



PraktijkRapport 2

Ruwvoerverstrekking en watergift bij witvleeskalveren



februari 2002





Colofon

Uitgever

Praktijkonderzoek Veehouderij
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info@pv.agro.nl.
Internet <http://www.pv.wageningen-ur.nl>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek Veehouderij

© Praktijkonderzoek Veehouderij

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Het Praktijkonderzoek Veehouderij aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Bestellen

ISSN 0169-3689
Eerste druk 2002/oplage 100
Prijs € 17,50 (f 38,56)

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.



PRAKTIJKONDERZOEK
VEEHOUDERIJ

PraktijkRapport 2

Ruwvoerverstrekking en watergift bij witvleeskalveren

Effect van ruwvoerverstrekking en watergift op
welzijn, gezondheid, vleeskwaliteit en technische
prestaties van witvleeskalveren

Ir. L.F.M. Ruis-Heutinck
Ir. C.G. van Reenen
Ir. J.J. Heeres-van der Tol

februari 2002

Voorwoord

In het voor u liggende rapport zijn de resultaten beschreven van een vier jaar durend onderzoek naar het effect van het verstrekken van ruwvoer op het gedrag van witvleeskalveren, hun diergezondheid en technische prestaties en de kwaliteit van kalfsvlees. Daarnaast is nog nagegaan in hoeverre het kalf wanneer het ruwvoer krijgt nog behoefte heeft aan extra water boven op de waterverstrekking via de melk. Het onderzoek was onderdeel van een omvangrijk EU-project waarin integraal is gekeken naar managementaspecten die het welzijn van witvleeskalveren door de keten heen kunnen verbeteren. Dit had onder meer betrekking op transport, huisvesting en interactie kalverhouder – kalf. Door het Praktijkonderzoek Veehouderij, ID-Lelystad en Navobi en Denkavit vanuit de kalverintegraties is het aspect 'ruwvoer' in dit kader nader bestudeerd. Dit onderdeel is, wat het Praktijkonderzoek betreft, gefinancierd door Productschap Vee en Vlees, Productschap Diervoeder en het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

Het onderzoek heeft zinvolle aanknopingspunten opgeleverd om het concept 'vezelhoudend voer', zoals dit omschreven is in het Kalverenbesluit (1997), voor praktijk en beleid beter in te kunnen vullen en bij te dragen aan een beter dierenwelzijn met behoud van de kwaliteit van het eindproduct. Daarmee is echter het ruwvoerconcept voor de witvleeskalveren nog niet afgerond. Binnenkort wordt vervolgonderzoek opgestart om te komen tot een optimalisatie van de ruwvoerstrategie voor witvleeskalveren gefinancierd door Productschap Diervoeder en ministerie van LNV.

Dr.ir. A. Meijering,
Hoofd Dier en Productieketen,
Divisie Rundvee Schapen Paarden

Samenvatting

Sinds 1998 is het gewijzigde Kalverenbesluit (1997) van kracht waarin onder meer eisen voor ruwvoerverstrekking aan witvleeskalveren zijn vastgelegd. Een volledig melkschema als rantsoen is minder geschikt voor een kalf, omdat het geen mogelijkheden krijgt zich als herkauwer te ontwikkelen, zowel wat betreft het maagdstelsel als het soorteigen gedrag, en dat is vanuit het oogpunt van welzijn niet wenselijk. Ruwvoer in het rantsoen is daarom verplicht gesteld, maar over de precieze invulling ervan is geen duidelijkheid gegeven. Dit komt mede omdat achterliggende kennis omtrent factoren die een rol spelen nog niet beschikbaar is. In het onderzoek dat in dit rapport wordt beschreven, stonden ruwvoerverstrekking en watergift naar een volledig melkschema bij witvleeskalveren centraal. Doel was na te gaan hoe hiermee het welzijn te beïnvloeden is en welke gevolgen dit heeft voor de vleeskwiteit. Het onderzoek werd door het Praktijkonderzoek Veehouderij (PV) en het Instituut Dierhouderij en Diergezondheid (ID-Lelystad) uitgevoerd en deels door de EU gefinancierd. In een eerste proef werd middels een 3x2x2 factoriële opzet onderzocht wat het effect van verschillende ruwvoertypen, -hoeveelheden en structuurvormen (maximale deeltjesgroottes) was. De ruwvoersoorten tarwestro, gedroogde snijmaïs en gedroogde maïskolvensilage werden in de hoeveelheid 250 of 500 g drogestof per kalf per dag en met een maximale deeltjesgrootte van 5 cm (gehakseld) of 1 cm (gemalen) verstrekt naast een volledig melkschema. Daarnaast waren drie controlebehandelingen opgenomen, één waarbij alleen melk werd gegeven, één waarbij aan de melk een ijzersupplement was toegevoegd om zo te kunnen bepalen wat ijzeropname zonder additioneel ruwvoer teweegbrengt, en één waarbij naast de melk onbeperkt hooi werd verstrekt als positieve controle. In de tweede proef werd in een 7x2 factoriële opzet nader ingegaan op het effect van verschillende ruwvoersoorten al dan niet in combinatie met het verstrekken van drinkwater. Het betrof de soorten gerstestro, gerstestrobok, gedroogde snijmaïs en verse snijmaïs, die alle in een hoeveelheid van 250 g drogestof per kalf per dag werden verstrekt. Verse snijmaïs werd daarnaast ook in 500 g drogestof per kalf per dag verstrekt. Controlebehandelingen die ook met en zonder water werden verstrekt waren een behandeling met alleen melk, en melk met onbeperkt hooi als respectievelijk negatieve en positieve controle. Omdat de ruimte in de proefaccommodatie het toeliet is een extra behandeling opgenomen, het ruwvoertype gerst (250 g drogestof) die alleen zonder drinkwater werd verstrekt. De kalveren bleken goed in staat om de verstrekte hoeveelheden ruwvoer op te nemen naast een volledig melkschema van circa 300 kg kunstmelk in totaal. De maximum verstrekte hoeveelheid werd volledig opgenomen na 8-12 weken en na 12-17 weken, voor respectievelijk de kleine en grote hoeveelheid ruwvoer. Hooi werd onbeperkt verstrekt en kalveren bleken aan het eind van de afmestperiode ruim 1 kg drogestof hiervan op te nemen. Verschillen in melkresten werden tussen proefbehandelingen niet gevonden. Energierijker voer, zoals de snijmaïs, maïskolvensilage en geplette gerst, resulteerden in een betere groei en een hoger karkasgewicht dan bij het energiearmere stro het geval was. Deze laatste had vergelijkbare groei- en slachresultaten als de controlebehandelingen zonder ruwvoer. Ook een ijzersupplement in de melk bracht hierin geen verschillen teweeg. Beveleedheid en vetbedekking werden nauwelijks of niet door de proeffactoren beïnvloed. De vleeskleur wel. Bij de proefbehandelingen met het meeste ijzer in het rantsoen werd een donkerder vleeskleur aangetroffen dan bij de controlebehandelingen zonder ruwvoer. Zowel soort ruwvoer als hoeveelheid waren dus bepalend. Onbeperkt hooi verstrekken of een ijzersupplement geven leidden tot de meest donkere kleur. Stro echter bleek een kleur op te leveren vergelijkbaar met de controlebehandeling met alleen melk. De overige ruwvoersoorten bleken afhankelijk van opgenomen hoeveelheden tot een kleiner of groter verschil in kleur te leiden vergeleken met alleen melk, maar niet altijd wezenlijk. De vleeskleur lag wel in lijn met de hemoglobinegehalten in het bloed. Wat overige kenmerken van vleeskwiteit betreft werden nauwelijks of geen verschillen tussen proefbehandelingen gevonden. Ook een professioneel Italiaans smaakpanel proefde geen verschil in eetkwiteit tussen behandelingen. Deeltjesgrootte van het ruwvoer leidde niet tot verschillen in groei, slacht- of vleeskwiteit. De wateropname leidde ook niet tot verschillen tussen proefbehandelingen, ook al liep de opname aan het eind van de afmestperiode soms hoog op. Wel bleek dat met het ouder worden en bij toenemende temperaturen de opname ook toenam. Dit kan een aanwijzing zijn dat met name bij oudere kalveren en bij kalveren die bij hogere staltemperaturen worden afgemest het welzijn verbeterd kan worden door vers drinkwater aan te bieden. Wat gedrag betreft bleek dat bij kalveren die stro of onbeperkt hooi kregen wezenlijk meer herkauwen en minder abnormaal oraal gedrag (o.a. tongspelen, bijten aan emmers of hokonderdelen) voorkwam op 22 weken leeftijd dan bij gedroogde snijmaïs en maïskolvensilage. Het percentage abnormaal oraal gedrag was bij onbeperkt hooi ook wezenlijk lager dan bij stro. De percentages herkauwen en abnormaal oraal gedrag die bij gedroogde snijmaïs en maïskolvensilage werden gevonden verschilden niet van die bij de melkcontrolebehandelingen. Dit gold ook voor strobok en geplette gerst. In tegenstelling tot wat gevonden werd bij gedroogde snijmaïs kwam het gedrag bij verse snijmaïs voor beide hoeveelheden in grote lijnen overeen met dat bij stro, wat suggereert dat het volume van het voer en daarmee de tijd dat een kalf bezig is het op te nemen mogelijk een rol speelt. Er werd geen effect van ruwvoerhoeveelheid of deeltjesgrootte op gedrag gevonden. Ook werd er geen invloed van waterverstrekking gevonden. Er werden geen ernstige gezondheidsproblemen gezien. De uitval bedroeg 2%, wat goed vergelijkbaar is met praktijkgemiddelden. Verschillen tussen proefbehandelingen werden niet geconstateerd.

De pensontwikkeling was beter en het pensgewicht was hoger wanneer ruwvoer werd gegeven dan wanneer dit niet het geval was, hoewel wat ontwikkeling betreft het verstrekken van stro nauwelijks tot betere resultaten leidde. Bij het voeren van onbeperkt hooi was de pensontwikkeling beter dan bij de overige ruwvoersoorten. Pensontwikkeling lijkt geen voorwaarde te zijn voor het stimuleren van herkauwactiviteit.

Ruwvoer leidde tot een reductie van het percentage kalveren met één of meer haarballen in de pens. Bij stro en hooi was het percentage kalveren met één of meer haarballen in de pens zelfs tot nul gereduceerd.

Bij proefbehandelingen waarbij alleen melk werd verstrekt werd bij circa 30% van de kalveren één of meer maagzweren in de lebmaag aangetroffen. Wanneer ruwvoer werd verstrekt nam dit percentage toe tot gemiddeld ruim 70%, ongeacht de soort. Mogelijk neemt de spanning in de lebmaagwand bij tweemaal daags voeren van kunstmelk zodanig toe dat er meer kans is op beschadiging. Ruwvoer zou vanwege de mechanische werking van voerdeeltjes het bestaande probleem kunnen verergeren. Een uitzondering vormde hooi, waarbij geen verschil ten opzichte van de proefbehandelingen met alleen melk werd gevonden.

Geconcludeerd kan worden dat het verstrekken van ruwvoer naast een volledig melkschema aan witvleeskalveren kan leiden tot meer herkauwgedrag en minder abnormaal oraal gedrag. Het verstrekken van onbeperkt hooi, stro en verse snijmaïs hadden daarbij met name een gunstig effect. Bij gedroogde snijmaïs en maïskolvensilage, strobok en geplette gerst werd een dergelijk gunstig effect niet gevonden in dit onderzoek. Wellicht speelt de eetduur een rol. Het verstrekken van ruwvoer kan echter ook ongewenste neveneffecten met zich mee brengen op het gebied van vleeskleur en lebmaagbeschadigingen.

Met de resultaten die behaald zijn met de controlebehandeling hooi is aangetoond dat het mogelijk is om zowel herkauwen te stimuleren en abnormaal oraal gedrag te reduceren, de pensontwikkeling te stimuleren en tegelijkertijd het percentage kalveren met lebmaagbeschadigingen niet te vergroten vergeleken met wanneer alleen melk wordt gevoerd. De resultaten suggereren dat een geschikte voersoort voor gebruik in de witvleesproductie waarschijnlijk zowel vezelrijk materiaal zou moeten bevatten als voldoende benutbare energie. Uiteraard moet het ijzergehalte in het voer dusdanig zijn dat een goede vleeskleur gewaarborgd blijft. Op dit moment is nog geen voersoort beschikbaar die op elk gebied een positieve bijdrage levert. Dit onderzoek biedt wel aangrijpingspunten voor verdere optimalisatie van het rantsoen van witvleeskalveren.

Summary

Regulations on the welfare of veal calves lay down requirements for the feeding of roughage to white veal calves. A complete milk diet only is unsuitable for calves, because it does not stimulate rumen development and rumination and is therefore not desirable from the viewpoint of animal welfare. It is for this reason that it has been stipulated that the ration must include roughage, but no details have been given as to precisely how this must be done. This is partly because of the lack of background information about factors that play a role.

The research described in this report is focused on the feeding of roughage and the supply of drinking water to calves in addition to a complete milk diet. The aim was to ascertain how this contributed to welfare and what the repercussions are for meat quality. The research, which was partly funded by the EU, was carried out jointly by the Research Institute for Animal Husbandry (PV) and ID-Lelystad.

In the first trial, the effect of different types, amounts and structures (maximum particle size) of roughage was studied in a 3x2x2 factorial design. In addition to a complete milk regime, calves were given wheat straw, dried maize silage and dried ground maize ear silage in amounts of 250 or 500 g dry matter per calf per day, and with a maximum particle size of 5 cm (chopped) or 1 cm (ground). In addition there were three control treatments: one with a milk-only diet, one with an iron supplement added to the milk, in order to determine the effect of iron intake without additional roughage intake, and one in which in addition to the milk, hay was supplied *ad libitum* (a positive control).

In the second trial the effect of various roughages with or without drinking water was investigated further, in a 7x2 factorial design. The roughages studied were chopped barley straw, barley straw pellets, dried and fresh maize silage, all administered in an amount of 250 g dry matter per calf per day. In addition, fresh silage maize was also administered in 500 g dry matter per calf per day. The control treatments, administered with and without water, were a treatment with milk only (negative control) and a treatment with milk and *ad libitum* hay (positive control). There was sufficient space in the trial to allow an extra treatment: rolled barley (250 g dry matter) without drinking water.

The calves were well able to eat up the administered roughage in addition to a milk diet of circa 300 kg artificial milk in total. The maximum amount administered was eaten completely after 8-12 weeks for the small amount of roughage, and after 12-17 weeks for the large amount of roughage. Hay was administered *ad libitum* and at the end of the finishing period the dry matter intake was over 1 kg per day. No differences between the treatments were found in the amounts of milk left.

Feed containing more energy, such as maize silage, ground maize ear silage and rolled barley resulted in a higher growth rate and carcass weight than straw. The growth and slaughter results of the latter were comparable to those of the control treatment without roughage. An iron supplement in the milk made no difference either. The carcass quality in terms of conformation and fat cover were influenced little, or not at all, by the various trial factors. Meat colour was influenced, however in the treatments with the most iron in the ration the meat was darker than in the control treatments without roughage. The darkest meat colour resulted from hay *ad libitum* or from the control milk diet with an iron supplement. However, straw resulted in a colour comparable with the control treatment of milk only. The other roughages resulted in a smaller or greater difference in colour, depending on how much was consumed, but the difference was not always visible. The meat colour was in accordance with the haemoglobin content of the blood. The treatments produced little or no differences in the other meat quality characteristics. A professional Italian taste panel found no difference between the treatments in terms of the eating quality. The particle size of the roughage did not result in differences in growth or in slaughter or meat quality.

Water intake did not result in differences between the treatments, even though the volume of water consumed sometimes rose sharply at the end of the finishing period. Intake of water increased with age, and with a rise in ambient temperature. This suggests that the welfare of older calves and of calves finished at higher barn temperatures would be improved by supplying fresh drinking water.

Calves given straw or hay *ad libitum* ruminated more and showed less abnormal oral behaviour (such as tongue playing, biting buckets or parts of the pen) at 22 weeks of age than calves fed dried maize silage and dried ground maize ear silage. The percentage of abnormal oral behaviour was significant lower in the hay *ad libitum* treatment than in the straw treatment. The percentages of rumination and abnormal oral behaviour found in the dried maize silage and ground maize ear silage treatments did not differ from those

found in the control milk treatments. The same was true for the straw and rolled barley treatments. Contrary to the finding for the dried maize silage treatment, the calf behaviour in the fresh maize silage treatments (both amounts) was very similar to the behaviour in the straw treatments. This suggests that the volume of the feed and the time spent eating could play a role. Neither the amount of roughage nor the particle size had an effect on behaviour, nor was there an effect of water supply.

No serious health problems were observed. There was 2% mortality, which is very similar to the average in practice. No differences were found between treatments.

In calves given roughage the rumen development was better and the rumen was heavier than in calves given no roughage, though administering straw had little or no effect on rumen development. Giving hay ad libitum resulted in better rumen development than giving any of the other roughages. Rumen development did not seem to be a prerequisite for stimulating rumination.

Roughage resulted in a reduced percentage of calves with one or more hairballs in the rumen. None of the calves given straw or hay had a hairball in the rumen. In treatments with milk only, circa 30% of the calves had one or more ulcers in the abomasum. When roughage was given, this percentage rose to an average of over 70%, regardless of the type of roughage. It is possible that feeding milk replacer twice daily increases the stress in the abomasum to such an extent that damage is more likely. Roughage might aggravate the existing problem, because of the mechanical action of the particles. The exception was hay: no difference in abomasal lesions was found compared to the treatments with milk only.

It can be concluded that giving white veal calves roughage in addition to a complete milk diet can result in more ruminating behaviour and less abnormal oral behaviour. Administering ad libitum hay, straw and fresh maize had a particularly favourable effect. In this research, administering dried maize silage, dried ground maize ear silage, straw pellets and rolled barley did not have such a favourable effect, possibly because of the time spent eating. However, giving roughage can also have undesirable side-effects on meat colour and abomasum damage.

The results from the control treatment with hay show that it is possible to stimulate rumination and reduce abnormal oral behaviour, stimulate rumen development and, at the same time, not increase the percentage of calves with abomasum ulcers. The results suggest that a suitable type of feed for white veal production should contain sufficient utilisable energy, as well as fibre-rich material. The iron content of the feed must be such that the meat colour remains good. At present there is no feed that satisfies all these requirements. The findings of this research will assist in further optimising the ration for white veal calves.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Materiaal en methoden	2
2.1	Huisvesting	2
2.2	Voeding algemeen	2
2.3	Proefopzet proef 1.....	3
2.4	Proefopzet proef 2.....	5
2.5	Waarnemingen.....	6
2.5.1	Melk-, ruwvoer- en wateropname	6
2.5.2	Groei en slachtkwaliteit.....	6
2.5.3	Vleeskwaliteit.....	7
2.5.4	Gedrag	7
2.5.5	Gezondheid	7
2.5.6	Pathologisch onderzoek van pens en lebmaag.....	8
2.6	Statistische gegevensverwerking	8
3	Resultaten	9
3.1	Proef 1	9
3.1.1	Melk- en ruwvoeropname	9
3.1.2	Groei en slachtkwaliteit.....	10
3.1.3	Vleeskwaliteit.....	11
3.1.4	Gedrag	12
3.1.5	Gezondheid	13
3.1.6	Pathologisch onderzoek van pens en lebmaag.....	13
3.2	Proef 2	15
3.2.1	Melk-, ruwvoer- en wateropname	15
3.2.2	Groei en slachtkwaliteit.....	16
3.2.3	Vleeskwaliteit.....	17
3.2.4	Gedrag	18
3.2.5	Gezondheid	18
3.2.6	Pathologisch onderzoek van pens en lebmaag.....	19
4	Discussie.....	20
4.1	Effect van ruwvoerverstrekking	20
4.1.1	Melk-, ruwvoer- en wateropname	20
4.1.2	Groei en slachtkwaliteit.....	20
4.1.3	Vleeskwaliteit.....	21
4.1.4	Gedrag	21
4.1.5	Gezondheid	22
4.1.6	Pens en lebmaag	22
4.1.7	Samengevat.....	23
4.2	Effect van drinkwaterverstrekking.....	24

5	Conclusies	25
	Literatuur	26
	Bijlagen	28
	Bijlage 1 Lijst deelnemende organisaties EU-project.....	28

1 Inleiding

In de traditionele Nederlandse witveeskalverhouderij werden kalveren individueel gehuisvest in boxen en afgemest op een volledig melkschema zonder aanvullend ruwvoer. De afgelopen tien jaar is er, niet alleen in Nederland maar ook in andere Europese landen, in toenemende mate maatschappelijke weerstand ontstaan tegen de intensieve productiemethode, die de witveeskalverhouderij kenmerkte. Het verbeteren van het dierwelzijn kwam steeds meer in de belangstelling. In het onderzoek werd eerst vooral aandacht gegeven aan de manier van huisvesten, individueel versus groepshuisvesting. Van recentere datum is de aandacht voor het rantsoen dat verstrekt wordt, nl. naast kunstmelk aanvullend ruwvoer. Naast het verbeteren van het welzijn is het echter ook belangrijk om een goede kwaliteit van het eindproduct blijvend te waarborgen. Behoud van de lichte vleeskleur is voor de exportmarkt een voorwaarde, omdat de consument de lichte kleur associeert met jong en mals kalfsvlees. Ook in andere kalfsvleesproducerende landen in Europa stond dit thema volop in de belangstelling. Dit heeft geresulteerd in de opzet van een grootschalig onderzoek in Europees verband, dat mede gefinancierd is door de Europese Unie. Onderzoeksinstituten, waaronder het Praktijkonderzoek Veehouderij en Instituut voor Dierhouderij en Diergezondheid (ID-Lelystad), universiteiten en organisaties uit het bedrijfsleven in Nederland, Italië, Frankrijk, Groot-Brittannië en Finland werkten gezamenlijk aan het project "Chain Management of Veal Calf Welfare", dat startte in januari 1997 en medio 2000 werd afgerond (Final Report FAIR 3 PL96-2049, 2001). De namenlijst van deelnemende organisaties staat vermeld in bijlage 1. Het PV werkte in dit project nauw samen met ID-Lelystad.

In het aanvangsjaar van het onderzoek werd de Europese regelgeving omtrent minimumnormen ter bescherming van kalveren aangescherpt. Op nationaal niveau had dit een wijziging van het Kalverenbesluit uit 1994 tot gevolg. Het gewijzigde Kalverenbesluit (1997) is per 1 januari 1998 ingegaan en omvat eisen betreffende huisvesting, licht en klimaat, hemoglobinegehalte in het bloed en het verstrekken van vezelhoudend voer. Eenlingboxjes moeten een bepaalde minimumgrootte hebben en mogen tot een leeftijd van maximaal acht weken gebruikt worden. Hierna moeten de kalveren in groepen worden gehuisvest. Er moet voldoende daglicht en frisse lucht in de stal kunnen komen. Verder moet het gemiddelde hemoglobinegehalte van de slachtrijpe koppel minimaal 4,5 mmol/l bedragen. De eis betreffende het vezelhoudende voer is echter niet duidelijk geformuleerd. Zo wordt geen specificatie van het woord "vezelhoudend" gegeven. Daarnaast wordt gesteld dat de verstrekte hoeveelheid moet oplopen van 50 g op een leeftijd van 2 weken tot 250 g op 20 weken leeftijd. Of de hoeveelheid betrekking heeft op eenheid product of drogestof wordt niet vermeld. Wel geeft het Kalverbesluit aan dat dit vezelhoudend voer van belang is voor de instandhouding van de darmflora en van de ontwikkeling van de pens. Het feit dat deze eis de nodige ruimte laat voor de precieze uitvoering van het gestelde, geeft ook aan dat er nog veel vragen zijn met betrekking tot ruwvoerverstrekking aan witveeskalveren die een antwoord behoeven. Het onderzoek dat in dit rapport wordt beschreven levert een bijdrage aan het beantwoorden van een deel van die vragen en geeft daarmee belangrijke informatie ten behoeve van de witveeskalverhouderij.

Centraal in het onderzoek dat op het proefbedrijf Vleesvee van de Waiboerhoeve werd uitgevoerd, stond ruwvoerverstrekking aan witveeskalveren. Daarnaast werd het effect van drinkwaterverstrekking naast kunstmelk bestudeerd. Het doel van de proeven was om inzicht te krijgen in de effecten van ruwvoer en drinkwater op enerzijds het welzijn van de witveeskalveren en anderzijds de vleeskwaliteit, maar ook op technische prestaties. Wat welzijn betreft werd daarbij gekeken naar het vóórkomen van soorteigen en abnormaal oraal gedrag, gezondheid, pensontwikkeling en aanwezigheid van lebmaagbeschadigingen. Wat betreft de vleeskwaliteit werd zowel een instrumenteel als een sensorisch onderzoek uitgevoerd in Italië, een land met een relatief grote afzetmarkt voor kalfsvlees. Verder werden de groei, de voeropname en de slachtkwaliteit, waaronder de karkaskleur, vastgelegd. Een deel van de resultaten is al eerder verschenen onder andere in de 2-maandelijks uitgave van Praktijkonderzoek Veehouderij (Ruis-Heutinck en Van Reenen; 2000a, 2000b, 2001), maar ook in vakbladen.

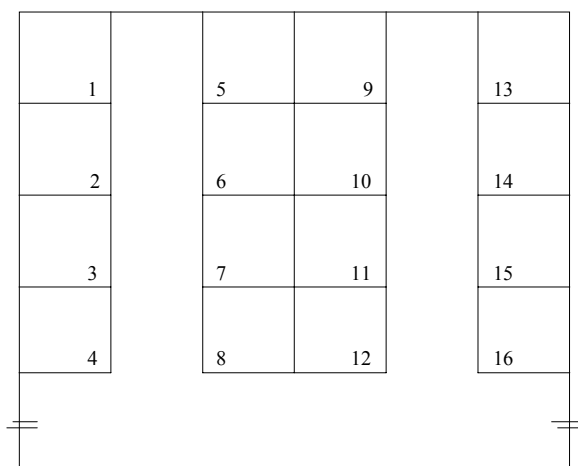
2 Materiaal en methoden

2.1 Huisvesting

Huisvesting van de kalveren vond plaats op het proefbedrijf Vleesvee van de Waiboerhoeve, dat onderdeel is van het Praktijkonderzoek Veehouderij. In de vleeskalverenstal zijn twee afdelingen met elk 80 kalverplaatsen beschikbaar voor de witvleesproductie. Deze afdelingen zijn geïsoleerd en worden mechanisch geventileerd. Deze kunnen worden verwarmd. Daardoor komt de staltemperatuur normaal niet beneden circa 15°C. Hoge buitentemperaturen kunnen de staltemperatuur echter wel doen oplopen.

Per afdeling waren 16 groepshokken voor vijf kalveren beschikbaar. In figuur 1 wordt een schematische indeling van een afdeling weergegeven. De beschikbare oppervlakte per kalf was 1,8 m². De vloer bestond uit een houten roostervloer met dwarse strippen tegen het uitglijden. De hokken waren voorzien van een zelfsluitend voerhek. Hiervan werd alleen gebruik gemaakt tijdens de melkopname omdat, anders dan in de praktijk, de kalveren tijdens het afmesten niet konden worden gehegroepeerd op basis van drinksnelheid. Gedurende de eerste 8 weken werden de kalveren individueel gehuisvest door in de groepshokken open metalen hekjes te plaatsen. Hierdoor werden zogenoemde babyboxjes gecreëerd die individuele controle en behandeling mogelijk maakten. De kalveren werden niet aangebonden.

Figuur 1 Een schematische indeling van een afdeling in de vleeskalverenstal



1 t/m 16: groepshokken voor vijf kalveren

2.2 Voeding algemeen

In de voerkeuken naast de twee afdelingen stond de installatie voor de aanmaak van kunstmelk. De gebruikte kunstmelk was op basis van zuiveleiwitten. De gemiddelde samenstelling van de startmelk, die tot een leeftijd van ongeveer acht weken werd gevoerd, en de afmestmelk, die daarna werd verstrekt, staat vermeld in tabel 1. Er zijn twee proeven uitgevoerd. De melkgift volgde in zowel proef 1 als proef 2 een gangbaar praktijkschema. De verhouding poeder:water was in het begin circa 1:8, maar de kunstmelk werd met name in de tweede helft van de afmestperiode geconcentreerder, wat resulteerde in een gemiddelde verhouding aan het eind van de afmestperiode van 1:5,8. De verstrekte hoeveelheid melk nam in de tijd toe van 3 tot 17 liter per kalf per dag. De melk werd verstrekt middels roestvrijstalen leidingen en een rubber slang waaraan een vulpistool was bevestigd. De melkemmern konden worden omgeklapt na de melkopname waardoor de onderliggende trog gebruikt kon worden voor ruwvoer.

De melk werd tweemaal daags verstrekt: om 7.00 en 16.00 uur. Aansluitend op de melkgift 's ochtends werd, indien van toepassing (zie paragrafen 2.3 en 2.4), ruwvoer verstrekt.

Tabel 1 Gemiddelde samenstelling startmelk en afmestmelk¹

	Startmelk	Afmestmelk
<u>Voersamenstelling</u>		
Ondermelkpoeder (%)	51	27
Weipoeder (%)	26	21
Melksuikerarm weipoeder (%)	-	6
Weipoeder concentraat-35 (%)	-	20
Zetmeel (%)	4	4,5
Vet (%)	18	21,5
Vitaminen/mineralen (%) ²	1	-
<u>Chemische samenstelling</u>		
Drogestof (%)	96,7	97,0
Reiwit (%)	22,5	20,5
As (%)	7,0	7,3
Vet (%)	17,9	20,7
Rc (%)	<0,5	<0,5
Fe (mg/kg)	53,3	9,9
ME ³ (MJ/kg)	18,8	18,9

¹ Volgens opgave en analyse leverancier

² Vitamine A: 25000 IE/kg; vitamine D3: 2000 IE/kg; vitamine E 80 mg/kg; vitamine C: 85 mg/kg; Ca: 0,81%; P: 0,67%; Mg: 0,15%; Zn: 80 mg/kg; Cu: 5 mg/kg; Mn: 10 mg/kg; Se: 0,1 mg/kg

³ Metabolische Energie (ME) volgens berekening leverancier

2.3 Proefopzet proef 1

In proef 1 werden 300 Nederlandse zwartbonte stierkalveren afgemest in 23 weken in vier rondes van 75 dieren. De aankoop vond plaats per twee rondes van in totaal 150 kalveren in november 1997 en mei 1998. Het gemiddelde aankoopgewicht was 46,0 kg (range: 43-48 kg) en de aankoopleeftijd was gemiddeld 10 dagen. De kalveren waren van het type A+/AA-. De kalveren werden door middel van loting toegewezen aan één van 15 proefbehandelingen, die in elke afdeling één keer voorkwamen. Deze behandelingen waren via loting aan een hok toegewezen. De proeffactoren waren type ruwvoer, structuurvorm (de maximale deeltjesgrootte) van het ruwvoer, en de hoeveelheid ruwvoer. Deze werden in een 3x2x2 factoriele proefopzet onderzocht (zie tabel 2).

Tabel 2 Schematische proefopzet proef 1

	Soort	Structuur	Hoeveelheid	Proefbehandeling	
<u>Factorieel (3x2x2)</u>	Stro	Gehakseld	250 g	STRO 250	
			500 g	STRO 500	
		Gemalen	250 g	STRO-F 250	
			500 g	STRO-F 500	
		Snijmais	Gehakseld	250 g	MAIS 250
				500 g	MAIS 500
	Gemalen		250 g	MAIS-F 250	
			500 g	MAIS-F 500	
	Maïskolvensilage		Gehakseld	250 g	MKS 250
				500 g	MKS 500
		Gemalen	250 g	MKS-F 250	
			500 g	MKS-F 500	
<u>Controle</u>	Alleen melk			MELK	
	Melk + ijzersupplement			MELK+	
	Melk + onbeperkt hooi			HOOI	

De ruwvoertypen waren tarwestro, gedroogde snijmais en gedroogde maïskolvensilage (MKS). De structuur was hetzij gehakseld (maximale deeltjesgrootte 4-5 cm) of gemalen (maximale deeltjesgrootte 1 cm). Het ruwvoer werd verstrekt in de maximale dagelijkse hoeveelheid van 250 of 500 g drogestof (ds) per kalf. Naast de hiermee verkregen 12 ruwvoerbehandelingen waren nog drie controlebehandelingen opgenomen. Eén daarvan bestond uit het verstrekken van alleen melk. Dit was de zogenoemde negatieve controle. De tweede controlebehandeling

bestond eveneens uit het verstrekken van alleen melk, aangevuld met een ijzersupplement. Hiermee werd het effect van ijzeropname zonder gelijktijdige opname van vezelrijk materiaal onderzocht. De derde controlebehandeling bestond uit het verstrekken van melk met daarnaast onbepakt hooi en was daarmee de positieve controle.

Om het malen mogelijk te maken moesten de snijmais en MKS worden gedroogd. Het drogen werd per voerpartij uitgevoerd in een commerciële groenvoerdrogerij. Bij een temperatuur van circa 350 °C in de stalen droogtrommel met schoepen werd het voer in ongeveer zes minuten gedroogd. De aanvoerlijn was van roestvrij staal. Het malen gebeurde éénmaal per week op het proefbedrijf. De maalmolen was van gietijzer. De maaswijdte van de matrijs was 6 mm voor stro en 16 mm voor snijmais en MKS.

Het droog- en maalproces verhoogde het ijzergehalte in het ruwvoer aanzienlijk. In het verse product was dit gehalte 96 en 76 mg/kg ds voor respectievelijk snijmais en MKS. Om verschillen in voersamenstelling tussen de behandelingen uit te sluiten was zowel de gehakselde als de gemalen ruwvoervariant van dezelfde voerpartij afkomstig, die in z'n geheel werd gedroogd. De ijzergehaltenes en andere kenmerken van de chemische samenstelling van het ruwvoer staan vermeld in tabel 3. Het achtervoegsel “-F” (fijn) staat voor de gemalen variant van elk ruwvoertype. De chemische samenstelling van het ruwvoer werd met 4-weekse intervallen geanalyseerd. Binnen elk interval werden wekelijks voermonsters verzameld, die werden bijeengevoegd voor de analyse. De gemiddelde waarden van de zes analyses per afmestperiode staan vermeld in de tabel.

Tabel 3 Chemische samenstelling van het ruwvoer en berekende voederwaarde¹ in proef 1

Ruwvoer	Droge stof (%)	Fe (mg/kg ds)	Ruw eiwit (g/kg ds)	Ruwe celstof (g/kg ds)	Ruw as (g/kg ds)	VC-os (g/kg ds)	VEVI	DVE	OEB	ME (MJ/kg ds)
STRO	91,1	137	41	415	106	44	348	4	-31	5,53
STRO-F	91,4	188	45	395	105	45	342	6	-30	5,50
MAIS	86,3	278	79	168	51	77	1021	60	-44	11,04
MAIS-F	85,2	261	78	163	50	77	1028	59	-44	11,10
MKS	91,0	318	86	100	34	82	1163	62	-28	11,95
MKS-F	90,2	282	86	104	33	82	1156	62	-29	12,45
HOOI	84,8	292	146	287	93	65	706	71	-4	9,68

¹ Voederwaarde berekend door laboratorium; hoeveelheid metabolische energie (ME) per kg drogestof berekend met behulp van de Veevoedertabel (CVB, 1999).

Middels laboratoriumanalyses werd het Neutral-Detergent Fibre (NDF)-gehalte van het ruwvoer bepaald en de gemiddelde maaswijdte waarop het voer achterbleef tijdens de zeefanalyse berekend. In tabel 4 staan de gemiddelde waarden.

Tabel 4 Neutral-detergent Fibre (NDF)-gehalte en gemiddelde maaswijdte in proef 1

	NDF-gehalte (g/kg ds)	Gemiddelde maaswijdte (mm) waarop voer achterbleef
STRO	692	1,32
STRO-F	673	0,53
MAIS	302	1,24
MAIS-F	313	0,58
MKS	193	0,59
MKS-F	200	0,43
HOOI	502	*

* Omdat hooi gewoon lang werd gegeven was hierbij de zeefanalyse niet mogelijk.

De hoeveelheid ijzer, die dagelijks per kalf aan de melk werd toegevoegd bij de controlebehandeling MELK+, bedroeg 58 mg tijdens het verstrekken van de snelstart en 116 mg daarna, in de snelgroeifase.

Alle proefbehandelingen werden gegeven vanaf 2 weken na aankomst op het bedrijf (leeftijd 3 weken) tot het eind van de afmestperiode. Op de dag voor het slachten kregen de kalveren na de ochtendmelkgift voor de laatste keer het ruwvoer verstrekt. Voorafgaand aan de middagmelkgift werd het hooi en eventuele overige ruwvoerresten uit de trog verwijderd ter ontzuivering van de kalveren voor de slacht.

2.4 Proefopzet proef 2

In proef 2 werden 150 Nederlandse zwartbonte stierkalveren afgemest in 23 weken in twee rondes van 75 dieren. De aankoop vond plaats in februari 1999. Het gemiddelde aankoopgewicht was 46,4 kg (range: 43-48 kg) en de aankoopleeftijd was gemiddeld 10 dagen. De kalveren waren van het type A+/AA-. De kalveren werden door loting toegewezen aan één van 15 proefbehandelingen, die in elke afdeling één keer voorkwamen. Deze behandelingen waren door loting aan een hok toegewezen. De proeffactoren waren type ruwvoer en het al dan niet verstrekken van onbeperkt drinkwater. Deze werden in een 7x2 factoriele proefopzet onderzocht. De ruwvoertypen waren gerstestro, gerstestrobok, gedroogde snijmaïs en verse snijmaïs, die allemaal in de maximum hoeveelheid van 250 g ds per kalf per dag werden gevoerd. Daarnaast werd verse snijmaïs eveneens in de maximum hoeveelheid van 500 g ds per kalf per dag verstrekt. Als controle werd een behandeling opgenomen waarin naast de melk geen ruwvoer werd gevoerd, en één waarbij naast de melk onbeperkt hooi werd gevoerd.

Het gerstestro was niet ontsloten en door de leverancier stofvrij gemaakt voor verpakking. Het gerstestro dat gebruikt werd voor het maken van de strobok was wel ontsloten. Voor het pelletteren werd een ringmatrix met een pelletediameter van 16 mm gebruikt. De installatie was van roestvrij staal. Het drogen van de snijmaïs gebeurde zoals omschreven bij proef 1.

De drinkwatervoorziening startte op het moment dat de kalveren in groepshuisvesting kwamen (acht weken leeftijd). Het water werd verstrekt middels vlotterdrinkbakjes, één per hok. Aan elke drinkbak was een watermeter gekoppeld, die in de voergang kon worden afgelezen.

Omdat de ruimte in de proefstal nog één behandeling toeliet is besloten ook een structuurarm, maar energierijk voeder in te zetten. De keuze werd geplette gerst (250 g ds per kalf per dag). De schematische proefopzet staat in tabel 5.

Tabel 5 Schematische proefopzet van proef 2

	Soort	Drinkwater	Proefbehandeling
7x2 Factorieel	Gerstestro	Niet	STRO
		Wel	STRO water
	Gerstestrobok	Niet	STROBROK
		Wel	STROBROK water
	Gedroogde snijmaïs	Niet	MAIS-D
		Wel	MAIS-D water
	Verse snijmaïs (250 g ds)	Niet	MAIS-250
		Wel	MAIS-250 water
	Verse snijmaïs (500 g ds)	Niet	MAIS-500
		Wel	MAIS-500 water
	Alleen melk	Niet	MELK
		Wel	MELK water
Onbeperkt hooi	Niet	HOOI	
	Wel	HOOI water	
Extra	Geplette gerst	Niet	GERST

De chemische samenstelling van het ruwvoer werd met 4-weekse intervallen geanalyseerd. Binnen elk interval werden wekelijks voermonsters verzameld, die werden bijeengevoegd voor de analyse. De gemiddelde waarden van de zes analyses per afmestperiode staan vermeld in tabel 6.

Zowel voor aanvang van de proef als na afloop werd aan het begin en eind van het watercircuit (dit betekent respectievelijk in de voerkeuken en in de drinkbakjes) watermonsters genomen om het Fe-gehalte te bepalen. Tijdens de proef bleek dit gehalte gelijk te zijn gebleven. Het was 0,03 en 0,02 mg/l in monsters uit respectievelijk het begin en eind van het circuit.

Tabel 6 Chemische samenstelling van het ruwvoer en berekende voederwaarde¹ in proef 2

Ruwvoer	Droge stof (%)	Fe (mg/kg ds)	Ruw eiwit (g/kg ds)	Ruwe celstof (g/kg ds)	Ruw as (g/kg ds)	VC-os (g/kg ds)	VEVI	DV E	OEB	ME (MJ/kg ds)
STRO	91.7	175	40	424	98	50	344	14	-41	6,39
STROBROK	90.1	126	45	370	126	64	330	33	-53	6,13
MAIS-D	91.4	212	74	191	43	74	978	59	-50	10,83
MAIS-V	27.4	159	75	227	49	72	915	47	-33	10,27
GERST	87.7	40	116	44	22	89	1260	99	-36	12,87
HOOI	90.3	220	162	315	98	63	665	73	10	9,34

¹ Voederwaarde berekend door laboratorium; hoeveelheid metabolische energie (ME) per kg droge stof berekend met behulp van de Veevoedertabel (CVB, 1999).

Alle proefbehandelingen werden gegeven vanaf één week na aankomst op het bedrijf (leeftijd 2 weken) tot het eind van de afmestperiode. Een uitzondering vormde de watergift die zoals eerder genoemd startte vanaf 8 weken leeftijd. Net als bij proef 1 kregen de kalveren op de dag voor het slachten na de ochtendmelkgift voor de laatste keer het ruwvoer verstrekt. Voorafgaand aan de middagmelkgift werd het hooi en eventuele overige ruwvoerresten uit de trog verwijderd ter ontzuivering van de kalveren voor de slacht.

2.5 Waarnemingen

2.5.1 Melk-, ruwvoer- en wateropname

De melkgift volgde een gangbaar praktijkschema. Melkresten werden in twee van de vier rondes in proef 1 en in beide rondes in proef 2 per kalf geregistreerd.

De ruwvoeropname werd per hok bepaald aan de hand van het verschil in voergift en voerrest. De voergift werd de gehele afmestperiode dagelijks geregistreerd. De voerresten werden dagelijks bepaald gedurende de weken dat de maximale voeropname nog niet was bereikt, daarna wekelijks.

De wateropname werd gedurende de eerste zes weken groepshuisvesting dagelijks afgelezen op de watermeters, daarna wekelijks.

2.5.2 Groei en slachtkwaliteit

Het gewicht van elk kalf werd met 4-weekse intervallen bepaald vanaf het moment van ruwvoergift. De weging werd uitgevoerd in een mobiele weegbox. Het aankoopgewicht was het startgewicht. Aan het eind van de afmestperiode werden de kalveren op twee opeenvolgende dagen gewogen op hetzelfde tijdstip. Het gemiddelde gewicht van deze metingen was het levend eindgewicht. De groei over de afmestperiode werd bepaald aan de hand van het start- en eindgewicht en het aantal mestdagen. De tussentijdse metingen dienden ter controle op het groeiverloop.

Bij het slachten zijn het koud geslacht gewicht (KGG, inclusief de lever), de beveelsheid en vetbedekking en de karkaskleur bepaald. Het aanhoudingspercentage werd berekend als zijnde het percentage KGG ten opzichte van het levend eindgewicht. De beveelsheid en de vetbedekking werden beoordeeld volgens het (S)EUROP-classificatie systeem, waarbij ook bij vetbedekking onderscheid in subklassen werd gemaakt. De karkaskleur werd bepaald volgens de in Nederland gebruikelijke methode beschreven in Hulsegge *et al.* (1996). Hiermee wordt met een 10-punten kleurschaal onder standaardcondities de kleur van de vinkelap (*Rectus Abdominus*) beoordeeld. In de praktijk spreekt men meestal over vleeskleur. Om verwarring met de instrumenteel bepaalde vleeskleur (zie paragraaf 2.5.3) in dit onderzoek te voorkomen wordt de vleeskleur die bepaald is aan de slachtlijn in dit rapport aangeduid met de term karkaskleur.

Het slachten vond plaats in de slachthal van ID-Lelystad op circa 3 km afstand van de proefaccommodatie.

In proef 2 werd om proeftechnische redenen een deel van de kalveren in een commercieel slachthuis geslacht. Vanwege het ontbreken van voorzieningen kon bij deze kalveren geen pathologisch onderzoek plaatsvinden (zie paragraaf 2.5.6).

2.5.3 Vleeskwaliiteit

Voor bepaling van de vleeskwaliiteit werd van twee willekeurig gekozen kalveren uit ieder groepshok (5 dieren) na de slacht een monster verzameld van de *Longissimus thoracis* spier tussen de 5^{de} en de 9^{de} rib van de rechterhelft van het karkas. Dit vleesmonster werd vacuüm verpakt en gedurende zes dagen bewaard in een koelcel bij 2-4°C om te rijpen. Vervolgens werd het ingevroren en bewaard bij -20°C tot de analyses plaatsvonden. Dit onderzoek vond plaats in het vleeslaboratorium van de afdeling Dierwetenschappen van de Universiteit van Padova in Italië.

De beoordeling van de vleeskwaliiteit bestond uit twee facetten. Ten eerste werd fysisch-chemisch onderzoek uitgevoerd. De vleeskleur werd bepaald volgens de Hunter-Lab methode, waarbij de helderheid (L*-waarde, schaal 0: zwart tot 100: wit), de roodheid (a*-waarde, schaal -60: groen tot +60: rood) en de geelheid (b*-waarde, schaal -60: blauw tot +60: geel) werden gemeten. Verder werden de pH, de chemische samenstelling (volgens de AOAC (1990) procedure), de scheurweerstand en de kookverliezen bepaald. De methoden van bepaling van de vleeskleur, scheurweerstand en kookverliezen staan beschreven in Boccard *et al.* (1981).

Ten tweede werd een sensorisch onderzoek uitgevoerd, waarbij een ervaren Italiaans proefpanel de smaak, sappigheid en malsheid van het vlees beoordeelde volgens de AMSA (1978) procedure. De genoemde kenmerken werden beoordeeld met behulp van een 5-punten schaal, waarbij score 1 staat voor "ongewenst" en score 5 voor "zeer gewenst". De leden van het proefpanel waren niet op de hoogte van de herkomst van het vlees en de proefbehandelingen.

2.5.4 Gedrag

Het gedrag van de kalveren in het groepshok werd bestudeerd op een leeftijd van 22 weken door zowel waarnemers in de stal (directe observaties) als middels video observaties. De waarnemers zaten tijdens de observaties in een stoel, die circa 3 m hoog was. Mede door het feit dat de waarnemers zo stil mogelijk zaten en geen geluid maakten, leek deze waarnemingsmethode de kalveren nauwelijks te storen in hun gedrag. Slechts bij binnenkomst en weggaan van de personen keken de kalveren even wat er gebeurde, maar het bleef altijd rustig in de stal.

Er werd tijdens de waarnemingen met name gekeken naar herkauwen en abnormaal oraal gedrag. Dit laatste omvat tongspelen, tongrollen en bijten c.q. extreem zuigen aan emmer en trog, welke ook wel orale stereotypieën worden genoemd. Het zijn gedragingen, die eindeloos herhaald worden in een vast patroon zonder duidelijk doel (Fraser and Broom, 1990). Ook werd gekeken naar oraal gedrag gericht op het eigen lichaam of dat van hokgenoten. De directe observaties werden gedurende drie perioden van elk twee uur op één dag uitgevoerd, tweemaal rondom de melkverstreking (6.30 – 8.30 uur en 15.30 – 17.30 uur) en éénmaal overdag van 11.00 tot 13.00 uur. Daarnaast vonden tussen 6.30 en 17.30 uur video observaties plaats. Het gedrag van de kalveren werd om de twee minuten (directe observaties) of om de vijf minuten (video observaties) bepaald. Deze methode van observeren heet scan sampling en wordt beschreven in Altmann (1974).

In proef 2 werd een aanvullende observatie uitgevoerd op dezelfde leeftijd. Middels 0-1 (wel/niet) sampling van time-lapse video opnamen werden alle kalveren beoordeeld op het wel of niet urine drinken en/of preputiumzuigen gedurende 5-minuten intervallen tussen 6.30 tot 17.30 uur. Deze methode wordt ook beschreven door Altmann (1974).

2.5.5 Gezondheid

Tijdens elke melkgift werden de kalveren visueel gecontroleerd op afwijkende of opvallende zaken omtrent de gezondheid. Indien nodig volgde een veterinair onderzoek en/of een medische behandeling. Eventuele medische behandelingen (soort en duur) werden geregistreerd in de bedrijfsdatabank. Onderscheid werd gemaakt tussen luchtwegproblemen, te laag hemoglobinegehalte (Hb-gehalte) in het bloed en overige problemen, waaronder bijvoorbeeld diarree en navelbreuken vielen.

Na aankomst op het bedrijf kregen de kalveren een electrolytenmix. Daarna werd begonnen met de startkuur, die bestond uit verstreking van colistine (10 dagen) en oxytetracycline (5 dagen). Op een leeftijd van circa 7 weken kregen de kalveren een vitaminekuur. Deze en de startkuur werden preventief gegeven en werden verondersteld de algehele weerstand te verhogen. Deze kuren konden daarom niet als medische behandeling worden toegeschreven aan één categorie ziekten. Om deze reden werden ze buiten de statistische analyse gehouden. Wanneer kalveren tijdens het afmesten uitvielen, werd door de Gezondheidsdienst voor Dieren sectie verricht. Bij uitval voordat gestart was met de ruwvoergift werd de lege plaats ingenomen door een reservekalf. Op het moment dat de ruwvoergift van start was gegaan werden lege plaatsen alleen nog opgevuld zolang de kalveren individueel waren gehuisvest, dus tot een leeftijd van 8 weken. Dit werd gedaan om het aantal van vijf dieren per

hok te behouden. De gegevens van deze kalveren werden niet gebruikt in de statistische analyse, daar ze niet de gehele periode aan dezelfde proefbehandeling waren onderworpen.

Het Hb-gehalte in het bloed van de kalveren werd regelmatig gecontroleerd middels laboratoriumanalyses. De bepaling vond tijdens de eerste twee rondes in proef 1 in totaal viermaal plaats, op 3, 7, 13 en 18 weken leeftijd. In de andere twee rondes van die proef en in beide rondes van proef 2 werden alle kalveren met intervallen van vier weken gecontroleerd, op dezelfde dag als het wegen. Alleen de gegevens van de 4-wekelijkse controle werden gebruikt in de statistische analyse. Behandeling met een ijzerpreparaat volgde indien het Hb-gehalte lager was dan de norm voor witveeskalveren om bloedarmoede tegen te gaan. Dit gehalte moet bij slachtrijpe kalveren gemiddeld in een koppel minimaal 4,5 mmol/l zijn (Kalverbesluit, 1997).

Ook was bij de laatste twee rondes van proef 1 en in beide rondes van proef 2 een aanvullende 4-wekelijkse controle op oplopen (trommelzucht) ingesteld, die ook op de weegdag werd uitgevoerd door één beoordelaar. Er werd bij alle kalveren vastgesteld of en in welke mate er sprake was van oplopen door aan de linkerzijde van het kalf het gebied tussen de ribben en de heup visueel te beoordelen. Normaal is dit gebied meer of minder ingevallen, ook wanneer de pens goed gevuld is met voer. Bij oplopen verdwijnt dit en ontstaat een welving op de aangegeven plaats. Meestal verdwijnt deze vanzelf weer in de loop van de dag. In extreme gevallen is een grote bult zichtbaar. Onmiddellijke behandeling (intuberen) is dan noodzakelijk om het kalf te redden. De gebruikte scoretabel staat in tabel 7.

Tabel 7 Scoretabel bij beoordeling oplopen

Score	Mate van oplopen
0	Niet
1	Gering (gebied tussen rib en heup staat strak of vertoont kleine welving)
2	Ernstig (gebied tussen rib en heup vertoont grote welving)
3	Zeer ernstig (gebied tussen rib en heup vertoont zeer grote welving, directe ingreep nodig)

2.5.6 Pathologisch onderzoek van pens en lebmaag

Tijdens het slachten werden de pens en lebmaag van alle kalveren verzameld voor macroscopisch onderzoek door een veterinaire patholoog. Hierbij werd de ontwikkeling van de pensmucosa (penswand) kwalitatief beoordeeld, waarbij met name het aantal villi (pensvlokken) bepalend was. Drie scores werden gehanteerd: goed, middelmatig of slecht. Daarnaast werd het gewicht van de lege pens bepaald. Ook werd gekeken naar haarballen in de pens. De incidentie hiervan, dat wil zeggen het percentage kalveren waarbij één of meerdere haarballen werden gevonden, wordt weergegeven in de resultaten.

De lebmaagwand werd beoordeeld op de aanwezigheid van maagzweren en erosies. Een maagzweer wordt gekenmerkt door een scheuring van het epitheel tot aan de onderhuid. Een erosie wordt gedefinieerd als een ontsteking met gedeeltelijk verlies van epitheel. Ook voor deze kenmerken wordt de incidentie weergegeven in de resultaten.

In proef 2 konden geen pathologische gegevens worden verzameld van in totaal 32 kalveren (zie ook paragraaf 2.5.2). Een statistische analyse van betreffende kenmerken kon daardoor in deze proef niet worden uitgevoerd.

2.6 Statistische gegevensverwerking

De gegevens werden statistisch geanalyseerd met behulp van het programma GENSTAT (1993). De experimentele eenheid was het groepshok, wat inhoudt dat het groepsgemiddelde gebruikt werd als kleinste eenheid voor toetsing.

De gegevens betreffende groei, voeropname, slachtkwaliteit, vleeskwaliteit en gezondheid werden met de procedure ANOVA, een variantieanalyse voor normaal verdeelde gegevens, getoetst. Met behulp van de procedure GLM, een variantieanalyse voor binomiaal verdeelde gegevens, werd het aantal uitvallers en het aantal met medicijnen behandelde kalveren getoetst. De slachresultaten (KGG, aanhoudingspercentage, beveesheid, vetbedekking en karkaskleur) in proef 2 werden vanwege het niet in balans zijn van de gegevensset getoetst met de procedure REML.

Het gedrag werd geanalyseerd met de procedure GLM. Dit was ook het geval voor de incidentie van haarballen in de pens en laesies in de lebmaag. Het gewicht van de pens en de grootte van de laesies werden met de procedure ANOVA getoetst.

De weergave van de resultaten is per hoofdeffect (bijvoorbeeld ruwvoersoort, zie tabel 3.1). Bij de resultaten wordt (indien van toepassing) een standaardafwijking ("sem") gegeven. Wanneer er sprake is van een significante interactie wordt deze nader omschreven en wordt aangegeven welke verschillen werden gevonden.

3 Resultaten

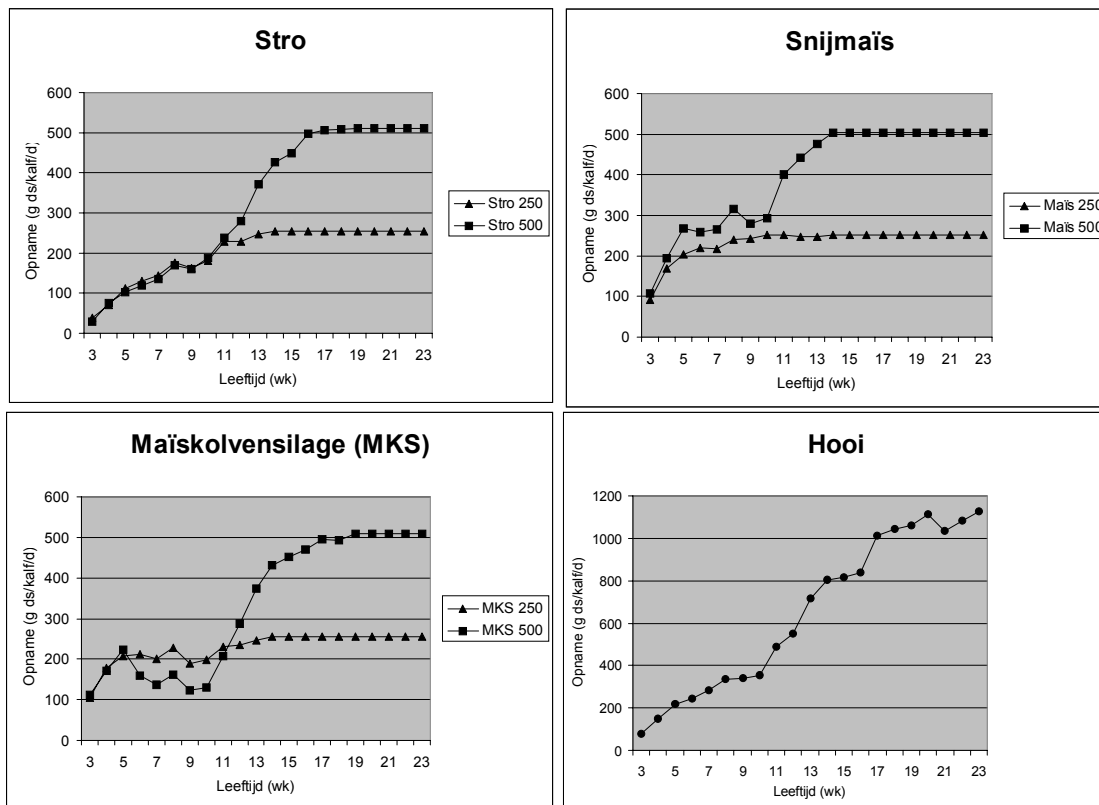
3.1 Proef 1

3.1.1 Melk- en ruwvoeropname

De totale melkopname in de gehele afmestperiode was circa 287 kg ds per kalf, ofwel 296 kg product, waarvan ongeveer 39 kg startmelk. Het gemiddelde percentage melkrest bedroeg 0,64% waarbij geen verschillen tussen proefbehandelingen werden gevonden.

De ruwvoeropname, die twee weken na aankomst op het bedrijf startte, was circa 80 g ds per kalf per dag tijdens de eerste week van ruwvoergift en bereikte het maximum van 250 g ds of 500 g ds op een leeftijd van respectievelijk 8-12 weken en 12-17 weken, afhankelijk van het ruwvoertype (zie figuur 2). Hooi werd onbeperkt gevoerd. De opname hiervan was aan het eind van de afmestperiode circa 1,1 kg ds per kalf per dag.

Figuur 2 Ruwvoeropname tijdens het afmesten in proef 1



De gemiddelde dagelijkse ruwvoeropname was verschillend voor de factor ruwvoersoort en hoeveelheid, maar niet voor structuurvorm. Er werd wezenlijk meer snijmaïs (MAIS) opgenomen dan stro (STRO) en maïskolvensilage (MKS), maar de opname van hooi (HOOI) was het hoogst (zie tabel 8). Bij de hoge ruwvoergift was de gemiddelde dagelijkse opname 351 g ds en bij de lage ruwvoergift 222 g ds per kalf per dag. Door de verschillen in ijzergehalte (Fe-gehalte) en voederwaarde (metabolische energie (ME)) van de ruwvoersoorten verschilden ook de dagelijkse opnamen hiervan wezenlijk tussen ruwvoersoorten en hoeveelheden. De opname aan Fe en ME was bij STRO wezenlijk lager dan bij MAIS en MKS. Het was het hoogst bij de controlebehandeling HOOI. De Fe-opname bij de controlebehandeling waarbij extra ijzer werd gegeven (MELK+) was lager dan bij HOOI maar hoger dan bij de overige ruwvoersoorten.

Tabel 8 Gemiddelde dagelijkse ds-, Fe-, en ME-opname uit ruwvoer en melk per ruwvoersoort in proef 1

	N	Opname ruwvoer (g ds/kalf/d)	Opname Fe (mg/kalf/d)	Opname ME (MJ/kalf/d)
<u>Ruwvoersoort</u>				
STRO	16	264 ^a	66 ^b	36,3 ^b
MAIS	16	315 ^b	104 ^c	38,2 ^c
MKS	16	280 ^a	103 ^c	38,1 ^c
± sem		6,2	1,8	0,06
<u>Controle</u>				
MELK	4	-	26 ^a	35,0 ^a
MELK+	4	-	127 ^d	35,0 ^a
HOOI	4	652 ^c	201 ^e	40,8 ^d
± sem		12,5	3,7	0,12

^{a,b,c,d,e} Verschillende letters geven een significant verschil aan binnen een kolom (P<0,05)

3.1.2 Groei en slachtkwaliteit

Ruwvoersoort en hoeveelheid waren van invloed op de groei. Verschillen per structuurvorm werden niet gevonden. Het bleek (zie tabel 9), dat kalveren bij de STRO behandeling een gelijke groei vertoonden als kalveren die geen ruwvoer kregen (MELK en MELK+). Bij MAIS en MKS was de groei wezenlijk groter, maar onderling verschilden deze behandelingen niet. De hoogste groei werd bereikt bij HOOI. De gemiddelde groei was bij 250 en 500 g ds respectievelijk 1169 en 1213 g per dag.

Tabel 9 Gemiddelde groei en slachtkwaliteit in proef 1

	N	Groei (g/d)	Eindgewicht (kg)	KGG (kg)	Aanhouding (%)	Vlees ¹	Vet ¹	Karkaskleur ²
<u>Ruwvoersoort</u>								
STRO	16	1149 ^a	232 ^a	137 ^a	59,2 ^b	4,9 ^a	6,0 ^a	4,8 ^a
MAIS	16	1212 ^b	242 ^b	146 ^b	60,3 ^{cd}	5,1 ^a	6,4 ^{bc}	5,8 ^b
MKS	16	1212 ^b	242 ^b	145 ^b	59,9 ^c	5,0 ^a	6,5 ^c	5,8 ^b
± sem		7,7	1,2	0,8	0,17	0,11	0,12	0,10
<u>Controle</u>								
MELK	4	1121 ^a	227 ^a	139 ^a	61,1 ^d	5,4 ^a	5,9 ^{ab}	4,6 ^a
MELK+	4	1134 ^a	230 ^a	138 ^a	60,2 ^{cd}	4,8 ^a	5,7 ^a	7,6 ^c
HOOI	4	1260 ^c	250 ^c	146 ^b	58,4 ^a	5,1 ^a	6,4 ^{bc}	7,2 ^c
± sem		15,4	2,5	1,7	0,34	0,23	0,23	0,21

^{a,b,c,d} Verschillende letters geven een significant verschil aan binnen een kolom (P<0,05)

¹ Bepaald volgens de (S)EUROP-classificatie, waarbij:

..., 5=0^o, 6=0⁺, 7=R; etc. voor bevelesheid;

..., 5=2^o, 6=2⁺, 7=3; etc. voor vetbedekking

² Kleurschaal van 1-10 (respectievelijk "wit"- "rood") volgens Hulsegge *et al.* (1996)

Het levend eindgewicht, het koud geslacht gewicht (KGG), het aanhoudingspercentage, de vetbedekking en de karkaskleur waren afhankelijk van de factor ruwvoersoort (zie tabel 9). STRO resulteerde in een gelijk levend eindgewicht als MELK en MELK+, maar het was lager dan bij MAIS en MKS, die onderling niet verschilden, en HOOI. Deze verschillen waren ook aanwezig bij het KGG, hoewel door een lager aanhoudingspercentage bij HOOI het KGG bij deze behandeling niet verschildend was van MAIS en MKS. Het aanhoudingspercentage was bij STRO hoger dan bij HOOI, maar wezenlijk lager dan bij de overige ruwvoerbehandelingen. De vetbedekking was een halve subklasse beter wanneer energierijker ruwvoer werd verstrekt in vergelijking met energiearm ruwvoer zoals stro of geen ruwvoer. De karkaskleur was niet verschildend voor STRO en MELK. Het was donkerder bij MAIS en MKS, die onderling niet verschilden, en nog donkerder bij MELK+ en HOOI.

De bevelesheid was niet afhankelijk van het ruwvoertype, maar wel van de gevoerde hoeveelheid. De grote hoeveelheid leidde tot iets beter bevelesde karkassen dan de kleine hoeveelheid, maar dit verschil was klein (respectievelijk 5,1 vs. 4,8, ofwel beide 0^o). De hoeveelheid had ook invloed op het KGG en de karkaskleur. Het KGG was hoger bij de grote hoeveelheid vergeleken met de kleine (respectievelijk 144 vs. 141 kg) en de

karkaskleur was iets donkerder (respectievelijk 5,7 vs. 5,2). Een effect van structuurvorm op slachtkwaliteit werd niet gevonden.

Er werd een significante interactie gevonden tussen ruwvoertype en hoeveelheid wat betreft karkaskleur. De kleur was gelijk bij beide hoeveelheden STRO, maar was bij MAIS en MKS donkerder (circa 0,6 eenheid) wanneer de grote hoeveelheid werd verstrekt in vergelijking met de kleine hoeveelheid.

Verder werd ook een effect van ruwvoersoort en hoeveelheid op de mestconsistentie en mestkleur waargenomen. Naarmate meer vezelrijk ruwvoer werd verstrekt werd de mest vaster, en bij een hogere Fe-opname werd de mest donkerder van kleur.

3.1.3 Vleeskwiteit

Fysisch-chemisch onderzoek

De ruwvoersoort en hoeveelheid hadden een effect op helderheid en roodheid van het vlees, maar niet op de geelheid. De resultaten van de eerste twee kenmerken waren goed in overeenstemming met de karkaskleur, die bepaald werd in het slachthuis. De kleur bij STRO was vergelijkbaar met die bij MELK. Het was donkerder c.q. roder bij MAIS en MKS, en het meest donker dan wel rood bij HOOI en MELK+ (zie tabel 10). Bij de grote hoeveelheid was het vlees donkerder en roder dan bij de kleine ruwvoerhoeveelheid (resp. 51,2 vs. 52,9 ± 0,37 en 11,9 vs. 10,9 ± 0,20).

Tabel 10 Helderheid en roodheid van het vlees in proef 1

	N	Helderheid ¹	Roodheid ²
Ruwvoersoort			
STRO	16	53,8 ^a	9,8 ^a
MAIS	16	51,1 ^b	12,2 ^a
MKS	16	51,3 ^b	12,2 ^a
± sem		0,45	0,24
Controle			
MELK	4	54,1 ^a	9,6 ^a
MELK+	4	46,8 ^c	15,5 ^a
HOOI	4	47,5 ^c	14,2 ^a
± sem		0,91	0,48

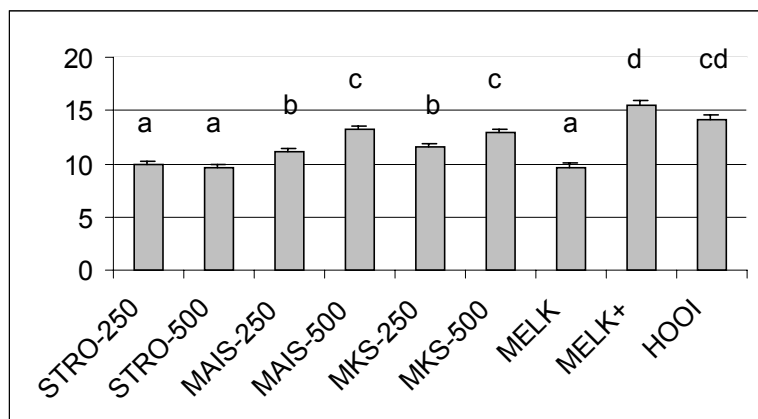
^{a,b,c} Verschillende letters geven een significant verschil aan binnen een kolom (P<0,05)

¹ L*-waarde: schaal 0 (zwart) tot 100 (wit)

² a*-waarde: schaal -60 (groen) tot +60 (rood)

Net als bij de karkaskleur werd voor roodheid een interactie gevonden tussen ruwvoersoort en hoeveelheid. De resultaten waren ook in dit geval in overeenstemming met elkaar. Verdubbeling van de hoeveelheid stro leidde niet tot roder vlees. Bij verdubbeling van de hoeveelheid MAIS en MKS was dat wel het geval (zie figuur 3). De structuurvorm had geen verschillen in vleeskleur tot gevolg.

Figuur 3 Roodheid weergegeven per ruwvoersoort en hoeveelheid in proef 1 (a,b,c,d: P<0,05)

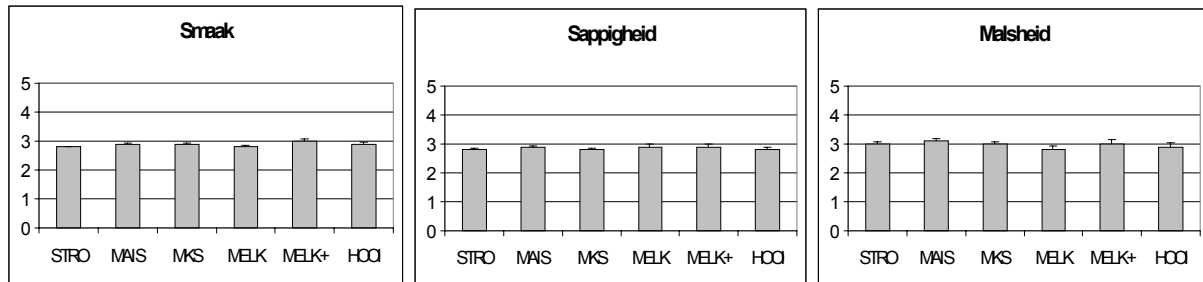


Het vleesmonster bevatte gemiddeld 23,8% drogestof. In het gevriesdroogde vleesmonster werd gemiddeld 88,8% eiwit, 6,6% vet en 4,5% as gevonden. De gemiddelde pH van het vlees was 5,6. Het kookverlies was circa 30,4% op basis van gewicht en 25,2% op basis van oppervlakte. Verschillen tussen proefbehandelingen wat betreft voorgaande kenmerken werden niet gevonden. De scheurweerstand was gemiddeld 3,9 kg/cm². Bij dit kenmerk werd alleen een effect van hoeveelheid ruwvoer gevonden. De kleine hoeveelheid resulteerde in een iets hogere scheurweerstand dan de grote hoeveelheid (respectievelijk 3,9 vs. 3,6 ± 0,12 kg/cm²; P<0,05).

Sensorisch onderzoek

Verstrekking van ruwvoer (soort, hoeveelheid en structuurvorm) had geen effect op de smaak, sappigheid en malsheid van het vlees volgens de beoordeling van het ervaren smaakpanel. De gemiddelden waren respectievelijk 2,9, 2,9 en 3,0 (zie figuur 4).

Figuur 4 Smaak, sappigheid en malsheid van het vlees in proef 1



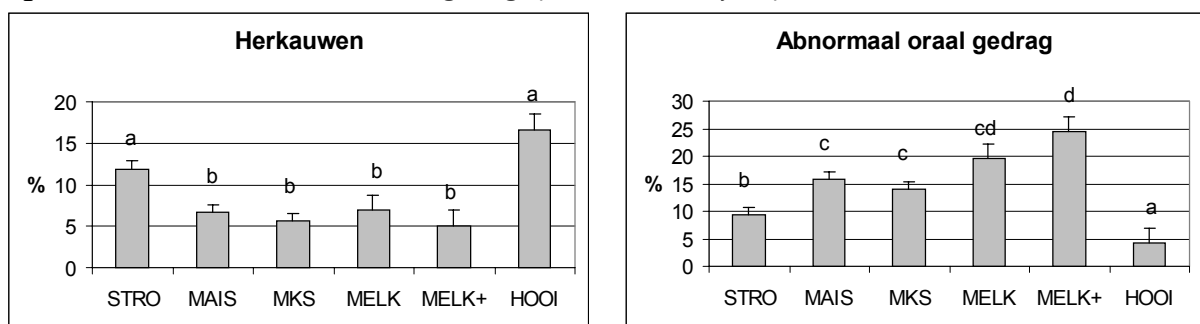
3.1.4 Gedrag

Het herkauwen en abnormaal oraal gedrag waren invers gerelateerd. Dat wil zeggen, dat die ruwvoersoorten die meer herkauwen tot gevolg hadden in minder abnormaal oraal gedrag resulteerden en omgekeerd (zie figuur 5). De kalveren die STRO kregen besteedden op een leeftijd van 22 weken meer tijd per dag aan herkauwen dan bij MAIS en MKS het geval was. Deze verschilden niet van het percentage bij MELK en MELK+. Overigens is het opmerkelijk dat bij deze controlebehandelingen zonder ruwvoerverstrekking toch herkauwen voorkwam. In dit geval kan beter gesproken worden over “schijnherkauwen”. Bij HOOI werd herkauwen het meest gezien, maar dit percentage verschilde niet significant van dat bij STRO.

Abnormaal oraal gedrag kwam het minst vaak voor bij HOOI (zie figuur 5). Het werd bij STRO vaker gezien, maar significant minder vaak dan bij de overige behandelingen. Bij de controlebehandelingen met alleen melk kwam het het meest voor.

Effecten van ruwvoerhoeveelheid en structuurvorm op gedrag werden op de leeftijd van 22 weken niet gevonden.

Figuur 5 Herkauwen en abnormaal oraal gedrag op 22 weken leeftijd in proef 1 (a,b,c,d: P<0,05)



Op een leeftijd van 22 weken werd bij alle proefbehandelingen met beperkte ruwvoerverstrekking het ruwvoer geheel opgenomen. Bij 60% van alle hokken was de eetduur kleiner dan 100 minuten. Na een eetduur van 400 minuten was bij 93% van alle hokken het ruwvoer geheel opgenomen. Slechts bij 3 hokken van de 48 met beperkte ruwvoerverstrekking (proefbehandeling met STRO (1x) en MAIS (2x)) werd aan het eind van de waarnemingsperiode (17.30 uur) nog voer in de trog aangetroffen. Type ruwvoer en structuurvorm hadden geen effect op de gemiddelde eetduur (141 ± 37 min.), maar hoeveelheid wel. Het maximum van 250 g ds per kalf per

dag was ruim anderhalf uur eerder geheel opgenomen dan het maximum van 500 g ds (respectievelijk 90 vs. 192 ± 30 min.).

Aan het eind van de afmestperiode werd ook een tendens ($P < 0,10$) gevonden, dat kalveren die geen ruwvoer konden opnemen zichzelf en hokgenoten meer belikten dan kalveren die wel ruwvoer verstrekt kregen.

3.1.5 Gezondheid

In totaal vijf kalveren stierven tijdens de proef, waarvan twee in de week na aankomst op het bedrijf, dus voordat de ruwvoergift was begonnen. Eén kalf (MAIS-F 500) stierf aan maagdarmproblemen (verstopping) op 10 weken leeftijd, en twee kalveren (STRO 250 en STRO 500) stierven na te zijn opgelopen. Na sectie bleken beide kalveren een beschadiging in de lebmaagwand te hebben. Verder had één kalf (MKS-F 250) ernstige luchtwegproblemen vlak voor de kalveren in groepen zouden worden gehouden. Deze werd vervangen en stierf twee weken later. De uitval, die 2% bedroeg, kon niet worden toegeschreven aan verschillen in proefbehandelingen.

Ruwvoertype, hoeveelheid en structuurvorm resulteerden niet in verschillen in percentage luchtwegproblemen of overige aandoeningen en ziekten. Een uitzondering was het hemoglobinegehalte (Hb-gehalte) en de behandeling met extra ijzer om het gehalte weer op de norm te krijgen, waarop het type ruwvoer en de gevoerde hoeveelheid uiteraard wel een invloed hadden. Bij STRO was het gemiddelde Hb-gehalte tijdens de afmestperiode gelijk aan de controlebehandeling MELK (zie tabel 11). Bij de overige soorten en MELK+ was dit hoger. Het percentage behandeldagen met extra ijzer gaf in het algemeen het omgekeerde beeld te zien. Gemiddeld over de gehele afmestperiode was dit percentage 5,3%. Het Hb-gehalte aan het eind van de afmestperiode was gelijk bij STRO en MELK, wat hoger bij MAIS en MKS en het hoogst bij MELK+ en HOOI. Deze gehalten waren in overeenstemming met de karkaskleur (zie tabel 9). In vergelijking met de kleine hoeveelheid ruwvoer resulteerde de grote hoeveelheid in een iets hoger gemiddeld Hb-gehalte (5,9 vs. 6,1 mmol/l) en eind Hb-gehalte (5,2 vs. 5,8 mmol/l).

Tabel 11 Gemiddeld Hb-gehalte tijdens afmesten en het Hb-gehalte vlak voor slachten in proef 1

	N	Gemiddeld Hb-gehalte (mmol/l)	Hb-gehalte vlak voor slachten (mmol/l)
<u>Ruwvoersoort</u>			
STRO	16	5,4 ^a	4,6 ^a
MAIS	16	6,4 ^c	5,9 ^b
MKS	16	6,2 ^b	5,9 ^b
± sem		0,08	0,09
<u>Controle</u>			
MELK	4	5,6 ^a	4,8 ^a
MELK+	4	7,3 ^d	7,1 ^c
HOOI	4	6,7 ^c	7,1 ^c
± sem		0,16	0,18

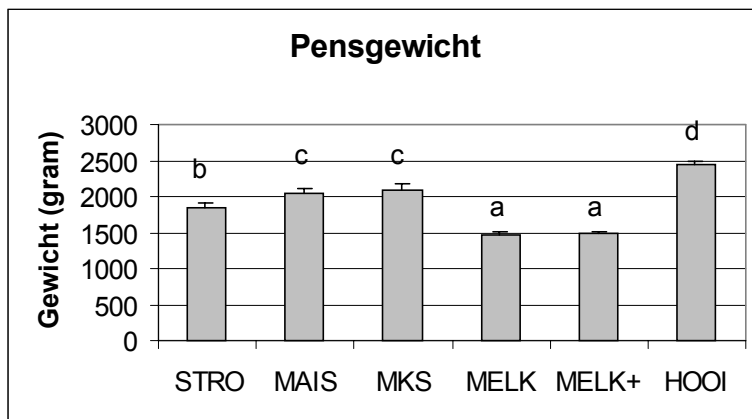
^{a,b,c,d} Verschillende letters geven een significant verschil aan binnen een kolom ($P < 0,05$)

Overigens werden alle kalveren minimaal éénmaal behandeld tegen een te laag Hb-gehalte alsook tegen luchtwegproblemen. Het gemiddelde percentage behandeldagen voor luchtwegproblemen was 6,0% van het totale aantal mestdagen. Voor de overige aandoeningen en ziekten, waaronder diarree, was dat 0,1%. Sommige kalveren in de proefbehandelingen MAIS en MKS kregen last van oplopen vanaf een leeftijd van 18 weken, terwijl dit bij de overige ruwvoertypen en alleen melk nooit werd gezien. Op genoemde leeftijd hadden respectievelijk 4 en 7 van de in totaal 40 kalveren per ruwvoertype er in geringe mate last van op de beoordelingsdag. Op 22 weken leeftijd was dit toegenomen tot 9 en 12 kalveren, respectievelijk, ook in geringe mate. Overigens verdween dit verschijnsel in alle gevallen zonder een ingreep te hoeven toepassen.

3.1.6 Pathologisch onderzoek van pens en lebmaag

Pensgewicht, ontwikkeling pensmucosa en haarballen

Ruwvoerverstrekking had een wezenlijke verhoging van het pensgewicht in vergelijking met controlebehandelingen met alleen melk tot gevolg. Er werden daarnaast verschillen tussen ruwvoersoorten gevonden wat betreft het pensgewicht. Bij HOOI werd het hoogste gewicht gemeten en daarbij werd middels de macroscopische beoordeling de beste ontwikkeling van de mucosa aangetroffen (zie figuur 6).

Figuur 6 Pensgewicht en procentuele verdeling over drie beoordelingsklassen van pensmucosa in proef 1**Beoordeling pensmucosa (%)**

	STRO	MAIS	MKS	MELK	MELK+	HOOI
GOED	0	44	33	0	0	63
MIDDEL	20	34	42	0	5	37
SLECHT	80	24	25	100	95	0

^{a,b,c,d} Verschillende letters geven een significant verschil aan ($P < 0,05$)

Over alle ruwvoerbehandelingen heen (inclusief controles) leek het pensgewicht gerelateerd te zijn aan de ontwikkeling van de pensmucosa: bij voeders die een beter ontwikkelde pensmucosa gaven werd een hoger pensgewicht waargenomen.

Ook werd een effect van ruwvoerhoeveelheid op pensgewicht gevonden, maar niet van structuurvorm. Bij de opname van 500 g ds was het gewicht 2122 ± 31 gram, terwijl deze 1862 ± 31 gram was bij 250 g ds per kalf per dag.

Bij MELK en MELK+ lag het percentage kalveren waarbij één of meer haarballen in de pens werd aangetroffen op 85%. Verstrekking van ruwvoer resulteerde in een drastische afname van dit percentage ($P < 0,05$). Bij MAIS en MKS was het gereduceerd tot respectievelijk 14 en 30% van de kalveren. Dit percentage daalde tot 0% bij STRO en HOOI. Ook structuurvorm had een effect op het percentage kalveren met haarballen in de pens. Bij de gemalen variant lag dit op 20% versus 9% bij het gehakselde voer. Hoeveelheid ruwvoer had geen effect.

Laesies in de lebmaag

Bij alle behandelingen werden laesies in de lebmaag aangetroffen. Dit betroffen zowel erosies als maagzweren (ulcera). Het percentage kalveren met erosies (één of meerdere) was hoger bij STRO vergeleken met MAIS, MKS en MELK (zie tabel 12). Er was echter geen verschil met MELK+ en HOOI (beide 30%), die beide niet verschillend waren van de overige behandelingen.

Het percentage kalveren met ulcera (één of meerdere) was bij respectievelijk MELK en MELK+ veel lager dan bij verstrekking van STRO, MAIS en MKS (zie tabel 10). Bij HOOI lag dit percentage op gelijk niveau met MELK en MELK+, en het was significant lager dan bij de overige ruwvoersoorten.

Een effect van ruwvoerhoeveelheid en structuurvorm werd niet gevonden.

Tabel 12 Percentage kalveren met laesies in de lebmaag in proef 1

Ruwvoersoort	N	Kalveren met erosies (%)	Kalveren met ulcera (%)
STRO	16	39 ^a	73 ^b
MAIS	16	25 ^b	65 ^b
MKS	16	20 ^b	78 ^b
Controle			
MELK	4	15 ^b	25 ^a
MELK+	4	30 ^{ab}	35 ^a
HOOI	4	30 ^{ab}	40 ^a

^{a,b} Verschillende letters geven een significant verschil aan binnen een kolom ($P < 0,05$)

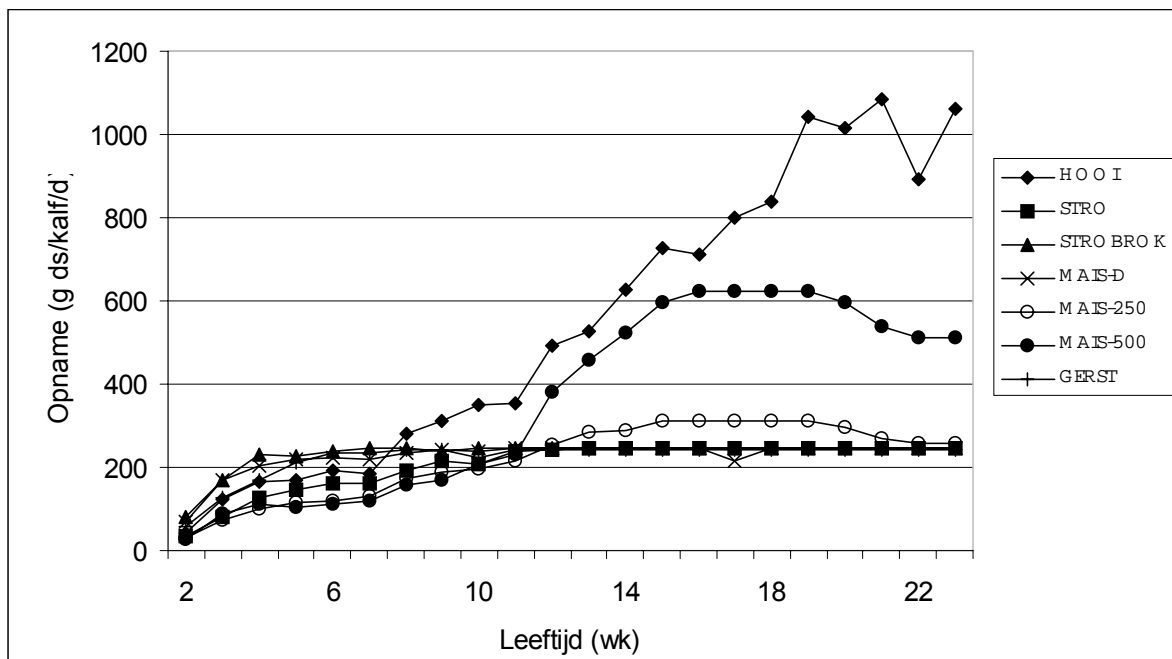
3.2 Proef 2

3.2.1 Melk-, ruwvoer- en wateropname

De totale melkopname was circa 285 kg ds per kalf, ofwel 294 kg product, waarvan ongeveer 42 kg startmelk. Het gemiddelde percentage melkrest bedroeg 0,90% waarbij geen verschillen tussen proefbehandelingen werden gevonden.

De ruwvoeropname, die één week na aankomst op het bedrijf startte, was circa 50 g ds per kalf per dag tijdens de eerste week van ruwvoergift en bereikte het maximum van 250 g ds op een leeftijd van 7-12 weken, afhankelijk van het ruwvoertype. Het maximum van 500 g ds verse snijmaïs werd op een leeftijd van 14 weken bereikt (zie figuur 7). Bij het tussentijds wisselen van kuil (op een leeftijd van 12 weken) werd bij de verse snijmaïs abusievelijk een verkeerd drogestofgehalte aangehouden bij de berekening van de nieuwe maximaal te verstrekken hoeveelheid product, waardoor gedurende ongeveer zes weken te veel drogestof werd verstrekt (tot ruim 300 en 600 g, respectievelijk). Hooi werd onbeperkt gevoerd en de opname was aan het eind van de afmestperiode ruim 1 kg ds per kalf per dag.

Figuur 7 Ruwvoeropname tijdens het afmesten in proef 2



Er werd een significant ruwvoereffect op de ruwvoeropname gevonden, dat verband hield met de maximaal gevoerde hoeveelheid. De gemiddelde dagelijkse drogestofopname bij stro (STRO), strobrok (STROBROK), gedroogde snijmaïs (MAIS-D), verse snijmaïs (maximaal 250 g ds/kalf/d) (MAIS-250) en geplette gerst (GERST) was niet verschillend (zie tabel 13). Het was volgens verwachting hoger bij verse snijmaïs (maximaal 500 g ds/kalf/d) (MAIS-500), en het hoogst bij hooi (HOOI), dat onbeperkt werd gevoerd (respectievelijk 361 en 545 g ds/kalf/d).

De gemiddelde dagelijkse ijzeropname was het laagst wanneer alleen melk (MELK) werd verstrekt en iets hoger bij GERST. Nog hoger lag de opname bij STRO, STROBROK en MAIS-250. Bij de gedroogde snijmaïs (MAIS-D) werd nog meer ijzer opgenomen, maar minder dan bij MAIS-500. Bij HOOI was de opname het hoogst (zie tabel 13).

De gemiddelde dagelijkse opname aan metabolische energie (ME) was bij MELK 34,6 MJ per kalf. Het verstrekken van STRO en STROBROK naast melk leidde tot een hogere opname, gevolgd door MAIS-D en MAIS-250. Het verstrekken van GERST resulteerde in een nog hogere ME-opname, die werd overtroffen door grotere hoeveelheden voer te verstrekken zoals bij MAIS-500 en HOOI het geval was (zie tabel 13).

Tabel 13 Gemiddelde dagelijkse ds-, Fe- en ME-opname uit ruwvoer en melk per ruwvoersoort in proef 2

	N	Opname ruwvoer (g ds/kalf/d)	Opname Fe (mg/kalf/d)	Opname ME (MJ/kalf/d)
<u>Ruwvoersoort</u>				
STRO	4	205 ^a	66 ^d	35,8 ^b
STROBROK	4	233 ^a	60 ^c	35,9 ^b
MAIS-D	4	227 ^a	78 ^e	36,9 ^c
MAIS-250	4	219 ^a	65 ^{cd}	36,7 ^c
MAIS-500	4	361 ^b	86 ^f	38,1 ^e
± sem		11,7	2,1	0,10
<u>Extra ruwvoersoort</u>				
GERST	2	221 ^a	40 ^b	37,3 ^d
± sem		16,6	2,9	0,14
<u>Controle</u>				
MELK	4	-	32 ^a	34,6 ^a
HOOI	4	545 ^c	146 ^g	39,4 ^f
± sem		11,7	2,1	0,10

^{a,b,c,d,e,f,g} Verschillende letters geven een significant verschil aan binnen een kolom (P<0,05)

De wateropname was gemiddeld 3,1 (range: 1,5 – 4,6) l per kalf per dag op acht weken leeftijd (start watergift) en liep op naar gemiddeld 23,9 (12,7 – 36,2) l aan het eind van de afmestperiode. Er zijn geen verschillen in wateropname tussen proefbehandelingen gevonden. Gemiddeld werd gedurende de gehele periode van waterverstrekking 11,3 l per kalf per dag verbruikt. Daarnaast werden geen effecten op drogestof-, ijzer- en metabolische energie-opname uit melk of ruwvoer gevonden. Wel is een significant leeftijdseffect gevonden. De wateropname nam met 13,4% toe wanneer de kalveren één week ouder werden. Ook werd een effect van buitentemperatuur gevonden. De gemiddelde temperatuur (24 uur) was circa 6°C aan het begin, rond de 12°C bij aanvang van de watergift en circa 17°C aan het eind van het afmesten, waarbij de temperatuur een paar weken voor het eind opliep tot circa 22°C. Bij het toenemen van de temperatuur met één graad Celsius nam de wateropname toe met 5,3%.

3.2.2 Groei en slachtkwaliteit

Er was in het algemeen een effect van ruwvoerbehandeling maar niet van drinkwaterverstrekking op de groei en slachtkwaliteit.

Tabel 14 Gemiddelde groei en slachtkwaliteit in proef 2

	N	Groei (g/d)	Eindgewicht (kg)	KGG (kg)	Aanhouding (%)	Vlees ¹	Vet ¹	Karkaskleur ²
<u>Ruwvoersoort</u>								
STRO	4	1132 ^{ab}	230 ^{ab}	135 ^a	59,6 ^b	4,8 ^a	5,5 ^a	5,1 ^{ab}
STROBROK	4	1177 ^{bc}	237 ^{bc}	140 ^{cd}	60,0 ^b	5,3 ^a	5,9 ^a	4,8 ^a
MAIS-D	4	1183 ^{bc}	238 ^{bc}	142 ^{cd}	59,7 ^b	5,2 ^a	6,1 ^a	5,2 ^{ab}
MAIS-250	4	1157 ^{abc}	234 ^{abc}	141 ^{cd}	60,0 ^b	5,4 ^a	6,3 ^a	5,3 ^{ab}
MAIS-500	4	1188 ^c	239 ^c	143 ^d	59,8 ^b	5,1 ^a	6,5 ^a	5,6 ^b
± sem		17,2	2,8	1,2	0,40	0,21	0,28	0,19
<u>Extra ruwvoersoort</u>								
GERST	2	1137 ^{abc}	230 ^{abc}	142 ^{cd}	61,5 ^b	5,1 ^a	6,1 ^a	5,2 ^{ab}
± sem		24,4	3,9	1,6	0,57	0,29	0,39	0,27
<u>Controle</u>								
MELK	4	1106 ^a	226 ^a	136 ^{ab}	60,4 ^b	5,0 ^a	6,0 ^a	5,0 ^{ab}
HOOI	4	1194 ^c	240 ^c	139 ^{bc}	57,8 ^a	5,0 ^a	5,8 ^a	7,0 ^c
± sem		17,2	2,8	1,2	0,40	0,21	0,28	0,19

^{a,b,c,d} Verschillende letters geven een significant verschil aan binnen een kolom (P<0,05)

¹ Bepaald volgens de (S)EUROP-classificatie, waarbij:

..., 5=0^o, 6=0⁺, 7=R; etc. voor beveleedheid;

..., 5=2^o, 6=2⁺, 7=3; etc. voor vetbedekking

² Kleurschaal van 1-10 (respectievelijk "wit"- "rood") volgens Hulsegge *et al.* (1996)

De groei bij STRO, MAIS-250 en GERST was vergelijkbaar met die bij MELK. De groei bij STROBROK, MAIS-D, MAIS-500 en HOOI was hoger, maar onderling niet verschillend (zie tabel 14). Hetzelfde gold voor het levend eindgewicht. Over het algemeen waren ook de KGG resultaten hiermee in overeenstemming, hoewel voor dit kenmerk alleen STRO van de ruwvoerbehandelingen gelijk was aan MELK. De overige ruwvoerders resulteerden in een hoger KGG die onderling niet verschilden. Daarnaast had door een lager aanhoudingspercentage dan de rest ook HOOI een gelijk KGG als MELK.

Er werden geen verschillen in bevelesdheid en vetbedekking gevonden. De kleur verschilde niet tussen MELK en de ruwvoerbehandelingen waarvan een maximum hoeveelheid van 250 g ds per kalf per dag werd gegeven (STRO, STROBROK, MAIS-D, MAIS-250, GERST). Bij MAIS-500 was de kleur wat donkerder, maar alleen wezenlijk verschillend van STROBROK. Bij HOOI was de kleur donkerder dan bij alle andere proefbehandelingen.

Er werd een effect van waterverstrekking gevonden op aanhoudingspercentage. Bij watergift was dit percentage iets lager dan wanneer geen water werd aangeboden (59,2 vs. 60,0%; $P < 0,05$).

Verder werd ook in deze proef een effect van ruwvoersoort op de mestconsistentie en mestkleur waargenomen. Evenals in proef 1 werd naarmate meer vezelrijk ruwvoer werd verstrekt, de mest vaster, en bij een hogere Fe-opname werd de mest donkerder van kleur. Bij wateropname bleek de vloer iets meer bevuild te zijn door natte mestplekken dan wanneer geen water kon worden opgenomen.

3.2.3 Vleeskwaliteit

Fysisch-chemisch onderzoek

De ruwvoersoort had een effect op de lichtheid en roodheid van het vlees, maar niet op de geelheid. De resultaten van beide kenmerken waren in overeenstemming met de karkaskleur, die bepaald werd in het slachthuis. De lichtheid en roodheid van het vlees was gelijk bij alle proefbehandelingen, behalve bij HOOI, dat significant donkerder dan wel roder van kleur was dan de overige soorten (zie tabel 15). Watergift had geen effect op de vleeskleurparameters.

Tabel 15 Helderheid en roodheid van het vlees in proef 2

	N	Helderheid ¹	Roodheid ²
<u>Ruwvoersoort</u>			
STRO	4	52,5 ^a	10,9 ^a
STROBROK	4	51,6 ^a	11,2 ^a
MAIS-D	4	52,4 ^a	9,6 ^a
MAIS-250	4	52,7 ^a	10,2 ^a
MAIS-500	4	52,2 ^a	11,1 ^a
± sem		1,58	0,97
<u>Extra ruwvoersoort</u>			
GERST	2	52,7 ^a	9,0 ^a
± sem		2,23	1,37
<u>Controle</u>			
MELK	4	51,4 ^a	10,9 ^a
HOOI	4	46,6 ^b	14,4 ^b
± sem		1,58	0,97

^{a,b} Verschillende letters geven een significant verschil aan binnen een kolom ($P < 0,05$)

¹ L*-waarde: schaal 0 (zwart) tot 100 (wit)

² a*-waarde: schaal -60 (groen) tot +60 (rood)

Het vleesmonster bevatte gemiddeld 28,4% drogestof. In het gevriesdroogde vleesmonster werd gemiddeld 90,1% eiwit, 5,3% vet en 4,6% as gevonden. De gemiddelde pH van het vlees was 5,6. Het kookverlies was circa 29,0% op basis van gewicht en 33,3% op basis van oppervlakte. De scheurweerstand was gemiddeld 4,4 kg/cm². Verschillen tussen proefbehandelingen werden niet gevonden voor genoemde kenmerken.

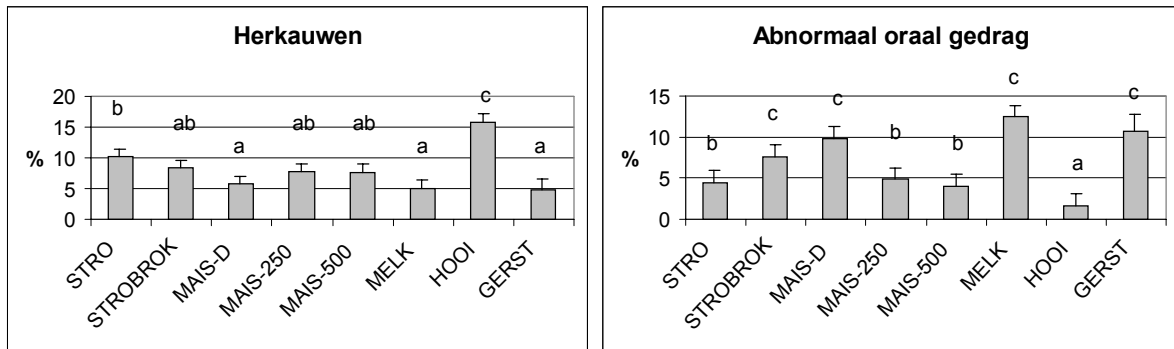
Sensorisch onderzoek

Verstrekking van ruwvoer of watergift had geen effect op de smaak, sappigheid en malsheid van het vlees volgens de beoordeling van het ervaren Italiaanse smaakpanel. De gemiddelde waarden waren respectievelijk 2,2, 2,4 en 2,6.

3.2.4 Gedrag

Evenals in proef 1 werd in deze proef in het algemeen gevonden dat bij de ruwvoersoorten waarbij meer herkauwen voorkwam tegelijkertijd minder abnormaal oraal gedrag gezien werd (zie figuur 8). Bij HOOI werd het hoogste percentage herkauwen gevonden en werd het minst vaak abnormaal oraal gedrag gezien. Wat herkauwen betreft werden geen significante verschillen tussen de overige proefbehandelingen gevonden met uitzondering van STRO, waarbij dit gedrag meer voorkwam dan bij MELK, GERST en MAIS-D. Abnormaal oraal gedrag kwam bij STRO, MAIS-250 en MAIS-500 vaker voor dan bij HOOI. Dit type gedrag werd echter het meest gezien bij MAIS-D, STROBROK, GERST en MELK (zie figuur 8). Er werd geen effect van watergift op deze gedragsparameters gevonden.

Figuur 8 Herkauwen en abnormaal oraal gedrag aan het eind van de afmestperiode in proef 2 (a,b,c: $P < 0,05$)



In deze proef werd ook naar urinedrinken en preputiumzuigen gekeken. Er werd geen effect van ruwvoer of water hierop gevonden. Wel werd duidelijk dat dit gedrag afhankelijk was van het activiteitenpatroon van de kalveren: het kwam voornamelijk voor in de periode rondom de melkverstrekking, wanneer veel kalveren stonden en bezig waren (geweest) met de melkopname.

3.2.5 Gezondheid

Twee kalveren stierven op een leeftijd van 16 weken als gevolg van oplopen (bij HOOI met water en MAIS-500 zonder water). Eén kalf (HOOI met water) werd op een leeftijd van 8 weken vervangen wegens ernstige luchtwegproblemen. Dit kalf stierf vier weken later. De uitval, die 2% bedroeg, kon niet worden toegewezen aan verschillen in proefbehandelingen.

Ruwvoersoort en watergift resulteerden niet in verschillen in percentage luchtwegproblemen of overige aandoeningen en ziekten. Dit gold voor zowel het percentage behandeldagen (respectievelijk 1,0 en 0,6%) als voor het aantal kalveren dat minimaal éénmaal medisch werd behandeld (respectievelijk 40 en 21 van de 150 kalveren).

Wel werden verschillen in gemiddeld Hb-gehalte en Hb-gehalte aan het eind van de afmestperiode gevonden. Bij HOOI waren deze gemiddeld hoger dan bij de overige behandelingen, en aan het eind waren deze ook bij MAIS-500 hoger dan bij de resterende behandelingen behalve HOOI (zie tabel 16). Deze verschillen kwamen in het algemeen goed overeen met de verschillen in karkaskleur (zie tabel 14). Een verschil in het percentage behandeldagen met extra ijzer bij een te laag Hb-gehalte werd niet gevonden. Er was echter één kalf dat het analysesresultaat erg beïnvloedde. Dit was het kalf, dat op een leeftijd van 8 weken werd vervangen zoals eerder omschreven (proefbehandeling HOOI met water). Werde dit dier buiten de analyse gehouden dan bleek bij HOOI significant minder vaak behandeld te zijn tegen een te laag Hb-gehalte dan bij de overige proefbehandelingen het geval was. Overigens was het aantal kalveren, dat één of meerdere keren behandeld werd ten gevolge van een te laag Hb-gehalte, bij HOOI ook duidelijker kleiner dan bij de overige proefbehandelingen (gemiddeld 2 vs. 4-5, respectievelijk).

In deze proef kwam oplopen nauwelijks voor. Op een leeftijd van 22 weken werd dit bij in totaal vier kalveren van verschillende behandelingen in geringe mate geconstateerd. Er was geen ingreep nodig.

Tabel 16 Gemiddeld Hb-gehalte tijdens afmesten en het Hb-gehalte vlak voor slachten in proef 2

	N	Gemiddeld Hb-gehalte (mmol/l)	Hb-gehalte vlak voor slachten (mmol/l)
<u>Ruwvoersoort</u>			
STRO	4	5,8 ^a	4,8 ^a
STROBROK	4	5,8 ^a	4,6 ^a
MAIS-D	4	5,9 ^a	4,8 ^a
MAIS-250	4	5,9 ^a	4,7 ^a
MAIS-500	4	6,0 ^a	5,5 ^b
± sem		0,10	0,18
<u>Extra ruwvoersoort</u>			
GERST	2	5,7 ^a	4,7 ^a
± sem		0,13	0,26
<u>Controle</u>			
MELK	4	5,8 ^a	4,3 ^a
HOOI	4	7,1 ^b	7,1 ^c
± sem		0,10	0,18

^{a,b,c} Verschillende letters geven een significant verschil aan binnen een kolom (P<0,05)

3.2.6 Pathologisch onderzoek van pens en lebmaag

Hoewel het pathologie onderdeel in deze proef niet statistisch getoetst werd leken de verzamelde gegevens omtrent pensgewicht en pensontwikkeling goed in overeenstemming te zijn met de gevonden resultaten in proef 1. Bij HOOI werd wederom in alle gevallen een goede pensontwikkeling gezien, terwijl dit bij MELK nooit het geval was. De beoordeling was bij STRO ook in deze proef wat minder goed dan bij MAIS.

4 Discussie

4.1 Effect van ruwvoerverstrekking

4.1.1 Melk-, ruwvoer- en wateropname

Uit de voeropname resultaten van zowel proef 1 als proef 2 blijkt, dat de witveeskalveren goed in staat waren om naast een volledig melkschema een (aanzienlijke) hoeveelheid ruwvoer op te nemen. Er werd bijna 300 kg melkpoeder per kalf verstrekt in 23 mestweken, wat goed vergelijkbaar is met wat in de praktijk gangbaar is. Er was minder dan 1% restmelk, en het niveau hiervan verschilde niet tussen de proefbehandelingen. Ook bij de behandeling, waarbij onbepikt hooi werd verstrekt, werd niet meer restmelk gevonden dan bij de overige. Het was verrassend te zien hoeveel van deze ruwvoersoort de kalveren konden verwerken: de hooiopname liep in beide proeven op tot zelfs meer dan 1 kg drogestof aan het eind van de afmestperiode. Het is een belangrijk resultaat, dat ruwvoerverstrekking niet leidde tot een reductie in melkopname, ongeacht welke soort en hoeveelheid ruwvoer gevoerd werd en de structuurvorm ervan, en of daarnaast drinkwater werd verstrekt.

In proef 1 werd gemiddeld meer snijmaïs opgenomen dan stro of maïskolvensilage. Dit hing samen met het opnameverloop. Bij snijmaïs werd voor beide hoeveelheden eerder het maximum bereikt dan bij stro en maïskolvensilage. Dit kon niet het gevolg zijn van verschillen in drogestofgehalte van de voersoorten, want door het drogen van snijmaïs en maïskolvensilage was dit voor alle voersoorten 85-90%. Verschil in samenstelling c.q. smaak en structuur kunnen wel een invloed hebben gehad. Verschil in structuurvorm alleen bleek echter niet als oorzaak aangewezen te kunnen worden, zoals bleek uit de resultaten. Stro bevatte meer structuur dan snijmaïs, maar minder koolhydraten, en het was waarschijnlijk minder smakelijk. Maïskolvensilage bevatte minder structuur dan snijmaïs en was zowel gehakseld als gemalen in zekere mate poederachtig, waardoor het waarschijnlijk minder makkelijk kon worden opgenomen door de jonge kalveren. Snijmaïs bevatte zowel vezelrijk materiaal als gekneusde en hele korrels en was smakelijk. Morisse *et al.* (1999) vonden ook dat wanneer een rantsoen voor witveeskalveren stro, dus veel vezels, maar nauwelijks benutbare koolhydraten bevatte, dit minder goed werd opgenomen dan wanneer het rantsoen naast vezels wel fermenteerbare koolhydraten bevatte. De gegeven hoeveelheden bedroegen in die studie in totaal circa 25 kg gepelleteerde voer naast een volledig melkschema. In proef 2 werd geen verschil in gemiddelde drogestof opname tussen de ruwvoersoorten gevonden, hoewel ook hier in de aanloopfase enige variatie te zien was. Bij verse snijmaïs (zowel de kleine als de grote hoeveelheid) liep de opname wat minder snel. Dit hangt waarschijnlijk samen met het grotere volume verstrekt voer in vergelijking met de snijmaïs in gedroogde vorm. Met name de voersoorten die in droge korrel-/brokvorm werden verstrekt (strobok, geplette gerst) werden sneller tot het maximum opgenomen door de jonge kalveren. Dit gold ook voor de gedroogde snijmaïs. Dit sluit aan bij de resultaten in proef 1.

4.1.2 Groei en slachtkwaliteit

De groeieresultaten sluiten goed aan bij de opnamen aan metaboliseerbare energie (ME). Bij die ruwvoersoorten waarbij meer energie was opgenomen was zoals verwacht ook de groei hoger en werd een hoger eindgewicht bereikt. Dit groeiverschil gold ook voor de kleine en grote ruwvoerhoeveelheid. Bij vergelijking van de groei van kalveren in de controlebehandelingen waarin onbepikt hooi werd verstrekt naast melk in beide proeven valt op dat deze lager is in proef 2. Het verschil bedraagt 66 g/d en 7 kg karkasgewicht. Het is mogelijk mede het gevolg van een iets mindere kwaliteit hooi (ME: 9,34 vs. 9,68 MJ/kg ds), waarbij de opname ook minder was.

Met name bij kalveren die hooi hadden opgenomen werd in het slachthuis in de meeste gevallen ruwvoer in de pens aangetroffen, terwijl de laatste ruwvoeropname 18-24 uur daarvoor had plaatsgevonden. Deze vulling speelde een rol bij de bepaling van het eindgewicht. Dit kon ook worden afgeleid uit het lagere aanhoudingspercentage bij deze ruwvoersoort in vergelijking met de overige voerbehandelingen. Er was echter geen effect van ruwvoer op beveesdheid in beide proeven. De vetbedekking was in proef 1 iets beter bij de energierijkere ruwvoersoorten.

Het effect van ruwvoersoort en hoeveelheid ruwvoer op de ijzeropname, het hemoglobinegehalte in het bloed en de karkaskleur vertoonden over het algemeen overeenkomsten in beide proeven. Bij die voeders waarbij de ijzeropname groter was zoals bij gedroogde snijmaïs en maïskolvensilage, en bij de grotere hoeveelheden (maximaal 500 g ds of onbepikt), was over het algemeen het hemoglobinegehalte in het bloed hoger en de karkaskleur donkerder dan bij de overige behandelingen.

Wat nader onderzoek behoort is in hoeverre ijzer uit ruwvoer ook daadwerkelijk door het kalf wordt benut, en vanaf welke concentratie er een meetbaar effect op de karkas-/vleeskleur is. Bij stro werd in proef 1 geen kleurverschil gevonden tussen de twee hoeveelheden, terwijl dit bij snijmaïs en maïskolvensilage wel het geval was. Bij deze laatste twee was het ijzergehalte in het ruwvoer veel hoger dan bij stro. Mogelijk was de ijzeropname uit beide hoeveelheden stro, dat een gemiddeld ijzergehalte had van 137 (gehakseld) en 188 (gemalen) mg/kg ds, beneden een bepaalde drempelwaarde waardoor geen meetbaar effect op de karkaskleur optrad, maar werd bij snijmaïs en maïskolvensilage, met beide gemiddelde ijzergehalten tussen 260 en 320 mg/kg ds, deze drempelwaarde wel overschreden, waardoor een effect op de karkaskleur zichtbaar werd. De overeenkomsten in hemoglobinegehalte en karkaskleur bij kalveren die stro of alleen melk kregen versterken deze suggestie. Een andere mogelijkheid is dat het ijzer uit stro minder goed werd benut dan dat uit de andere voersoorten. De resultaten in proef 2 bevestigen dit echter niet, want daar werden tussen de voersoorten bij gelijke hoeveelheden drogestof opname geen verschillen gevonden in hemoglobinegehalte en karkaskleur.

4.1.3 Vleeskwiteit

De vleeskwiteit was, met uitzondering van de vleeskleur, nauwelijks verschillend tussen de proefbehandelingen. De instrumenteel bepaalde vleeskleur sloot goed aan bij de karkaskleur, die in het slachthuis bepaald werd. Verder was de scheurweerstand van het vlees iets lager wanneer 500 g ds per kalf per dag werd gevoerd in vergelijking met 250 g ds in proef 1, wat iets gunstiger kan zijn voor de malsheid van het vlees. Voor de overige fysisch-chemisch bepaalde kenmerken werden in beide proeven geen verschillen gevonden. Structuurvorm waarin het ruwvoer werd verstrekt of watergift hadden geen effect op de vleeskwiteit.

Ook werden in het sensorische onderzoek, waarbij smaak, sappigheid en malsheid volgens vaststaande procedures (zie paragraaf 2.5.3) door een ervaren Italiaans smaakpanel werd beoordeeld, geen verschillen gevonden. Dit is een belangrijk resultaat, zeker gezien het feit dat het smaakpanel niet op de hoogte van de achtergrond en herkomst van het vlees was, en ook omdat in Italië een relatief grote afzetmarkt is voor kalfsvlees en daarmee ook veel kennis en ervaring op dit gebied.

4.1.4 Gedrag

Het percentage herkauwen was omgekeerd gerelateerd aan het percentage abnormaal oraal gedrag. Bij die proefbehandelingen waarbij meer herkauwen voorkwam werd tegelijkertijd minder abnormaal oraal gedrag gezien en omgekeerd. Herkauwen werd het meest gezien bij de behandelingen waarin gehakseld stro of onbeperkt hooi werd verstrekt. Bij de controlebehandelingen met alleen melk kwam het minder voor, evenals bij gedroogde snijmaïs, maïskolvensilage en geplette gerst. Het percentage dat gevonden werd bij verse snijmaïs en strobok lag hiertussen in en was niet significant verschillend van dat bij gehakseld stro, gedroogde snijmaïs, geplette gerst of alleen melk. Van de verstrekte ruwvoersoorten leidden alleen het voeren van gehakseld stro of onbeperkt hooi tot een wezenlijke toename in percentage herkauwen vergeleken met de behandelingen waarin alleen melk werd verstrekt. Overigens is het opmerkelijk dat wanneer alleen melk werd gevoerd, maar geen ruwvoer, de kalveren toch herkauwgedrag lieten zien. Dit wordt daarom ook wel schijnherkauwen genoemd. De behoefte om dit gedrag uit te voeren is van dusdanige omvang dat er ook zonder substraat vorm aan wordt gegeven (Broom, 1991).

Het percentage abnormaal oraal gedrag was bij onbeperkt hooi het laagst, gevolgd door gehakseld stro en verse snijmaïs. Deze soorten leidden tot een wezenlijke reductie van dit gedrag vergeleken met de behandelingen waarbij alleen melk werd verstrekt. Een effect van hoeveelheid ruwvoer en de structuurvorm op herkauwen en abnormaal oraal gedrag werd op 22 weken leeftijd niet gevonden.

Het voorkomen van abnormaal oraal gedrag bij kalveren die bijvoorbeeld geen ruwvoer in het rantsoen hebben, in kleine hokken zijn gehuisvest of geen sociale contacten met soortgenoten kunnen aangaan, is in de literatuur vaker beschreven. Het wordt gezien als een indicatie van verminderd welzijn van de dieren (Broom, 1991; Wierenga, 1987).

Opvallend was dat het percentage abnormaal oraal gedrag bij beide hoeveelheden verse snijmaïs niet verschilde van dat bij stro, dit in tegenstelling tot het hogere percentage bij gedroogde snijmaïs. Dit wekt de suggestie dat ook de tijd of intensiteit dat de kalveren bezig zijn met de opname een rol speelt bij het optreden van dit gedrag, omdat verse snijmaïs een veel groter volume had dan de gedroogde variant. Kooijman *et al.* (1991) suggereren ook dat de (duur van) kaak- en tongactiviteit tijdens de ruwvoeropname veel bijdragen aan het positieve effect van ruwvoeropname op het welzijn van witvleeskalveren.

Aan het eind van de afmestperiode werd in proef 1 een tendens gevonden voor verschil in het belikken van het eigen lichaam of dat van hokgenoten. Dit gedrag kan evenals orale stereotypieën in verband gebracht worden met een gebrek aan (voldoende) ruwvoer en ruimte. Wanneer alleen melk werd verstrekt maar geen ruwvoer lag dit percentage hoger.

Een effect van waterverstrekking op percentage herkauwen of abnormaal oraal gedrag werd niet gevonden.

4.1.5 Gezondheid

Er werd een effect van ruwvoersoort en hoeveelheid op het hemoglobinegehalte in het bloed geconstateerd en op de daarmee samenhangende behandeling met extra ijzer om dit gehalte op de geldende norm te krijgen. De minimum grens is 4,5 mmol/l als gemiddelde voor een koppel aan het eind van de afmestperiode, zoals wettelijk is vastgelegd in het Kalverenbesluit (1997). Deze grens is gesteld om het ontwikkelen van (ernstige) anemie (bloedarmoede) bij de kalveren te voorkomen. In een rapport opgesteld door de Animal Welfare Section van het Scientific Veterinary Committee (1995) worden verschillende onderzoeken aangehaald waaruit blijkt dat wanneer de bovengenoemde minimumgrens wordt aangehouden er, ondanks een zekere mate van bloedarmoede, geen nadelige gevolgen voor de groei en gezondheid werden gevonden. In proef 1 en 2 werden ook geen verschillen in gezondheid tussen proefbehandelingen gevonden, ondanks de grote verschillen in ijzeropname via het voer, bij handhaving van de minimum norm. Er waren wel verschillen in groei, maar die houden waarschijnlijk verband met de opname aan benutbare energie, zoals eerder vermeld, die een gelijke lijn vertoont met de ijzeropname. Dit blijkt ook uit het feit dat de groei niet verschillend was tussen de controlebehandelingen zonder en met een ijzersupplement in de melk.

De uitval tijdens het afmesten was 2% in beide proeven, wat goed vergelijkbaar is met in de praktijk gangbare percentages. Ruwvoertype, hoeveelheid, structuurvorm of watergift hadden geen effect op dit percentage. Ook werd geen effect van deze factoren op het percentage luchtwegproblemen en andere aandoeningen en ziektes gevonden. Er was nauwelijks sprake van diarree in beide proeven. Oplopen, ook wel trommelzucht genoemd, kwam in proef 1 aan het eind van de afmestperiode wel in geringe mate voor bij de gedroogde ruwvoersoorten snijmaïs en maïskolvensilage, maar niet bij stro, hooi of alleen melk. In proef 2 kwam oplopen slechts zelden voor.

4.1.6 Pens en lebmaag

Zowel soort als hoeveelheid ruwvoer hadden een effect op het pensgewicht. Dit pensgewicht leek gerelateerd te zijn aan de pensontwikkeling, ofwel het aantal villi (pensvlokken) per oppervlakte eenheid, in beide proeven. De pensontwikkeling werd visueel beoordeeld en ingedeeld in één van drie klassen: goed, middelmatig of slecht. Kalveren die onbeperkt hooi hadden opgenomen hadden zowel het hoogste pensgewicht als een hoog percentage goed ontwikkelde pensen en geen enkele slechte beoordeling. Bij alle andere proefbehandelingen in proef 1 was dit in meer of mindere mate wel het geval. Zoals verwacht was er bij de kalveren die alleen melk kregen geen of nauwelijks sprake van enige pensontwikkeling met een score van gemiddeld 98% slecht ontwikkelde pensen. Bij de kalveren die stro kregen was dit percentage echter ook hoog (80%). Bij gedroogde snijmaïs en maïskolvensilage werden zowel slecht als middelmatig, maar ook goed ontwikkelde pensen gevonden. Dit suggereert dat voor een goede pensontwikkeling niet alleen structuur in het voer noodzakelijk is, maar ook de aanwezigheid van andere componenten zoals gemakkelijk fermenteerbare koolhydraten, waardoor in de pens vluchtige vetzuren ontstaan, die de groei van penspapillen stimuleren. Dit werd ook gevonden door Morisse *et al.* (2000).

Het gewicht van de lege pens was hoger wanneer de grote hoeveelheid ruwvoer werd verstrekt vergeleken met de kleine hoeveelheid.

Uit de resultaten van met name de voerbehandeling met stro is duidelijk geworden dat een goede pensontwikkeling, zoals in beide proeven bepaald, en veel herkauwactiviteit niet hoeven samen te gaan. Een goede pensontwikkeling hoeft bij de voeding van witvleeskalveren geen doel op zich te zijn. Dat kalveren als herkauwers wel de mogelijkheid wordt geboden om tot een goede pensontwikkeling te komen, wordt echter wel belangrijk gevonden door de Animal Welfare Section van het Scientific Veterinary Committee (1995) en het komt als zodanig ook terug in het Kalverenbesluit (1997).

Al eerder is gebleken dat lebmaaglaesies bij alleen melk gevoerde witvleeskalveren een algemeen voorkomend verschijnsel zijn (Wiepkema *et al.*, 1987). Dit wordt bevestigd door de resultaten in dit onderzoek. Bij alle proefbehandelingen werden laesies in de lebmaag aangetroffen. Dit waren zowel erosies als maagzweren (ulcera). Erosies kwamen bij de verschillende ruwvoersoorten in gelijke mate voor en lag gemiddeld op 20%, met uitzondering van stro, waarbij het percentage hoger lag (39%). In welke mate pensontwikkeling, fysische kenmerken van het voer, spanning op de lebmaagwand door overvoering met melk of mogelijk andere factoren hierop van invloed zijn is niet duidelijk. In het onderzoek van Breukink *et al.* (1991) werd eveneens een toename in lebmaaglaesies (kleine erosies en ulcera) gevonden bij stroverstreking, wat mogelijk kan worden toegeschreven aan de fysische eigenschappen van dit voer.

Ulcera kwamen bij alle proefbehandelingen in geruime mate voor. Bij de controlebehandelingen waarbij alleen melk werd verstrekt lag het gemiddelde aantal kalveren met dit type laesies op circa 30%. Werd daarnaast ruwvoer (stro, snijmaïs, maïskolvensilage) gevoerd, dan steeg dit percentage aanzienlijk naar gemiddeld ruim 70%. Opvallend was dat deze stijging niet plaatsvond wanneer hooi werd verstrekt. Blijkbaar is de toename van

ulcera niet een consequentie van het voeren van ruwvoer op zich. Veissier et al. (1998) vonden geen stijging in het aantal lebmaaglaesies wanneer voorafgaand aan stroverstreking gedurende een aantal weken krachtvoer was verstrekt, waardoor de pensontwikkeling werd gestimuleerd. Dit wekt de suggestie dat de pensontwikkeling niet los staat van het ontstaan van deze laesies. Het lijkt aannemelijk dat een goede voorvertering van structureel materiaal in de pens leidt tot minder harde en kleinere deeltjes in de lebmaag dan zonder goede voorvertering het geval is.

Verder blijft onduidelijk welke factor(en) bepalend zijn voor de 30% ulcera bij verstreking van alleen melk. Er is gesuggereerd door o.a. Welchman and Baust (1987) en Breukink *et al.* (1991) dat wellicht de spanning in de lebmaag door de grote hoeveelheden melk bij het tweemaal daags voeren dusdanig hoog is, met name in het pylorus gedeelte, dat laesies (erosies en ulcera) makkelijker kunnen ontstaan.

Het percentage kalveren met één of meer haarballen in de pens was hoog bij de controlebehandelingen waarbij geen ruwvoer werd verstrekt. Wanneer de kalveren snijmaïs of maïskolvensilage konden opnemen was dit percentage flink gereduceerd, en het daalde naar 0% bij het verstrekken van stro of hooi. Morisse *et al.* (1999) vonden ook weinig haarballen bij witveeskalveren wanneer ruwvoer werd verstrekt in vergelijking met een volledig melkrantsoen, mogelijk als gevolg van een verhoogde penswerking. Het zou echter ook kunnen zijn veroorzaakt door de mechanische werking van het ruwvoer in de pens, waardoor de haren werden meegevoerd door het maagdarmkanaal. Daarnaast werd in proef 1 een tendens gevonden omtrent likgedrag van de kalveren op een leeftijd van 22 weken. Dit bleek minder te zijn bij kalveren die ruwvoer kregen. Mogelijk kregen de kalveren in die proefbehandelingen daardoor ook minder haren in de pens.

4.1.7 Samengevat

Met name het type ruwvoer had verschillen in voeropname, groei, slacht- en vleeskwiteit, gedrag, gezondheid, pensontwikkeling en lebmaagbeschadigingen tussen proefbehandelingen tot gevolg. De effecten van de geteste ruwvoersoorten op welzijn en vleeskwiteit worden samengevat in tabel 17.

Tabel 17 Positieve (+) en negatieve (-) effecten van ruwvoersoorten in proef 1 en 2 op welzijns- en vleeskwiteitsparameters

Ruwvoersoort	Aspect			
	Voorkómen van abnormaal oraal gedrag	Pensontwikkeling stimuleren	Voorkómen toename lebmaaglaesies	Behoud van blanke vleeskleur
Onbeperkt hooi	++	++	+	-
Stro	+	-	-	+
Strobrok	+/-	-	-	+
Gedroogde snijmaïs	-	+	-	*
Gedroogde MKS	-	+	-	*
Verse snijmaïs	+	+	-	*
Geplette gerst	-	+/-	-	+
Alleen melk	-	-	+	+

* De vleeskleur is sterk afhankelijk van de dagelijkse ijzeropname uit het ruwvoer.

Geen van de ruwvoersoorten die in proef 1 en 2 onderzocht zijn leverde een positieve bijdrage aan alle aspecten. De structuurarme, meer krachtvoerachtige producten maïskolvensilage en geplette gerst, maar ook het in de praktijk veelvuldig gebruikte product strobrok bleken geen verbetering van het welzijn van de kalveren tot gevolg te hebben.

De controlebehandeling hooi, die onbeperkt werd gevoerd, gaf goede resultaten op het gebied van welzijn in vergelijking met de overige ruwvoersoorten, maar hooi als behandeling was ongunstig voor de vleeskleur. Het resultaat van deze controlebehandeling is van belang, omdat het informatie geeft over de mogelijkheden tot verbetering c.q. handhaving van het huidige welzijnsniveau, die middels de andere ruwvoersoorten niet naar voren zouden zijn gekomen. Duidelijk is dat ruwvoer op zichzelf niet tot een toename van het aantal lebmaaglaesies hoeft te leiden. Verder onderzoek zal moeten uitwijzen in hoeverre een goede pensontwikkeling bijdraagt aan het voorkómen van een laesietoename in de lebmaag bij ruwvoerverstreking en welke rol herkauwactiviteit daarbij speelt. Dit onderzoek geeft aan dat er mogelijkheden zijn voor verdere optimalisatie van de rantsoensamenstelling voor witveeskalveren, waarbij rekening wordt gehouden met zowel dierenwelzijn als vleeskwiteit.

4.2 Effect van drinkwaterverstrekking

De watergift had geen enkel effect op de melk- en ruwvoeropname. Omgekeerd bleek ruwvoeropname niet te leiden tot een verhoogde wateropname. Het bleek wel, dat kalveren zeker aan het eind van de afmestperiode gemiddeld een aanzienlijke hoeveelheid water per dag opnamen. Tijdens de laatste weken was de buitentemperatuur vrij hoog (maand augustus). Er werd inderdaad een temperatuur-effect gevonden, naast een leeftijd-effect. De wateropname werd verhoogd met respectievelijk 5,3% per graad Celsius en 13,4% per week leeftijdstoename. Aanvullend onderzoek is nodig om na te gaan of deze effecten ook binnen andere, gecontroleerde temperatuurstrajecten geldig zijn.

De wateropname had geen effect op de groei, slachtkwaliteit en vleeskwaliteit. Wel op het aanhoudingspercentage dat iets lager was wanneer kalveren water konden drinken. De maagvulling en het daarbij horende extra gewicht speelden hierbij mogelijk een rol.

Verder had de watergift geen effect op het gedrag, de gezondheid, de pensontwikkeling of beschadigingen aan de lebmaag.

Hoewel de resultaten suggereren dat bij ruwvoerverstrekking geen additioneel drinkwater gegeven hoeft te worden naast de melkverstrekking, geeft het gevonden temperatuur-effect (en leeftijd-effect) aan dat watergift onder bepaalde omstandigheden mogelijk wel gewenst kan zijn uit oogpunt van het dierenwelzijn. Meer onderzoek hiernaar is nodig.

5 Conclusies

Ruwvoerverstrekking

- De witvleeskalveren bleken in staat om aanzienlijke hoeveelheden ruwvoer op te nemen naast een volledig melkschema.
- Zowel ruwvoer soort als –hoeveelheid, maar niet structuurvorm, hadden een effect op de groei, slachtkwaliteit en vleeskleur. Bij het verstrekken van gehakseld stro waren de resultaten hiervan vergelijkbaar met die wanneer geen ruwvoer was verstrekt. Wanneer gedroogde of verse snijmaïs, gedroogde maïskolvensilage, strobok, geplette gerst of een onbeperkte hoeveelheid hooi werd verstrekt, werden zwaardere karkassen verkregen.
- De vleeskleur was gerelateerd aan de dagelijkse hoeveelheid opgenomen ijzer uit het voer. Over het algemeen resulteerden ruwvoer soorten met een hoger ijzergehalte in kalveren met een donkerder vleeskleur. Alleen bij het verstrekken van stro was de vleeskleur gelijk aan die bij melk. Ruwvoer verstrekking had geen effect op overige vleeskwali teitsparameters.
- Het gedragsonderzoek maakte duidelijk dat die ruwvoer soorten die herkauwen stimuleerden (gehakseld stro, hooi) het optreden van abnormaal oraal gedrag reduceerden en omgekeerd. Naast gehakseld stro en hooi had ook verse snijmaïs een reductie in abnormaal oraal gedrag tot gevolg. Krachtvoerachtige producten als geplette gerst en MKS, maar ook gedroogde snijmaïs en strobok, droegen niet bij aan het wezenlijk verbeteren van het natuurlijke oraal gedrag. Niet alleen het aandeel ruwe celstof lijkt daarbij van belang, maar ook de fysische structuur, het drogestofgehalte en volume van het voer. Dit laatste omdat een groter volume een verlenging van eettijd kan betekenen met een gunstige uitwerking op het orale gedrag.
- In dit onderzoek werden geen ernstige gezondheidsproblemen waargenomen.
- Voor de ontwikkeling van de pensmucosa, in dit geval gemeten als het aantal villi, leek niet alleen de structuurwaarde van belang, maar ook de aanwezigheid van een bepaalde hoeveelheid fermenteerbare koolhydraten. Het voeren van ruwvoer verhoogde het percentage kalveren met laesies, met name ulcera. Alleen bij onbeperkte hooi verstrekking bleef dit percentage vergelijkbaar met dat bij het verstrekken van alleen melk. Dit suggereert dat hier ook de verhouding waarin structuur en fermenteerbare voedingsstoffen worden aangeboden, van belang is.
- Geconcludeerd kan worden dat geen van de ruwvoer soorten uit dit onderzoek een positieve bijdrage aan alle aspecten op het gebied van welzijn en vleeskwali teit leverde. Wel maakten de resultaten van de controlebehandeling hooi duidelijk dat een gelijktijdig gunstig effect op gedrag en pensontwikkeling en het voorkomen van een toename in le bmaaglaesies mogelijk is bij witvleeskalveren. Het is echter onduidelijk hoe deze parameters met elkaar samenhangen. Vervolgonderzoek kan op deze vragen mogelijk een antwoord geven. Daarbij is het belangrijk om het ijzergehalte van het voer goed onder controle te houden in verband met de vleeskleur.

Drinkwaterverstrekking

- Een hogere leeftijd en staltemperatuur resulteerden in een toename van drinkwateropname bij de witvleeskalveren. Dit kan een aanwijzing zijn dat met name bij oudere witvleeskalveren en bij kalveren die bij hogere staltemperaturen worden afgemest het welzijn verbeterd kan worden door vers drinkwater aan te bieden.
- Drinkwaterverstrekking leidde tot een iets lager aanhoudingspercentage. Effecten op voeropname, groei, slacht- en vleeskwali teit, gedrag en gezondheid werden niet gevonden.

Literatuur

AMSA - American Meat Science Association, 1978. Guidelines for Cookery and Sensory Evaluation of Meat. American Meat Science Association and National Livestock and Meat Board, Chicago, USA.

Altmann, J., 1974. Observational study of behaviour: sampling methods. *Behaviour* 49: 229-267.

AOAC - Association Official Analytical Chemists, 1990. Official Methods of Analyses, 15th ed. Association Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.

Boccard, R., Buchter, L., Casteelse, E., Cosentino, E., Dransfield, E., Hood, D.E., Joseph, R.L., MacDougall, D.B., Rhodes, D.N., Schön, I., Timbergen, B.J. and Touraille, C., 1981. Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Report of a working group in the Commission of the European Communities (CEC) Beef Production Research Programme. *Livestock Production Science* 8: 385-397.

Breukink, H.J., Wensing, T. and Mouwen, J.M.V.M., 1991. Abomasal ulcers in veal calves: Pathogenesis and prevention. In: Metz, J.H.M. and Groenestein, C.M. (Eds). *New trends in veal calf production. Proceedings of the international symposium on veal calf production. EAAP Publications No. 52, Pudoc, Wageningen*, p.118-122.

Broom, D.M., 1991. Needs and welfare of housed calves. In: Metz, J.H.M. and Groenestein, C.M. (Eds). *New trends in veal calf production. Proceedings of the international symposium on veal calf production. EAAP Publications No. 52, Pudoc, Wageningen*, p.23-31.

CVB - Centraal Veevoederbureau, 1999. Veevoedertabel, gegevens over chemische samenstelling, verteerbaarheid en voederwaarde van voedermiddelen.

Final Report FAIR 3 PL96-2049, 2001. Chain Management of Veal Calf Welfare, Januari 1997-June 2000. ID-Lelystad, 170 pp.

Fraser, A.F. and Broom, D.M., 1990. *Farm animal behaviour and welfare. Third edition. Ballière Tindall, London*, 437 pp.

GENSTAT - Genstat 5 Committee, 1993. *Genstat 5 Reference Manual. Clarendon Press, Oxford*.

Hulsegge, B., Eikelenboom, G., Hovink-Bolink, A.H., Voorst, N. van, en Walstra, P., 1996. Ontwikkeling van kleurenstandaarden voor de kleurclassificatie van runderkarkassen en karkassen van rosé en traditioneel gemeste kalveren. ID-DLO report 96.030.

Kalverenbesluit, 1997. Besluit van 22 september 1997, houdende wijziging van het Kalverenbesluit. Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, 's Gravenhage. Besluit 478.

Kooijman, J., Wierenga, H.K. and Wiepkema, P.R., 1991. Development of abnormal oral behaviour in group-housed veal calves: effects of roughage supply. In: Metz, J.H.M. and Groenestein, C.M. (Eds). *New trends in veal calf production. Proceedings of the international symposium on veal calf production. EAAP Publications No. 52, Pudoc, Wageningen*, p.54-58.

Morisse, J.P., Cotte, J.P., Huonnic, D. and Martrenchar, A., 1999. Influence of dry feed supplements on different parameters of welfare in veal calves. *Animal Welfare* 8 (1): 43-52.

Morisse, J.P., Huonnic, D., Cotte, J.P. and Martrenchar, A., 2000. The effect of four fibrous feed supplementations on different welfare traits in veal calves. *Animal Feed Science and Technology* 84: 129-136.

Ruis-Heutinck, L.F.M. en C.G. van Reenen, 2000a. Witvleesproductie en ruwvoeropname gaan goed samen. *Praktijkonderzoek 2*: 32-35.

Ruis-Heutinck, L.F.M. en C.G. van Reenen, 2000b. Wateropname door witvleeskalf kan hoog oplopen. *Praktijkonderzoek 6*: 28-30.

Ruis-Heutinck, L.F.M. en C.G. van Reenen, 2001. Ruwvoerverstrekking kan bijdragen aan welzijn witvleeskalveren. Praktijkonderzoek 5.

Scientific Veterinary Committee, Animal Welfare Section, of the European Commission, 1995. Report on the welfare of calves. Brussels, 9 november 1995, p.50-51.

Veissier, I., Ramirez de la Fe, A.R., and Pradel, P., 1998. Nonnutritive oral activities and stress responses of veal calves in relation to feeding and housing conditions. *Applied Animal Behaviour Science* 57: 35-49.

Welchman, D. de B. and Baust, G.N., 1987. A survey of abomasal ulceration in veal calves. *Veterinary Record* 121: 586-590.

Wiepkema, P.R., van Hellemond, K.K., Roessingh, P. and Romberg, H., 1987. Behaviour and abomasal damage in individual veal calves. *Applied Animal Behaviour Science* 18: 257-268.

Wierenga, H.K., 1987. Behavioural problems in fattening bulls. In: Schlichting, M.C. and Smidt, D. (Eds). *Welfare aspects of housing systems for veal calves and fattening bulls*. CEC, EUR 1007 EN, Luxembourg. P. 105-122.

Bijlagen

Bijlage 1 Lijst deelnemende organisaties EU-project

Nederland

Praktijkonderzoek Veehouderij (PV), Lelystad
Instituut voor Dierhouderij en Diergezondheid (ID-Lelystad), Lelystad
Denkavit Nederland BV, Voorthuizen
Navobi BV, Ermelo

Italië

Universiteit van Padova
- Dipartimento Scienze Zootechniche
Universiteit van Milaan
- Istituto di Zootechnica/Faculta di Medicina Veterinaria
Realvit Italia SpA, Lombardia

Frankrijk

INRA, Centre de Clermont-Ferrand/Theix
Tendriade Elevage SA, Chateaubriant

Groot-Brittannië

Universiteit van Edinburgh
- Department of Veterinary Clinical Studies

Finland

MTT/Vakola, Vihti
Universiteit van Helsinki
- Department of Animal Science
- Department of Veterinary Medicine/Animal Hygiene