



Vergelijking enkele sorghumrassen met snijmaïs op lössgrond

Resultaten van éénjarige veldproef 2018

G.J. Kasper, B. Kroonen-Backbier

RAPPORT 1149



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Vergelijking enkele sorghumrassen met snijmaïs op lössgrond

Resultaten van éénjarige veldproef 2018

G.J. Kasper¹

B. Kroonen-Backbier²

¹ Wageningen Livestock Research

² Wageningen Plant Research

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research, in opdracht van en gefinancierd door Waterschap Limburg, Stichting Boerenbond Zuid, Stichting Boerenbond Swentibold, Pilot slim bemesten, DSG – Duurzaam Schoon Grondwater (WML), Stichting Proefboerderij Wijnandsrade en DSV zaden Nederland

Wageningen Livestock Research
Wageningen, februari 2019

Rapport 1149

Kasper, G.J., B. Kroonen-Backbier 2019. *Vergelijking enkele sorghumrassen en snijmaïs op lössgrond*. Resultaten van éénjarige veldproef 2018. Wageningen Livestock Research, Rapport 1149.

Samenvatting NL

Waterschap Limburg, de Stichtingen Boerenbond Zuid en Boerenbond Swentibold, Pilot slim bemesten, DSG – Duurzaam Schoon Grondwater (WML), Stichting Proefboerderij Wijnandsrade en DSV zaden Nederland hebben vergelijkend onderzoek gefinancierd van vijf sorghumrassen en één maïsras op lössgrond op Proefbedrijf Wijnandsrade te Wijnandsrade (Zuid-Limburg). Ondanks het droge en warme weer realiseerde maïs bij 70 en 110 kg N/ha respectievelijk 16 en 20 ton ds/ha met Vcos van 78% en 79%, Re-gehalten van 58 en 59 g/kg ds en zetmeelgehalten van 267 en 230 g/kg ds. Bij bemesting van 70 kg N/ha ten opzichte van 110 kg N/ha was de gemiddelde opbrengst van de sorghumrassen hoger (15 vs 13 ton ds/ha), het Re-gehalte gelijk (91 g/kg ds), het zetmeelgehalte hoger (238 vs 173 g/kg ds), de Vcos vrijwel gelijk (67 vs 66%), het Rc-gehalte lager (206 vs 232 g/kg ds) en het ADL-gehalte lager (25 vs 27 g/kg ds). De vijf sorghumrassen hadden bij een stikstofgift van 70 kg N/ha gemiddeld 37% minder rest-N/ha dan bij maïs. Bij de stikstofgift van 110 kg N/ha bleek het omgekeerde het geval te zijn: in 2018 hadden de vijf sorghumrassen op lössgrond gemiddeld 33% meer rest-N/ha dan maïs.

Summary EN

Regional water Authority "Limburg", foundations "Boerenbond Zuid" and "Boerenbond Swentibold", Pilot smart fertilization, DSG-Sustainable Clean Groundwater (WML), Foundation Experimental farm "Wijnandsrade" and DSV seeds the Netherlands financed comparative research of five sorghum varieties and one maize variety on loess soil at experimental farm "Wijnandsrade" in Wijnandsrade (Province Limburg). The average yield of the six varieties for the two N-levels - 70 and 110 kg N/ha - was about 16 tonnes DM/ha. Despite the dry and warm growing season, maize produced at 70 and 110 kg N/ha, 16 and 20 tons DM/ha, with a digestibility coefficient of organic matter (DCOM) of 78% and 79%, crude protein content of 58 and 59 g/kg DM and starch content of 267 and 230 g/kg DM, respectively. When fertilizing 70 kg N/ha compared to 110 kg N/ha, the average yield of all sorghum varieties was higher (15 vs 13 tonnes DM/ha), the crude protein level equal (91 g/kg DM), the starch content higher (238 vs 173 g/kg DM), the DCOM almost equal (67 vs 66%), the crude fibre level lower (206 vs 232 g/kg DM) and the lignin (ADL) level lower (25 vs 27). At 70 kg N/ha, the five sorghum varieties had an average of 37% less residual-N/ha than maize. At 110 kg N/ha, the opposite appeared: the five sorghum varieties had on average 33% more residual-N/ha than maize.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/470313> of op www.wur.nl/livestock-research (onder Wageningen Livestock Research publicaties).

© 2019 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 Doelstelling	12
	1.2 Leeswijzer	12
2	Vergelijking rassen	13
	2.1 Inleiding	13
	2.2 Materiaal en methoden	13
	2.2.1 Proefopzet	13
	2.2.2 Teelt	14
	2.2.3 Waarnemingen	15
3	Resultaten	16
	3.1 Gewasontwikkeling en weersomstandigheden	16
	3.2 Opbrengsten, voederwaarde en N-niveau	17
	3.3 Rest-N en N-niveau	19
4	Discussie	20
	4.1 Gewasontwikkeling en weersomstandigheden	20
	4.2 Opbrengsten, voederwaarde en N-niveau	21
	4.3 Rest-N en N-niveau	22
5	Conclusies en aanbevelingen	23
	Literatuur	25
	Bijlage 1 Rest-N en N-niveau	26
	Bijlage 2 Aantal planten	27

Woord vooraf

In dit rapport is het teeltonderzoek van vijf sorghumrassen en één maïsras beschreven, waarbij de focus ligt op teeltwaarnemingen, opbrengsten, voederwaarde en nitraatuitspoeling naar het grondwater. Het onderzoek is uitgevoerd door WUR | Open Teelten op Proefboerderij Wijnandsrade. De Stichting Proefboerderij Wijnandsrade heeft tot doel het faciliteren van landbouwkundig onderzoek op lössgrond. Het was één van de drie proeven met vergelijkend onderzoek tussen sorghumrassen en een maïsras, die zijn aangelegd in 2018. De andere twee proeven lagen op veen (Friesland) en humeus zand te Woudenberg. Omdat elke proef in een andere regio en op een andere grondsoort lag, heeft elke grondsoort zijn eigen problematiek. Bij de proef te Woudenberg is nitraatuitspoeling en het bodemvochtgehalte interessant, op het Friese veen is het de vraag of sorghumteelt op niet-kerende grondbewerking mogelijk is, en op lössgrond zijn nitraatuitspoeling, waterberging, reductie van erosie en niet-kerende grondbewerking de belangrijkste aandachtspunten.

Graag wil ik mijn collega's Brigitte Kroonen-Backbier en Jos Wilms van WUR | Open Teelten en de locatie van Stichting Proefbedrijf Wijnandsrade bedanken voor het meedenken over het opzetten, het uitvoeren en het meezoeken naar financiering van het onderzoek, inclusief de organisatie en uitvoering van de demo-dagen.

Het onderzoek werd mogelijk gemaakt en gefinancierd door Waterschap Limburg, Stichting Boerenbond Zuid, Stichting Boerenbond Swentibold, Pilot slim bemesten, Duurzaam Schoon Grondwater (WML), Stichting Proefboerderij Wijnandsrade en DSV-zaden Nederland.

Gerrit Kasper,
projectleider

Samenvatting

De provincie Limburg stimuleert duurzame landbouw met reducties van emissies naar lucht, water en bodem, evenals aandacht voor waterberging, waterkwaliteit en landschapsdoelen. Daarin is begrepen vermindering van gewasbeschermingsmiddelen, nitraatuitspoeling naar grond- en oppervlaktewater en bodemerosie. In dit kader past sorghum als potentieel veevoedergewas goed, omdat het mogelijk onder Nederlandse omstandigheden efficiënter stikstof en water benut dan snijmaïs. Het huidige project is mogelijk gemaakt door zes financiers, namelijk het Waterschap Limburg, Stichting Boerenbond Zuid, Stichting Boerenbond Swentibold, Pilot slim bemesten, Stichting Proefboerderij Wijnandsrade, Duurzaam Schoon Grondwater (Water Maatschappij Limburg) en DSV-zaden Nederland.

Het onderzoek is in 2018 uitgevoerd op lössgrond op proefbedrijf Wijnandsrade in Zuid-Limburg. Vijf sorghumrassen (Little Giant, AS 16149, C1, C7 en CN3) zijn geteeld en vergeleken met een vroeg snijmaïsras (LG 31.235). Het doel van dit project is te onderzoeken hoe een aantal verschillende sorghumrassen ten opzichte van maïs reageren bij twee stikstofbemestingsniveaus met het oog op drogestofopbrengsten, voederwaarden de hoeveelheid rest-N/ha. Hierbij zijn de weersomstandigheden en twee bemestingsniveau meegenomen. Melkveehouders zijn vooral geïnteresseerd in een sorghumgewas als voedergewas met het oog op onderbreking van continue teelt maïs of als mogelijke vervanger van snijmaïs. Sorghumteelt vereist momenteel (in potentie) minder input van herbiciden en andere gewasbeschermingsmiddelen, bergt meer water, reduceert bodemerosie, rest-N/ha – en daardoor nitraatuitspoeling – sterker dan maïs.

In 2017 is op het proefveld wintertarwe geteeld met als nateelt de groenbemester bladrammenas (Latijnse naam: *Raphanus sativus* subsp. *oleiferus*). Op 27 februari 2018 werd de grond bemonsterd. De grond, van de soort löss, bevat op dit perceel 14% klei, 56% silt en 28% zand met een organisch stofgehalte van 2,2%. Er werd dierlijke mest (40 kg werkzame N/ha) en kunstmest in de vorm van KAS – afhankelijk van de N-trap, 30 of 70 kg N/ha – toegediend. Begin mei werd de grond 30 cm diep bewerkt met een cultivator. Op 16 mei werd gezaaid met een graanzaaimachine Amazone AD-P 303 met voorzetwoeler op circa 30 cm en rotorkoepel op 2 à 3 cm. Op 18 mei werd Wing P als herbicide toegediend. Op 4 juni zijn de sorghumgewassen opnieuw gezaaid vanwege de slechte opkomst. De proefopzet was een gewarde blokkenproef met drie herhalingen. Veldjes waren 12 m lang, 3 m breed, de rijafstand was voor sorghum 25 cm en voor maïs 75 cm. Tijdens de teelt van de gewassen is een aantal (herhaalde) waarnemingen uitgevoerd. Hierdoor was het mogelijk groei, gewasstand, lengtemetingen, percentages bloei en groen blad en droogtestress te monitoren. Verder zijn er gegevens over neerslag en temperatuur bijgehouden.

Van alle 36 plots – 6 rassen * 2 N-trappen * 3 herhalingen – zijn de opbrengsten, en de N-mineraal (=rest-N) op drie dieptes in de bodem bepaald. Van 12 velden – 6 rassen * 2 N-trappen – zijn de voederwaardekenmerken ruw eiwit (Re), ruwe celstof (Rc), ruw as (RAS), suiker, zetmeel, verteringscoëfficiënt van de organische stof (Vcos) en Acid Detergent Lignin (ADL) bepaald. De gemiddelde opbrengst van de zes rassen (5 rassen sorghum en 1 ras maïs) bij de beide N-trappen was ca. 15,5 ton ds/ha. De vier sorghumrassen (Little Giant, C1, C7 en CN3) hadden bij 70 kg N/ha vrijwel gelijke of hogere opbrengsten, betere voederwaardekenmerken, hogere Re-, zetmeel-, Vcos-gehalten, en lagere Rc- en ADL-gehalten dan bij 110 kg N/ha. Het sorghumras AS 16149 – wellicht minder geschikt als voedergewas – had echter hogere opbrengsten en voederwaardekenmerken bij de bemestingstrap van 110 kg N/ha. De opbrengsten van het maïsras (LG 31.235) waren 16 en 20 ton ds/ha bij respectievelijk 70 en 110 kg N/ha. De sorghumrassen hadden hogere Re-, Rc- en ADL-gehalten dan het maïsras. Opgemerkt moet worden dat de opbrengsten van maïs zijn gebaseerd op één herhaling vanwege vraat/vernieling van de maïsplanten op vier proefvelden door dassen. Bovendien was het maïsras op 16 mei gezaaid, maar de sorghumrassen op 4 juni.

Voor het huidige onderzoek is berekend dat na de teelt van de vijf sorghumrassen in de bodemlaag 0-90 cm bij het bemestingsniveau van 70 kg N/ha, gemiddeld 57 kg rest-N/ha achter bleef in de bodem

en bij 110 kg N/ha gemiddeld 159 kg rest-N/ha. In potentie zou een deel van deze N kunnen uitspoelen. Na de teelt van maïs bleef in de bodemlaag 0-90 cm bij het bemestingsniveau van 70 kg N/ha, 90 kg rest-N/ha achter in de bodem en bij 110 kg N/ha, 119 kg rest-N/ha.

De conclusies van het huidige onderzoek tonen, dat:

- ondanks het droge en warme seizoen maïs bij 70 en 110 kg N/ha respectievelijk 16 en 20 ton ds/ha realiseerde met Vcos-percentages van 78 % en 79%, Re-gehalten van 58 en 59 g/kg ds en zetmeelgehalten van 267 en 230 g/kg ds.
- de sorghumrassen bij bemesting van 70 kg N/ha ten opzichte van 110 kg N/ha een gemiddelde hogere opbrengst (15 vs 13 ton ds/ha) hadden, een gelijk Re-gehalte (91 g/kg ds), een hoger zetmeelgehalte (238 vs 173 g/kg ds), een vrijwel gelijk Vcos-gehalte (67 vs 66%), een lager Rc-gehalte (206 vs 232 g/kg ds) en een lager ADL-gehalte (25 vs 27 g/kg ds).
- bij 70 kg N/ha de Vcos-gehalten van maïs en de graan-sorghumrassen Little Giant, C1, C7 en CN3 respectievelijk waren: 78.1, 71.9, 60.6, 74.3 en 68.2%. Echter, bij 110 kg N/ha waren de Vcos-gehalten van maïs en de sorghumrassen gelijk of iets hoger dan bij 70 kg N/ha, maar voor C7 en CN3 respectievelijk 7% en 4% lager.
- er bij het bemestingsniveau van 70 kg N/ha in de bodemlaag 0-90 cm na de teelt van AS 16149 35 kg rest-N/ha overbleef, en van de groep 'Little Giant, C1 en CN3' gemiddeld 56.5 kg rest-N/ha en van C7 80.3 kg rest-N/ha. Bij 110 kg N/ha zijn de gemiddelden voor genoemde groepen sorghum respectievelijk 109.7, 119.6 en 238.6 kg rest N/ha.
- na de teelt van maïs in de bodemlaag 0-90 cm bij het bemestingsniveau van 70 kg N/ha, 90.3 kg rest-N/ha achterbleef en bij het bemestingsniveau van 110 kg N/ha, 119.3 kg rest-N/ha.
- gebaseerd op het resultaat van 2018 met de gunstige drogestofopbrengsten en voederwaarden, en een lagere rest-N (kg/ha) van de graan-sorghumrassen bij 70 kg N/ha ten opzichte van 110 kg N/ha, het aan te bevelen is om het N-bemestingsniveau op lössgrond te beperken tot 70 kg N/ha.

Het is aan te bevelen om meer onderzoek te doen voor de optimalisatie van sorghumteelt in Nederland, met name op het gebied van optimale plantdichtheid, optimale voorbereiding van zaaibed, zaaidiepte, zaaitijd, onkruidbestrijding en gewasbescherming, oogstmethoden, conserveringsonderzoek en dierprestaties.

Summary

The province of Limburg stimulates sustainable agriculture with a focus on reduction of emissions to air, water and soil. Water storage, water quality and landscape are important elements as well. This includes reduction of the use of crop protection products, nitrate leaching to ground and surface water and soil erosion. In this context sorghum is suitable as a potential fodder crop, because under Dutch conditions, this crop may use nitrogen and water more efficient than silage maize. The current project has been financed by the Regional water Authority Limburg, foundations "Boerenbond Zuid" and "Boerenbond Swentibold", Pilot smart fertilization, DSG-sustainable Clean Groundwater (WML), Foundation Experimental Farm Wijnandsrade and DSV-seeds The Netherlands.

The study was carried out in 2018 on loess soil at experimental farm Wijnandsrade in South Limburg. Five sorghum varieties (Little Giant, AS 16149, C1, C7 and CN3) were cultivated and compared with an early silage maize (LG 31.235). The aim of this project was to evaluate how a number of different sorghum varieties compare to maize at two nitrogen fertilization levels. Dry matter yield, feeding value, and the amount of residual-N (kg/ha) were compared. Weather conditions were monitored.

Dairy farmers are particularly interested in sorghum as a forage crop as an alternative for continuous cultivation of maize or as a potential substitute for maize. Sorghum cultivation currently requires (potentially) less input from herbicides and other crop protection products. Moreover, sorghum stores more water, reduces soil erosion and residual-N (kg/ha) - thereby nitrate leaching - compared to maize.

In 2017, winter wheat was cultivated on the trial field, followed by the cover crop oil radish (Latin name: *Raphanus sativus* subsp. *oleiferus*). On 27 February 2018 the soil was sampled. The soil type loess contained on this field 14% clay, 56% silt and 28% sand with an organic matter content of 2.2%. Livestock manure (40 kg effective N/ha) and artificial fertilizer in the form of calcium ammonium nitrate (CAN) – depending on the N-level, 30 or 70 kg N/ha – were applied. At the beginning of May, the seedbed was prepared (30 cm deep) with a field cultivator. On May 16, sorghum crops were sown with a grain seeder Amazone AD-P 303 with a subsoiler at about 30 cm and a rotary harrow at 2 to 3 cm. Wing P was administered as a herbicide on 18 May. On June 4, the sorghum crops were sown again because of bad emergence of plants after the first seeding. The experimental design was a randomized block test with three replicates. Fields were 12 m long, 3 m wide, the row distance was 25 cm for sorghum and 75 cm for maize. During the cultivation of the crops, a number of (repeated) observations were carried out. This enabled monitoring of growth, crop position, length, flowering percentage, green leaves percentage and drought stress. Furthermore, data on rainfall and temperature have been recorded.

The yields of all 36 plots - 6 varieties * 2 N-levels * 3 replications - and the N-mineral (= residual-N) at 3 depths in the soil were determined. Feeding value characteristics of 12 plots - 6 varieties * 2 N-levels - were analysed: crude protein (CP), crude fibre (CF), sugar, starch, digestibility coefficient of organic matter (DCOM) and Acid Detergent Lignin (ADL). The average yield of the six varieties (5 varieties of sorghum and 1 variety of maize) for both N-levels was about 15.5 tonnes DM/ha. Four sorghum varieties (Little Giant, C1, C7 and CN3) had almost equal or higher yields and better feed value characteristics at 70 kg N/ha: higher CP, starch and DCOM contents, and lower CF and ADL levels, compared to 110 kg N/ha. However, the sorghum variety AS 16149 - perhaps less suitable as a forage crop - had higher yields and feed value characteristics at the fertilization level of 110 kg N/ha. The yields of the maize variety (LG 31.235) were 16 and 20 tonnes DM/ha at 70 and 110 kg N/ha, respectively. The sorghum varieties (on average) had higher CP, CF and ADL levels than the maize variety.

It was calculated that after the cultivation of the five sorghum varieties in the soil layer 0-90 cm at the fertilization level of 70 kg N/ha, on average 57 kg residual-N/ha and at 110 kg N/ha on average 159 kg residual-N/ha remained in the soil. After the cultivation of maize, in the soil layer 0-90 cm at the

fertilization level of 70 kg N/ha, 90 kg residual-N/ha and at 110 kg N/ha 119 kg residual-N/ha remained in the soil.

It was concluded that:

- despite the dry and warm growing season, maize at 70 and 110 kg N/ha, respectively, achieved 16 and 20 tonnes DM/ha with a DCOM of 78% and 79%, CP-content of 58 and 59 g/kg DM and starch content of 267 and 230 g/kg DM.
- the sorghum varieties had - when fertilized at 70 kg N/ha compared to 110 kg N/ha - an average higher yield (15 vs 13 tonnes DM/ha), equal CP-level (91 g/kg DM), higher starch content (238 vs 173 g/kg DM), almost equal DCOM (67 vs 66%), lower CF-level (206 vs 232 g/kg DM) and lower ADL-level (25 vs 27 g/kg DM).
- at the fertilization level of 70 kg N/ha, the DCOM of maize and the grain sorghum varieties Little Giant, C1, C7 and CN3 were: 78.1, 71.9, 60.6, 74.3 and 68.2 %, respectively. However, at 110 kg N/ha the DCOM of maize and the sorghum varieties were equal or slightly higher than at 70 kg N/ha, but for C7 and CN3 7% and 4% lower, respectively.
- at the fertilization level of 70 kg N/ha in the soil layer 0-90 cm after the cultivation of sorghum variety AS 16149, 35 kg residual-N/ha remained, and of the group 'Little Giant, C1 and CN3' an average of 56.5 kg residual-N/ha and C7 80.3 kg residual-N/ha remained. At 110 kg N/ha, the averages for the named groups of sorghum are 109.7, 119.6 and 238.6 kg residual-N/ha, respectively.
- after the cultivation of maize in the soil layer 0-90 cm at the fertilization level of 70 kg N/ha, 90.3 kg residual-N/ha remained and at the fertilization level of 110 kg N/ha, 119.3 kg residual-N/ha remained.
- based on the result of 2018 with a rather favourable dry matter yield and feed value, and a low residual-N (kg/ha) of the grain sorghum varieties at 70 kg N/ha compared to 110 kg N/ha, it is recommended to restrict the N-fertilization level on loess soil to 70 kg N/ha.

It is recommended to continue research on sorghum cultivation in the Netherlands. Focal points in future research could be optimal plant density, seedbed preparation, sowing depth, sowing time, weed control and crop protection, harvesting methods, conservation, feed intake and animal performance.

1 Inleiding

De provincie Limburg stimuleert duurzame landbouw met reducties van emissies naar lucht, water en bodem, evenals aandacht voor waterberging, -kwaliteit en landschapsdoelen (Raeven, 2017). Daarin is ook begrepen vermindering van gewasbeschermingsmiddelen, nitraatuitspoeling naar grond- en oppervlaktewater en bodemerrosie. In dit kader past sorghum als potentieel veevoedergewas goed, omdat het efficiënter stikstof en water benut dan snijmaïs. Verder vraagt sorghum beperkte onkruidbestrijding net na het inzaaien, en zijn tot op heden in Nederland beperkte of geen gewasbeschermingsmiddelen nodig. Het gewas kent geen maïsstengelboorder en heeft minder last van mycotoxinen. Tenslotte blijkt uit literatuur dat sorghum als C4-gewas door wortelhoeveelheid en -diepte een positief effect heeft op de opbouw van organische stof (minstens enkele malen hoger dan maïs) en door wortelarchitectuur ondoordringbare lagen kan verkleinen in de bodem (Kasper, 2017). Meer organische stof geeft een hogere koolstofvastlegging en betekent tevens een hogere CO₂-vastlegging, waarmee sorghumteelt meewerkt aan een klimaatneutrale melkveehouderij.

Sorghum als nieuw voedergewas

Sorghum is ongeveer 10 jaar geleden geïntroduceerd in Nederland (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 overeenkomstig de Nederlandse situatie. 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. Ook de hoeveelheid N uit digestaat was verschillend, resp. 202 en 141 kg per ha. 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	Vershil 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). Echter, voor gebieden boven de 48^{ste} breedtegraad is hieraan geen onderzoek gedaan.

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. Het gewas levert ook een verhoging van de organische stof in de bodem, waardoor 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). Wanneer vanuit de doelstelling van dit project blijkt dat sorghumteelt realiseerbaar is op lössgrond, zal de teelt vanaf 2019 uitgerold worden middels een netwerk van geïnteresseerde agrariërs in Zuid-Limburg.

1.1 Doelstelling

Sorghum heeft veel positieve eigenschappen. Melkveehouders op lössgrond zijn vooral geïnteresseerd in sorghumgewassen die als voedergewas continueelt van maïs kunnen onderbreken of als mogelijke vervangers van snijmaïs kunnen dienen. Sorghum heeft door zijn fijnere en diepere wortelstelsel een kleinere kans op nitraatuitspoeling en erosie. Het doel van dit project is te onderzoeken hoe een aantal verschillende sorghumrassen ten opzichte van maïs reageren bij twee stikstofbemestingsniveaus met het oog op de hoeveelheid rest-N/ha, drogestofopbrengsten en voederwaarden.

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden materiaal en methoden beschreven, waarbij ingegaan wordt op proefopzet, bemesting, onkruidbestrijding, oogstmethode en N-mineraal, bemonstering en voederwaarde-analyses. Hoofdstuk 3 beschrijft de resultaten. In hoofdstuk 4 worden de resultaten bediscussieerd. Hoofdstuk 5 vermeldt de conclusies.

2 Vergelijking rassen

2.1 Inleiding

Na overleg met WUR | Open Teelten is besloten om voor het groeiseizoen 2018 vijf sorghumrassen en één maïsras te bestemmen voor een proef. Bij de keuze van de rassen hebben de ervaringen van vorige jaren, die opgedaan zijn met rassen van de kwekers DSV en De Milliano, meegespeeld. In het onderzoek zaten twee sorghumrassen van DSV en drie van De Milliano.

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). Vanwege de verwachte lagere kiempercentages van twee rassen C1 en CN3 is extra zaaizaad gebruikt.

Sorghum kan kansen hebben op lössgrond vanwege minder nitraatuitspoeling en meer waterberging en een lagere kans op erosie. Ook worden twee stikstofniveaus in de proef aangebracht om te zien wat het effect is op opbrengst en voederwaarde en N-rest in de bodem.

2.2 Materiaal en methoden

2.2.1 Proefopzet

Het proefveld lag op een perceel lössgrond waar een jaar eerder wintertarwe gevolgd door groenbemester bladrammenas werd geteeld. Er zijn vijf sorghumrassen opgenomen (tabel 2).

Tabel 2 Mais en sorghumrassen op proefbedrijf Wijnandsrade.

Soort	Ras/hybride	eigenaar	Hoeveelheid** zaad (kg/ha) of n zaden	Aantal planten/ ha; doel
maïs	LG 31.235	Limagrain	95.000 zaden	95.000
Sorghum	Little Giant	DSV	10 kg/ha	275.000
Sorghum	AS 16149	DSV	10 kg/ha	275.000
Sorghum	C1	Hoeve D*	15 kg/ha	275.000
Sorghum	C7	Hoeve D	10 kg/ha	275.000
Sorghum	CN3	Hoeve D	50 kg/ha	275.000

* Hoeve Dierkensteen te Oostburg (NL); ** Hoeveelheid zaad gezaaid op 4 juni 2018

De proefopzet was opzet met drie herhalingen (tabel 3). Veldjes waren 12 m lang, 3 m breed, de rijafstand was voor de sorghumrassen 25 cm en voor maïs 75 cm. De velden waren in de lengte weer opgedeeld in twee N-trappen (70 kg N/ha en 110 kg N/ha).

Tabel 3 Schema proefopzet maïs en sorghumrassen met twee N-niveaus.

	70 kg N	110 kg N	BLOK	
	A	A	III	A
18		36		mais: LG 31.235
	B	B		B
17		35		Little Giant
	F	F		C
16		34		AS 16149
	C	C	II	D
15		33		C 1
	E	E		E
14		32		C 7
	D	D		F
13		31		CN 3
	B	B	I	
12		30		
	F	F		
11		29		
	A	A		
10		28		
	D	D		
9		27		
	E	E		
8		26		
	C	C		
7		25		
	F	F		
6		24		
	E	E		
5		23		
	D	D		
4		22		
	C	C		
3		21		
	B	B		
2		20		
	A	A		
1		19		

3 meter

12 meter

Op 16 mei 2018 is met een graanzaaimachine gezaaid op een diepte van 2 tot 3 cm. Voor de statistische analyse van het effect van opbrengst en voederwaarde was: hoofdplot=ras, subplot=N-niveau.

2.2.2 Teelt

Voorgeschiedenis, bemesting, (grond)bewerking

In 2017 is op dit proefveld wintertarwe geteeld met als nateelt de groenbemester bladrammenas. Op 27 februari 2018 werd de grond bemonsterd. De pH was 6,8, K-plant beschikbaar was 405 kg K/ha, K-bodemvoorraad was 745 kg K/ha, en het Pw-getal was 34. De löss van het betreffende perceel bevat 14% klei, 56% silt en 28% zand. Het organische stofgehalte van de bodem is 2,2%. Op 17 april is 20

m³ RDM /ha uitgereden met een schijveneg-injecteur. De werkzame N bij een werkingscoëfficiënt van 60 bedroeg 40 kg werkzame N/ha. Op 5 mei is de grond 30 cm diep bewerkt met een Evers Garron cultivator. Op 8 mei werd kalkammonsalpeter toegediend, op de veldjes 1 tot en met 18, 30 kg N/ha en op de veldjes 19 tot en met 36, 70 kg N/ha.

Zaaien en onkruidbestrijding

Op 16 mei werden de objecten B t/m F gezaaid volgens schema met Amazone AD-P 303 met voorzetwoeler en rotorkoep. De zaaidiepte was 2 tot 3 cm en de rijafstand 25 cm. Op 18 mei werd de maïs gezaaid in object A met een maiszaaimachine (normale rijafstand van 75 cm). Eveneens werd op 18 mei een onkruidbestrijdingsmiddel toegediend: 2 liter Wing P (pendimethalin en dimethenamide-P)/ha. In verband met de slechte opkomst van de sorghumrassen werden op 4 juni de objecten B t/m F opnieuw gezaaid volgens schema met Amazone AD-P 303 met voorzetwoeler en rotorkoep.

2.2.3 Waarnemingen

Plantaantal en gewasontwikkeling

Na het zaaien werd nauwkeurig bijgehouden hoe de opkomst van de planten was. Daarnaast zijn op 10 juli, 1 augustus en 11 september waarnemingen aan de planten gedaan. Op 10 juli is op 4 plaatsen per object het plantaantal per strekkende meter geteld en hieruit het gemiddeld aantal planten/ha berekend. Op 1 augustus en 11 september zijn gewasstand, lengte (cm), bloeipercentage en droogtestress bepaald (gewasstand 1= geen gewas/9=subliem, droogtestress 1 = volledig verdord/9 = totaal groen).

Het weer

De neerslaghoeveelheden (in mm) werden per etmaal bijgehouden voor de maanden mei t/m september. Dit geldt ook voor de gemiddelde, minimum en maximum temperaturen (Tgem, Tmin, Tmax).

Opbrengsten en voederwaarde

Het optimale oogsttijdstip werd bepaald door het beoordelen van de onderste rij zaden in de pluim op het stadium deegrijpheid. Elk veld werd gedeeltelijk geoogst (oppervlakte: 1,5 m x 2 m) en hiervan werd het versgewicht bepaald. Van het geoogste materiaal werd één monster per veld genomen, vervolgens werd van de drie herhalingen van één ras een mengmonster samengesteld en ingestuurd naar een gecertificeerd laboratorium voor analyse op drogestofpercentage (%), drogestofgewicht (t ds/ha), ruweiwit (Re in g/kg ds), ruwe celstof (Rc in g/kg ds), RAS (ruwe as in g/kg ds), Vcos% (= verteringscoëfficiënt organische stof bepaald met de Tilley&Terry-methode), VEM (= Voeder Eenheden Melk in ds) suiker (g/kg ds, NIRS-methode), zetmeel (g/kg ds, klassieke methode), ADL (Acid Detergent Lignin; g/kg ds, NIRS-methode).

N-mineraal en rest-N

N-mineraal-bepaling (=Nmin-bepaling) werd per veld op drie dieptes in de bodem uitgevoerd: 0-30, 30-60, 60-90 cm. Er werden 108 monsters gestoken door WUR | Open Teelten en geanalyseerd door een gecertificeerd laboratorium. Het doel van deze bepaling is om de hoeveelheid rest-N (NO₃⁻ in kg/ha) per veldje van de rassen/hybriden sorghum en maïs te bepalen en onderling te vergelijken. Voor elke diepte is de rest-N in kg/ha hieruit berekend.

3 Resultaten

3.1 Gewasontwikkeling en weersomstandigheden

Aantal planten per hectare

Het aantal planten per hectare is per veld en object berekend uit tellingen van het aantal planten per strekkende meter op vier locaties (tabel 4).

Tabel 4 Aantal planten per strekkende meter per locatie en per hectare per veld.

Ras	Plek 1	Plek 2	Plek 3	Plek 4	Totaal	Planten/ha
Maïs	8.0	9.3	9.0	8.0	34	114.442
Little Giant	8.0	8.3	8.7	7.3	32	323.333
AS 16149	8.7	8.3	7.3	10.3	35	346.667
C 1	12.3	11.7	13.7	9.3	47	470.000
C 7	1.7	2.3	1.7	3.0	9	86.667
CN 3	15.3	15.0	17.3	15.7	63	633.333

Opvallend is het lage aantal planten van ras C7 en het hoge aantal planten van rassen C1 en CN3 (tabel 4). Het gewenste aantal planten lag rond de 275.000 planten per ha. Bij het ras C7 was de kiemkracht van het gebruikte zaaizaad waarschijnlijk toch te laag of heeft het onkruidbestrijdingsmiddel Wing P de opkomst van de plant negatief beïnvloed. De hogere plantaantallen van rassen C1 en CN3 zijn wellicht het gevolg van de hogere zaadhoeveelheden die gebruikt zijn op basis van de verwachte lagere kiemkracht. Blijkbaar was bij deze rassen het kiempercentage toch hoger dan verwacht.

Gewasstand, lengte, bloei en droogtestress

Op 1 augustus is een aantal parameters gemeten die zijn weergegeven in Tabel 5. De lengte is gemeten vanaf bodem tot bovenkant plant. Wanneer een plant in bloei staat werd de pluim meegenomen.

Tabel 5 Gemiddelde waarde van de gemeten parameters van elk ras op 1 augustus 2018.

Ras	Gewasstand* (1-10)	Lengte (cm)	Bloei (%)	Droogtestress** (1-10)
Maïs	7.5	227	100	6.5
Little Giant	9.0	92	0	8.7
AS 16149	7.0	187	5	6.5
C1	6.2	163	88	4.2
C7	4.2	147	2	7.5
CN3	6.3	163	32	5.3

* 1 = geen gewas, 9 = subliem; ** 1 = volledig verdord, 9 = totaal groen

De gewassen tonen aanzienlijke verschillen in gewasstand. De lage waardering voor C7 is een gevolg van de slechte opkomst van de planten. Ook zijn er aanzienlijke verschillen in percentage bloei en droogtestress. Planten die (bijna) volledig in bloei staan (maïs en C1) hebben door de gevormde pluim een voorsprong in lengte op planten die voor een derde (CN3) of voor een heel klein deel (AS16149 en C7) of in het geheel niet (Little Giant) in bloei staan.

Op 11 september zijn bloei, gewasstand, lengte en aandeel groen blad beoordeeld (tabel 6).

Tabel 6 Gemeten parameters van elk ras op 11 september 2018.

Ras	Bloei (%)	70 kg N/ha			110 kg N/ha		
		Gewasstand* (1-10)	Lengte (cm)	Groen blad (%)	Gewasstand* (1-10)	Lengte (cm)	Groen blad (%)
Maïs	100.0	8.0	235.0	40.0	8.0	235.0	40.0
Little Giant	96.8	9.0	140.0	100.0	9.0	141.7	100.0
AS 16149	97.7	8.2	293.3	89.3	8.5	271.7	86.7
C1	100.0	8.0	180.0	50.0	8.0	200.0	25.0
C7	99.0	7.7	208.3	94.3	7.5	210.0	95.3
CN3	98.5	8.0	233.3	83.3	8.3	213.3	76.7

* 1 = geen gewas, 9= subliem

Uit tabel 6 blijkt dat op 11 september – de dag waarop de maïs en ras C1 werden geoogst – alle rassen voor 97% of meer bloeiden. De gewasstand was goed tot zeer goed, de lengte van het gewas varieerde nogal en 'het groene bladaandeel' was het laagst bij de gewassen die het eerst geoogst werden, namelijk het maïsras en het sorghumras C1.

Het weer

Tijdens het groeiseizoen is de neerslag per etmaal bepaald en zijn de gemiddelde, de minimum- en de maximumtemperaturen vastgelegd (T-gem, T-min en T-max). Dat geldt voor de globale zonnestraling. In tabel 7 is de neerslag per maand gesommeerd en zijn de gemiddelde waarden van de genoemde temperaturen en stralingscijfers weergegeven. In juni en juli, de periode van waterbehoefte voor de wortelgroei en de stengelstrekking van het gewas, was de neerslag het laagst. Een beschrijving van het weer in Nederland en regio's in Nederland inclusief de neerslagcijfers is weergegeven in de volgende site:

<https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/2018/zomer>.

Tabel 7 Neerslag, temperatuur- en stralingsgegevens* locatie Wijnandsrade groeiseizoen 2018.

Maand	Neerslag (mm)	T-gem (°C)	T-min (°C)	T-max (°C)	Straling-gem. (W/m ²)	Straling-min (W/m ²)	Straling-max (W/m ²)
Mei	87.6	16.5	10.9	22.2	5.7	1.2	7.3
Juni	26.2	17.9	13.3	22.4	5.2	1.0	8.8
Juli	15.4	21.6	14.3	27.7	6.8	2.4	9.1
Augustus	49.6	19.6	14.3	25.0	5.1	2.1	7.4
September	51.8	15.2	10.2	20.9	3.9	0.8	5.8
SOM mei-sept.	230.6						

* definities zonnestraling zijn te vinden in: Handboek Waarneming KNMI, 2005.

De periode begin juni t/m begin augustus was warm (hoge temperaturen) en extreem droog en geeft aan dat de gemiddelde maximum dagtemperatuur tijdens het groeiseizoen hoog was vergeleken met wat normaal is volgens de knmi-weerstatistieken (<https://weerstatistieken.nl/maastricht/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.

3.2 Opbrengsten, voederwaarde en N-niveau

Vers- en drogestofhoeveelheden

De versgewichten en drogestofhoeveelheden zijn voor de beide stikstofniveaus vermeld in tabel 8. Van elk veld zijn monsters genomen en geanalyseerd.

Tabel 8 Oogstdata, vergewichten en drogestofhoeveelheid per ras.

Ras	Oogstdatum	70 kg N/ha			110 kg N/ha		
		Vers gewicht	Ds%	t ds/ha	Vers gewicht	Ds%	t ds/ha
Maïs	11-9-2018	39.5	40.9	16.2 ^b	52.0	38.2	19.9 ^c
Little Giant	27-9-2018	49.3	25.8	12.7 ^a	49.4	25.3	12.5 ^a
AS 16149	27-9-2018	46.3	38.1	17.6 ^{bc}	52.9	38.2	20.2 ^c
C1	11-9-2018	26.3	47.9	12.6 ^a	31.5	38.2	12.0 ^a
C7	27-9-2018	33.7	42.8	14.5 ^{ab}	38.5	33.2	12.8 ^a
CN3	27-9-2018	46.8	41.0	19.2 ^c	42.5	38.3	16.3 ^b
Gemiddelde		40.3	39.4	15.5	44.2	35.2	15.6
P-waarde				< 0.001			<0.001
Lsd 5%				2.142			2.142

* verschillende letters geven een verschil in drogestofopbrengst aan per kolom ($p < 0,05$), a= laagste opbrengst en c= hoogste opbrengst.

Tabel 8 laat zien dat op de drogestofgehaltes van maïs en C1 op de relatief vroege oogstdatum (11 september) al hoog waren, terwijl de drogestofgehaltes van Little Giant op de oogstdatum (27 september) nog laag zijn (26% ds) bij beide N-niveaus. Bij 70 kg N/ha is de gemiddelde opbrengst van maïs 16,2 en van alle sorghumrassent 15,3 ton ds/ha. Bij 110 kg N/ha zijn deze gemiddelde opbrengsten respectievelijk 19,9 en 14,7 ton ds/ha. Verder is opmerkelijk dat bij de oogst de sorghumtypes die bedoeld zijn als voedergewas – C1, C7 en CN3 met zowel blad als graan – bij het lage N-niveau een hogere drogestofopbrengst hadden dan bij het hoge N-niveau. Tijdens het oogsten hadden deze rassen ook een hoger drogestofgehalte. Dit duidt op het sneller afrijpen van de korrel van deze rassen bij 70 kg N/ha dan bij 110 kg N/ha. Maïs en sorghum van het ras AS 16149 zijn de enige uitzonderingen. Deze gewassen groeien bij het hogere N-niveau nog aanzienlijk door. Wel moet bedacht worden dat de beide opbrengstniveaus behorend bij de beide N-niveaus, zoals weergegeven in tabel 8, bij maïs gebaseerd zijn op de opbrengst van één veldje. Bij elk N-niveau waren twee van de drie velden maïs grotendeels vernield of opgegeten door dassen.

Voederwaarde

De voederwaarden van de zes gewassen zijn vermeld in tabel 9. Tijdens de oogst is één mengmonster genomen van de drie herhalingen per ras. Het is daarom niet mogelijk de statistische verschillen aan te tonen tussen rassen.

Tabel 9 Voederwaarden van maïs en de vijf sorghumgewassen (in g/kg ds, tenzij anders vermeld) bij twee bemestingsniveaus (70 en 110 kg N/ha).

Ras	Droge stof (%)	Re	Rc	Ras	Suiker (NIRS)	Zetmeel (klassiek)	Vcos (%) (T&T)	VEM in ds	ADL (NIRS)
Bemesting: 70 kg N/ha									
Maïs	40.9	58	189	40	88	267	78.1	1006	18
Little Giant	25.8	92	223	56	90	142	71.9	893	24
AS 16149	38.1	69	307	40	67	103	62.0	758	34
C1	47.9	102	182	36	34	294	60.6	741	28
C7	42.8	101	128	34	40	373	74.3	952	17
CN3	41.0	90	190	37	46	278	68.2	854	24
Bemesting: 110 kg N/ha									
Maïs	38.2	59	191	40	130	230	78.8	1017	18
Little Giant	25.3	98	248	61	81	91	70.8	872	26
AS 16149	38.2	88	264	43	46	156	63.7	781	31
C1	38.2	83	238	52	87	165	62.3	753	30
C7	33.2	92	187	51	49	250	69.2	856	23
CN3	38.3	94	223	42	44	204	65.7	812	27

De drogestofpercentages bij de oogst waren voor vijf van de zes gewassen ruim boven de 36% en dus hoger dan gewenst. Dit geldt met name bij het lage bemestingsniveau. De conclusie is dan ook: er had eerder geoogst kunnen worden. De eiwitgehalten, zoals vermeld in tabel 9, waren voor de graan-sorghumgewassen aanzienlijk hoger dan voor maïs. C1 en C7 laten 75% hogere gehalten zien bij 70 kg N/ha en Little Giant en CN3 ca. 57% hogere gehalten. De zetmeelgehalten van de C1, C7 en CN3 zijn hoger dan het zetmeelgehalte van maïs bij 70 kg N/ha. Vooral C7 springt eruit met een 40% hoger zetmeelgehalte. Bij 110 kg N/ha heeft C7 een bijna 10% hoger zetmeelgehalte. Maïs laat bij 110 kg N/ha zien dat er nog veel suiker in de plant zit. Little Giant heeft een laag zetmeelgehalte. Het ras AS 16149 heeft vooral bij 70 kg N een laag zetmeelgehalte. De Vcos-percentages zijn het hoogst voor maïs. Ook C7 heeft een goed Vcos-percentage met name bij het lage bemestingsniveau. Maïs en C7 hebben de laagste ADL-gehalten. Het sorghumras AS 16149 laat de hoogste ADL-gehalten zien. Het ADL-gehalte is een maat voor de hoeveelheid lignine in het gewas en heeft een positieve correlatie met de structuurwaarde, maar een negatieve correlatie met de verteerbaarheid van het gewas (Vcos%) (Deru et al., 2018).

3.3 Rest-N en N-niveau

De N-mineraalmonsters zijn op 23 oktober 2018 gestoken. De rest-N (kg/ha) op drie dieptes in de bodem (0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm) – van de 18 velden (6 rassen*3 herhalingen) – is weergegeven in tabel 10. De rest-N in het bodemprofiel is een indicator voor de nitraatuitspoeling. Een hogere rest-N leidt in potentie tot meer uitspoeling dan een lage rest-N. In absolute zin kan hier geen uitspraak over gedaan worden. Dit heeft mede te maken met de hoeveelheid neerslag, die valt.

Tabel 10 Rest-N in kg/ha voor de drie bodemdieptes 0-30, 30-60 en 60-90 cm.

Ras	Rest-N (kg/ha)							
	Bemesting: 70 kg N/ha				Bemesting: 110 kg N/ha			
	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-90 cm	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-90 cm
Maïs	66.3	16.3 ^{ab}	7.7	90.3	94.3 ^a	17.0 ^a	8.0	119.3
Little Giant	38.3	7.7 ^a	3.7	49.7	127.7 ^{ab}	19.3 ^a	10.7	157.7
AS 16149	27.7	5.3 ^a	2.0	35.0	84.0 ^a	18.0 ^a	7.7	109.7
C1	46.0	15.0 ^{ab}	4.7	65.7	116.0 ^a	27.7 ^{ab}	13.7	157.4
C7	59.0	18.0 ^{ab}	3.3	80.3	187.3 ^c	40.0 ^c	11.3	238.6
CN3	39.7	10.7 ^a	3.7	54.1	99.7 ^a	21.7 ^{ab}	9.7	131.1
Gemiddeld	46.2	12.2	4.2	62.5	118.2	24.0	10.2	152.3
P-waarde	0.039	0.009	0.224		0.039	0.009	0.224	
Lsd	39.01	9.16			39.01	9.16		

* verschillende letters geven een verschil in rest-N (kg/ha) aan per kolom (0-30 cm, $p < 0.039$; 30-60, $p < 0.009$; 60-90 cm, n.s.), a= laagste rest-N, en c de hoogste rest-N.

Tabel 10 laat duidelijk zien dat de gewassen geteeld bij het lage bemestingsniveau voor de drie bodemlagen 0-30, 30-60 en 60-90 cm gemiddeld 2 tot 2,5 maal lagere hoeveelheden rest-N in de bodem hebben nagelaten dan bij het hoge bemestingsniveau. Maïs en alle sorghumrassen hebben in de bodemlaag 0-30 cm bij een hoger N-niveau ($N = 110$ vs 70 kg N/ha) een significant hogere rest-N/ha ($p < 0.001$; lsd: 22.52). Alle sorghumrassen hebben ook voor de bodemlagen 30-60 en 60-90 cm een hogere rest-N bij 110 versus 70 kg N/ha ($p < 0.001$; lsd: 22.52), maar dit geldt niet voor maïs. Er was voor alle drie bodemlagen (0-30, 30-60 en 60-90 cm) geen interactie aanwezig tussen ras en N-niveau (respectievelijk: $p < 0.191$; $p < 0.351$; $p < 0.170$)

4 Discussie

4.1 Gewasontwikkeling en weersomstandigheden

Aantal planten per hectare

Het grote verschil in plantaantal heeft een aantal oorzaken. Op 16 mei 2018 is voor de eerste keer gezaaid. In de tweede helft van mei zijn er een paar stevige buien gevallen. Het gevolg was dat er een korst op het gezaaide proefveld zichtbaar werd. Zoals eerder vermeld is op 18 mei 2018 het herbicide Wing P toegediend. Het was niet geheel duidelijk of de slechte opkomst het gevolg was van de korstvorming of van het effect van Wing P of van beide. Vanuit de praktijk is bekend dat bij toepassing van Wing P gevolgd door veel neerslag opkomstproblemen optreden. Er is besloten om op 4 juni opnieuw te zaaien.

Het gewenste aantal planten (275.000/ha) voor sorghum werd door C7 wederom niet bereikt, maar varieerde van 50.000 tot 110.000 planten per hectare. Het kan zijn dat het nieuwe C7-zaad bij het overzaaien op 4 juni 2018 gevoeliger is voor restanten van Wing P in de bodem dan de andere sorghumrassen. Daarnaast kan het zo zijn dat de kiemkracht van het zaad tegenviel.

Het is aan te bevelen om ook meer aandacht te besteden aan een juiste wijze van bodemvoorbereiding ofwel het zaaiklaar maken van de bodem, waarbij de bodem op juiste diepte wordt bewerkt, waarna de bodem een bepaalde verdichting wordt gegeven waarop het te kiemen zaad zich kan vastzetten om wortel te schieten. Naast de bodem is ook de zaaimachine belangrijk. Dit moet bij voorkeur een precisiezaaimachine met een zaaischijf zijn die goed passend is voor het kleine sorghumzaad. Het voordeel van deze machine is dat het zaad overal op 2 à 3 cm diep wordt gezaaid en dat ook het zaad bij elke rij op dezelfde afstand kan worden gezaaid, waardoor de verdeling over het veld optimaal is. Bij het huidige onderzoek is gezaaid met een graanzaaimachine (Amazone AD-P 303 met voorzetwoeler en rotorkopeg). Het resultaat was goed, maar de machine kan in de rij de zaden niet op gelijke afstand van elkaar zaaien. Als laatste is aandacht voor een hoog kiempercentage belangrijk, omdat dan de verdeling het meest optimaal wordt. In de praktijk moet dit kiempercentage bekend zijn – ook wanneer het kiemgetal relatief laag is – zodat de hoeveelheid te zaaien zaad per hectare dan berekend kan worden met het 1000-korrelgewicht met een eventuele correctie voor het lage kiemgetal.

Gewasstand, lengte, bloei, droogtestress, groen blad en deegrijpheid

Op 1 augustus 2018 is de gewasstand bepaald van alle rassen. C7 bleek er niet goed bij te staan door de slechte opkomst, waardoor er open plekken waren. Little Giant en de maïs bleken er het beste bij te staan door de relatief snelle beginontwikkeling in het bedekken van het veld. Bij maïs viel daarbij ook de snelle lengtegroei op (verreweg de langste), terwijl Little Giant betrekkelijk kort bleef (raseigenschap). Het percentage van de planten dat de bloeiwijze liet zien was bij maïs 100% en bij C1 88%. Dit bloeipercentage geeft een indicatie voor rijpheid, wat betekent dat deze rassen het eerst geoogst kunnen worden. Verder is droogtestress van de rassen beoordeeld, waarbij niet alleen gekeken werd naar de kleur (bruin of groen), maar ook naar verwelking van plantedelen. Bij het eerste oogsttijdstip – 11 september – is opnieuw beoordeeld op dezelfde kenmerken maar werd i.p.v. droogtestress gekeken naar welk percentage van het blad groen was. De gewasstand bleek voor alle rassen goed te zijn, de lengtes waren verder toegenomen, maar wat opvalt is dat maïs en C1 relatief het minst waren doorgegroeid, respectievelijk 3,7% en 10,2% ten opzichte van de lengte die 1 augustus al was bereikt. Ook hadden de maïs en C1 de laagste groen-blad-percentages, namelijk 40% resp. 50% (bij 70 kg N/ha en 40% resp. 25% bij 110 kg N/ha). Wellicht is met de kenmerken relatieve lengtegroei en percentage groen blad het optimale oogstmoment te bepalen. Het optimale oogstmoment was zeker niet 11 september met drogestofpercentages van respectievelijk 40,9% en 47,9% (tabel 7), maar waarschijnlijk een paar weken eerder. Hierbij zal ook het droge en warme weer van invloed zijn geweest (zie tussenkopje 'Het weer'). De vraag is dan bij welk percentage groen blad geoogst zou kunnen worden. De rassen C7, CN3 en AS 16149 laten groen-blad-percentages zien van resp. 94,3%, 83,3% en 89,3% met drogestofpercentages van respectievelijk 42,8%, 41,0% en 38,1%

(oogstdatum: 27 september, 70 kg N/ha). Hieruit blijkt dat niet rechtstreeks uit de groen blad percentages is af te lezen of een ras oogstrijp is.

Op dit moment worden maïs- en sorghumrassen in de praktijk op oogstrijpheid beoordeeld door de gehele kolf (maïs) en onderste rijen korrels van de bloeiwijze te beoordelen op deegrijpheid (korrel indrukken tussen duim en wijsvinger), waarbij de korrel goed indrukbaar is en er geen vocht meer mag uittreden. Oogstrijpheid betekent dat een gewas niet alleen het juiste drogestofgehalte heeft (ca. 36% voor maïs; voor sorghum is dit nog niet duidelijk), maar dat ook de belangrijkste voederwaardekenmerken (Re, Rc, suiker, zetmeel, Vcos en ADL) optimaal zijn (zie tussenkopje 'Opbrengsten, voederwaarde en N-niveau').

Het weer

Het groeiseizoen 2018 was warm met weinig neerslag (tabel 6). In juni en juli, de periode van waterbehoefte voor de wortelgroei en de stengelstrekking van het gewas, was de neerslag het laagst. Zowel de hoge temperaturen als het geringe beschikbare vocht stellen hoge eisen aan de plant. In de eerste plaats zal een plant bij hoge omgevingstemperaturen meer vocht in het opgewarmde blad hebben dan bij lagere omgevingstemperaturen (Byrt et al., 2011). Dat maakt het vochtverschil blad-lucht ook groter. Daarom verdampen deze bladeren meer dan bladeren in de schaduw. In de tweede plaats zal, om vochtafgifte te beperken, de plant proberen te overleven en zichzelf beschermen door zoveel mogelijk de huidmondjes te sluiten. Dit betekent minder doorstroming van waterdamp en opname van CO₂ uit de lucht. De zuigspanning in de plant die wordt veroorzaakt door de afgifte van voldoende waterdamp zal daardoor afnemen en de plant zal vanwege minder water- en CO₂-opname weinig of niet groeien. C4-planten kunnen met deze omstandigheden goed omgaan vanwege de specifieke bouw van de huidmondjes en chemische omzetting van CO₂ in HCO₃⁻, waardoor de CO₂-concentratie in het interne huidmondje laag blijft en de CO₂-spanning tussen dit huidmondje en de buitenlucht groter is dan bij C3-planten (Byrt et al., 2011). Huidmondjes van C4-planten kunnen bij hoge temperaturen en een hoge gewasverdamping met het even open gaan van de huidmondjes daardoor voldoende CO₂ binnen krijgen. In het huidige onderzoek bleef de plant bovendien goed doorgroeien door de goede capillaire werking van de lössbodem en de goede bodemstructuur.

4.2 Opbrengsten, voederwaarde en N-niveau

In het algemeen kan gezegd worden dat bij een bemestingsniveau van 70 kg N/ha de drogestofgehalten van alle rassen te hoog waren bij de oogst, met uitzondering van Little Giant die met 25,8% ds een te laag drogestofgehalte realiseerde.

De sorghumrassen reageerden verschillend op de twee toegediende bemestingsniveaus die gebruikt zijn in het huidige onderzoek. Vier van de vijf sorghumrassen hebben hogere, maar niet altijd significante drogestofopbrengsten, maar het maïsras en één sorghumras (AS 16149) hebben lagere drogestofopbrengsten bij het lage N-niveau. De graan-sorghumtypes – C1, C7 en CN3 – rijpen eerder af bij 70 kg N/ha ten opzichte van 110 kg N/ha, gelet op de hogere drogestofgehalten. Het onderzoek laat zien dat dit gevolgen heeft voor de voederwaardeparameters Re, zetmeel, Vcos, Rc en ADL berekend in de droge stof. De gehalten aan ruw eiwit en zetmeel waren bij genoemde rassen bij 70 kg N/ha hoger dan bij 110 kg/ha, respectievelijk 23%, 10% en – 4% (Re), en 78%, 49% en 36% (zetmeel). Daarentegen zijn de gehalten aan ruwe celstof en ADL lager, respectievelijk 31%, 32%, 15% (Rc), en 7%, 26% en 11% (ADL). Hogere eiwit- en zetmeelgehalten en lagere Rc- en ADL-gehalten geven hogere Vcos-gehalten. De Vcos-gehalten van C7 en CN3 zijn dan ook hoger bij 70 kg N/ha, resp. 7% en 4%. Het Vcos-percentages van C1 was echter lager, veroorzaakt door het nogal lagere suikergehalte (61%) bij 70 kg N/ha t.o.v. 110 kg N/ha. Little Giant had te lage zetmeelgehalten, vooral tot uiting komend bij 110 kg N/ha, AS 16 149 had hoge drogestofproducties bij beide N-niveaus, maar de lage zetmeelgehalten en hoge ruwe celstof- en ADL-gehalten veroorzaken lage Vcos-gehalten (62 tot 63,7 %).

De conclusie luidt dat er voor de graan-sorghumgewassen een maximum geldt aan toegediende kg N/ha. Het laagste bemestingsniveau (70 kg N/ha) geeft voor deze rassen hogere drogestofopbrengsten, betere voederwaardekenmerken (Re, Rc, zetmeel, Vcos en ADL) en een lagere rest-N/ha dan een bemestingsniveau van 110 kg N/ha (zie ook kopje 'Rest-N en N-niveau').

4.3 Rest-N en N-niveau

Op lössgronden worden regelmatig nog overschrijdingen van de norm van 50 mg nitraat/liter gevonden. Maïs is één van de gewassen, die moeilijk aan de norm kan voldoen. Het zou interessant zijn om te onderzoeken of sorghum dit wel kan. Het huidige onderzoek kan de vergelijking van het voldoen of het overschrijden van de norm niet opleveren omdat niet gewerkt is met bodemstikstofoverschotten/ha, die de som zijn van toegediende N/ha minus de afgevoerde N/ha door de geoogste gewassen. Om een uitspraak te doen over het mogelijk effect van de sorghumteelt op nitraatverlies is de rest-N in de bodemlaag 0-90 cm bepaald. Hoe lager de rest-N in die bodemlaag hoe kleiner de kans op nitraatuitspoeling.

Voor het huidige onderzoek kan vermeld worden dat bij het bemestingsniveau van 70 kg N/ha in de bodemlaag 0-90 cm na de teelt van het sorghumras AS 16149 35 kg rest-N/ha, van de groep 'Little Giant', C1 en CN3', gemiddeld 56.5 kg rest-N/ha en van C7 80.3 kg N/ha overblijft. Bij 110 kg N/ha zijn de gemiddelden voor genoemde groepen sorghum respectievelijk 109.7, 119.6 en 238.6 kg rest-N/ha. Na de teelt van maïs blijft in de bodemlaag 0-90 cm bij het bemestingsniveau van 70 kg N/ha, 90.3 kg rest-N/ha achter en bij 110 kg N/ha, 119.3 kg rest-N/ha.

De conclusie luidt dat - bij een bemestingsniveau van 70 kg N/ha -, de rest-N (kg N/ha) in de bodem na de oogst van het sorghumras AS 16149 61% lager was dan die van maïs, van de groep sorghumrassen 'Little Giant, C1 en CN3' 37% lager was dan die van maïs, en van het sorghumras C7 11% lager was dan die van maïs. Bij de stikstofgift van 110 kg N/ha blijkt het omgekeerde het geval te zijn, m.u.v. één sorghumras: na de oogst zijn de rest-N/ha van AS 16149, de groep 'Little Giant, C1 en CN3' en C7 respectievelijk 9% lager, 25% hoger en 100% hoger dan die van maïs. Het is aan te bevelen om de graansorghumgewassen niet te zwaar te bemesten (meer dan 70 kg N/ha), omdat anders (te) grote hoeveelheden rest-N/ha achterblijven in de bodem na de oogst.

5 Conclusies en aanbevelingen

Gewasontwikkeling

- Het is aan te bevelen om naast het juiste zaaitijdstip aandacht te besteden aan het voorbereiden van een goed zaaibed (2 à 3 cm zaaidiepte) en bij voorkeur te zaaien met een precisiezaaimachine. Kennis over het kiempercentage van het zaad en het 1000-korrelgewicht, rijafstand en afstand tussen planten in de rij is noodzakelijk om een goede plantverdeling te krijgen.
- Aan het einde van het groeiseizoen kan gelet worden op tijdstip van bloei en percentage groen blad. Echter, voor het bepalen van het oogsttijdstip is het deegrijpe stadium van de gehele kolf (maïs) of de onderste lagen korrels van de bloeiwijze bij sorghum het meest betrouwbare beoordelingscriterium.
- Er is nog veel onbekendheid over het gebruik van herbiciden en gewasbeschermingsmiddelen in de sorghumteelt. Het is aan te bevelen om hiernaar onderzoek op te zetten.
- Het droge weer met hoge temperaturen gaf door de goede bodemstructuur geen vochttekort bij de planten, omdat de capillaire werking van de lössbodem goed bleef.

Opbrengsten en N-niveau

- De drogestofopbrengsten van maïs, Little Giant, AS 16149, C1, C7 en CN3 waren bij 70 kg N/ha 16.2, 12.7, 17.6, 12.6, 14.5 en 19.2 ton ds/ha, en bij 110 kg N/ha respectievelijk 19.9, 12.5, 20.2, 12.0, 12.8 en 16.3 ton ds/ha. Onder de weers- en bodemomstandigheden in 2018 lijkt er voor de drogestofproductie van de graan-sorghumgewassen Little Giant, C1, C7 en CN3 op lössgrond een maximum te gelden aan toegediende kg N/ha.
- De gemiddelde opbrengst van maïs en alle sorghumrassen was bij 70 kg N/ha: 16,2 en 15,3 ton ds/ha en bij 110 kg N/ha: 19,9 en 14,7 ton ds/ha.
- De graan-sorghumtypes – C1, C7 en CN3 – rijpen eerder af bij 70 kg N/ha dan bij 110 kg N/ha. Deze rassen waren daardoor bij het lage N-niveau te laat geoogst.

Voederwaardes en N-niveau

- Ondanks het droge en warme weer realiseerde maïs bij 70 en 110 kg N/ha resp. 16 en 20 ton ds/ha met Vcos-percentages van 78 % en 79%, Re-gehalten van 58 en 59 g/kg ds en zetmeelgehalten van 267 en 230 g/kg ds.
- De sorghumrassen hadden bij bemesting van 70 kg N/ha ten opzichte van 110 kg N/ha een gemiddelde hogere opbrengst (15 vs 13 ton ds/ha), een gelijk Re-gehalte (91 g/kg ds), een hoger zetmeelgehalte (238 vs 173 g/kg ds), een vrijwel gelijk Vcos-gehalte (67 vs 66%), een lager Rc-gehalte (206 vs 232 g/kg ds) en een lager ADL-gehalte (25 vs 27 g/kg ds).
- De Vcos-gehalten van maïs en de sorghumrassen Little Giant, C1, C7 en CN3 waren bij 70 kg N/ha respectievelijk: 78.1, 71.9, 60.6, 74.3 en 68.2%. De Vcos-gehalten van maïs en de sorghumrassen zijn bij 110 kg N/ha gelijk of hoger dan bij 70 kg N/ha, maar voor C7 en CN3 respectievelijk 7% en 4% lager.
- Het ras AS 16149 gaf echter bij 110 kg N/ha ten opzichte van 70 kg N/ha hogere gehalten Re (28%), zetmeel (51%) en Vcos (3%) en lagere gehalten Rc (19%) en ADL (9%).

Rest-N in bodem

- Na de teelt en bij het bemestingsniveau van 70 kg N/ha heeft het sorghumras AS 16149 in 2018 in de bodemlaag 0-90 cm 35 kg rest-N/ha, de groep 'Little Giant, C1 en CN3' gemiddeld 56.5 kg rest-N/ha en het ras C7 80.3 kg rest-N/ha over. Bij 110 kg N/ha zijn de gemiddelden voor genoemde groepen sorghum respectievelijk 109.7, 119.6 en 238.6 kg rest-N/ha.
- Na de teelt van maïs bleef in de bodemlaag 0-90 cm bij het bemestingsniveau van 70 kg N/ha, 90.3 kg rest-N/ha achter en bij het bemestingsniveau van 110 kg N/ha, 119.3 kg rest-N/ha.
- De vijf sorghumrassen hadden bij een stikstofgift van 70 kg N/ha gemiddeld 37% minder rest-N/ha dan bij maïs. Bij de stikstofgift van 110 kg N/ha bleek het omgekeerde het geval te

zijn: in 2018 hadden de vijf sorghumrassen op lössgrond gemiddeld 33% meer rest-N/ha dan bij maïs.

- Maïs heeft ten opzichte van alle sorghumrassen bij bemesting van 70 kg N/ha voor de bodemlagen 0-30, 30-60 en 60-90 cm respectievelijk de hoogste, de op één na hoogste en de hoogste rest-N/ha. Echter bij bemesting van 110 kg N/ha heeft maïs t.o.v. alle sorghumrassen resp. de op één na laagste, de laagste en de op één na laagste rest-N/ha.
- gebaseerd op het resultaat van 2018 met de gunstige drogestofopbrengsten en voederwaarden, en een lagere rest-N (kg/ha) van de graan-sorghumrassen bij 70 kg N/ha ten opzichte van 110 kg N/ha, is het aan te bevelen is om het N-bemestingsniveau op lössgrond te beperken tot 70 kg N/ha.

Het onderzoek toont aan dat er nog meer gedegen landbouwkundig onderzoek nodig is voor optimalisatie van de sorghumteelt in Nederland, vooral op het gebied van optimale plantdichtheid, zaaibedbereiding, zaaidiepte, zaaitijdstip, N-niveau, rest-N, onkruidbestrijding en gewasbescherming, bodemerosie. Het is aan te bevelen ook onderzoek te doen naar het inkuilen van sorghum, voeropname en dierprestaties.

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.
- Byrth, C.S., C.P.L. Grof & R.T. Furbank, 2011. C4 Plants as Biofuel Feedstocks: Optimising biomass production and feedstock quality from a lignocellulosic perspective. *J. Integr. Plant Biol.* 53(2), 120–135.
- Deru, J., S. van de Goor, N. van Eekeren, A. De Vliegheer, J. Pannecoucq & 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.
- Handboek Melkveehouderij, 2017/18. Bodem en water, figuur 1.2.
- Handboek Waarneming KNMI, 2005. Hoofdstuk 7, pag. 5. Versie april 2005, 1-23 pp.
- Kasper, G.J., 2017. Teelt van sorghum als voedergras lijkt perspectiefvol in Nederland, Rapport 1064, 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.
- Raeven, P., 2017. Tussenrapportage en accenten Limburgse Land- en Tuinbouw Loont (LLTL2).
- Van Eekeren, N., S. van de Goor, A. De Vliegheer, J. Pannecoucq, B. Vandecasteele & J. Van Waes, 2017. Perspectieven van rassen en gewasrotatie in beeld. *V-focus juni 2017*, p. 22-23.
- Van de Goor, S., N. van Eekeren, A. De Vliegheer, J. Pannecoucq, 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.

Bijlage 1 Rest-N en N-niveau

Rest-N in bodem per ras en N-niveau

Ras	Blok	Rest-N in bodem (kg/ha)					
		Bemesting: 70 kg N/ha			Bemesting: 110 kg N/ha		
		0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
Maïs	1	101	17	11	67	13	2
Little Giant	1	32	7	2	97	21	7
AS 16149	1	21	4	2	93	24	6
C1	1	41	16	4	129	31	11
C7	1	62	25	2	182	51	13
CN3	1	51	10	2	111	35	8
AS 16149	2	16	6	2	62	9	9
C7	2	48	11	2	136	16	10
C1	2	63	18	5	125	26	16
Maïs	2	73	10	5	139	13	13
CN3	2	44	14	5	101	17	13
Little Giant	2	13	2	2	194	20	17
C1	3	34	11	5	94	26	14
C7	3	67	18	6	244	53	11
AS 16149	3	46	6	2	97	21	8
CN3	3	24	8	4	87	13	8
Little Giant	3	70	14	7	92	17	8
Maïs	3	25	22	7	77	25	9
Gemiddeld		46	12	4	118	24	10

Bijlage 2 Aantal planten

Aantal planten per strekkende meter per locatie en per hectare per veld

Veld	Ras	plek 1	plek 2	plek 3	plek 4	totaal	pl./ha
1	maïs	6	10	10	8	34	113331
2	Little Giant	8	9	5	10	32	320000
3	AS 16149	7	9	4	11	31	310000
4	C1	9	13	15	9	46	460000
5	C7	3	2	1	4	10	100000
6	CN3	20	16	16	17	69	690000
7	AS 16149	11	9	9	11	40	400000
8	C7	2	3	2	4	11	110000
9	C1	14	11	16	12	53	530000
10	maïs	8	10	10	9	37	123330
11	CN3	15	17	19	15	66	660000
12	Little Giant	8	8	10	7	33	330000
13	C1	14	11	10	7	42	420000
14	C7	0	2	2	1	5	50000
15	AS 16149	8	7	9	9	33	330000
16	CN3	11	12	17	15	55	550000
17	Little Giant	8	8	11	5	32	320000
18	maïs	10	8	7	7	32	106664

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.

