m.b.v. de Weende-analysemethode), VCOS% (= verteringscoëfficiënt van de organische stof, bepaald met de Tilly & Terry methode), suiker (in g/kg ds met NIRS-methode), zetmeel (g/kg ds, met klassieke methode), ADL (in g/kg ds, Acetic Detergent Lignine, met NIRS,) en VEM (=Voeder Eenheden melk, in ds). De berekening van VEM is gebaseerd op de rekenregels die gelden voor snijmaïs.

N-mineraal en rest-N

N-mineraal is opgebouwd uit nitraatstikstof (NO₃-N) en ammoniumstikstof (NH₄-N). Omdat de NH₄-N lager is dan 0,5 mg/l extract, wordt hierna alleen de NO₃-N (= rest-N) besproken.

N-mineraalbepaling werd op 3 oktober 2018, één dag na de laatste oogstronde, per veld op drie dieptes in bodem uitgevoerd: 0-30, 30-60, 60-90 cm. Het doel van deze bepaling is om de hoeveelheid reststikstof (= rest-N in kg/ha) na de oogst van de bodem onder de rassen/hybriden sorghum en maïs te bepalen en onderling te vergelijken. Voor elke diepte is de rest-N in kg/ha berekend uit de NO₃-N -gehaltenes.

Toetsing

Er werd getoetst op raseffect voor bodemvocht, opbrengst en rest-N in bodem.



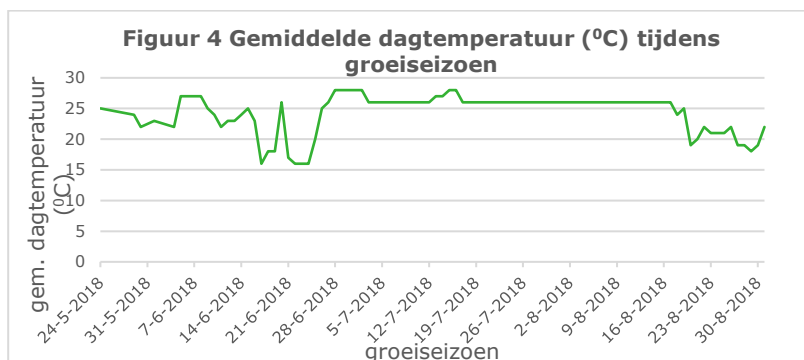
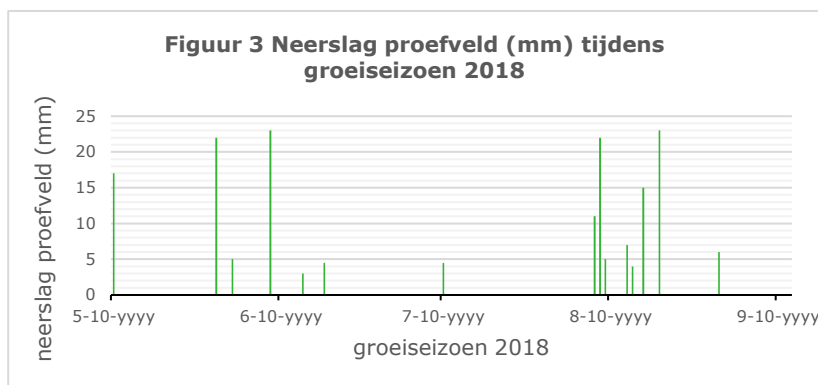
Figuur 2. *Overzicht proefveld te Woudenberg op 19 juni 2018, 26 dagen na de zaaidatum. Het hoogste gewas is maïs. De uitgedunde dode planten zijn zichtbaar op de bodem. Op de achtergrond is het maïsgewas van Veehouder Hendrik Jan van de Vliert te zien dat eind april was gezaaid.*

3 Resultaten

3.1 Klimaat en gewasontwikkeling

Klimaat

De grootste hoeveelheid neerslag viel in de eerste twee weken na het zaaien (50 mm), daarna viel nog 12 mm tot 6 augustus (figuur 3). De rest van de maand augustus viel 93 mm regen. Een beschrijving van het klimaat inclusief de neerslagcijfers is weergegeven in de volgende site: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/2018/zomer>



Figuur 4 geeft aan dat de gemiddelde maximum dagtemperatuur tijdens het groeiseizoen hoog was, vergeleken met de gemiddelde dagtemperaturen volgens de knmi-weerstatistieken (<https://weerstatistieken.nl/de-bilt/2018/mei>). In deze site is alleen de maand mei aangegeven, maar de site geeft ook de mogelijkheid om de temperaturen van de overige maanden van 2018 in te zien. Alleen tussen 17 en 25 juni en vanaf 18 augustus kwam de gemiddelde dagtemperatuur onder de 20 °C.

Gewasontwikkeling

De opkomst (beginontwikkeling) van het gewas is beoordeeld met een cijfer tussen 1 en 10. Om de gewasontwikkeling te kunnen volgen is de gewaslengte bepaald (tabel 3).

Tabel 3 Gewasontwikkeling en gewas lengte bij maïs en de sorghumrassen.

Veldnr.	Ras/hybride	Ontwikkeling (1-10)*		
		12 juni	29 juni	18 juli
1	maïs	9	77	175
2	C7	5	35	89
3	STH15120	7	47	117
4	STH18013	7	52	120
5	STH16149	7	49	116
6	STH18001	7	44	103

* 1= slecht, 9= zeer goed

Tabel 3 laat zien dat maïs vanaf 12 juni tot 18 juli qua gewasontwikkeling steeds voor ligt op de sorghumgewassen (zie ook bijlage 1). Er is variatie in gewasontwikkeling en gewas lengte tussen sorghumrassen te zien. Helaas is de gewas lengte bij de oogst niet bepaald. Foto's op de oogstdag tonen dat C7 nog steeds het kortst (ca. 160 cm) is en STH16149 het langst (meer dan 300 cm). Begin juli werd het proefveld terug gedund tot het gewenste aantal planten per ha (zie tabel 2).

3.2 Opbrengst, voederwaarde, bodemvocht en rest-N

Opbrengst en voederwaarde

Het deegrijpe stadium was niet alleen verschillend voor de sorghumrassen onderling, maar ook voor de sorghumrassen en maïs. De oogst is daarom uitgevoerd op twee verschillende dagen: 19 september en 2 oktober 2018 (bijlage 2). Het overzicht van de opbrengsten, versgewichten en droge stof per veldje staat vermeld in bijlage 2. Het overzicht van de drogestofopbrengsten en voederwaardekenmerken per ras is weergegeven in tabel 4.

Tabel 4 Drogestofopbrengsten en voederwaardecijfers - in g/kg ds, tenzij anders vermeld - van de vijf sorghumrassen en maïs.

Ras	Dr. st ¹ g/kg	Dr. st. t/ha	Re	Rc	Ras	Suiker ² (NIRS)	Zetmeel ³ (klassiek)	Vcos ⁴ (%;T&T)	VEM ⁵ in ds	ADL ² (NIRS)
Maïs	336.7	11.5 ^b	69.7 ^a	172.7 ^b	41	108.0 ^b	332.3 ^{bc}	79.33 ^d	1030 ^e	16.33 ^a
C7	326.7	9.0 ^a	90.7 ^b	139.0 ^a	44	48.0 ^b	350.0 ^c	74.83 ^c	951.0 ^d	17.00 ^a
STH 15120	338.0	12.1 ^b	86.7 ^b	186.7 ^b	47	34.3 ^b	289.0 ^b	70.13 ^b	868.7 ^b	22.67 ^b
STH 18013	309.3	11.7 ^b	85.7 ^b	184.3 ^b	57	57.0 ^b	275.0 ^b	71.43 ^b	894.7 ^c	22.00 ^b
STH 16149	290.0	13.9 ^c	76 ^{ab}	278.0 ^c	37	66.7 ^c	152.0 ^a	64.47 ^a	787.0 ^a	31.67 ^c
STH 18001	321.0	11.1 ^b	81.3 ^b	197.0 ^b	50	58.0 ^{ab}	275.0 ^b	71.27 ^b	891.3 ^c	23.00 ^b
Gemiddelde	320.3	11.5	81.7	192.9	46	62.0	278.9	71.91	903.7	22.11
P-waarde		< 0.002	< 0.01	< 0.001	-	< 0.006	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Lsd 5%		1.67	10.28	17.33		30.69	43.77	1.485	22.92	1.65

verschillende letters per voederwaardekenmerk (=per kolom) geven verschillen tussen rassen aan voor dat voederwaardekenmerk, waarbij 'letter a' de laagste waarde en 'letter e' de hoogste waarde aangeeft. Droge stof, Re, Rc, Ras werden bepaald met de Weende-analysemethode; ² NIRS-bepaling; ³ klassiek = klassieke bepalingmethode; ⁴ T&T= Tilley&Terry methode; ⁵ alle VEM-waarden zijn berekend volgens de rekenregels die gelden voor maïs.

De drogestofopbrengsten zijn relatief laag (tabel 4). Maïs heeft een relatief lage opbrengst: 11,5 ton ds/ha. Het sorghumgewas STH 16149 heeft de hoogste opbrengst: 13,9 ton ds/ha en C7 de laagste met 9 ton ds/ha. Er zijn duidelijke raseffecten voor de meeste voederwaardekenmerken. C7 heeft het hoogste zetmeelgehalte en van alle sorghumrassen het hoogste Vcos%, VEM, en eiwitgehalte (Re). Ook heeft het van alle sorghumrassen het laagste Rc-gehalte en ADL-gehalte. De genoemde hoge en lage gehalten maken C7 het meest geschikt als voedergewas. De verteerbaarheid van de organische stof en daarmee ook de VEM-waarde zijn van maïs duidelijk hoger dan van alle sorghumrassen. Maïs heeft het hoogste suikergehalte, wat kan betekenen dat de maïs nog onvoldoende was afgerijpt – de

suiker was nog niet omgezet naar zetmeel – ondanks het normale drogestofgehalte bij de oogst. Het ras STH 16149 heeft de laagste voederwaarde, te zien aan de laagste Vcos, VEM en zetmeelgehalten en de hoogste Rc- en ADL-gehalten. De overige drie sorghumrassen (STH 15120, STH 18013 en STH 18001) zitten met de voederwaardecijfers tussen de voederwaardecijfers van maïs/C7 enerzijds en STH 16149 anderzijds in.

Bodemvocht

In tabel 5 is het bodemvochtvolume (%) per ras weergegeven. Een bodemvochtgehalte kleiner dan 10 duidt op moeilijk opneembaar vocht dat bij aanhoudend gebrek aan water kan leiden tot verwelking van het gewas. Het overzicht van bodemvochtvolume per veldje (%) staat vermeld in bijlage 4.

Tabel 5 Bodemvochtgehaltenes (in volumeprocenten; dichtheid van de bodem is 1,6 g/dm³) per ras bij drie bemonsteringsdata.

Ras	10-7-2018	2-8-2018	24-8-2018
Maïs	15.8	10.5	14.8
C7	16.6	9.4	14.3
STH 15120	16.5	9.2	14.1
STH 18013	14.4	8.7	13.6
STH 16149	14.5	9.0	12.9
STH 18001	15.9	8.9	13.8
P-waarde	0.597	0.585	0.760
Lsd 5%	3.50	2.25	2.96

Door de droogte nam het bodemvochtgehalte af vanaf half juli tot begin augustus om daarna weer toe te nemen (tabel 5). De bodemvochtgehaltenes per ras en per bemonsteringsdatum verschilden onderling niet. Wel is te zien dat de velden die het dichtst bij de sloot liggen (veldnummers 5, 6 (blok 3), 11, 12 (blok 2), en 17, 18 (blok 1)) bij de drie bemonsteringsdata steeds de hoogste bodemvochtpercentages hadden (bijlage 4).

Rest-N

De berekende rest-N in kg/ha uit de geanalyseerde NO₃-N (mg/l) zijn op de drie dieptes 0-30, 30-60 en 60-90 cm weergegeven in tabel 6 en bijlage 3. Vervolgens zijn de rest-N (kg/ha) van de drie bodemdieptes gesommeerd: laag 0-90 cm.

Tabel 6 Rest-N (kg/ha) per ras voor drie bodemdieptes 0-30, 30-60 en 60-90 cm. Hieruit is de bodemdiepte 0-90 cm berekend.

Ras	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-90 cm
Maïs	33.3	19.9	8.4	61.6
C7	27.7	15	6.3	49.0
STH 15120	22.9	13.9	4.3	41.1
STH 18013	33.8	15.7	8.9	58.4
STH 16149	18.3	9.5	23.1	50.9
STH 18001	27.6	11.5	5.2	44.3
Gemiddeld	27.3	14.3	9.4	50.9
P-waarde	0.088	0.314	0.525	
Lsd 5%	11.52	9.62	23.33	

De drie bodemlagen laten een bekend beeld zien: gemiddeld liggen de hoogste waarden in de bodemlaag 0-30 cm, gevolgd door de waarden in de bodemlaag 30-60 cm en de laagste waarden in de bodemlaag 60-90 cm. Per bodemlaag zijn er geen significante rasverschillen in rest-N (kg/ha) aangetoond. Opmerkelijk is dat maïs en ras STH 18013 in alle bodemlagen afwisselend de hoogste of de op één na hoogste rest-N hebben, hoewel deze waarden niet significant hoger zijn dan die van de andere sorghumrassen. Maïs heeft in de berekende bodemlaag 0-90 cm de hoogste rest-N/ha,

gevolgd door STH 18013. De hoge waarde van ras STH 16149 in de bodemlaag 60-90 cm (23,1 kg rest-N/ha) is veroorzaakt door een erg hoge waarde van 59,9 kg rest-N/ha op veld 6 (bijlage 3) en moet als een uitbijter worden beschouwd.

4 Discussie

4.1 Gewasontwikkeling

Het is bekend dat snijmaïs na het zaaien snel opkomt ten opzichte van sorghum en qua ontwikkeling en lengte een voorsprong heeft en houdt op alle sorghumrassen tijdens de eerste helft van het groeiseizoen. Dat wordt bevestigd uit de meetgegevens van dit onderzoek (tabel 3). Hoewel het een erg droge en warme zomer was hebben alle gewassen na het zaaien een goede start gehad, maar hadden het begin augustus moeilijk met het vocht onttrekken uit de bodem omdat ze met een bodemvochtvolumepercentage lager dan 10% tegen het verwelkingspunt aanzaten (Handboek Melkveehouderij, 2017). Na enige neerslag begin augustus kregen de gewassen juist op tijd weer vocht om goed door te groeien tot de beide oogstmomenten.

4.2 Opbrengst, bodemvocht, voederwaarde en rest-N

Opbrengst en bodemvocht

Sorghum wordt ten opzichte van maïs later gezaaid vanwege de vereiste hogere minimale bodemtemperatuur. Elk sorghumras heeft zijn specifieke optimale zaaiperiode (Kasper, 2017). Dat betekent dat voor of na die periode het ras minder opbrengst geeft. In dit onderzoek zijn alle rassen inclusief maïs op dezelfde dag – 24 mei 2018 – gezaaid. Dat is echter voor maïs te laat. De opbrengst van maïs werd hierdoor nadelig beïnvloed en wellicht ook de voederwaarde. De gemiddelde drogestofopbrengst van maïs was in het proefveld 11,5 ton/ha, terwijl een perceel maïs op ca. 50 m afstand van het proefveld, dat wel op tijd was gezaaid, gemiddeld 15,8 ton ds/ha leverde (Van de Vliert, 2018). Hierbij moet opgemerkt worden dat het maïsras in de proef een vroeg ras is dat eerder afrijpt met doorgaans een lagere drogestofopbrengst. Een tweede opmerking is dat het proefveld niet homogeen was wat betreft bodemstructuur. Dat was vooral te zien bij de veldnummers 5, 6, 11, 12, 17, 18, waarop zich kort na de zaaidatum door de neerslaghoeveelheden van 29 mei en 8 juni (totaal 45 mm) plassen water vormden die niet snel genoeg in de bodem konden dringen. Dit wordt bevestigd door het verloop van het vochtgehalte, met een hoger vochtgehalte van genoemde veldnummers (bijlage 4) en de groeivertraging bij een te vochtige bodem in de eerste maanden na zaaien – uitgedrukt in plantlengte – bij bijv. STH 15120, veldnummers 12 en 13 en maïs, veldnummers 9 en 18. In de tweede helft van het groeiseizoen (augustus en september) hebben de rassen op genoemde vochtige velden een inhaalslag in groei laten zien.

De drogestofopbrengsten van alle rassen zijn relatief laag, zoals al eerder opgemerkt. Een van de oorzaken kan het droge en warme klimaat zijn (figuren 3 en 4). De werkzame stikstof op het proefveld was ruim 76 kg N/ha, berekend vanuit de toegediende organische mest en uitgaand van een werkingscoëfficiënt van 50%. Dit N-niveau is vergelijkbaar met het laagste N-niveau op het proefveld Wijnandsrade (Zuid-Limburg) waar in het groeiseizoen 2018 op löss ook een aantal sorghumrassen onderling en met maïs zijn vergeleken. Hierbij is 70 kg werkzame N/ha gegeven, opgebouwd uit 40 kg werkzame N uit dierlijke mest/ha en 30 kg N/ha uit kunstmest (Kasper & Kroonen-Backbier, 2018). De vergelijking met de teelt in Zuid-Limburg toont dat de meeste rassen op het proefveld te Woudenberg last hebben ondervonden van te weinig werkzame stikstof, gecombineerd met de droogte en de minder goede structuur van de grond in vooral de 1^e helft van het groeiseizoen. Tenslotte kan ook de rijafstand van 50 cm een remmende factor zijn geweest op de drogestofopbrengst, doordat de verdeling van planten niet optimaal was. Een kleinere rijafstand, b.v. 25 tot 35 cm zou wellicht beter zijn geweest. Deru et al. (2018) geven aan dat een hoge plantdichtheid van 275.000 planten/ha significant hogere opbrengsten geeft dan een plantdichtheid van 175.000 planten/ha bij een rijafstand van 50 cm. Er zijn twee oogstmomenten gekozen, omdat het doel was oogstbare gewassen te krijgen met drogestofgehalten van ca. 35%. Dat is niet geheel gelukt voor de rassen STH 18013 en STH 16149, die blijkbaar later oogstrijp waren.

Voederwaarde

Alle sorghumrassen hebben een hoger Re-gehalte dan maïs. Het Re-gehalte van C7 is gemiddeld zelfs 30% hoger dan van maïs (90,7 vs 69,7 % in ds). Het Rc-gehalte is het laagst bij C7 en het hoogst bij ras STH 16149 (139,0 vs 278 g/kg ds). Maïs heeft na C7 het laagste Rc-gehalte (173 g/kg ds), maar dit gehalte is toch nog 24% hoger dan die van ras C7. De ADL-gehalten vertonen dezelfde reeks voor de rassen als de Rc-gehalten. Het gewas maïs en C7 hebben een vergelijkbaar gehalte ADL, respectievelijk 16,3 en 17,0% in de droge stof en zijn met dit voederwaardekenmerk de laagste van alle rassen. De zetmeelgehalten van beide rassen zijn het hoogst, respectievelijk 332 en 350 g/kg ds. De lage Rc- en ADL-gehalten en de hoge zetmeelgehalten van genoemde rassen zijn de belangrijkste redenen waarom de Vcos en de hieruit berekende VEM het hoogst zijn, respectievelijk 79,3 vs 74,8% en 1030 vs 951. Voor maïs geldt dat ook het hoogste suikergehalte (gemiddeld 108 g/kg ds) extra bijgedragen heeft aan de hoge Vcos- en VEM-waarde. Hoewel de maïs een voldoende hoog drogestofgehalte had (33,7%), zijn de hoge suikergehalten daarom moeilijk te verklaren. Ook drie andere sorghumrassen laten redelijke (STH 15120) tot vrij goede Vcos-gehalten (rassen STH 18013 en STH 18001) zien, respectievelijk 70.1, 71.4 en 71.3. Het ras STH 16149 lijkt minder geschikt voor gebruik als veevoeder. Hoewel het veel droge stof produceert (13,9 ton ds/ha), heeft het de minst gunstige eigenschappen voor Rc, ADL, zetmeel en Vcos. Het gewas lijkt geschikt als groenbemester (t.b.v. akkerbouw) of als bodemverbeteraar (t.b.v. akkerbouw en boomteelt).

Rest-N

De hoeveelheid rest-N (kg/ha) in de laag 60-90 cm is minder dan 20% van de hoeveelheid rest-N in de laag 0-90 cm (zie tabel 6). Het is dan ook aannemelijk dat de hoeveelheid rest-N dieper dan 90 cm (b.v. bodemlaag 90-150 cm) weinig meer bijdraagt aan de verhoging van het totale hoeveelheid rest-N dat kan uitspoelen vanuit de bodemlaag 0-150 cm naar het grondwater. De laag 0-150 cm wordt gewoonlijk als wortelzone van de plant beschouwd (Van de Weerd, 2018). Een fractie van de stikstof zal nitrificeren (Fraters et al., 2012) en de restfractie N kan tijdens de winter naar beneden zakken en tenslotte deels of geheel uitspoelen. De denitrificatie hangt af van de vochtigheid van de grond, die weergegeven wordt als grondwatertrap. De grondwatertrap van de zandgrond te Woudenberg wordt geschat op klasse VI (Fraters et al., 2012). Dit is vrij droge grond met het grondwaterpeil lager dan 100 cm beneden het maaiveld.

De gemiddelde hoeveelheid rest-N in de bodemlaag 0-90 cm was 51 kg/ha. Maïs had in deze bodemlaag de hoogste rest-N: 62 kg rest-N/ha, de gemiddelde waarde van de vijf sorghumrassen was 48 kg rest-N/ha. Per bodemlaag (0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm) zijn er geen significante rasverschillen in rest-N (kg/ha) aangetoond. Bij genoemde bodemlagen hadden maïs en het sorghumras STH 18013 afwisselend de hoogste en de op één na hoogste rest-N (kg/ha). In het vergelijkend onderzoek van één maïsras met vijf sorghumrassen op lössgrond in 2018 zijn ook de (op één na) hoogste waarden voor snijmaïs gevonden (Kasper en Kroonen-Backbier, 2019). In dit onderzoek op lössgrond waren de gemiddelde rest-N (kg/ha) in de bodemlagen 0-30, 30-60, 60-90 en 0-90 cm van maïs versus vijf sorghumrassen respectievelijk (66 vs 42), (16 vs 11), (8 vs 3) en (90 vs 57).

Opgemerkt moet worden dat bij bovenstaande berekening uitgegaan is van de geanalyseerde hoeveelheid rest-N in de drie genoemde bodemlagen en niet van bodemstikstofoverschotten. Fraters et al. (2012) gaan uit van een bodemstikstofoverschot na de teelt – gedefinieerd als toegediende werkzame stikstof minus afgevoerde stikstof via het gewas –, waarmee de uitspoelingsfractie van dit overschot is te berekenen. In het huidige onderzoek is de berekening van een uitspoelingsfractie niet mogelijk omdat er geen bodemoverschotten zijn berekend, maar alleen de rest-N (kg/ha) is bepaald.

5 Conclusies en aanbevelingen

In het groeiseizoen 2018 is onderzoek gedaan naar het telen van een aantal sorghumrassen in vergelijking met maïsteelt op zandgrond te Woudenberg. De conclusies en aanbevelingen van dit onderzoek zijn hierna vermeld.

Gewasontwikkeling

- De opkomst van alle rassen was goed. Twee maanden na het zaaien waren duidelijke verschillen tussen herhalingen van één ras te zien, die waarschijnlijk het gevolg zijn van een niet-optimale bodemstructuur.
- Het droge weer met hoge temperaturen zorgde begin augustus voor een vochttekort bij de planten. De bodemvochtgehalten (in volume%) waren lager dan 10% en dat betekent dat de planten op zandgrond dan tegen het verwelkingspunt aanzitten.

Opbrengsten

- Het beoogde drogestofpercentage bij de oogst van 35% werd bij bijna alle rassen gehaald. Het gemiddelde opbrengstniveau was voor de vijf sorghumrassen en het maïsras met 11,5 ton ds/ha relatief laag. Ook de opbrengst van maïs was met 11,5 ton ds/ha relatief laag, wellicht mede veroorzaakt door de late zaaidatum van ca. 3 à 4 weken ten opzichte van het normale zaaitijdstip. De opbrengst van C7 was met 9 ton ds/ha relatief laag, STH 16149 produceerde 13,9 ton ds/ha en lijkt niet geschikt als voedergewas, maar wel als bodemverbeteraar.
- Het gemiddeld lage opbrengstniveau van de sorghumrassen is niet alleen het gevolg van droogte, maar meer nog van de niet-optimale bodemstructuur.

Voederwaarde

- De gemiddelde waarden van alle sorghumrassen waren (in g/kg ds weergegeven, tenzij anders vermeld): Vcos (70,4%), VEM (878,5 in ds) zetmeel (268,2) suiker (52,8), Rc (197,0), Re (84,1) en ADL (23,3).
- Maïs toonde de hoogste of op één na hoogste waarden voor Vcos (79,3%), VEM (1030 in ds), zetmeel (332,3), suiker (108) en de laagste waarden voor Re (69,7) en ADL (16,3). Het ras C7 toonde van alle sorghumrassen de gunstigste voederwaarden voor: Vcos (74,8%), VEM (951 in ds), zetmeel (350), Rc (139), Re (90,7) en ADL (17,0). C7 is daarom als sorghumgewas qua voederwaarde het meest geschikt.
- STH 15120, STH 18001 en STH 18013 hadden Vcos-percentages van resp. 70, 71 en 71,5. De zetmeelgehalten varieerden van 250 tot 300, de Re-gehalten lagen tussen 81 en 87 en de ADL-gehalten varieerden van 22 tot 24. Deze rassen zijn potentieel geschikt als voedergewas met aanvullende veredeling op verteerbaarheid en ADL-gehalte.
- STH 16149 is een gewas met de minst goede voederwaardekenmerken en daarom niet geschikt als een hoogwaardig voedergewas.

Bodemvocht

- Er konden geen verschillen in bodemvochtpercentages tussen maïs en sorghum en tussen de sorghumrassen onderling worden aangetoond. Verschil in bodemstructuur heeft hierin parten gespeeld.

Rest-N in bodem

- De gemiddelde hoeveelheid rest-N in de bodemlaag 0-90 cm van de zes gewassen was 51 kg/ha. Maïs had in deze bodemlaag de hoogste rest-N: 62 kg rest-N/ha, de gemiddelde waarde van de vijf sorghumrassen was 48 kg rest-N/ha.
- Per bodemlaag (0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm) zijn er geen significante rasverschillen in rest-N (kg/ha) aangetoond. Bij genoemde bodemlagen hadden het maïsras en het sorghumras STH 18013 afwisselend de hoogste en op één na hoogste rest-N (kg/ha).

Het is aan te bevelen om meer onderzoek te doen naar de optimalisatie van sorghumteelt in Nederland, vooral op het gebied van optimale plantdichtheid, optimale voorbereiding van zaaibed, zaaidiepte, zaaitijd, onkruidbestrijding en gewasbescherming, bemestingsniveaus, rest-N (kg/ha), oogstmethoden – b.v. afstellen hakselaar i.v.m. optimale mechanische kneuzing van korrels t.b.v. optimale vertering in de pens van melkvee –, conserveringsonderzoek en dieronderzoek (opname geconserveerde sorghum en dierprestaties als melkhoeveelheid en melkgehalten).

Literatuur

- Agostini A., F. Battini, J. Giuntoli, V. Tabaglio, M. Padella, D. Baxter, L. Marelli & S. Amaducci, 2015. Environmentally Sustainable Biogas? The Key Role of Manure Co-Digestion with Energy Crops. *Energies* 2015, 8, 5234-5265.
- Deru, J., S. van de Goor, N. van Eekeren, A. De Vliegheer, J. Pannecouque & J. Van Waes, 2018. Sorghum als derde gewas in de melkveehouderij. Louis Bolk Instituut i.s.m. ILVO (Instituut voor Landbouw en Visserijonderzoek), 19 pp.
- Fernandez, J., M.D. Curt, P. Aguado & E. Magro, 2003. Carbon allocation in a sweet sorghum-soil system using ¹⁴C as tracer. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 166:23–30.
- Fraters, B., T.C. van Leeuwen, H. Hooijboer, M.W. Hoogeveen, L.J.M. Boumans, J.W. Reijs, 2012. De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven. Herberekening van uitspoelfracties, RIVM Rapport 680716006/2012.
- Handboek Melkveehouderij, 2017/18. Bodem en water, figuur 1.2.
- Kasper, G.J., 2017. Teelt van sorghum als voeder gewas lijkt perspectiefvol in Nederland, 29 pp.
- Kasper, G.J. & B. Kroonen-Backbier, 2019. Vergelijking enkele sorghumrassen met snijmaïsras op lössgrond. Resultaten van éénjarige veldproef 2018. Rapport 1149, Wageningen Livestock Research, 29 pp.
- Kuo, S., U.M. Sainju & E.J. Jellum, 1997. Winter cover crop effects on soil organic carbon and carbohydrate. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:145–152.
- Van de Goor, S., N. van Eekeren, A. De Vliegheer, J. Pannecouque, B. Vandecasteele & J. Van Waes, 2017. Sorghum als derde gewas in de melkveehouderij. Perspectieven van rassen en gewasrotatie in beeld. Louis Bolk Instituut i.s.m. ILVO (Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek), Driebergen, 23 pp.
- Van de Vliert, H.J., 2018. Persoonlijke mededeling.
- Van de Weerd, R., 2018. Persoonlijke mededeling.
- Van Eekeren, N., S. van de Goor, A. De Vliegheer, J. Pannecouque, B. Vandecasteele & J. Van Waes, 2017. Perspectieven van rassen en gewasrotatie in beeld. *V-focus* juni 2017, p. 22-23.



Bijlage 1 Ontwikkeling en gewaslengte

Ontwikkeling (uitgedrukt op schaal 1-10) en gewaslengte (cm).

Veldnr.	Ras/hybride	Ontwikkeling (1-10)*		
		12 juni	29 juni	18 juli
1	C7	5	39.3	105.0
2	STH 18001	7	46.8	101.3
3	STH 18013	7.5	53.0	121.3
4	STH 15120	7	48.0	132.5
5	Maïs	9	72.5	177.5
6	STH 16149	6.5	40.5	83.8
7	STH 18001	6.5	43.0	111.3
8	STH 16149	7.5	53.0	141.3
9	Maïs	9	83.0	196.3
10	STH 18013	7	50.5	133.8
11	C7	5	31.3	80.0
12	STH 15120	6	40.5	90.0
13	STH 15120	7.5	53.0	128.8
14	C7	5	33.0	81.3
15	STH 16149	7.5	53.0	123.8
16	STH 18013	7	51.0	103.8
17	STH 18001	6.5	43.0	97.5
18	Maïs	8.5	76.3	152.5

* 1= slecht, 9= zeer goed

Bijlage 2 Oogsttijdstippen, droge stof en voederwaardeparameters

Oogsttijdstippen, versgewichten en drogestofgewichten per proefveld of per hectare.

Veld-nr	Blok	Ras	Datum oogst	Versgewicht kg/proefveld	Versgewicht ton/ha	Droge stof g/kg	Droge stof ton ds/ha
1	3	C7	19-9-2018	39.0	29.7	332	9.9
2	3	STH 18001	19-9-2018	43.7	33.3	332	11.1
3	3	STH 18013	2-10-2018	47.2	35.9	330	11.9
4	3	STH 15120	2-10-2018	45.2	34.5	340	11.7
5	3	Maïs	19-9-2018	48.1	36.7	346	12.7
6	3	STH 16149	2-10-2018	39.7	50.4	280	14.1
7	2	STH 18001	2-10-2018	45.7	34.8	324	11.3
8	2	STH 16149	2-10-2018	57.5	43.8	322	14.1
9	2	Maïs	19-9-2018	48.1	36.7	324	11.9
10	2	STH 18013	2-10-2018	53.1	40.4	307	12.4
11	2	C7	19-9-2018	30.4	23.2	322	7.5
12	2	STH 15120	2-10-2018	30.8	39.1	309	12.1
13	1	STH 15120	2-10-2018	45.5	34.6	365	12.6
14	1	C7	2-10-2018	38.6	29.4	326	9.6
15	1	STH 16149	2-10-2018	66.5	50.7	268	13.6
16	1	STH 18013	2-10-2018	49.2	37.5	291	10.9
17	1	STH 18001	2-10-2018	46.3	35.3	307	10.8
18	1	Maïs	19-9-2018	22.7	28.8	332	9.8

Voederwaardecijfers van de 18 proefvelden.

Veld	Blok	Ras	Droge stof g/kg	Re g/kg ds	Rc g/kg ds	Ras g/kg ds	Suiker g/kg ds	Zetmeel (T&T)	Vcos (%) (T&T)	VEM in ds	ADL g/kg ds
1	3	C7	332	89	130	41	41	377	74.6	949	17
2	3	STH 18001	332	84	196	44	45	289	71.6	899	23
3	3	STH 18013	330	81	179	47	49	302	73.0	919	21
4	3	STH 15120	340	89	182	57	36	274	70.5	871	22
5	3	Maïs	346	75	168	37	118	333	79.8	1036	16
6	3	STH 16149	280	80	273	50	90	131	65.2	797	31
7	2	STH 18001	324	79	197	48	57	269	70.6	880	23
8	2	STH 16149	322	68	291	50	45	173	63.1	766	33
9	2	Maïs	324	74	169	36	120	330	79.5	1034	16
10	2	STH 18013	307	92	179	52	52	271	70.4	874	22
11	2	C7	322	90	158	44	66	303	74.6	947	18
12	2	STH 15120	309	88	185	54	34	295	70.7	877	22
13	1	STH 15120	365	83	193	49	33	298	69.2	858	24
14	1	C7	326	93	129	44	37	370	75.3	957	16
15	1	STH 16149	268	80	270	48	65	152	65.1	798	31
16	1	STH 18013	291	84	195	42	70	252	70.9	891	23
17	1	STH 18001	307	81	198	49	72	267	71.6	895	23
18	1	Maïs	340	60	181	37	86	334	78.7	1019	17

Bijlage 3 Rest-N in bodem

Rest-N (kg/ha) voor de drie bodemdieptes 0-30, 30-60, 60-90 en 0-90 cm per veld.

Veldnr	Blok	Ras	Bodemlaag (van .. tot .. cm)			
			0-30	30-60	60-90	0-90
1	3	C7	35.3	14.7	7.2	57.2
2	3	STH 18001	40.1	13.1	5.9	59.2
3	3	STH 18013	37.8	13.7	6.5	58.1
4	3	STH 15120	31.7	23.3	7.7	62.8
5	3	maïs	31.7	30.5	12.6	74.9
6	3	STH 16149	14.3	10.1	59.9	84.4
7	2	STH 18001	19.1	6.5	1.0	26.7
8	2	STH 16149	16.7	8.3	4.1	29.2
9	2	Maïs	31.1	17.4	7.8	56.3
10	2	STH 18013	35.9	19.1	9.5	64.6
11	2	C7	19.1	15.5	6.5	41.2
12	2	STH 15120	15.5	9.5	2.9	28.0
13	1	STH 15120	21.5	8.9	2.3	32.8
14	1	C7	28.7	14.9	5.3	49.0
15	1	STH 16149	23.7	10.1	5.4	39.2
16	1	STH 18013	27.5	14.1	10.7	52.4
17	1	STH 18001	23.4	14.9	8.7	47.0
18	1	Maïs	36.9	11.7	4.8	53.3

Bijlage 4 Bodemvochtpercentage per veld

Bodemvocht uitgedrukt in volumepercentages op drie data per veld.

Veldnr	Blok	Ras	Datum grondmonster		
			10-7-2018	2-8-2018	24-8-2018
1	3	C7	14.1	8.1	13.4
2	3	STH 18001	15.2	8.3	13.4
3	3	STH 18013	15.0	8.7	13.1
4	3	STH 15120	16.0	8.0	13.3
5	3	maïs	16.2	10.0	14.0
6	3	STH 16149	17.0	10.9	15.2
7	2	STH 18001	15.3	8.4	12.5
8	2	STH 16149	12.2	7.9	11.8
9	2	Maïs	14.0	9.3	14.2
10	2	STH 18013	13.4	7.9	14.0
11	2	C7	19.6	9.9	16.3
12	2	STH 15120	17.3	10.4	15.9
13	1	STH 15120	16.2	9.1	13.2
14	1	C7	16.0	10.2	13.4
15	1	STH 16149	14.3	8.3	11.5
16	1	STH 18013	14.6	9.6	13.8
17	1	STH 18001	17.2	10.2	15.4
18	1	Maïs	17.4	12.2	16.3

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Livestock Research Postbus 338
6700 AH Wageningen
T 0317 48 39 53
E info.livestockresearch@wur.nl [www.wur.nl/
livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research)

Wageningen Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

