

***Meer goede vetzuren in
biologische melk***

*Het verhogen van het CLA en
Omega-3 gehalte*

*Anneke de Vries
Jan de Wit*

© [2007] Louis Bolk Instituut

Meer goede vetzuren in biologische melk, Het verhogen van het CLA en Omega-3 gehalte, Anneke de Vries & Jan de Wit, 39 pagina's, zoekwoorden: grasbrok, olie, ras, kostprijs. Deze publicatie is te bestellen via

www.louisbolk.nl onder vermelding van publicatienummer

LV68.

Voorwoord

In 2004 is gestart met de eerste metingen aan de vetzuursamenstelling van melk, met als doel meer te weten te komen over de effecten van de verschillende rantsoencomponenten op het CLA en omega-3 gehalte. Dit is in de periode 2005 - 2007 doorgezet in het project "Productkwaliteit Zuivel Onderscheidenheid" en de resultaten hiervan worden beschreven in dit rapport. Een deel van de resultaten is uitgebreider beschreven in het rapport "Rantsoen en melkvetzuren" (Vries en de Wit, 2006).

Het onderzoek was niet mogelijk geweest zonder het bestuur van de leveranciersvereniging "de Dageraad" en Harry ten Dam (Aurora), die vroegtijdig het inzicht hadden dat het thema "gezonde vetzuren" inderdaad mogelijkheden biedt voor een onderscheidende biologische zuivel, en daarmee voor de troepen uit en op eigen risico aan de slag zijn gegaan in de voorloper van dit project. Verder wil ik alle deelnemende melkveehouders bedanken voor hun medewerking en inzet. De deelnemende fabrieken Aurora, Hooidammer en Campina Ecomel wil ik bedanken voor het verzamelen en doorsturen van de monsters en de medewerkers van Qlip voor het transport en het uitvoeren van de analyses. Het was met jullie heel prettig samenwerken.

Dit onderzoek maakt deel uit van onderzoeksprogramma Biologische Veehouderij, BO-04-002. Het Louis Bolk Instituut en Wageningen UR zijn hoofduitvoerders van dit programma, dat wordt aangestuurd door Bioconnect, het kennisnetwerk van de Biologische Landbouw en Voeding in Nederland en gefinancierd door de Directie Wetenschap en Kennisoverdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Driebergen, december 2007

Anneke de Vries.

Inhoud

Voorwoord	3
Inhoud	5
Samenvatting	7
Summary	9
1 Inleiding	11
1.1 Doelstelling	11
1.2 Methode	12
1.3 Bedrijven	13
1.4 Vetzuuranalyse	14
2 Resultaten	15
2.1 Invloed van rantsoencomponenten	15
2.2 Invloed van gras- en kuil kwaliteit	16
2.3 Invloed van het koeras	18
3 Discussie	19
4 Kosten van verhoging van omega-3 gehalte in melk	21
4.1 Kwaliteit ruwvoer	21
4.2 Olie	22
4.3 Gras met rode klaver als basis voor winterrantsoen	23
4.4 Meer gras /minder snijmaïs en GPS.	23
4.5 Grasbrok	24
4.6 Netto-kosten voor gemiddeld standaardbedrijf	24
5 Conclusie	26
6 Aanbevelingen	27
Literatuur	29
Bijlage 1: Analyse rantsoencomponenten	31
CLA	31
Omega-3	33
Bijlage 2 Analyse Ureum	35
Bijlage 3 Voerkosten	37

Samenvatting

CLA (conjugated linoleic acid) en omega-3 vetzuren, zijn meervoudig onverzadigde vetzuren waaraan positieve gezondheidsclaims worden toegeschreven, zoals het voorkomen van allergie en astma en het versterken van het immuunsysteem. Het is bekend dat de gehalten van de “goede” vetzuren in melk verhoogd kunnen worden door het toevoegen van extra olie in het krachtvoer. Echter in de biologische sector is het gebruik van krachtvoer beperkt ten opzichte van de gangbare melkveehouderij en daarmee ook de hoeveelheid olie die kan worden toegevoegd. Tevens is biologische olie duurder en zijn bewerkte (vis)oliën niet toegestaan. Meer inzicht in mogelijkheden voor de biologische melkveehouderij om te sturen op de vetzuursamenstelling is dan ook gewenst.

Het doel van het onderzoek is om meer inzicht te krijgen in de factoren die van invloed zijn op het vetzuurpatroon van biologische koemelk en met name op de gehalten van de meervoudig onverzadigde vetzuren CLA en omega-3. Hierbij ligt de focus op het effect van verschillende rantsoencomponenten. Daarnaast wordt onderzocht of er een relatie is tussen verschillende kwaliteitsindicatoren van gras en kuil en de vetzuursamenstelling van melk. Ook wordt gekeken naar de mogelijke relatie tussen de vetzuursamenstelling van de melk en de vetzuursamenstelling van het gras en de kuil. Naast het effect van het rantsoen wordt ook een mogelijk raseffect onderzocht. Op basis van de gevonden resultaten wordt vervolgens een kostprijsberekening gedaan om inzichtelijk te maken wat de kosten zijn voor het verhogen van het omega-3 gehalte.

In de periode 2004 - 2007 zijn tankmelkmonsters genomen en schattingen van het rantsoen verzameld op 26 bedrijven. Aanvullend hierop is informatie verzameld over de kwaliteit van het ruwvoer en zijn bij vier metingen ook vetzuuranalyses gedaan aan het gras en de kuil. Regressieanalyse van de verzamelde data geeft significante geschatte effecten van de volgende rantsoencomponenten op CLA en Omega-3 in melkvet:

Voercomponent	CLA	Omega 3
	mg/gr vet per kg ds	mg/gr vet per kg ds
Gras	0,33	N.v.t.
Grasbrok	0,29	0,74
Rode klaver	0,24	0,21
Maïs	-0,23	-0,25
GPS	N.v.t.	-0,70
Olie	9,61 per kg product	5,71 per kg product

Maïs en GPS hebben een negatief effect op het omega-3 gehalte. Het effect van GPS is nog niet door ander onderzoek bevestigd, maar is mogelijk te verklaren door een hoog NDF gehalte. Echter het aantal bedrijven dat GPS voert is beperkt en het effect moet daarom met de nodige voorzichtigheid worden genomen.

Er zijn aanwijzingen voor de invloed van de kwaliteit van het ruwvoer op de vetzuursamenstelling, zoals een duidelijk wekeffect in het voorjaar en in het najaar (jong, groeizaam gras) en de relatie tussen CLA en het ureumgehalte in de melk. Echter de analyse van de kwaliteitsindicatoren van het gras en de kuil in relatie tot het CLA en omega-3 gehalte in de melk laat geen significante effecten zien. Ook is er geen relatie gevonden tussen de vetzuursamenstelling van het gras en de kuil en die van de melk, maar dit is deels toe te schrijven aan de problematische uitvoering van de vetzuuranalyses van het ruwvoer.

De invloed van genetische aanleg van de koe op de vetzuursamenstelling van de melk is wel aannemelijk, maar kan binnen dit onderzoek niet worden aangetoond.

Van de rantsoenveranderingen die, volgens de huidige kennis, tot een verhoging van het omega-3 gehalte in de melk met 10% (ofwel 1,1 mg extra omega-3 per gram vet) leiden blijkt dat:

- grasbrok veelal de goedkoopste maatregel is om het omega-3 gehalte in de melk te verhogen,
- veranderingen in het basisrantsoen (geen maïs, wel rode klaver of jonger gras voeren) slechts een beperkte kostenstijging geven
- oliegebruik een dure optie is, maar het grootste positieve effect heeft op het CLA-gehalte.

Summary

CLA (conjugated linoleic acid) and omega-3 fatty acids are polyunsaturated fatty acids, with likely positive health effects such as the prevention of allergies and asthma and the strengthening of the immune system. It is known that adding extra oil to concentrate can increase the amount of these fatty acids in milk. In organic agriculture, however, the use of concentrate is limited in comparison with conventional agriculture and therefore the total amount of oil that can be added is also limited. Moreover, organic oil is more expensive while processed (fish) oils are prohibited. More insight in possibilities for the organic dairy farmers to influence the fatty acid composition of milk is therefore needed.

The aim of the research is to gain more insight into the effect of different factors on the fatty acid composition of organic cow milk and especially the effect on the amount of the poly unsaturated fatty acids, CLA and omega-3. The influence of different feed components was the main factor the research focused on. In addition, the relation between different quality indicators of fresh grass and grass silage and the fatty acid composition of the milk is examined as well as the possible relation between the fatty acid composition of the milk and the fatty acid composition of the grass and grass silage. The final factor which is taken into account is the influence of different kinds of breeds. Finally, based on the results of the research, a cost price calculation is done to give more insight in the cost to increase the omega-3 content.

In the period of 2004 - 2007 bulk milk samples have been taken and estimates of the feeding ration of 26 selected farms were collected. In addition, information was gathered about the quality of the forage and four times the fatty acid composition of the fresh grass and grass silage was analysed. The regression analyses of the collected data, gave significant effects for the following feed components on the amount of CLA and omega-3 in milk fat (mg/kg FAME):

Feed component	CLA mg/gr FAME per kg DM*	Omega 3 mg/gr FAME per kg DM
Fresh grass	0,33	Not included.
Grass pellets	0,29	0,74
Red clover	0,24	0,21
Maize silage	-0,23	-0,25
Whole grain silage	Not included.	-0,70
Added oil	9,61 per kg product	5,71 per kg product

* DM = Dry matter

Both maize and whole grain silage have a negative effect on the amount of omega-3. The effect of whole grain silage hasn't been confirmed by other research, but it might be due to the high level of NDF inducing slow rumen passage and thus increased biohydrogenation. However, the number of farms feeding whole grain silage in this research was limited, therefore the effect has to be taken with some caution.

There are indications that the fatty acid composition of milk is effected through the quality of the roughage. For example a strong effect of week number in spring and autumn (young grass) and the relation between CLA and the milk urea content. However the analyses of the quality indicators of the fresh grass and the grass silage in relation with the amount of CLA and omega-3 give no significant effects. Neither is a relation found between the fatty acid composition of the grass components and the fatty acids in the milk. This however can be due to problematic analyses of the grass and silage.

Genetic influences of the cattle on the fatty acid composition of the milk are likely but could not be proven within this research.

Of all the diet changes, which during the current knowledge would lead to an increase of 10% of the omega-3 content in milk (this is 1,1 mg extra omega-3 per gram FAME), it appears that:

- grass pellets are the cheapest measurement to increase the omega-3 content in milk,
- changes in the basic diet (red clover or younger grass and no maize) only give a small increase of costs,
- adding oil is an expensive option, but has the highest positive effect on the amount of CLA.

1 *Inleiding*

CLA (conjugated linoleic acid) en omega-3 vetzuren, zijn meervoudig onverzadigde vetzuren waaraan positieve gezondheidsclaims worden toegeschreven, zoals het voorkomen van allergie en astma en het versterken van het immuunsysteem. Omega-3 vetzuren zijn belangrijk voor de opbouw van het zenuwstelsel en een verlaging van het risico op hart- en vaatziekten. Zuivel en vlees zijn vrijwel de enige bron voor CLA, terwijl omega-3 vetzuren ook veel in vis voorkomen.

Uit eerder onderzoek blijkt dat biologische melk meer meervoudig onverzadigde vetzuren bevat dan gangbare melk (Slaghuis en de Wit, 2007). Vooral in het voorjaar en de zomer is het verschil in CLA gehalte groot. In deze periode lopen de biologische koeien volop in de wei. Daarnaast zijn er aanwijzingen dat een groot aandeel ruwvoer, wat een kenmerk is van de biologische veehouderij, een positieve invloed heeft op het CLA en omega-3 gehalte. In de winter dalen de gehalten en worden de verschillen in CLA tussen gangbaar en biologische kleiner.

In de afzet richting de consument is het van belang dat een product met een constant hoge hoeveelheid CLA en/of omega-3 aangeboden kan worden, zoals de Viva Natura kaas van de biologische melkverwerker Aurora, met >10 mg CLA/gr vet of de melk van Campina met 12 mg omega-3/gr vet. Het is dan ook belangrijk om in de winter de gehalten op peil te kunnen houden.

Het is bekend, dat de gehalten van de “goede” vetzuren in melk verhoogd kunnen worden door het toevoegen van extra olie in het krachtvoer. Echter in de biologische sector is het gebruik van krachtvoer beperkt ten opzichte van de gangbare melkveehouderij en daarmee ook de hoeveelheid olie, die kan worden toegevoegd. Tevens is biologische olie duurder en zijn bewerkte (vis)oliën niet toegestaan. Meer inzicht in mogelijkheden voor de biologische melkveehouderij om te sturen op de vetzuursamenstelling is dan ook gewenst.

In 2004 is gestart met de eerste metingen aan de vetzuursamenstelling van melk samen met de melkveehouders van de Dageraad, met als doel meer te weten te komen over de effecten van de verschillende rantsoencomponenten op het CLA en Omega-3 gehalte. Dit is in de periode 2005 - 2007 doorgezet in het project “Productkwaliteit Zuivel Onderscheidenheid”. Niet alleen is in dit project de invloed van de rantsoencomponenten onderzocht, maar ook het effect van de kwaliteit van het gras (vers of kuilvorm) op de vetzuursamenstelling van de melk. Aspecten die van belang kunnen zijn voor de kwaliteit van het gras zijn dan bijvoorbeeld het groeistadium en de botanische samenstelling en in het geval van kuil het aantal velduren. De eerste resultaten van het onderzoek zijn beschreven in het rapport “Rantsoen en melkvetzuren” (Vries en de Wit, 2006).

1.1 *Doelstelling*

Het doel van het onderzoek is om meer inzicht te krijgen in de factoren die van invloed zijn op het vetzuurpatroon van biologische koemelk en met name op de gehalten van de meervoudig onverzadigde vetzuren CLA en omega-3. Hierbij ligt de focus op het effect van verschillende rantsoencomponenten. Daarnaast wordt onderzocht of er een relatie is tussen verschillende kwaliteitsindicatoren van gras en kuil en de vetzuursamenstelling van melk. Ook wordt gekeken naar de mogelijke relatie van de vetzuursamenstelling van de melk, met de (vetzuur) samenstelling van het

gras en de kuil. Naast het effect van het rantsoen wordt ook een mogelijk raseffect onderzocht. Op basis van de gevonden resultaten wordt vervolgens een kostprijsberekening gedaan om inzichtelijk te maken wat de kosten zijn voor het verhogen van het omega-3 gehalte.

1.2 Methode

Rantsoencomponenten Het eerste deel van het onderzoek waarbij het doel is om meer inzicht te krijgen in het effect van de verschillende rantsoencomponenten, omvat het verzamelen van data over een periode van drie jaar, lopend van 2004 tot en met 2007. Door middel van vetzuurbepalingen van de melk van geselecteerde bedrijven moet, vanuit de relatie tussen gemeten verschillen in vetzuursamenstelling en voercharacteristieken, meer inzicht worden verkregen in mogelijkheden om het vetzuurpatroon op biologische bedrijven te sturen.

Het aantal vetzuurbepalingen van de melk verschilt per jaar. Medio 2004 is gestart met het nemen van monsters op 16 bedrijven. In totaal zijn er in de periode tot en met juli 2005 117 monsters genomen, waarbij de aantallen per bedrijf variëren tussen de 3 en 11 monsters. Vervolgens zijn in het jaar 2005-2006 ook weer 16 bedrijven meegenomen, deels verschillend van de bedrijven in het jaar 2004. Op deze bedrijven is maandelijks een monster van de tankmelk genomen in de periode september 2005 tot en met november 2006. Dit heeft geresulteerd in ca. 15 monsters per bedrijf gedurende de looptijd van het onderzoek. Vanaf begin dit jaar (2007) is er nog 4 keer een monster genomen op 14 bedrijven. In totaal is van 416 melkmonsters de vetzuursamenstelling bepaald.

De veehouders hebben voor iedere bemonstering steeds een vragenlijst ingevuld, die inzicht geeft in de gevoerde rantsoenen in de week voorafgaand aan de bemonstering, omdat het vetzuurpatroon binnen een week al sterk reageert. De rantsoeninformatie is gebaseerd op schattingen van de veehouders. Omdat de schattingen voor de gras- en kuilopname te veel varieerden tussen de veehouders en soms inconsistente schattingen opleverden, zijn deze gecorrigeerd. Hierbij was het uitgangspunt dat de veehouders de hoeveelheid van het basisruwvoer (gras of kuil), niet geheel juist hadden geschat. Dit betekent dat in de zomer de opname van vers gras werd gecorrigeerd (indien nodig) en in de winter de kuilopname. Als standaard opname voor de zomer is gewerkt met 16 kg ds (droge stof) per koe per dag en in de winter 15 kg ds. Bij het berekenen van de grasopname dan wel kuilopname is rekening gehouden met een verdringing van het krachtvoer van 0,5 kg ds in de zomer en 0,4 kg ds in de winter. Dit levert de volgende formule op:

- voor de zomer: grasopname = 16 kg ds - (totale kg ds overige ruwvoerders) - (0,5*totaal kg ds krachtvoer)
- voor de winter: kuilopname: 15 kg ds - (totale kg ds overige ruwvoerders) - (0,4* totaal kg ds krachtvoer).

De verhouding van de verschillende hoeveelheden ruwvoer opgegeven door de veehouders bleef daarbij hetzelfde.

Kwaliteit van gras en kuil Naast het effect van de rantsoencomponenten is ook gekeken naar de invloed van de kwaliteit van de componenten gras en kuil. In de projectperiode 2005-2006 was reeds informatie hiervoor verzameld. Voor vers gras is de invloed van de volgende kwaliteitsindicatoren onderzocht: datum van beweiding, % witte klaver, % kruiden, bladrijkeid, aantal dagen sinds laatste beweiding. Voor kuil zijn dit: inkuildatum, aantal velduren, kg ds per hectare, % klaver en % kruiden. Het gras en de kuil kregen een score voor deze

kwaliteitsindicatoren en deze zijn vervolgens samen met de significante rantsoencomponenten met behulp van lineaire regressie geanalyseerd.

Omdat de gegevens van 2005-2006 gebaseerd zijn op (variabele) schattingen van de veehouders, maakte in 2007 een visuele beoordeling van de begraasde percelen door een medewerker ook onderdeel uit van het project. Het doel hiervan was om een meer uniforme score te krijgen van de percelen, die onderling beter vergelijkbaar is, dan op basis van de schattingen van de individuele veehouders afzonderlijk. Dit kan mogelijk een betere onderbouwing geven van de invloed van de kwaliteit van het gras op de vetzuursamenstelling. Hierbij was het ook het doel om binnen een aantal bedrijven een vergelijking te doen van het effect van een verschil in percelen. Dit betekent dat in een aaneengesloten periode twee verschillende percelen worden begraasd om hiervan het effect op de vetzuursamenstelling van de melk wordt gemeten.

Vetzuursamenstelling gras en kuil In 2007 is naast de visuele beoordeling ook onderzocht of er een directe relatie is tussen vetzuursamenstelling van de melk en die van het gras en de kuil. Op vier verschillende momenten in het jaar zijn monsters genomen van de melk en het gras/kuil, welke beide zijn geanalyseerd op de vetzuursamenstelling. In totaal zijn 39 gras en 15 kuilmonsters genomen op 14 bedrijven, verdeelt over 4 monstermomenten.

Daarnaast zijn de gras- en kuilmonsters geanalyseerd op de standaard waardes, zoals VEM, DVE, OEB, NDF, suikergehalte etc. In begin maart, stonden alle koeien op stal en is een monster genomen van de kuil. Indien meerdere kuilen werden gevoerd, dan is hiervan (op basis van schatting) in de juiste verhouding een mengmonster gemaakt. Tijdens de andere monstermomenten liepen de koeien buiten. Er is geprobeerd om de koeien voorafgaand aan het bemonsteren een week in één perceel te laten lopen, zodat een eventueel effect van het gras op de melk, te relateren is aan dit ene perceel. Echter, door de wisselvallige zomer, waarbij veel regen is gevallen, is dit niet altijd gelukt. Dit betekent dat de koeien gedurende de week dan in twee percelen liepen. Ook hier is dan een mengmonster gemaakt van deze twee percelen. De grasmonsters zijn steeds genomen in het midden van de voerweek, er vanuit gaande dat dit een gemiddelde waarde oplevert van de vetzuursamenstelling van het gras, dat de koeien in deze gehele week hebben gegeten.

Ras Om een mogelijk effect van het ras op de vetzuursamenstelling van de melk te onderzoeken is geprobeerd bij de selectie van de bedrijven hier rekening mee te houden. Op de meeste bedrijven is HF het meest voorkomende ras. Twee bedrijven hadden overwegend Jersey koeien, één bedrijf met overwegend FH koeien en een met MRIJ. Daarnaast waren er nog drie bedrijven met een deel FH variërend tussen de 15-50% en zeven bedrijven met een deel MRIJ variërend van 20-40%.

1.3 Bedrijven

De deelnemende bedrijven zijn leveranciers van de kaasfabrieken Aurora, Hooidammer en Campina. De bedrijven die leveren aan Aurora streven merendeels naar een verhoogde CLA productie en nemen op basis daarvan deel aan het project. De andere bedrijven zijn deels willekeurig gekozen en deels geselecteerd op basis van verschillen in rantsoen, de grondsoort waarop het bedrijf gevestigd is en het aanwezige koeras.

In 2007 zijn ten opzichte van het voorgaande jaar een aantal bedrijven vervangen. Dit is gedaan omdat maïs als component bij de bedrijven van 2005-2006 onvoldoende aanwezig was om een effect te kunnen vaststellen. Er zijn dus een aantal “maïs-bedrijven” toegevoegd en ook is er bij de selectie van deze bedrijven op gelet, dat de variatie in het aantal koerassen in het onderzoek toenam.

1.4 Vetzuuranalyse

Voor het onderzoek is rauwe melk gebruikt, afkomstig uit een tank waar op het moment van bemonsteren melk was verzameld van vier of zeven melkbeurten (verschillend per fabriek).

Voor de vetzuuranalyse is een monster genomen van 0,5 liter melk, dat tot juni 2005 geanalyseerd werd door IGER (Institute of Grassland and Environmental Research, UK) en daarna door het Qlip (Leusden). Nadat de rauwe melk op een pH van ca. 4,9 is gebracht wordt het vet geïsoleerd. Na bereiding van de methylesters van de aan glycerol gebonden vetzuren (volgens ISO 14156/IDF-172) worden deze gas-chromatografisch gescheiden met een capillaire kolom (100mx0,25mm ID select FAME). De pieken in het chromatogram worden gekarakteriseerd en gekwantificeerd met behulp van een kalibratiemonster. De gehalten van de vetzuren worden bepaald en uitgedrukt als % m/m vetzuur van de totale hoeveelheid vetzuren. Op basis van de resultaten van deze meting kan de hoeveelheid CLA en omega-3 vetzuren worden vastgesteld.

De uitslagen van de volgende vetzuren zijn verwerkt:

Geconjugeerde linolzuren (CLA) bestaande uit:

- C18:2 cis 9 trans 11 (rumenzuur)

Omega 3 vetzuren bestaande uit:

- C18:3 cis 9,12,15 (linoleenzuur)
- C20:5 cis 5,8,11,14,17(EPA)
- C22:5 cis 7,10,13,16,19 (DPA)

Bij de vetzuurbepalingen, die gedaan zijn aan de kuil en het verse gras zijn bestaat de omega 3 uit C18:3 cis 9,12,15, C20:3 cis 11,14,17 en C22:6 cis 4,7,10,13,16,19. Er zijn er nog meer, maar die worden niet bepaald en zitten er waarschijnlijk ook nauwelijks in.

2 Resultaten

2.1 Invloed van rantsoencomponenten

In tabel 2.1 zijn de gemiddelde rantsoensamenstellingen weergegeven voor de verschillende seizoenen. Hieruit blijkt dat de gehalten van “goede” vetzuren hoger zijn in de zomer dan in de winterperiode. Dit is onder meer het gevolg van een verschillende rantsoensamenstelling.

Tabel 2.1 Gemiddelde vetzuur- en voersamenstelling per seizoen

	Zomer	Herfst	Winter
CLA (mg/ gr vet in melk)	9,51	8,86	5,60
Omega-3 (mg/gr vet in melk)	11,06	10,83	10,32
	Percentage in rantsoen		
Gras	63	35	1
Brok	14	16	17
Grasbrok	1	2	3
Kuil	14	33	61
Maïssilage	3	3	5
Gehele Plant Silage	0	0	1
Rode klaver	2	7	10
Overig	3	4	3
Toegevoegde olie (g/koe/dag)	38	50	78

Met behulp van lineaire regressie met $p < 0,05$ zijn de verzamelde rantsoengegevens getoetst. Voor CLA is een passend model gevonden, met acht termen (zie ook bijlage 1) en een verklaarde variantie van 75,2%.

In tabel 2.2 (zie volgende pagina) zijn de geschatte effecten weergegeven van dit model met bedrijf, weeknummer en jaar als vaste factor en daarnaast vijf voerfactoren: grasopname, olie, grasbrok, maïs en rode klaver. Bedrijf (naam) verklaart in het model 36,1% van de totaal verklaarde variatie en het weeknummer 51,7%.

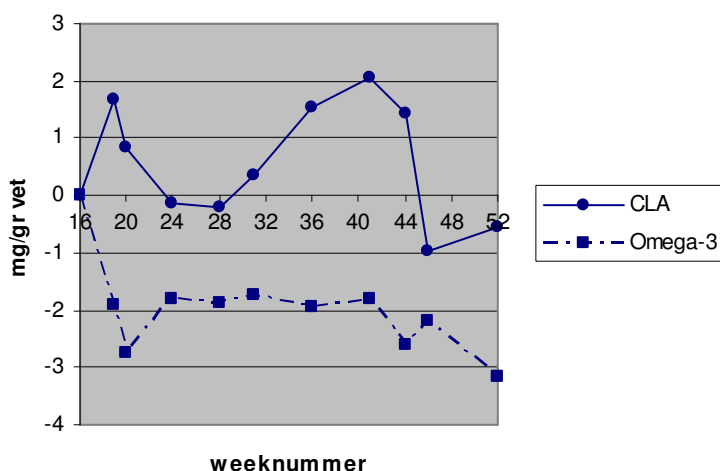
Het gemiddelde omega-3 gehalte varieert minder gedurende het jaar dan het CLA-gehalte. Voor omega-3 is ook een passend model gevonden (zie bijlage 1) met acht termen en een verklaarde variantie 62,1%. In vergelijking met de verklarende variabelen voor het CLA-gehalte heeft gras geen significant effect op omega-3, maar GPS wel. Van de verklaarde variantie wordt 35,7% verklaard door een bedrijfseffect en 11,7% door het weeknummer.

Tabel 2.2 Geschatte effecten van de rantsoencomponenten op CLA en Omega-3 in melkvet (in mg per kg ds)

Voercomponent	CLA mg/gr vet per kg ds	Omega 3 mg/gr vet per kg ds
Gras	0,33	N.v.t.
Grasbrok	0,29	0,74
Rode klaver	0,24	0,21
Mais	-0,23	-0,25
GPS	N.v.t.	-0,70
Olie	9,61 per kg product	5,71 per kg product

2.2 Invloed van gras- en kuilkwaliteit

Voor zowel het CLA- als het omega-3 gehalte blijft een deel van de variatie onverklaard. Uit eerdere analyses van de resultaten in 2006 was al naar voren gekomen, dat een deel van deze variatie mogelijk verklaard kan worden door de kwaliteit van het ruwvoer (Vries en de Wit, 2006). Met de statistische analyse wordt dit bevestigd door het aanwezige wekeffect. Met name week 19 in het voorjaar en week 41 in het najaar hebben een groot positief effect op het CLA gehalte (zie figuur 2.1). Dit komt overeen met de verwachting dat jong, groeizaam gras meer omega-3 vetzuren bevatten en daardoor een positief effect hebben op de vetzuursamenstelling.



Figuur 2.1 Het geschatte effect van het weeknummer op het CLA en omega-3 gehalte (zie ook bijlage 1)

Het gehalte omega-3 van de grasmonsters die genomen zijn in mei, bedraagt gemiddeld 15,6 g/kg ds en begin september was deze 17,0 g/kg ds. Dit is hoger, dan het gehalte van 12,6 g/kg ds gemeten in de zomer. Voor kuil lag het gemiddelde op 9,50 g omega-3 per kg ds. Echter deze gemiddeldes moeten met de nodige voorzichtigheid worden benaderd, omdat de bepalingen van het vetzuurgehalte van het gras problematisch waren. De gras- en kuilmonsters zijn langere tijd ingevroren en dit bleek van invloed te zijn op de vetzuursamenstelling.

Met name bij de vers grasmonsters neemt het omega-3 gehalte af. De monsters moeten eigenlijk liever binnen enkele uren worden geanalyseerd, wat onmogelijk was bij de huidige opzet.

In het verloop van het omega-3 gehalte is een opvallend dip te zien in week 20 (eind mei), wat een indicatie kan zijn van de afname van de ruwvoer kwaliteit in deze week ten opzichte van de jonge groeizame, snede in de weken daarvoor en in vergelijking met het nieuwe etgroen in de periode daarna.

Een andere indicatie van het belang van de ruwvoer kwaliteit is een mogelijke relatie van de vetzuursamenstelling met het ureumgehalte van de melk. Dit is getoetst door aan de verklarende variabelen voor het CLA en omega-3 model, ureum (alleen beschikbaar voor de monsters van de periode sept 2005 tot en met 2007) als factor toe te voegen en de analyse is wederom met lineaire regressie gedaan. Het ureum is niet van invloed op het omega-3 gehalte, maar voor CLA wordt een goed model gevonden met een verklaarde variantie van 78,6% (zie bijlage 2). Maïs en jaar zijn in dit model niet langer significant. Ureum heeft een positieve schatter van 0,07. Dit betekent dat bij een toename van het ureumgehalte met 1 mg/g melk, het CLA gehalte met 0,07 mg/gr vet toeneemt. Wordt vervolgens de factor week uit het model weggelaten dan wordt de bijdrage van week toegeschreven aan ureum en grasopname en neemt de bijdrage aan de verklaarde variantie van ureum verder toe.

Op twee manieren is geprobeerd een verdere onderbouwing te vinden voor het effect van de ruwvoer kwaliteit. Ten eerste zijn analyses gedaan op basis van kwaliteitsindicatoren van het gras en de kuilgegevens van 2005-2006. Voor vers gras is gekeken naar de volgende kwaliteitsindicatoren: datum van beweiding, % witte klaver, % kruiden, bladrijkeid, aantal dagen sinds laatste beweiding en voor kuil zijn dit: inkuildatum, aantal velduren, kg ds per hectare, % klaver en % kruiden. Het gras en de kuil kregen een score voor deze kwaliteitsindicatoren en deze zijn vervolgens samen met de significante rantsoencomponenten met behulp van lineaire regressie geanalyseerd. Dit heeft geen significante effecten opgeleverd van een van de kwaliteitsindicatoren.

In 2007 was vervolgens de opzet dat er een visuele beoordeling van de percelen werd gedaan door één medewerker en dat binnen een aantal bedrijven een perceelsvergelijking zou worden gedaan. De visuele beoordeling heeft plaats gevonden bij de tweede meting (mei 2007). Vervolgens is gekeken of verschillen in de vetzuursamenstelling van de melk verklaard kunnen worden door verschillen in de perceelssamenstelling.

Een deel van de bedrijven had de koeien nog deels binnen en op een aantal liepen ze de hele dag buiten. Voor de vergelijking waren die bedrijven interessant die de koeien overdag volledig buiten hadden en vergelijkbaar waren in de rest van het rantsoen. Op drie van de bedrijven werd geen kuil bijgevoerd en maximaal 1 kg krachtvoer. Toch verschillen deze bedrijven aanzienlijk in CLA en omega-3 gehalte, zie tabel 2.3 (zie volgende pagina).

Tabel 2.3. Vetzuursamenstelling van drie bedrijven met een rantsoen bestaand uit gras en max. 1 kg krachtvoer, meting mei 2007.

Bedrijf	CLA in melk mg/gr vet	Omega-3 in melk mg/gr vet	Omega-3 in gras g/kg ds
Bedrijf 1	19,16	9,75	13,45
Bedrijf 2	7,25	8,83	10,84
Bedrijf 3	4,32	11,19	13,01

Bedrijf 1 heeft vooral een hoog CLA gehalte, wat grotendeels verklaard kan worden door het groeistadium van het gras. Op bedrijf 1 werd geweid op jong, groeizaam gras en met gemiddelde 800 kg ds gras per hectare. Op bedrijf 2 stond ca 1600 kg ds per hectare en bij bedrijf nog meer, namelijk ca. 2200 kg ds.

In de tabel zijn ook de gemeten omega-3 gehalten in het gras voor deze drie bedrijven weergegeven en deze hebben geen directe relatie met het CLA of omega-3 gehalte in de melk. Op een ander bedrijf viel een hoog CLA gehalte van 16,55 mg/gr vet, dat niet verklaren was op basis van alleen de rantsoencomponenten, wel samen met een hoog omega-3 gehalte in het gras van 22,40 g/kg ds. Echter op basis van alle bedrijven is geen relatie gevonden tussen de CLA en omega-3 gehalten van de melk en het omega-3 gehalte van het gras en de kuil. Dit is deels te verklaren door veel variatie in de overige factoren, maar vooral doordat de bepalingen van het vetzuurgehalte van het gras niet volledig juist zijn uitgevoerd.

Naast de visuele beoordeling van de percelen op alle bedrijven, was het doel om ook binnen een bedrijf een perceelsvergelijking te doen. Dit is slecht op één bedrijf gelukt. Hierbij is wel een verschil gemeten tussen de percelen ten aanzien van het CLA gehalte, namelijk 11,70 tegenover 12,90 mg/gr vet, maar het is niet duidelijk waaraan dit verschil kan worden toegeschreven. Tussen de percelen was een verschil in droge stof en klavergehalte en ook verschillen in grassoorten. Het omega-3 gehalte in de melk verschilde nauwelijks van elkaar; 9,20 en 9,30 mg/gr vet.

Voor alle metingen in 2007 is er dus geen relatie gevonden tussen het omega-3 gehalte van het gras en de kuil en de vetzuursamenstelling van de melk en daarnaast zijn er ook geen correlaties gevonden tussen de vetzuursamenstelling van de melk en andere kwaliteitsparameters van het gras en de kuil, zoals het ruwe eiwit, suiker of het NDF gehalte.

2.3 *Invloed van het koeras*

Voor zowel het CLA als omega-3-gehalte wordt een groot deel van de variatie verklaard door het bedrijfseffect. Naast constante verschillen in het management zijn het koeras en het genotype mogelijk van invloed op de vetzuursamenstelling van de koeien. In dit onderzoek wordt op de meeste bedrijven de Holstein koe gehouden. Daarnaast is op een aantal bedrijven een deel van koeien van het ras MRIJ en FH. De percentages waarin deze rassen voorkomen en het aandeel bedrijven waar ze gehouden worden is echter te laag om hiervan statistisch een effect te kunnen vinden. Op twee bedrijven worden (bijna) 100% Jerseys gehouden, maar de bedrijven verschillen duidelijk van elkaar in vetzuurgehaltenes en dit verschil kan niet worden verklaard door het rantsoen. Het ene bedrijf heeft een laag gemiddeld CLA- (4,66 g/mg vet) en juist een hoog omega-3 gehalte (12,96 mg/gr vet) daar waar op het andere bedrijf de hoeveelheid CLA ongeveer overeenkomt met het gemiddelde van alle bedrijven (7,72 mg/gr vet) en het omega-3 gehalte lager ligt dan het gemiddelde (9,71 tegenover 10,79 mg/gr vet) is. Hier is dan ook geen sprake van een eenduidig effect van het Jersey-ras.

3 *Discussie*

In de tussentijdse resultaten die in 2006 zijn gepresenteerd, kwam maïs nog niet naar voren als onderdeel van het voer dat een significant effect op het CLA of omega-3 gehalte had. Dat dit na de metingen van 2007 wel het geval is heeft alles te maken, met het toevoegen van een aantal bedrijven waar maïs werd gevoerd. Het effect van rode klaver, gras, maïs en olie wordt ook bevestigd door andere onderzoeken. Voor rode klaver geldt echter, dat de effecten niet altijd gelijk zijn en dit wordt toegeschreven aan een verschil in het gehalte van omega-3 en/of specifieke stoffen, de zogenoemde fenolen. Verschillende oliesoorten hebben ook een verschillend effect op het CLA en omega-3 gehalte. Zo is van lijnzaad bekend, dat het vooral een positief effect heeft op het omega-3 gehalte en soja- en zonnebloemolie zijn vooral van invloed op het CLA gehalte.

Het effect van grasbrok is nog niet door andere onderzoeken bevestigd. Dat grasbrok een effect heeft op de vetzuursamenstelling en dan specifiek op het CLA en omega-3 gehalte kan het gevolg zijn van hogere snelheid waarmee het voer de pens passeert en daardoor een verlaagde omzetting van de meervoudig onverzadigde vetzuren. Daarnaast zijn de verliezen van de hoeveelheid omega-3 vetzuren mogelijk kleiner dan bij bijvoorbeeld kuil, omdat de tijd tussen het maaien en het conserveren kleiner is. Het effect is niet altijd eenduidig. In eerder gepresenteerde resultaten (Vries en de Wit, 2006) staan een aantal proeven beschreven, waarbij er niet altijd een effect van grasbrok werd gevonden of waarin de grote van het effect verschillen vertoonden. Mogelijk heeft dit maken met de botanische samenstelling en het groeistadium van het gras op het moment dat het gewonnen wordt.

Op basis van de lagere CLA en omega-3 gehaltes bij kuil, zou de verwachting zijn dat dit ook voor hooi geldt. In dit onderzoek waren hiervoor te weinig data beschikbaar, maar uit ander onderzoek bij koeien komen wel effecten van hooi naar voren en dan vooral positieve effecten op de omega-3. Zo zijn bij koeien resultaten gevonden waarbij het omega-3 gehalte in de melk op basis van een hoorantsoen hoger is in vergelijking met die van verschillende kuilantsoenen, terwijl de inname van het aantal omega-3 vetzuren bij hooi lager was (Shingfield, et al., 2005; Martin, et al., 2007). En ook in een Duits onderzoek (Morel, et al., 2006) zijn positieve effecten gevonden van hooi op omega-3 in vergelijking met kuil. Een mogelijke verklaring voor het feit dat hooi, ondanks dat het vaak een lager omega-3 gehalte heeft toch een verhoging van de omega-3 kan geven, is dat het hooi doordat het sterk gedroogd is, de verzadiging in de pens vertraagd, waardoor er meer onverzadigde vetzuren voor de melk beschikbaar zijn.

Ook het effect van GPS is nog niet eerder beschreven en de nodige voorzichtigheid is hierbij ook nodig, omdat het aantal momenten dat GPS werd gevoerd beperkt was (#30). Er kan dan ook sprake zijn van een toevalligheid in het model, maar het is mogelijk ook te verklaren door een hoog NDF gehalte, waardoor de passagesnelheid van het voer afneemt en daarmee de verzadiging van de pens in de vetzuren toeneemt.

Op basis van dit onderzoek lijkt er geen relatie te zijn tussen vetzuursamenstelling van de melk en de vetzuursamenstelling en/of andere parameters van het gras en de kuil. Dit kan mogelijk komen doordat het aantal monsters beperkt was of er op bepaalde momenten naast het grazen ook kuil werd gevoerd, die niet bemonsterd is. Ook kan het zijn dat er verschillen zitten tussen het monster van de gras/de kuil en wat daadwerkelijk is opgenomen, door selectie van het dier of vermindering van de kwaliteit van het voer gedurende de verstrekking. Echter het

belangrijkste punt is waarschijnlijk dat achteraf is gebleken dat de analyse van het gras en de kuilmonsters, niet op de juiste manier heeft plaats gevonden.

Een raseffect komt niet naar voren in dit onderzoek, vooral ook omdat in dit onderzoek tankmelkmonsters zijn gebruikt en een eventueel raseffect dus alleen kan worden aangetoond, als het grootste deel van de veestapel van één ras is. In ander onderzoek zijn wel grote verschillen gevonden tussen individuele koeien binnen een ras (Elgersma, et al., 2006) en deze lijken op een genetische aanleg gebaseerd (Van Arendonk, niet gepubliceerd).

4 *Kosten van verhoging van omega-3 gehalte in melk*

De kosten van een verhoging van het gehalte aan gezonde vetzuren zijn moeilijk in te schatten omdat de effecten van de maatregelen onzeker zijn. Voor de effecten van de maatregelen op het omega-3 gehalte zijn de schatters uit tabel 2.3, hoofdstuk 2 gebruikt. De netto-kosten van de maatregelen zijn problematisch omdat de voersituatie (en dus ook de kosten van verandering) bedrijfsspecifiek is en rantsoenveranderingen ook andere effecten hebben op de melkproductie dan alleen een verandering in vetzuurpatroon.

In het volgende wordt daarom eerst een kwalitatieve beschrijving gegeven van de effecten, en daarna een grove inschatting gemaakt van de kosten voor een 10% hoger omega-3 gehalte in de melk door een verandering van het winterrantsoen in een standaard situatie. Voor dit laatste zijn alle voerkosten (dus ook het eigen ruwvoer) in rekening gebracht, en is het rantsoen zoveel mogelijk geoptimaliseerd (bijvoorbeeld meer energierijk krachtvoer indien gras met rode klaver in plaats van witte klaver wordt gevoerd); hierbij is gestreefd naar een gelijkblijvende melkproductie per koe. De aangenomen kosten voor de verschillende voeders zijn opgenomen in bijlage 3.

Indien alle bedrijven een 10% verhoging van het omega-3 gehalte zouden nastreven, zou biologische melk gemiddeld ongeveer gelijk uit komen met in eerste instantie door Campina geclaimde omega-3 gehalte voor hun merkmelk (12 mg/gr vet) waarvoor speciaal bewerkte lijnzaad ("Nutex") wordt gebruikt. Aangezien de meeste maatregelen ook een positief effect hebben op het CLA-gehalte worden twee vliegen in een klap geslagen. Dit positieve effect varieert van 5 tot 30% (zie tabel 4.1).

4.1 *Kwaliteit ruwvoer*

Veel jong vers gras is de beste garantie op hoge CLA-gehalten in de melk en ook het omega-3 gehalte wordt erdoor verhoogd, ondermeer omdat het veel linoleenzuur (het belangrijkste omega-3 vetzuur) bevat. Dit gehalte wordt echter door veel verschillende factoren beïnvloed. Bijvoorbeeld ouderdom van het gewas: het gehalte linoleenzuur is het hoogst bij groeizaam, eiwitrijk gras. Ouder gras heeft veelal minder linoleenzuur; vooral als gras in bloei komt daalt het aandeel linoleenzuur snel. Ook de hoeveelheid zon lijkt van invloed (veel zon geeft een hoger linoleenzuurgehalte), terwijl de botanische samenstelling van invloed lijkt te zijn op de hoeveelheid linoleenzuur die in de melk wordt uitgescheiden: botanisch rijk grasland met veel kruiden lijkt er voor te zorgen dat er minder linoleenzuur verzadigd wordt in de pens waardoor het gehalte in de melk stijgt.

Geconserveerd ruwvoer geeft lagere gehalten in de melk. Dit komt grotendeels doordat het gehalte linoleenzuur in het geconserveerde ruwvoer lager is: gemaaid gras is vaak ouder dan weidegras, en tijdens de veldperiode verdwijnt ook nog een deel; tot wel 50% bij een veldperiode van 3 dagen. Natte, kuilen met een hoog ammoniakgehalte maar ook droge kuilen (vooral als ze matig verdicht zijn) die na opening op het snijvlak gaan broeien kunnen aanleiding zijn voor nog lagere gehalten onverzadigde vetten in de melk.

De kosten van het maken van kwalitatief goed, snel gewonnen kuilvoer zijn beperkt tot een iets lagere graslandproductie (doordat maximale groei niet wordt benut en soms een partij matig ruwvoer apart moet worden gehouden) en iets hogere ruwvoerbinningskosten (doordat er kleinere partijen worden geoogst, en sneller en nauwkeuriger moet worden gewerkt). Anderzijds kan de melkproductie stijgen of kan krachtvoer worden bespaard

omdat dergelijke goed gewonnen en geconserveerde kuilen ook hogere VEM en DVE gehalten hebben. Het gevaar van dergelijke kuilen (te weinig structuur, waardoor vetgehalte daalt) zal bij de meeste biologische bedrijven niet snel voorkomen, en kan vaak eenvoudig opgevangen worden door een beetje goed gewonnen structuurrijk hooi bij te voeren.

De belangrijkste maatregelen ter voorkoming van broei zijn vrijwel kosteloos (voorkomen van ds-gehalten van >50% bij structuurrijke kuil) of zeer beperkt (zorgvuldiger aanrijden en dichtmaken van de kuil). Alleen indien een extra rijplaat moet worden aangelegd (om een lagere kuil en hogere voersnelheid mogelijk te maken) zijn er aanzienlijke kosten (max. 1,5 cent per kg ds). Echter ook deze vallen in het niet bij de voordelen (hogere opname en behoud van voederwaarde).

Samenvattend zijn de netto-kosten van het verbeteren van de voerkwaliteit gering: de kosten worden gecompenseerd door de betere voederwaarde (kunst is natuurlijk om dergelijke kuilen ook echt te maken). Aan de opbrengstkant is echter geen nauwkeurigere schatter bekend: er spelen teveel factoren tegelijkertijd en door elkaar heen om met een statistische analyse inzichtelijk te maken.

4.2 Olie

Opname van lijnzaadolie in rantsoen heeft een groot effect op het omega-3 gehalte: circa 0,57 mg per 100 gram olie. Anderzijds kan een hoge oliegift een vetdepressie veroorzaken. Verondersteld is dat dit effect beperkt is bij giften <300 gr per koe per dag. Overigens is dit mede afhankelijk van het basisrantsoen (voldoende structuur) en de beschikbaarheid van voldoende pens-fermenteerbare energie: zeker indien olie aan een traag rantsoen (met kuil van ouder gras of veel rode klaver) lijkt de penswerking soms fors beperkt te worden. Als een vetdepressie zich wel voordoet, kan het economisch ook deels worden goed gemaakt door de mogelijkheid om meer melk (eiwit) te mogen leveren binnen het quotum.

Olie kan in de vorm van pure olie of in de vorm van olierijke producten gegeven worden (bijv. schilfers maar ook "graanschoonsel" bevat vaak veel olierijke onkruidzaden). Voor gemiddelde rantsoenen zijn schilfers te duur, maar in een eiwitarm rantsoen kunnen schilfers tegelijkertijd gebruikt worden als eiwitcorrectie waardoor de meerkosten zeer beperkt zijn. Biologische schilfers zijn echter moeilijk te krijgen en de verwachting is dat dit in de toekomst sterker wordt (als de varkens en kippen ook een hoger percentage biologisch voer moeten gebruiken).

Olie kan een besparing geven op de krachtvoerkosten omdat het zeer energierijk is (circa 3500 VEM per kg), maar omdat biologische lijnzaadolie extreem duur is (circa €2,10 per liter), stijgen de totale voerkosten in een standaard situatie met circa 7,5%.

Naast de effecten op het vetzuurpatroon zijn er aanwijzingen dat vooral lijnzaadolie ook positief werkt op vruchtbaarheid en gezondheid. De mate waarin dit ook werkelijk het geval is, is onduidelijk. In zoverre er een positief effect is, lijkt het samen te vallen met het effect van de olie op de energieopname per dag door de koe en met de lagere energiebehoefte van de koe (doordat het vetgehalte in de melk daalt als gevolg van olie voeren). In de berekeningen zijn daarom geen extra opbrengsten van "olie voeren" meegenomen.

4.3 *Gras met rode klaver als basis voor winterrantsoen*

Rode klaver komt uit veel onderzoeken naar voren als voer met een positief effect op het vetzuurpatroon. Volgens de statistische analyse heeft een complete vervanging van gras met witte klaver door gras met (circa 40%) rode klaver een effect vergelijkbaar met 200 gram olie. Dit is een relatief beperkt effect, als gemiddelde tussen veel grotere effecten en vrij kleine effecten van rode klaver. De achtergrond van dit wisselende effect is nog niet geheel duidelijk maar hangt waarschijnlijk deels samen met verschillen tussen rassen rode klaver in bepaalde fenolen.

Op het eerste gezicht is rode klaver goedkoop ruwvoer: in vergelijking met semi-blijvend grasland met witte klaver is een maaibeide met gras en rode klaver circa 1 cent per kg ds goedkoper, ondanks de hogere graslandvernieuwingskosten (doordat gras-rode klaver elke 3-4 jaar opnieuw moet worden ingezaaid). Dit wordt vooral veroorzaakt door een hogere ds-productie (verondersteld is 13 ipv. 10 ton ds/ha).

Echter, een biologisch rantsoen met veel rode klaver is uiteindelijk toch vaak duurder doordat rode klaver (volgens de huidige kennis) aanzienlijk minder energie (VEM) bevat, waardoor meer krachtvoer bijgevoerd moet worden. In de standaard situatie (met een vaststaande melkgift als doel) geeft dit een stijging van circa 3,7% van de totale voerkosten.

4.4 *Meer gras /minder snijmaïs en GPS.*

Het positieve effect van meer gras in het rantsoen loopt gelijk op met een negatief effect van andere producten voeren. Uit de statistische analyse komt bijvoorbeeld een groot negatief effect van GPS op het omega-3 gehalte naar voren: om het effect van 1,6 kg ds GPS te compenseren moet 200 gram olie worden bijgevoerd! Omdat dit vanuit de literatuur een onbekend fenomeen is, moet de grootte van het effect met de nodige voorzichtigheid worden benaderd. Bovendien is GPS vrijwel altijd duurder dan andere ruwvoerders door de meestal beperkte ds-opbrengsten per hectare. Kortom, zowel vanwege vetzuurpatroon als voerkosten is GPS geen goed voedermiddel (wat niet wil zeggen dat er geen omstandigheden zijn waarin GPS toch te overwegen is).

Zowel uit de literatuur als uit de statistische analyse komt geen duidelijk effect van krachtvoer naar voren, ondanks dat hogere krachtvoergiften ruwvoer (gras) verdringen. Mogelijk is dit doordat meer krachtvoer twee tegengestelde effecten heeft: de opname aan linoleenzuur wordt minder (minder gras) maar er wordt ook de verzadiging in de pens is minder doordat de passagesnelheid toeneemt.

Het negatieve effect van snijmaïs op het omega-3 gehalte is wel duidelijk, ook uit de statistische analyse: om het effect van 4,5 kg ds snijmaïs te compenseren moet 200 gram olie worden bijgevoerd.

Per kg droge stof zijn de kosten van snijmaïs iets hoger dan grasklaver, als er een opbrengst van meer dan 12 ton ds per ha kan worden gerealiseerd. Als gevolg van vogelschade en onkruidproblemen lukt dit niet bij alle biologische veehouders: als teelt is snijmaïs weinig geliefd, ook al door de structuurschade die soms optreedt.

Als voer is snijmaïs echter wel geliefd: door de hogere energiewaarde (VEM), het hogere bestendig zetmeelgehalte en de hogere ruwvoeropname, is een hogere melkproductie eenvoudiger te realiseren of kan krachtvoer worden bespaard. Het krachtvoer moet vaak wel eiwitrijker zijn om te compenseren voor het lagere eiwitgehalte van snijmaïs.

Alles bij elkaar is een rantsoen met snijmaïs toch meestal goedkoper dan een rantsoen met alleen gras(klaver) als ruwvoer: in de standaard situatie stijgen de totale voerkosten met ruim 2% door maïs uit het rantsoen te halen.

4.5 Grasbrok

Het positieve effect van grasbrok is vanuit de literatuur onbekend. Toch komt uit de statistische analyse een groot effect naar voren: slechts 1,5 kg grasbrok zou al een zelfde effect hebben als 200 gram olie. Het positieve effect van grasbrok is wel te verklaren: het linoleenzuur uit het gras blijft beter bewaard door een snelle droging zoals bij grasbrok; bovendien heeft grasbrok een hogere passagesnelheid in de pens dan gras waardoor er minder verzadiging van het linoleenzuur kan optreden.

Overigens, ervaring en nadere bestudering van de cijfers leert dat de effecten kunnen variëren van nihil tot groot. Waarschijnlijk is het werkelijke effect afhankelijk van de kwaliteit van de grasbrok, die zeer variabel is en waarvoor logischerwijs hetzelfde geldt als bij (kuil)gras: jong gras, met een korte tijd tussen maaien en drogen geeft de beste grasbrok.

Ook het effect van grasbrok op de totale voerkosten is sterk variabel en afhankelijk van de exacte situatie. Zo kan de VEM waarde van grasbrok variëren van 800 tot meer dan 900, terwijl ook de DVE waarde varieert (maar meestal hoger is dan het verse gras). Daarnaast zijn de kosten voor drogen stijgende (nu gesteld op €130 per ton) terwijl de transportkosten afhankelijk zijn van de afstand (al snel meer dan € 30 per ton voor 2 uur rijtijd). Maar de belangrijkste variabele post is de waarde die toegerekend wordt aan het gras: bij een ruwvoeroverschot heeft dit een zeer beperkte waarde, maar als er ook goede kuil van gewonnen had kunnen worden is de waarde vergelijkbaar met gemaaid gras = circa 110 euro per ton.

Voor de berekening in de standaard situatie is uitgegaan van een vrij matige voederwaarde en zijn de kosten voor gras en transport fors ingerekend. Echter, dan nog zijn de netto-kosten van een verhoging van het omega-3 gehalte in de melk nihil; anders gezegd: grasbrok is op dit moment vaak een goedkope krachtvoerachtige voor biologische melkveehouders.

4.6 Netto-kosten voor gemiddeld standaardbedrijf

In tabel 4.1 is een overzicht gemaakt van de verandering van de voerkosten voor de verschillende rantsoenveranderingen, die allen, volgens de huidige kennis, tot een verhoging van het omega-3 gehalte in de melk met 10% (ofwel 1,1 mg extra omega-3 per gram vet) zouden leiden. Hieruit blijkt dat:

- grasbrok veelal de goedkoopste maatregel is om het omega-3 gehalte in de melk te verhogen,
- veranderingen in het basisrantsoen slechts een beperkte kostenstijging geven
- oliegebruik een dure optie is (er vanuitgaande dat er geen wezenlijke positieve gezondheidseffecten zijn) maar het grootste positieve effect heeft op het CLA-gehalte.

Tabel 4.1 Overzicht van de verandering van de voerkosten en het CLA gehalte als gevolg van een rantsoenverandering

Voeder	Stijging voerkosten in % ¹	Stijging CLA gehalte in % ²
Gras met 40%rode klaver ipv. witte klaver	+ 3,7	+ 20
Geen snijmaïs (-4,6 kg ds)	+ 2,3	+ 16
Lijnolie bijvoeren (200 gr per dag)	+ 7,5	+ 29
Grasbrok bijvoeren (ruim 1,5 kg)	- 0	+ 6,8
Jongere goed geconserveerde graskuil; Onzeker effect ³	- 0	?

Opmerkingen:

- 1) Ten opzichte van 14,7 cent per kg melk voerkosten voor een standaardrantsoen met gras-witte klaverkuil en bijna 3 kg A-brok per dag wat voldoende moet zijn voor ruim 21 kg melk.
- 2) Ten opzichte van basis à 6,6 mg CLA per g vet.
- 3) 20 VEM en 7 DVE per kg ds meer.

5 Conclusie

Het doel van het onderzoek was om meer duidelijkheid te krijgen over de factoren, die van invloed zijn op de vetzuursamenstelling van biologische koeienmelk. Hierbij is vooral gekeken naar de invloed van het rantsoen en daarnaast ook naar de aanwezigheid van een mogelijk raseffect.

De invloed van genetische aanleg is wel aannemelijk, maar kan binnen dit onderzoek niet worden aangetoond. Echter van een aantal rantsoencomponenten zijn wel significante effecten gevonden op het CLA en/of het omega-3 gehalte. Zo kan om het CLA gehalte van de melk te verhogen het beste vers gras worden gevoerd, met rode klaver en een olietoevoeging (max. ca 300 gr per koe per dag). Ook van grasbrok is een positief effect gevonden, maar het effect is afhankelijk van de kwaliteit van de grasbrok. Het voeren van maïs heeft een negatieve invloed op het CLA gehalte en kan vanuit het oogpunt van de vetzuursamenstelling dan ook beter niet gevoerd worden.

Om het omega-3 gehalte in de melk te verhogen zijn het vooral de voercomponenten grasbrok en rode klaver, die een positief effect hebben. Waarbij het effect van grasbrok hoger is op het omega-3 gehalte dan op het CLA gehalte. Maïs en GPS hebben een negatief effect op het omega-3 gehalte. Het effect van GPS is nog niet door ander onderzoek bevestigd, maar is mogelijk te verklaren door een hoog NDF gehalte waardoor de passagesnelheid van het voer afneemt en daarmee neemt de verzadiging van de pens in de vetzuren toe.. Echter het aantal bedrijven dat GPS voert is beperkt en het effect moet daarom met de nodige voorzichtigheid worden genomen.

De invloed van de kwaliteit van het ruwvoer (vers gras en kuil) is nader onderzocht. Er zijn aanwijzingen op basis van een weekeffect op de vetzuursamenstelling van de melk in het voorjaar en in het najaar. In deze periodes is het gras vaak groeizaam en dit gaat samen met hoge CLA gehaltes in de melk. Een indicatie van de invloed van de ruwvoerkwaliteit is ook de relatie tussen het CLA en het ureum-gehalte.

De analyse van de kwaliteitsindicatoren van het gras en de kuil in relatie tot het CLA en omega-3 gehalte laat echter geen significante effecten zien. Ook is er geen relatie gevonden tussen de vetzuursamenstelling van het gras/ dekuil en die van de melk, maar dit is deels toe te schrijven aan het niet juist uitvoeren van de vetzuuranalyses van het ruwvoer. En op basis van dit onderzoek lijken ook andere parameters zoals het ruwe eiwit, NDF en het suikergehalte van het gras/ de kuil niet van invloed op de vetzuursamenstelling van de melk.

Van de rantsoenveranderingen, die volgens de huidige kennis, tot een verhoging van het omega-3 gehalte in de melk met 10% (ofwel 1,1 mg extra omega-3 per gram vet) zouden leiden blijkt dat:

- grasbrok veelal de goedkoopste maatregel is om het omega-3 gehalte in de melk te verhogen,
- veranderingen in het basisrantsoen slechts een beperkte kostenstijging geven
- oliegebruik een dure optie is (er vanuitgaande dat er geen wezenlijke positieve gezondheidseffecten zijn) maar het grootste positieve effect heeft op het CLA-gehalte.

6 *Aanbevelingen*

Om meer duidelijkheid te krijgen over de factoren, die van invloed zijn op de vetzuursamenstelling van het gras en de kuil kunnen de vergelijkingen van verschillende percelen binnen een bedrijf, die dit jaar niet zijn gelukt, zeker meer inzicht geven. Meer data kan ook betere resultaten opleveren en voor alle metingen geldt, dat een nauwkeurige bepaling van de botanische samenstelling van de percelen nodig is, bij voorkeur door een vast persoon.

Ook voor grasbrok is het interessant om verder onderzoek te doen naar verklarende factoren voor de verschillen in het effect van grasbrok op de vetzuursamenstelling. Het effect van GPS moet in vergelijkende proeven nader getoetst worden om vast te stellen of het werkelijk een groot negatief effect heeft op het omega-3 gehalte.

Literatuur

Elgersma, A., Tamminga, S., Ellen, G. (2006). **Modifying milk composition through forage.** *Animal Feed Science and Technology* 131, 207–225

Martin, B., Rock, E., Grollier, P., Chilliard, Y., Ferlay, A., Gruffat, D., Fedele, V., (2007). **Influence de l'alimentation de la vache laitière sur la composition en acides gras et en vitamines du lait.** Les particularités du lait produit à base d'herbages. Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 8 november 2007.

Morel, I., Wyss, U., Collomb, M., (2006). **Grünfütter- oder Silagezusammensetzung und Milchinhaltstoffe.** *AgrarForschung* 13 (6), 228-233.

Shingfield, K. J., Salo- Väänänen P., Pahkala, E., Toivonen, V., Jaakkola, S., Piironen, V., Huhtanen, P. (2005). **Effect of forage conservation method, concentrate level and propylene glycol on the fatty acid composition and vitamin content of cows' milk.** *Journal of Dairy Research* 72, 349-361.

Vries de, A., Wit de, J., (2006). **Rantsoen en melkvetzuren: Verschillen in melkwaliteit tussen biologische bedrijven in beeld gebracht.** Rapport, Louis Bolk Instituut, Driebergen.

Bijlage 1: Analyse rantsoencomponenten

CLA

```
634 "General Model."  
635 MODEL [DISTRIBUTION=normal; LINK=identity; DISPERSION=*] c9t11  
636 TERMS [FACT=9] naam+week+jaar+Olie+Grasbrok+Grasopn+mais+Rktot  
637 FIT [PRINT=model,summary,estimates,accumulated; CONSTANT=estimate;  
FPROB=yes; TPROB=yes;\  
638 FACT=9] naam+week+jaar+Olie+Grasbrok+Grasopn+mais+Rktot
```

Regression analysis

Response variate: c9t11

Fitted terms: Constant + naam + week + jaar + Olie + Grasbrok + Grasopn + mais + Rktot

Summary of analysis

Source	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Regression	43	3413.2	79.378	30.12	<.001
Residual	370	975.2	2.636		
Total	413	4388.5	10.626		

Percentage variance accounted for 75.2

Standard error of observations is estimated to be 1.62.

Message: the following units have large standardized residuals.

UnitResponse	Residual
94 18.58	3.78
182 17.64	3.39
345 3.30	-3.15
376 16.55	3.08
384 19.16	3.44

Message: the residuals do not appear to be random; for example, fitted values in the range 0.62 to 3.23 are consistently smaller than observed values and fitted values in the range 4.69 to 4.96 are consistently larger than observed values.

Message: the error variance does not appear to be constant; large responses are more variable than small responses.

Message: the following units have high leverage.

UnitResponse	Leverage
6 6.83	0.34
7 7.36	0.34
8 7.00	0.36
71 12.35	0.53
72 8.17	0.53
385 6.72	0.32

Estimates of parameters

Parameter	estimate	s.e.	t(370)	t pr.
Constant	5.037	0.742	6.79	<.001
Bedrijf 1	-2.219	0.542	-4.10	<.001
Bedrijf 2	0.352	0.564	0.62	0.533
Bedrijf 3	-1.45	1.06	-1.37	0.170
Bedrijf 4	0.992	0.562	1.77	0.078
Bedrijf 5	0.612	0.639	0.96	0.339
Bedrijf 6	-1.244	0.548	-2.27	0.024
Bedrijf 7	1.277	0.899	1.42	0.156
Bedrijf 8	1.273	0.547	2.33	0.020

Bedrijf 9	2.183	0.579	3.77	<.001
Bedrijf 10	0.200	0.563	0.35	0.723
Bedrijf 11	1.887	0.953	1.98	0.049
Bedrijf 12	-3.102	0.508	-6.10	<.001
Bedrijf 13	-0.575	0.980	-0.59	0.558
Bedrijf 14	-0.597	0.560	-1.07	0.287
Bedrijf 15	1.96	1.31	1.50	0.134
Bedrijf 16	1.710	0.950	1.80	0.073
Bedrijf 17	0.788	0.980	0.80	0.422
Bedrijf 18	0.770	0.617	1.25	0.213
Bedrijf 19	-0.547	0.557	-0.98	0.327
Bedrijf 20	0.290	0.515	0.56	0.574
Bedrijf 21	2.447	0.828	2.95	0.003
Bedrijf 22	2.503	0.548	4.57	<.001
Bedrijf 23	-0.410	0.955	-0.43	0.668
Bedrijf 24	0.380	0.553	0.69	0.493
Bedrijf 25	0.048	0.857	0.06	0.956
week 19	1.673	0.730	2.29	0.022
week 20	0.851	0.661	1.29	0.199
week 24	-0.128	0.631	-0.20	0.839
week 28	-0.208	0.598	-0.35	0.729
week 31	0.338	0.595	0.57	0.571
week 36	1.549	0.591	2.62	0.009
week 41	2.068	0.585	3.54	<.001
week 44	1.446	0.613	2.36	0.019
week 46	-0.960	0.684	-1.40	0.161
week 52	-0.557	0.545	-1.02	0.307
jaar 2005	-0.209	0.344	-0.61	0.543
jaar 2006	-0.413	0.352	-1.18	0.241
jaar 2007	-0.312	0.435	-0.72	0.473
Olie	9.61	1.57	6.13	<.001
Grasbrok	0.287	0.130	2.21	0.028
Grasopn	0.3250	0.0400	8.13	<.001
mais	-0.2295	0.0744	-3.09	0.002
Rktot	0.2444	0.0561	4.35	<.001

Parameters for factors are differences compared with the reference level:

Factor	Reference level
naam	Bedrijf 26
week	16
jaar	2004

Accumulated analysis of variance

Change	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
+ naam	25	1232.652	49.306	18.71	<.001
+ week	10	1765.690	176.569	66.99	<.001
+ jaar	3	3.634	1.211	0.46	0.711
+ Olie	1	155.159	155.159	58.87	<.001
+ Grasbrok	1	19.016	19.016	7.21	0.008
+ Grasopn	1	155.644	155.644	59.05	<.001
+ mais	1	31.499	31.499	11.95	<.001
+ Rktot	1	49.942	49.942	18.95	<.001
Residual	370	975.226	2.636		
Total	413	4388.463	10.626		

Omega-3

```

649 "General Model."
650 MODEL [DISTRIBUTION=normal; LINK=identity; DISPERSION=*] N3
651 TERMS [FACT=9] naam+week+jaar+Olie+Grasbrok+mais+GPS+Rktot
652 FIT [PRINT=model,summary,estimates,accumulated; CONSTANT=estimate;
FPROB=yes; TPROB=yes;\
653 FACT=9] naam+week+jaar+Olie+Grasbrok+mais+GPS+Rktot

```

Regression analysis

Response variate: N3

Fitted terms: Constant + naam + week + jaar + Olie + Grasbrok + mais + GPS + Rktot

Summary of analysis

Source	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Regression	43	1787.0	41.558	16.75	<.001
Residual	370	917.8	2.480		
Total	413	2704.8	6.549		

Percentage variance accounted for 62.1

Standard error of observations is estimated to be 1.57.

Message: the following units have large standardized residuals.

Unit	Response	Residual
92	19.97	4.78
93	18.58	3.82
97	8.16	-3.50
359	15.47	3.96

Message: the error variance does not appear to be constant; large responses are more variable than small responses.

Message: the following units have high leverage.

Unit	Response	Leverage
6	9.29	0.34
7	9.81	0.34
8	10.40	0.36
71	10.02	0.53
72	8.53	0.53

Estimates of parameters

Parameter	estimate	s.e.	t(370)	t pr.
Constant	11.480	0.691	16.61	<.001
Bedrijf 1	-1.072	0.525	-2.04	0.042
Bedrijf 2	-0.385	0.548	-0.70	0.483
Bedrijf 3	0.04	1.02	0.04	0.967
Bedrijf 4	-0.189	0.551	-0.34	0.731
Bedrijf 5	-1.745	0.605	-2.88	0.004
Bedrijf 6	2.388	0.531	4.49	<.001
Bedrijf 7	-2.329	0.858	-2.71	0.007
Bedrijf 8	0.266	0.529	0.50	0.616
Bedrijf 9	-0.926	0.562	-1.65	0.100
Bedrijf 10	1.350	0.540	2.50	0.013
Bedrijf 11	-0.465	0.922	-0.50	0.614
Bedrijf 12	2.940	0.495	5.93	<.001
Bedrijf 13	-2.436	0.936	-2.60	0.010
Bedrijf 14	0.532	0.541	0.98	0.326
Bedrijf 15	0.25	1.25	0.20	0.841
Bedrijf 16	-0.374	0.922	-0.41	0.685

Bedrijf 17	0.353	0.952	0.37	0.711
Bedrijf 18	3.860	0.599	6.44	<.001
Bedrijf 19	0.290	0.540	0.54	0.592
Bedrijf 20	1.822	0.508	3.58	<.001
Bedrijf 21	2.822	0.797	3.54	<.001
Bedrijf 22	0.268	0.525	0.51	0.610
Bedrijf 23	-0.873	0.927	-0.94	0.347
Bedrijf 24	0.380	0.534	0.71	0.477
Bedrijf 25	1.833	0.828	2.21	0.027
week 19	-1.900	0.687	-2.77	0.006
week 20	-2.744	0.608	-4.51	<.001
week 24	-1.823	0.568	-3.21	0.001
week 28	-1.873	0.541	-3.46	<.001
week 31	-1.722	0.550	-3.13	0.002
week 36	-1.934	0.536	-3.61	<.001
week 41	-1.806	0.556	-3.25	0.001
week 44	-2.607	0.594	-4.39	<.001
week 46	-2.173	0.664	-3.27	0.001
week 52	-3.150	0.487	-6.47	<.001
jaar 2005	0.399	0.333	1.20	0.231
jaar 2006	0.976	0.340	2.87	0.004
jaar 2007	-0.130	0.422	-0.31	0.758
Olie	5.71	1.53	3.72	<.001
Grasbrok	0.736	0.126	5.83	<.001
mais	-0.2492	0.0716	-3.48	<.001
GPS	-0.703	0.202	-3.49	<.001
Rktot	0.2051	0.0518	3.96	<.001

Parameters for factors are differences compared with the reference level:

Factor	Reference level
naam	Bedrijf 26
week	16
jaar	2004

Accumulated analysis of variance

Change	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
+ naam	25	1231.679	49.267	19.86	<.001
+ week	10	209.486	20.949	8.45	<.001
+ jaar	3	76.123	25.374	10.23	<.001
+ Olie	1	91.913	91.913	37.05	<.001
+ Grasbrok	1	85.439	85.439	34.45	<.001
+ mais	1	26.702	26.702	10.77	0.001
+ GPS	1	26.689	26.689	10.76	0.001
+ Rktot	1	38.950	38.950	15.70	<.001
Residual	370	917.769	2.480		
Total	413	2704.751	6.549		

Bijlage 2 Analyse Ureum

De nummering van de bedrijven is niet vergelijkbaar met de analyses die zijn opgenomen voor CLA en Omega-3, omdat voor ureum alleen data beschikbaar waren voor de periode van september 2005 tot en met 2007 en niet voor de periode van 2005 tot en met juli 2005.

Regression analysis

Response variate: c9t11

Fitted terms: Constant + naam + week + jaar + Grasopn + Grasbrok + Olie + Rktot + ureum

Summary of analysis

Source	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Regression	34	2443.1	71.857	29.88	<.001
Residual	234	562.8	2.405		
Total	268	3005.9	11.216		

Percentage variance accounted for 78.6

Standard error of observations is estimated to be 1.55.

Message: the following units have large standardized residuals.

UnitResponse	Residual
77 17.64	3.14
208 3.30	-3.13
214 17.56	3.19
243 19.16	3.63

Message: the residuals do not appear to be random; for example, fitted values in the range 12.58 to 13.15 are consistently smaller than observed values and fitted values in the range 9.05 to 9.26 are consistently larger than observed values.

Message: the error variance does not appear to be constant; large responses are more variable than small responses.

Estimates of parameters

Parameter	estimate	s.e.	t(234)	t pr.
Constant	2.564	0.785	3.26	0.001
Bedrijf 1	-2.709	0.531	-5.10	<.001
Bedrijf 2	-0.149	0.608	-0.24	0.807
Bedrijf 3	0.557	0.646	0.86	0.390
Bedrijf 4	-1.078	0.574	-1.88	0.062
Bedrijf 5	1.293	0.524	2.47	0.014
Bedrijf 6	2.376	0.558	4.26	<.001
Bedrijf 7	-0.122	0.634	-0.19	0.847
Bedrijf 8	2.119	0.933	2.27	0.024
Bedrijf 9	-1.220	0.635	-1.92	0.056
Bedrijf 10	1.412	0.919	1.54	0.126
Bedrijf 11	0.140	0.924	0.15	0.880
Bedrijf 12	0.178	0.574	0.31	0.757
Bedrijf 13	-1.042	0.620	-1.68	0.094
Bedrijf 14	-0.552	0.560	-0.99	0.325
Bedrijf 15	2.299	0.526	4.37	<.001
Bedrijf 16	-0.912	0.931	-0.98	0.328
Bedrijf 17	0.242	0.532	0.45	0.650
week 19	1.924	0.746	2.58	0.011
week 20	0.986	0.681	1.45	0.149
week 24	-0.809	0.690	-1.17	0.242

week 28	-0.710	0.660	-1.08	0.283
week 31	-0.221	0.652	-0.34	0.735
week 36	0.808	0.646	1.25	0.212
week 41	1.437	0.646	2.22	0.027
week 44	1.277	0.682	1.87	0.062
week 46	-0.436	0.867	-0.50	0.616
week 52	-0.065	0.560	-0.12	0.907
jaar 2006	0.080	0.279	0.29	0.774
jaar 2007	0.368	0.398	0.93	0.355
Grasopn	0.3681	0.0456	8.08	<.001
Grasbrok	0.349	0.156	2.24	0.026
Olie	10.23	2.22	4.61	<.001
Rktot	0.2575	0.0681	3.78	<.001
ureum	0.0735	0.0180	4.08	<.001

Parameters for factors are differences compared with the reference level:

Factor	Reference level
naam	Bedrijf 18
week	16
jaar	2005

Accumulated analysis of variance

Change	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
+ naam	17	824.342	48.491	20.16	<.001
+ week	10	1296.708	129.671	53.92	<.001
+ jaar	2	4.732	2.366	0.98	0.375
+ Grasopn	1	116.551	116.551	48.46	<.001
+ Grasbrok	1	15.494	15.494	6.44	0.012
+ Olie	1	103.108	103.108	42.87	<.001
+ Rktot	1	42.151	42.151	17.53	<.001
+ ureum	1	40.051	40.051	16.65	<.001
Residual	234	562.772	2.405		
Total	268	3005.909	11.216		

Bijlage 3 Voerkosten

Aangenomen kosten belangrijkste voeders

Voeder	Prijs per ton ds
Grasklaverkuil basis	149
Grasklaverkuil jong	168
Graskuil met 40% rode klaver	138
Snijmais	170
Lijnolie	2100
Grasbrok	270
A-brok	340
Energierijke brok (1000 VEM)	370
Zeer eiwitrijke brok (150 DVE)	400
