



Sorghumsilage voor melkvee

Voeropname, melkproductie en resultaten van verteringsonderzoek

Arie Klop, Martine Bruinenberg

Openbaar
Rapport 1421



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Sorghumsilage voor melkvee

Voeropname, melkproductie en resultaten van verteringsonderzoek

Arie Klop¹, Martine Bruinenberg²

¹ Wageningen Livestock Research

² Louis Bolk Instituut

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research en Louis Bolk Instituut als deelproject van de 4-jaarlijkse Privaat Publieke Samenwerking (PPS) "Meervoudig doelbereik sorghum in de melkveehouderij". Deze PPS werd gefinancierd door de Topsector Agri & Food, ZuivelNL, Melkveefonds en door eigen bijdragen van betrokken bedrijven. Bij de uitvoering van het onderzoek waren betrokken CAZV, DSV Zaden Nederland B.V., Dusormil sorghums en Hoeve Dierkensteen.

Wageningen Livestock Research
Wageningen, augustus 2023

Rapport 1421



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Louis Bolk
Instituut

Klop, A., Bruinenberg M., 2023. *Sorghumsilage voor melkvee; voeropname, melkproductie en resultaten van verteringsonderzoek*. Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1421.

Samenvatting NL In dit rapport zijn de voeraspecten beschreven van sorghumsilage, die naar voren zijn gekomen in een vierjarig onderzoeksprogramma. Sorghumsilage conserveert goed na inkuilen en is een smakelijk ruwvoer voor melkvee. Aanvullend verteringsonderzoek heeft geleid tot voederwaardekengetallen voor sorghumsilage. Deze kengetallen kunnen in rantsoenoptimalisaties in de praktijk worden gebruikt. Sorghumsilage heeft potentie als nieuw voedergewas voor de rundveehouderij.

Summary UK. This report describes the feeding aspects of sorghum silage, which emerged from a four-year research program. Sorghum silage preserves well after ensiling and is a palatable roughage for dairy cattle. Additional research on digestibility has led to nutritional feed evaluation values for sorghum silage. These values can be used in ration formulations under practical conditions. Sorghum silage has potential as a new feedstuff in cattle farming.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/631020> of op www.wur.nl/livestock-research (onder Wageningen Livestock Research publicaties).



Dit werk valt onder een Creative Commons Naamsvermelding-Niet Commercieel 4.0 Internationaal-licentie.

© Wageningen Livestock Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2023

De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

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.

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.

Openbaar Wageningen Livestock Research Rapport 1421

Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 Overzicht uitgevoerde onderzoek	11
2.1 Algemeen	11
2.2 Conservering	11
2.3 Verteringsonderzoek schapen	12
3 Vertering koe (<i>in sacco</i> onderzoek)	13
3.1 Algemeen	13
3.2 Materiaal en methoden	13
3.3 Resultaten	13
4 Productieproef melkvee	15
4.1 Algemeen	15
4.2 Materiaal en methoden	15
4.2.1 Proefopzet productieproef	15
4.2.2 Rantsoensamenstelling productieproef	16
4.2.3 Waarnemingen productieproef	17
4.2.4 Analyse	18
4.3 Resultaten productieproef	18
4.3.1 Algemeen	18
4.3.2 Voeropname en melkproductie	19
4.3.3 Methaanmetingen	22
4.3.4 Mestscore	23
5 Discussie	24
6 Conclusies en aanbevelingen	27
Praktijkervaringen van twee veehouders	28
- Melkkoeien; een smakelijke structuurbron met hoge voederwaarde	28
- Melggeiten; actieve en fitte geiten met sorghum	29
Literatuur	30
Bijlage 1 Conserveringsonderzoek	31
Bijlage 2 Verteringsonderzoek	32
Bijlage 3 Chemische samenstelling en voederwaarde ruwvoermonsters	33
Bijlage 4 Chemische samenstelling en voederwaarde van overige voeders	34



Woord vooraf

Sorghum is een relatief nieuw gewas voor de ruwvoederteelt in Nederland, dat qua groeiwijze en teelt lijkt op maïs. Voor verder gebruik in de praktijk, is er behoefte aan kennis over de effecten van sorghumsilage in het rantsoen op de voeropname, melkgift, melksamenstelling en voerefficiëntie van melkvee. Daarnaast ontbrak het aan kennis en kwantitatieve informatie over de enterische methaanvorming in de melkveehouderij bij het opnemen van sorghumsilage in de voeding. In een vierjarig onderzoek met sorghumsilage is de in vitro verteerbaarheid, pensafbraak en de in vivo verteerbaarheid met behulp van hamels (schapen) bepaald. Daarnaast heeft er een productieproef met sorghumsilage op Dairy Campus plaatsgevonden. De resultaten zijn gerapporteerd in onderliggend rapport en hebben geresulteerd in twee productbladen voor de CVB voederwaardetabel.

Dit onderzoek maakte deel uit van een vierjarige Privaat Publieke Samenwerking (PPS) "Meervoudig doelbereik sorghum in de melkveehouderij". Deze PPS werd gefinancierd door de Topsector Agri & Food, ZuivelNL, Melkveefonds en door eigen bijdragen van betrokken bedrijven. Bij de uitvoering van het onderzoek waren betrokken de bedrijven CAZV, DSV Zaden Nederland B.V., Dusormil Sorghums, Hoeve Dierkensteen, en de kennisinstellingen Wageningen Livestock Research en het Louis Bolk Instituut.

Onze speciale dank gaat uit naar Gerrit Kasper die de eerste fase van het onderzoek heeft uitgevoerd. Daarnaast naar Nic Boerboom en Roy Kuenen van DSV Zaden en Walter de Milliano van Hoeve Dierkensteen voor de begeleiding bij de teelt van de sorghumsilage die voor de verschillende proeven is gebruikt; Henk Schilder van Wageningen Livestock Research en Tim van Summeren van CZAV voor de monsternamen van de verschillende sorghumpartijen; En last but not least naar de staf van Dairy Campus voor de uitvoering van de productieproef.

Arie Klop
Martine Bruinenberg





Samenvatting

Sorghum is als graangewas van groot belang voor de voedselvoorziening in veel landen in Afrika en Azië. Het gewas is nog vrij onbekend als voedergewas voor herkauwers waarbij de gehele plant wordt geoogst en ingekuuld. Toch werd sorghum in Tsjechië in 1920 al geteeld als voedergewas voor het vee. Sinds 2005 is er in Nederland aandacht gekomen voor sorghum als voedergewas. Snijmais is al decennia lang het belangrijkste energierijke voedergewas met een hoge opbrengst. Toch kent de teelt van snijmais beperkingen, het gewas is gevoelig voor droogte en voor plaaginsecten als de maisstengelboorder en de maiswortelkever. Sorghum lijkt beter bestand tegen droogte en is minder gevoelig voor de bovengenoemde plaaginsecten. Nadelen van sorghum zijn, de trage beginontwikkeling en variabele opbrengsten.

Binnen de 4-jarige Publiek Private Samenwerking (PPS) "Meervoudig doelbereik sorghum in de melkveehouderij" is veel onderzoek gedaan naar allerlei aspecten van dit voedergewas. Naast ras, bodem en teelaspecten is onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om sorghumsilage toe te passen in rantsoenen voor melkvee. In dit rapport wordt ingegaan op de verteerbaarheid van sorghumsilage en op de resultaten van een proef met melkkoeien, waarbij snijmais is vervangen door sorghum in vier verschillende verhoudingen.

Sorghum wordt op dezelfde wijze geoogst en ingekuuld als snijmais. Wel verdient de korrelkneuzing extra aandacht bij sorghum, omdat de korrels van sorghum heel klein zijn en intacte korrels niet of slecht verteren als ze hardrijp zijn. De conservering van sorghumsilage is vergelijkbaar met snijmais. Het drogestofgehalte mag niet te laag zijn, omdat dan perssapverliezen kunnen optreden. Bij de conservering ontstaan voldoende conserveringsproducten zoals melkzuur en azijnzuur waardoor het product goed verzuurt.

Voor het berekenen van een juiste voederwaarde is verteringsonderzoek gedaan met schapen en koeien. De verteringscoëfficiënt van de organische stof lag voor de monsters gemiddeld iets lager in vergelijking met snijmais, rasverschillen en afrijpingstadium spelen hierbij ongetwijfeld een rol. De verteerbaarheid van celwanden (NDF) varieerde van ca. 44-52%. De zetmeel afbraak in de pens van koeien verliep voor de onderzochte monsters traag, met een hoge zetmeelbestendigheid tot gevolg. De berekende VEM waarde van de onderzochte sorghumsilages varieerde van 780-830 VEM, dat is lager dan de tabelwaarde van snijmais (865 VEM).

Sorghumsilage heeft een gunstig effect op de voeropname. Bij het hoogste aandeel sorghumsilage was de voeropname van het totale rantsoen ca. 0,8 kg ds hoger in vergelijking met eenzelfde hoeveelheid snijmais. Dat kan duiden op een goede smakelijkheid van sorghumsilage. Het effect van de hogere voeropname kwam niet tot uiting in een hogere melkproductie, die was namelijk 1 kg lager op het rantsoen met het hoogste sorghumsilage aandeel. Door kleine (niet significante) verschillen in de gehalten was de gecorrigeerde melkproductie (FPCM) niet verschillend tussen de behandelingen. In de productieproef met melkvee was het melkureum gehalte hoger bij meer sorghumsilage in het rantsoen, wat mogelijk het effect was van een tragere afbraak van zetmeel in de pens bij rantsoenen met sorghumkuil.

De gemeten methaan emissies lieten zien dat er geen verschil was tussen de behandeling voor de totale methaan productie (in g CH₄/dag), voor de methaan opbrengst (g CH₄/kg ds) maar wel voor de methaan intensiteit (g CH₄/kg FPCM). Het verschil in methaan intensiteit kwam door verschillen in melkproductie. De methaan opbrengst was voor alle behandelingen vrijwel gelijk met een gemiddelde van 20,6 g CH₄/kg ds. Dat zou kunnen betekenen dat de emissie factor (EF) voor sorghumsilage vrijwel gelijk zou moeten zijn aan de waarde voor de in deze proef gevoerde snijmaiskuil. Overigens hoeft de methaanvorming in de pens bij een sorghum of snijmaisrantsoen niet op dezelfde manier te verlopen. Immers de afbraak van zetmeel afkomstig van sorghumkuil verloopt trager, en de lagere NDF verteerbaarheid betekent ook minder afbraak van NDF in de pens.

Uit de mestbeoordeling kwam naar voren dat de mest dikker is bij veel sorghumkuil in het rantsoen, wat ook in de praktijk wordt gezien. In de praktijk wordt sorghumkuil als een waardevolle aanvulling op het rantsoen voor melkkoeien en melkgeiten ervaren.

1 Inleiding

Sorghum behoort tot de vijf belangrijkste graangewassen ter wereld, in Afrika is het zelfs het belangrijkste graangewas (Kasper, 2017). Het gewas is van cruciaal belang voor het levensonderhoud in landen in Afrika en Azië op kleine boerderijen met lage input-condities. In Nederland is de teelt van graansorghum zeer beperkt.

Al sinds 1920 is sorghum in Tsjechië, als eerste land in Europa, ook als voedergras toegepast. Tegenwoordig is sorghum als voedergras in vrijwel alle Europese landen bekend, maar het totale areaal is nog zeer beperkt. Sinds 2005 is er belangstelling voor sorghumteelt in Nederland en wordt er geëxperimenteerd met sorghum als voedergras voor rundvee, waarbij -vergelijkbaar met snijmais- de gehele plant wordt geoogst en ingekuuld. Dit opent mogelijkheden om het gewas op te nemen als extra voedergras – naast gras en snijmais – in de Nederlandse veehouderij.

Er zijn aanwijzingen dat de sorghumplant diep en intensief wortelt en daardoor kan het een alternatief voedergras zijn voor de drogere gronden. Door de intensieve beworteling gaat het gewas efficiënt om met nutriënten en water, hoewel ook sorghum bij droogte opbrengstverlies zal geven. De plant lijkt bovendien minder gevoelig voor de maïsstengelboorder en de maïswortelkever. Een nieuw gewas als sorghum draagt bij aan verruiming van de biodiversiteit en vruchtwisseling. Het gewas heeft ook nadelen, zoals de koudegevoeligheid, een trage beginontwikkeling en variabele opbrengsten en voederwaarde. Veredelingsbedrijven ontwikkelen daarom nieuwe rassen die geschikt zijn als voedergras en een hoge constante opbrengst geven.

Binnen de 4-jarige Publiek-Private Samenwerking (PPS) "Meervoudig doelbereik sorghum in de melkveehouderij"¹ is recent onderzoek gedaan naar allerlei aspecten van de teelt van sorghum, onderverdeeld in werkpakketten (WP's):

- WP 1: Perspectief, milieu- en klimaateffecten: een literatuurstudie is uitgevoerd, bemestingsonderzoek en klimaatadaptatieproeven en een bodem- en klimaatmitigatieproef is gedaan.
- WP 2: Genetica en teelt: rassenproeven zijn gedaan om inzicht te krijgen in groeiverschillen, om daarmee inzicht te krijgen in de geschiktheid van het ras en de voederwaarde kwaliteit.
- WP 3: Voeding, melkproductie en methaanemissie; onderzoek is gedaan naar de verteerbaarheid van sorghumsilage, voeropname, melkproductiegegevens en de methaanemissie.

Dit rapport gaat over WP 3, waarin de resultaten zijn beschreven van onderzoek naar de verteerbaarheid en de benutting van sorghumsilage in het rantsoen voor melkvee in vergelijking met snijmais. Conserveringsonderzoek en verteringsonderzoek met schapen is eerder gepubliceerd in artikelen of andere rapporten. In dit rapport zijn de resultaten daarvan kort samengevat. De resultaten van het *in sacco* onderzoek en productieproef zijn nog niet eerder gerapporteerd en vormen dan ook de hoofdmoot van dit rapport.

Belangrijke vragen die vooraf zijn gesteld:

- Hoe verloopt de conservering van sorghumsilage na het oogsten en inkuilen?
- Hoe is de verteerbaarheid van sorghumsilage voor herkauwers?
- Hoe is de voeropname bij melkvee en de melkproductie?
- Wat is het effect van sorghumsilage op de (enterische) methaanemissie?
- Welke voederwaarde heeft sorghumsilage?

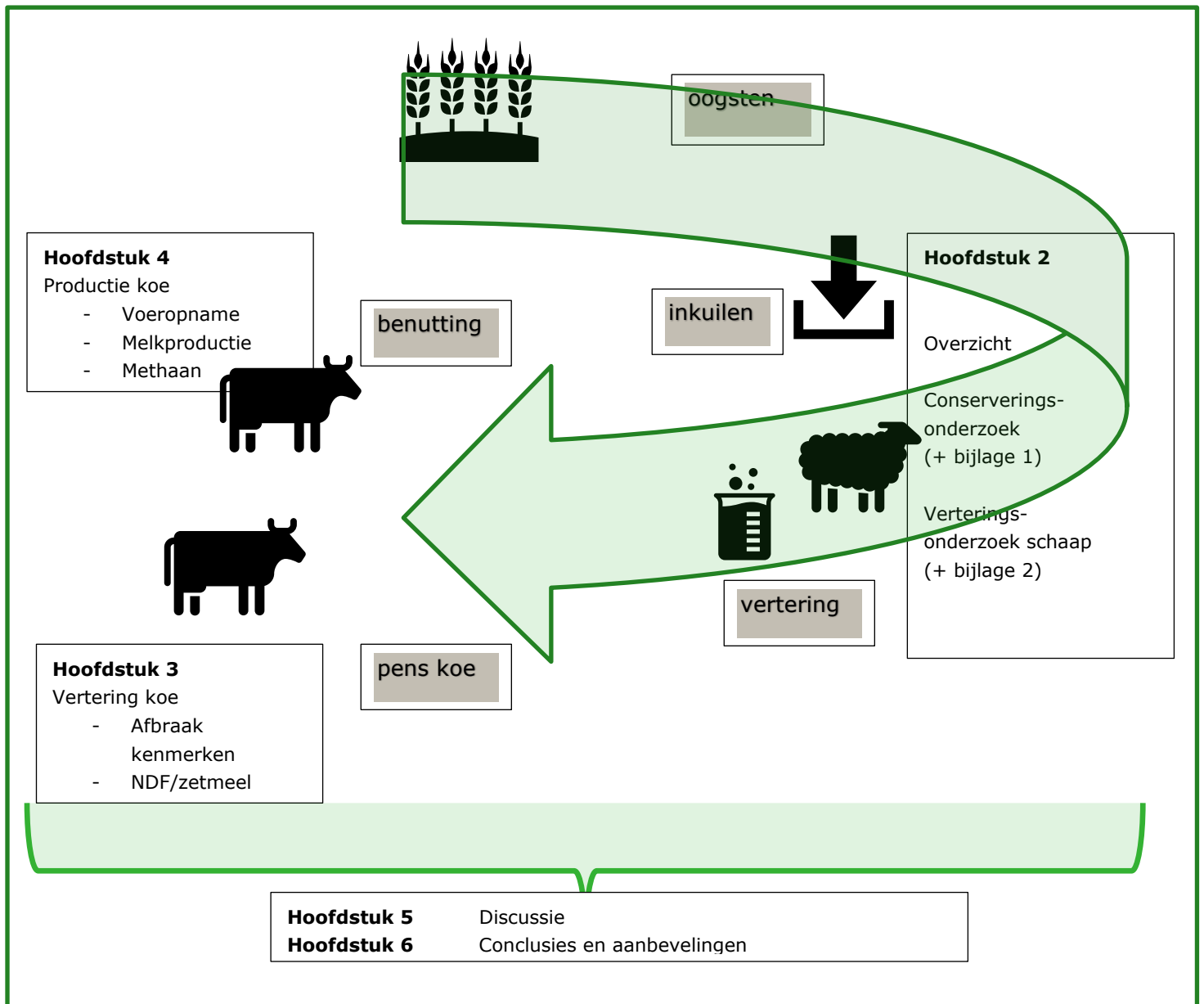
Om de bovenstaande vragen goed te kunnen beantwoorden is het volgende onderzoek uitgevoerd, zie ook onderstaande afbeelding:

- Conserveringsonderzoek met diverse sorghumrassen (samenvatting in Hoofdstuk 2 en bijlage 1)

¹ <https://www.wur.nl/nl/project/Meervoudig-doelbereik-sorghum-in-de-melkveehouderij.htm>

- Verteringsonderzoek met een aantal sorghumrassen, uitgevoerd met schapen (hamels) (samenvatting in Hoofdstuk 2 en bijlage 2)
- Onderzoek met monsters van verschillende rassen om de afbraak van nutriënten in de pens te onderzoeken: het zogenoemde 'in sacco² onderzoek' (Hoofdstuk 3)
- Productieproef met 16 koeien om de voeropname, melkproductieresultaten en methaanemissies, op rantsoenen met verschillende percentages sorghumkuil, te meten. (Hoofdstuk 4)

In dit rapport komen ook twee veehouders aan het woord die al een aantal jaren sorghum telen en het als voedermiddel gebruiken.



² *In sacco* of *in situ* onderzoek is bij herkauwers een term voor verteringsonderzoek in de pens of darm, waarbij voedermiddel in kleine nylonzakjes in de pens of darm wordt gebracht om de afbraak van het voedermiddel te onderzoeken.

2 Overzicht uitgevoerde onderzoek

2.1 Algemeen

In tabel 2.1 staat een overzicht van het uitgevoerde onderzoek vanaf 2019 tot 2021. Resultaten van het conserveringsonderzoek en het verteringsonderzoek met schapen is eerder gepubliceerd. De resultaten zijn samengevat in bijlage 1 en 2. Het onderzoek met koeien is uitgebreider beschreven in de Hoofdstukken 3 en 4.

Tabel 2.1 Overzicht van het uitgevoerde onderzoek tussen 2019 en 2021.

jaar	diersoort	type onderzoek	rapportage
2019	geen	conservering	Kasper (sept. 2020 V-Focus) + bijlage 1
2019/2020	schaap	vertering	ILVO rapport + bijlage 2
2019/2020	koe	vertering/in sacco	dit rapport (H. 3)
2021	koe	productieproef	dit rapport (H. 4)

De oogst van het sorghum gewas is uitgevoerd met een proefveld hakselaar (Kemper Champion 1200 Silage chopper, ingestelde haksellengte 6mm). Na het hakselen zijn de partijen direct ingekuuld in ronde balen, omdat ronde balen gemakkelijk te transporteren zijn naar de onderzoeklocaties. De teelt van de sorghum heeft plaatsgevonden in Moergestel of in Ven-Zelderheide door DSV-zaden.

In onderstaande overzicht (Tabel 2.2) is aangegeven welke rassen zijn gebruikt voor de verschillende proeven met dieren. Vier rassen in het teeltjaar 2019 en één ras in 2020. In 2020 is een grotere oppervlakte geteeld om voldoende product te kunnen oogsten voor de productieproef met koeien.

Tabel 2.2 Overzicht van de gebruikte sorghum rassen bij het onderzoek met dieren.

teeltjaar	teeltlocatie	sorghum proefcode	sorghum rasnaam	verteringsonderzoek schapen	in sacco onderzoek koeien	productieproef koeien
2019	Ven Zelderheide	STH18119	Voyenn	ja	ja	nee
	Ven Zelderheide	Little Giant	Little Giant BMR	ja	ja	nee
	Ven Zelderheide	C7	Dusormil	ja	ja	nee
	Moergestel	STH18005	-	nee	ja	nee
2020	Ven Zelderheide	STH18119	Voyenn	nee	ja	ja

2.2 Conservering

Na de oogst en het inkuilen van het product is een goede conservering van groot belang. Bij de conservering ontstaan zuren waardoor het product verzuurt en langdurig kan worden bewaard, en tevens tijdens het voeren niet snel zal bederven. Veel factoren zijn van invloed op de conservering, waaronder het oogstmoment en de daarmee samenhangende samenstelling van het geoogste product. Het drogestofgehalte is eveneens van groot belang voor het conserveringsproces en om perssap verlies vanuit de opslag te voorkomen.

Resultaten van het conserveringsonderzoek zijn door Kasper (2020) beschreven in V-Focus. Kasper concludeerde op basis van 12 sorghum partijen dat sorghum na oogsten en inkuilen veelal goed conserveert, gezien de gerealiseerde pH waarden en de gevonden fermentatieproducten (o.m. melkzuur en azijnzuur) De

drogestofgehalten van de partijen varieerden van ca. 23-35 %, waarbij bij de partijen met de laagste drogestofgehalten een verlies aan drogestof te zien was van ca. 10%. Een samenvattende tabel van de resultaten staat in bijlage 1.

2.3 Verteringsonderzoek schapen

Het verteringsonderzoek met schapen vond plaats bij het ILVO in België. Het ILVO heeft de werkwijze en resultaten in een onderzoeksrapport vastgelegd (De Boever e.a. 2020). Er zijn zowel zetmeelrassen als structuurrassen onderzocht. De rasverschillen waren duidelijk terug te zien in de samenstelling en verteerbaarheid. De zetmeelrassen hadden een vergelijkbaar zetmeelgehalte als snijmais met vrijwel hetzelfde drogestofgehalte. Structuurrassen hebben een lager zetmeelgehalte, maar een hoger celwandgehalte uitgedrukt in ruwe celstof en NDF. Alle onderzochte monsters waren goed geconserveerd, de pH was normaal en de hoeveelheid melkzuur goed vergelijkbaar met een normale snijmaiskuil. De verteerbaarheid van de organische stof varieerde tussen deze rassen van 65,7% tot 69,9%. Voor snijmais ligt dat rond de 70% bij een vergelijkbaar drogestofgehalte. Opvallend is de hogere verteerbaarheid van de NDF bij het ras Little Giant (Little Giant BMR). Gecombineerd met een hoger NDF gehalte van dit ras betekent dit een groter aandeel goed verteerbare celwanden, wat het lagere zetmeelgehalte min of meer compenseert. De berekende VEM waarde van deze sorghumrassen ligt in vergelijking met de snijmais referentie ca. 8% lager, maar er waren duidelijke rasverschillen te zien.

3 Vertering koe (*in sacco* onderzoek)

3.1 Algemeen

Drie deelmonsters van het verteringsonderzoek met schapen zijn ook gebruikt voor *in sacco* onderzoek bij koeien (tabel 2.2). Bij het *in sacco* onderzoek is gekeken naar de afbraakkenmerken van de voeders in de pens van de koe. Een groot deel van het eiwit en zetmeel in het rantsoen wordt in de pens afgebroken. Celwanden (NDF) worden vrijwel alleen in de pens afgebroken en nauwelijks in de dunne en dikke darm. De resultaten van dit onderzoek zijn belangrijk voor het vaststellen van de voederwaardekenmerken van sorghumsilage.

3.2 Materiaal en methoden

Het *in sacco* onderzoek is uitgevoerd met drie koeien die voorzien waren van een penscanule. Dit onderzoek is uitgevoerd vanaf oktober tot december 2020 op Dairy Campus in Leeuwarden. De fermentatie van voeders in de pens is relevant voor de beschikbaarheid van nutriënten voor de koe. Daarbij is de mate en snelheid van afbraak te onderscheiden. De mate van afbraak is de hoeveelheid van een voedermiddel dat in de pens afgebroken wordt door micro-organismen, bijvoorbeeld de hoeveelheid eiwit van een voedermiddel of rantsoen. De snelheid van afbraak van de nutriënten is ook een belangrijke factor in de fermentatie en is weer bepalend voor andere fysiologische kenmerken zoals de zuurgraad (pH waarde) in de pens. Met de zogenoemde nylonzakjes techniek kunnen de genoemde kenmerken worden onderzocht.

Er zijn 5 monsters van sorghumsilage onderzocht (tabel 2.2). Kleine hoeveelheden (5 gram drogestof) van het te onderzoeken voedermiddel zijn in poreuze nylon zakjes in de pens van de koe gebracht. Doordat pensvloeistof door de poriën in het zakje komt ondergaat het voedermiddel afbraak door bacteriën en andere micro-organismen. De bestanddelen van het voedermiddel die oplossen of kleiner zijn dan de poriën van het zakje worden als gefermenteerd gezien. Door meerdere zakjes op verschillende tijdstippen te incuberen ontstaat een tijdreeks en kan met de hoeveelheid residu die in de zakjes is achtergebleven een verdwijningscurve worden gemaakt. De vorm van de curve geeft informatie over de snelheid van fermentatie. De curve brengt het niet-afgebroken residu in beeld waarbij de richtingscoëfficiënt van de raaklijn een maat is voor de afbraaksnelheid van het voedermiddel. De volgende incubatietijden zijn uitgevoerd: 0, 3, 6, 9, 16, 32, 72 en 336 uur. Chemische analyses zijn in de voeders en residuen van de genoemde incubatietijden uitgevoerd voor DS, anorganische stof, ruw eiwit, NDF en zetmeel.

3.3 Resultaten

In onderstaande tabellen staan de resultaten van het pens verteringsonderzoek met koeien. De resultaten geven aan hoeveel van het voeder bestanddeel (organische stof, ruw eiwit, zetmeel en NDF) in de pens kan worden afgebroken en met welke snelheid die afbraak heeft plaatsgevonden. Het monster van het ras STH18119 (Voyenn) dat in 2020 is geteeld en geoogst voor de productieproef was beduidend droger dan de andere monsters, en had tevens het hoogste zetmeelgehalte (Tabel 3.1). Voor de vergelijking van de afbraakkenmerken (tabel 3.2) tussen deze sorghumsilages zijn met name de verschillen tussen zetmeel en NDF interessant. De partij van Little Giant (Little Giant BMR) met het laagste zetmeelgehalte en een hoog NDF gehalte laat de hoogste afbraaksnelheid (1,9%) zien voor NDF. Dat betekent dat er bij dit ras veel NDF in de pens wordt afgebroken, wat in overeenstemming is met de hoge NDF verteerbaarheid met het verteringsonderzoek bij de schapen. In Amerika deed Harper (e.a. 2017) onderzoek met sorghumkuil, haversilage, luzernehooi en snijmais. Ze vonden voor sorghumkuil een afbraaksnelheid van NDF van 1,8% per uur, terwijl dat voor snijmais slechts 0,6 % was. Naarmate snijmais een hoger drogestofgehalte heeft is het zetmeelgehalte hoger, maar ook de zetmeelbestendigheid. Het is met de onderzochte sorghum rassen lastig te zeggen of hetzelfde voor sorghum geldt, omdat er sprake is van verschillende rassen.

De vergelijking van STH18119 (Voyenn) tussen teeltjaar 2019 en 2020 laat zien dat een hoger drogestofgehalte meer zetmeel geeft dat ook minder snel wordt afgebroken in de pens en dus bestendiger is. De afbraakkenmerken van ruw eiwit zijn niet weergegeven in de tabel. De eiwit afbraak van eiwitarme ruwvoerders, zoals snijmais en sorghumkuil, kan niet goed worden berekend in verband met microbiële contaminatie. Dat betekent dat microben uit de pensvloei stof zich hechten aan ruwvoerdeeltjes. Microben, voornamelijk bacteriën, hebben een hoog eiwit gehalte, waardoor het eiwit gehalte van de residuen (te) sterk wordt beïnvloed en het eiwitgehalte van het residu overschat wordt.

Tabel 3.1 Samenstelling van de onderzochte voeders in het fermentatie onderzoek (nat chemische analyse).

werknaam		STH18119	Little Giant	C7	STH18005	STH18119
teeltjaar		2019	2019	2019	2019	2020
rasnaam		Voyenn	Little Giant BMR	Dusormil	-	Voyenn
drogestofgehalte	g/kg	281	252	274	297	357
organische stof	g/kg ds	945	942	947	962	954
ruw as	g/kg ds	55	58	53	38	46
ruw eiwit	g/kg ds	82	84	75	72	80
ruw vet	g/kg ds	-	-	-	-	-
ruwe celstof	g/kg ds	-	-	-	-	-
zetmeel	g/kg ds	288	158	205	187	337
NDF	g/kg ds	404	506	492	509	383

Tabel 3.2 Afbraakkenmerken van de onderzochte voeders voor organische stof, zetmeel en NDF.

werknaam		STH18119	Little Giant	C7	STH18005	STH18119
teeltjaar		2019	2019	2019	2019	2020
rasnaam		Voyenn	Little Giant BMR	Dusormil	-	Voyenn
organische stof						
snel afbreekbaar (W fractie)	g/kg ds	161	194	204	169	77
goed afbreekbaar (D fractie)	g/kg ds	613	532	543	551	710
niet afbreekbaar (U fractie)	g/kg ds	226	274	253	280	213
afbraaksnelheid van D fractie	%/uur	2.5	2.3	2.2	1.9	2.3
zetmeel						
snel afbreekbaar (W fractie)	g/kg ds	111	295	154	308	0
goed afbreekbaar (D fractie)	g/kg ds	883	659	835	677	996
niet afbreekbaar (U fractie)	g/kg ds	6	46	11	16	5
afbraaksnelheid van D fractie	%/uur	4.0	4.8	6.1	5.9	2.6
Bestendig zetmeel (berekend)	%	53.3	41.1	42.4	35.7	69.7
NDF						
snel afbreekbaar (W fractie)	g/kg ds	0	0	0	0	0
goed afbreekbaar (D fractie)	g/kg ds	659	658	656	655	622
niet afbreekbaar (U fractie)	g/kg ds	341	342	344	345	378
afbraaksnelheid van D fractie	%/uur	1.7	1.9	1.4	1.5	1.8

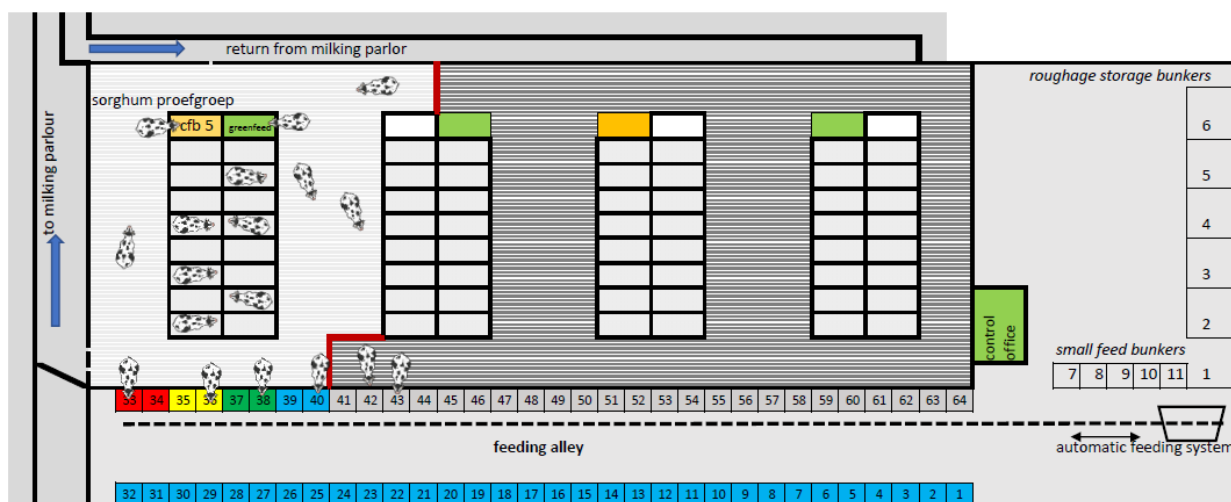
4 Productieproef melkvee

4.1 Algemeen

In de zogenoemde productieproef is gekeken naar de voeropname, de melkproductieresultaten en de methaanemissie bij vervanging van snijmais door sorghumsilage. Verder is op een aantal momenten de mestkwaliteit bekeken.

4.2 Materiaal en methoden

De productieproef is uitgevoerd vanaf juni 2021 tot augustus 2021. Voor de proef zijn 16 koeien geselecteerd, waaronder 4 vaarzen, 4 tweedekalves, en 8 oudere dieren. Bij de start van de proef waren de koeien tussen ca. 80 en 120 dagen in lactatie. De koeien werden gehuisvest in de voedingstal van Dairy Campus. Het stalgedeelte bestond uit een roostervloer met ligboxen, een krachtvoerbox, een box voor methaanmetingen (Greenfeed) en een achttal voerbakken (RIC Insentec) voor het verstrekken van de (gemengde) proefrantsoenen. In de Greenfeed box kregen de koeien een lokbrok. Het overige krachtvoer werd verstrekt in de krachtvoerbox en in de melkstal. Bij alle genoemde voersystemen werd de individuele voeropname geregistreerd. Het melken gebeurde twee keer per dag in de melkstal. Onderstaande afbeelding geeft een beeld van de huisvesting van de koeien, het linker deel van de stal werd gebruikt door de koeien van deze proef.



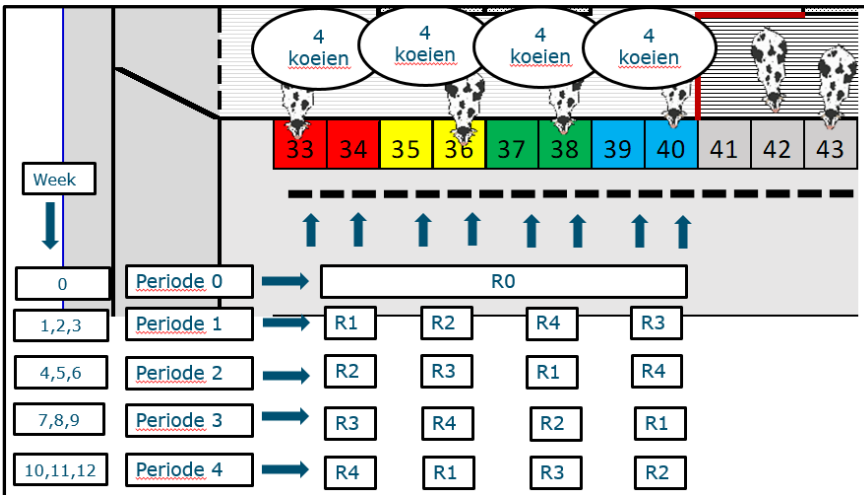
4.2.1 Proefopzet productieproef

De geselecteerde dieren zijn op basis van hun leeftijd en de productiegegevens verdeeld over 4 (behandelings)groepen van elk 4 dieren, waarbij het doel was vergelijkbare groepen te creëren. Daarvoor zijn 4 groepjes gevormd bestaande uit 4 dieren die qua productie, pariteit en lactatiestadium goed met elkaar overeenkwamen. Binnen deze groepjes, ook wel blokken genoemd, zijn de 4 behandelingen via loting toegekend. Alle 16 dieren werden als één groep gehuisvest. Iedere behandelingsgroep had toegang tot 2 voerbakken (RIC bakken) om voer uit op te nemen. Bij de andere bakken hadden ze geen toegang. Op deze manier konden 4 verschillende voermengsels worden verstrekt. De totale proefperiode bestond uit 13 weken, één week voor gewenning waarbij hetzelfde rantsoen aan alle dieren werd verstrekt, daarna 12 weken die opgesplitst waren in 4 perioden van elk 3 weken. De samenstelling van de rantsoenen staat in tabel 4.1.

Tabel 4.1 Overzicht van de ruwvoer verhoudingen per rantsoen en behandeling in % drogestof van het ruwvoeraandeel in het basisrantsoen.

rantsoen	behandeling	graskuil	snijmaiskuil	sorghumkuil
Rantsoen 0	R0	50	25	25
Rantsoen 1	R1	50	50	0
Rantsoen 2	R2	50	33,3	16,7
Rantsoen 3	R3	50	16,7	33,3
Rantsoen 4	R4	50	0	50

Onderstaande schema geeft de proefopzet weer. De proef is uitgevoerd als een zogenaamd 'Latijns Vierkant', bestaande uit 4 periodes van elk 3 weken, met 4 behandelingen en 4 groepen dieren.



Zoals te zien in het schema wisselt na elke periode de behandeling voor de diergroepen, zodanig dat aan het einde van de proef alle groepen de 4 verschillende proefbehandelingen hebben ontvangen. De koeien vreten steeds bij dezelfde bak, maar het rantsoen in de bakken verschuift iedere periode.

4.2.2 Rantsoensamenstelling productieproef

De rantsoensamenstelling staat in onderstaande tabel (Tabel 4.2), gemiddeld over alle periodes. De voeders van het basisrantsoen zijn uitgedrukt in % op drogestof basis. In de rantsoenen is snijmais 1 op 1 vervangen door sorghumsilage, zonder rekening te houden met eventuele verschillen in voederwaarde. De reden was dat de voederwaarde van sorghumsilage nog niet goed vast te stellen was. Analyses van de chemische samenstelling, zoals het ruw eiwit en zetmeelgehalte lieten geen grote verschillen zien tussen de gebruikte snijmaispartij en de sorghumsilage voor de proef. Het basisrantsoen werd gemengd verstrekt, waarbij de koeien het mengsel onbepert konden opnemen. De aanvullende krachtvoerders werden per koe geprogrammeerd waarmee naar behoefte werd gevoerd. De krachtvoergiften zijn binnen dezelfde groep (blok) gelijk gehouden, waardoor er geen verschillen in krachtvoergift tussen de behandelingen konden optreden. Tijdens de proef is de hoeveelheid sojaschroot en bestendig sojaschroot enkele keren aangepast als gevolg van bijvoorbeeld een (gras)kuilwisseling, om daarmee de DVE en OEB waarden in het rantsoen te optimaliseren. De aanpassingen zijn steeds gedaan tijdens de overgang naar een nieuwe periode. Binnen de periodes zijn de hoeveelheden niet aangepast. De voeropname in de Greenfeed boxen was afhankelijk van het bezoekgedrag van de koeien, de maximale voergift was ingesteld op 2 kg per dag.

Tabel 4.2 Gemiddelde rantsoensamenstelling van de gevoerde basisrantsoenen, in % op drogestof basis voor het basisrantsoen, en de krachtvoergiften in kg product.

		R0	R1	R2	R3	R4
basisrantsoen						
graskuil	%	42.8	45.7	45.7	45.7	45.7
snijmais	%	21.4	45.7	30.4	15.3	0.0
sorghumkuil	%	21.4	0.0	15.3	30.4	45.7
sojaschroot	%	13.5	4.1	4.1	4.1	4.1
bestendig sojaschroot	%	0.0	3.6	3.6	3.6	3.6
mineralen	%	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
aanvullend mengvoer						
melkstal	kg	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
greenfeed box	kg	max. 2.0	max. 2.0	max. 2.0	max. 2.0	max. 2.0
krachtvoerbox	kg	3-6	3-6	3-6	3-6	3-6

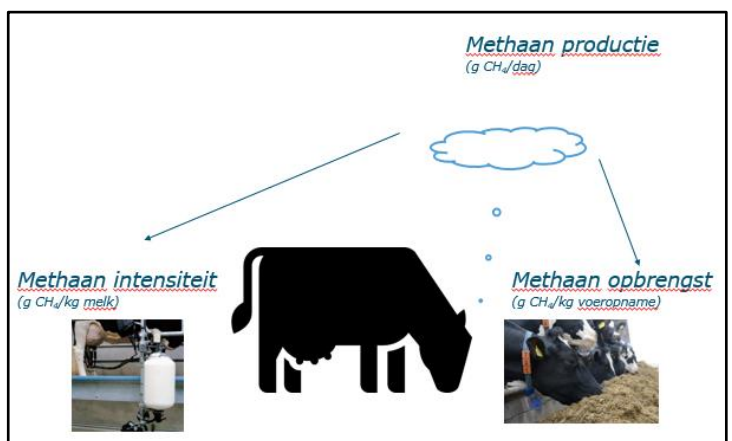
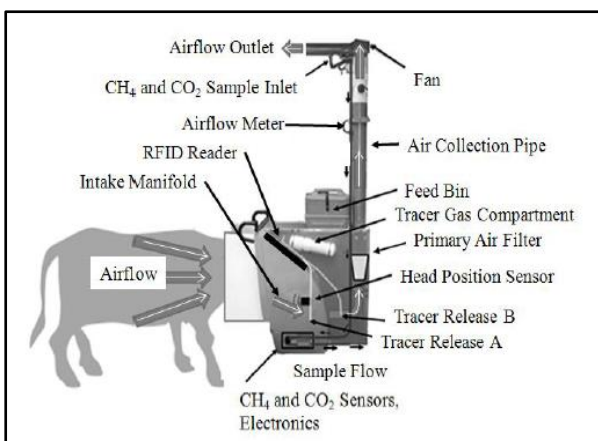
Tijdens de proef zijn wekelijks monsters genomen van alle voeders. De monsters van elke 3^e week van elke periode zijn onderzocht op samenstelling en voederwaardekenmerken. De resultaten staan weergegeven in bijlage 3 en 4.

4.2.3 Waarnemingen productieproef

Voeropnamegegevens, melkproductieresultaten en methaan metingen in de ademlucht waren in deze proef belangrijke waarnemingen. Deze gegevens werden in automatische processen gestuurd en vastgelegd, zoals de voeropname door de RIC bakken waarin het basisrantsoen werd verstrekt. Voer- en melkmonsters zijn wekelijks genomen, waarmee o.m. de drogestofopname en de melkproductieresultaten berekend zijn. Deze resultaten zijn verder uitgewerkt waarbij er verschillende kengetallen zijn berekend. Methaan metingen werden vastgelegd in een Greenfeed systeem, een voerbox met sensoren die de ademlucht van koeien analyseren. Daarnaast zijn aan het einde van elke periode (3^e week) mestmonsters genomen die visueel zijn beoordeeld.

Het Greenfeed systeem staat afgebeeld in onderstaande afbeelding (links). Uit de methaanmetingen zijn 3 kengetallen berekend die in de onderstaande afbeelding (rechts) zijn weergegeven:

- de methaanproductie, de totale hoeveelheid methaangas in gram per dag (totaal g CH₄/dag),
- de methaan opbrengst, de hoeveelheid methaangas uitgedrukt per kg drogestof opgenomen voer (g CH₄/kg ds voeropname)
- de methaan intensiteit, de hoeveelheid methaangas uitgedrukt per kg (meet)melk (g CH₄/kg (meet)melk).



Afbeelding vorige pagina links: Schematische weergave van de Greenfeed. De lucht rondom de kop van de koe wordt via een ventilator continue afgezogen. De kwantitatieve luchtstroom wordt gemeten door een anemometer ("Airflow Meter") en er worden submonsters genomen om de concentratie CO₂ en CH₄ te meten (C-lock Inc., 2017).

Afbeelding vorige pagina rechts: Afbeelding van de methaan emissie kengetallen.

4.2.4 Analyse

Met de resultaten van het *in sacco* onderzoek was het niet mogelijk een statistische toets uit te voeren. Dat is ook niet van belang omdat sorghumsilage monsters niet onder verschillende behandelingen of omstandigheden zijn onderzocht. De resultaten van de productieproef zijn wel statistisch getoetst, waarmee eventuele verschillen tussen behandelingen naar voren komen. De resultaten van elke laatste (3^e) week van elke periode zijn gebruikt voor de statistische analyse. De resultaten van de koeien zijn geanalyseerd met de ANOVA procedure voor een Latijns vierkant opzet. Periode en koe effecten werden als blok effect in het model opgenomen. Van het resultaat van de analyse zijn de gemiddelden per behandeling, de LSD en de p-waarden in tabellen vermeld. Resultaten werden als significant beschouwd wanneer de p-waarde lager of gelijk was aan 0,05 en er was sprake van een trend bij een p-waarde lager of gelijk aan 0,1. Het statistisch model staat hieronder weergegeven:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \tau_j + \beta_k + \varepsilon_{ijk}$$

Met:

Y_{ijk} = het resultaat, bijv. voeropname in kg ds

μ = constante

α_i = periode effect i (periode 1, 2, 3, 4)

τ_j = behandelingseffect j (R1, R2, R3, R4)

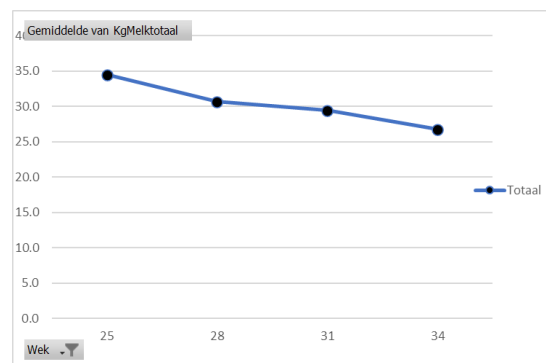
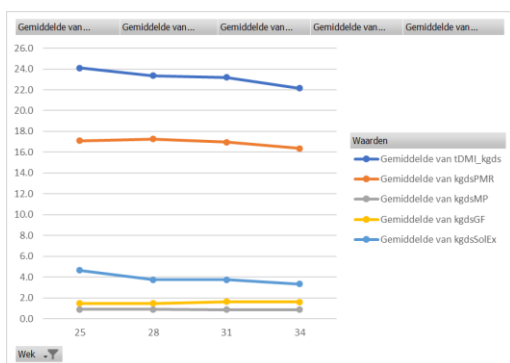
β_k = koe effect k (koe 1, 2, 3)

ε_{ijk} = restvariantie

4.3 Resultaten productieproef

4.3.1 Algemeen

De proef is goed verlopen en er hebben zich nauwelijks problemen met de apparatuur en koeien voorgedaan. Eén koe werd in periode 2 ziek en behandeld voor indigestie, deze koe kreeg op dat moment rantsoen R2. De koe is goed hersteld, maar de waarnemingen van één week zijn niet gebruikt voor de analyse. Eén koe kreeg in periode 2 mastitis en had gedurende twee dagen een lagere melkproductie, deze gegevens zijn niet gebruikt in de analyse. De proef is uitgevoerd tijdens de zomermaanden juni, juli en augustus 2021, tijdens die periode zijn er geen extreme warme perioden geweest. De sorghumsilage is geruime tijd opgeslagen geweest in balen en de kwaliteit van de silage was steeds uitstekend. Ook het doseren vanuit de voerbunkers van het Trioliet voersysteem ging goed. De snijmaiskuil en graskuilen waren ingekuild in sleufsilos en werden in blokken in de voerbunkers van het voersysteem gezet. Gedurende de looptijd van de proef daalde de totale voeropname van de dieren van ca. 24 kg drogestof in de 1^e periode tot ca. 22 kg in de laatste periode (zie figuur 4.1, links). De krachtvoergift is gedurende de proef verlaagd met ca. 1,5-2,0 kg omdat de melkproductie lager werd doordat de koeien verder in lactatie waren. Tijdens de proef daalde de gemiddelde melkproductie van ca 35 kg naar ca 27 kg melk per dag (zie figuur 4.1, rechts). Daardoor veranderde de ruwvoer/krachtvoer verhouding, wat ook een verklaring kan zijn voor de daling van de voeropname van het basisrantsoen (PMR).



Figuur 4.1 Verloop van de voeropname (links) en melkproductie (rechts) tijdens de proefperiode, in de 3^e week van elke periode.

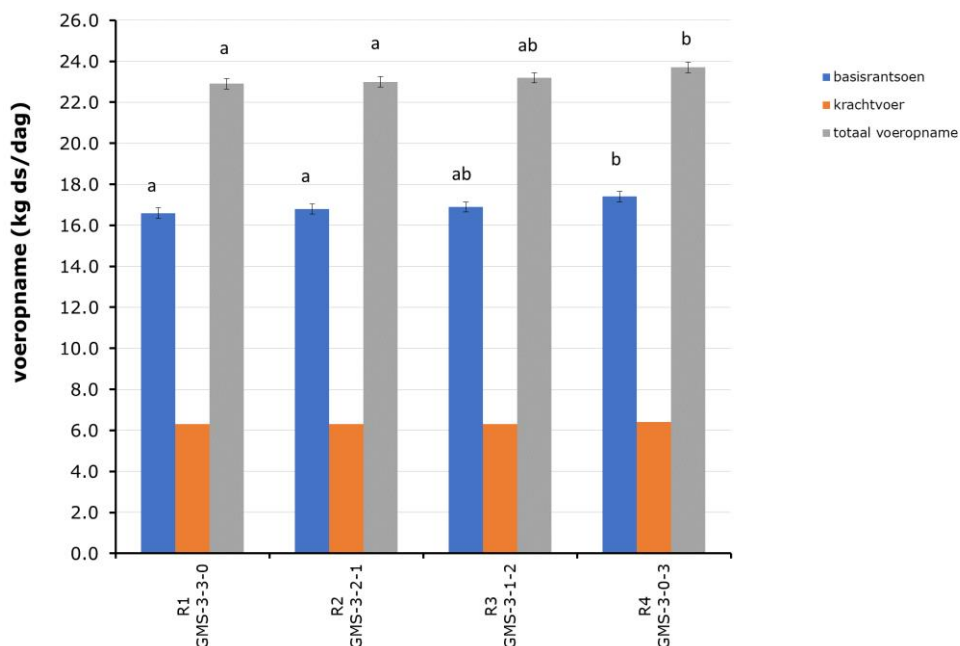
4.3.2 Voeropname en melkproductie

De gemiddelde totale voeropname was met ca. 23 kg drogestof goed. De voeropname van behandeling R4, met het hoogste aandeel sorghum in het rantsoen was hoger in vergelijking met R1 en R2 (Tabel 4.3 en Figuur 4.2). De totale krachtvoeropname was vrijwel gelijk voor alle behandelingen, waardoor het effect van de hogere voeropname voor R4 volledig is toe te schrijven aan een hogere opname van het basisrantsoen voor R4. Voeropname van melkkoeien is een complex samenspel van allerlei factoren. Smakelijkheid van het voer, verteerbaarheid en de passagesnelheid van het rantsoen, en het lactatiestadium van de koeien spelen een rol. In ieder geval kan geconstateerd worden dat de koeien de rantsoenen met sorghumsilage graag opnamen en daarmee een goede voeropname realiseerden.

Tabel 4.3 Gemiddelde voeropname per behandeling per voedermiddel, de totale voeropname, voerefficiëntie en het diergewicht, met de statistische kengetallen.

		R1	R2	R3	R4	statistische kengetallen ¹	
						lsd	P-waarde
basisrantsoen	kg ds	16.6 ^a	16.8 ^a	16.9 ^{ab}	17.4 ^b	0.5	0.011
mengvoer							
krachtvoer	kg ds	0.9	0.9	0.9	0.9	0.02	0.181
melkstal							
krachtvoer	kg ds	1.5	1.5	1.5	1.6	0.1	0.683
greenfeed							
krachtvoer	kg ds	3.9	3.9	3.9	3.9	0.2	0.998
krachtvoerbox							
totaal	kg ds	22.9 ^a	23.0 ^a	23.2 ^{ab}	23.7 ^b	0.5	0.009
voeropname							
voerefficiëntie	kg FPCM/kg ds voeropname	1.46 ^b	1.42 ^b	1.40 ^a	1.37 ^a	0.04	<0.001
diergewicht	kg	691	684	693	682	22	0.683

¹) lsd, least significant difference (minimale verschilwaarde tussen behandelingen bij significant effect), P-waarde: <0,05 betekent significant verschil tussen behandelingen. Getallen met verschillend superscript binnen de rijen zijn significant verschillend.



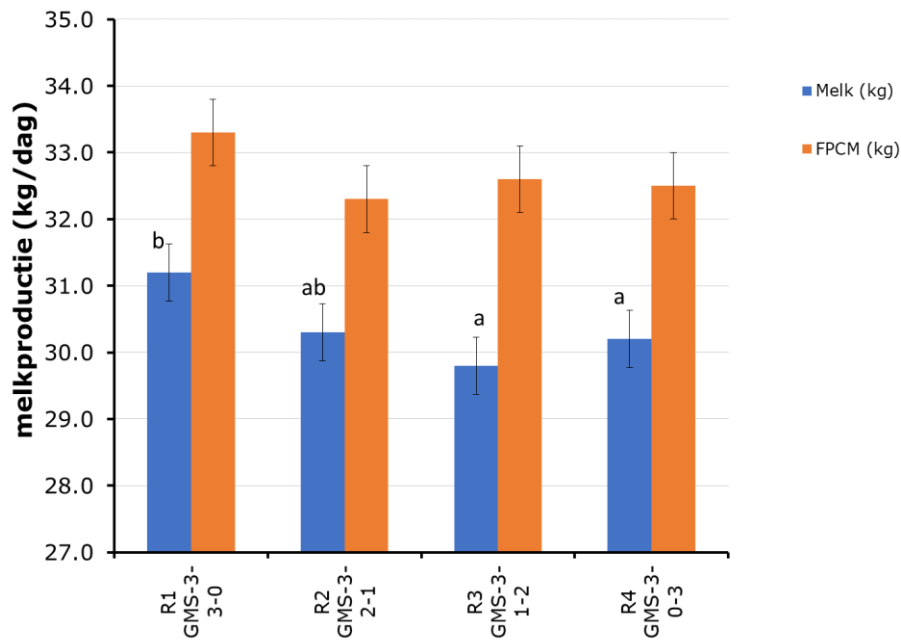
Figuur 4.2 Gemiddelde voeropname per behandeling van het basisrantsoen, de krachtvoeropname en de totale voeropname in kg/ds per koe per dag.

De melkproductie lag op een niveau dat bij deze koeien verwacht kan worden. Er waren wel enige verschillen te zien in melkproductie en gehalten tussen de behandelingen (Tabel 4.4 en Figuur 4.3 en 4.4). De koeien op behandeling R1, met maximaal snijmais en zonder sorghum realiseerden de hoogste melkproductie, namelijk ongeveer 1 kg hoger dan de behandelingen R3 en R4. Door kleine verschillen in de vet- en eiwitgehalten waren de verschillen in de gecorrigeerde melkproductie (FPCM) iets kleiner en niet meer significant verschillend van elkaar. Strikt genomen gold dat ook voor de melkeiwitproductie in grammen per dag. De P-waarde is daar immers groter dan 0,05, maar wel kleiner dan 0.01 ($P=0.064$). In dit geval is er sprake van een zogenoemde tendens, waarbij het waargenomen patroon in de resultaten toch een effect kan zijn van de behandeling, in deze proef het aandeel snijmais en sorghumsilage. Melkureum is het meest opvallende resultaat van deze analyse. Melkureum steeg naarmate er minder snijmais en meer sorghumsilage in het rantsoen kwam. Het gemiddelde ureum gehalte in de melk van de koeien die R1 kregen was al hoog, maar het steeg vrijwel lineair met de toename van de hoeveelheid sorghum in het rantsoen, ofwel de afname van de hoeveelheid snijmais (Figuur 4.4).

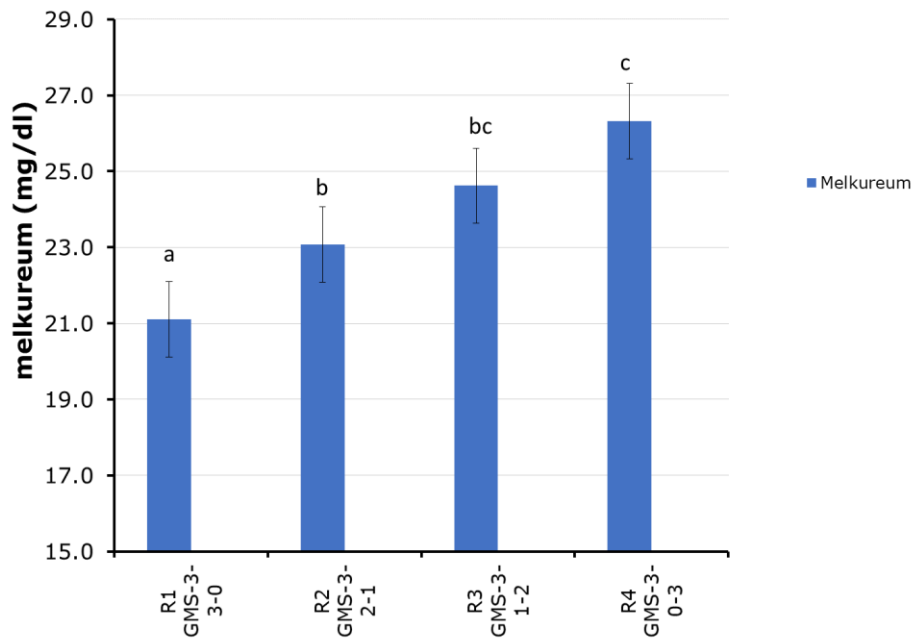
Tabel 4.4 Melkproductieresultaten, melkgift, melksamenstelling en FPCM productie.

	R1	R2	R3	R4	statistische kengetallen ¹		
					lsd	P-waarde	
melkproductie	kg	31.2 ^b	30.3 ^{ab}	29.8 ^a	30.2 ^a	0.9	0.023
% vet		4.62	4.59	4.74	4.60	0.22	0.494
% eiwit		3.51	3.50	3.51	3.55	0.05	0.218
% lactose		4.53	4.50	4.49	4.47	0.03	0.008
melkureum	mg/dl	21.1 ^a	23.1 ^b	24.6 ^{bc}	26.3 ^c	2.0	<0.001
FPCM	kg	33.4	32.6	32.6	32.5	1.0	0.231
melkvet	g	1416	1376	1408	1376	69	0.530
melkeiwit	g	1083	1062	1040	1066	31	0.064
melklactose	g	1410	1362	1334	1346	41	0.003

¹) lsd, least significant difference (minimale verschilwaarde tussen behandelingen bij significant effect), P-waarde: <0,05 betekent significant verschil tussen behandelingen. Getallen met verschillend superscript binnen de rijen zijn significant verschillend.



Figuur 4.3 Gemiddelde melkproductie per behandeling uitgedrukt in kg melk en kg FPCM.



Figuur 4.4 Gemiddelde resultaat van melkureum per behandeling.

4.3.3 Methaanmetingen

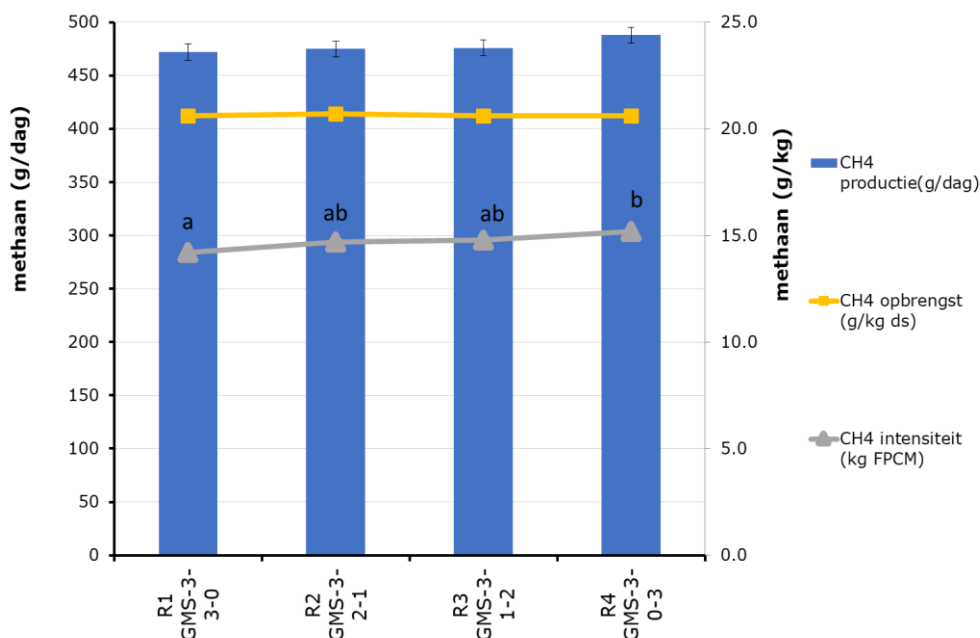
In de ademlucht van de koeien zijn de concentraties gemeten van methaan, zuurstof en waterstof. De concentraties zijn door de software van de leverancier van de Greenfeed boxen omgerekend naar totale dagwaarden. De totale dagproducties (CH₄ productie) waren niet verschillend tussen de behandelingen (Tabel 4.5 en Figuur 4.5). Omdat de voeropname en melkproductie kunnen verschillen, zijn om een goede vergelijking te maken ook de methaan opbrengst en methaan intensiteit berekend. De methaan intensiteit (methaan uitgedrukt per kg FPCM) was lager voor de behandeling R1, met 50% snijmais, ten opzichte van behandeling R4, met 50% sorghumsilage. Dat was met name het gevolg van (numerieke) verschillen tussen de melkproductie en de totale methaanemissie. De methaanemissie uitgedrukt per kg voeropname (CH₄ opbrengst) verschilde niet tussen de behandelingen. In de discussie zal daar nog verder op in worden gegaan.

Tabel 4.5 Gemiddelde resultaat van methaanemissies per behandeling met statistische kengetallen.

		R1	R2	R3	R4	statistische kengetallen ¹	
						lsd	P-waarde
CH ₄ productie	g/dag	472	475	476	488	15	0.155
std ² CH ₄		81.3	81.3	83.5	79.4	7.3	0.737
CH ₄ opbrengst	g CH ₄ /kg ds voeropname	20.6	20.7	20.6	20.6	0.6	0.984
CH ₄ intensiteit	g CH ₄ /kg FPCM	14.2 ^a	14.7 ^{ab}	14.8 ^{ab}	15.2 ^b	0.6	0.027
O ₂	g/dag	9577	9534	9569	9525	122	0.779
H ₂	g/dag	1.43	1.42	1.43	1.49	0.06	0.130

¹) lsd, least significant difference (minimale verschilwaarde tussen behandelingen bij significant effect), P-waarde: <0,05 betekent significant verschil tussen behandelingen. Getallen met verschillend superscript binnen de rijen zijn significant verschillend.

²) std: standaarddeviatie



Figuur 4.5 Gemiddelde methaan emissies per behandeling, methaan productie (CH₄ in g/dag), Y-as links, methaan opbrengst (g CH₄/kg ds voeropname) en methaan intensiteit (g CH₄/kg FPCM) Y-as rechts.

4.3.4 Mestscore

In onderstaande tabel en figuur (Tabel 4.6, Figuur 4.6) zijn een aantal scores gegeven die te maken hebben met de beoordeling van het herkauwen, de pensvulling en de mest van de koeien. Ook hier waren de verschillen tussen R1 (met 50% snijmais) en R4 (met 50% sorghumsilage) het grootst. De mest van de koeien met R4, met sorghum en geen snijmais in het rantsoen was bij deze visuele score iets dikker, en had een iets hogere score voor vertering, wat betekent dat meer onverteerde delen in de mest te zien waren. In de mest van rantsoenen met sorghumsilage kwamen onverteerde sorghum korrels voor. Naarmate het aandeel sorghum in het rantsoen hoger was, werden meer korrels gezien. Dat was de aanleiding om een aantal mestmonsters te onderzoeken op het zetmeel gehalte. Het zetmeelgehalte in de samengestelde monsters van de rantsoenen R1 t/m R4, was respectievelijk 15, 30, 45 en 57 gram per kg drogestof. Er zat dus meer zetmeel in de mest bij een groter aandeel sorghumsilage.

Tabel 4.6 Gemiddelde herkauw- en pensvullingscore, mestdikte- en verteringscore en de fractieverdeling van de uitgezeefde mestdeeltjes.

		R1	R2	R3	R4	statistische kengetallen ¹	
						lsd	P-waarde
herkauwen	aantal	60	58	59	57	4	0.480
pensvullingscore		3.2	3.1	3.1	3.0	0.2	0.259
mestdikte							
	consistentie	2.8 ^a	2.7 ^a	2.6 ^a	3.2 ^b	0.3	0.002
mestvertering		2.3 ^a	2.4 ^a	2.4 ^a	2.8 ^b	0.3	0.005
fractieverdeling							
	grof	18 ^b	13 ^a	11 ^a	10 ^a	4	<0.001
	midden	28	28	31	30	5	0.420
	fijn	54	59	58	61	6	0.176

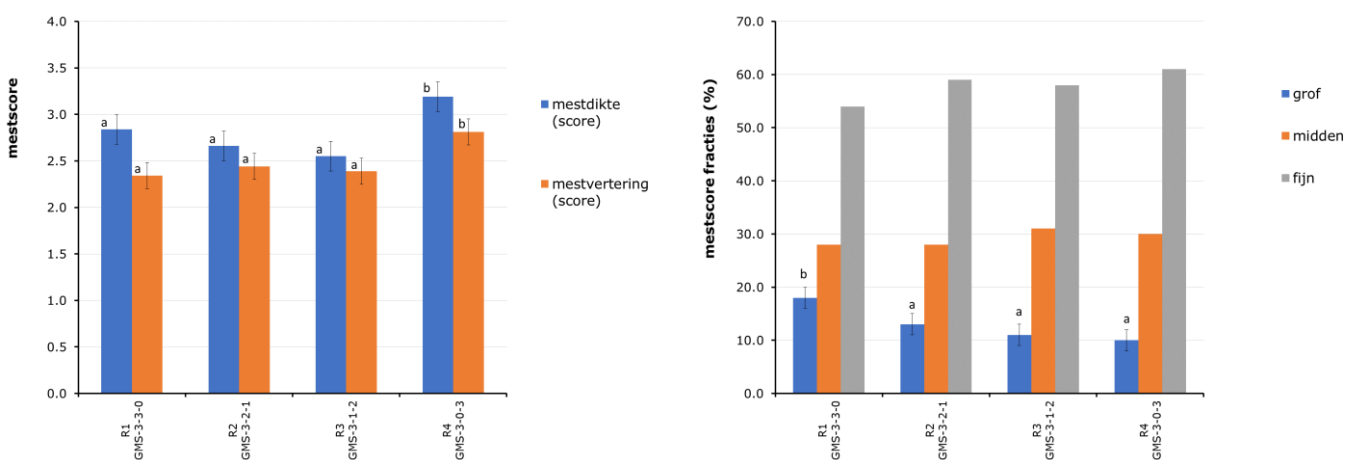
¹) Lsd, least significant difference (minimale verschilwaarde tussen behandelingen bij significant effect), P-waarde: <0,05 betekent significant verschil tussen behandelingen. Getallen met verschillend superscript binnen de rijen zijn significant verschillend.

Pensvulling: hogere score betere pensvulling

Mestdikte: hogere score, dikkere mest

Mestvertering: hogere score, meer (onverteerde) voerdeeltjes

Getallen binnen een rij met een verschillend superscript zijn significant verschillend.



Figuur 4.6 Gemiddelde mestscore per behandeling voor mestdikte en mestvertering (links), en de fractieverdeling van de mestmonsters (rechts) verdeeld in drie fracties.

5 Discussie

Voeropname

De totale voeropname daalde gedurende de proef van ca. 24 naar 22 kg ds. Dat kan onder meer te maken hebben gehad met het afbouwen van de krachtvoergift en doordat de koeien verder in lactatie kwamen. Bij de overgang naar een nieuwe periode is steeds gekeken naar het verloop van de melkproductie en de behoefte van de dieren. Zowel de hoeveelheid krachtvoer in de krachtvoerbox werd langzaam verlaagd, als de hoeveelheid (bestendig) sojaschroot in het basisrantsoen. Daardoor veranderde de ruwvoer/krachtvoer verhouding van periode 1 tot periode 4 van respectievelijk 61/39 tot 71/29. Daarmee veranderde eveneens het gemiddelde ruw eiwit gehalte en andere nutriënten en voederwaardekenmerken. Het ruw eiwit gehalte was in periode 1 nog 160 g/kg ds in periode 4 was dat 138 g/kg ds, voor zetmeel was dat respectievelijk 140 en 166 g/kg ds. De OEB opname met het totale rantsoen was ca. 400, 500, 400 en 300 g/dag voor periode 1, 2, 3 en 4. Melkureum was daardoor gemiddeld over alle behandelingen ook nog vrij hoog, namelijk 24, 28, 21 en 22 voor periode 1, 2, 3 en 4. De koeien op de behandeling met het hoogste aandeel sorghumsilage in het rantsoen (R4) realiseerde de hoogste voeropname.

Samenstelling en voederwaarde

Er was nauwelijks verschil in de chemische samenstelling tussen de partijen snijmais- en sorghumsilage in de proef. Wel was de 'in vitro' verteerbaarheid voor sorghumsilage zo'n 6% lager (organische stof verteerbaarheid 71,7%) dan van snijmais (77,9%), waardoor eerder een lagere voeropname voor behandeling R4 verwacht zou worden. De verteringscoëfficiënten die gevonden zijn in het onderzoek met schapen (bijlage 2) laten ook kleine verschillen zien tussen de rassen en in vergelijking met de tabel waarde van snijmais. Het oogststadium van het gewas heeft vaak een groot effect op de verteerbaarheid, dat geldt in ieder geval voor de celwandvertering van silages, zoals graskuil en snijmais. Voor sorghum ligt dat mogelijk anders omdat de sorghumplant na een droge periode in de afrijpingsfase weer opnieuw vocht kan opnemen en nieuw blad vormt. De hybride rassen (zogenoemde BMR, Brown Midrib), zoals Little Giant (Little Giant BMR), hebben een betere celwandverteerbaarheid, in het verteringsonderzoek met hamels blijkt dat uit de hogere NDF verteerbaarheid. Uit de analyse van de voermonsters van sorghumsilage uit de productieproef (bijlage 3) bleek voor een aantal nutriënten m.n. NDF en zetmeel een groot verschil tussen de nat chemische analyse en NIRS. De NIRS kalibratie voor sorghumsilage is blijkbaar nog niet optimaal. De voederwaarde kenmerken van sorghumsilage moeten daarom vooralsnog zijn afgeleid van de samenstelling bepaald via nat chemische analyse. Met de beschikbare gegevens van het onderzoek heeft het CVB inmiddels productbladen opgesteld voor sorghumsilage, die gebruikt kunnen worden bij de waardering van dit nieuwe voedergewas.

Melkproductie

De melkproductie was lager voor de behandeling met rantsoen R-4 in vergelijking met R-1. Door kleine verschillen in de gehalten was de gecorrigeerde FPCM productie niet verschillend. Het meest opvallende verschil tussen de behandelingen was het melkureum gehalte (tabel 4.4 en figuur 4.4). Deze was het laagst voor R-1 met snijmais en het hoogste voor R-4 met sorghumsilage. De andere behandelingen -met een deel snijmais en een deel sorghumsilage- lagen daar tussenin.

In de mest van de koeien die sorghum kregen kwamen onverteerde sorghumkorrels voor, meer korrels naarmate er meer sorghumsilage in het rantsoen voorkwam. Een deel van het zetmeel uit sorghumsilage werd dus niet verteerd. Dit is in overeenstemming met de resultaten van de afbraak proef, waarbij juist van deze partij sorghumkuil de afbraak van zetmeel in de pens erg traag was (tabel 4.2). Dit heeft tot gevolg dat er minder zetmeel in de pens werd afgebroken bij de behandelingen met sorghumkuil, en daarmee komt er ook minder energie beschikbaar voor pensbacteriën. Omdat in de pens tegelijk met de afbraak van koolhydraten ook eiwit afgebroken wordt, waarbij ammoniak beschikbaar komt, zal minder beschikbare energie voor pensbacteriën samenhangen met minder verbruik van ammoniak door de bacteriën. Dit heeft als resultaat dat het ammoniak gehalte in de pens hoger kan zijn, er meer ammoniak door de penswand geabsorbeerd kan worden naar de bloedbaan (hoger bloedureum) met uiteindelijk mogelijk een hoger melkureumgehalte tot gevolg.

De OEB was van alle rantsoenen vrij hoog, met als gevolg de vrij hoge melkureum gehalten. In deze rantsoenen waren graskuil en sojaschroot de voeders met een hoge OEB.

Een andere graskuil of een andere eiwitaanvulling met een lagere OEB waren opties geweest om de totale OEB van het rantsoen te verlagen. Bij de rantsoenen met sorghumsilage had minder sojaschroot of krachtvoer met een lager eiwitgehalte kunnen volstaan om toch een voldoende eiwitvoorziening in de pens te hebben.

Zetmeel

Het verlies van zetmeel via hele (sorghum)korrels in de mest is sowieso niet gewenst. Uit de zetmeelgehalten in de mest van een aantal samengestelde mestmonsters is een indicatie te geven van de hoeveelheid niet verteerde zetmeel uit het rantsoen. Met de aanname dat het zetmeel uit de mengvoeders volledig is verteerd, zou het zetmeelverlies in deze proef met 50% snijmais als ruwvoer (R1) ca. 3% kunnen zijn, terwijl het zetmeelverlies bij behandeling R4 ca. 15% zou kunnen zijn. Als dit zetmeel wel benut zou zijn geweest, zou dat een hogere voederwaarde betekend hebben voor de koe. Naar schatting voor behandeling R4 zou dat weleens 400-500 VEM geweest kunnen zijn, overeenkomend met de behoefte van ca. 1 kg melk. De sorghumsilage was ongeveer een half jaar ingekuild tot aan het moment van de proef. Dit zou voldoende moeten zijn om de zetmeelbestendigheid wat te verlagen, maar de sorghumsilage had een hoog drogestofgehalte met hard, moeilijk afbreekbare korrels tot gevolg. In deze situatie blijkt het belangrijk te zijn dat de korrels bij de oogst goed worden gekneusd, zodat het zetmeel in de korrel beschikbaar komt voor het dier. Mogelijk zijn de korrels in dit geval onvoldoende gekneusd in de gebruikte oogstmachine met korrelkneusplaten. Aangezien de korrels van de sorghumplant erg klein zijn in vergelijking met snijmais, verdient dit facet bij de oogst extra aandacht. Het gebruik van een korrelkneusplaat of een korrelkneusrol zou vergeleken kunnen worden in de praktijk.

Methaan

De totale methaan emissie (CH₄ productie) verschilde niet tussen de behandelingen, maar was numeriek hoger naarmate de verhouding sorghum in het rantsoen toenam. Dit kan eenvoudigweg te maken hebben met de hogere voeropname van het basisrantsoen (tabel 4.3). De kengetallen 'opbrengst' (CH₄/kg ds voeropname) en 'intensiteit' (CH₄/kg (meet)melk) hebben daarom meer betekenis dan de totale methaan productie per dier per dag. Bij behandeling R-4, met 50% sorghumsilage als ruwvoer, was de methaan intensiteit (CH₄/kg FPCM) hoger in vergelijking met R-1 (50% snijmais als ruwvoer). Dit verschil is toe te schrijven aan de (numeriek) hogere melkproductie op behandeling R-1, wat bijvoorbeeld het gevolg kan zijn van een betere benutting van de nutriënten. De methaanopbrengst (CH₄/kg ds voeropname) zegt meer over de eigenschappen van het rantsoen zelf. Voor de vier behandelingen was er geen verschil in methaan opbrengst. Het enige verschil tussen de behandelingen was de verhouding van snijmais en sorghumsilage in de rantsoenen. De overige voeders waren immers gelijk voor alle behandelingen. De hoeveelheid snijmais in R-1 was gemiddeld 33,2 % terwijl de hoeveelheid sorghumsilage in R-4 gemiddeld 33,7% was, een klein verschil als gevolg van de hogere voeropname van het basisrantsoen bij R-4. Daarentegen was het NDF gehalte van de gevoerde sorghumsilage iets lager (365 g NDF/kg ds), in vergelijking met snijmais (376 g NDF/kg ds). Een belangrijke vervolgvraag is of met deze meetgegevens een uitspraak gedaan kan worden over de emissie factor (EF) van sorghumsilage. De emissie factor is de hoeveelheid methaan die geproduceerd wordt met 1 kg drogestof van een voedermiddel. Over de emissie factor van snijmais is al veel bekend. Daarnaast is de hoeveelheid snijmais in rantsoenen relevant voor de emissie factoren van de afzonderlijke voedermiddelen³.

Een tweede belangrijke vraag is dus of sorghumsilage vergelijkbare eigenschappen heeft als snijmais, en of de emissie factoren van voedermiddelen in rantsoen berekeningen afhankelijk zijn van de hoeveelheid sorghumsilage in het rantsoen. Gezien de uitkomsten in deze proef, een gelijke methaan opbrengst (CH₄/kg ds), zou gesteld kunnen worden dat de emissie factor van sorghumsilage gelijk is aan de emissie factor van snijmais. Wel is er iets meer te zeggen over de afbraak van zetmeel en NDF in de pens. De afbraak kenmerken van sorghum (tabel 4.2) lieten een lage afbraaksnelheid zien van zetmeel. Bovendien werden er deze proef sorghum korrels in de mest teruggevonden. Dit betekent dat er waarschijnlijk minder zetmeel in de pens werd afgebroken in vergelijking met de behandelingen met meer snijmais. Meer zetmeelafbraak in de pens betekent vaak een lagere methaanemissie, terwijl minder zetmeelafbraak in de pens zoals verondersteld in deze proef met sorghumsilage een hogere methaan emissie per kg drogestof betekent. De NDF afbraak in de pens is echter ook een belangrijke factor: meer NDF afbraak resulteert vaak in meer methaan. De afbraaksnelheid van NDF is ook vastgesteld (tabel 4.2) van de gebruikte sorghumsilage, maar niet van de gevoerde snijmaiskuil.

³ Onderscheid in rantsoensamenstellingen, voor 0, 40 en 80% snijmais

Het verteringsonderzoek met hamels (bijlage 2) en de verteerbaarheidsanalyse (in vitro T&T) van de voermonsters laat zien dat de organische stof verteerbaarheid van sorghumsilage lager is in vergelijking met snijmais. Omdat NDF een groot deel van de organische stof uitmaakt, zal de vertering van NDF van sorghumsilage lager zijn dan snijmais.

Aangezien NDF hoofdzakelijk in de pens wordt afgebroken, zal dat mogelijk hebben geresulteerd in minder methaan bij de afbraak van NDF uit sorghumsilage. De lagere methaanvorming bij de afbraak van NDF en een tegengesteld effect op methaan van zetmeelafbraak in de pens zou geresulteerd kunnen hebben in dezelfde methaan opbrengst tussen de behandelingen R-1 tot en met R-4.

Mestscore

De visuele mestscores 'dikte' en 'vertering' lieten zien dat de mest van behandeling R-4 (met 50% sorghum als ruwvoer) dikker was en minder goed verteerd dan de andere behandelingen. De fractieverdeling van de onverteerde mestdeeltjes liet echter voor de fractie 'grof' minder grove deeltjes zien voor behandeling R-4. Mogelijk was er een verschil in haksselfijnheid van de sorghumsilage in vergelijking met de gevoerde snijmais. De sorghumsilage leek op het oog fijner gehakseld dan snijmais. Dit is echter niet vastgesteld met een zeefmethode.

De verteringscoëfficiënten van zetmeel bij het onderzoek met hamels waren hoog en gaven geen aanleiding om te veronderstellen dat er korrels in de mest van hamels voorkwamen. De in de productieproef gevoerde partij is niet onderzocht met hamels, maar deze partij had een hoger drogestofgehalte dan de voeders uit het (hamel) verteringsonderzoek. Een hoger drogestofgehalte bij de oogst betekent bij snijmais vaak ook een verder afgerijpte korrel. Ook bij sorghum lijkt dit het geval te zijn. Toch is het goed mogelijk dat schapen intensiever herkauwen waardoor de korrels beter stuk gaan en de afbraak van zetmeel vollediger is. Bovendien zou je eventueel ook effecten kunnen verwachten van het voerniveau.

6 Conclusies en aanbevelingen

- De oogst van de gehele sorghumplant voor silage verdient extra aandacht als de korrels ver afgerijpt en hard zijn. Een korrelkneuzer of kneusplaat in de hakselaar dient goed afgesteld te zijn en de werking ervan moet gecontroleerd worden. De korrels moeten stuk zijn, om te voorkomen dat het zetmeel uit de korrel niet door het dier wordt benut.
- De conservering van sorghumsilage is vergelijkbaar met snijmaissilage, gehakselde sorghum is goed in te kuilen.
- De beschikbare sorghum rassen als voedergewas zijn onder te verdelen in zetmeelrassen en structuurrassen. Bij de eerstgenoemde is de samenstelling vergelijkbaar met snijmais. Structuurrassen hebben een lager korrelaandeel en daardoor een lager zetmeelgehalte, maar een hoger NDF gehalte dat veelal goed verteerbaar is.
- Sorghumsilage is een smakelijk ruwvoer, de voeropname van sorghumsilage was bij in een proef met melkvee, waarbij snijmais volledig werd vervangen, hoger.
- Ondanks de hogere voeropname was de melkproductie in kg per dag lager bij volledige vervanging van snijmais door sorghumsilage.
- De afbraak van zetmeel uit sorghumsilage verloopt langzamer dan bij snijmais, waardoor er minder zetmeel in de pens zal worden afgebroken. De zetmeelbestendigheid van de onderzochte sorghumsilages was hoger in vergelijking met snijmais.
- Sorghumsilage lijkt een effect te hebben op de mestconsistentie (mestdikte), ervaringen uit de praktijk geven ook aan dat de mest bij sorghumsilage dikker is.
- De methaanemissie per kg voer (enterisch) was niet verschillend tussen de rantsoenen met snijmais, sorghumsilages of combinaties daarvan. Daarmee lijkt het erop dat sorghumsilage zich in de pens van de koe niet anders gedraagt in vergelijking met snijmais.
- Aanvullende metingen of berekeningen naar de methaan emissie kenmerken zijn zinvol om tot een goede schatting te komen van de emissie factor (EF).
- De chemische samenstelling en voederwaardekenmerken kunnen nog niet betrouwbaar bepaald worden via de NIRS techniek. Ontwikkeling van ijklijnen voor NIRS zijn is belangrijk om in de toekomst de samenstelling en voederwaarde van sorghumsilages voor de praktijk te kunnen vaststellen.
- Met de tot nu toe bekende onderzoeksresultaten zijn productbladen voor de CVB Veevoedertabel opgesteld. Naarmate meer onderzoeksresultaten bekend zijn is het mogelijk de productbladen zo nodig te updaten.

Praktijkervaringen van twee veehouders

- Melkkoeien; een smakelijke structuurbron met hoge voederwaarde

Frank Mijs uit Bladel heeft een ruime teeltermijding met sorghum als ruwvoergewas voor zijn melkvee. Hij begon in 2017 met de teelt van sorghum, omdat hij op zoek was naar een gewas dat paste bij zijn droogtegevoelige grond én een waardevolle aanvulling was in het rantsoen. Sorghum bleek een droge periode goed te kunnen doorstaan maar de groei stagneert dan wel. Het verschil met snijmais is dat de sorghumplant in een droge periode niet afsterft, en na de droogte weer gaat groeien. Het groeiseizoen is in ons klimaat echter te kort om daar een meeropbrengst uit te halen, volgens Frank. In 2022 heeft Frank een mengteelt toegepast van sorghum en snijmais. Na een snede Italiaans raaigras in het voorjaar worden beide gewassen tegelijk gezaaid in een verhouding 2/3 sorghum en 1/3 snijmais. Frank teelt bij voorkeur een structuur ras van sorghum, de structuur rassen hebben een lager zetmeelgehalte en meer ruwe celstof. Hij ziet dat terug bij zijn koeien. De koeien vreten het rantsoen met de mengkuil graag, ze zijn actiever in het robot bezoek en de mest is zichtbaar dikker. Het vetgehalte in de melk is hoger, in het melkureum gehalte ziet Frank geen bijzondere verandering. De klauwgezondheid lijkt ook beter, wat zich laat zien in hardere klauwen. De opbrengst van de mengteelt in 2022 was goed, ondanks de droge zomerperiode. Het is volgens Frank niet juist om snijmais en sorghumkuil 1 op 1 te vergelijken, sorghum is een ander gewas met andere eigenschappen. Daarom is sorghum geen vervanger of alternatief voor snijmais, maar eerder een aanvulling in het rantsoen en een extra gewas dat de biodiversiteit verbreedt. Voor de toekomst ziet Frank perspectief voor sorghumteelt als voeder gewas, de teelt vraagt wel om extra aandacht met name als het gaat om de beginontwikkeling in het voorjaar. Door de koudegevoeligheid is het risico in het voorjaar groter. Snijmais is een gewas met een hoge opbrengst en goede voederwaardeopbrengst. Toch is sorghumkuil een waardevol voedermiddel gebleken. Frank vat het kort samen: sorghumkuil is een smakelijke structuurbron met een hoge voederwaarde, en daardoor een belangrijke aanvulling in het rantsoen.



Foto 1 *Mengteelt van sorghum en snijmais tijdens de oogst op het melkveebedrijf van Mijs, op de voorgrond een rij snijmais, met daarachter een rij sorghum, te zien aan de pluim die boven de snijmais uitsteekt (foto: Frank Mijs).*

- Melkgeiten; actieve en fitte geiten met sorghum

Voor zijn melkgeiten teelt Tom van Bakel uit Riethoven (N.Br.) jaarlijks ca. 4 hectare sorghum. Daarmee vervangt hij jaarrond een deel van de snijmais in het rantsoen, tot zo'n 20-30%. Sorghumrassen met een (relatief) laag zetmeelgehalte, de structuurrassen, vindt Tom het meest geschikt. Daarmee kan hij het zetmeelgehalte in het rantsoen verlagen. Zijn ervaring is dat het een gunstige uitwerking heeft op de algehele gezondheid van de geiten. De oudere geiten krijgen iets meer sorghum in het rantsoen dan de jongere geiten die nog in de groei zijn. De oudere geiten zijn actiever, en ze komen beter naar de melkstal. De mest is zichtbaar beter en diarree komt zelden voor. Omdat sorghum altijd deel uitmaakt van het rantsoen, is het moeilijk te zeggen wat het effect is op de melksamenstelling. De gehalten in de melk zijn sowieso hoog. Als de oogst van de sorghum samenvalt met de oogst van snijmais, wordt de sorghum in een dikke laag tussen de snijmais ingekuuld. De sorghum heeft bij de oogst vaak een lager drogestofgehalte dan snijmais, waardoor eventueel perssap in de snijmais wordt opgevangen. In het afgelopen jaar was de snijmaisoogst erg vroeg, en kon niet tegelijk met sorghum worden ingekuuld. De sorghum is later ingekuuld bovenop de laatste snede gras. In het voorjaar wordt veelal eerst een snede gras geoogst, daarna vindt de grondbewerking en het inzaaien plaats. Het bedrijf heeft ook een perceel met marginale grond, het valt op dat sorghum daar ook een goede opbrengst geeft. Daarnaast lijkt sorghum een gunstig effect te hebben op de bodem, waardoor een volgend gewas profiteert. Concluderend zegt Tom: "Sorghum past goed op mijn bedrijf met melkgeiten, het past goed in het bouwplan, en het is een waardevolle ruwvoer aanvulling in het rantsoen. Het heeft een positief effect op de vertering en op de algehele gezondheid van de dieren. Ik ga zeker door het met telen van sorghum voor mijn geiten."



Foto 2 Tom van Bakel: "Sorghum past goed op mijn bedrijf met melkgeiten, het heeft een positief effect op de vertering en op de algehele gezondheid van de dieren" (foto: Peter Roek).

Literatuur

Boever, J. de, D. van Wesemael, L. Doudah en S. de Campeneere. 2020. Hamelverteringsproeven met drie partijen sorghumkuil ter bepaling van de energiewaarde. ILVO rapport.

Harper, M.T., J. Oh, F. Giallongo, J.C. Lopes, G.W. Roth and A.N. Hristov. 2017. Using brown midrib 6 dwarf forage sorghum silage and fall-grown oat silage in lactation dairy cow rations. *Journal of Dairy Science* 100: 5250-5265.

Kasper, G. 2017. Teelt van sorghum als voedergewas lijkt perspectiefvol in Nederland. Wageningen Livestock Research rapport 1064.

Kasper, G. 2020. Inkuilparameters van 12 sorghumpartijen. *V-Focus* september 2020, blz. 32-34.

Bijlage 1 Conserveringsonderzoek

Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de resultaten van het conserveringsonderzoek met verschillende sorghumsilages. De volledige resultaten zijn beschreven in V-Focus (Kasper, G. 2020. Inkuilparameters van 12 sorghumpartijen. V-Focus, sept. 2020, pag. 30-34)

Tabel B1.1 Samenstelling en conserveringskenmerken van diverse sorghumsilages (bron: V-Focus, sept. 2020, 30-34).

Proefveld	ras	eenheid ->	g/kg	g/kg ds		%		g/kg ds				
		drogestof	ruw as	suiikers	zetmeel	VC-OS	pH	melkzuur	azijnzuur	boterzuur	alcohol	melkzuur/ azijnzuur
Moergestel	STH18005	297	41	13	210	64,8	3,8	64	17	0,7	12,2	3,8
	STH18038	265	48	13	261	73,1	3,8	72	19	0,8	11,0	3,8
	STH18119 (Voyenn)	272	41	14	251	70,0	3,8	66	22	0,8	15,1	3,0
	Vegga	205	53	18	76	67,5	3,7	97	29	1,0	51,2	3,3
	Little Giant (Little Giant BMR)	217	54	17	65	69,8	3,7	92	28	1,0	29,1	3,3
	Suzy-120N4	365	40	9	156	57,5	3,9	55	16	0,6	10,7	3,4
	Nutrigrain	206	50	19	26	70,6	3,6	92	34	1,0	76,8	2,7
	C7 (Dusormil)	274	36	12	242	66,9	3,7	62	18	0,8	21,2	3,4
	C7-120N4 (Dusormil)	267	49	10	312	67,6	3,8	71	15	0,8	14,7	4,7
Ven-Zelderheide	STH181194	276	57	-	303	69,9	3,8	53	10	0	8,2	5,5
	Little Giant (Little Giant BMR)	247	60	-	146	67,1	3,8	87	10	0	13,5	8,8
	C7 (Dusormil)	257	55	-	248	65,7	3,8	77	8	0	20,9	9,6

Bijlage 2 Verteringsonderzoek

Onderstaande tabellen geven de belangrijkste resultaten weer van het verteringsonderzoek met schapen, uitgevoerd door ILVO. De rassen STH18119 (Voyenn) en C7 (Dusormil) zijn beide zetmeelrassen, terwijl Little Giant (Little Giant BMR) een 'brown midrib ras' (BMR) is. De verteerbaarheid van de organische stof varieerde tussen deze rassen van 65,7% tot 69,9%, voor snijmais ligt dat rond 70% bij een vergelijkbaar drogestofgehalte. Opvallend is de hogere verteerbaarheid van de NDF bij Little Giant (Little Giant BMR). Gecombineerd met een hoger NDF gehalte van dit ras betekent dit een groter aandeel goed verteerbare celwanden. De berekende energiewaarde (VEM), is dan ook vrijwel gelijk tussen Little Giant (Little Giant BMR) en C7 (Dusormil), iets hoger voor STH18119 (Voyenn) door de hogere organische stof verteerbaarheid.

Tabel B2.1 Chemische samenstelling en fermentatie⁴ producten.

	eenheid	STH18119 (Voyenn)	Little Giant (Little Giant BMR)	C7 (Dusormil)	Snijmais (CVB, 2018 (ds 240-280))
drogestofgehalte	g/kg	283	252	280	265
ruw as	g/kg ds	55	58	53	52
ruw eiwit	g/kg ds	87	93	79	95
ruw vet	g/kg ds	22	18	26	25
ruwe celstof	g/kg ds	223	256	229	225
zetmeel	g/kg ds	297	142	240	245
NDF	g/kg ds	387	482	445	448
pH	-	3.79	3.78	3.76	-
melkzuur	g/kg ds	52.8	86.6	76.7	82.0
azijnzuur	g/kg ds	9.7	9.9	8.2	21.0
alcoholen	g/kg ds	8.2	13.5	20.9	-
ammoniak	g/kg ds	0.97	0.86	0.67	
ammoniak fractie	%	5.7	4.7	4.3	5.0

Tabel B2.2 Verteringscoëfficiënten (VC) van de onderzochte sorghumsilages.

	eenheid	STH18119 (Voyenn)	Little Giant (Little Giant BMR)	C7 (Dusormil)	Snijmais (CVB, 2018 (ds 240-280))
VC drogestof	%	67.8	65.3	64.1	
VC organische stof	%	69.9	67.1	65.7	70.0
VC ruw eiwit	%	62.6	55.8	55.9	57.0
VC ruw vet	%	64.2	54.0	72.9	
VC ruwe celstof	%	55.8	61.3	46.6	
VC zetmeel	%	98.3	99.3	99.5	
VC NDF	%	47.5	52.4	43.8	
VEM waarde	-	834	778	785	865

⁴ De hoeveelheden propion- en boterzuur in het silages waren heel laag.

Bijlage 3 Chemische samenstelling en voederwaarde ruwvoermonsters

nutrient	eenheid	analyse	snijmaissilage	sorghumsilage	grassilage
			gemiddeld periode 1-4	gemiddeld periode 1-4	gemiddeld periode 1-4
drogestof	g/kg	nat chemisch	344	364	376
Ruw as	g/kg ds	nat chemisch	40	46	133
Suiker	g/kg ds	NIRS	12	12	20
NDF	g/kg ds	nat chemisch	376	365	476
NDF	g/kg ds	NIRS	343	340	467
ADF	g/kg ds	nat chemisch	211	213	289
ADL	g/kg ds	nat chemisch	14	19	26
VCOS T&T	%	nat chemisch	77.9	71.7	
VCOS T&T	%	NIRS	76.7	72.9	75.3
Ruw eiwit	g/kg ds	nat chemisch	-	76	0
Ruw eiwit	g/kg ds	NIRS	60	75	183
Ruw vet	g/kg ds	nat chemisch	-	29	0
Ruw vet	g/kg ds	NIRS	34	32	48
Ruwe celst	g/kg ds	nat chemisch	-	175	0
Ruwe celst	g/kg ds	NIRS	173	194	261
Zetmeel	g/kg ds	nat chemisch	367	358	0
Zetmeel	g/kg ds	NIRS	361	325	0
VEM	-/kg ds	NIRS	983	915	870
DVE	g/kg ds	NIRS	48	46	66
OEB	g/kg ds	NIRS	-35	-31	66
VOS	g/kg ds	NIRS	736	696	653
FOS	g/kg ds	NIRS	511	594	503
SW	-	NIRS	1.5	2.2	3.0
pH	-	NIRS	3.7	3.9	4.7
NH3 fractie	%	NIRS	13.8	7.8	12.5

Bijlage 4 Chemische samenstelling en voederwaarde van overige voeders

nutrient	eenheid	analyse	Greenfeed brok	Mengvoer brok	Sojaschroot	Mervobest
drogestof	g/kg	nat chemisch	883	875	864	846
Ruw as	g/kg ds	nat chemisch	84	68	70	70
Suiker	g/kg ds	nat chemisch	54	108	118	94
NDF	g/kg ds	nat chemisch	309	397	159	366
NDF	g/kg ds	NIRS				
ADF	g/kg ds	nat chemisch	171	240	66	97
ADL	g/kg ds	nat chemisch	38	18	5	9
VCOS T&T	%	nat chemisch		79.7	93.0	91.7
VCOS T&T	%	NIRS				
Ruw eiwit	g/kg ds	nat chemisch	143.0	138.0	524.0	495.0
Ruw eiwit	g/kg ds	NIRS				
Ruw vet	g/kg ds	nat chemisch	0.0	36.0	13.0	18.0
Ruw vet	g/kg ds	NIRS				
Ruwe celst	g/kg ds	nat chemisch	75.0	192.0	43.0	70.0
Ruwe celst	g/kg ds	NIRS				
Zetmeel	g/kg ds	nat chemisch		113.0	10.0	24.0
Zetmeel	g/kg ds	NIRS				
VEM	-/kg ds		1095	1087	1171	1176
DVE	g/kg ds		89	97	282	422
OEB	g/kg ds		-4	1	198	17
VOS	g/kg ds					
FOS	g/kg ds					
SW	-					
pH	-					
NH3 fractie	%					

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

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.

