



Louis Bolk
Instituut

In samenwerking met

ILVO
Instituut voor Landbouw-
en Visserijonderzoek

Sorghum als aanvullend ruwvoergewas

Proeven met bemesting en rassen in Nederland en Vlaanderen

Maaïke van Agtmaal, Joachim Deru,
Joke Pannecouque, Nick van Eekeren



Provincie Noord-Brabant

© 2019 Louis Bolk Instituut

Sorghum als aanvullend ruwvoergewas - Proeven met bemesting en rassen in Nederland en Vlaanderen

Maaïke van Agtmaal¹, Joachim G.C. Deru¹,
Joke Pannecoucq², Nick van Eekeren¹

¹ Louis Bolk instituut ² ILVO

Publicatienummer 2019-009 LbD

24 pagina's

Deze publicatie is beschikbaar via
www.louisbolk.nl/publicaties

www.louisbolk.nl

info@louisbolk.nl

T 0343 523 860

Kosterijland 3-5

3981 AJ Bunnik

 @LouisBolk

Louis Bolk Instituut: Onderzoek en advies ter bevordering van duurzame landbouw, voeding en gezondheid

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
2 Stikstofbenutting van Sorghum	9
2.1 Inleiding	9
2.2 Materiaal en methoden	9
2.3 Resultaten	10
2.4 Conclusies en perspectief	12
3 Rassenvergelijkingsproef	13
3.1 Inleiding	13
3.2 Materiaal en methode	13
3.3 Resultaten	14
3.4 Conclusies	16
4 Rassenvergelijking van sorghum op 4 proeflocaties in 2018	19
4.1 Inleiding	19
4.2 Materiaal en methode	19
4.3 Resultaat	19
4.4 Conclusies	22
5 Conclusies en perspectief	23
5.1 Bemesting	23
5.2 Veredeling	23
5.3 Overkoepelende analyse rassen in Nederland en België	24
5.4 Perspectief	24

Samenvatting

Sorghum is een gewas dat qua groeiwijze en teelt lijkt op maïs. Het is in beeld als aanvullend ruwvoergewas op melkveebedrijven naast gras en maïs. Het kan in rotatie met maïs geteeld worden en hiermee de nadelen van continue teelt maïs, zoals afname bodemkwaliteit, mogelijk voorkomen. Het gewas sorghum heeft twee typen, de zetmeeltypen (*Sorghum bicolor*) en de structuurtypen (*Sorghum sudanese*). In dit onderzoek worden de perspectieven van de teelt van sorghum beeld gebracht.

N bemesting

Een belangrijk onderdeel van het onderzoek naar de teeltaspecten van sorghum is de stikstofefficiëntie. Dit werd in een bemestingsproef onderzocht met twee typen sorghum en met maïs als referentiegewas. Naast de vraag wat de stikstofbenutting van sorghum is werd er ook gekeken naar optimale bemesting van sorghum en het risico op nitraatuitspoeling. Maïs had in de proef de beste stikstofrespons, de meeropbrengst bij extra bemesting was het hoogst. Echter hierin speelt mogelijk ook het effect van de zeer droge zomer en de keuze voor bemesting met kunstmest mee. Het sorghum structuurtypeperas had een betere stikstofrespons dan het zetmeeltype ras. Het N-mineraal niveau na de oogst was ruim onder de norm, wel werd er in sorghum een hoger N-mineraal gemeten dan in de maïs.

Rassenvergelijking

Sorghum is als gewas volop in ontwikkeling in Nederland. Welke rassen het meest geschikt zijn voor het Nederlandse klimaat is in een rassenvergelijksproef getest. Acht sorghumrassen en maïs als referentie gewas werden vergeleken op opbrengst en voederwaarde. Binnen de verschillende geteste sorghumrassen waren er grote verschillen in opbrengst, zetmeelgehalte en verteerbaarheid. Het structuurtypeperas had een hoge opbrengst maar een lagere verteerbaarheid, een aantal zetmeeltypen had juist een hoog zetmeelgehalte. Maïs was over de breedte vergelijkbaar met sorghum, zowel de opbrengst, VCOS en het suiker+zetmeelgehalte was overeenkomend met de zetmeeltypen.

Rassenvergelijk van sorghum op vier locaties

In 2018 werden op vier locaties in Nederland en België verschillende sorghumrassen getest. De verschillende rassenvergelijksproeven zijn onderling vergeleken en verschilden door verschillen in grondsoort en beregening sterk onderling. Het structuurtypeperas kwam qua opbrengst in alle proeven het beste naar voren. Het zetmeeltypeperas C7 had over de hele linie de beste zetmeelopbrengsten.

Conclusie en perspectief

De resultaten van de verschillende proeven gepresenteerd in dit rapport bevestigen de potentie voor sorghum als derde ruwvoergewas in Nederland. Er zijn een aantal rassen be-

schikbaar die goed scoren op opbrengst of zetmeelgehalte. Wel is het gewas nog niet ontwikkeld, de teeltaspecten van sorghum zijn nog niet geoptimaliseerd en ook in de veredeling is er nog winst te halen in opbrengst en stikstofefficiëntie. Door vooruitgang in kennis en ontwikkeling en de beschikbaarheid van goed scorende rassen wordt de teelt van sorghum steeds praktijkrijper.

1 Inleiding

Sorghum, een van oorsprong Afrikaans graanras, maakt langzaam zijn entree in Nederland. Het gewas is in beeld als aanvullend ruwvoergewas op melkveebedrijven naast gras en maïs. De vraag naar een derde ruwvoergewas komt voort uit het feit dat de continue teelt van maïs op termijn risico loopt op opbrengstderving door de afname van de bodemkwaliteit, waaronder bodemorganischestof. Ook zijn er aanhoudende zorgen over de mogelijke milieuaspecten van maïsteelt en met name de mogelijk negatieve effecten op waterkwaliteit door nitraatuitspoeling. Deze ontwikkelingen leiden naar het zoeken naar een aanvullend gewas dat de potentie heeft vergelijkbare opbrengst te halen als maïs.

Verschillende eigenschappen van sorghum maken het een goede kandidaat voor teelt als derde ruwvoergewas in de melkveehouderij. De teelt van sorghum kan de rotatie met maïs verruimen en nadelen van continu maïsteelt mogelijk voorkomen. De droogtetolerantie en ziekteresistentie van sorghum bieden perspectief maar het gewas is nog niet uitontwikkeld. Keerzijde is dat sorghum minder koudetolerantie is dan maïs. Hierdoor moet sorghum in Nederland later worden gezaaid (12-14° C bodemtemperatuur, zaaidatum vanaf half mei), en blijft de groei achter of is de afrijping onvoldoende bij een koude/natte zomer.

Ook uit proeven blijkt dat sorghum potentie heeft. Qua opbrengst en voederwaarde is er het vooruitzicht om op den duur te concurreren met snijmaïs. Sorghum is echter als gewas nog volop in ontwikkeling. Zowel in de optimalisatie van de teeltaspecten als in de veredeling worden er elk jaar stappen gezet. Beide aspecten komen ook in voorliggend rapport aan de orde. In de proef in Moergestel stond bemesting centraal. Daarnaast zijn in een rassenproef acht sorghumrassen getest, voortbouwend op rassenproeven die vanaf 2013 in Nederland en België zijn uitgevoerd. De verschillende rassenproeven van 2018 in Nederland en Vlaanderen (vier locaties, ILVO, WUR en Louis Bolk) zijn daarnaast ook samen geanalyseerd.

2 Stikstofbenutting van Sorghum

2.1 Inleiding

Een belangrijk aspecten van het lopende sorghumonderzoek is de stikstofefficiëntie. Het hier beschreven onderzoek richt zich op de stikstofbenutting van sorghum ten opzichte van mais, op de vraag wat de optimale bemesting is voor sorghum en op het risico van nitraat-uitspoeling bij sorghumteelt.

Proefopzet

Er is een proef opgezet met twee sorghumrassen en mais als referentie. Sorghum wordt onderverdeeld in zetmeeltypen (*Sorghum bicolor*) en structuurtypen (*Sorghum sudanese*). Om de stikstofbenutting van verschillende typen sorghum mee te nemen in het onderzoek werd er een in Nederland verkrijgbaar zetmeeltype (*Sorghum bicolor*, C7) en een structuurtype (*Sorghum sundanhybride*, NutriHoney) geselecteerd voor de proef.

2.2 Materiaal en methoden

Proefveld

Het proefveld bevond zich in Moergestel op zandgrond op een perceel met een geschiedenis van langjarig bouwland (>20 jaar, NLV van 43 kg N/ha). Rondom het proefveld werd mais geteeld. Er zijn 2 sorghumtypen met mais als referentie getest, met 3 verschillende niveaus van bemesting in 4 herhalingen. Daarmee telde het proefveld 36 proefplotjes. Elk proefplotje was 3,5 meter breed en 5 meter lang, en telde 7 rijen (rijafstand 50 cm breed, zowel voor mais als voor sorghum).

Zaaien

Op 23 mei 2018 werd met een precisie-handzaaimachine gezaaid op een diepte van 2 tot 3 cm. Rekeninghoudend met uitval en gebaseerd op de kiemtoets en het 1000-korrelgewicht is 20% meer gezaaid dan de gewenste plantdichtheid. Vervolgens is na kieming handmatig teruggedund tot de gewenste plantdichtheid (110.000 planten per ha voor mais en 225.000 per ha voor sorghum).

Bemestingstrappen

Voorafgaand aan de proef was het proefveld niet bemest. Na het zaaien werd er bemest in drie N niveaus doormiddel van het breedwerpig strooien van KAS.

- 140 kg N/ha
- 70 kg N/ha
- 0 kg N/ha

Als aanvulling hierop is op alle plots in gelijke hoeveelheid kalisulfaat (600 kg/ha) en TSP 40 kg/ha toegediend.

Onkruidbestrijding

Er zijn geen herbicide gebruikt, het proefveld is met de hand gewied.

Weersomstandigheden

Door het natte voorjaar en zeer warme en droge zomer is het land relatief laat bewerkt en heeft de sorghum na inzaai tot eind augustus geen regen gehad. In deze periode is er drie maal beregend.

Oogst

Er is op 12 september 2018 geoogst. Per plot werd 3 x 3 m rij geoogst. Hiervan werd het aantal planten geteld (hoofdstengels en zijscheuten apart) en vers gewicht bepaald. Van iedere 3 x 3 m zijn willekeurig negen planten genomen, daarvan is na het hakselen een mengmonster genomen. Dit monster is bij Eurofins (Wageningen) geanalyseerd op droge stof (DS) gehalte, N totaal, VCOS (Tilley & Terry) en zetmeel (zetmeel enzymatisch).

N-mineraal in de bodem

De N-mineraalbepaling werd direct na de oogst op 12 september, per veld op drie dieptes in bodem uitgevoerd: 0-30, 30-60, 60-90 cm. Het doel van deze bepaling is om de hoeveelheid minerale reststikstof in de bodem bij verschillende bemestingsniveaus en rassen te bepalen en onderling te vergelijken. Deze reststikstof vóór het winterseizoen is een maat voor de potentiële N uitspoeling.

Statistische analyse

Met behulp van ANOVA werden effecten van gewastypen en bemestingsniveau's getest voor de DS opbrengst, N opbrengst, N-mineraal in de bodem, en voederwaarde.

2.3 Resultaten

	Gewas	Mais			Sorghum graantype C7			Sorghum structuurtype NH			p-waarden		
		0	70	140	0	70	140	0	70	140	Gewas	N gift	Gewas*N gift
Opbrengst & N-mineraal	Opbrengst (ton ds ha-1)	13,4	19	21,1	12,4	13,2	14,6	10,8	15,7	15,3	< 0,001	< 0,001	0,05
	Droge stof (%)	32,1	35,9	35,6	29	28,1	28,5	27,8	29,4	28,5	0,002	ns	ns
	N gehalte (g kg ds-1)	8,4	9,6	11,4	10,1	11,5	13,3	8,4	10,1	12,8	< 0,001	< 0,001	ns
	N opbrengst (kg N ha-1)	114	184	239	126	151	194	92	159	192	0,015	< 0,001	ns
	N-mineraal (kg N ha-1)	19	21	31	18	26	59	10	12	29	< 0,001	< 0,001	0,018
	AEN kg ds meeropbrengst kg N-1		80	29		11	20		69	0			
Voederwaarde & verteerbaarheid	VCOS (%)	81	80	80	71	71	70	65	65	65	< 0,001	ns	ns
	Zetmeel (g kg ds-1)	339	369	388	326	311	313	198	268	242	< 0,001	ns	ns
	Suiker (g kg ds-1)	97	74	77	51	60	68	119	85	77	< 0,001	ns	0,037

Drogestof-opbrengst

Mais had bij elk stikstofniveau de hoogste opbrengst. Extra stikstofbemesting had bij het zetmeeltype (ras C7) 0,75-1,5 ton meeropbrengst per hectare tot gevolg. Opvallend was dat er bij de structuurtype (ras NutriHoney) een vergelijkbare opbrengst werd gehaald bij 70 kg stikstof/ha als bij 140 kg/ha.

Stikstofopbrengst

De stikstofopbrengst is berekend met de drogestof-opbrengst en de stikstofgehalte van het geoogste gewas. De stikstofopname volgde in alle drie de gewassen het stikstofbemestingsniveau. Zonder (stikstof) bemesting had het zetmeeltype sorghum de hoogste stikstofopname in het geoogste gewas, gevolgd door maïs en het structuurtype sorghum. Bij het structuurtype sorghum was er geen verschil in drogestof-opbrengst maar wel een verschil in N opbrengst, wat erop duidt dat de opgenomen stikstof niet is omgezet in bovengrondse biomassa.

Meeropbrengst bij hogere stikstofbemesting

Om een schatting te hebben van de stikstofbenutting van de verschillende gewassen in deze proef hebben we de meeropbrengst per kilo stikstofbemesting berekend voor de verschillende bemestingsniveaus. Dit is AEN genoemd (Agronomic Efficiency of applied Nitrogen = verschil in opbrengst gedeeld door verschil in N bemesting). Op grond van de AEN gaf maïs de beste stikstofrespons met 80 kg droge stof meeropbrengst per kg stikstof bij stap 0-70 kg en 28,5 kg ds bij 70-140 kg N. Ook het structuurtype sorghum had een hoge stikstof efficiëntie bij 70 kg N bemesting, namelijk 68,6 kg ds per kg N, maar had geen meeropbrengst bij de stap 70 naar 140. Het zetmeeltype sorghum had een beperktere stikstof respons met 11,4 en 20 kg droge stof toename per kg N bij de stap 0-70 kg N en stap 70-140 kg N, respectievelijk.

N-mineraal

De N-mineraal gehalten gemeten bij de oogst volgden voor elk ras de stikstofgift en bleven in alle gevallen onder de streefwaarde van 90 kg N-mineraal in de laag 0-90 cm die in België wordt gehanteerd. De hoogste waarden werden gemeten bij het zetmeeltype sorghum met 140 kg N bemesting. Dit is een indicatie dat bij het hoogste stikstofniveau relatief minder stikstof is opgenomen en omgezet in biomassa. De lage waarde bij het structuurtype sorghum voor N-mineraal in combinatie met een lagere opname in geoogste gewas kunnen een aanduiding zijn dat bij dit sorghumtype meer stikstof in wortelstelsel is opgenomen die niet is gemeten.

Voederwaarde: VCOS en zetmeelgehalte

Maïs had de hoogste verteringscoëfficiënt van de organische stof (VCOS), gevolgd door het zetmeeltype sorghum. De verteerbaarheid van het structuurtype sorghum was iets lager. De zetmeelgehalten volgen eenzelfde patroon, zowel maïs als het zetmeeltype sorghum hadden een hoog zetmeelgehalte (338-388 gram per kilo droge stof voor maïs en 310-325 gram voor het zetmeeltype sorghum). Het structuurtype sorghum had een grotere variatie in het zetmeelgehalte en daar lag het zetmeelgehalte met 198-268 gram per kg droge stof ook wat lager, zeker bij de onbemeste proefvelden.

2.4 Conclusies en perspectief

- Uit het eerste seizoen van dit onderzoek blijkt dat stikstofbenutting van sorghum ten opzichte van dat van mais lager is.
- In hoeverre de droogte van afgelopen zomer hierin een rol heeft gespeeld moet uit vervolgonderzoek blijken.
- Het structuurtype sorghum heeft een hogere stikstofefficiëntie dan het zetmeeltype sorghum maar dit is alleen zichtbaar bij een stikstofgift van 70 kg.
- Het zetmeeltype sorghum heeft een hoger zetmeelgehalte en VCOS dan het structuurtype sorghum. Werkelijke verteerbaarheid in de pens moet in de toekomst met voedingsproeven worden vastgesteld.
- Het N-mineraal niveau in de bodem bij oogst is onder de 50 mg nitraat uitspoelingsnorm
- Vervolgstappen in de veredeling van sorghum hebben de uitdaging om de opbrengst en stikstofbenutting verder te verhogen.

3 Rassenvergelijkingsproef

3.1 Inleiding

Elk jaar worden in de veredeling stappen gezet richting nieuwe sorghumrassen die mais kunnen evenaren qua opbrengst en voederwaarde. Door de geringere koudetolerantie ligt de zaaidatum van sorghum echter later dan mais wat gevolgen heeft voor de afrijping van het gewas. Ook dit aspect wordt in de veredeling meegenomen. In de hier beschreven rassenproef is getest welke (nieuwe) rassen en welke rassen die in ontwikkeling zijn, geschikt zijn voor het Nederlandse klimaat.

Proefopzet

In de rassenproef in 2018 zijn acht sorghumrassen/lijnen en één maïsras getest op opbrengst en voederwaarde. Het gewas sorghum heeft twee typen, de zogenoemde zetmeeltypen (*Sorghum bicolor*) en de zogenoemde structuurtypen (*Sorghum sudanese*). Deze typen onderscheiden zich door een hogere zetmeelproductie (*Sorghum bicolor*) of juist voor biomassa en structuurrijk voer (*Sorghum sudanese*). Rassen van beide typen zijn opgenomen in de proef.

3.2 Materiaal en methode

Proefveld

In Erp werd een proefveld aangelegd in het midden van een gangbaar maisperceel, waar in 2017 aardappels zijn geteeld. In totaal werden er 8 verschillende sorghumrassen met maïs als referentie getest in 3 herhalingen. Het proefveld bestond uit 3 blokken van 9 plotjes van elk 2,5 meter breed en 6 meter lang. Elk proefveldje had 5 rijen met 50 cm rijafstand; de maïs werd hier ook op 50 cm rijafstand gezaaid.

Zaaien

Op 22 mei 2018 werd het proefveld ingezaaid met een precisie-handzaamachine 2 tot 3 cm diep. Er werd 20% meer ingezaaid dan de gewenste plantdichtheid van 225.000 plan-

Tabel 1. Overzicht maïs en sorghumrassen in 2018

Soort	Ras	Eigenaar	1000	kiemtoets	Plantdichtheid
			korrelgewicht	%	(doel)
			g		per ha (x1000)
Maïs	LG30209	Limagrain	363	95	110
Sorghum	C7	Hoeve Dierkensteen	30	92	225
Sorghum	Vegga	RAGT seeds	23	80	225
Sorghum	STH 18 014	DSV	28	83	225
Sorghum	STH 15 120	DSV	30	83	225
Sorghum	STH 18 013	DSV	33	97	225
Sorghum	STH 16 149	DSV	24	99	225
Sorghum	STH 18 001	DSV	27	92	225
Sorghum	STH 15 009	DSV	29	94	225

ten. Dit was gebaseerd op de kiemtoets en het 1000-korrelgewicht. Hiermee is rekening gehouden met uitval. Vervolgens werd na kieming handmatig terug gedund tot de gewenste plantdichtheid (225.000 per ha voor sorghum/110.000 per ha voor maïs).

Bemesting

Het proefveld werd bemest met 40 kuub runderdrijfmest en daarnaast werd er 100 kg KAS/ha en 600 kg kalisulfaat/ha breedwerpig gestrooid.

Onkruidbestrijding

Er werden geen herbiciden gebruikt, het proefveld werd met de hand gewied en geschoffeld.

Weersomstandigheden

Door de warme en droge zomer heeft het in het gehele groeiseizoen van sorghum niet of nauwelijks geregend. Er werd drie maal beregend.

Oogst

Er werd op 10 september geoogst. Per plot werd drie maal 4 m rij geoogst. Hiervan werd het aantal planten geteld en het vers gewicht bepaald. Van iedere geoogste rij zijn willekeurig drie planten genomen met een totaal van 12 per plot. Deze 12 planten zijn gehakseld van waaruit een mengmonster is genomen. Hiervan werd bij Eurofins (Wageningen) het gehalte droge stof (DS), N totaal, VCOS (Tilley & Terry) en zetmeel (zetmeel enzymatisch) bepaald.

Statistische analyse

Met behulp van ANOVA werden verschillen tussen de rassen in opbrengst, droge stof, en voederwaarde getest op significantie.

3.3 Resultaten

Drogestofopbrengst

De gemiddelde DS-opbrengst per ras lag tussen de 10,8 en de 16,5 ton per hectare (Tabel 2). De maïsopbrengst van 12,7 ton was daarin gemiddeld. Het structuurtype sorghum ras STH 16 149, had een significant hogere DS-opbrengst dan alle andere rassen. Dit ras had door uitstoeling ook een hoger stengelaantal per hectare. De DS-opbrengsten van de overige rassen, varieerde van 10,8 tot 13,1 ton per hectare maar waren niet significant verschillend van elkaar. Door omstandigheden waren meerdere rassen waren nog niet helemaal afgerijpt omdat de oogst aan de vroege kant lag voor een aantal sorghumrassen en de maïs. Dit was per ras verschillend, te zien aan de DS percentages die varieerden van 24,3% voor Vegga tot 35% voor C7. Dit is ook terug te zien in de suikergehaltes die in de maïs (LG30209) en Vegga hoog lagen.

Tabel 2. Oogstresultaten: Drogestof %, opbrengst en aantal stengels per hectare in 2018

Ras	gewas	ds%	t ds/ha	stengels/ha (x1000)
LG30209	mais	28,4	12,7	106
C7	sorghum	35,0	11,8	199
Vegga	sorghum	24,3	10,8	205
STH 18 014	sorghum	35,1	13,1	227
STH 15 120	sorghum	33,4	12,9	209
STH 18 013	sorghum	30,2	12,7	217
STH 16 149	sorghum	34,7	16,5	280
STH 18 001	sorghum	30,6	11,7	207
STH 15 009	sorghum	26,4	12,3	217

Voederwaarde

De voederwaarde laat duidelijke rasverschillen zien. Het zetmeelgehalte is het hoogst in C7, gevolgd door STH 18 014. Deze beide rassen hadden een significant hoger zetmeelgehalte dan mais (Tabel 3). Daarnaast had C7 een significant hoge zetmeelgehalte vergeleken met Vegga, STH 16 149 en STH 15 009. Werden de zetmeelgehaltenes en de suikergehaltenes samengenomen dan verschuift dit beeld enigszins. Door de latere afrijping van een aantal rassen waaronder mais is daar het suikergehalte relatief hoog. Zetmeel en suiker samengenomen heeft C7 nog steeds een significant hogere waarde dan de andere sorghumrassen op STH 18 001 en STH 18 014 na. Bij de verteringscoëfficiënt van de organische stof (VCOS) was er een duidelijk onderscheid te zien tussen het structuurtype STH 16 149 enerzijds en de zetmeelrassen anderzijds. STH 16149 had een significant lagere verteerbaarheid dan de andere rassen (Tabel 4).

Tabel 3. Voederwaarde gegevens van mais en sorghum in 2018

Ras	Gewas	N-totaal	VCOS	Suiker	Zetmeel	Suiker+zetmeel
LG30209	Maïs	11	75	275	62	337
C7	Sorghum	16	74	143	245	387
Vegga	Sorghum	17	74	217	34	251
STH 18 014	Sorghum	16	74	131	199	330
STH 15 120	Sorghum	18	69	101	128	229
STH 18 013	Sorghum	17	71	145	106	251
STH 16 149	Sorghum	14	61	106	100	206
STH 18 001	Sorghum	14	73	154	140	293
STH 15 009	Sorghum	13	71	189	51	240

Tabel 4. ANOVA en Tukey HSD resultaten tussen de verschillende rassen in opbrengst, zetmeel, suiker + zetmeel en VCOS

Opbrengst	Mais	C7	Vegga	STH 18014	STH 15120	STH 18013	STH 16149	STH 18001
Mais								
C7	Ns							
Vegga	Ns	ns						
STH 18014	Ns	ns	ns					
STH 15120	Ns	ns	ns	ns				
STH 18013	Ns	ns	ns	ns	ns			
STH 16149	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01		
STH 18001	Ns	ns	ns	ns	ns	<0,01	ns	
STH 15009	Ns	ns	ns	ns	ns	<0,01	ns	ns

Zetmeel	Mais	C7	Vegga	STH 18014	STH 15120	STH 18013	STH 16149	STH 18001
Mais								
C7	0,01							
Vegga	Ns	<0,01						
STH 18014	0,06	ns	ns					
STH 15120	Ns	ns	ns	ns				
STH 18013	Ns	0,05	ns	ns	ns			
STH 16149	Ns	0,04	ns	ns	ns	Ns		
STH 18001	Ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	
STH 15009	Ns	<0,01	ns	ns	ns	Ns	ns	ns

Zetmeel + Suiker	Mais	C7	Vegga	STH 18014	STH 15120	STH 18013	STH 16149	STH 18001
Mais								
C7	Ns							
Vegga	Ns	0,04						
STH 18014	Ns	ns	ns					
STH 15120	Ns	0,01	ns	ns				
STH 18013	Ns	0,04	ns	ns	ns			
STH 16149	0,06	<0,01	ns	ns	ns	Ns		
STH 18001	Ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	
STH 15009	Ns	0,02	ns	ns	ns	Ns	ns	ns

VCOS	Mais	C7	Vegga	STH 18014	STH 15120	STH 18013	STH 16149	STH 18001
Mais								
C7	Ns							
Vegga	Ns	ns						
STH 18014	Ns	ns	ns					
STH 15120	Ns	0,05	ns	0,05				
STH 18013	Ns	ns	ns	ns	ns			
STH 16149	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		
STH 18001	Ns	ns	ns	ns	ns	Ns	<0,01	
STH 15009	Ns	ns	ns	ns	ns	Ns	<0,01	ns

3.4 Conclusies

- Er was veel variatie in de opbrengst, het zetmeelgehalte en de VCOS over de geteste sorghumrassen. Dit verschil komt door verschillen in afrijping maar ook door verschil in genetische achtergrond. Het structuurtype heeft een hogere biomassa maar een lagere verteerbaarheid, een aantal zetmeeltypen heeft juist een hoog zetmeelgehalte.

- Het sorghumras STH 16 149 van het structuurtype had de hoogste opbrengst in droge stof per hectare en biedt perspectief voor structuurrijk ruwvoer.
- Het sorghumras C7 van het zetmeeltype had het hoogste zetmeel en zetmeel+suiker gehalte en biedt perspectief voor zetmeelrijk ruwvoer.
- Mais is qua opbrengst, VCOS en suiker+zetmeelgehalte vergelijkbaar met de meeste sorghumrassen van het zetmeeltype. Bij de oogst was de maïs echter nog niet geheel afgerijpt.

4 Rassenvergelijking van sorghum op 4 proeflocaties in 2018

Ism: Gerrit Kasper WUR Livestock Research

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden vier rassenproeven vergeleken die in 2018 verspreid in Nederland en Vlaanderen hebben plaatsgevonden.

4.2 Materiaal en methode

Vier rassenproeven

In 2018 werden op vier locaties sorghumrassen getest, zowel van het zetmeeltype als van het structuurtype. Alle proeven waren in minimaal 3 herhalingen uitgevoerd. Als referentiegewas werd er in elke proef maïs geteeld. Het aantal geteste rassen verschilde per proef. In de vergelijking van de verschillende rassen zijn alleen de sorghumrassen meegenomen die in minimaal drie van de vier proeflocaties werden getest. Van elk ras werd naast de opbrengst ook het zetmeelgehalte (zetmeel enzymatisch) en VCOS (Tilley & Terry) bepaald.

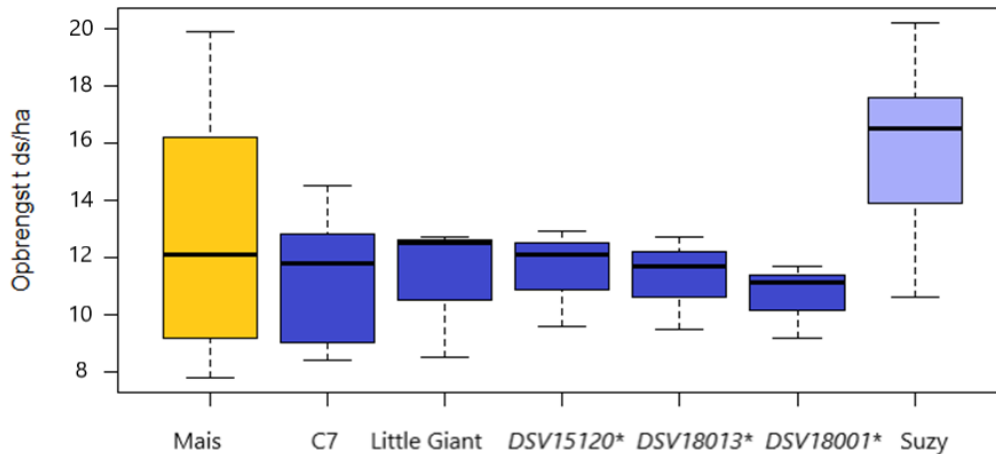
Tabel 5. Overzicht van de verschillende sorghumproeven.

Locatie	Grondsoort	Maisrassen	Sorghumrassen	N-niveau	Berekening	Instituut
Bassevelde	zand	2	13	130	Nee	ILVO (B)
Woudenberg	zand	1	5	70	Nee	WUR
Erp	zand	1	8		Ja	Louis Bolk
Wijnandsrade	löss	1	5	110	Nee	WUR

Van alle gegevens van de verschillende proeven werd er een overall opbrengst-, zetmeelgehalte- en VCOS- analyse gedaan (ANOVA en TukeyHSD posthoc test) om te bepalen welk gewas over de breedte het beste scoorde. Naast de overall analyse van alle sorghumrassen werd er ook gekeken naar opbrengst per locatie, per grondsoort en per gewastype

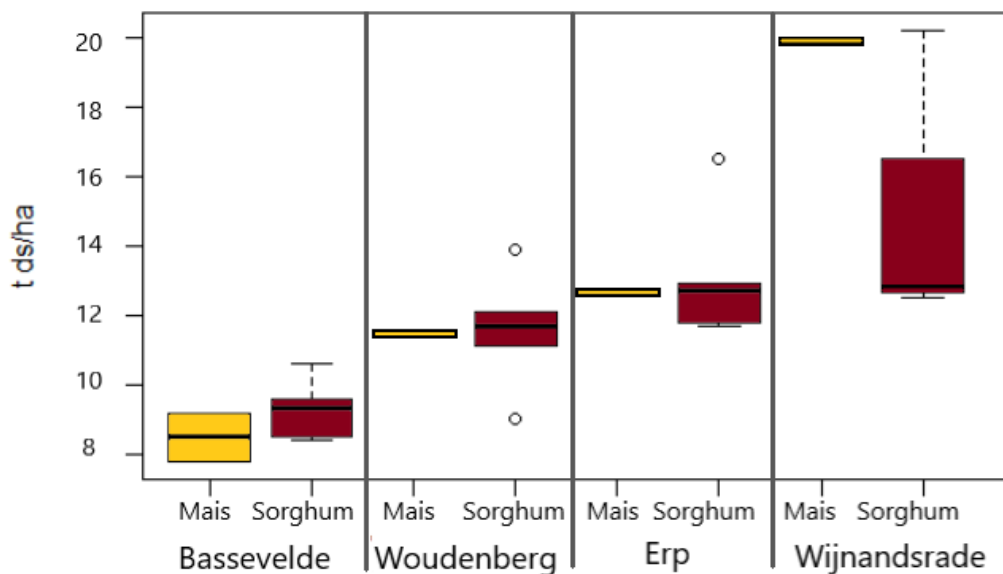
4.3 Resultaat

Door de verschillen per proefveld was er een grote spreiding in opbrengst per hectare (zie Figuur 1 en 2). Zo liep de maïsoopbrengst van 8 ton ds per hectare in Vlaanderen tot 20 ton ds op de lössgrond van Wijnandsrade. De opbrengst was mede daardoor tussen maïs en de sorghum zetmeeltypes niet significant verschillend en lag rond de 12 ton ds per hectare. De opbrengst van het sorghum structuurtype ras Suzy was hoger met een opbrengst van 16 ton ds per hectare. Dit is niet significant verschillende van maïs maar wel significant hoger dan de opbrengst van de sorghum zetmeeltypen.



Figuur 1. Opbrengst van mais en verschillende sorghumrassen. Geel is mais, donkerblauw zijn de zetmeeltypen, lichtblauw is een structuurtype. *Rassen in testfase.

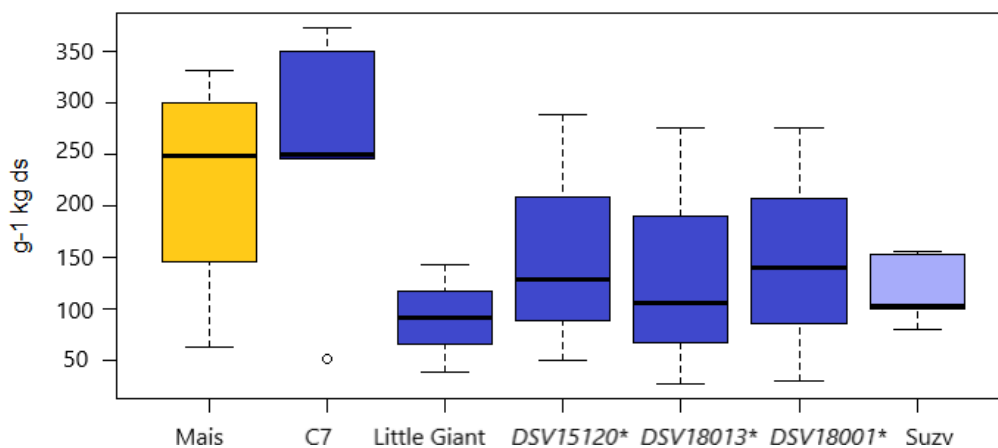
De opbrengst verschilde sterk per proeflocatie. Dit komt deels door de droge zomer van 2018 die een groot effect had, vooral in Bassevelde. Ook speelde het verschil in grondsoort een rol. De lössgrond in Wijnandsrade gaf een betere mais- en sorghumopbrengst dan de zandgronden waar de andere proeven plaatsvonden ($p < 0.001$).



Figuur 2. Opbrengst van mais en verschillende sorghumrassen per proeflocatie: Bassevelde (droge zandgrond), Woudenberg (zand), Erp (zand) en Wijnandsrade (löss). Geel is mais, rood is sorghum alle rassen samengenomen.

Zetmeelgehalte

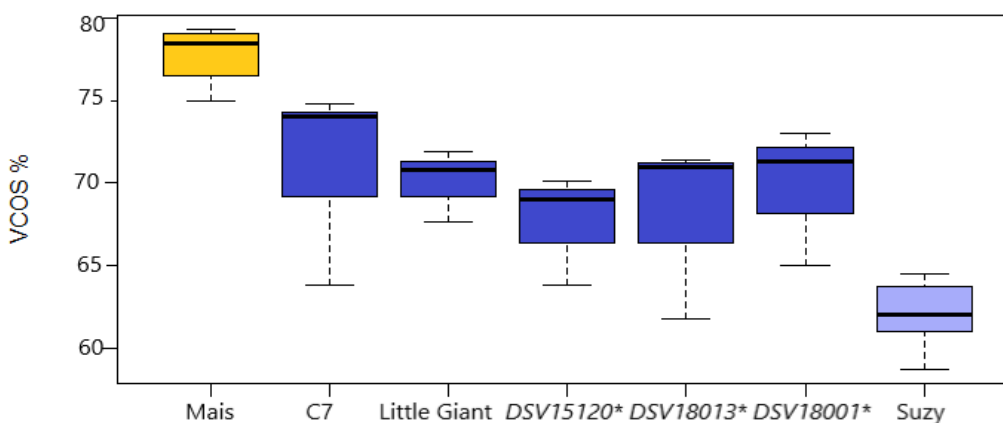
Qua zetmeelgehalte sprong het sorghumras C7 van het zetmeeltype er duidelijk bovenuit, deze had het hoogste gehalte van alle geteste rassen. De overige rassen bleven qua zetmeelgehalte achter bij de C7 en de mais.



Figuur 3. Zetmeelgehalte van mais en de verschillende sorghumrassen Geel is mais, donkerblauw zijn de zetmeeltypen, lichtblauw is het structuurtype. *Rassen in testfase.

Verteerbaarheid organische stof (VCOS)

Er waren grote verschillen in verteerbaarheid tussen de twee sorghumtypen. De zetmeeltypen hadden een duidelijk betere verteerbaarheid dan het structuurtype. Het structuurtype had een hogere biomassa maar in verhouding minder zetmeel en lagere verteerbaarheid.



Figuur 4. Veteerbaarheid (VCOS met Tilley en Terry) van mais en sorghumrassen. Geel is mais, donkerblauw zijn de zetmeeltypen, lichtblauw is een structuurtype *Rassen in testfase.

Tabel 6. ANOVA en Tukey HSD resultaten van de verschillende gewassen, grondsoorten en proefveldlocaties.

gewas 1	gewas 2	opbrengst	VCOS	zetmeel
Mais	Sorghum bicolor bicolor	ns	ns	ns
Mais	Sorghum bicolor sudanese	ns	p<0,002	ns
Sorghum bicolor bicolor	Sorghum bicolor sudanese	p<0,013	ns	ns
grondsoort 1	grondsoort 2	opbrengst	VCOS	zetmeel
Zand	loss	p<0,001	ns	ns

proefveld locatie 1	proefveld locatie 2	opbrengst	VCOS	zetmeel
Bassevelde	Woudenberg	ns	p<0,03	ns
Bassevelde	Erp	p<0,012	ns	ns
Wijnandsrade	Bassevelde	p<0,001	ns	ns
Erp	Woudenberg	ns	ns	ns
Wijnandsrade	Woudenberg	p<0,01	ns	ns
Wijnandsrade	Erp	ns	ns	ns

4.4 Conclusies

- Er was veel variatie in de opbrengst, het zetmeelgehalte en de VCOS van de sorghumrassen. Ook waren er verschillen tussen proeflocaties en grondsoorten. Daarnaast speelde de droogte op het Vlaamse proefveld in Bassevelde parten in de opbrengst die flink lager was dan op de andere locaties.
- Het sorghum structuurtype van het ras Suzy gaf de hoogste opbrengst in droge stof per hectare (vergelijkbaar of hoger dan mais) en biedt perspectief voor structureel ruwvoer.
- Het sorghum zetmeeltype C7 had een vergelijkbaar zetmeelgehalte dan mais en biedt perspectief voor zetmeelrijk ruwvoer.
- Sorghumrassen voor de Nederlandse markt zijn volop in ontwikkeling en scoren op zandgrond op de meeste aspecten vergelijkbaar met mais. Hiermee biedt sorghum perspectief voor verruiming van de vruchtwisseling in de melkveehouderij zonder te moeten inleveren op ruwvoerkwaliteit en -kwantiteit.

5 Conclusies en perspectief

5.1 Bemesting

- Er waren verschillen tussen de typen sorghum in stikstofefficiëntie. Zonder bemesting ont-trok het sorghumras C7 van het zetmeeltype het meeste stikstof uit de bodem, meer als het sorghum structuurtype en de mais. Het sorghumras NutriHoney van het structuurtype had een hogere stikstofefficiëntie dan het sorghum zetmeeltype (*S. bicolor*, C7) maar dit was alleen zichtbaar bij een stikstofgift van 70 kg. Mais had de beste stikstofrespon-s, de meeropbrengst bij extra bemesting was hier het hoogst. Er ligt vooral een uitdaging voor de veredeling van sorghum om de opbrengst en stikstofbenutting te verhogen.
- Uit de bemestingsproef in Moergestel bleek dat de stikstofbenutting van sorghum ten opzichte van mais lager is. Dit was mogelijk ook (deels) een gevolg van de droge zomer. Daarnaast was er in de proef gekozen voor bemesting met kunstmest. Dit heeft mogelijk invloed gehad op de stikstofopname. Gangbare bemesting met drijfmest zorgt namelijk voor een meer geleidelijke beschikbaarheid tijdens het groeiseizoen. Omdat sorghum normaliter langer blijft doorgroeien dan mais geeft een latere stikstofbeschikbaarheid mogelijk een stikstofbenutting ten gunste van sorghum.
- Het N-mineraal niveau in de bodem bij oogst was voor zowel sorghum als maïs ruim on-der de uitspoelingsnorm die gehanteerd wordt in Vlaanderen. Wel was er in de sorghum meer N-mineraal aanwezig dan bij de maïs
- Er is vervolgonderzoek nodig om het effect van de droogte, maar ook het effect van teelttechnische aspecten zoals getrapte bemesting (N-beschikbaarheid) en het effect op de ondergrondse biomassa verder te onderzoeken.

5.2 Veredeling

- Er ligt een uitdaging voor de veredeling om een van oorsprong tropisch gewas verder geschikt te maken voor teelt in Nederland.
- Binnen de rassen was er een grote spreiding in de opbrengst, het zetmeelgehalte en de VCOS. Dit verschil komt voort uit verschillende genetische achtergronden van de rassen maar ook door verschillen in afrijping. Het structuurtype had een hoge opbrengst maar een lagere verteerbaarheid, een aantal zetmeeltypen had juist een hoog zetmeelge-halte.
- Maïs was in het experiment qua opbrengst, VCOS en suiker+zetmeelgehalte vergelijk-baar met de meeste sorghumrassen van het zetmeeltypen. Bij de oogst was de maïs echter nog niet geheel afgerijpt.
- Om sorghum tot een succesvol gewas te maken in Nederland moet veredelingsonder-zoek zich voornamelijk richten op opbrengst, koudegevoeligheid en voederwaarde.

5.3 Overkoepelende analyse rassen in Nederland en België

- Er was veel variatie tussen de verschillende proeflocaties. De opbrengst, het zetmeelgehalte en de VCOS van de sorghumrassen verschilden per proef onder andere door verschillen in grondsoorten maar ook door beregening. Met name op het Vlaamse proefveld in Bassevelde speelde de droge zomer parten in de opbrengst die flink lager was dan op de andere locaties.
- Het sorghumras Suzy van het structuurtype (eerder bekend onder STH 16149 en komend jaar op de markt beschikbaar) gaf de hoogste opbrengst per hectare (vergelijkbaar of hoger dan maïs) en biedt perspectief voor structuurrijk ruwvoer. Het sorghumras C7 van het zetmeeltype had een vergelijkbaar of hoger zetmeelgehalte dan maïs en biedt perspectief voor zetmeelrijk ruwvoer.
- Sorghumrassen voor de Nederlandse markt zijn volop in ontwikkeling en scoren op zandgrond op de meeste aspecten vergelijkbaar met maïs.

5.4 Perspectief

- De resultaten van de hier gepresenteerde proeven bevestigen het potentieel van sorghum in opbrengst en voederwaarde als aanvulling op de teelt van snijmaïs.
- Het gewas sorghum is nog in ontwikkeling. De essentiële teeltaspecten zijn nog niet in de volle breedte bekend. Veel teeltaspecten moeten nog worden geoptimaliseerd door middel van onderzoek en ervaring in het veld. Hierin valt te denken aan zaaitijdstip, zaaidichtheid, onkruidbeheersing, bemesting, beregening en oogst, maar ook de plaats in de vruchtwisseling.
- Het aanbod in het aantal sorghumrassen die qua opbrengst en voederwaarde goed scoren ten opzichte van maïs groeit. Door de vooruitgang in kennis en beschikbaarheid van rassen wordt de teelt van sorghum steeds praktijkrijper.
- Er zijn een aantal blinde vlekken in de kennis over sorghum, onder meer wat de bijdrage van sorghum in het rantsoen kan zijn. Onder andere de werkelijke verteerbaarheid in de koe moet nog worden onderzocht.