



---

# Grasraffinage en gebruik van grasvezel in de rundveevoeding

A. Klop, D. Durksz, J. Zonderland, B. Koopmans



LIVESTOCK RESEARCH  
WAGENINGEN **UR**

---

---

# Grasraffinage en gebruik van grasvezel in de rundveevoeding

A. Klop<sup>1</sup>, D. Durksz<sup>1</sup>, J. Zonderland<sup>2</sup>, B. Koopmans<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Wageningen UR Livestock Research

<sup>2</sup> Dairy Campus Leeuwarden

<sup>3</sup> Grassa!

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen UR Livestock Research en Grassa!, met subsidie van de Provincie Fryslân (Project: Gras Groene Grondstof)

Wageningen UR Livestock Research

Wageningen, februari 2015

---

Livestock Research Report 790



LIVESTOCK RESEARCH  
WAGENINGEN UR

---

A. Klop, 2015. *Grasraffinage en gebruik van grasvezel in de rundveevoeding* . Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Report. Livestock Research Report 790.

© 2015 Wageningen UR Livestock Research, Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E info.livestockresearch@wur.nl, www.wageningenUR.nl/livestockresearch. Livestock Research is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

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

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



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op als onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponereerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

---

# Inhoud

	<b>Woord vooraf</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Conserveringsonderzoek</b>	<b>9</b>
	2.1 Algemeen	9
	2.2 Proefopzet	9
	2.3 Resultaat	10
<b>3</b>	<b>Smaakproef kalveren</b>	<b>15</b>
	3.1 Inleiding	15
	3.2 Proefopzet	15
	3.3 Resultaat	15
	3.4 Conclusie conserveringsonderzoek en smaakproef.	16
<b>4</b>	<b>Proef met grasvezel bij melkvee</b>	<b>17</b>
	4.1 Inleiding	17
	4.2 Materiaal en methode.	17
	4.3 Proefopzet	18
	4.4 Resultaten	19
	4.5 Conclusies	22
<b>5</b>	<b>Conclusies en deskstudie mineralen.</b>	<b>23</b>
	5.1 Onderzoek 2012-2014 bij rundvee	23
	5.2 Deskstudie mineralenkringloop	23
<b>6</b>	<b>Literatuur en publicaties</b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>Bijlagen</b>	<b>25</b>

---

---

# Woord vooraf

Dit voorwoord bestaat uit drie citaten: uit respectievelijk een rapport, een magazine en uit een krant. Dat geeft aan dat 'biobased economy' een thema is van maatschappelijk belang. Overheden en bedrijfsleven zien het belang van verdere ontwikkeling en investeren in onderzoek en kennisuitwisseling. Met financiering van het Ministerie van Economische Zaken is in 2011 en 2012 begonnen met oriënterend onderzoek naar de toepassing van grasraffinage in de melkveehouderij. Dankzij subsidie van de provincie Fryslân hebben Grassa! en Wageningen UR Livestock Research van 2013 tot 2014 verder kunnen werken aan hetzelfde thema.

De auteurs

Citaat uit rapport:

*"Voorspellingen van de FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) geven aan dat de wereldwijde vraag naar vlees en melk (dierlijke eiwitten) in de komende jaren zal verdubbelen (Steinfeld et al., 2006). Dit wordt veroorzaakt door de groeiende wereldbevolking en door een verandering in consumptiepatroon (meer vlees) als gevolg van een toenemend welvaartsniveau bij grote groepen mensen. Er dient dus meer voedsel geproduceerd te worden. Tegelijkertijd dient de milieu-impact van voedselproductie te worden verkleind om de draagkracht van de aarde niet te boven te gaan. Deze enorme uitdaging wordt binnen Wageningen UR ook wel aangeduid als "Agroproductie 21e Eeuw" of "2x2" (tweemaal meer productie met tweemaal minder milieu-impact). Productieverhoging is hierbij een belangrijk onderwerp van onderzoek net als het meer efficiënt gebruiken van biomassa waardoor minder verliezen ontstaan. Eén van de potentieel interessante sporen voor het meer efficiënt gebruiken van biomassa is raffinage van gras" (overgenomen uit: Van den Pol, 2012)*

Citaat uit artikel:

*Gras bestaat uit waardevolle componenten, die behalve in de diervoeding ook voor andere doeleinden gebruikt kunnen worden. Grassa! experimenteert sinds 2009 met het raffineren van gras. Raffinage van gras bestaat uit een intensieve kneuzing van het gras gevolgd door uitpersen. Is grasraffinage alleen interessant om grondstoffen te maken voor industrieel gebruik of biedt het ook kansen voor de veehouderij zelf? (bron: V-Focus, maart 2012).*

Citaat uit krant:

*Bio-economie biedt Fryslân kansen (citaat uit: Friesch Dagblad, jan 2012. Lector biobased economy: Hans Derksen)*  
*"Wat is een biobased economy? Een biobased economy maakt gebruik van hernieuwbare grondstoffen (biomassa), afkomstig uit de agrosector voor de productie van energie, chemicaliën en materialen. Met de overgang naar een meer biobased economy neemt ook de vraag naar hierin geschoolde werknemers toe. Mensen die zowel verstand hebben van landbouw als van de chemie en verwerking van landbouwproducten tot biobased toepassingen. Om deze reden zet onder andere Hogeschool Van Hall Larenstein in op de ontwikkeling van onderwijs en onderzoekprogramma's die gericht zijn op duurzame technologie en ondernemerschap. Als grootste 'groene' hogeschool van Nederland ligt de focus hierbij vooral op mogelijkheden voor de benutting van biomassa."*



---

# 1 Inleiding

In 2012 is een proef met melkkoeien uitgevoerd met als doel de waarde van grasvezel te onderzoeken. In het rantsoen van de koeien werd een deel van de graskuil vervangen door grasvezel. De grasvezel kwam beschikbaar na de raffinage van gras. De resultaten van de proef vielen tegen. De voeropname van de koeien die grasvezel kregen was namelijk lager dan van de (controle)koeien die het gangbare rantsoen kregen. De melkgift was eveneens lager op het rantsoen met grasvezel. De oorzaak van de lagere voeropname heeft waarschijnlijk te maken met de versheid en daarmee de smakelijkheid van grasvezel. In de proef werd verse grasvezel gevoerd. Omdat drie keer per week werd geraffineerd, werd steeds een voorraad grasvezel aangemaakt voor 2-3 dagen. Verse grasvezel blijkt min of meer dezelfde eigenschappen te hebben als vers gras als het gaat om versheid en houdbaarheid. In verse grasvezel ontstond vrij snel warmteontwikkeling, met als gevolg verlies aan kwaliteit. Dat is waarschijnlijk een oorzaak geweest van de tegenvallende voeropname bij de koeien die grasvezel kregen. Daarom is in 2013 besloten om eerst te kijken naar de mogelijkheid om grasvezel te conserveren (in te kuilen), waardoor de kwaliteit en de houdbaarheid mogelijk werd verbeterd. In 2012 is eveneens een oriënterend onderzoek gedaan met graseiwit verstrekt aan kalveren. Graseiwit is het eiwit dat gewonnen wordt uit het grassap en in de proef werd het in gelvorm verstrekt. De resultaten van de proef met kalveren waren uitermate positief. De dieren namen het graseiwit graag op. De groei van de kalveren was vergelijkbaar met de controlegroep.

Vanaf 2013 is onderzoek gedaan met subsidie van Provincie Fryslân. In dit rapport worden achtereenvolgens de activiteiten en de resultaten uit experimenten beschreven. In onderstaand overzicht zijn de activiteiten schematisch afgebeeld (figuur 1). Tegelijk met deze activiteiten door Grassa! en Wageningen UR Livestock Research is een afstudeeronderzoek uitgevoerd door Simon Kooistra, student van Hogeschool VanHall Larenstein in Leeuwarden. Deze studie heeft geresulteerd in een afstudeerscriptie dat het resultaat van dit project heeft verbreed. Simon Kooistra is begeleid door docenten van de genoemde hogeschool.



<i>jaar</i>	<i>titel Hoofdstuk</i>	<i>omschrijving</i>	<i>proeflocatie</i>
2012	Inleiding, resultaat 2012 ↓		Dairy Campus / Leeuwarden
2013	Conserveringsonderzoek ↓	behandeling met toevoegmiddel analyse resultaat grasvezel	Grassa! Oenkerk
2013	Smaakproef kalveren ↓	smaaktest kalveren beoordeling conservering keuze toevoegmiddel voor vervolgonderzoek	Dairy Campus / Leeuwarden
2013/2014	Proef met grasvezel bij melkvee ↓	raffinage gras, inkuilen grasvezel proefopzet uitwerken uitvoering proef analyse van gegevens	Grassa! Oenkerk Dairy Campus / Lelystad
2014	Conclusies en aanbevelingen		

**Figuur 1.** Schematisch overzicht van de stappen in dit onderzoek. Dit schema is tevens leeswijzer voor dit verslag

---

## 2 Conserveringsonderzoek

### 2.1 Algemeen

Uit het onderzoek van 2012 waarbij aan melkkoeien verse grasvezel werd verstrekt bleek dat de houdbaarheid van verse grasvezel kort is. Binnen enkele dagen gaat de kwaliteit achteruit, het verse product is min of meer te vergelijken met vers gras, alhoewel grasvezel minder suikers bevat. Een deel van de suikers komt namelijk bij de raffinage in het sap terecht. Door grasvezel te conserveren kan de houdbaarheid worden verbeterd en bovendien kan het product lang worden bewaard, vergelijkbaar met graskuil. Door het lage gehalte aan (rest) suikers en mineralen in grasvezel kan het gewenst zijn om:

- a. Een toevoegmiddel te gebruiken om de conservering goed te laten verlopen
- b. Andere toevoegingen –bijvoorbeeld zout- te gebruiken om de smakelijkheid te verbeteren en daarmee ook beter aan te sluiten bij de behoeften van het dier. Het kan zinvol zijn om mineralen toe te voegen, omdat ook een deel van de mineralen in het sap terecht komt.

In 2013 is conserveringsonderzoek gestart waarbij grasvezel is ingekuuld in kleine kunststof vaten, met en zonder toevoegingen. In totaal zijn 10 behandelingen uitgevoerd. Ruim 6 weken na het inkuilen zijn monsters genomen van de grasvezelsilages en onderzocht door BggAgroXpertus op conserveringskenmerken, samenstelling en voederwaarde. Van de silages is het restant, ca. 5 kg product per behandeling) gebruikt voor een smaakproef bij jongvee (Hoofdstuk 3).

Conserveren van verse grasvezel tot grasvezelsilage is bovendien nodig om flexibel te kunnen zijn met voeren. Geconserveerde silage is lang houdbaar en op elk gewenst moment in het jaar te voeren. Voor de vertaling naar de praktijksituatie is dit belangrijk.

Met het conserveren van grasvezel wordt daarmee het tijdstip van oogst en raffinage losgemaakt van het tijdstip van voeren. Daarmee is de gebruiker veel flexibeler, en is het geconserveerde product zelfs te verhandelen. Grasvezel is een product dat veel lijkt op gras, als het gaat om de wijze van inkuilen: conserveren door luchtdichte afsluiting na samenpersing, eventueel met toevoegen van een additief. Weliswaar heeft het product een intensieve bewerking ondergaan, waarbij vocht met (oplosbare) stoffen zijn afgescheiden. Beide processen, de intensieve bewerking en extractie van oplosbare stoffen, kunnen van invloed zijn op de conservering. Het conserveringsonderzoek is opgezet om te onderzoeken of toevoegmiddelen nodig zijn voor de conservering van grasvezel. Vooraf is een proefopzet gemaakt waarbij verschillende toevoegmiddelen zijn meegenomen. Het conserveringsonderzoek heeft plaatsgevonden op 'laboratoriumschaal', waarbij relatief kleine hoeveelheden grasvezel zijn ingekuuld in zgn. zuurkoolvaatjes, ronde kunststof vaatjes die luchtdicht zijn af te sluiten.

### 2.2 Proefopzet

Grasvezel is ingekuuld met inkuil- en toevoegmiddelen. Gekozen is voor gangbare inkuilmiddelen die gebruikt worden bij het inkuilen van silages. Daarnaast zijn enkele andere toevoegmiddelen gebruikt die in de (dier)voeding worden toegepast. Voor elke behandeling is 15 kg grasvezel afgewogen. Om een goede menging met toevoegmiddel en grasvezel te krijgen is gebruik gemaakt van een betonmolen, waarmee kleine hoeveelheden te mengen zijn. Tijdens het mengen is een inkuil/toevoegmiddel toegevoegd. Na het mengen zijn voor elke behandeling drie zuurkoolvaatjes gevuld. Daarna zijn de vaatjes 6 weken opgeslagen, om het product te laten conserveren. Daarna zijn analyses gedaan in de silages. De analyses van de samenstelling zijn uitgevoerd met de zogenoemde 'nat chemische' methode, dat is de meest nauwkeurige methode om de bestanddelen in het product te bepalen. In tabel 2.1 staan de behandelingen vermeld, met de doseringen. De conserveringskenmerken van de silages zijn deels vastgesteld via de 'nat chemische'

methode (pH en ammoniakfractie) en deels via de NIRS methodiek, een infrarood methode (voor:azijnzuur en melkzuur).

Tabel 2.1

Overzicht van de behandelingen bij het conserveringsonderzoek van grasvezel.

afkorting	behandeling	totale dosering per 15 kg grasvezel	Dosering per kg productgrasvezel	referentie
C-vers	Vers	-	-	-
C	Controle	-	-	-
M1	Melasse_1	600 g smulsiroop	40 g/kg prod.	praktijkadvies
M2	Melasse_2	1200 g smulsiroop	80 g/kg prod.	praktijkadvies
ME	Mel+Ecosyl 50	1190 g smulsiroop en 30 ml Ecosyl opl + 200 ml water	2 g Ecosyl/l Daarna 2 ml oplossing/kg	Ecosyl verpakking
E	Ecosyl 50 (2012)	30 ml Ecosyl + 200 ml water	30 ml Ecosyl opl+ 200 ml water	-
P	Propionzuur	45 g prop zuur + 200 ml water	3 g/kg product	Schooten et al pers. med.
Z	Zout (NaCl)	30,2 g zout + 200 ml water	2 gram zout/kg product	-
G	Na glutamaat	75,2 g Na glutamaat + 200 ml water	5 g/kg product	-
NH	NaOH	44 g NaOH + 200 ml water	3 g/kg product	-
U	Ureum, vloeibaar	1000 g + 1000 ml water	5 kg /100 kg	Kasper & Kommers

## 2.3 Resultaat

Zes weken na inkuilen zijn de vaatjes geopend. De silages zijn bemonsterd en de monsters zijn aangeboden voor onderzoek van de chemische samenstelling, de voederwaarde en de minerale samenstelling. In tabel 2.2 staat de chemische samenstelling van de grasvezelsilages.

Tabel 2.2

Overzicht samenstelling van verse grasvezel (C-vers) en van de ingekuilde grasvezel (C t/m U) met verschillende behandelingen.

afkorting op zak/zuurkoolvat	behandeling	DS (g/kg)	Ruw eiwit (g/kg ds)	Ruwe celst (g/kg ds)	Ruw as (g/kg ds)	VCOS T&T (%)	Suikers (g/kg ds)
C-vers	Vers	314	189	301	73	83.5	61
C	Controle	285	200	326	75	81.4	7
M1	Melasse_1	289	190	324	68	81.5	9
M2	Melasse_2	295	186	316	70	80.9	20
ME	Mel+Ecosyl 50	281	188	312	68	78.3	23
E	Ecosyl 50 (2012)	275	197	335	72	81.1	6
P	Propionzuur	287	197	335	72	80.3	6
Z	Zout (NaCl)	281	199	311	76	80.9	7
G	Na glutamaat	286	202	338	75	81.0	6
NH	NaOH	285	190	347	79	81.0	7
U	Ureum, vloeibaar	296	634	297	53	81.9	8

---

Toelichting bij tabel 2.2:

#### Drogestofgehalte (DS)

Zoals verwacht ligt het drogestofgehalte van alle silages (van C tot en met U) vrij dicht bij elkaar. Voor de meeste behandelingen geldt dat het toevoegmiddel is toegediend als waterige oplossing, waardoor het drogestofgehalte lager is dan het uitgangproduct (C-vers). Het drogestofgehalte van het ingekuilde product verandert tijdens de conservering eveneens door omzettingen van nutriënten in vluchtige bestanddelen. Met het drogen verdwijnen een deel van de vluchtige bestanddelen waardoor het drogestofgehalte van silage veelal lager is dan van het product vóór inkuilen.

#### Ruw eiwit

Het eiwitgehalte in de silages is vrij hoog in vergelijking met normale graskuilsilages. De vergelijking met graskuil gaat niet helemaal op, omdat voor raffinage vaak jonger gras wordt gebruikt met een hoger eiwitgehalte. Doordat bij raffinage, naast eiwitten, ook mineralen en suikers in het sap terecht komen is het eiwitgehalte –als gevolg van indikken– in de vezel vaak nog relatief hoog. Dat is gunstig in het rantsoen voor rundvee, omdat de aanvulling met andere eiwitbronnen dan niet nodig is. Het eiwitgehalte in silage van de behandeling met ureum is eigenlijk niet juist. Dat komt omdat bij de analyse het N gehalte gemeten wordt en omgerekend is naar eiwit. In die grasvezel zit veel N, afkomstig uit ureum, dat geen werkelijk eiwit is.

#### Suikers

Voor een goede conservering moet het suikergehalte in voorgedroogd gras ongeveer 3% zijn. Voor C-vers zou dat dan 95 g/kg drogestof zijn. Het suikergehalte van het verse geraffineerde product is 61 g/kg ds, dat is dus aan de lage kant. Het is echter niet uit te sluiten dat er al suiker is omgezet tijdens het raffinageproces tot aan het moment dat het monster is ingevroren. Om daar achter te komen zouden in het vervolg ook de conserveringskenmerken van het verse product onderzocht moeten worden, zoals pH en fermentatie producten (melkzuur, azijnzuur). Na conservering is vrijwel alle suiker verbruikt, het suikergehalte in de geconserveerde grasvezel is bij alle behandelingen namelijk laag. Zelfs bij de behandelingen met melasse is het suikergehalte laag. De conservering is overigens wel goed, maar een hoger suikergehalte in de silage is gewenst, omdat dat gunstig is voor de smakelijkheid van het product. Een heel laag suikergehalte (< 10 g/kg ds) duidt erop dat alle suikers zijn verbruikt en dat het toevoegen van extra suikers gunstig geweest zou zijn voor de conservering. Daarom is het advies om bij het inkuilen van grasvezel altijd suikers toe te voegen, bijvoorbeeld in de vorm van melasse (gewenste dosering: 80 gram per kg product).

### Conserveringskenmerken

In tabel 2.3 staan de resultaten van conserveringskenmerken. De conserveringsgegevens geven inzicht in de mate van conservering en de stabiliteit van het product.

Tabel 2.3

*Conserveringskenmerken van de ingekuilde grasvezel met verschillende behandelingen c.q. toevoegingen*

<i>afkorting op zak/zuurkoolvat</i>	<i>Behandeling</i>	<i>pH</i>	<i>Ammoniakfractie (%)</i>	<i>Azijnzuur (g/kg ds)</i>	<i>melkzuur (g/kg ds)</i>
C	Controle	4.2	6	56	70
M1	Melasse_1	4.0	6	46	58
M2	Melasse_2	3.9	6	51	74
ME	Mel+Ecosyl 50	3.9	6	47	64
E	Ecosyl 50 (2012)	4.5	7	60	45
P	Propionzuur	4.1	6	53	56
Z	Zout (NaCl)	4.2	6	35	53
G	Na glutamaat	4.4	7	58	56
NH	NaOH	4.7	13	60	48
U	Ureum, vloeibaar	5.5 <sup>1</sup>	15	5	56

<sup>1)</sup> pH waarde via NIRS, overige pH metingen via nat chemische methode

Toelichting bij tabel 2.3.

Bij het openmaken van de zuurkoolvaatjes bleek dat de vaatjes luchtdicht afgesloten zijn geweest, er was geen schimmelvorming opgetreden.

De conservering van de controle behandeling (C) is goed. De zuurgraad (pH) valt binnen de streefwaarde bij dit drogestofgehalte (streefwaarde: 3,8-4,6). Toevoegen van melasse heeft nog wel effect op de pH. De zuurgraad was lager voor M1 en M2, wat gunstiger is. Toch is de pH waarde voor deze grasvezelsilages nog vrij hoog, gezien het vrij lage drogestofgehalte. De verklaring daarvoor is dat de pH niet verder daalt omdat de suikers zijn verbruikt en het eiwit een bufferende werking heeft waardoor de pH niet verder daalt. De met natronloog (NaOH) behandelde silage had de hoogste pH, dat kwam door de basische werking van het toevoegmiddel.

De ammoniakfractie is voor alle silages laag (streefwaarde < 10) behalve voor de behandelingen met NaOH en Ureum. Uit de lage ammoniakfractie blijkt dat er weinig eiwitafbraak heeft plaatsgehad tijdens de conservering, wat gunstig is voor de eiwitkwaliteit van de silages. De hoeveelheid gevormd melkzuur viel voor vrijwel alle behandelingen binnen de gewenste streefwaarde (streefwaarde tussen 50-90 g/kg ds).

Het gehalte aan azijnzuur is bijzonder hoog. Voor een totale beoordeling en een praktijkadvies zijn de conserveringskenmerken beoordeeld in combinatie met de chemische samenstelling en voederwaarde. Monster C-vers is niet geconserveerd en daarom niet geanalyseerd op conserveringskenmerken.

### Mineralen:

In tabel 2.4 staat de minerale samenstelling weergegeven.

Tabel 2.4

*Minerale samenstelling van verse grasvezel (C-vers) en van de ingekuilde grasvezel met verschillende behandelingen c.q. toevoegingen.*

afkorting op zak/zuurkoolvat	behandeling	Natrium (g/kg ds)	Kalium (g/kg ds)	Magnesium (g/kg ds)	Calcium (g/kg ds)	Fosfor (g/kg ds)	Mangaan (mg/kg.d s)	Zink (mg/kg ds)	IJzer (mg/kg ds)	Zwavel (g/kg ds)
C-vers	geen	1.7	20.2	1.5	3.3	2.7	50	26	654	2.4
C	Controle	1.8	21.8	1.6	3.5	3	54	28	521	2.6
M1	Melasse_1	1.8	21.0	1.5	3.2	2.9	50	24	284	2.5
M2	Melasse_2	1.7	20.2	1.5	3.7	2.8	49	24	358	2.5
ME	Mel+Ecosyl 50	1.8	19.8	1.5	3.1	2.7	47	24	385	2.4
E	Ecosyl 50 (2012)	1.9	21.5	1.6	3.4	3	52	25	344	2.7
P	Propionzuur	1.8	21.3	1.6	3.4	2.9	51	25	398	2.6
Z	Zout (NaCl)	3.5	21.7	1.6	3.4	3	52	27	339	2.7
G	Na glutamaat	3.7	20.5	1.5	3.3	2.9	53	25	504	2.6
NH	NaOH	4.6	20.8	1.6	3.3	2.9	52	26	384	2.6
U	Ureum, vloeibaar	1.6	18.1	1.3	3	2.4	45	23	524	2.3

Toelichting bij tabel 2.4:

Het toevoegen van producten met Na heeft direct effect op het Na- gehalte van de grasvezelsilage. Toevoegen van NaCl of Na-glutamaat is niet strikt nodig om aan de behoefte norm van koeien te voldoen (norm is 1,1-1,4 gram Na/kg ds voor melkvee). Extra Na kan wel een gunstig effect hebben op de voeropname (Bussink e.a., 2005).

Het ijzergehalte laat een vrij grote variatie zien, de reden daarvan is niet duidelijk.

De gehalten aan mineralen in grasvezel(silage) zijn in het algemeen lager dan in vers gras, geldt m.n. voor Kalium, Calcium en Fosfor. Het gehalte aan Magnesium is vrij laag voor jong- en melkvee, een aanvulling met Mg rijkere voeders of voedersupplementen is dan wel nodig.

### Voederwaarde.

De voederwaarde van de grasvezelsilages is berekend uit de chemische samenstelling en organische stof verteerbaarheid. De energiewaarde (VEM) is hoog, evenals de eiwitwaarde (DVE). De hoge voederwaarde is onder meer het gevolg van de goede verteerbaarheid (in vitro) (tabel 2.2) maar ook door een laag ruw-asgehalte van de voeders. Door het lage ruw as gehalte is het organische-stofgehalte hoog. De voederwaardegegevens staan in tabel 2.5. Met melasse behandelde grasvezel laat een lagere OEB waarde zien in vergelijking met de controle grasvezel en de andere behandelingen. De VEVI waarde is de energiewaarde voor vleesvee. De VOS en FOS waarden geven respectievelijk de totale verteerbaarheid en de in de pens verteerde organische stof weer. De verschillende behandelingen hebben nauwelijks effect op VOS en FOS, behalve bij de behandeling met ureum. De met ureum behandelde grasvezelsilage geeft overigens sterk afwijkende waarden en kengetallen weer. Dat komt omdat met ureum wel stikstof (N) wordt toegediend, maar geen eiwit. Het eiwitgehalte en eiwitwaarden zijn gebaseerd op de N bepaling, waardoor het eiwitgehalte en de eiwit waarden te hoog worden berekend.

Tabel 2.5

*Voederwaarde gegevens van de grasvezelsilages*

<i>afkorting op zak/zuurkoolvat</i>	<i>behandeling</i>	<i>VEM</i>	<i>DVE (g/kg ds)</i>	<i>OEB (g/kg ds)</i>	<i>VEVI</i>	<i>VOS (g/kg ds)</i>	<i>FOS (g/kg ds)</i>
C	Controle	964	78	62	1001	753	629
M1	Melasse_1	979	78	51	1020	760	634
M2	Melasse_2	975	77	50	1015	752	623
ME	Mel+Ecosyl 50	936	72	54	964	730	602
E	Ecosyl 50 (2012)	966	76	64	1003	753	623
P	Propionzuur	957	76	61	990	745	618
Z	Zout (NaCl)	965	76	65	1002	748	619
G	Na glutamaat	962	77	69	997	749	620
NH	NaOH	954	76	71	989	746	612
U	Ureum, vloeibaar	982	-	-	977	776	863

# 3 Smaakproef kalveren

## 3.1 Inleiding

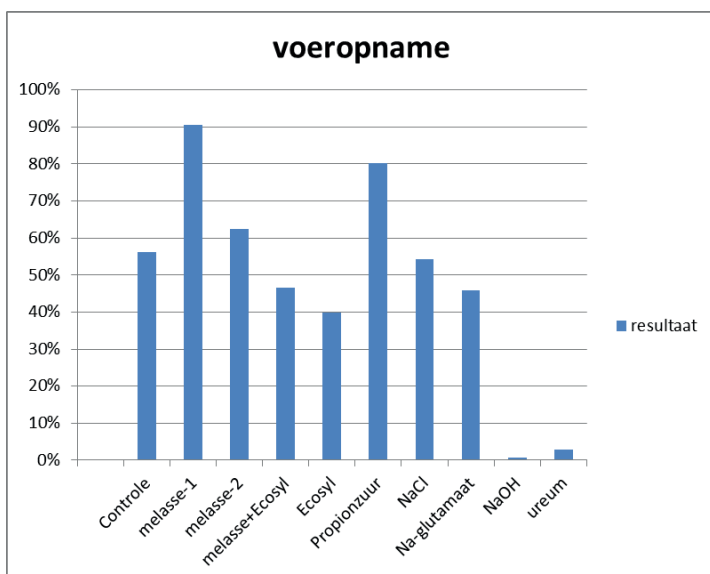
Van de grasvezelsilages uit Hoofdstuk 2 is het restant gebruikt voor een oriënterende proef bij kalveren. Het doel van dit onderzoek was om een indruk te krijgen van de smakelijkheid van de grasvezelsilages. Behalve de analyseresultaten (Hoofdstuk 2) is het belangrijk inzicht te krijgen in de smaak- en geurkenmerken. Die kenmerken zijn namelijk van invloed op de voeropname door de dieren. De grasvezelsilages zijn aan een groep kalveren voorgelegd en de voorkeur voor en opname van de varianten met en zonder inkuilmiddel zijn geregistreerd. De achtergrond is dat de kalveren de partijen selecteren op basis van geur en smaak van het product. Samen met de conserveringsgegevens zijn de resultaten belangrijk om te kiezen voor een juiste toevoeging bij het inkuilen van grasvezel.

## 3.2 Proefopzet

De hoeveelheid grasvezelsilage was beperkt, ca. 5 kg per behandeling. De silages werden naast elkaar aan het voerhek gelegd en de kalveren konden zelf een keuze maken. De kalveren kregen een uur de tijd om te eten van de silages. Daarna werden de resten gewogen. De voeropname is berekend als verschil van de voerhoeveelheid aan het begin en de hoeveelheid restvoer na de proeftijd.

## 3.3 Resultaat

In onderstaande grafiek is de voeropname weergegeven per silage. De voeropname is relatief uitgedrukt, namelijk in procenten van de voergift. Een hoge waarde betekent een hoge voeropname. De kalveren namen het meeste op van de silages waaraan melasse (lage dosering) of propionzuur was toegevoegd. De silages met ureum en natronloog werden genegeerd. Voor de controlesilage en de overige behandelingen met een toevoegmiddel varieerde de opname tussen 40% en 60%. De resultaten geven een eerste indruk over de geschiktheid van de toevoegmiddelen in relatie tot de opname door kalveren. Propionzuur wordt echter nauwelijks nog gebruikt als toevoegmiddel, omdat het zuur corrosievorming geeft bij de werktuigen waarmee het gras wordt ingekuild.



**Figuur 3.1.** Relatieve voeropname(in % ten opzichte van de voergift) in de smaakproef met kalveren



---

### 3.4 Conclusie conserveringsonderzoek en smaakproef.

Uit de resultaten van het conserveringsonderzoek is een keuze gemaakt voor het te gebruiken toevoegmiddel voor het vervolg van het onderzoekstraject. Daarvoor zijn de resultaten van het conserveringsonderzoek gescoord en tenslotte is een eindscore gegeven aan de verschillende behandelingen. De volgende kenmerken werden in die score meegenomen: 1.Chemische samenstelling, 2.Voederwaarde, 3.Conservering en het resultaat van de smaakproef. De grasvezelsilage met melasse kwam op alle onderdelen het beste naar voren. Dat heeft geleid tot de conclusie om melasse als toevoegmiddel te gaan gebruiken voor het vervolgonderzoek. Het vervolgonderzoek bestond uit een proef met melkvee waarbij graskuil is vervangen door grasvezelsilage.

---

## 4 Proef met grasvezel bij melkvee

### 4.1 Inleiding

Als de veehouder in de toekomst een deel van zijn verse gras laat raffineren, zou hij het eiwit(sap) kunnen verkopen en de grasvezel als ruwvoer voor het rundvee kunnen gebruiken. Daarmee kan de veehouder meerwaarde halen uit vers gras. Het eiwit uit het sap kan verwerkt worden in voeders voor varkens en pluimvee. De afzet van graseiwit kan daarmee economisch interessant zijn. Uiteraard moet het geheel van de eiwitbenutting en de eiwitkringloop in bedrijfsverband in ogenschouw genomen worden.

Grasvezel die na raffinage van vers gras vrijkomt heeft een voldoende hoog drogestofgehalte om direct in te kuilen. Dat geeft diverse voordelen. Er is nauwelijks weerrisico, doordat het gras niet voorgedroogd hoeft te worden. Daarnaast treden geen -zogenoemde- veldverliezen op, wat gunstig is voor de netto voederwaarde. De raffinage vervangt als het ware het voordrogen in het veld. De afscheiding van grassap bij de raffinage heeft effect op de mate waarin de grasvezel conserveert. Minder eiwit in grasvezel ten opzichte van het verse gras is gunstig voor de conservering door een lagere buffercapaciteit. Daarentegen is het verdwijnen van suikers ongunstig voor de conservering. Een aanvulling met een suikerrijk toevoegmiddel is daarom gewenst. Uiteindelijk is wel van belang hoe de grasvezelsilage door het melkvee wordt opgenomen en benut. Om deze vraag te beantwoorden is een proef met melkvee uitgevoerd.

Bij de opzet van deze proef zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd. Koeien krijgen vaak overwegend een rantsoen met graskuil, snijmaïs en aanvullend mengvoer of vochtrijke bijproducten. Grasvezel(silage) lijkt het meest op graskuil, daarom is in de proef een deel van de graskuil vervangen door grasvezelsilage. Raffinage van gras is het meest effectief met jong gras, met een drogestofopbrengst van ca. 2000-2500 kg ds per ha. Jong gras heeft immers nog weinig stengeldelen en een hoger eiwitgehalte dan gras dat gemaaid wordt voor voederwinning. In deze proef is eveneens jong gras geraffineerd, waardoor het eiwitgehalte van de grasvezel hoger is dan men zou verwachten. In de praktijk zal het niet vaak voorkomen dat graskuil volledig wordt vervangen door grasvezelsilage, daarom is in deze proef maximaal 4 kg ds graskuil vervangen door grasvezelsilage.

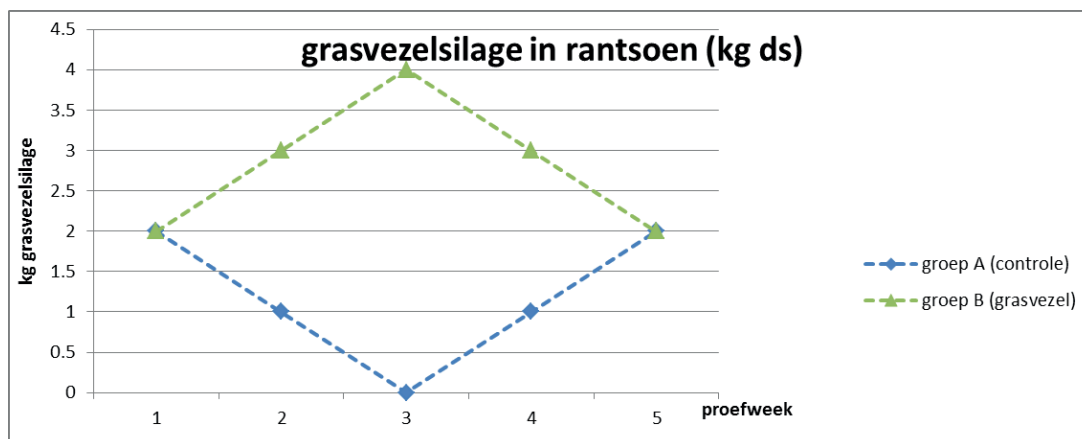
De onderzoeksvraag in deze proef was als volgt: wat is de waarde van deze grasvezel ten opzichte van graskuil, uitgedrukt in voederwaarde, de voeropname en de melkproductie van koeien?

### 4.2 Materiaal en methode.

In oktober 2013 is jong vers gras geraffineerd door Grassa!. De grasvezel is ingekuild in 15 ronde balen, als toevoegmiddel is melasse gebruikt (dosering: 80 gram per kg grasvezel). Vooraf is een inschatting gemaakt van de benodigde hoeveelheid grasvezelsilage voor de proef. Raffinage en het persen van de grasvezel in ronde balen vond plaats in Oenkerk. De balen zijn opgeslagen bij Dairy Campus in Leeuwarden. De balen zijn later naar Lelystad getransporteerd, omdat de proef met melkvee bij Dairy Campus in Lelystad is uitgevoerd. De graskuil die in de proef is gevoerd was afkomstig van Dairy Campus in Lelystad en had dus geen verband met het gras dat is gebruikt voor de raffinage door Grassa!

### 4.3 Proefopzet

Er zijn twee groepen van elk 10 koeien gebruikt. De groepen werden gescheiden gehuisvest in een deel van de voedingsstal met ligboxen, roostervloer en voerhek. De proef duurde 5 weken. De koeien bleven gedurende die periode in dezelfde proefgroep, het rantsoen veranderde wekelijks gedurende de proef volgens onderstaande figuur. Beide groepen begonnen met dezelfde hoeveelheid grasvezelsilage in het rantsoen (2 kg). Bij groep B ('grasvezel' genoemd) steeg het aandeel grasvezelsilage tot maximaal 4 kg drogestof per dier per dag in week 3. Daarna daalde het aandeel grasvezelsilage tot 2 kg drogestof in week 5. Voor groep A ('controle' genoemd) daalde het aandeel grasvezelsilage tot 0 kg drogestof in week 3, daarna steeg het weer tot 2 kg drogestof.



**Figuur 4.1** Weergave van de proefopzet met melkkoeien

De koeien kregen een gemengd rantsoen aan het voerhek. In tabel 4.1. staat de rantsoensamenstelling van dit voermengsel. Daarmee werd ook sojaschroot en smulsiroep verstrekt. Daarnaast is krachtvoer verstrekt in de melkstal, de hoogte van de krachtvoergift was afhankelijk van de melkgift. De rantsoenen waren zo samengesteld dat voldaan werd aan de voederbehoefte van de dieren. De gemiddelde krachtvoergift was ca. 5,5 kg per dier per dag en gemiddeld voor beide groepen gelijk.

**Tabel 4.1**

Overzicht van proefrantsoenen aan het voerhek, voergift in kg ds. (exclusief krachtvoer in de melkstal).

	week	groep A (controle)					groep B (grasvezel)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
graskuil		8.0	9.0	10.0	9.0	8.0	8.0	7.0	6.0	7.0	8.0
grasvezelsilage		2.0	1.0	0.0	1.0	2.0	2.0	3.0	4.0	3.0	2.0
snijmais		6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
sojaschroot		2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
smulsiroep		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
<b>totaal TMR (kg ds)</b>		<b>18.6</b>	<b>18.6</b>	<b>18.6</b>	<b>18.6</b>	<b>18.6</b>	<b>18.6</b>	<b>18.6</b>	<b>18.6</b>	<b>18.6</b>	<b>18.6</b>

De volgende waarnemingen werden in deze proef gedaan:

- Voergift per groep per dag, TMR mengsels per groep, totale voergift en mengverhouding van TMR. Krachtvoergiften per koe per dag.
- Wegen en registreren van voerresten per groep: 3 dagen per week, maandag, woensdag en vrijdag
- Melkproductie, elke dag per koe per melkmaal
- Melkmonsters gedurende 4 opeenvolgende melkmalen, elke proefweek voor analyse van: vet %, eiwit %, lactose %, ureum
- Voermonsters, dagelijks van gemengde rantsoenen voor bepaling van het drogestof gehalte, 2 keer per week van de ruwvoerders een ds-bepaling t.b.v. de mengverhouding.
- Bemonstering van mest, tijdens spontaan mesten van de koeien, 1 keer per week van tenminste 5 koeien per groep
- Herkauwregistratie met sensoren.

---

De voeropname en de melkproductie gegevens werden vastgelegd omdat het basis resultaten zijn die informatie geven over de potentie van de dieren als resultante van het rantsoen. De beoordeling van de mest en de herkauwactiviteit zijn vastgelegd omdat die gegevens een indruk geven van de vertering van het rantsoen. De herkauwactiviteit is bij alle koeien continu gemeten met sensoren aan de halsband (Lely Qwes-HR). In elke proefweek is bij tenminste de helft van de koeien een mestmonster genomen. In de mest is het drogestofgehalte bepaald en van een deel van het monster is de vezelfractie bepaald. Om deze vezelfractie te bepalen is het mestmonster uitgespoeld over een huishoudezeef (maaswijdte 2 mm). De grovere mestdeeltjes die op de zeef achterbleven zijn gedroogd, gewogen en uitgedrukt als % ten opzichte van de totale hoeveelheid mest vóór het zeven. De voeropname-, melkproductieresultaten en overige waarnemingen van deze proef zijn statistisch getoetst met een REML model met als random effecten diergroep (diereffecten) en proefweek (periode-effecten) en als fixed effecten de lineaire trend van proefweek (koeien vorderen immers in lactatiestadium) en het geschatte effect van grasvezelgift (binnen proefweek).

## 4.4 Resultaten

### Voeranalyses

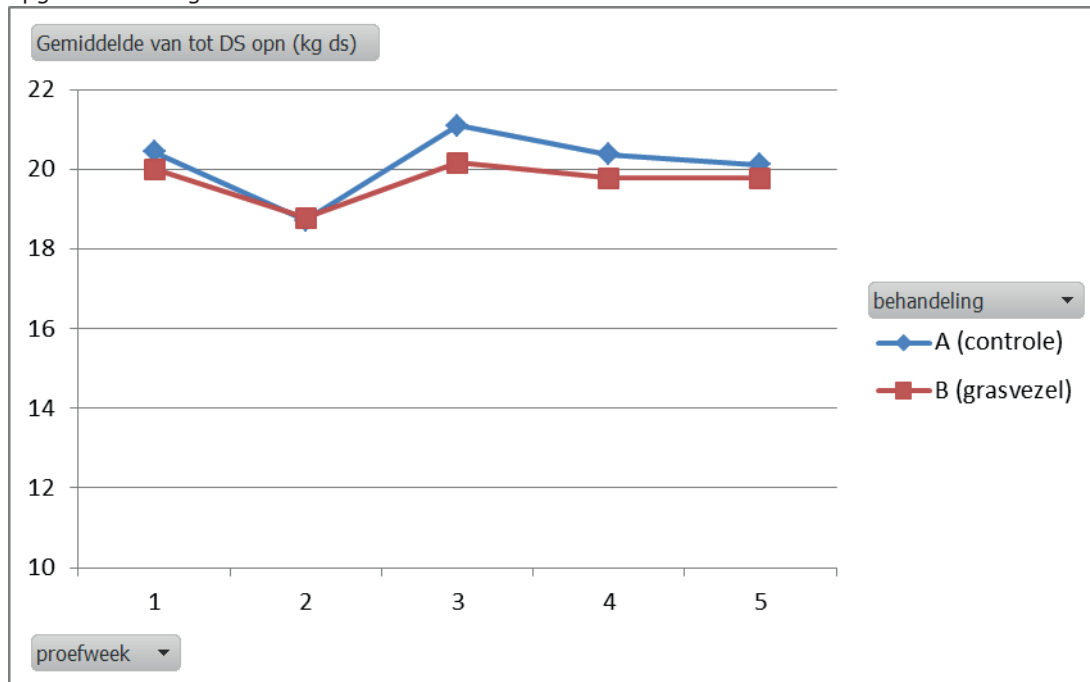
Voor de krachtvoerders is de opgave van de voederwaarde en samenstelling van de fabrikant gebruikt. De voederwaardeanalyses van de graskuil en van de grasvezelsilage zijn toegevoegd in respectievelijk de bijlagen 1 en 2.

De gebruikte graskuil was van goede kwaliteit maar het ruw eiwitgehalte was erg laag, zelfs lager dan het eiwitgehalte van de grasvezelsilage. In deze proef ging het om de toepassing van grasvezelsilage in rantsoenen voor melkvee en niet om de vergelijking van de samenstelling en voederwaarde tussen graskuil en grasvezel. In de proefopzet is gestreefd naar vergelijkbare rantsoensamenstellingen voor beide groepen. Daarbij is gelet op een voldoende voorziening van energie (VEM) en eiwit (DVE/OEB) voor de te verwachte melkproductie. Uit de analyse uitslag van de grasvezelsilage (bijlage 2) is te zien dat de conservering van de grasvezel goed gelukt is. De pH is laag en er is voldoende melkzuur gevormd. Het gehalte aan suiker is vrij laag, in het vervolg zou meer melasse toegevoegd kunnen worden om ook voldoende restsuiker over te houden in de silage. Restsuikers in silage hebben een positief effect op de smakelijkheid. Het (totaal) ruw eiwit gehalte is vrij laag (131 g/kg ds), lager in vergelijking met het conserveringsonderzoek (Hoofdstuk 2). De hoogte van het eiwitgehalte in de grasvezel hangt af van het eiwitgehalte in het verse gras en van de instellingen van de raffinage unit. De intensiteit van kneuzen en uitpersen van het gras kan – binnen grenzen- worden gevarieerd. De samenstelling van de scheidingsproducten (sap en vezel) kan daar dus mee worden beïnvloed. De grasvezel voor deze voederproef had een hoger gehalte aan ruwvezel (NDF, ADF en ADL; bijlage 2) in vergelijking met graskuil. Visueel gezien heeft grasvezel een heel andere structuur dan graskuil. De stengel- en bladdelen zijn in grasvezel(silage) niet meer als zodanig herkenbaar. Het materiaal heeft een structuur die als 'wollig en fijn' te omschrijven is. Bij het openmaken van de balen bleek nog eens dat grasvezel zich goed laat inkuilen in balen.

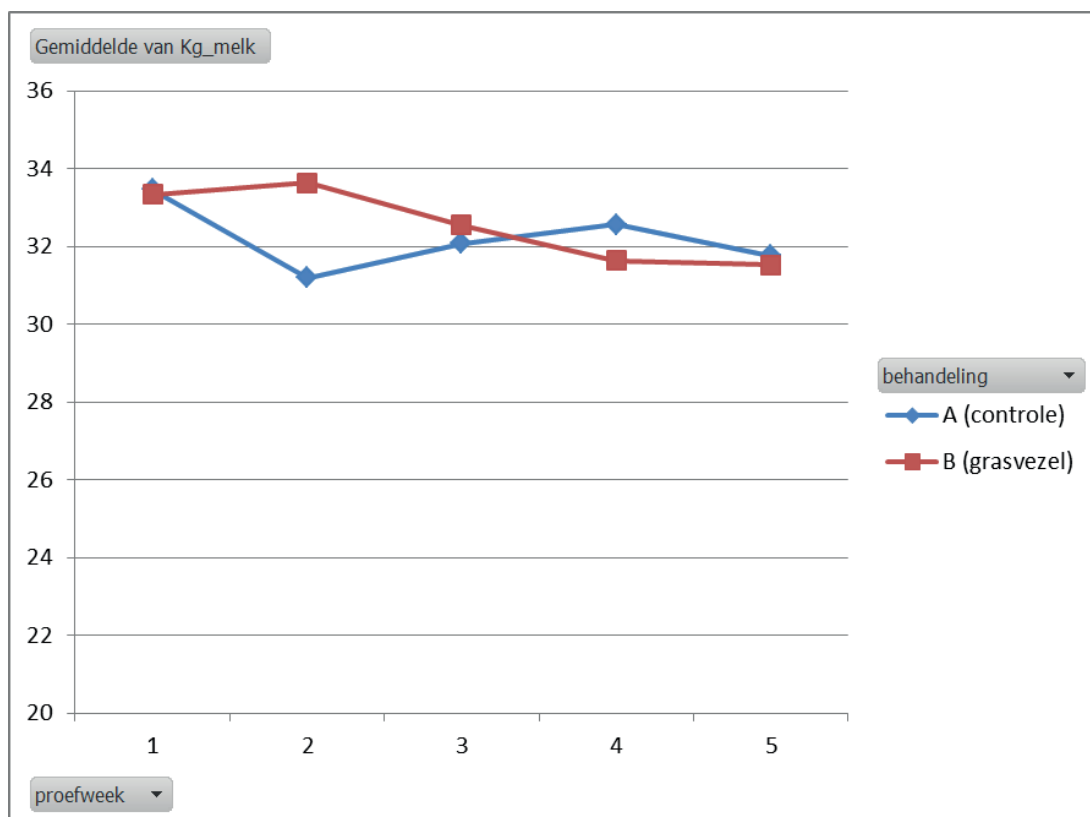
### Voeropname en melkproductie

De voeropname was ruim 20 kg drogestof per koe per dag. De opname van het gemengde rantsoen aan het voerhek was 15,5 kg ds voor de controle groep en 15,0 kg ds voor de grasvezel groep. De krachtvoeropname was met 5,3 kg ds (6,1 kg product) gelijk voor beide groepen. Figuur 3.2 geeft een beeld van de totale voeropname per groep per proefweek. Het verschil in voeropname tussen de behandelingen nam niet toe bij een groter verschil in de hoeveelheid grasvezel. Uit de statistische analyse bleek er geen verschil te zijn in voeropname tussen beide groepen. Op basis van de verzadigingswaarde van de uitgewisselde voeders is de voorspelde voeropname berekend. De verzadigingswaarde van graskuil en grasvezelsilage waren in de onderzochte monsters respectievelijk 1,10 en 1,15 (bijlage 1 en 2). Bij uitwisseling van 4 kg drogestof in het rantsoen, zou de voeropname op het rantsoen met 4 kg grasvezelsilage ca. 0,2 kg drogestof lager zijn ten opzichte van het rantsoen zonder grasvezelsilage.

De koeien produceerden gemiddeld ruim 32 kg melk, met een vetgehalte van ca. 4,45 % en een eiwitgehalte van ca. 3,40 %. De ureumwaarde in melk varieerde van 16 tot 21 (mg melkureum per 100 g melk), maar er was geen significant verschil tussen de groepen. De gemiddelde melkproductieresultaten waren niet verschillend tussen de behandelingen -controle versus grasvezel. De berekende voerefficiëntie was voor beide behandelingen gelijk, namelijk 1,7 kg meetmelk per kg opgenomen drogestof van het rantsoen.



**Figuur 4.2.** Voeropname, gemiddelde per groep per proefweek (kg ds per koe/dag)

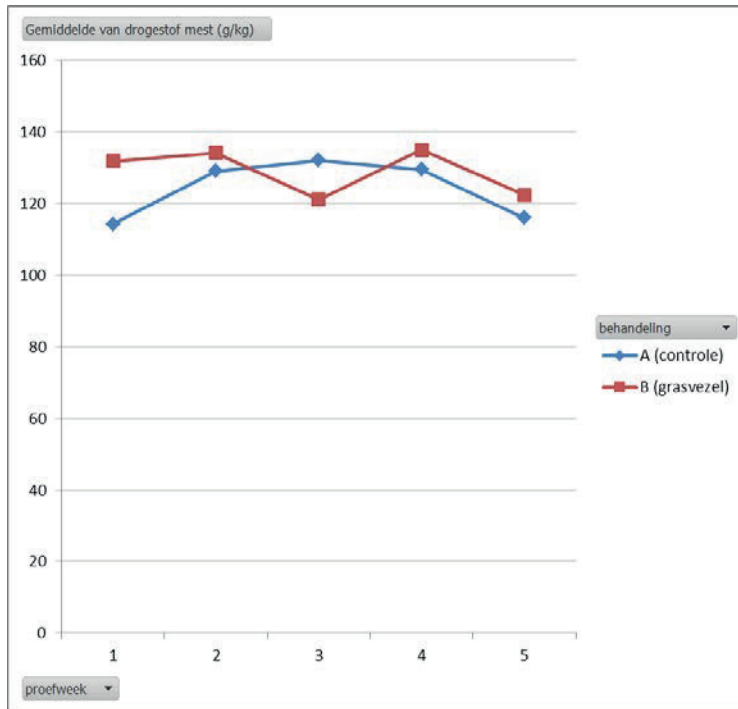


**Figuur 4.3.** Gemiddelde dagproductie in kg melk per groep per proefweek (kg melk per koe/dag)

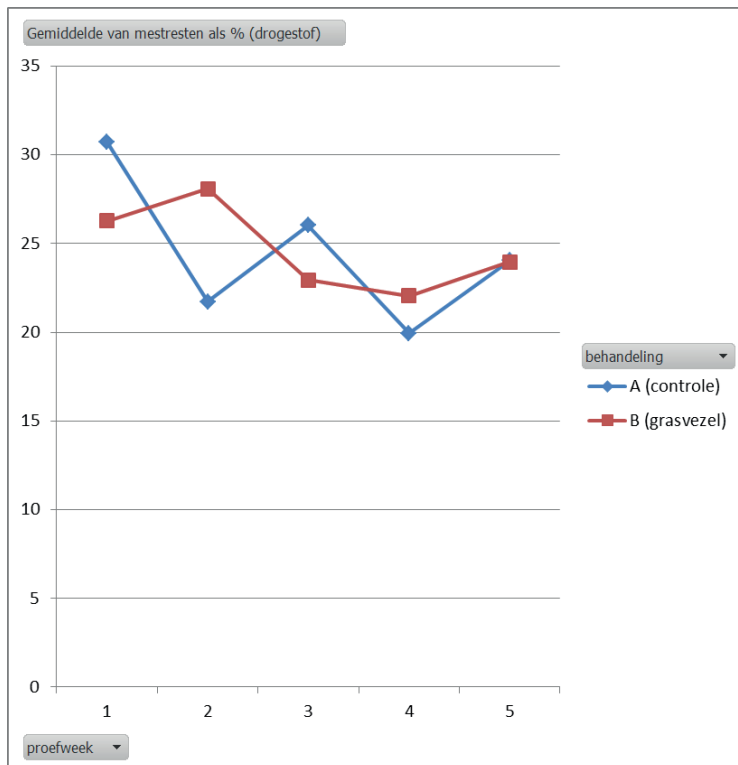
### Herkauwactiviteit en verteerbaarheid

De gemiddelde herkauwtijd over een etmaal was 21 minuten per uur, wat overeenkomt met 35% van de totale tijdsduur. Er was geen statistisch verschil tussen beide groepen over de proefperiode.

Uit de drogestofanalyse blijkt dat het drogestofgehalte van de mest lager was naarmate meer grasvezelsilage werd verstrekt. Het drogestofgehalte van de mest was gemiddeld 126 gram/kg van beide groepen. Bij 4 kg grasvezelsilage daalde het drogestofgehalte naar 121 gram/kg. Bij de koeien uit de controle groep -die in dezelfde week geen grasvezel kregen- was het drogestof gehalte van de mest significant hoger, namelijk 131 gram/kg (figuur 4.4). De vezelfractie in de mest was gemiddeld 24%, de behandeling had geen effect op de vezelfractie in de mest (figuur 4.5).



**Figuur 4.4** Gemiddelde drogestofgehalte van de mest per groep per proefweek.



**Figuur 4.5** Gemiddelde vezelfractie in mest (in% drogestof) per groep per proefweek

---

## 4.5 Conclusies

- In deze proef had vervanging van graskuil door grasvezelsilage geen significant effect op de voeropname (20,8 versus 20,3 kg ds per koe per dag, voor respectievelijk de graskuil-groep versus de grasvezel-groep). Dat betekent dat grasvezelsilage een deel van de graskuil in het rantsoen kan vervangen. In deze proef is grasvezelsilage in een gemengd rantsoen gevoerd. Het zou interessant zijn om na te gaan of er verschil is tussen gemengd voeren en niet gemengd voeren van grasvezel. In dit onderzoek is maximaal 4 kg drogestof graskuil vervangen door grasvezelsilage. Vooralsnog is het advies daarom om de vervanging van graskuil door grasvezelsilage te beperken tot 4 kg drogestof per dag.
- In deze proef was er geen effect te zien op de gemiddelde melkproductie bij vervanging van graskuil door grasvezel. De proefperiode is relatief kort is geweest (5 weken), en daardoor is het effect op de lange termijn niet aan te geven.
- Het herkauwgedrag van de koeien veranderde niet als grasvezelsilage werd verstrekt. Wel was het drogestofgehalte van de mest iets lager naarmate meer grasvezel werd gevoerd. In deze proef leidde dat echter niet tot een andere vertering van het rantsoen, zoals dat tot uitdrukking kwam in de vezelfractie in de mest.
- Grasvezelsilage is een geschikt ruwvoer om een deel van graskuil in rantsoenen voor melkvee te vervangen. De resultaten in het beschreven onderzoek laten zien dat maximaal 4 kilogram drogestof grasvezelsilage per koe per dag mogelijk is.

---

## 5 Conclusies en deskstudie mineralen.

### 5.1 Onderzoek 2012-2014 bij rundvee

Grasvezel is het vezelig eindproduct dat beschikbaar komt bij de raffinage van vers gras. Daarbij komt ook grassap beschikbaar, waaruit hoogwaardig eiwit gewonnen wordt. Het maaien van vers gras voor raffinage kan onder vrijwel alle weersomstandigheden plaatsvinden, en daarmee wordt de winning van ruwvoer minder weersafhankelijk. Grasvezel is een structuurrijk ruwvoeder dat geschikt is voor rundvee, mits het als silage verstrekt wordt. Het inkuilen van grasvezel is eenvoudig. Voor een goede conservering is het toevoegen van een suikerhoudend toevoegmiddel nodig, tevens verbetert het toevoegmiddel de smakelijkheid van het product. Grasvezelsilage is een geschikt ruwvoer voor melkvee, het product kan een deel van graskuil vervangen in rantsoenen voor melkvee.

Het eiwitgehalte in grasvezel kan sterk variëren, afhankelijk van het eiwitgehalte van het gras dat geogst is en van de instellingen van de raffinage-unit. Raffinage van vers gras is interessant, vooral als het eiwitrijk product buiten het melkveebedrijf afgezet kan worden. De grasvezel zal in de meeste situaties als ruwvoer op het bedrijf vervoerd worden.

### 5.2 Deskstudie mineralenkringloop

Naast het uitgevoerde voedingsonderzoek met rundvee is een deskstudie uitgevoerd naar het effect op de mineralenkringloop bij grasraffinage. De deskstudie is uitgevoerd door Simon Kooistra, student bij Hogeschool VHL (Van Hall Larenstein) in Leeuwarden. Toepassing van grasraffinage op het melkveebedrijf heeft immers consequenties voor de gehele bedrijfsvoering. Raffinage van gras heeft ook gevolgen voor de mineralenbalans, zeker als bijvoorbeeld het grassap buiten het bedrijf wordt benut. Met het grassap worden tegelijk de mineralen in het sap afgevoerd. Daarmee biedt grasraffinage kansen om het mineralenmanagement op het bedrijf te beïnvloeden. Kooistra heeft zijn bevindingen en resultaten in een afstudeerscriptie verwerkt. Uit de deskstudie van Kooistra (2014) komen de volgende conclusies naar voren:

In de deskstudie zijn met de Kringloopwijzer een aantal bedrijfssituaties doorgerekend (Kooistra, 2014). Scenario's werden berekend voor een zelfvoorzienend bedrijf -voor ruwvoer- en voor een bedrijf met een ruwvoeroverschot van 20%. Voor beide bedrijven zijn drie situaties doorgerekend: a. beginsituatie zonder raffinage, b. raffinage van de laatste snede waarbij graseiwit en grasvezel van bedrijf afgevoerd werden en c., als b waarbij grasvezel op eigen bedrijf bleef. Een eventueel ruwvoertekort werd aangevuld met aankoop van snijmaïs.

Toepassen van grasraffinage gaf een verbetering van de totale stikstof- en fosfaatefficiëntie op bedrijfsniveau. De N benutting (afvoer N/aanvoer N \* 100%) was voor het zelfvoorzienend bedrijf in de drie genoemde situaties, respectievelijk 34, 37 en 37%. Voor het bedrijf met het ruwvoeroverschot was dat respectievelijk, 31, 37 en 38%. Met de berekende afvoer van graseiwit gaat ook fosfaat mee, de fosfaatefficiëntie werd daarmee in deze scenario studie eveneens verbeterd

Kooistra (2014) adviseert in zijn studie om deze scenario's aan te vullen met bedrijfseconomische berekeningen.



---

## 6 Literatuur en publicaties

### Literatuur:

Derksen, H. (2012). Bio-economie biedt Fryslân kansen. Friesch Dagblad.

GenStat for Windows (Release 16.2.0.11713, 16th edition, 2013)

Bussink, D.W., (NMI); H. Valk (ASG); R.B. Bakker (NMI) (2005). rapport O 896.05 "Naar een nieuwe Na-behoefte norm voor melkvee en verantwoorde Na-bemesting op grasland"

Kasper, G. en M.A.W. Kommers (2005). Rapportage onderzoeksprogramma systeeminnovaties multifunctionele bedrijfssystemen. "Verhoging van de voederwaarde van beheersgras door ontsluiting".

Van den Pol-van Dasselaar, A., D. Durksz, A. Klop en J.M.J. Gosselink (2012) "Grasraffinage in de veehouderij". Rapport 556. Wageningen Livestock Research.

### Publicaties uit dit project:

Klop, A., J.J. Zonderland, G. de Haan (2012) Grasraffinage: gras door de mangel halen. V-Focus

Bongen, J. (2014). Melkvee Magazine nr 6. Grassa op eigen erf. Raffinaderij om meer uit gras te halen dan alleen melk praktijkrijp.

Kooistra, S. (2014) De invloed van grasraffinage op de bedrijfsmineralenkringloop. Afstudeeropdracht Hogeschool VHL. Leeuwarden.

Arie Klop, Jan Zonderland, Bram Koopmans (2013) Biorefining of grass: implications for livestock. Abstract ANR Forum

### Webberichten en demoproject:

Groen gras als waardevolle grondstof:

<http://www.wageningenur.nl/nl/nieuws/Groen-gras-als-waardevolle-grondstof.htm>

Demonstratieproject Bioraffinage De Peel

<http://www.peelnetwerk.nl/demonstratieproject-bioraffinage-de-peel-43>

# 7 Bijlagen

Bijlage 1 Voederwaarde kenmerken graskuil

Resultaat in gram/kg, tenzij anders vermeld.	Resultaat product	droge stof	Streeftraject	Klei <15-6	Resultaat droge stof	Streeftraject	Klei <15-6		
DS	383		300-500	390	Ruw as	108	90-120	106	
pH	4,2		4,3-5,2	4,6	VCOS (%)	75,2	76-80	75,9	
Azijnzuur	8		10-20	13	NH <sub>3</sub> -fractie (%)	6	< 8	9	
Melkzuur	54		15-40	48	Nitraat	0,4	< 7,5	1,7	
Voederwaarde en analyse-resultaat	VEM	329	860	880-940	883	Ruw eiwit	105	160-190	140
	VEVI	339	884	900-980	909	Ruw eiwit totaal	112	170-210	154
	DVE+	20	51	60-80	55	Oplosbr.ruw eiwit(%)	62	40-60	67
	OEB+	-1	-2	40-80	35	Ruw vet	32	30-50	37
	VOS	257	671	680-720	679	Ruwe celstof	277	230-280	267
	FOSp+	211	550	525-600	554	Suiker	104	60-120	74
	OEB+ 2 uur	9	23	40-95	55	NDF	522	420-500	503
	FOSp+ 2 uur	100	262	225-300	258	NDFverteerbr.heid(%)	68,4	70-80	71,4
	Structuurwaarde	3,3		2,6-3,0	3,2	ADF	296	240-290	288
	Verzadigingswrd.	1,10		0,95-1,10	1,07	ADL	21	20-30	22

Toelichting uitslag t.o.v. streeftraject

Laag Vrij laag Vrij hoog Hoog Gevaar Uitleg op pag. 2

 \*\*

Aanvullende berekeningen Agrifirm Feed	Resultaat droge stof	Resultaat droge stof	
DVP	58	FOP	519
OEP	-17	nP	1,0

## Bijlage 2 Voederwaarde kenmerken grasvezelsilage

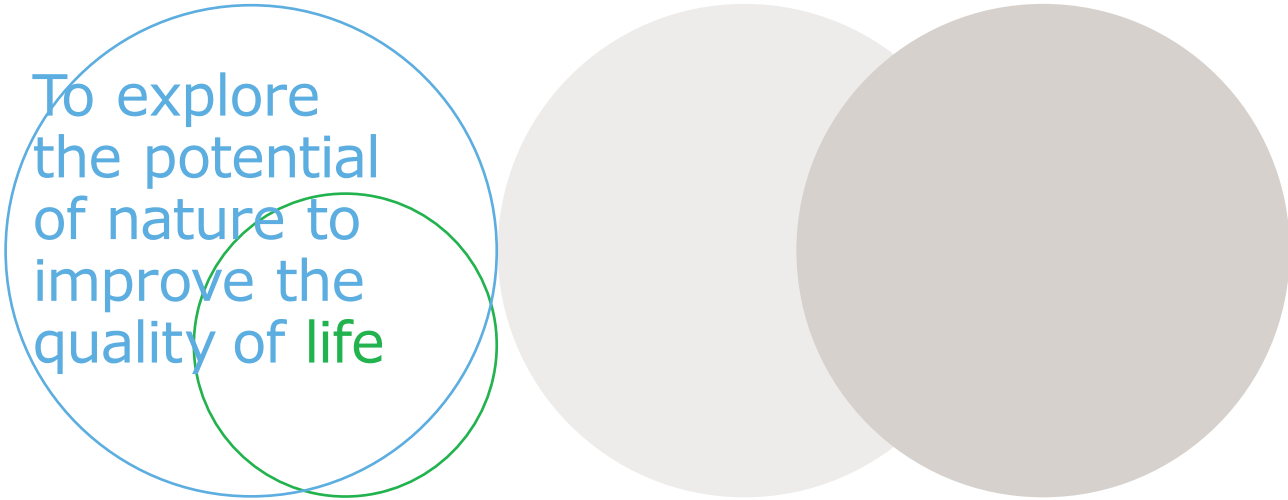
Resultaat in gram/kg, tenzij anders vermeld.	Resultaat product	droge stof	Streef-traject	Gem. najaar	Resultaat droge stof	Streef-traject	Gem. najaar			
DS	<b>312</b>		450-700	**	558	Ruw as	<b>102</b>	90-120	119	
pH	<b>4,7</b>		4,0-4,8		5,5	VCOS (%)	<b>73,1</b>	72-76	73,3	
Azijazuur	<b>46</b>		1-10		7	NH <sub>3</sub> -fractie (%)	<b>8</b>	< 9	7	
Melkzuur	<b>54</b>		30-70		19	Nitraat	<b>3,4</b>	< 7,5	2,5	
VEM	265	<b>851</b>	830-890		832	Ruw eiwit	<b>121</b>	140-170	154	
VEVI	270	<b>866</b>	840-920		846	Ruw eiwit totaal	<b>131</b>	150-190	165	
DVE+	18	<b>59</b>	60-80		63	Oplosbr.ruw eiwit(%)	<b>38</b>	40-60	50	
OEB+	3	<b>10</b>	10-50		38	Ruw vet	<b>38</b>	30-50	35	
VOS	205	<b>656</b>	640-680		645	Ruwe celstof	<b>294</b>	230-280	249	
FOSp+	149	<b>477</b>	500-560		526	Suiker	<b>19</b>	40-100	**	89
OEB+ 2 uur	8	<b>25</b>	15-65		45	NDF	<b>562</b>	460-540	502	
FOSp+ 2 uur	53	<b>169</b>	210-260		224	NDFverteerbr.heid(%)	<b>63,7</b>	65-75	67,7	
Structuurwaarde	<b>3,5</b>		2,8-3,4		3,2	ADF	<b>336</b>	250-300	274	
Verzadigingswrd.	<b>1,15</b>		0,95-1,10		1,03	ADL	<b>30</b>	20-30	25	

Toelichting uitslag t.o.v. streeftraject

Vrij laag    Vrij hoog    Hoog    Gevaar    Uitleg op pag. 2

\*\*

Aanvullende berekeningen Agrifirm Feed	Resultaat droge stof	Resultaat droge stof	
DVP	<b>49</b>	FOP	<b>472</b>
OEP	<b>10</b>	nP	<b>0,5</b>



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

---

Wageningen UR Livestock Research  
Postbus 338  
6700 AH Wageningen  
T 0317 480 10 77  
E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl)  
[www.wageningenUR.nl/livestockresearch](http://www.wageningenUR.nl/livestockresearch)

Livestock Research Rapport 790



---

Wageningen UR 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 UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO 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, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR 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.

---