



Relaties tussen verschillende chemische kenmerken in graskuil: data uit het project Netwerk Praktijkbedrijven

J.W. Spek en M.H. Bruinenberg

Openbaar
Rapport 1493



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Relaties tussen verschillende chemische kenmerken in graskuil: data uit het project Netwerk Praktijkbedrijven

J.W. Spek en M.H. Bruinenberg

Wageningen Livestock Research

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research en gesubsidieerd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek thema 'B1 Emissie reductie methaan veehouderij' (projectnummer BO-43.10-002-034).

Wageningen Livestock Research
Wageningen, oktober 2024

Rapport 1493

Samenvatting NL

Het project Netwerk praktijkbedrijven (NPB) is in 2020 opgestart met als doel het reduceren van emissies van methaan en ammoniak met 30% t.o.v. het referentiejaar 2020. Reduceren van de ammoniakemissie kan vrij effectief middels het verlagen van het eiwitgehalte van rantsoenen. Voor het reduceren van enterische methaanemissie is het voeren van graskuil met een laag vezelgehalte een optie. Alhoewel kwalitatief bekend is wat het effect is van groeistadium van gras op gehalten aan NDF (vezel), ruw eiwit en suiker en ook wat het effect van drogestof-gehalte is op gehalten aan DVE (darmverteerbaar eiwit) en OEB (onbestendig eiwit balans), ontbreekt het aan kwantitatief inzicht in relaties tussen de verschillende kenmerken. Vanuit het NPB project is een grote dataset aan graskuilanalyses beschikbaar die gebruikt kon worden voor het vaststellen van bovengenoemde relaties. In deze studie is onderzocht in hoeverre gehalten aan NDF, DVE, OEB en VEM van graskuilen zijn gecorreleerd met kenmerken van graskuilen zoals droge stof, ruw as, RE, suiker en grassnedenummer.

Summary UK

N The project Netwerk praktijkbedrijven (NPB) was initiated in 2020 with the aim of reducing emissions of methane and ammonia by 30% compared to the reference year 2020. Reduction of ammonia emissions can be quite effective by reducing the protein content of rations. For reducing enteric methane emissions, feeding grass silage with a low fiber content is an option. Although it is qualitatively known what the effect of grass growth stage is on NDF (fibre), crude protein, and sugar contents, as well as what the effect of dry matter content is on DVE (intestinal digestible protein) and OEB (rumen protein balance) contents, there is a lack of quantitative insight into relationships between the different characteristics. From the NPB project, a large dataset of grass silage analyses is available that could be used to determine the aforementioned relationships. This study investigated to what extent NDF, DVE, OEB, and VEM (net energy value) contents of grass silages are correlated with characteristics of grass silages such as dry matter, crude ash, crude protein, sugar, and number of grass cut.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/661744> 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, 2024

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.

Inhoud

Woord vooraf	5	
1	Introductie	7
2	Materiaal en Methoden	9
	2.1 Dataset	9
	2.2 Methodiek bij de analyse van de dataset	10
3	Resultaten	12
	3.1 Correlatie tussen nutriënten en voederwaardekenmerken	12
	3.2 Modellen om nutriënten en voederwaarden te voorspellen	12
	3.3 Toepassing van de vastgestelde modellen	15
	3.4 Effect van verloop van het seizoen	19
4	Discussie	20
	4.1 Opties voor reduceren van NDF-gehalten	20
	4.2 Effect van REin- en DS-gehalten op OEB91 en DVE91	20
	4.3 Effect van DS-gehalte op gehalte aan suiker	21
	4.4 Effect van suikergehalte op gehalten aan REin, NDF, DVE91, OEB91 en VEM	21
	4.5 Effect van RAS-gehalte op gehalten aan NDF, DVE91, OEB91 en VEM	21
	4.6 Effect van snedenummer op gehalten aan REin, NDF, DVE91, OEB91 en VEM	21
	4.7 Handvatten voor melkveehouders	22
5	Conclusies	24
Literatuur		25
Bijlage 1	Correlaties nutriëntgehalten van graskuilen	26
Bijlage 2	Relaties tussen snede en nutriëntgehalten	27
Bijlage 3	Uitkomsten scenarioberekeningen	32
Bijlage 4	Relatie tussen suikergehalte en tijdstip op de dag voor vers gras	35



Woord vooraf

Netwerk Praktijkbedrijven wil melkveehouders en hun erfbetreders concrete handvatten geven om tegelijkertijd de ammoniak- en methaanemissies fors te verlagen. Dat is niet eenvoudig. Want jonger gras zorgt enerzijds voor minder methaanemissie maar kan tegelijkertijd juist weer zorgen voor een hogere ammoniakemissie.

Op basis van een grote dataset aan graskuiluitslagen kwantificeert dit rapport de effecten van oogstmoment en gehalten aan DS en suiker op de gehalten aan RE, NDF, DVE91 en OEB91.

Aan de hand hiervan zijn tabellen (zie bijlage) gemaakt die een eerste aanzet tot concrete handvatten bieden.

Gerard Migchels, projectleider Netwerk Praktijkbedrijven



1 Introductie

Aanleiding

Het project Netwerk praktijkbedrijven (NPB) is in 2020 opgestart met als doel het reduceren van methaanemissie en van ammoniak met 30% t.o.v. het referentiejaar 2020. Reduceren van de ammoniakemissie kan vrij effectief middels het verlagen van het eiwitgehalte van rantsoenen. Voor het reduceren van enterische methaanemissie is het voeren van graskuil met een laag vezelgehalte een optie (Warner et al. 2016).

Het NDF-gehalte (neutral detergent fiber; proxy voor aandeel vezels in een voedermiddel) van graskuil wordt dan ook als factor in de berekening van de methaanemissie gebruikt in het rekeninstrument "Kringloopwijzer." Dit is zichtbaar in de formules van de emissiefactoren voor methaan voor graskuilen (KLW, 2023):

$$EF0\% = EF40\% = 19.5 + 0.03 \times (\text{NDF (g/kg DS)} - 465)$$

$$EF80\% = 21.0 + 0.03 \times (\text{NDF (g/kg DS)} - 465)$$

Waarbij EF de emissiefactor voor methaan (in g CH₄ per kg DS) voorstelt. Een EF0%, EF40% en EF80% betekent dat deze formule geldt voor een aandeel snijmais in het ruwvoergedeelte van het rantsoen van respectievelijk 0, 40 en 80%. Afhankelijk van het werkelijke aandeel snijmais in het ruwvoeraandeel van het gemiddelde rantsoen gevoerd op het melkveebedrijf wordt geïnterpoleerd tussen de EF-waarden.

Het NDF-gehalte van graskuil kan verlaagd worden door het maaien van gras in een jonger stadium (Van Vuuren et al. 1999; Chaves et al. 2006). Dit heeft consequenties voor andere gehalten. Het oogsten van gras in een jonger stadium leidt bijvoorbeeld tot hogere gehalten aan ruw eiwit (RE; Van Vuuren et al. 1999; CVB, 2016; Delagarde et al. 2000; Chaves et al. 2006), VEM (Van Vuuren et al. 1999; CVB, 2016; Chaves et al. 2006), DVE91 (darmverteerbaar eiwit volgens het DVE/OEB-1991 systeem; CVB, 2016) en OEB91 (onbestendig eiwit balans volgens het DVE/OEB-1991 systeem; CVB, 2016). Jonger maaien kan dan ook leiden tot hogere eiwitgehalten in rantsoenen en daarmee tot een ongewenste stijging in emissie van ammoniak. Het kwantificeren van relaties tussen de verschillende karakteristieken van graskuil kan melkveehouders ondersteunen in het maken van een goede afweging tussen bijvoorbeeld het verlagen van RE- en OEB91-gehalten van graskuil (van belang voor het minimaliseren van ammoniakemissie) en het verlagen van het NDF-gehalte (van belang voor het minimaliseren van methaanemissie).

Voorbeelden van te verwachten effecten:

- i) droger inkuielen verhoogt pensbestendig eiwit (CVB, 2023), waardoor DVE91 stijgt en OEB91 daalt.
- ii) suiker en eiwit zijn omgekeerd gerelateerd (Delagarde et al., 2000). Laat op de middag maaien - wat resulteert in een hoger suikergehalte (Holshof et al., 2022) - kan daardoor een negatief effect op het eiwitgehalte hebben. Ook de zonlichtintensiteit, nachttemperaturen en veldperiode hebben grote invloed op gehalten aan suiker en RE in gras.

Alhoewel kwalitatief bekend is wat het effect is van groeistadium van gras op gehalten aan NDF, RE en suiker en ook wat het effect van DS-gehalte is op gehalten aan DVE91 en OEB91, ontbreekt het aan kwantitatief inzicht in relaties tussen de verschillende kenmerken. Vanuit de praktijk is er behoefte aan kwantitatief inzicht in de relaties tussen deze kenmerken om handvatten te bieden aan melkveehouders en adviseurs m.b.t. het vaststellen van het optimale oogstmoment en de optimale droogperiode van gras voor het behalen van doelstellingen t.a.v. minimaliseren van emissies van methaan en ammoniak.

Vanuit het NPB project is een grote dataset aan graskuilanalyses beschikbaar die gebruikt kan worden voor het vaststellen van bovengenoemde relaties. In deze studie is onderzocht in hoeverre gehalten aan NDF, DVE91, OEB91 en VEM van graskuilen zijn gecorreleerd met kenmerken van graskuilen zoals DS, RAS, RE in (RE inclusief NH₃), suiker en snede. Deze relaties kunnen handvatten bieden aan melkveehouders en adviseurs voor het maken van afwegingen bij keuzes omtrent bemesting, maaimoment en voordroogperiode om emissies van zowel methaan als ammoniak te minimaliseren.

Doel

Het project heeft als doel: kwantificeren effecten van oogstmoment en gehalten aan DS en suiker op gehalten aan RE, NDF, DVE91 en OEB91

Centrale onderzoeksvraag

De centrale onderzoeksvraag is: Wat is het effect van oogstmoment, DS-gehalte en suikergehalte op de gehalten aan RE, NDF, DVE91, OEB91 en VEM in de graskuil?

2 Materiaal en Methodes

2.1 Dataset

Van 18 melkveebedrijven in het NPB project zijn in de periode 2000 - 2024 een 1783 Eurofins NIR verslagen van analyses van graskuilen ingelezen in een dataset.¹ De meeste van deze analyses waren afkomstig van graskuilmonsters genomen tijdens meetweken. Tijdens deze meetweken is vastgelegd wat de opname van DS, REIn, NDF en VEM was met als doel om inzicht te krijgen in relaties tussen voermaatregelen en gemeten emissies van NH₃ en CH₄. De monsternamen van de graskuilen was volgens het protocol van Eurofins Agro (verticaal gestoken van de top tot de bodem van de kuil, op 3 plekken op minstens een halve meter afstand van het snijvlak).

Een aantal kuiluitslagen zijn verwijderd uit de dataset namelijk:

- i) monsters met een hoge RAS-gehalte: omdat een hoog RAS-gehalte veroorzaakt kan zijn door grond in de kuil, zijn alleen observaties met RAS-gehalten lager dan 140 g/kg DS meegenomen in de analyse van de dataset te nemen
- ii) monsters met zeer hoge DS-gehalten (> 700 g/kg), omdat dit meer in overeenstemming is met hooi
- iii) monsters met zeer lage DS-gehalten (< 250 g/kg) die meer in overeenstemming zijn met vers gras.

In Tabel 1 zijn de aantallen en de gemiddelde nutriëntgehalten van de dataset weergegeven. In een aantal gevallen is ook geregistreerd van welke snede of combinaties van sneden het kuilmonster afkomstig was. In het geval een kuilmonster bestond uit een combinatie van twee sneden, bijvoorbeeld van snede 1 en snede 2, dan heeft dit kuilmonster de waarde 1.5 voor snede gekregen. In het geval een monster uit een combinatie van meer dan 2 sneden bestond of in het geval twee sneden elkaar in tijd niet direct opvolgden (bijvoorbeeld een combinatie van snede 2 en 4) dan is er geen waarde voor snede toegekend aan dat monster.

¹ In een aantal gevallen zijn monsters geanalyseerd van graskuilen die het jaar ervoor zijn ingekuuld. Dit was bijvoorbeeld het geval voor alle graskuilanalyses van 2024.

Tabel 1 Gemiddelde nutriëntgehalten van graskuilen uit de NPB dataset. Observaties met RAS-gehalten > 140 g/kg DS en DS-gehalten > 700 en < 250 g/kg zijn niet meegenomen.

	N	Gemiddelde	Std. Deviatie	Min	Max
Jaar	1372	2021	2.8	2000	2024
DS (g/kg)	1372	441	96	251	699
RAS (g/kg DS)	1362	106	16	51	139
RVET (g/kg DS)	1284	39	5	15	57
RE (g/kg DS)	1363	154	27	56	251
REin (g/kg DS)	1363	167	29	67	277
NDF (g/kg DS)	1285	469	51	255	649
Suiker (g/kg DS)	1284	82	45	11	269
VEM (/kg DS)	1363	906	60	590	1055
VCOS (%)	1263	77	4	58	86
DVE91 (g/kg DS)	1361	72	10	32	112
OEB91 (g/kg DS)	1361	25	26	-50	132
EF00mais (g CH ₄ /kg DS)	1372	19.6	1.50	13.2	25.02
EF40mais (g CH ₄ /kg DS)	1372	19.6	1.50	13.2	25.02
EF80mais (g CH ₄ /kg DS)	1372	21.1	1.50	14.7	26.52
Snedes	597	2.5	1.5	1.0	6.0

De dataset is gebruikt voor het vaststellen van de relaties tussen de combinatie van de gehalten REin, DS, RAS en suiker en gehalten aan NDF, DVE91, OEB91 en VEM.

2.2 Methodiek bij de analyse van de dataset

Als eerste zijn de Pearson correlaties van de verschillende nutriënten bepaald via de CORR procedure van SAS. Deze correlaties geven inzicht in welke nutriënten met elkaar zijn gecorreleerd. Vervolgens zijn relaties middels de MIXED procedure van SAS geanalyseerd met melkveebedrijf als random factor. Daarbij zijn zowel lineaire als kwadratische effecten van de parameters RE, DS, RAS en suiker onderzocht op gehalten aan NDF, DVE91, OEB91 en VEM. Ook zijn lineaire interacties tussen RE, DS, suiker en RAS geanalyseerd. Een voorbeeld van een model is als volgt:

$$\text{NDF (g/kg)} = \text{Int} + a \times \text{REin (g/kg DS)} + b \times \text{REin}^2 \text{ (g/kg DS)} + \text{melkveebedrijf} + \text{residuele fout}$$

Waarbij:

Int = interceptwaarde

a, b etc. de fixed effect regressiecoëfficiënten zijn voor de parameters in het model en melkveebedrijf een random effect is per melkveebedrijf. Deze random bedrijfseffecten zijn verder niet weergegeven in deze studie.

Daarnaast zijn 'goodness of fit' parameters van de modellen berekend, waarbij de geschatte gehalten o.b.v. alleen de fixed effect effecten van het model zijn uitgezet tegen de gemeten gehalten.

Vervolgens zijn de residual mean square error (RMSE), de coëfficiënt of determination (R²) en variatiecoëfficiënt (%CV) bepaald.

Wanneer een significant kwadratisch effect van een verklarende variabele of een significante interactie niet resulteerde in een verlaagde AIC waarde van het model, werd het kwadratisch effect of de interactie niet meegenomen. Op basis van het vastgestelde model zijn vervolgens de studentized residuals vastgesteld. Studentized residuals met waarden hoger dan 2.0 en lager dan -2.0 werden als uitbijters beschouwd en weggelaten waarna modellen opnieuw werden gefit. De resultaten van de modeluitkomsten na weglaten van studentized residuals zijn weergegeven in dit rapport.

3 Resultaten

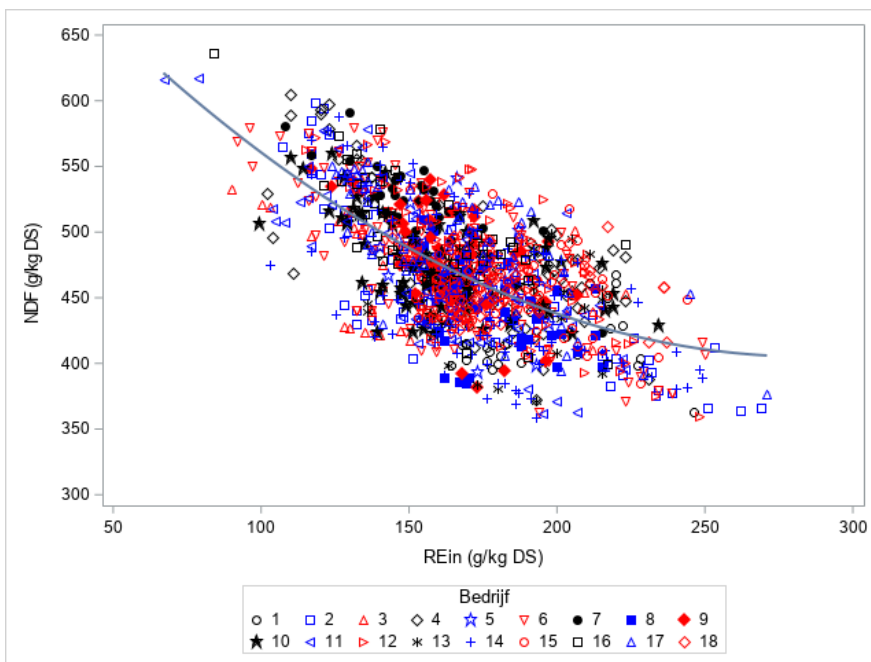
3.1 Correlatie tussen nutriënten en voederwaardekenmerken

De Pearson correlaties tussen nutriëntgehalten zijn weergegeven in Bijlage 1. Correlaties die van belang bleken voor modellen, zijn in Tabel 2 weergegeven.

Tabel 2 Pearson correlaties tussen nutriënten in graskuilen van nutriënten die zijn gebruikt voor het opstellen van modellen om variatie in NDF, DVE91, OEB91 en VEM te schatten.

	NDF	DVE91	OEB91	VEM
REin	-0.562	0.479	0.934	0.341
DS		0.454	-0.434	
Suiker	-0.219	0.496	-0.456	0.297
RAS	-0.321	-0.187	0.502	-0.204
NDF				-0.640

In Fig. 1 is de relatie tussen REin en NDF grafisch weergegeven. De regressielijn is gebaseerd op model NDF-1 (Tabel 3).



Figuur 1 Relatie tussen REin (g/kg DS) en NDF (g/kg DS) voor alle observaties uit Tabel 1 exclusief uitbijters (n=1227).

Resultaten in Fig. 1 laten zien dat er sprake is van een kwadratische afname van NDF-gehalte bij een toename in REin.

3.2 Modellen om nutriënten en voederwaarden te voorspellen

In Tabellen 3 tot en met 6 zijn de verschillende modellen weergegeven voor respectievelijk NDF, DVE91, OEB91 en VEM, van simpel tot meer complex.

Tabel 3 Resultaten van modeluitkomsten (regressiecoëfficiënten en goodness of fit parameters) om NDF (g/kg DS) te schatten o.b.v. de verklarende variabelen REin, Suiker en RAS (allen in g/kg DS) van simpel naar complex.

Model	N	Int	Verklarende variabelen				R ²	%CV	RMSE	
			REin	REin ²	Suiker	Suiker ²				RAS
NDF-1	1225	781 ±23.6	-2.710 ±0.2714	0.00503 ±0.000779			0.477	7.3	34.1	
NDF-2	1224	818 ±20.5	-2.861 ±0.2308	0.00496 ±0.000662	0.222 ±0.0653	-0.00341 ±0.000309	0.637	6.2	29.0	
NDF-3	1231	858 ±21.0	-2.598 ±0.2323	0.00456 ±0.000663	0.140 ±0.0660	-0.00332 ±0.000308	-0.630 ±0.0755	0.643	6.2	29.0

Modellen in Tabel 3 laten zien dat REin, suiker en RAS negatieve effecten hebben op NDF.

Tabel 4 Resultaten van modeluitkomsten (regressiecoëfficiënten en goodness of fit parameters) om DVE91 (g/kg DS) te schatten o.b.v. de verklarende variabelen REin, DS, Suiker en RAS (allen in g/kg DS) van simpel naar complex.

Model	N	Int	Verklarende variabelen						R ²	%CV	RMSE	
			REin	REin ²	DS	DS ²	Suiker	RAS				DS × REin
DVE-1	1231	3.2 ±4.43	0.681 ±0.0508	-0.00158 ±0.000146						0.443	9.1	6.6
DVE-2	1236	2.4 ±7.28	0.403 ±0.0550	-0.00122 ±0.000118	0.0396 ±0.01631	-0.00006 ±0.000013			0.000450 ±0.000052	0.732	6.6	4.8
DVE-3	1225	-43.3 ±3.18	0.790 ±0.0289	-0.00168 ±0.000083	0.0712 ±0.00874	-0.000040 ±0.0000092	0.105 ±0.0029			0.852	4.9	3.5
DVE-4	1224	-36.5 ±2.90	0.845 ±0.0263	-0.00177 ±0.000075	0.0783 ±0.00809	-0.000050 ±0.0000085	0.0898 ±0.00286	-0.131 ±0.0088		0.875	4.6	3.3

Modellen in Tabel 4 laten zien dat REin, DS en suiker positieve effecten hebben op DVE91 terwijl RAS een negatief effect heeft op DVE91.

Tabel 5 Resultaten van modeluitkomsten (regressiecoëfficiënten en goodness of fit parameters) om OEB91 (g/kg DS) te schatten o.b.v. de verklarende variabelen REin, DS, Suiker en RAS (allen in g/kg DS) van simpel naar complex.

Model	N	Verklarende variabelen								R ²	%CV	RMSE
		Int	REin	REin ²	DS	DS ²	Suiker	RAS	DS x REin			
OEB-1	1221	-87 ±4.5	0.481 ±0.0518	0.00106 ±0.000150						0.931	27.8	6.7
OEB-2	1221	-72 ±6.1	0.665 ±0.0474	0.000944 ±0.000104	-0.0537 ±0.01372	0.000060 ±0.000010			-0.00042 ±0.000044	0.975	16.6	4.1
OEB-3	1200	-89 ±4.2	0.721 ±0.0369	0.000733 ±0.000082	0.0231 ±0.00583		-0.0759 ±0.00254		-0.00044 ±0.000034	0.984	13.0	3.1
OEB-4	1196	-91 ±5.0	0.653 ±0.0437	0.000928 ±0.000095	0.0286 ±0.00686		-0.0720 ±0.00320	0.0685 ±0.00930	-0.00047 ±0.000040	0.985	13.0	3.1

Modellen in Tabel 5 laten zien dat REin en RAS positieve effecten hebben op OEB91 terwijl effecten van DS en suiker op OEB91 negatief zijn.

Tabel 6 Resultaten van modeluitkomsten (regressiecoëfficiënten en goodness of fit parameters) om VEM (VEM/kg DS) te schatten o.b.v. de verklarende variabelen REin, Suiker, RAS en NDF (allen in g/kg DS) van simpel naar complex.

Model	N	Verklarende variabelen								R ²	%CV	RMSE
		Int	REin	REin ²	Suiker	Suiker ²	RAS	NDF	NDF x REin			
VEM-1	1233	546 ±31	3.727 ±0.3557	-0.00918 ±0.001023						0.312	5.0	45.4
VEM-2	1221	497 ±27	3.936 ±0.3075	-0.00914 ±0.000883	-0.274 ±0.0912	0.00392 ±0.000434				0.483	4.3	39.1
VEM-3	1227	564 ±27	4.684 ±0.2959	-0.01053 ±0.000843	-0.353 ±0.0852	0.00359 ±0.000397	-1.341 ±0.0982			0.543	4.1	37.3
VEM-4	1225	1852 ±33	-2.223 ±0.1896				-1.799 ±0.0648	-1.708 ±0.0669	0.00539 ±0.000411	0.775	2.9	26.8

Toepassing van modellen in Tabel 6 laat zien dat REin en suiker positieve effecten hebben op VEM terwijl RAS en NDF negatieve effecten hebben op VEM.

In Tabellen 7 en 8 zijn modellen weergegeven voor het schatten van respectievelijk suiker en RAS o.b.v. REin en DS als voorspellende factoren. Het opstellen van modellen voor het schatten van suiker en RAS is geen doel op zich maar is uitgevoerd om in een later stadium in deze studie passende gehalten aan suiker en RAS te berekenen voor een aantal scenario berekeningen voor fictieve kuilen die variëren in gehalten aan REin en DS.

Tabel 7 Resultaten van modeluitkomsten (regressiecoëfficiënten en goodness of fit parameters) om suiker (g/kg DS) te schatten o.b.v. de verklarende variabelen REin en DS.

Model	N	Verklarende variabelen			DS ²	R ²	%CV	RMSE
		Int	REin	DS				
SUI-1	1229	148 ±6.7	-0.412 ±0.0351			0.206	44.4	34.7
SUI-2	1222	-66 ±16.8	-0.221 ±0.0297	0.607 ±0.0667	-0.00042 ±0.000071	0.463	36.8	28.6

Modellen in Tabel 7 laten zien dat REin negatief gerelateerd is aan suiker terwijl DS een positief effect heeft op suikergehalte.

Tabel 8 Resultaten van modeluitkomst (regressiecoëfficiënten en goodness of fit parameters) om RAS (g/kg DS) te schatten o.b.v. de verklarende variabelen REin en DS.

Model	N	Verklarende variabelen			R ²	%CV	RMSE
		Int	REin	Suiker			
RAS-1	1223	62.5 ±2.90	0.254 ±0.0103		0.595	9.5	10.0
RAS-2	1217	79.4 ±2.92	0.207 ±0.0098	-0.107 ±0.0065	0.662	8.7	9.1

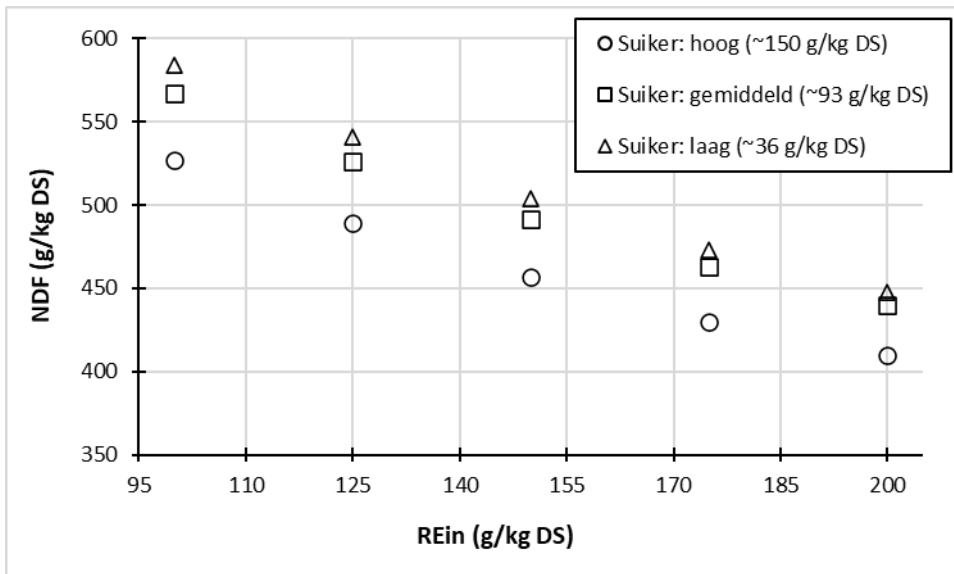
Modellen in Tabel 8 laten zien dat REin een positieve relatie heeft met RAS en verder dat suiker een negatief effect heeft op RAS.

3.3 Toepassing van de vastgestelde modellen

Om een gevoel te geven van het effect van gehalten aan REin, DS en suiker van gras op NDF, DVE91, OEB91 en VEM, zijn bovenstaande regressieformules verwerkt (gebaseerd op de verklarende variabelen REin, DS suiker en RAS) in de Figuren 2 tot en met 5 voor fictieve graskuilen met gesimuleerde DS-gehalten (van 300, 400, 500 en 600 g/kg), gesimuleerde REin-gehalten (van 100, 125, 150, 175 en 200 g/kg DS) en voor gemiddelde, lage en hoge suikergehalten. De gemiddelde, hoge en lage suikergehalten zijn voor elke REin-DS combinatie afzonderlijk.

- i) Voor elke REin-DS combinatie is het bijbehorende gemiddelde suikergehalte berekend d.m.v. toepassen van model SUI-2.
- ii) Het laag suikergehalte is berekend als het berekende suikergehalte minus 2 keer de RMSE van model SUI-2 (RMSE = 28.6 g/kg DS).
- iii) Het hoog suikergehalte is berekend als het berekende suikergehalte plus 2×28.6 .
- iv) De NDF-, DVE91-, OEB91- en VEM-gehalten voor elke REin-DS-suiker combinatie zijn berekend volgens respectievelijk modellen NDF-2, DVE-3, OEB-3 en VEM-4, waarbij RAS-gehalten voor elke combinatie van nutriënten zijn berekend volgens model RAS-2.

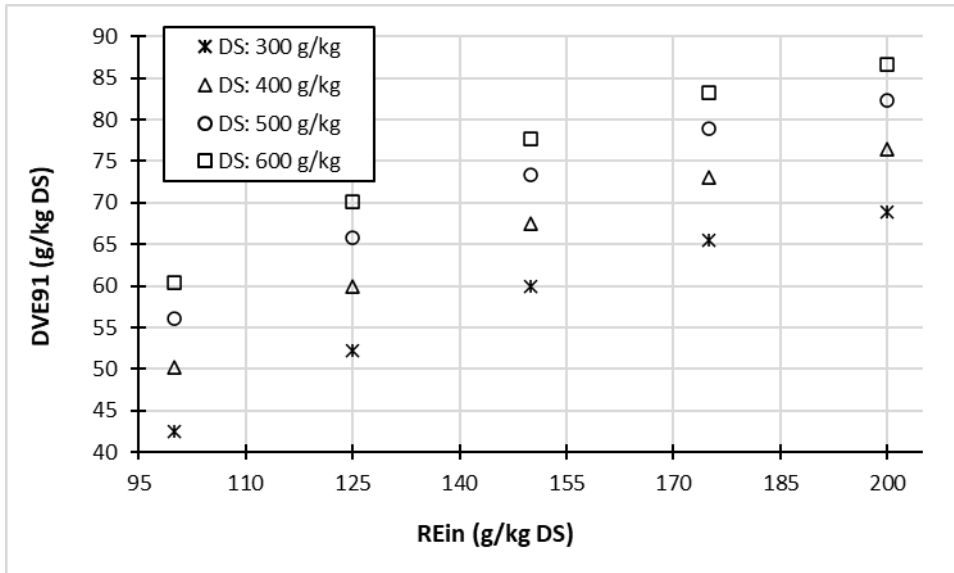
In Fig. 2 is de relatie tussen REIn (g/kg DS) en NDF (g/kg DS) weergegeven voor REIn-gehalten van 100 tot 200 g/kg DS en voor gemiddelde, hoge en lage suikergehalten waarbij het NDF-gehalte gefit is met model NDF-2.



Figuur 2 Relatie tussen REIn (g/kg DS) en NDF (g/kg DS) voor graskuilen met een DS-gehalte van 450 g/kg bij lage, gemiddelde en hoge suikergehalten en bij variërende REIn-gehalten. Het NDF-gehalte voor elk REIn gehalte is berekend met model NDF-2. Gemiddelde suikergehalten voor elk REIn-gehalte zijn berekend met model SUI-2. Lage en hoge suikergehalten zijn vervolgens berekend als het berekende gemiddelde suikergehalte plus (voor het berekenen van de hoge suikergehalten) of minus (voor het berekenen van de lage suikergehalten) 2.0 keer de RMSE-waarde van model SUI-2 (RMSE-waarde = 28.6 g/kg DS).

Resultaten in Fig. 2 laten zien dat een daling in REIn-gehalte van 200 naar 100 g/kg DS samen gaat met een stijging van NDF met ongeveer 127 NDF/kg DS. Een toename in suikergehalte van 36 naar 93 g/kg DS gaat samen met een daling in NDF van 13 g/kg DS en een toename in suikergehalte van 93 naar 150 g/kg DS gaat samen met een daling in NDF van 35 g/kg DS.

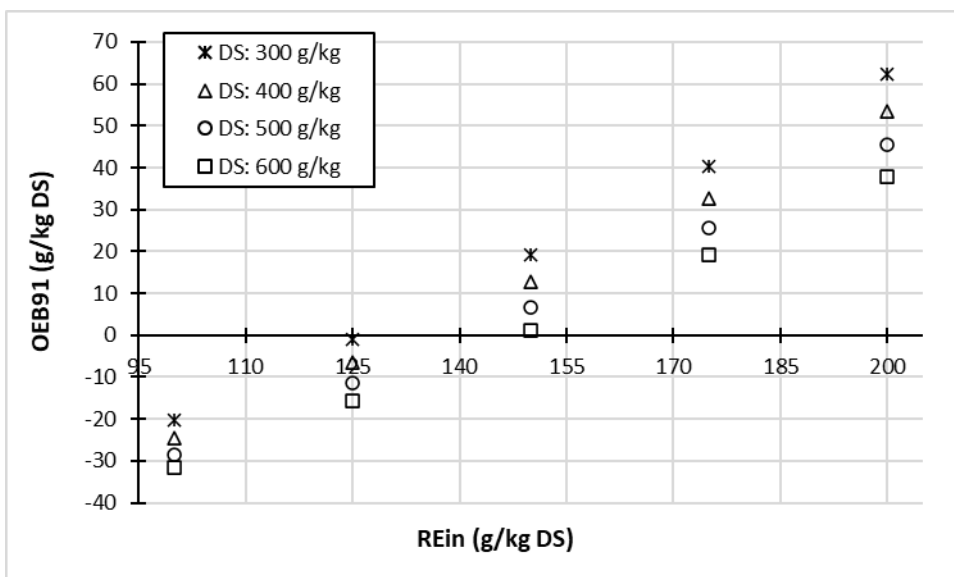
In Fig. 3 is de relatie tussen REIn (g/kg DS) en DVE91 (g/kg DS) weergegeven voor DS-gehalten van 300 tot 600 g/kg en REIn-gehalten van 100 tot 200 g/kg DS. Het DVE91-gehalte is gefit met model DVE-2 en voor elke REIn-DS combinatie is een bijpassend suikergehalte berekend met model SUI-2.



Figuur 3 Relatie tussen REin (g/kg DS) en DVE91 (g/kg DS) voor DS-gehalten van 300 tot 600 g/kg en REin-gehalten van 100 tot 200 g/kg DS. DVE91-gehalte is gefit met model DVE-3 en voor elke REin-DS combinatie is het suikergehalte berekend met model SUI-2.

Resultaten in Fig. 3 laten zien dat een stijging in DS-gehalte van 300 naar 600 g/kg resulteert in een toename van ongeveer 18 g DVE91/kg DS en dat een stijging in REin-gehalte van 100 naar 200 g REin/kg DS resulteert in een toename van 26 g DVE91/kg DS.

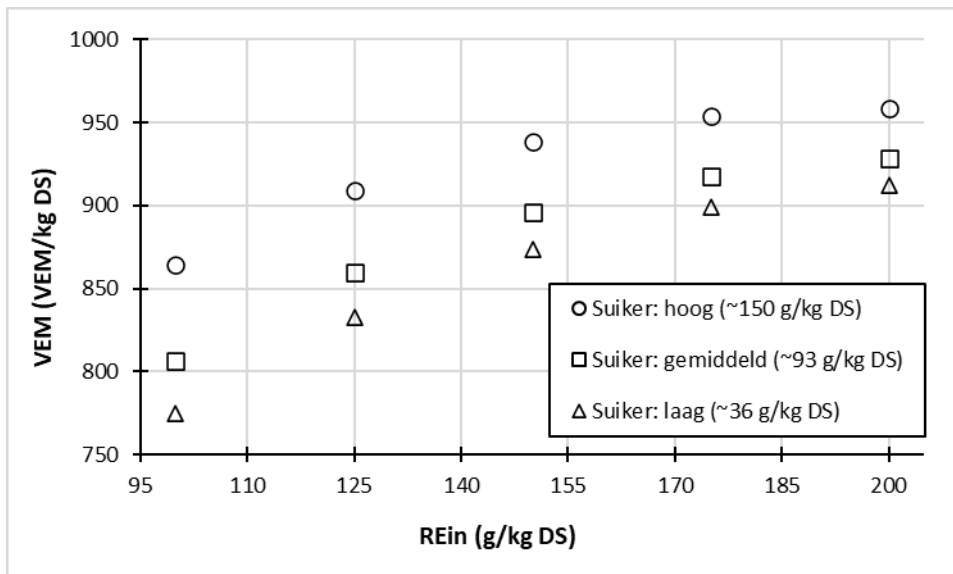
In Fig. 4 is de relatie tussen REin (g/kg DS) en OEB91 (g/kg DS) weergegeven voor DS-gehalten van 300 tot 600 g/kg en REin-gehalten van 100 tot 200 g RE/kg DS. Het OEB91-gehalte is hierbij gefit met model OEB-3 en voor elke REin-DS combinatie is een bijpassend suikergehalte berekend o.b.v. model SUI-2.



Figuur 4 Relatie tussen REin (g/kg DS) en OEB91 (g/kg DS) voor DS-gehalten van 300 tot 600 g/kg en REin-gehalten van 100 tot 200 g/kg DS. Het OEB91-gehalte is gefit is met het model OEB-3 en voor elke REin-DS combinatie is het suikergehalte is berekend met model SUI-2.

Resultaten in Fig. 4 laten zien dat een stijging in DS-gehalte van 300 naar 600 g/kg resulteert in daling van ongeveer 18 g OEB91/kg DS en dat een stijging in REin-gehalte van 100 naar 200 g/kg DS resulteert in een toename ongeveer 76 g OEB91/kg DS.

In Fig. 5 is de relatie tussen REIn (g/kg DS) en VEM (VEM/kg DS) van een graskuil met een DS-gehalte van 450 g/kg weergegeven voor 3 combinaties van suikergehalten (laag, gemiddeld en hoog) bij REIn-gehalten die variëren van 100 tot 200 g/kg DS. De gemiddelde, hoge en lage suikergehalten zijn vastgesteld op dezelfde manier als eerder beschreven in dit rapport.



Figuur 5 Relatie tussen REIn (g/kg DS) en VEM (VEM/kg DS) voor graskuilen met een DS-gehalte van 450 g/kg bij lage, gemiddelde en hoge suikergehalten en bij REIn-gehalten van 100, 125, 150, 175 en 200 g/kg DS. Het VEM-gehalte voor elk REIn-gehalte is berekend met model VEM-4. Gemiddelde suikergehalten voor elk REIn-gehalte zijn berekend met model SUI-2. Lage en hoge suikergehalten berekend als het berekende gemiddelde suikergehalte plus (voor het berekenen van de hoge suikergehalten) of minus (voor het berekenen van de lage suikergehalten) 2.0 keer de RMSE-waarde van model SUI-2 (RMSE-waarde = 28.6 g/kg DS).

Resultaten in Fig. 5 laten zien dat een stijging in REIn-gehalte van 100 naar 200 g/kg DS samengaat met een toename van ongeveer 122 VEM/kg DS. Uit Fig. 5 blijkt verder dat een toename in suikergehalte van 36 naar 93 g/kg DS samengaat met een toename van 23 VEM/kg DS en dat een toename in suikergehalte van 93 naar 150 g/kg DS samengaat met een stijging van 43 VEM/kg DS.

Als vuistregels kunnen ruwweg de volgende waarden aangehouden worden:

Per 10 g stijging in REIn (g/kg DS) of per % stijging van het REIn-gehalte (in DS) (geldig voor de REIn range van 120 – 200 g/kg DS):

- daalt het NDF-gehalte met 11.0 g/kg DS
- stijgt het DVE91-gehalte met 1.8 g/kg DS
- stijgt het OEB91-gehalte met 8.2 g/kg DS
- stijgt het VEM-gehalte met 8 VEM/kg DS

per 10 g stijging in DS (g/kg) of per % stijging van het DS-gehalte (geldig voor de REIn range van 120 – 200 g/kg DS en een DS-range van 350 – 550 g/kg):

- stijgt het DVE91-gehalte met 0.6 g/kg DS
- daalt het OEB91-gehalte met 0.7 g/kg DS

per 10 g stijging in suiker (g/kg DS) of per % stijging van het suikergehalte (in DS) (geldig voor een suiker-range van 36 – 150 g/kg):

- daalt het NDF-gehalte met 2.2 g/kg DS
- stijgt het DVE91-gehalte met 1.1 g/kg DS
- daalt het OEB91-gehalte met 0.8 g/kg DS
- stijgt het VEM-gehalte met 5 VEM/kg DS

3.4 Effect van verloop van het seizoen

Het effect van snedenummer is niet meegenomen in de modellen vanwege het beperkte aantal observaties. Het snedenummer is echter zeer belangrijk in verband met het effect van seizoensinvloeden op gehalten in graskuil. Daarom is besloten om de beschikbare informatie m.b.t. de relatie tussen snedenummer en nutriëntgehalten toch weer te geven. In Bijlage 2 zijn de relaties tussen snede enerzijds en gehalten aan NDF, REin, suiker, DVE91, OEB91, VEM, VCOS, DS en RAS anderzijds grafisch weergegeven. De belangrijkste resultaten zijn:

- Het NDF-gehalte was relatief laag voor de eerste snede (gemiddeld 447 g/kg DS), steeg in de tweede snede (gemiddeld 497 g/kg DS) en daalde vervolgens bij elke volgende snede met het laagste gemiddelde NDF-gehalte van ongeveer 414 g/kg DS bij snede 6 (Fig. 6).
- Het Rein-gehalte was relatief constant voor de eerste twee snedes (gemiddeld 160 en 155 g/kg DS voor respectievelijk snedes 1 en 2) en steeg bij elke opeenvolgende snede (gemiddeld 167, 179, 204 en 204 g/kg DS voor respectievelijk snedes 3, 4, 5 en 6) (Fig. 7).
- Net als voor REin was OEB91 relatief constant voor de eerste twee snedes (gemiddeld 16 en 14 g/kg DS voor respectievelijk snedes 1 en 2) en steeg het vervolgens bij elke opeenvolgende snede (gemiddeld 23, 35, 56 en 53 g/kg DS voor respectievelijk snedes 3, 4, 5 en 6) (Fig. 10).
- Gehalte aan suiker was het hoogst bij de eerste snede (gemiddeld 111 g/kg DS) en nam geleidelijk af bij de volgende snedes (gemiddeld 88, 89, 68, 67, en 68 g/kg DS voor respectievelijk snedes 2, 3, 4, 5 en 6) (Fig. 8).
- Gehalten aan DVE91 waren redelijk constant voor alle snedes (gemiddeld 76, 70, 73, 71, 75 en 75 g/kg DS voor respectievelijk snedes 1, 2, 3, 4, 5 en 6) (Fig. 9).
- VEM was het hoogst voor de eerste snede (gemiddeld 953 VEM/kg DS), waarna het VEM-gehalte vervolgens daalde bij snedes 2, 3 en 4 (gemiddeld 887, 886, en 877 VEM/kg DS voor respectievelijk snedes 2, 3 en 4) en steeg vervolgens weer bij snedes 5 en 6 (gemiddeld 908 en 921 VEM/kg DS voor respectievelijk snede 5 en 6) (Fig. 11).
- VCOS stuurt de VEM en het verloop is dan ook gelijk aan de VEM: VCOS is het hoogst voor de eerste snede (gemiddeld 80.0 %), is laag voor snedes 2, 3 en 4 (gemiddeld 76.0% voor zowel snedes 2, 3 en 4) en neemt weer toe bij snedes 5 en 6 (gemiddeld 78.0 en 78.7% voor respectievelijk snedes 5 en 6) (Fig. 12).
- De DS-gehalten waren relatief constant met een toename van snede 1 tot 3 gevolgd door een lichte daling in de sneden van 3 tot 6. Gemiddelde gehalten voor DS zijn 424, 460, 481, 451, 425 en 404 g/kg voor respectievelijk snedes 1, 2, 3, 4, 5 en 6 (Fig. 13).
- Het RAS-gehalten nam met elke snede toe. Gemiddelde gehalten voor RAS zijn 98, 103, 108, 118, 121 en 120 g/kg DS voor respectievelijk snedes 1, 2, 3, 4, 5 en 6 (Fig. 14).

Uit een verdere visuele analyse van figuren 6 – 14 blijkt verder dat kuilen van 2 snedes in het algemeen lagere gehalten aan suiker hebben dan verwacht o.b.v. de gemiddelde suikergehalten van de snedes waaruit de kuil met 2 snedes is samengesteld. Bijvoorbeeld, de gemiddelde suikergehalten van snede 2 en 3 zijn respectievelijk 88 en 89 g/kg DS terwijl het gemiddelde suikergehalte van snede 2.5 71 g/kg DS bedraagt. Soortgelijke trends zijn ook zichtbaar voor DVE91 en DS. Voor OEB91 lijkt er sprake te zijn van een tegenovergestelde trend waarbij OEB91-gehalten van kuilen van 2 snedes hoger zijn dan verwacht zou worden o.b.v. de gemiddelde OEB91-gehalten waaruit de kuil met 2 snedes is samengesteld. Bijvoorbeeld, de gemiddelde OEB91-gehalten van snede 3 en 4 zijn respectievelijk 23 en 35 g/kg DS terwijl het gemiddelde OEB91-gehalte van snede 3.5 40 g/kg DS bedraagt.

De aantallen observaties per snede zijn echter beperkt, gemiddeld 168, 107, 66, 72, 59 en 11 voor respectievelijk snede 1, 2, 3, 4, 5, en 6 en uitbreiding van de dataset met nieuwe gegevens kan mogelijk resulteren in een gewijzigd beeld.

4 Discussie

4.1 Opties voor reduceren van NDF-gehalten

Uit de waargenomen variatie in nutriënten van graskuilen van praktijknetwerkbedrijven blijkt dat er ruimte is om NDF-gehalten van graskuilen substantieel te verlagen en om daarmee de (berekende) CH₄ emissie te reduceren. NDF kan met name gereduceerd worden door te maaien in een vroeg stadium: het NDF-gehalte van gras neemt tenslotte toe bij fysiologische veroudering van het gras (Warner et al., 2016; Chaves et al., 2006; Anonymus, 1991). Omdat maaidatum of het aantal groeidagen van de graskuilen in de gebruikte dataset grotendeel onbekend was, is, vanwege het negatieve verband tussen maaidatum en RE-gehalte van gras (Warner et al., 2016, Chavez et al., 2016; Delagarde et al., 2000; Anonymus, 1991), RE-in-gehalte van graskuil als een proxy beschouwd voor de ouderdom van het gewas. Inderdaad bleek in deze studie een negatief effect van RE-in-gehalte van graskuil op NDF-gehalte (Tabel 3).

Een tweede optie om NDF-gehalte van graskuil te reduceren, is het oogsten van gras met een hoog suikergehalte (Tabel 3). Het verhogen van suikergehalte met ongeveer 50 g/kg DS in gras is mogelijk door gras te maaien op zonnige dagen en in de namiddag i.p.v. in de morgen (Holshof et al., 2022). De bevindingen van Holshof et al. (2022) worden bevestigd door metingen binnen het project Netwerk Praktijkbedrijven. Binnen het project Netwerk praktijkbedrijven zijn een groot aantal vers gras monsters genomen, verspreid over de dag. Uit een eerste analyse van deze data blijkt voor de periode juni – november (1257 observaties) een gemiddelde toename van suikergehalte in vers gras van 5.5 ± 0.36 g/kg DS per uur (gedurende de periode 06:00 – 20:12 uur). Opvallend is echter dat deze geschatte toename in suikergehalte van 5.5 g per uur niet van toepassing bleek voor de periode maart – mei. Voor de periode maart – mei (607 observaties) bleek er sprake van een geringe, niet significante, toename in suikergehalte van 0.5 ± 0.72 g/kg DS per uur. Een grafische weergave van de relatie tussen tijdstip van de dag en suikergehalte voor de periode maart – mei en juni-november is weergegeven in Bijlage 4. Een daling in NDF-gehalte door een toename van het suikergehalte kan verklaard worden uit een verdunning van NDF als gevolg van een toename in suikergehalte (Delagarde et al., 2000). Door de toename van oplosbare suikers gedurende de (zomer)dag, met verdunning van nutriënten tot gevolg, zijn NDF-gehalten in de avond dan ook lager dan in de ochtend (Delagarde et al., 2000). In de praktijk zal het echter niet altijd mogelijk zijn om te sturen op suikergehalte, gezien de logistiek van maaien, inkuilen en weersomstandigheden. Een optie kan zijn om te selecteren op raaisgrass cultivars met een hoog suikergehalte. Een studie van Edwards et al. (2007) laat zien dat verschillen in suikergehalten tussen laag en hoog suikergehalte cultivars van ongeveer 40 g/kg DS verwacht kunnen worden.

4.2 Effect van RE-in- en DS-gehalten op OEB91 en DVE91

Vanwege het negatieve verband tussen groeidagen en RE-gehalte van gras resulteert eerder in het seizoen maaien van gras tot een stijging in RE-gehalte. Ook het OEB91-gehalte van graskuilen neemt toe bij eerder maaien (Warner et al. 2016, Anonymus, 1991). Ook in deze studie bleek een duidelijk positief effect van RE-in-gehalte op OEB91 (Tabel 5). Hoge OEB91-gehalten in gras zijn met name ongewenst als gras een belangrijk deel van het rantsoen uitmaakt, omdat het de excretie van stikstof in de vorm van ureum in urine zal verhogen. Dit resulteert vervolgens weer in een toename van de ammoniakemissie². Deze negatieve bijeffecten kunnen mogelijk gereduceerd worden door het gras langer te laten drogen op het land en in te kuilen bij een hoger DS-gehalte (Tabel 5). Het negatieve effect van DS-gehalte op OEB91 kan verklaard worden door een lagere fermentatie van graseiwit in de kuil bij toenemende DS-gehalten. Bovendien zorgt een hoger DS-gehalte voor een lagere afbraaksnelheid in de pens, waardoor het OEB-gehalte lager is (CVB, 2023).

² In het geval naast graskuil ook een belangrijk aandeel van het ruwvoer in het rantsoen bestaat uit snijmais is het belang van lage RE- en OEB91-gehalten in graskuil mogelijk niet meer aanwezig en kan graskuil met een hoge gehalten aan RE-in en OEB91 juist gewenst zijn voor het samenstellen van een gebalanceerd rantsoen en het verlagen van de aankoop van eiwitrijk voer.

De afname van de afbraaksnelheid bij een hoger DS-gehalte leidt ook tot een toename in DVE91-gehalte (Tabellen 4 en 9), omdat een groter aandeel graseiwit intact doorstroomt naar de dunne darm van de koe (CVB, 2023).

4.3 Effect van DS-gehalte op gehalte aan suiker

Uit deze studie bleek verder dat een stijging in DS-gehalte positief gecorreleerd is met suikergehalte (Tabel 7 en Tabel 9). Dit komt doordat bij een droge kuil minder suiker omgezet wordt in melkzuur en azijnzuur om tot een stabiele kuil te komen.

4.4 Effect van suikergehalte op gehalten aan REin, NDF, DVE91, OEB91 en VEM

Het suikergehalte bleek in de modellen negatief gecorreleerd te zijn met gehalten aan NDF (Tabellen 3 en 9), REin (Tabel 9) en OEB91 (Tabellen 5 en 9). De negatieve correlatie van suikergehalte met gehalten aan REin en NDF was volgens verwachting en wordt ook in andere studies gezien (Delagarde et al. 2000; Tas, 2006; Cosgrove et al. 2009, Holshof et al. 2022). Een daling in gehalten van REin en NDF door een toename van het suikergehalte komt doordat deze toename leidt tot een verdunning van andere nutriënten, waaronder REin en NDF (Cosgrove et al., 2016; Delagarde et al., 2000). Door de toename van oplosbare suikers gedurende de (zomer)dag, met de verdunning van nutriënten tot gevolg, zijn het NDF- en RE-gehalte in de avond dan ook lager dan in de ochtend (Delagarde et al., 2000).

Dat een stijging in suikergehalte leidt tot een daling in OEB91-gehalten (Tabellen 5 en 9) komt doordat suiker bijna geheel wordt afgebroken in de pens en resulteert in een verhoogd aandeel fermenteerbare organische stof, waardoor de ratio eiwit: energie in de pens verbetert en er meer microbiële eiwit gevormd kan worden (CVB, 2023). Dit gaat zowel samen met een lager OEB91-gehalte als met hoger DVE91-gehalte. De positieve correlatie tussen suiker en VEM (Tabellen 6 en 9) komt door de hoge verteerbaarheid (100%) van suiker. Hierdoor draagt suiker positief bij aan VEM (CVB, 2023).

4.5 Effect van RAS-gehalte op gehalten aan NDF, DVE91, OEB91 en VEM

Het waargenomen negatieve effect van RAS op de schattingsmodellen voor NDF (Tabel 3), DVE91 (Tabel 4), OEB91 (Tabel 5) en VEM (Tabel 6) komt voornamelijk doordat een stijging in RAS resulteert in een verdunning van andere nutriënten zoals NDF, DVE91, OEB91 en VEM. Dit is ook de reden dat in sommige studies gehalten aan nutriënten uitgedrukt zijn op organische stof (OS) basis om dit verdunningseffect eruit te halen. In deze studie is dit bewust niet gedaan om het mogelijk te maken om resultaten uit deze studie makkelijk toe te kunnen passen in de praktijk zonder dat er eerst omgerekend hoeft te worden van DS naar OS.

4.6 Effect van snedenummer op gehalten aan REin, NDF, DVE91, OEB91 en VEM

Snedenummer had een duidelijk effect op nutriëntgehalten. Snedenummer kan gezien worden als een proxy voor oogstmoment in het jaar: snede 1 wordt in de eerste helft van mei geoogst en snede 6 in september. Er

blijkt duidelijk sprake van een seizoenseffect op het NDF-gehalte – deze neemt toe bij een toename in daglengte en daarmee samenhangende temperatuur. Dit komt overeen met onderzoek van Thorvaldsson et al. (2007) die bij een groeiperiode van drie weken een toename van het NDF-gehalte van Engels raaigras zagen van 255 g NDF/kg DS bij een dagtemperatuur van 9 °C naar 327 g NDF/kg DS bij een dagtemperatuur van 13 °C, en 438 g NDF/kg DS bij een dagtemperatuur van 21 °C. Bovendien nam de in vitro verteerbaarheid sterker af bij een sterkere toename van temperatuur (Thorvaldsson et al., 2007). Dit komt overeen met de resultaten uit deze studie: de laagste VCOS waarden zijn waargenomen voor de zomersnedes 3 en 4.

De hoge suikergehalten in de eerste snede en geleidelijke afname in de daarop volgende snedes is in overeenstemming met Kagan et al. (2011), die ook een afname van het suikergehalte gedurende het seizoen waarnamen, en met Archibald et al. (1960) die een negatieve correlatie vond tussen omgevingstemperatuur en suikergehalte. De lagere gehalten aan DS, suiker en DVE91 in mengkuilen of lasagnekuilen van opeenvolgende snedes ten opzichte van de enkel ingekuilde snedes zijn mogelijk ten dele veroorzaakt door het opnieuw openen van de eerste kuil om de tweede snede er overheen te kuilen. Dit opnieuw openen resulteert waarschijnlijk in een secundaire fermentatie van de eerst ingekuilde snede. Als gevolg van de inbreng van zuurstof volgt daarop een tweede fase van aerobe fermentatie van suikers en vezels in de kuil tot het moment dat alle zuurstof is opgebruikt. Een andere verklaring voor de lagere gehalten aan DS, suiker en DVE91 in mengkuilen kan zijn dat melkveehouders die mengkuilen maken in het algemeen gras inkuilen met een lager DS-gehalte in vergelijking met melkveehouders die geen mengkuilen maken. Inkuilen met een lager DS-gehalte resulteert in lagere suikergehalten vanwege de extra hoeveelheid zuur die gevormd dient te worden voordat een dusdanig lage pH-waarde wordt bereikt waarbij microbiële activiteit stopt en waarbij ook meer graseiwit wordt gefermenteerd in ammoniak.

4.7 Handvatten voor melkveehouders

De in deze studie ontwikkelde kwantitatieve relaties tussen de combinatie van gehalten RE_{in}, DS en suiker op gehalten aan NDF, DVE91, OEB91 en VEM kunnen gebruikt worden door melkveehouders en adviseurs voor het optimaliseren van inkuilmanagement m.b.t.

- het bepalen van het optimale oogststadium van het te oogsten gras (te beïnvloeden door hoogte van N-bemesting en keuze van maaidatum),
- suikergehalten bij oogsten (te beïnvloeden door keuze van tijdstip maaien op de dag en kiezen van maaidag m.b.t. zonuren), en
- DS-gehalte van het gewas (beïnvloed door droogtijd op het veld en mechanische bewerkingen zoals kneuzen bij maaien en schudden van het gewas).

Voor een mogelijke toepassing van deze handvatten is het eerst noodzakelijk inzicht te hebben in effecten van groeidagen en N-bemesting op RE- en NDF verloop gedurende het jaar. Hiervoor is gebruik gemaakt van scenario-berekenen van Jantine van Middelkoop (van Middelkoop, 2019). Deze scenarioberekeningen zijn uitgevoerd met het DairyWise model (Schils et al., 2007). Uit deze scenarioberekeningen is voor zandgrond met een N-leverend vermogen van 140 kg N/ha en een grondwatertrap VI (meest voorkomende grondwatertrap voor grasland in Nederland) berekend wat het verloop in DS-opbrengst en RE-gehalte is voor de eerste snede bij N-bemesting niveaus van respectievelijk 60 en 100 kg N per ha. Vervolgens zijn bij gewasopbrengsten van 2.0 tot 5.0 ton DS het aantal benodigde groeidagen (gerekend vanaf 1 maart) en RE-gehalten van het model overgenomen en vervolgens zijn RAS-, NDF-, suiker-, DVE91-, OEB91- en VEM-gehalten berekend o.b.v. respectievelijk modellen RAS-2, NDF-3, SUI-2, DVE-4, OEB-4 en VEM-4. Dit is gedaan voor de volgende scenario's:

1. DS-gehalte van 350 g/kg en N-bemesting van 60 kg N/ha (Tabel 10).
2. DS-gehalte van 550 g/kg en N-bemesting van 60 kg N/ha (Tabel 11).
3. DS-gehalte van 550 g/kg, berekend suikergehalte verhoogd met 50 g/kg DS en N-bemesting van 60 kg N/ha (Tabel 12)
4. DS-gehalte van 350 g/kg en N-bemesting van 100 kg N/ha (Tabel 13).
5. DS-gehalte van 550 g/kg en N-bemesting van 100 kg N/ha (Tabel 14).
6. DS-gehalte van 550 g/kg, berekend suikergehalte verhoogd met 50 g/kg DS en N-bemesting van 100 kg N/ha (Tabel 15).

De resultaten van deze scenarioberekeningen zijn weergegeven in in Bijlage 3.

De uitkomsten van de scenariostudies in Tabellen 10 – 15 geven inschattingen van te verwachten gehalten aan REin, NDF, DVE91, OEB91 en VEM afhankelijk van N-bemestingsniveau en aantal groeidagen/opbrengst van het gewas en gehalten aan DS en suiker. De scenariostudies zijn met name van toepassing voor de eerste snede gezien de gemaakte aannames m.b.t. groei en bemestingsniveau. Het is echter gewenst om ook inzicht te hebben in het effect van oogstmoment en N-bemesting bij de verschillende snedes gedurende het jaar. Zo is het goed mogelijk dat de afname van RE en toename van NDF per groeidag anders verloopt bij de 2^e en 3^e snede vergeleken met het verloop tijdens de 1^e snede vanwege verschillen in onder andere omgevingstemperatuur en daglengte. Daarom is vervolgonderzoek gewenst m.b.t. de afname van RE en NDF per groeidag afhankelijk van het seizoen, omgevingstemperatuur en N-bemestingsniveau.

In deze studie zijn relaties tussen nutriënten onderzocht op een gepoolde dataset van graskuilmonsters van verschillende snedes. Indien in de toekomst voldoende analyses beschikbaar komen van graskuilmonsters waarvan ook het snedenummer bekend is dan is het interessant om relaties tussen nutriënten van graskuilen p^{er} snede te onderzoeken. Daarnaast is meer informatie met betrekking tot aantal groeidagen, N-bemesting en snedenummer op RE-gehalte gewenst voor het verbeteren van het handelsperspectief voor boeren om nutriëntgehalten van graskuil te optimaliseren.

5 Conclusies

De resultaten uit deze studie bieden een aanzet tot handvatten aan melkveehouders en adviseurs voor het vaststellen van het optimale oogstmoment van graskuil, zowel met betrekking tot de groeiperiode (zwaarte van de snede, ouderdom van het gewas), als tot het moment van de dag (ochtend of middag/avond) en het optimale DS-gehalte van gras bij het inkuilen (voordroogperiode).

1. De groeiperiode is van wezenlijk belang voor de hoogte van het NDF-gehalte in het gras en is daarmee sturend voor de CH₄ emissie. Het is bovendien ook sturend in het eiwitgehalte, en heeft daarmee effect op de NH₃ emissie.
2. Het oogstmoment op het moment van de dag kan effect hebben op het suikergehalte (afhankelijk van het weer) en kan daarmee de NH₃ emissie beïnvloeden.
3. Ook het DS-gehalte van gras heeft effect op NH₃ emissies, door de effecten die het DS-gehalte heeft op fermentatie in de kuil en in de pens.
4. Afhankelijk van het aandeel graskuil in het ruwvoeraandeel van het rantsoen is het belang van het minimaliseren van gehalten aan REin en OEB91 in graskuil meer of minder aanwezig.

Vervolgonderzoek

Een logisch vervolg van deze studie is om voor een aantal type melkveebedrijven met hoge tot lage aandelen graskuil in het rantsoen door te rekenen wat het optimale oogstmoment en het optimale DS-gehalte is voor graskuil.

Vervolgonderzoek is gewenst met betrekking tot het effect van seizoen, N-bemesting en aantal groeidagen op gehalten aan REin van graskuil en relaties tussen nutriënten.

Literatuur

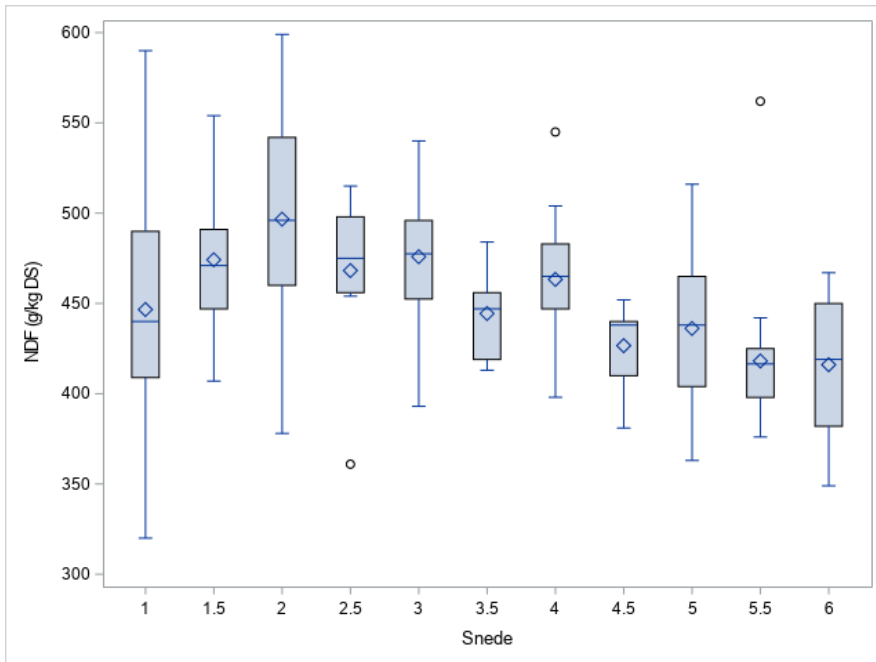
- Anonymus, 1991. Normen voor de Voedervoorziening. Werkgroep Normen Voor de Voedervoorziening. Publicatie nr. 70. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouder.
- Archibald, J.G. 1960. Influence of weather on sugar content of forage crops. *Journal of Dairy Science* 44:511-514.
- Chaves, A.V., G.C. Waghorn, I.M. Brookes, and D.R. Woodfield. 2006. Effect of maturation and initial harvest dates on the nutritive characteristics of ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Animal Feed Science and Technology* 127:293-318.
- CVB, 2016. CVB Veevoedertabel 2016. Chemische samenstellingen en nutritionele warden van voedermiddelen.
- CVB, 2023. CVB Veevoedertabel 2023. Chemische samenstellingen en nutritionele warden van voedermiddelen.
- Delagarde, R., J.L. Peyraud, L. Delaby, and P. Faverdin. 2000. Vertical distribution of biomass, chemical composition and pepsin-cellulase digestibility in a perennial ryegrass sward: interaction with month of year, regrowth age and time of day. *Animal Feed Science and Technology* 84:49-68.
- Edwards, G.R., A.J. Parsons, S. Rasmussen, and R.H. Bryant. 2007. High sugar ryegrasses for livestock systems in New Zealand. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 69:161-171.
- Handboek Melkveehouderij 2023-2024. Handboek 48. Wageningen Livestock Research.
- Holshof, G., C.W. Klootwijk, L. Koning, and A. Klop. 2022. Effect of grazing method on grass quality change during a 24- hour period. *Grassland Science in Europe* 27:173-175.
- Kagan, I.A., B.H. Kirch, C.D. Thatcher, J.R. Strickland, C.D. Teutch, F. Elvinger, and R.S. Pleasant. 2011. Seasonal and diurnal variation in simple sugar and fructan composition of orchardgrass pasture and hay in the Piedmont region of the United States. *Journal of Equine Veterinary Science* 31:488-497.
- KLW, 2023. Rekenregels van de KringloopWijzer 2023. Achtergronden van BEX, BEA, BEP, en BEC: actualisatie van de 2022-versie. Rapport WPR-1279.
- Schils, R.L.M., M.H.A. de Haan, J.G.A. Hemmer, A. van den Pol-van Dasselaar, J. A. de Boer, A.G. Evers, G. Holshof, J.C. van Middelkoop, and R.L.G. Zom. DairyWise, a whole-farm dairy model. *Journal of Dairy Science* 90:5334-5346.
- Tas, B. 2006. Nitrogen utilization of perennial ryegrass in dairy cows. *Fresh Herbage for Dairy Cattle*, 125-140. ISBN: 978-1-4020-5451-8.
- Van Middelkoop, J. 2019. Hoger of juist lager eiwit in de graskuil: wil dat niet of kan dat niet? Presentatie gehouden tijdens de jaarlijkse themamiddag van de Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen (CBGV) op 7 februari 2019.
- Thorvaldsson, G., G.F. Tremblay, and T. Kunelius. 2007. The effects of growth temperature on digestibility and fibre concentration of seven temperate grass species. *Acta Agriculturae Scandinavica* 57:322-328.
- Van Vuuren, A.M., A. Klop, J. van der Koelen, and H. de Visser. 1999. Starch and stage of maturity of grass silage: Site of digestion and intestinal nutrient supply in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 82:143-152.
- Warner, D., B. Hatew, S.C. Podesta, G. Klop, S. van Gastelen, H. van Laar, J. Dijkstra, and A. Bannink. 2016. Effects of nitrogen fertilisation rate and maturity of grass silage on methane emission by lactating dairy cows. *Animal* 10:34-43.

Bijlage 1 Correlaties nutriëntgehalten van graskuilen

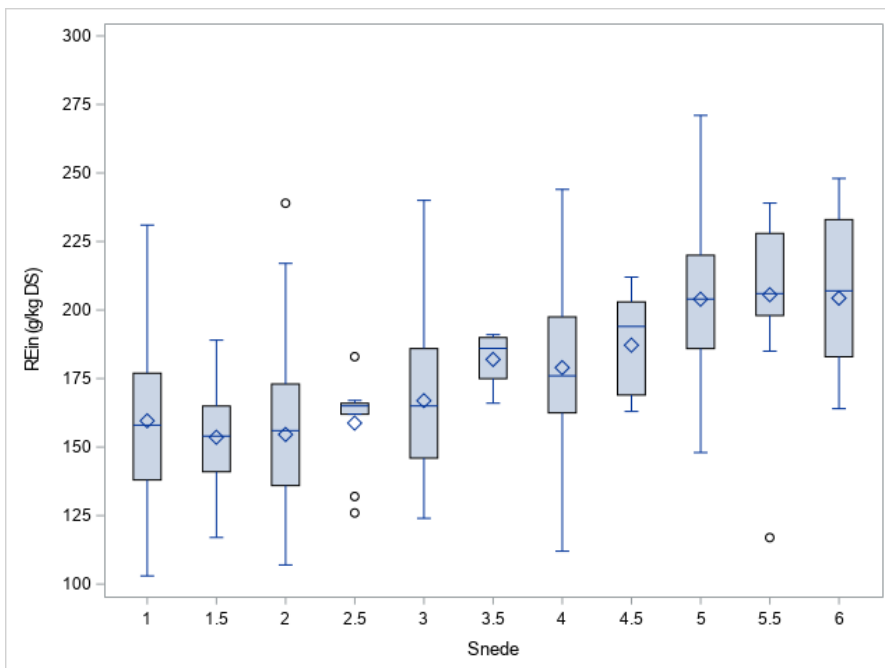
Tabel 9 Correlatie coëfficiënten tussen nutriëntgehalten van graskuilen. Vetgedrukte correlaties zijn correlaties die zijn meegenomen in de modelontwikkeling.

	Pearson Correlatiecoëfficiënten											
	P-waarden											
	Aantal observaties											
	DS	RAS	RVET	RE	REin	NDF	Suiker	VEM	VCOS	DVE91	OEB91	EF00 mais
RAS	-0.300											
	<.0001											
	1362											
RVET	-0.514	0.277										
	<.0001	<.0001										
	1284	1284										
RE	-0.087	0.379	0.520									
	0.0013	<.0001	<.0001									
	1363	1362	1284									
REin	-0.193	0.388	0.572	0.982								
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001								
	1363	1362	1284	1363								
NDF	0.325	-0.321	-0.256	-0.558	-0.562							
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001							
	1285	1285	1284	1285	1285							
Suiker	0.498	-0.398	-0.445	-0.186	-0.259	-0.219						
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001						
	1284	1284	1284	1284	1284	1284						
VEM	-0.260	-0.205	0.431	0.343	0.341	-0.640	0.297					
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001					
	1363	1362	1284	1363	1363	1285	1284					
VCOS	-0.279	0.026	0.372	0.383	0.382	-0.718	0.311	0.963				
	<.0001	0.3591	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001				
	1263	1263	1263	1263	1263	1263	1263	1263				
DVE91	0.454	-0.187	0.095	0.556	0.479	-0.456	0.496	0.644	0.644			
	<.0001	<.0001	0.0007	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		
	1361	1361	1284	1361	1361	1284	1284	1361	1263			
OEB91	-0.434	0.502	0.624	0.899	0.934	-0.501	-0.456	0.225	0.269	0.199		
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		
	1361	1361	1284	1361	1361	1284	1284	1361	1263	1361		
EF00mais	0.322	-0.315	-0.256	-0.553	-0.554	1.000	-0.219	-0.633	-0.718	-0.447	-0.498	
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	
	1372	1362	1284	1363	1363	1285	1284	1363	1263	1361	1361	
Snedes	-0.044	0.523	0.332	0.524	0.520	-0.153	-0.335	-0.285	-0.213	-0.072	0.541	-0.153
	0.2789	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001	0.0803	<.0001	0.0002
	597	595	581	595	595	581	581	595	571	595	595	597

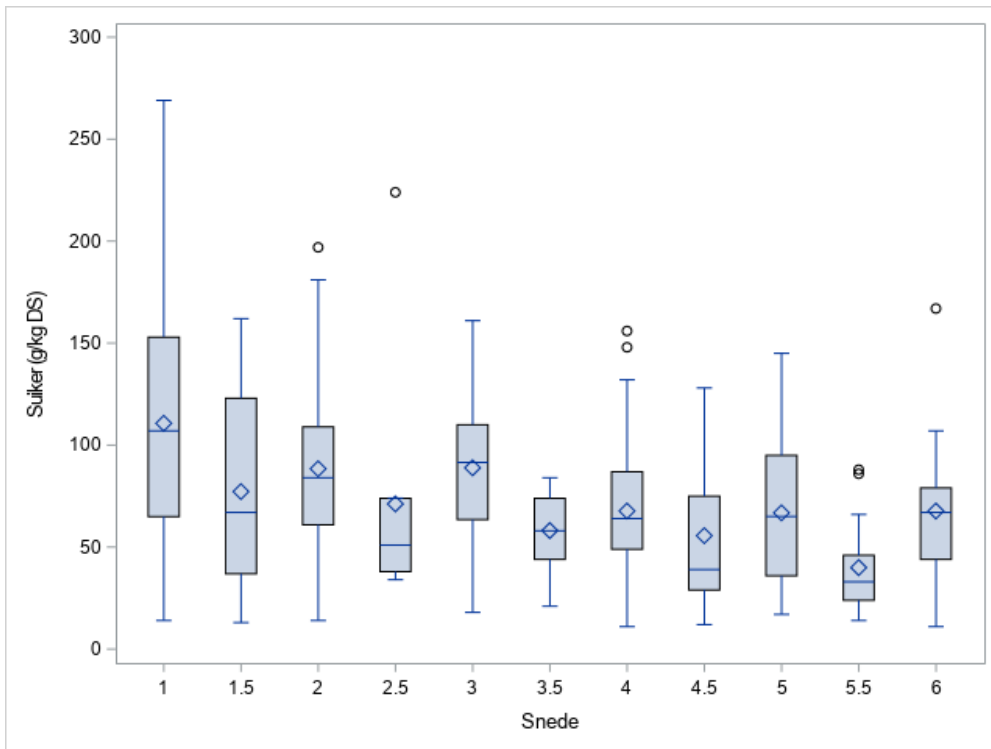
Bijlage 2 Relaties tussen snede en nutriëntgehalten



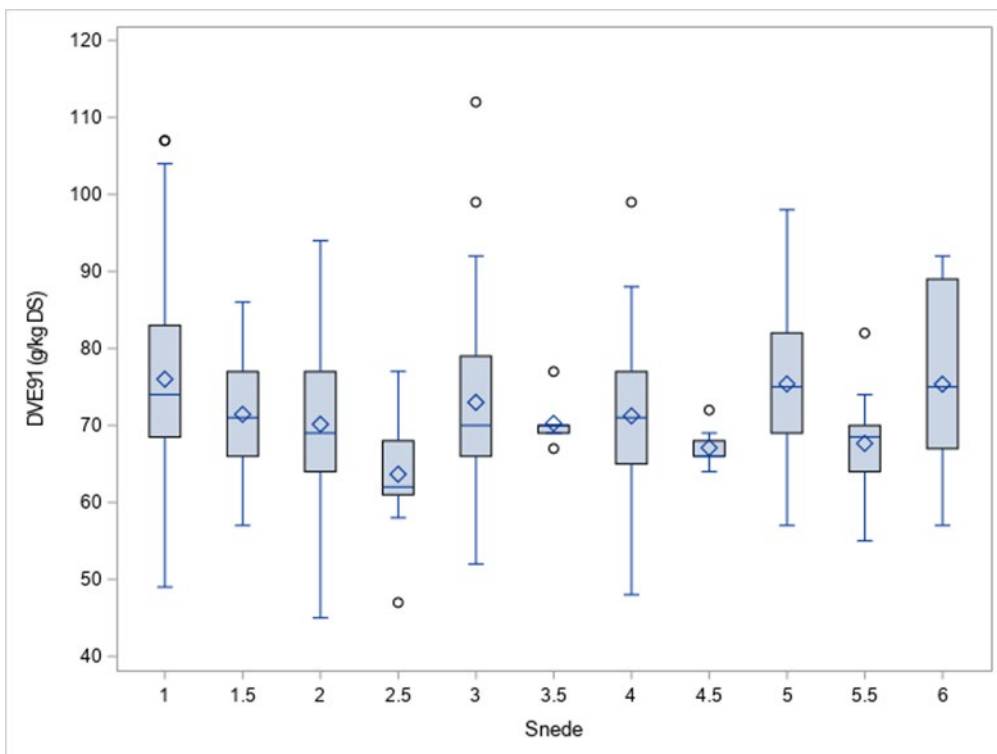
Figuur 6 Relatie tussen snede en NDF (g/kg DS) voor alle observaties uit Tabel 1 exclusief uitbijters (n=581).



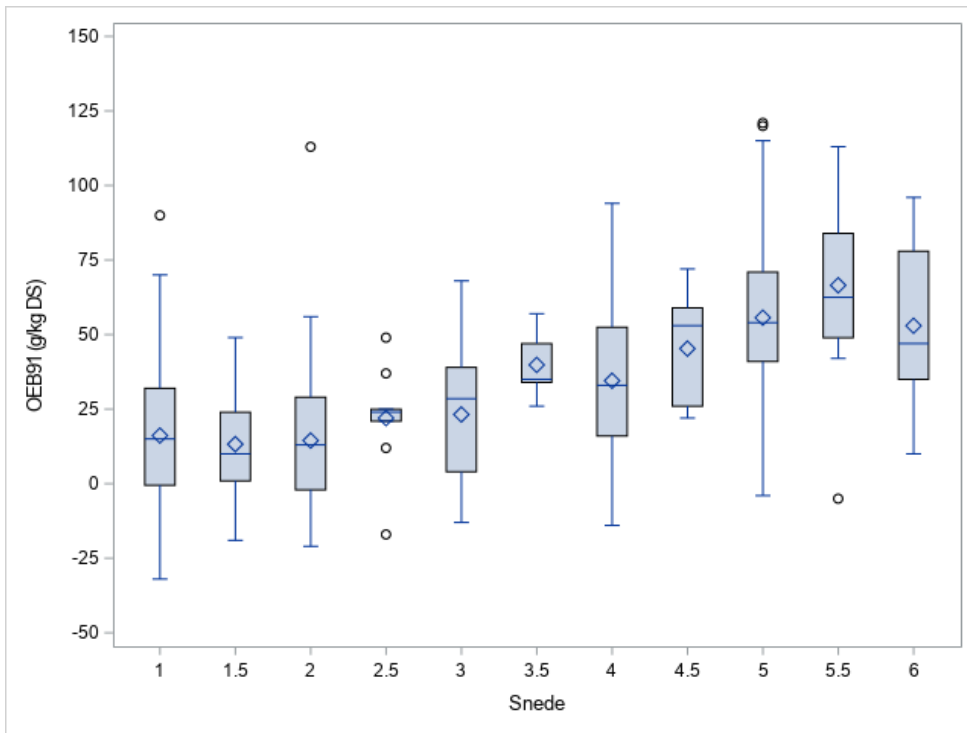
Figuur 7 Relatie tussen snede en REIn (g/kg DS) voor alle observaties uit Tabel 1 exclusief uitbijters (n=595).



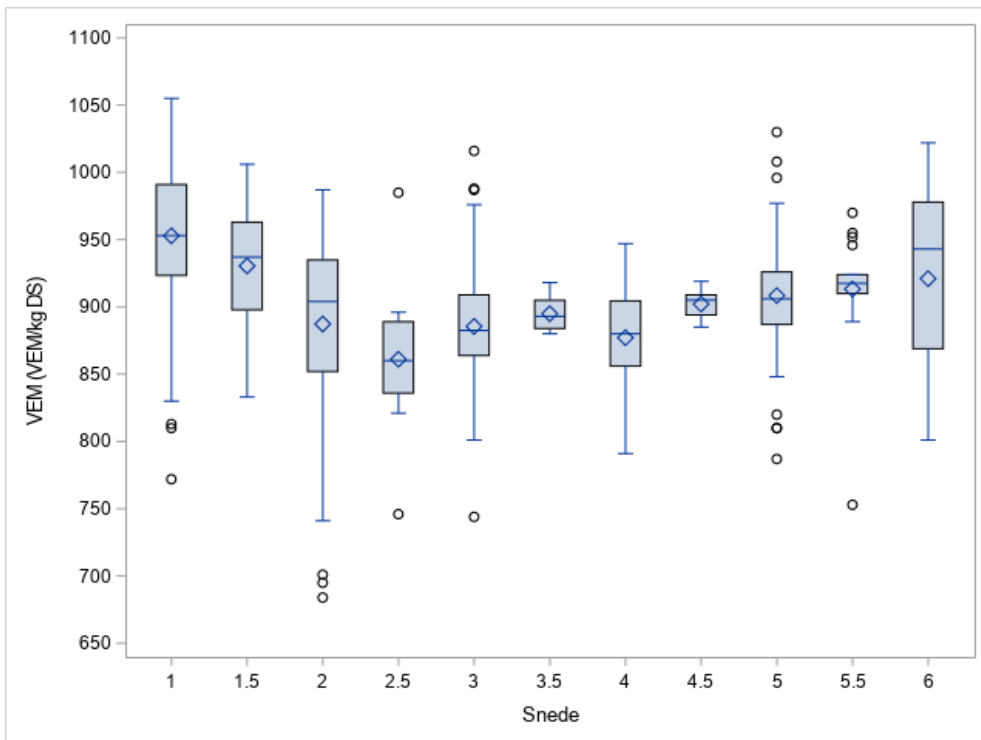
Figuur 8 Relatie tussen snede en suiker (g/kg DS) voor alle observaties uit Tabel 1 exclusief uitbijters (n=581).



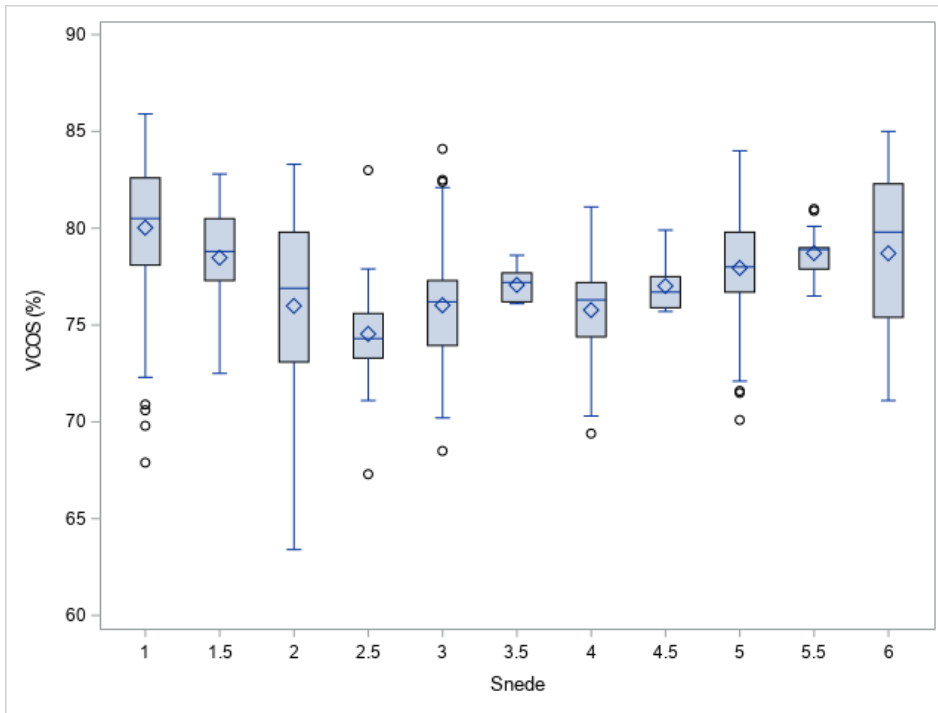
Figuur 9 Relatie tussen snede en DVE91 (g/kg DS) voor alle observaties uit Tabel 1 exclusief uitbijters (n=595).



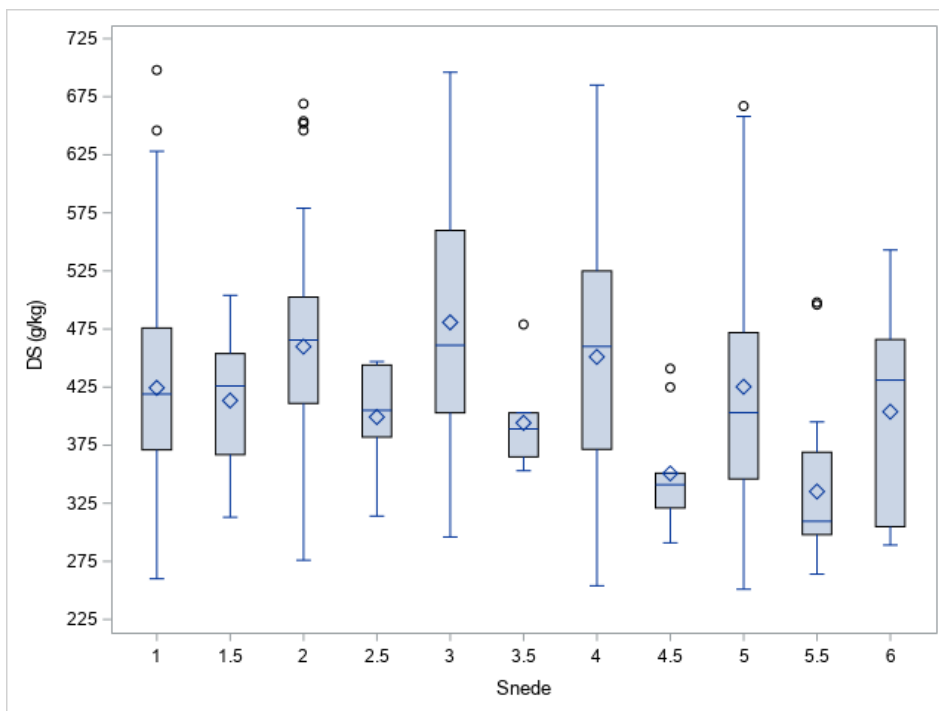
Figuur 10 Relatie tussen Snede en OEB91 (g/kg DS) voor alle observaties uit Tabel 1 exclusief uitbijters (n=595).



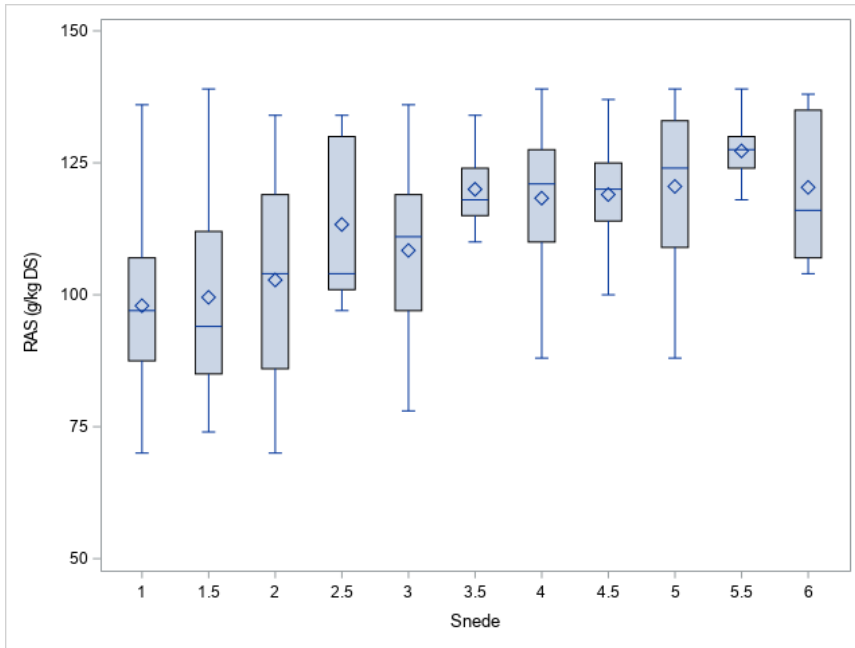
Figuur 11 Relatie tussen Snede en VEM (VEM/kg DS) voor alle observaties uit Tabel 1 exclusief uitbijters (n=595).



Figuur 12 Relatie tussen Snede en VEM (VEM/kg DS) voor alle observaties uit Tabel 1 exclusief uitbijters (n=571).



Figuur 13 Relatie tussen Snede en DS (g/kg) voor alle observaties uit Tabel 1 exclusief uitbijters (n=597).



Figuur 14 Relatie tussen Snede en RAS (g/kg DS) voor alle observaties uit Tabel 1 exclusief uitbijters (n=595).

Bijlage 3 Uitkomsten scenario-berekeningen

Voor een mogelijke toepassing van deze handvatten is het eerst noodzakelijk inzicht te hebben in effecten van groeidagen en N-bemesting op RE- en NDF verloop gedurende het jaar. Hiervoor is gebruik gemaakt van scenario-berekenen van Jantine van Middelkoop (van Middelkoop, 2019). Deze scenario-berekeningen zijn uitgevoerd met het Dairy wise model (Schils et al., 2007). Uit deze scenario-berekeningen is voor zandgrond met een N-leverend vermogen van 140 kg N/ha en een grondwatertrap VI (meest voorkomende grondwatertrap voor grasland in Nederland) berekend wat het verloop in DS-opbrengst en RE-gehalte is voor de eerste snede bij N-bemesting niveaus van respectievelijk 60 en 100 kg N per ha. Vervolgens zijn bij gewasopbrengsten van 2.0 tot 5.0 ton DS het aantal benodigde groeidagen (gerekend vanaf 1 maart) en RE-gehalten van het model overgenomen en vervolgens zijn RAS-, NDF-, suiker-, DVE91-, OEB91- en VEM-gehalten berekend o.b.v. respectievelijk modellen RAS-2, NDF-3, SUI-2, DVE-4, OEB-4 en VEM-4. Dit is gedaan voor de volgende scenario's:

1. DS-gehalte van 350 g/kg en N-bemesting van 60 kg N/ha (Tabel 10).
2. DS-gehalte van 550 g/kg en N-bemesting van 60 kg N/ha (Tabel 11).
3. DS-gehalte van 550 g/kg, berekend suikergehalte verhoogd met 50 g/kg DS en N-bemesting van 60 kg N/ha (Tabel 12)
4. DS-gehalte van 350 g/kg en N-bemesting van 100 kg N/ha (Tabel 13).
5. DS-gehalte van 550 g/kg en N-bemesting van 100 kg N/ha (Tabel 14).
6. DS-gehalte van 550 g/kg, berekend suikergehalte verhoogd met 50 g/kg DS en N-bemesting van 100 kg N/ha (Tabel 15).

Tabel 10 Effect van N-bemesting (60 kg N/ha) en aantal groeidagen/opbrengstniveau op gehalten aan RE, RAS, NDF, suiker, DVE91, OEB91 en VEM voor graskuil met een DS-gehalte van 350 g/kg. Gehalten aan RAS, NDF, suiker, DVE91, OEB91 en VEM zijn berekend o.b.v. RE-gehalten met behulp van respectievelijk modellen RAS-2, NDF-4, SUI-2, DVE-4, OEB-4 en VEM-4.

Groeidag (vanaf 1 mrt)	Datum	Opbrengst (Ton DS/ha)	REin (g/kg DS)	RAS (g/kg DS)	NDF (g/kg DS)	Suiker (g/kg DS)	DVE91 (g/kg DS)	OEB91 (g/kg DS)	VEM (/kg DS)
68	8-mei	2.0	191	113	455	53	72	50	915
71	11-mei	2.5	179	111	467	55	70	40	908
74	14-mei	3.0	166	108	482	58	67	29	898
77	17-mei	3.5	154	105	496	61	65	19	886
80	20-mei	4.1	143	102	511	63	62	10	871
83	23-mei	4.6	134	100	524	65	59	3	858
86	26-mei	5.1	126	98	536	67	56	-3	844

Tabel 11 Effect van N-bemesting (60 kg N/ha) en aantal groeidagen/opbrengstniveau op gehalten aan RE, RAS, NDF, suiker, DVE91, OEB91 en VEM voor graskuil met een DS-gehalte van 550 g/kg. Gehalten aan RAS, NDF, suiker, DVE91, OEB91 en VEM zijn berekend o.b.v. RE-gehalten met behulp van respectievelijk modellen RAS-2, NDF-4, SUI-2, DVE-4, OEB-4 en VEM-4.

Groeidag (vanaf 1 mrt)	Datum	Opbrengst (Ton DS/ha)	REin (g/kg DS)	RAS (g/kg DS)	NDF (g/kg DS)	Suiker (g/kg DS)	DVE91 (g/kg DS)	OEB91 (g/kg DS)	VEM (/kg DS)
68	8-mei	2.0	191	108	441	99	83	34	933
71	11-mei	2.5	179	106	453	101	81	25	928
74	14-mei	3.0	166	103	466	104	79	15	919
77	17-mei	3.5	154	100	480	107	76	7	908
80	20-mei	4.1	143	97	494	109	73	-1	896
83	23-mei	4.6	134	95	506	111	70	-7	884
86	26-mei	5.1	126	93	518	113	68	-13	871

Tabel 12 Effect van N-bemesting (60 kg N/ha) en aantal groeidagen/opbrengstniveau op gehalten aan RE, RAS, NDF, suiker, DVE91, OEB91 en VEM voor graskuil met een DS-gehalte van 550 g/kg en een berekend suikergehalte dat is verhoogd met 50 g/kg DS. Gehalten aan RAS, NDF, suiker, DVE91, OEB91 en VEM zijn berekend o.b.v. RE-gehalten met behulp van respectievelijk modellen RAS-2, NDF-4, SUI-2, DVE-4, OEB-4 en VEM-4.

Groeidag (vanaf 1 mrt)	Datum	Opbrengst (Ton DS/ha)	REin (g/kg DS)	RAS (g/kg DS)	NDF (g/kg DS)	Suiker (g/kg DS)	DVE91 (g/kg DS)	OEB91 (g/kg DS)	VEM (/kg DS)
68	8-mei	2.0	191	103	411	149	88	30	963
71	11-mei	2.5	179	100	421	151	86	21	961
74	14-mei	3.0	166	97	434	154	84	11	955
77	17-mei	3.5	154	95	447	157	81	3	947
80	20-mei	4.1	143	92	460	159	78	-5	938
83	23-mei	4.6	134	90	471	161	76	-11	928
86	26-mei	5.1	126	88	482	163	73	-17	917

Tabel 13 Effect van N-bemesting (100 kg N/ha) en aantal groeidagen/opbrengstniveau op gehalten aan RE, RAS, NDF, suiker, DVE91, OEB91 en VEM voor graskuil met een DS-gehalte van 350 g/kg. Gehalten aan RAS, NDF, suiker, DVE91, OEB91 en VEM zijn berekend o.b.v. RE-gehalten met behulp van respectievelijk modellen RAS-2, NDF-4, SUI-2, DVE-4, OEB-4 en VEM-4.

Groeidag (vanaf 1 mrt)	Datum	Opbrengst (Ton DS/ha)	REin (g/kg DS)	RAS (g/kg DS)	NDF (g/kg DS)	Suiker (g/kg DS)	DVE91 (g/kg DS)	OEB91 (g/kg DS)	VEM (/kg DS)
65	5-mei	2.0	218	120	432	47	73	74	922
68	8-mei	2.5	206	117	442	49	73	63	920
71	11-mei	3.0	191	113	455	53	72	50	915
74	14-mei	3.6	177	110	469	56	69	38	907
76	16-mei	4.0	168	108	479	58	68	30	900
79	19-mei	4.7	156	105	494	61	65	21	888
81	21-mei	5.1	148	103	504	62	63	14	878

Tabel 14 Effect van N-bemesting (100 kg N/ha) en aantal groeidagen/opbrengstniveau op gehalten aan RE, RAS, NDF, suiker, DVE91, OEB91 en VEM voor graskuil met een DS-gehalte van 550 g/kg. Gehalten aan RAS, NDF, suiker, DVE91, OEB91 en VEM zijn berekend o.b.v. RE-gehalten met behulp van respectievelijk modellen RAS-2, NDF-4, SUI-2, DVE-4, OEB-4 en VEM-4.

Groeidag (vanaf 1 mrt)	Datum	Opbrengst (Ton DS/ha)	REin (g/kg DS)	RAS (g/kg DS)	NDF (g/kg DS)	Suiker (g/kg DS)	DVE91 (g/kg DS)	OEB91 (g/kg DS)	VEM (/kg DS)
65	5-mei	2.0	218	115	421	93	85	56	937
68	8-mei	2.5	206	112	429	95	84	46	936
71	11-mei	3.0	191	108	441	99	83	34	933
74	14-mei	3.6	177	105	455	102	81	24	927
76	16-mei	4.0	168	103	464	104	79	17	921
79	19-mei	4.7	156	100	478	106	77	8	910
81	21-mei	5.1	148	98	488	108	75	2	902

Tabel 15 Effect van N-bemesting (100 kg N/ha) en aantal groeidagen/opbrengstniveau op gehalten aan RE, RAS, NDF, suiker, DVE91, OEB91 en VEM voor graskuil met een DS-gehalte van 550 g/kg en een berekend suikergehalte dat is verhoogd met 50 g/kg DS. Gehalten aan RAS, NDF, suiker, DVE91, OEB91 en VEM zijn berekend o.b.v. RE-gehalten met behulp van respectievelijk modellen RAS-2, NDF-4, SUI-2, DVE-4, OEB-4 en VEM-4.

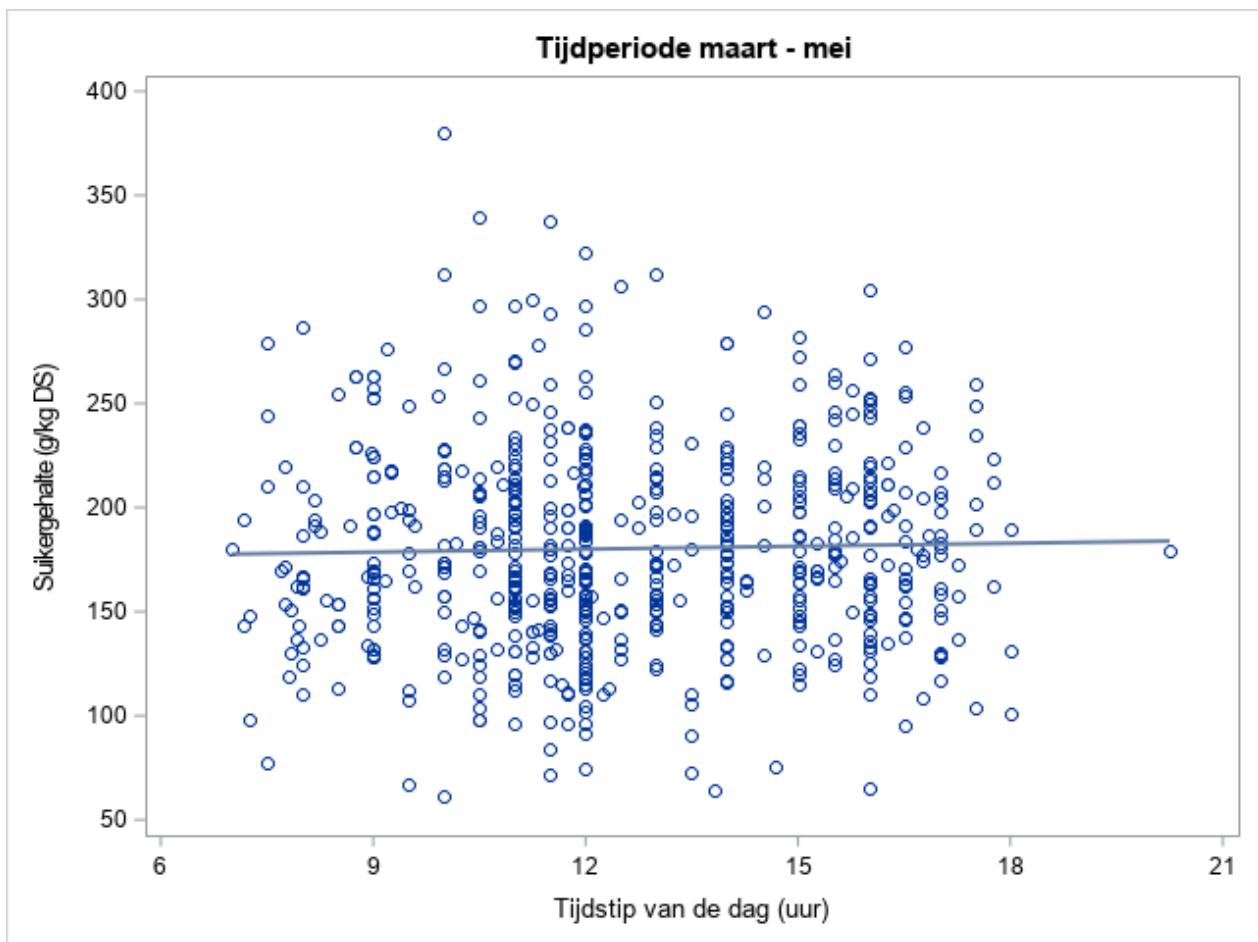
Groeidag (vanaf 1 mrt)	Datum	Opbrengst (Ton DS/ha)	REin (g/kg DS)	RAS (g/kg DS)	NDF (g/kg DS)	Suiker (g/kg DS)	DVE91 (g/kg DS)	OEB91 (g/kg DS)	VEM (/kg DS)
65	5-mei	2.0	218	109	392	143	90	52	962
68	8-mei	2.5	206	106	399	145	89	42	964
71	11-mei	3.0	191	103	411	149	88	30	963
74	14-mei	3.6	177	100	423	152	86	20	960
76	16-mei	4.0	168	98	432	154	84	13	956
79	19-mei	4.7	156	95	445	156	82	4	949
81	21-mei	5.1	148	93	454	158	80	-2	942

De uitkomsten van de scenariostudies in Tabellen 10 – 15 geven inschattingen van te verwachten gehalten aan REin, NDF, DVE91, OEB91 en VEM afhankelijk van N-bemestingsniveau en aantal groeidagen/opbrengst van het gewas en gehalten aan DS en suiker. De scenariostudies zijn met name van toepassing voor de eerste snede gezien de gemaakte aannames m.b.t. groei en bemestingsniveau. Het is echter gewenst om ook inzicht te hebben in het effect van oogstmoment en N-bemesting bij de verschillende snedes gedurende het jaar. Zo is het goed mogelijk dat de afname van RE en toename van NDF per groeidag bij de 2^e en 3^e snede verschilt van de RE en NDF afname per groeidag bij de eerste snede vanwege de hogere omgevingstemperaturen. Daarom is vervolgonderzoek gewenst m.b.t. de afname van RE per groeidag afhankelijk van het seizoen, omgevingstemperatuur en N-bemestingsniveau.

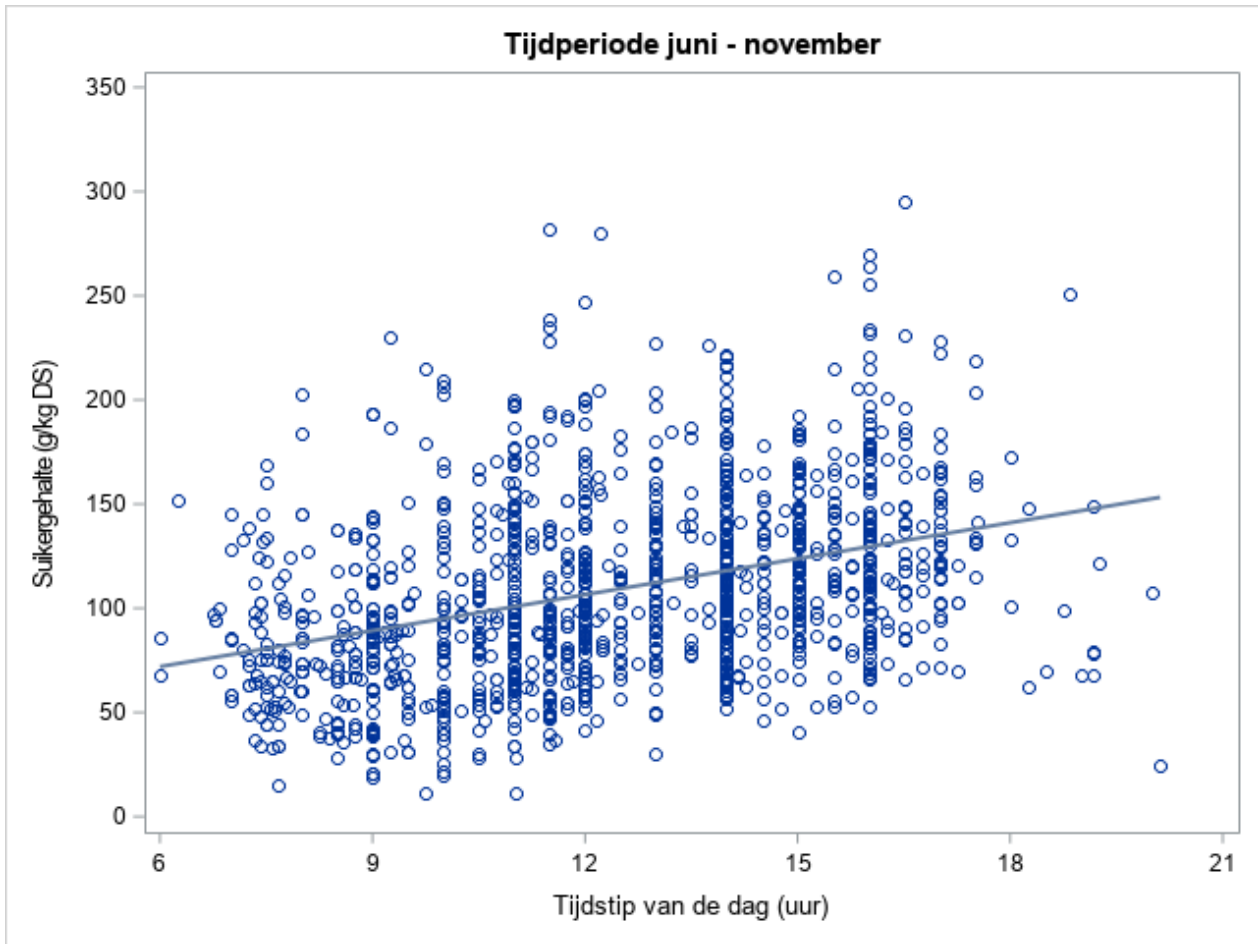
In deze studie zijn relaties tussen nutriënten onderzocht op een gepoolde dataset van graskuilmonsters van verschillende snedes. Indien in de toekomst voldoende analyses beschikbaar komen van graskuilmonsters waarvan ook het snedenummer bekend is dan is het interessant om relaties tussen nutriënten van graskuilen per snede te onderzoeken. Daarnaast is meer informatie met betrekking tot aantal groeidagen, N-bemesting en snedenummer op RE-gehalte gewenst voor het verbeteren van het handelsperspectief voor boeren om nutriëntgehalten van graskuil te optimaliseren.

Bijlage 4 Relatie tussen suikergehalte en tijdstip op de dag voor vers gras

Binnen het project Netwerk praktijkbedrijven zijn een groot aantal vers gras monsters genomen gedurende de jaren 2021 - 2024, verspreid over de dag. Uit een eerste analyse van deze data in een model waarin zowel week van het jaar als tijdstip van de dag als verklarende variabelen zijn opgenomen blijkt voor de periode juni – november (1257 observaties) een gemiddelde toename van suikergehalte in vers gras van 5.5 ± 0.36 g/kg DS per uur (gedurende de periode 06:00 – 20:12 uur). Opvallend is echter dat deze toename in suikergehalte van 5.5 g per uur niet van toepassing bleek voor de periode maart – mei. Voor de periode maart – mei (607 observaties) bleek er slechts sprake van een geringe niet significante toename in suikergehalte van 0.5 ± 0.72 g/kg DS per uur. Een grafische weergave van de relatie tussen tijdstip van de dag en suikergehalte voor de periode maart – mei is weergegeven in Fig. 15 en voor de periode juni-november in Fig. 16.



Figuur 15 Relatie tussen tijdstip van de dag (uur) en suikergehalte (g/kg DS) voor vers gras monsters genomen in de periode maart – mei, genomen in het project Netwerk Praktijkbedrijven ($n=607$).



Figuur 16 Relatie tussen tijdstip van de dag (uur) en suikergehalte (g/kg DS) voor vers gras monsters genomen in de periode juni – november, genomen in het project Netwerk Praktijkbedrijven (n=1257).

Onderstaand is de relatie tussen tijdstip van de dag (uur) en suikergehalte (g/kg DS) voor vers gras monsters genomen in het project Netwerk Praktijkbedrijven weergegeven voor de individuele maanden. Deze relaties laten zien dat de relaties zoals weergegeven in figuren 15 en 16 ook van toepassing zijn voor de individuele maanden en dat de toename in suikergehalte bij een toename in tijdstip van de dag opmerkelijk constant is voor de individuele maanden.

Periode maart:

$$\text{Suikergehalte (g/kg DS)} = 181 \pm 51 - 0.8 \pm 3.74 \times \text{tijdstip (uur)}; n = 38, \text{RMSE} = 55.5, R^2 = 0.001$$

Periode april:

$$\text{Suikergehalte (g/kg DS)} = 175 \pm 16 + 1.0 \pm 1.30 \times \text{tijdstip (uur)}; n = 232, \text{RMSE} = 51.2, R^2 = 0.002$$

Periode mei:

$$\text{Suikergehalte (g/kg DS)} = 170 \pm 11 + 0.5 \pm 0.89 \times \text{tijdstip (uur)}; n = 337, \text{RMSE} = 44.8, R^2 = 0.001$$

Periode juni:

$$\text{Suikergehalte (g/kg DS)} = 76 \pm 13 + 5.8 \pm 1.00 \times \text{tijdstip (uur)}; n = 281, \text{RMSE} = 44.3, R^2 = 0.106$$

Periode juli:

$$\text{Suikergehalte (g/kg DS)} = 51 \pm 11 + 4.9 \pm 0.86 \times \text{tijdstip (uur)}; n = 240, \text{RMSE} = 36.9, R^2 = 0.119$$

Periode augustus:

$$\text{Suikergehalte (g/kg DS)} = 32 \pm 8 + 5.1 \pm 0.63 \times \text{tijdstip (uur)}; n = 260, \text{RMSE} = 31.2, R^2 = 0.200$$

Periode september:

Suikergehalte (g/kg DS) = $18 \pm 8 + 6.1 \pm 0.64 \times \text{tijdstop (uur)}$; n = 221, RMSE = 27.1, $R^2=0.295$

Periode oktober:

Suikergehalte (g/kg DS) = $28 \pm 11 + 4.9 \pm 0.85 \times \text{tijdstop (uur)}$; n = 192, RMSE = 33.5, $R^2=0.147$

Periode november:

Suikergehalte (g/kg DS) = $26 \pm 19 + 5.6 \pm 1.50 \times \text{tijdstop (uur)}$; n = 63, RMSE = 35.9, $R^2=0.185$

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.

