

Sturende factoren voor verhoging van vet- en eiwit gehalten in biologische geitenmelk

Een eerste verkenning

**Yoni Bont, Denise Magendans, Hester van Nes,
Kirsten Oude Lenferink, Jan Jelle Spit, Marc Verkuil**

*Sturende factoren voor
verhoging van vet- en
eiwit gehalten in
biologische geitenmelk*

Een eerste verkenning

Yoni Bont

Denise Magendans

Hester van Nes

Kirsten Oude Lenferink

Jan Jelle Spit

Marc Verkuijl

Deze publicatie is tot stand gekomen in het kader van het project "Biogeit", als onderdeel van het LNV onderzoeksprogramma Biologische veehouderij waarin LBI en ASG-WUR samenwerken ter ondersteuning van een kosteneffectieve en onderscheidende biologische veehouderij.

www.biokennis.nl en www.louisbolk.nl/biogeit

© [2009] Louis Bolk Instituut

Sturende factoren voor verhoging van vet- en eiwit gehalten in biologische geitenmelk. Een eerste verkenning

Yoni Bont, Denise Magendans, Hester van Nes, Kirsten

Oude Lenferink, Jan Jelle Spit, Marc Verkuijl

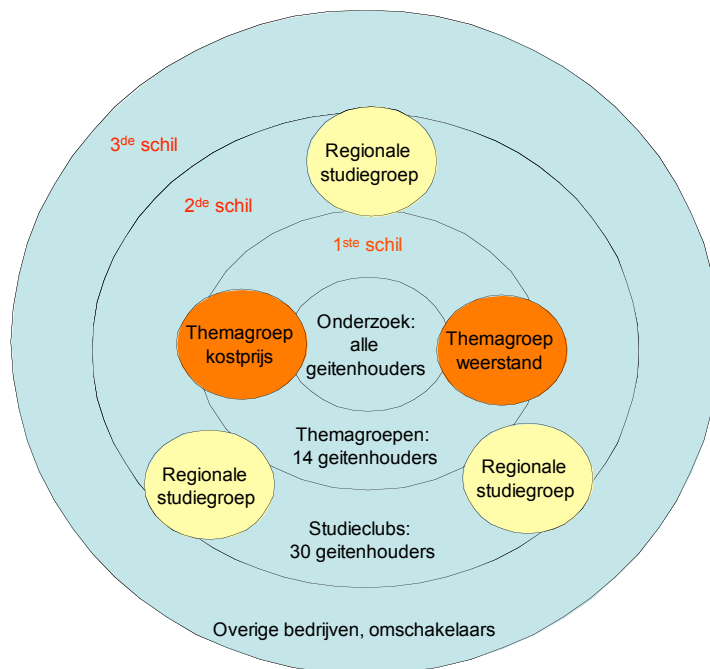
Rapport nr. 18, 36 pagina's. Dit rapport is te downloaden

via www.biokennis.nl en www.louisbolk.nl/biogeit

Achtergrond Biogeit

Biogeit Biogeit is een dynamisch kennisontwikkelingsproject geïnitieerd door De Groene Geit en de Productwerkgroep Zuivel van Bioconnect/Biologica. Het project wordt gecoördineerd door het Louis Bolk Instituut (n.vaneekeren@louisbolk.nl). Jaarlijks worden de thema's van onderzoek vastgelegd met de sectorvertegenwoordigers in de Productwerkgroep Zuivel van Biologica, Gerrit Verhoeven (gerritverhoeven@planet.nl) en Jan van Tilburg (van.tilburg.geiten@elda.nl). Doel is de biologische geitenhouderij te versterken en verder te onderscheiden. Het onderzoek van 2008 richt zich op kostprijsoptimalisatie (gezondheid, voeding, fokkerij en arbeid) en onderscheidenheid (productkwaliteit en welzijn). Via de sectorvertegenwoordigers kunnen nieuwe ideeën voor onderzoek worden aangedragen. Het project heeft geen vaste deelnemers, iedere biologische geitenhouder kan participeren in het onderzoek.

Bedrijfsnetwerk biologische schapen- en geitenzuivel Naast het onderzoeksproject BIOGEIT loopt er sinds maart 2007 het Bedrijfsnetwerk voor biologische geiten- en schapenzuivel. Binnen dit Bedrijfsnetwerk draaien er voor biologische geitenzuivel drie regionale studieclubs geiten. Daarnaast lopen er twee themagroepen waarin de onderwerpen weerstand en kostprijsbeheersing met geitenhouders uitgediept worden. Het onderzoek en het bedrijfsnetwerk zijn volgens het model in onderstaande figuur met elkaar verweven.



Relatie onderzoek in Biogeit en Bedrijfsnetwerk geitenhouderij.

Reeds verschenen rapporten en artikelen De volgende rapporten en artikelen zijn reeds verschenen binnen het project Biogeit en het Bedrijfsnetwerk biologische schapen- en geitenzuivel. Ze zijn te downloaden via www.biokennis.nl en www.louisbolk.nl/biogeit.

Rapporten:

Homeopathie bij geiten Ervaringen van biologische geitenhouders. Biogeit rapport 1, 2005, 25 pp.

Vitaminen in rantsoenen voor biologisch melkvee. Biogeit rapport 2, 2005, 39 pp.

Hoe 100% biologisch voeren? Rantsoenen op een rij van zes melkgeitenbedrijven met 100% biologisch voer. Biogeit rapport 3, 2006, 24 pp.

Kostprijsberekening biologische geitenhouders. Biogeit rapport 4, 2006, 13 pp.

Lammeren bij de geit Een inventarisatie van de mogelijkheden. Biogeit rapport 5, 2006, 36 pp.

Wortel- en knolgewassen als alternatief voor bietenpulp. Biogeit rapport 6, 2007, 45 pp.

Invloed van biestsoort op immuniteit en ontwikkeling van geitenlammeren. Biogeit rapport 7, 2007, 41 pp.

De opfok van geitlammeren tot 1 jaar. Biogeit rapport 8, 2008.

Het graasgedrag van geiten in Nederland; Een verkenning. Biogeit rapport 9, 2007, 19 pp.

De vetzuursamenstelling van geitenmelk. Biogeit rapport 10, 2007, 32 pp.

De kosten van opfok van een nieuwe, ziektevrije veestapel. Biogeit rapport 11, 20 pp.

Arbeidsbehoefte in de melkgeitenhouderij. Biogeit rapport 12, 29 pp.

Geiten éénmaal daags melken. Biogeit rapport 13, 28 pp.

Het effect van pre- en probiotica op de groei en gezondheid van geitenlammeren. Biogeit rapport 14, 44 pp.

Kostprijsberekening biologische geitenmelk. Biogeit rapport 15, 28 pp.

Introductie van de Chevron. Biogeit rapport 16, 48 pp.

Weidegang in de biologische melkgeitenhouderij. Resultaten onderzoek 2008. Biogeit rapport 17, 72 pp.

Artikelen:

Extra vitamines voor biologische geiten soms nodig. V-focus december 2005, pag. 20-21.

Onderzoek naar voeding en gezondheid in de biologische geitenhouderij. Ekoland 12-2005, pag. 20-21.

Geit gezonder dan koe? Vlugschrift 160, juli 2006, 2pp.

Kostprijs en onderscheidendheid centraal op themadag BIOGEIT Blijf letten op de signalen die de geit zelf geeft. Ekoland 1-2007, pag. 20-21.

Economisch perspectief Deel 8: Geitenhouderij. Ekoland 10-2007, pag.14-15.

Biest moet vers, vlug, vaak en vooral veel. Geitenhouderij nummer 12-1, november 2007, pag. 12-13.

Effect of colostrumtype on serum gamma globulin concentration, growth and health of goat kids until three months. 16th IFOAM Organic World Congress, Modena Italy, June 16-20, 2008.

Voorwoord

Dit rapport is geschreven in opdracht van het project Biogeit. Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van de relatief lage vet- en eiwitgehalten in biologische geitenmelk en dient gebruikt te worden als basis voor het opzetten van experimenten in de biologische geitenhouderij ten behoeve van de toename aan vet- en eiwitgehalte in de geitenmelk.

Van 21 biologische geitenhouders hebben wij toestemming gehad om de vet- en eiwitgehalte over 2007 en 2008 te gebruiken. Daarnaast hebben we de geitenhouders Henk Kuipers, Jan Wanders en Antoon van der Bruggen geïnterviewd. Jan de Kort van Hendrix Utd, Henk Bovenhuis van Wageningen Universiteit en Wytze Nauta, Wim Goavaerts en Nick van Eekeren hebben bijgedragen het tot stand komen van dit rapport. Wij willen al deze personen daarvoor bedanken.

De auteurs van het rapport zijn alle zes masterstudenten aan de Wageningen Universiteit en hebben elk hun specifieke kennis en vaardigheden gebruikt om dit onderzoek uit te voeren. De opleidingen lopen uiteen van dierwetenschappen en biologische landbouw tot consumentenwetenschappen. Elke student heeft zijn of haar steentje kennis en vaardigheid bijgedragen.

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
Summary	7
1 Inleiding	9
1.1 Aanleiding	9
1.2 Doel	9
1.3 Werkwijze	9
1.4 Leeswijzer	9
2 Probleeminventarisatie	11
3 Voeding	13
3.1 Inleiding	13
3.2 Mogelijkheden voor vetgehalte	13
3.2.1 Oliën	14
3.2.2 Zaden, schilfers en schroten	15
3.2.3 Bestendige voeders	16
3.2.4 Biologische mogelijkheden bestendige voeders	17
3.3 Eiwitten	18
3.4 Conclusie	19
4 Genetica	21
4.1 Invloed van genen op vet- en eiwitgehalte	21
4.2 Genotype x milieu interactie	22
4.3 Verspreiding van genetische vooruitgang	22
4.4 Heterose	23
4.5 Fokprogramma's	24
4.5.1 Familieteelt	24
4.5.2 Nucleussysteem	25
4.6 Conclusie	26
5 Aanbevelingen	29
5.1 Voeding	29
5.2 Genetica	29
Literatuur	31

Samenvatting

Het vetgehalte in biologische geitenmelk ligt significant lager dan in de gangbare geitenmelk. Het verschil in eiwitgehalte tussen de biologische en gangbare geitenhouderij is minimaal. Na statistische vergelijking blijkt dat het vetgehalte in de biologische geitenmelk meer fluctuatie vertoont ten opzichte van eiwit. Door te kijken naar de aspecten voeding en genetica wordt getracht mogelijkheden te bieden ter verhoging van de vet- en eiwitgehalten in de melk.

Op het gebied van voeding wordt gekeken naar de invloed van verschillende vet- en eiwit-supplementen op de vet- en eiwitgehalten in geitenmelk. Hiervoor is een literatuurstudie gedaan naar verschillende supplementen die zijn onderzocht op hun vermogen om de gehalten te verhogen. Daarnaast zijn praktijkervaringen van geitenhouders verzameld en indien mogelijk onderbouwd met literatuur. De supplementen die aan de orde komen zijn oliën, zaden en bestendige vetten.

Eén van de belangrijkste conclusies die naar voren komt, is dat bijna alle vetsupplementen die aan geiten gevoerd worden een stijging van het vetgehalte in de melk teweeg brengen, terwijl het eiwitgehalte veelal onveranderd blijft. Zo lijkt oliesupplementatie veelbelovend. Het is echter van belang dat vetsupplementen niet onbepaald toegevoegd worden, om de negatieve effecten van oversupplementatie zo veel mogelijk te voorkomen. Vetsupplementatie met hooi als basisvoeder geeft betere resultaten gevonden met hooi dan met maïs als basisvoeder. Een interactie lijkt zichtbaar tussen het soort basisvoeder en het vetsupplement. Het is mogelijk interessant om effecten van vetsupplementen in combinatie met verschillende basisvoerders verder te onderzoeken.

Experimenten met zaden, bonen en koeken laten gevarieerde resultaten zien. Uit literatuur komt naar voren dat alleen onderzoek is gedaan met hele zaden of oliën. Een aanbeveling is onderzoek te doen naar de invloed van supplementatie van tussenvormen, zoals geplette en gemalen zaden, op vet- en eiwitgehalten in geitenmelk.

De meeste onderzoeken met bestendig gemaakte voeders laten zeer positieve resultaten zien, mogelijk doordat de nutriënten bestendig zijn gemaakt tegen de microbiële afbraak in de pens. Omdat chemisch bestendig gemaakte vetten niet zijn toegestaan in de biologische veehouderij, is gekeken naar mogelijkheden om bestendige grondstoffen te voeren, die op een geschikte manier bestendig zijn gemaakt. Mogelijkheden voor het biologisch bestendig maken van vetten lijken te liggen bij het toasten van voeders, zoals getoaste sojabonen, getoaste lupine en getoaste gerst. De meeste experimenten op dit gebied hebben tot op heden plaatsgevonden bij koeien en resultaten waren veelbelovend. Het effect van getoaste voeders op de melksamenstelling van geiten zou beter onderzocht moeten worden. Verder is het interessant om te kijken naar andere manieren van het biologisch bestendig maken van supplementen.

Uit de literatuur blijkt dat supplementatie van ruw eiwit weinig tot geen effect heeft op het verhogen van eiwitgehalten in geitenmelk.

Genetische vooruitgang kan behaald worden in de biologische geitenhouderij, wanneer gefokt wordt op vet- en eiwitgehalten. Kijkend naar de verschillende invloeden, die genetica kan hebben op de vet- en eiwitgehalten van geitenmelk, is duidelijk geworden dat het eiwitgehalte in de melk wordt bepaald door de caseïne genen. Met behulp van DNA onderzoek kan de genetische potentie van een dier bepaald worden. Een hoog eiwitgehalte heeft positieve gevolgen voor het vetgehalte, maar kan negatieve gevolgen hebben op de melkproductie. Ook kan de smaak van geitenkaas beïnvloed worden door een hoog eiwitgehalte.

Het milieu van een gangbare geitenhouderij is anders dan die van een biologische geitenhouderij. Hierdoor is onzeker of goede bokken vanuit de gangbare geitenhouderij gelijke prestaties leveren op een biologisch bedrijf. Verder onderzoek naar het verschil in milieu, met name voeding en medicijngebruik, kan meer inzicht geven in het gebruik van bokken uit de gangbare geitenhouderij in de biologische geitenhouderij. Hierdoor kan in de biologische geitenhouderij gebruik gemaakt worden van de genetische vooruitgang in de gangbare geitenhouderij. Ook kan hiervoor genetisch materiaal uit het buitenland gebruikt worden.

Kunstmatige inseminatie (KI) biedt een mogelijkheid om vers en beter genetisch materiaal in te kruisen in de huidige veestapel. Voor KI is oestrussynchronisatie niet noodzakelijk. Een boklam, gefokt uit KI, kan het genetische materiaal van die KI bok via natuurlijke dekking verspreiden over de kudde.

Heterose kan gebruikt worden om op korte termijn grote voorsprong te behalen. Van kruisingen tussen Saanen, Nubische, Toggenburger en Alpine geiten wordt verwacht dat ze in totaal beter zullen produceren dan de raszuivere ouderrassen. Wanneer steeds met een ander ras gekruist wordt, blijft de heterose behouden en hiervoor kan een driewegskruising gebruikt worden. De driewegskruising biedt een handzame mogelijkheid om op korte termijn hogere vet- en eiwitgehalten in de melk te bereiken.

Op een bedrijf kan gematigde familieteelt toegepast worden. Hierdoor hoeven geen bokken van buiten het bedrijf te komen. Inteelt wordt beperkt, doordat de dieren niet verwant zijn aan elkaar in de eerste drie generaties. Wanneer toch bloed van buitenaf nodig is, kan gebruik gemaakt worden van inkruisen op de 'dubbelbloed' manier, waardoor de derde generatie nakomelingen dubbelbloed heeft van de eigen kudde.

De beste methode om genetische vooruitgang te boeken lijkt het nucleussysteem. Hiervoor kunnen vijf bedrijven samenwerken en de nucleus vormen van de genetische vooruitgang in de biologische geitenhouderij. Alle dekkingen moeten dan goed geregistreerd worden en de geitenhouder moeten zeker weten wie de ouders van de lammeren zijn. Alleen de bedrijven die de nucleus vormen moeten dan melkcontroles uitvoeren. De kosten hiervan kunnen gecompenseerd worden met de verkoop van bokken aan de biologische bedrijven buiten de nucleus en op deze manier profiteren deze geitenhouders van de genetische vooruitgang.

Summary

The fat content in organic dairy goat's milk is significantly lower than milk of regular dairy goats. The difference in protein content between organic and regular goat farms is minimal. Statistical analysis shows that the fat content in the organic goat milk fluctuates more in relation to protein. To increase the level of fat and protein content in goat's milk, this report will show aspects regarding nutrition and genetics.

Looking at the nutritional aspects of different fat and protein supplements and their effect on fat and protein content in goat's milk, a literature study into different supplements that are tested for their ability to increase the levels was executed. In addition, practical experiences of dairy goat farmers were collected and if possible supported by literature. The dietary ingredients that are dealt with are oils, seeds and beans and fats that bypass the rumen.

One of the main conclusions is that almost all plant based dietary fats which are fed to the goats have an effect on the fat content in the milk, while the protein level remains mostly unchanged. These dietary fats seem promising. However, it is important that these fats are not used extensively. A level of fat that is too high will have a negative effect on the intake and digestibility in the rumen. Dietary fats with hay as basic feed will give better results than maize silage. An interaction between the species and the dietary fat seems obvious. It is interesting to think about possible effects of dietary fats in combination with various basic feeds.

Experiments with seeds, beans and cakes have various results. Literature has shown that research is executed regarding whole seeds or oils. A recommendation is to investigate the influence of supplementation of 'intermediate forms' on fat and protein levels in goat milk, such as crushed and ground seeds.

Most studies regarding rumen protected feeds lead to very positive results, because the nutrients are resistant against microbial degradation in the rumen. Because chemically protected feeds are not permitted in organic farming, one has to look for possibilities to make those feeds resistant in an organic manner. The solution seems to lie within the toasting of foods such as soybean, lupine and barley. Most experiments in this field have been done in dairy cattle and the results were promising. The effect of toasted feed in order to increase the milk composition of dairy goats needs attention.

The literature shows that supplementation of crude protein has little or no effect on increasing protein levels in goat milk.

Genetic progress can be achieved in organic goat when one breeds on fat and protein content. Looking at the different influences that genetics may have on the fat and protein contents of goat milk, it becomes clear that protein content in milk is determined by the casein genes. Through DNA research, the genetic potential of an animal can be proven. A high protein content has positive effects on fat content, but may have a negative impact on milk production. Also, the taste of goat cheese is influenced by a high protein content.

The environmental factors of regular dairy goat farms differ from organic dairy goat farms. It is uncertain whether breeding bucks from the regular production system will have the same performance when used in organic dairy farms. Further research into genotype by environment interaction, in particular food and medication, may give more insight into the use of breeding goats from regular dairy goat farms in organic goat farming.

Artificial insemination (AI) offers an opportunity for fresh and better genetic material to enter into the current herd. For AI, oestrus synchronization is not necessary. A kid buck, bred from AI, can spread its material from the buck throughout the herd naturally.

Heterosis can be used for short-term advantages. It is expected that crossbreeds between Saanen, Nubian, Alpine and Toggenburger goats will overall produce better. If a rotary system is used constantly, whereby for every generation a new breed is used, the three-junction offers an opportunity to improve the fat and protein content.

With a moderate family breeding system there is no need for external genes. Inbreeding is limited because the animals are not related to each other in the first three generations. Whenever fresh genes are needed, an option is to use the 'double blood' method to crossbreed fresh genes into the herd, thereby using the third generation descendants.

The best method for genetic progress seems to be the nucleus system. An option is to have five companies work together to form a nucleus. All breeding and selection must be properly registered and the goat farmer should certainly know who the parents of the offspring are. Only the companies that form the nucleus have to do sampling of the milk. The costs can be compensated by selling breeding bucks from the nucleus system to other dairy goat farms.

1 *Inleiding*

1.1 *Aanleiding*

Volgens de meest recente gegevens telt Nederland rond de 70 biologische melkgeitenhouderijen waarvan 50 bedrijven professioneel produceren. Het aantal gehouden dieren op de professionele bedrijven loopt uiteen van 50 tot 1000 dieren met een gemiddelde van 400 dieren per bedrijf. In 2007 werd in totaal 11 miljoen liter biologische geitenmelk geproduceerd. Het grootste gedeelte van de biologische geitenmelk wordt geëxporteerd naar andere Europese landen waarvan 40 % naar Duitsland gaat (Bakker, 2007).

In de biologische veehouderij worden geitenhouders beperkt in hun maatregelen om vet- en eiwitgehalten te verhogen, door de biologische regelgeving. Sinds 1 januari 2008 dient het voer te bestaan uit 100 % biologische grondstoffen (SKAL, 2009).

Door deze maatregelen ligt het vetgehalte in de biologische geitenmelk significant lager dan in de gangbare geitenhouderij. Aangezien 80 % van de biologische geitenmelk wordt verwerkt tot kaas, is verhoging van het vet- en eiwitgehalte tevens gewenst. De aanleiding voor dit onderzoek is dat biologische geitenhouders graag meer mogelijkheden willen hebben om de vet- en eiwitgehalten in de geitenmelk te verhogen. Er zijn een aantal mogelijkheden om de vet- en eiwitgehalten te verbeteren, in dit verslag wordt gefocust op voeding en genetica.

1.2 *Doel*

Het doel van dit onderzoek is om aanbevelingen aan te dragen op het gebied van voeding en genetica voor het uitvoeren van verder onderzoek.

1.3 *Werkwijze*

De vet- en eiwitgehalte in tankmelk van 21 biologische geitenbedrijven zijn geanalyseerd. Naast een uitgebreid literatuuronderzoek zijn biologische melkgeitenhouders en experts op gebied van voeding en genetica geïnterviewd.

1.4 *Leeswijzer*

Het rapport kent drie onderdelen:

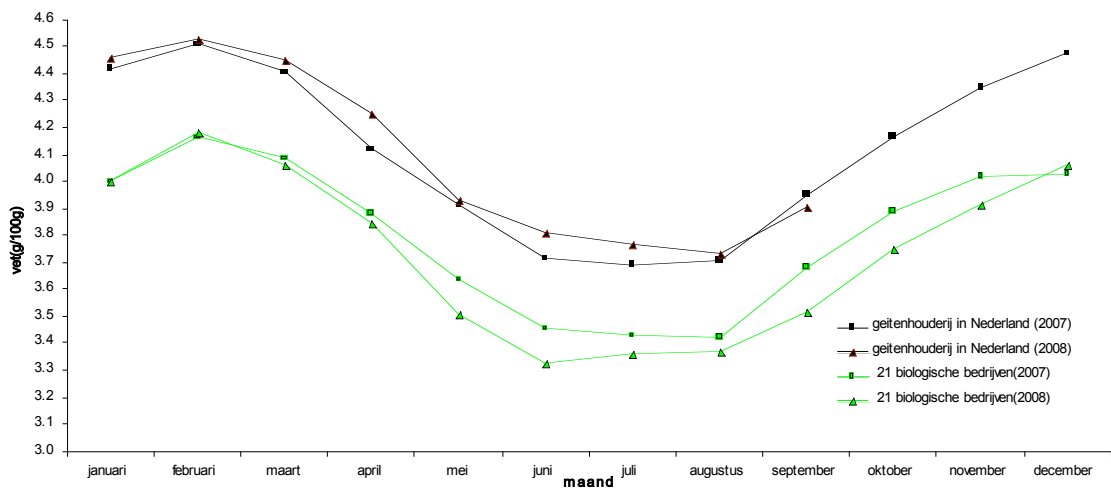
1. De probleeminventarisatie om te zien hoe groot het probleem nu werkelijk is. Vet- en eiwitgehalte van gangbare en biologische geitenhouders zijn vergeleken.
2. Het gedeelte voeding, waarbij aspecten als vet en eiwit uitgebreid aan bod komen.
3. Het gedeelte erna besteed aandacht aan de genetica van geiten en bokken. Er wordt ingegaan op de invloed van genen op eiwit en tevens wat invloed heeft op de kwaliteit van kaas, kunstmatige inseminatie, heterose en diverse fokprogramma's.

Het geheel wordt afgerond met conclusies en aanbevelingen.

2 Probleeminventarisatie

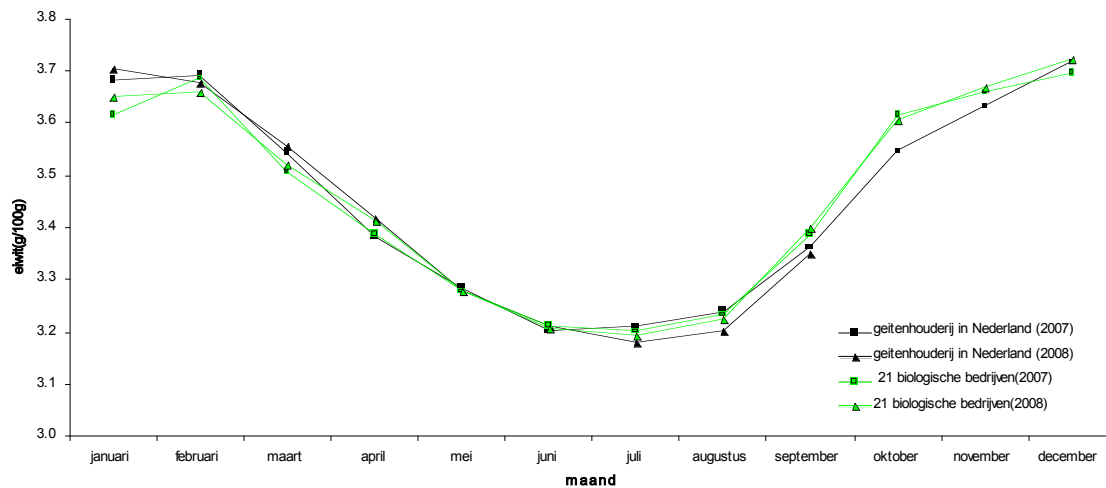
Uit tankmelkgegevens van 80 % van alle geitenhouders in Nederland en van 21 biologische geitenhouders, over de jaren 2007 en 2008, is te zien dat het eiwit- en vetgehalte fluctueert gedurende het jaar. Deze cijfers laten zien dat in de maanden van november tot maart de hoogste gehalten in de melk waargenomen zijn en dat in mei tot augustus de gehalten het laagst zijn. Ook geven de cijfers aan dat over het hele jaar (2007 en 2008) de vetgehalten van gangbaar en biologisch een duidelijk verschil laten zien (zie grafiek 2.1).

In 2007 was het vetgehalte van de biologische geitenhouders 0,3 % lager dan dat van het gemiddeld landelijke cijfer in Nederland over het hele jaar. In 2008 was het verschil 0,4 % voor de maanden januari tot september. In het landelijke gemiddelde van Nederland worden ook de cijfers van de biologische geitenhouders meegenomen, waardoor het verschil tussen gangbaar en biologisch nog groter zou kunnen zijn. Het gemiddelde vetgehalte tussen 2007 en 2008 van de biologische geitenhouders laat een significant ($P < 0.05$) verschil van 0,06 % zien.



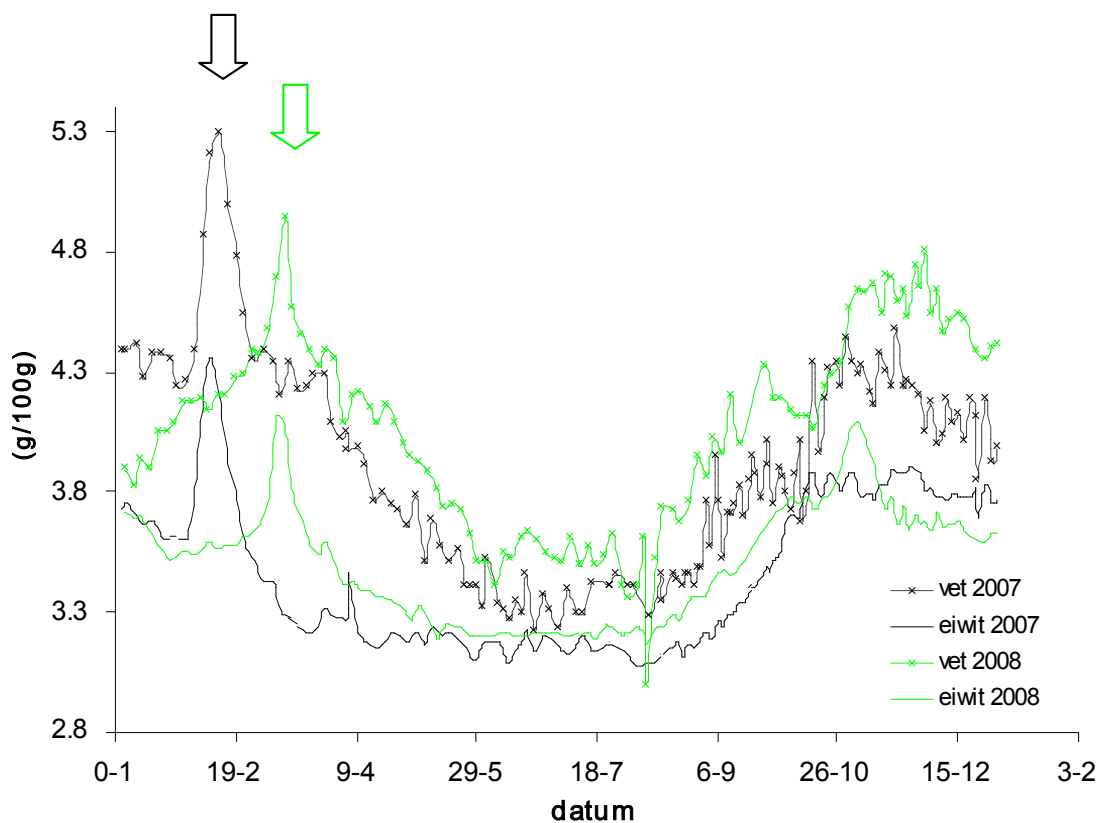
Grafiek 2.1: Het gemiddelde vetgehalte(g/100g) per maand tussen gangbare en biologische geitenhouders over 2007 en 2008

Ook eiwit speelt een belangrijke rol in de kwaliteit van geitenmelk. In grafiek 2.2 is te zien dat er nauwelijks tot geen verschil is tussen gangbaar en biologisch, er is dan ook geen significant verschil aangetoond. Kijkend naar de gemiddelde eiwitgehalten van de biologisch producerende bedrijven over 2007 en 2008 is hierin tevens geen significant verschil te zien.



Grafiek 2.2 : gemiddeld eiwitgehalte(g/100g) per maand tussen gangbaar en biologisch geitenhouders over 2007 en 2008

Grafiek 2.3 laat een voorbeeld zien van een biologisch melkgeitenbedrijf waarin alle data over de beide jaren zijn weergegeven. Er is te zien dat het vetgehalte hoger ligt dan het eiwitgehalte. Daarnaast is te zien dat het vetgehalte meer schommelt dan het eiwitgehalte. De grafiek is opgebouwd uit vet- en eiwitgehalten van geiten in verschillende lactatiestadia, met de meeste geiten die aflammeren in het voorjaar. Dit is terug te zien in de grafiek, aangegeven met twee pijlen.



Grafiek 2.3: eiwit- en vetgehalte over 2007 en 2008 van een enkel bedrijf. Pijlen in het grafiek geven een verhoging aan in het begin van het jaar die samenhangt met de aflammerperiode.

3 Voeding

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt aandacht besteed aan de mogelijkheid om via voeding de vet- en eiwitgehalten in geitenmelk te verhogen. Hierbij wordt niet ingegaan op de eigen synthese van vet en eiwit door herkauwers met behulp van pensmicroben, maar naar krachtvoerders die extra kunnen bijdragen aan een verhoging van de vet- en eiwitgehalten in de geitenmelk. Aangezien de samenstelling van het rantsoen in sterke mate bijdraagt aan de melksamenstelling, wordt sturen via het rantsoen als een belangrijke maatregel gezien om de melksamenstelling te optimaliseren (Sanz Sampelayo *et al.*, 2007). Door de biologische regelgeving die aangeeft dat maximaal 40 % van het rantsoen uit krachtvoer mag bestaan, hebben biologische geitenhouders minder mogelijkheden om via het krachtvoer te sturen. Bovendien heeft de verplichting tot 100 % biologisch voeren, die per 1 januari 2008 geldt, als uitwerking dat de keuzevrijheid in voeders beperkt is.

Zoals beschreven in hoofdstuk 2 is er een significant verschil tussen melkvetgehalte van melk van biologische geitenhouderijen en melk van gangbare geitenhouderijen. Dit verschil kan verklaard worden door het verschil in voedermogelijkheden tussen de gangbare en de biologische sector. Een factor waaraan een groot deel van dit verschil wordt toegedicht is het gebruik van pensbestendige vetten in het rantsoen, die door de chemische behandelingen wel zijn toegestaan in de gangbare sector maar niet in de biologische sector (SKAL, 2009). Door de keuzebeperking in voeders is de biologische sector op zoek naar voedermiddelen die een verhogend effect hebben op zowel het vet- als het eiwitgehalte in de melk.

Als eerste verkenning is een literatuurstudie gedaan naar de verschillende voeders die zijn onderzocht op hun vermogen om de gehalten te verhogen. Praktijkervaringen van geitenhouders zijn verzameld en indien mogelijk onderbouwd met literatuur. De experimenten die in de literatuur beschreven worden zijn uitgevoerd met geiten in gangbare systemen. Dit heeft als gevolg dat niet alle genoemde voeders beschikbaar zijn voor de biologische geitenhouderij. De vermelding van deze voeders kan echter wel aanleiding geven tot het vinden van biologische verwerkingsmogelijkheden voor deze voeders. Op deze manier wordt geprobeerd de biologische geitenhouderij handvatten aan te leveren die kunnen leiden tot verder onderzoek naar voeders die een verhogend effect op de gehalten lijken te hebben.

3.2 Mogelijkheden voor vetgehalte

Toevoeging van vetten aan het rantsoen van geiten kan het vetgehalte in melk omhoog brengen (Chilliard *et al.*, 2003). Voorbeelden van vetsupplementen zijn:

- plantaardige oliën (3.2.1)
- olie houdende zaden (heel, geplet, gemalen), zaadschilfers (mechanisch van olie ontdaan) of zaadschroten (chemisch van olie ontdaan) (3.2.2)
- bestendig gemaakte vetten door onder andere calciumzouten, formaldehydebehandeling of toasten (3.2.3, 3.2.4).

Meerdere studies aangetoond dat vetsupplementatie de melkopbrengst van geiten niet beïnvloedt ((Bouattour *et al.*, 2008; Mir *et al.*, 1999). Toegevoegde vetten hebben veel minder negatieve invloed op melkeiwitgehalten van geiten dan bij koeien het geval is (Morand-Fehr, 2005). Het verschil tussen de reactie van koeien en geiten op vetsupplementen is waarschijnlijk toe te schrijven aan de doorstromingsnelheid van nutriënten door het darmkanaal, die hoger is bij geiten dan bij koeien (Chilliard *et al.*, 2003; Sanz Sampelayo *et al.*, 1998). Er wordt gesuggereerd dat deze hogere doorstromingsnelheid ervoor kan zorgen dat de vetzuren uit de vetsupplementen minder effect kunnen uitvoeren op de pens, wat gepaard gaat met lipogenese (vetzuursynthese) in de melkklier (Chilliard *et al.*, 2003; Queiroga *et al.*, 2009).

Het effect van vetsupplementatie op melkvetsecretie bij geiten kan minder sterk zijn tijdens midlactatie dan tijdens vroege lactatie. Dit kan te maken hebben met een sterkere mobilisatie van lichaamsvet tijdens vroege lactatie, wat de toevoer van voedingsvetzuren in de richting van de melkklieren bevordert. Na de lactatiepiek wordt juist een grotere hoeveelheid van exogene vetzuren opgenomen door het vetweefsel. Wat betreft vetgehalten, is de reactie op vetsupplementatie het sterkst bij laatlacterende of laagproductieve geiten, wat waarschijnlijk komt doordat vetzuren het minst verdund zijn in de melk van deze geiten (Chilliard *et al.*, 2003).

3.2.1 Oliën

Verschillende studies zijn gevonden waarin geëxperimenteerd is met toevoeging van olie aan het voer van geiten. Zo leidt soja-olie toevoeging aan het voer tot een significante stijging van het vetgehalte in de melk ten opzichte van controlegroepen (Bouattour *et al.*, 2008; Mele *et al.*, 2008) met in een enkel geval zelfs een vetgehaltestijging van 10 % (Bouattour *et al.*, 2008; Mele *et al.*, 2008). In beide studies zijn de eiwitgehalten in de melk onveranderd gebleven.

Naast soja-olie bestaan er ook een aantal studies waarin geëxperimenteerd is met zonnebloemolie in het rantsoen. Toevoeging van zonnebloemolie geeft een verhoging van het vetgehalte, maar dit verschil blijkt niet significant (Queiroga *et al.*, 2009). Ook toevoeging van zonnebloemolie aan de maïskuil leidt niet tot een significante stijging van het vetgehalte, terwijl bij toevoeging aan hooi wel een significante stijging is gevonden (Bernard, 2009). Het basisvoer lijkt een belangrijke factor te zijn voor de effectiviteit van toevoeging van plantaardige oliën (Bernard, 2009). In een andere studie leidt toevoeging van zonnebloemolie aan het rantsoen tot een significante stijging van het vetgehalte (Bernard *et al.*, 2005b). Er is geconstateerd dat het vetgehalte stijgt met 21.9% % ten opzichte van de controlegroep met als basisvoer hooi (Bernard *et al.*, 2005b). In deze drie studies komt verder naar voren dat toevoeging van plantaardige olie geen significant effect heeft op het eiwitgehalte.

Andere soorten plantaardige olie waarmee is geëxperimenteerd, zijn canola-olie, katoenolie en lijnzaadolie. Hoewel canola-olie niet gebruikt mag worden in de biologische landbouw, omdat het olie betreft van een genetisch gemodificeerde plant, zorgt deze olietoevoeging voor een significante stijging van vetgehalten in geitenmelk (Mir *et al.*, 1999). Katoenolie geeft ook een significante verbetering als additief (Queiroga *et al.*, 2009). Bij 5 % olietoevoeging is een significante daling in melkopbrengst geconstateerd, wat niet het geval is bij 3 % toevoeging. Waarschijnlijk ligt dit aan de lagere voedselopname van de geiten die 5 % katoenolie toegevoegd hadden gekregen aan hun rantsoen (Queiroga *et al.*, 2009). Lijnzaadolie geeft een significante stijging van vetgehalten met maïskuil als

basisvoeder, en met hooi als basisvoeder (Bernard, 2009). Canola-olie en katoenzaadolie bleken weinig invloed te hebben op het eiwitgehalte in de geitenmelk. Bij lijnzaadolie is echter een significante stijging van eiwitgehalten geconstateerd.

Ook is geëxperimenteerd met tonijnolie. Hieruit blijkt dat de olie geen invloed heeft op vet- en eiwitgehalten in geitenmelk. De voedselopname is, evenals de melkproductie, wel significant lager bij een rantsoen met tonijnolie dan bij het controledieet. (Kitessa *et al.*, 2001)

Uit bovenstaande blijkt dat toevoeging van oliën een positieve invloed kan hebben op het vetgehalte in de geitenmelk en dat eiwitgehalten meestal niet beïnvloed worden. Wel is de effectiviteit van olietoevoeging afhankelijk van vele factoren. Zo kan een grote hoeveelheid vetten (meer dan 6 % van de droge stof opname), of een lagere hoeveelheid (4-5 % van de droge stof opname) bij een rantsoen dat al rijk is aan ethers, schadelijke effecten hebben op melkproductie en zelfs op het melkvetgehalte (Morand-Fehr, 1991). Grote hoeveelheden toegevoegde vetten kan de pensfermentatie negatief beïnvloeden. Hierdoor wordt minder azijnzuur in de pens aangemaakt (Morand-Fehr *et al.* 1991). Dit azijnzuur bevordert de vorming van melkvet (Govaerts *et al.*, 2006).

3.2.2 Zaden, schilfers en schroten

Het voeren van hele sojabonen leidt tot een significante stijging van het vetgehalte in de geitenmelk. Het melkvetgehalte stijgt in deze studie met 9.3 g/kg, wat gelijk staat aan een vetgehalteverhoging van 21 %.. Er is geen invloed gevonden van hele sojabonen op het eiwitgehalte. (Bernard *et al.*, 2005a)

De toevoeging van hele zonnebloempitten aan het rantsoen is onderzocht op een intensief en een semi-intensief bedrijf (Zucali *et al.*, 2007). Bij de semi-intensieve geitenhouderij is geen significant verschil geconstateerd in het melkvetgehalte, wat wel gevonden is bij de intensieve geitenhouderij. De oorzaak van dit verschil is onbekend. Bij beide geitenhouderijen is geen verschil geconstateerd in het eiwitgehalte.

Ten slotte is geëxperimenteerd met zowel lijnzaadolie, lijnzaad, zonnebloemolie, zonnebloempitten, lupinezaad en sojabonen als toevoeging aan het rantsoen van geiten (Chilliard *et al.*, 2003). Alle gesupplementeerde diëten geven een significante stijging van het vetgehalte in de geitenmelk. Deze diëten zorgen voor een stijging van het eiwitgehalte, maar alleen bij lijnzaadolie, lijnzaad, zonnebloempitten en lupinezaad is deze stijging significant (Chilliard *et al.*, 2003).

Een andere bron van supplementen kan gezocht worden bij de schilfers en schrootproducten, restproducten van respectievelijk mechanisch en chemisch geperste zaden. Schilfers en schroot zijn goede eiwitbronnen, waardoor ze erg geschikt zijn als veevoer. Wanneer een deel van het ruwvoer (gerstehooi) wordt vervangen door olijschrootkuil, blijkt dat het vetgehalte in de geitenmelk niet significant stijgt (Hadjipanayiotou, 1999; Hadjipanayiotou, 2000). Ook blijkt dat het eiwitgehalte in de geitenmelk niet significant stijgt (Hadjipanayiotou, 2000).

Uit de praktijk

Tijdens het bezoek aan geitenhouder Henk Kuipers kwam naar voren dat hij sinds zes weken zonnebloemschilfers met een hoog eiwit gehalte die relatief goed ontdopt zijn gebruikt. Hij kwam op dit idee naar aanleiding van een artikeltje in het vakblad 'Geitenhouderij'. Hierin werd verwezen naar het artikel van (Bernard, 2009). Omdat zonnebloemzaden relatief veel olie (50 %) bevatten in vergelijking met bijvoorbeeld sojabonen (20 %), kan zonnebloemolie op mechanische wijze gewonnen worden door het uitpersen van de zaden, zonder dat chemische extractie (gebruik van oplosmiddel) moet worden toegepast (Van Espen, 2003). Bij persing wordt 30 % van de olie gewonnen. Omdat het economisch niet haalbaar is de laatste 20 % van de olie te winnen blijft er een redelijk grote hoeveelheid olie achter in het afvalproduct (Van Espen, 2003). De kwaliteit van het product hangt af van de herkomst van het product. Zonnebloemschilfers uit Nederland kunnen relatief minder goed ontdopt worden, het eiwitpercentage in de schilfers bedraagt ongeveer 25 %. Komen de schilfers uit het buitenland dan kan het product beter ontdopt worden waardoor het ongeveer 31 % eiwit bevat (Heuven, 2009).

De geiten van Kuipers krijgen door het voeren van de zonnebloemschilfers de zonnebloemolie binnen. Inmiddels heeft Kuipers een hoger vetgehalte waargenomen in zijn melk, maar de exacte stijging is nog niet bekend. Kuipers voert momenteel de ongedopte gemalen zonnebloempit samen met najaarskuil.

3.2.3 Bestendige voeders

In de gangbare geitenhouderij zijn de vetgehalten hoger dan op de biologische bedrijven. Dit kan deels veroorzaakt worden door het gebruik van pensbestendige vetten die echter niet gebruikt mogen worden in de biologische geitenhouderij. Deze vetten zijn vaak chemisch behandeld waardoor de nutriënten beter bestand zijn tegen microbiële afbraak in de pens. Hierdoor bereiken meer nutriënten de darm, waar ze door opname beschikbaar worden voor de geit (Baldi, 1992a; Sanz Sampelayo *et al.*, 2002). Wanneer meer voedingsbestanddelen in de darm worden opgenomen, kunnen ook meer componenten zoals vet en eiwit richting de melk gestuurd worden.

Bestendige vetten

Uit de literatuur blijkt dat het vervangen van een deel van het krachtvoer door bestendig vet in de vorm van calciumzepen de meeste gebruikte methode is om het vetgehalte in de melk te verhogen (Baldi, 1992a; Baldi, 1992b; Rapetti *et al.*, 2002; Sanz Sampelayo *et al.*, 2004). Na toevoeging van calciumzepen van lange vetzuurketens is een significante stijging van 13 % in het vetgehalte gevonden maar is geen significant effect op het eiwitgehalte aangetoond (Baldi, 1992a). Dit zou te wijten kunnen zijn aan de afwezigheid van interactie tussen calciumzepen en pensfermentatie. In een andere studie geeft supplementatie met calciumzepen rijk aan meervoudig onverzadigde vetzuren ook een significante stijging in het vetgehalte maar is een significante daling van het eiwitgehalte te zichtbaar (Pérez *et al.*, 2000). De toevoeging van calciumzepen van palmvetzuren geeft een significant stijging in het vetgehalte van 24,7 % (Rapetti *et al.*, 2002). Na toevoeging van calciumzepen van lijnzaad is geen significant verschil van de vet- en eiwitgehalten zichtbaar (Cenkvári *et al.*, 2005).

Er is gekeken naar de invloed van sojaschroot in het dieet van geiten op onder andere de vet- en eiwitgehalten in melk (Schmidely *et al.*, 2005). Bij toevoeging van 10 % sojaschroot in het rantsoen is een significante stijging in

vetgehalte in de geitenmelk zichtbaar. Bij toevoeging van 20 % stijgt het vetgehalte niet significant. Er is geen invloed zichtbaar op het eiwitgehalte.

Er kan ook gebruik gemaakt worden van deels bestendige tonijnolie, al is daar nog niet veel onderzoek naar gedaan. Wanneer deels beschermde tonijnolie wordt aangeboden is geen verandering te zien wat betreft vetgehalte in geitenmelk (Kitessa *et al.*, 2001). Ook het verstrekken van calciumzouten van tonijnolie aan geiten in midlactatie heeft geen effect op vet- en eiwitgehalten in geitenmelk (Sanz Sampelayo *et al.*, 2007). De toevoeging van verschillende hoeveelheden calciumzouten van tonijnolie laat in de lactatie geeft een significante stijging in de vet- en eiwitgehalten in de geitenmelk en ook is een verlenging van de lactatieperiode te zien, het is niet bekend of deze verlening significant is. (Sanz Sampelayo *et al.*, 2004).

Bestendig vet kan een negatief effect hebben op het eiwitgehalte, maar deze negatieve trend wordt niet teruggevonden in de totale eiwitopbrengst (Sanz Sampelayo *et al.*, 2002)

Formaldehyde behandeling

Naast het toevoegen van bestendige vetten aan het rantsoen, zijn er ook experimenten met andere bestendig gemaakte voeders uitgevoerd. Een veel gebruikte methode om eiwit bestendig te maken is het behandelen van het voeder met formaldehyde (Sahoo and Walli, 2008). In deze studie is gekeken naar het verschil in effect van onbestendig en bestendig gemaakte mosterdkoek op vet- en eiwitgehalten in geitenmelk. De resultaten van de studie laten zien dat het verhogen van niet-afbreekbaar eiwit door formaldehyde behandeling van de mosterdkoek geen invloed heeft op vet- en eiwitgehalten in geitenmelk.

En is een onderzoek gedaan naar het effect van tuinbonen behandeld met formaldehyde. Er is geen significant effect gevonden van dit supplement op het vetgehalte in de geitenmelk. In deze studie is een significante daling te zien in eiwitgehalte ten opzichte van de controlegroep (Tewatia, 1995). Gemalen lijnzaad behandeld met formaldehyde als toevoeging aan het rantsoen leidt tot een significante stijging van de vet- en eiwitgehalten (Bernard *et al.*, 2005b).

3.2.4 Biologische mogelijkheden bestendige voeders

Aangezien in de biologische geitenhouderij geen grondstoffen gevoerd mogen worden die een chemische behandeling hebben ondergaan, is gekeken naar mogelijkheden om toch bestendige grondstoffen te voeren die op een niet-chemische manier behandeld zijn. Tot nu zijn alleen onderzoeken gepubliceerd die het toosten van grondstoffen behandelen. Grondstoffen die hier besproken zullen worden zijn sojabonen, lupine en gerst.

Getoaste sojabonen

In de literatuur zijn geen onderzoeken naar het effect van getoaste sojabonen bij geiten te vinden. Er is echter wel onderzoek gedaan met koeien. Hieruit blijkt dat meervoudig onverzadigde vetten in getoaste sojabonen beschermd zijn tegen afbraak in de pens (Chilliard *et al.*, 2003). In een ander onderzoek heeft het toosten een negatief effect op de effectieve pensafbraak van eiwitten, wat veroorzaakt wordt door een afname in afbraaksnelheid (Mogensen *et al.*, 2008). Dit negatieve effect op de pensafbraak gaat echter gepaard met een verhoging in fecaal verlies, waardoor geen hogere vertering van bestendig eiwit in de darm aangetoond kan worden.

Uit de praktijk

Geitenhouder Jan Wanders heeft goede ervaringen met gesnipperde getoaste sojabonen wat betreft de vet- en eiwitgehalten. Deze grondstof is echter slecht verkrijgbaar, waardoor het niet meer gebruik wordt.

Getoaste lupine

Ook voor deze grondstof is alleen literatuur over koeien bekend. Hieruit blijkt dat getoaste lupine een negatief effect heeft op de effectieve pensafbraak van eiwitten doordat de afbraaksnelheid afneemt, maar er is geen effect van de verminderde pensafbraak op de totale verteerbaarheid gevonden (Mogensen *et al.*, 2008). Dit leidt tot de conclusie dat de darmverteerbaarheid van het pensbestendig eiwit in lupine hoger is wanneer het product in getoaste vorm gevoerd wordt.

Uit de praktijk

Getoaste lupine is genoemd door geitenhouder Henk Kuipers. Het is echter lang geleden dat de geitenhouder deze grondstof voerde, waardoor eventuele invloed op de melksamenstelling niet bekend is.

Getoaste gerst

Naast getoaste sojabonen en getoaste lupine is ook de verteerbaarheid van getoaste gerst bij koeien onderzocht. Deze grondstof heeft een verlaging van de pensafbraak tot gevolg ten opzichte van onbehandelde gerst, wat wederom toegeschreven wordt aan een afname in afbraaksnelheid (Mogensen *et al.*, 2008). Net als bij getoaste lupine is bij gerst geen effect van de verminderde pensafbraak op de totale vertering gevonden. De conclusie is eveneens dat de darmverteerbaarheid van het pensbestendige eiwit verhoogd is in de getoaste vorm van gerst (Mogensen *et al.*, 2008). In een andere studie wordt hetzelfde negatieve effect op de pensafbraak van eiwitten van getoaste gerst gevonden. Hieruit blijkt echter dat de levering van microbiële eiwitten vanuit de pens naar de darm verlaagd is, waardoor in totaal ongeveer eenzelfde hoeveelheid eiwit de darm bereikt als in het geval van gewone ongetoaste gerst. (McNiven *et al.*, 1995))

3.3 Eiwitten

Het effect van verschillende hoeveelheden en/of verschillende soorten ruw eiwit op melksamenstelling van geiten is niet veel onderzocht. Over het algemeen blijkt dat in de meeste gevallen eiwit- en caseïnegehalten niet heel gevoelig zijn voor ruwe eiwit-supplementen aan diëten die identiek zijn wat betreft energie en stikstof. Hetzelfde geldt voor het veranderen van de soort eiwitbron in het rantsoen (Morand-Fehr, 1991).

De eiwitgehalten in de melk van vier groepen Granadina geiten zijn met elkaar vergeleken, waarbij 20 % van het krachtvoer uit een verschillende eiwitbron bestond (Sanz Sampelayo *et al.*, 1998). De vier eiwitbronnen betreffen tuinbonen, zonnebloemkoek, maïsglutenvoeder en katoenzaad. Het eiwitgehalte is het hoogst in melk van geiten met het maïsglutenvoeder en blijkt significant hoger te zijn dan het eiwitgehalte dat is gemeten in melk van geiten die zonnebloemkoek gevoerd krijgen (Sanz Sampelayo *et al.*, 1998). Eenzelfde experiment is uitgevoerd en hieruit blijkt dat het hoogste eiwitgehalte wordt aangetroffen in geiten die maïsglutenvoeder toegevoegd hebben gekregen aan

hun rantsoen. Tuinbonen en maïsglutenvoeder zorgen in deze studie voor een significant hoger eiwitgehalte dan zonnebloemkoek en katoenzaad(Sanz Sampelayo, 2000).

3.4 Conclusies

Uit de verrichte literatuurstudie blijkt dat bijna alle vetsupplementen die aan geiten gevoerd worden, een stijging van het vetgehalte in de geitenmelk teweeg kunnen brengen. Eiwitgehalten blijven echter veelal onveranderd. Eén van de meest onderzochte grondstoffen die in onderzoek gebruikt zijn voor vetsupplementatie zijn oliën. De positieve effecten van oliesupplementatie kunnen verminderd zijn wanneer deze in hoeveelheden groter dan 4 tot 6 % van de droge stof opname gevoerd worden. Daarnaast lijkt het basisvoeder van invloed te zijn op de effectiviteit van het vetsupplement. In de literatuur zijn betere resultaten te vinden met hooi als basisvoeder dan voeder gebaseerd op maïs. Experimenten met zaden, schilfers en schroten laten gevarieerde resultaten zien. De meeste onderzoeken met bestendige gemaakte voeders laten zeer positieve resultaten zien, mogelijk doordat de nutriënten bestendig zijn gemaakt tegen de microbiële afbraak in de pens en er hierdoor een grotere hoeveelheid voedingsbestanddelen kan worden opgenomen in de darm. Mogelijkheden voor het biologische bestendig maken van vetten lijken te liggen bij het toestaan van voeders. De meeste experimenten op dit gebied hebben tot op heden plaatsgevonden bij koeien. Op het gebied van voeders bedoeld om het eiwitgehalte in de geitenmelk te verhogen is weinig in de literatuur te vinden. Uit de literatuur blijkt dat supplementatie van ruw eiwit weinig tot geen effect heeft op het verhogen van eiwitgehalten in geitenmelk.

4 Genetica

Niet alleen voeding kan invloed hebben op de vet- en eiwitgehalte in de melk, maar ook genetica kan een rol spelen. Hiervoor wordt in dit hoofdstuk gekeken naar de genen die invloed hebben op de vet- en eiwitgehalten in de melk, naar de interactie tussen genotype en milieu, de mogelijkheden voor verspreiding van genen, het effect van heterose en naar fokprogramma's.

4.1 Invloed van genen op vet- en eiwitgehalte

In de geit zijn vier caseïne genen die goed zijn voor 80 % van het eiwitgehalte in de melk (Ramunno *et al.*, 2004). Dit zijn het α_{s1} -caseïne, β -caseïne, α_{s2} -caseïne en κ -caseïne gen. Deze genen liggen bij de geit in een cluster van 250 kilobasen op chromosoom zes (Barillet, 2007). Van het α_{s1} -caseïne zijn zeven varianten die overeenkomen met veertien allelen (Grosclaude, 1997). Het gaat hierbij om sterke varianten (A, B, C), een tussenvariant (E), zwakke varianten (F, G) en een nulvariant (0) wat betreft synthese snelheid (Grosclaude, 1987).

Een hoog α_{s1} -caseïne niveau wordt geassocieerd met een hoger eiwit- en caseïnegehalte in de melk (Grosclaude, 1987). Een hoger caseïnegehalte betekent een kleinere caseïne micel, een druppel hydrofobe substantie die niet is opgelost in de melk, en ook minder calcium bevat. Hierdoor is er minder melk nodig om een kilo kaas te maken, echter deze heeft een minder geitspecifieke smaak. Deze smaak is onder andere gekoppeld aan lipolyse, de afbraak van vet tot vetzuren, en deze geitspecifieke smaak lijkt minder sterk te zijn in melk met een hoog eiwitgehalte (Delacroix-Buchet, 1996) in (Neveu *et al.*, 2002).

Genotype heeft een effect op het eiwitgehalte in de melk (Grosclaude, 1997). Uit onderzoek is gebleken dat dieren met het genotype AA, AF, EE en EF van het α_{s1} -caseïne gen een significant ($p < 0.01$) hoger eiwitgehalte in de melk hebben dan dieren met het FF genotype. Wel geven geiten met het AA genotype significant ($p < 0.01$) minder melk dan geiten met AE, AF, EE en EF genotype. Ook het vetgehalte is significant ($p < 0.01$) hoger dan bij geiten met een AA, AE en AF dan geiten met EF, FF genotype (Grosclaude, 1997). Bij Saanen wordt voornamelijk de E tussenvariant gevonden (Enne, 1997) in (Moioli *et al.*, 2007). In een onderzoek naar jonge bokken van dit ras is naar voren gekomen dat 44 % het genotype AE of AF heeft, 36 % het genotype EE heeft en 18 % het genotype EF of FF heeft. Hierdoor heeft het zin om het DNA van jonge bokken te testen, zodat er niet onnodig nakomelingenonderzoek wordt gedaan (Manfredi *et al.*, 1995). Onderzoek is gedaan naar het caseïnegehalte in de melk van Saanen geiten in hetzelfde lactatiestadium. De geiten zijn geselecteerd op caseïnegehalte en is een groep met een hoog caseïnegehalte en een groep met een laag caseïnegehalte ontstaan. De groep met het hoge gehalte heeft 2,32 % caseïne in de melk en de groep met het lage gehalte heeft 2,05 %. Dit is een significant verschil (Ambrosoli *et al.*, 1988).

In een fokprogramma kan ook gebruikt worden gemaakt van selectie op het α_{s1} -caseïne gen (Sanchez, 2004). In dit onderzoek komt naar voren dat dit vooral een gunstig effect heeft op het eiwitgehalte in de melk. Bij rundvee kan een voordeel behaald worden van 30 % wanneer in het begin van het leven van het dier geselecteerd wordt op dit kenmerk met behulp van DNA onderzoek (Sanchez, 2004). Bij geiten kan naar verwachting door selectie op het caseïnegehalte in de melk, een voorsprong van 18 % behaald worden op dit kenmerk (Sanchez, 2004).

4.2 *Genotype x milieu interactie*

Dit is het fenomeen dat verschillende genotypen een verschillende gevoeligheid hebben voor veranderingen in de omgeving (van Arendonk *et al.*, 2006). Het is dan ook van belang de moederlijnen van biologisch goed verervende bokken te selecteren bij de keuze van een KI bok. In Nederland wordt bij het schatten van de fokwaarde van melkvee niet gelet op de interactie tussen genotype en milieu (Nauta *et al.*, 2005). Er is een onderzoek gedaan naar genetische correlaties tussen biologische en gangbare melkveebedrijven. De genetische correlatie tussen biologisch en regulier is voor melkproductie 0.80, voor vetopbrengst 0.88 en voor eiwitopbrengst 0.71. Ook komt naar voren dat de erfelijkheidsgraden voor productiekenmerken hoger zijn in biologische melkveebedrijven dan in gangbare, maar dit geldt niet voor de vet- en eiwitgehalten (Nauta *et al.*, 2006).

Het milieu, vooral de factor voeding, van een gangbare geitenhouderij is anders dan dat van een biologische geitenhouderij. In een onderzoek bij koeien komt naar voren dat de melkgift van koeien die ook krachtvoer krijgen hoger is dan koeien met alleen weidebegrazing (Kennedy *et al.*, 2003). In de gangbare geitenhouderij wordt voornamelijk krachtvoer gevoerd, terwijl in de biologische geitenhouderij 60% ruwvoer wordt gevoerd (SKAL, 2009). Dit betekent dat een bok die in de gangbare geitenhouderij dochters geeft met hoge gehalten en melkgift, niet automatisch dochters geeft die ook onder biologische omstandigheden evengoed produceren. Het is hierdoor niet duidelijk of er gebruik gemaakt kan worden in de biologische geitenhouderij van goede bokken vanuit de gangbare geitenhouderij.

4.3 *Verspreiding van genetische vooruitgang*

Kunstmatige inseminatie (KI) biedt de mogelijkheid tot een snellere genetische vooruitgang van de veestapel (GKN, 2008). Om de vet- en eiwitgehalten in de melk te verhogen, kan men door KI kiezen voor een bok met goede fokwaarden voor deze kenmerken. De fokwaarden zijn vooral bekend in de gangbare geitenhouderij. Deze fokwaarden worden bepaald aan de hand van de nakomelingen van de bok. Het duurt een paar jaar voordat een bok bewezen is en in de biologische geitenhouderij mag deze dan niet aangevoerd worden, omdat alleen jonge dieren vanuit de gangbare geitenhouderij aangevoerd mogen worden (SKAL, 2009). Dit maakt het lastig voor een biologisch bedrijf om een bewezen bok aan te kopen. KI biedt in dit geval een mogelijkheid om een gangbare bok met een biologische geit te kruisen. Ook kan sperma uit het buitenland geïmporteerd worden, om nieuw genetisch materiaal in de veestapel te introduceren. Dit 'outcrossing' principe is een goede mogelijkheid om inteelt tegen te gaan.

Voor KI wordt vaak gebruik gemaakt van hormonen voor oestrussynchronisatie, maar dit is niet toegestaan op een biologisch bedrijf (SKAL, 2009). Inseminatie tijdens de natuurlijke oestrus kan in principe betere resultaten geven dan bij een hormonaal gesynchroniseerde oestrus, omdat onnatuurlijke behandelingen het resultaat zullen verlagen (Donovan *et al.*, 2004; GKN, 2008). Het bevruchtigingspercentage ligt tussen de 60 en 65 % zowel bij inseminatie met, als bij inseminatie zonder hormoonbehandeling (Boué and Sigwald, 2001; Corteel, 1977) geciteerd in (Leboeuf *et al.*, 2008). Het is mogelijk een inseminator te laten komen, maar dit is niet rendabel zonder oestrussynchronisatie. Wel is het mogelijk een cursus te volgen, zodat de inseminatie zelf gedaan kan worden (de Bruin, 2009). Vuistregel hiervoor is dat een geit ongeveer een halve dag nadat ze voor het eerst rits is gezien, gebruik makend van een zoekbok of een kween, geïnsemineerd wordt (GKN, 2008).

Voor kunstmatige inseminatie kan vers sperma en bevroren sperma gebruikt worden. Voor vers sperma is een minimumafname verplicht. Deze rietjes moeten gelijktijdig worden gebruikt, omdat rekening gehouden moet worden met de zeer beperkte houdbaarheid (GKN, 2008). Zonder oestrussynchronisatie is vers sperma dus niet efficiënt. Bevroren sperma is een goed alternatief, omdat de rietjes op het bedrijf bewaard kunnen worden, in afwachting van de natuurlijke oestrus (GKN, 2008). Hiermee is het ook mogelijk geiten te bevruchten buiten het fokseizoen, die bijvoorbeeld via lichtmanipulatie rits zijn geworden.

Het insemineren is arbeidsintensief, omdat de geit door twee personen vastgehouden moet worden, en door een derde geïnsemineerd (GKN, 2008). Hierdoor is kunstmatige inseminatie van de volledige veestapel niet haalbaar. Echter, een selectie van de beste geiten kan met KI gedekt worden om toch te profiteren van de snellere genetische vooruitgang. Eventueel kan een boklam, gefokt uit een eigen geit en een KI bok, het volgende dekseizoen ingezet worden voor natuurlijke dekking, zodat de genetische opmaak van de KI bok gekruist kan worden met een groter aantal geiten. Bij de selectie van een KI bok moet rekening gehouden worden met de zogenaamde genotype door omgeving interactie.

4.4 Heterose

Heterose is het fenomeen, waarbij de nakomeling uit een kruising van twee rassen beter produceert dan het gemiddelde van de twee rassen. Het wordt veroorzaakt door dominantie en epistase, oftewel de interactie tussen allelen op hetzelfde locus, dominantie, en de interactie tussen allelen op verschillende loci, epistase. De specifieke combinatiemogelijkheid van twee rassen leidt tot een verbetering van de productie welke niet wordt doorvererfd naar een volgende generatie, wanneer de nakomelingen onderling gekruist worden (van Arendonk *et al.*, 2006). Het heterose-effect is maximaal wanneer de ouderrassen het meest verschillend zijn (van Raden and Sanders, 2001).

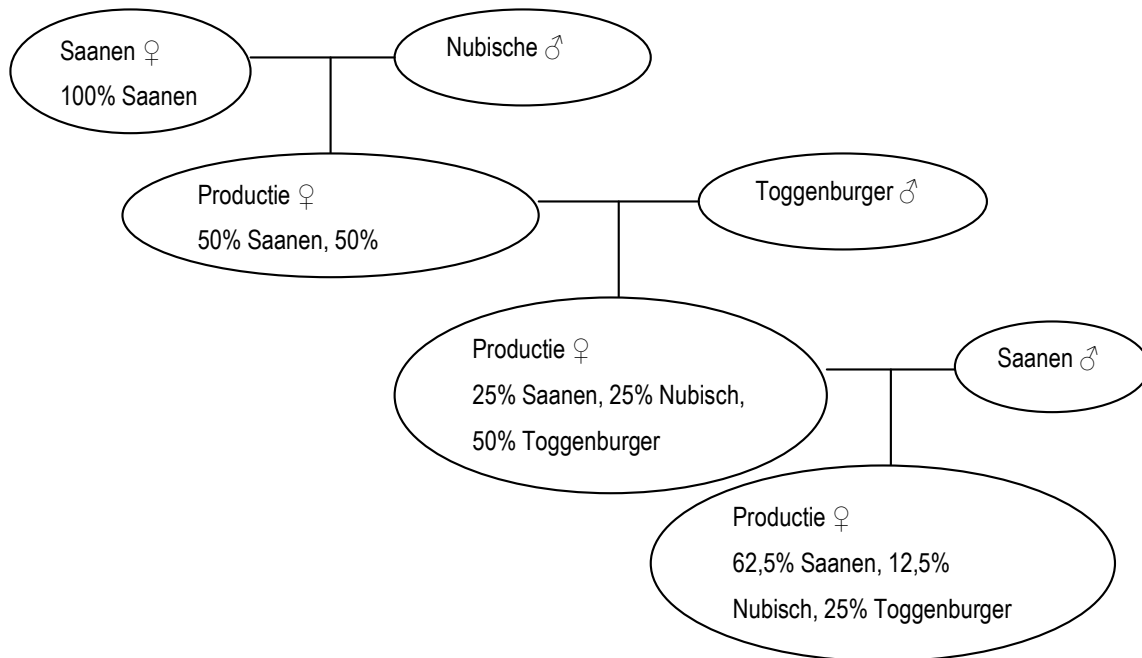
Bij kruisingen tussen Saanen, Nubische en Toggenburg geiten zijn indicaties gevonden voor heterose (Singireddy *et al.*, 1997) geciteerd in (Serradilla, 2001). Deze rassen zijn veel gebruikt in de melkgeitenhouderij, net als Alpine geiten. Saanen geiten staan bekend om hun hoge melkproductie (Boichard *et al.*, 1989b) en Alpine geiten hebben hogere vet- en eiwitgehalten dan Saanen geiten (Mioc *et al.*, 2008). Nubische geiten hebben hogere vet- en eiwitgehalten dan Alpine en Saanen geiten (Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008) en Toggenburgers hebben de beste uiers (Visser, 2007). Door deze rassen te kruisen worden de voordelen van de rassen gecombineerd in één productiegeit.

Uit de praktijk

Bij geitenhouder Van der Bruggen zijn indicaties gevonden dat ook de vet- en eiwitgehalten positief door heterose worden beïnvloed. Van der Bruggen heeft hogere vet- en eiwitgehalten dan gemiddeld. Volgens hem komt dit doordat hij vier jaar geleden Nubische bokken met Engelse bloedlijnen in kruiste.

Bij kruisingen van Saanen, Nubische en Toggenburg geiten wordt heterose gevonden in melkproductie, waarbij de kruisingen 105 liter melk meer produceerden per lactatie dan verwacht zou worden op basis van het gemiddelde van de ouderdieren (Singireddy *et al.*, 1997) geciteerd in (Serradilla, 2001).

Voor deze kruising kan een driewegsysteem gebruikt worden (figuur 4.1), waarbij de geiten afwisselend gedekt worden door een Saanen bok, Nubische bok en een Toggenburg bok. Hierdoor blijven de gen-interacties aanwezig, en hiermee het heterose-effect in de nakomelingen (van Raden and Sanders, 2001). In dit systeem worden de geiten gekruist, maar de bokken moeten van het zuivere ras zijn. Hierdoor zijn er drie afzonderlijke fokprogramma's nodig om de bokken te produceren. Genetische vooruitgang wordt vanuit deze drie fokprogramma's via de bokken doorgegeven naar de productiepopulatie.



Figuur 4.1: Driewegskruising met de Saanen, Nubische en Toggenburger rassen. Eventueel kunnen ook andere rassen geselecteerd worden, zoals de Alpine.

4.5 Fokprogramma's

4.5.1 Familieteelt

Familieteelt is het fokken van dieren die verwant zijn aan elkaar. Bij gematigde familieteelt worden dieren gekruist die verwant zijn aan elkaar vanaf de vierde generatie (Anema, 1950) in (Nauta *et al.*, 2006).

Bij koeien is al gebruik gemaakt van familieteelt. De veehouders selecteren en fokken zelf de vervanging voor de kudde. De veehouder selecteert ieder jaar stiermoeders uit de kudde en deze worden gefokt met stieren van een eerdere generatie. De stiermoeders worden geselecteerd van verschillende lijnen of families om een zo groot mogelijke verspreiding te krijgen van alle lijnen (Nauta, 2005). Bij koeien worden de meest belovende jonge stieren geselecteerd die één jaar gebruikt worden voor de fok. Na dat jaar worden ze afgevoerd of verkocht als fokstier voor andere boerderijen. Iedere stier wordt gekruist met een gelijk deel van de kudde, zodat elke stier ongeveer hetzelfde aantal nakomelingen krijgt. Ook wordt op deze manier inteelt verminderd. Fokken met nabije familieleden (in de eerste 3 generaties) wordt vermeden om inteelt tegen te gaan (Nauta, 2005). Het inkruisen van een stier van buitenaf wordt gedaan op een 'dubbelbloed' manier. Een stier van buitenaf wordt gekruist met koeien van het bedrijf

en deze dochters worden gekruist met een stier van het bedrijf. Op deze manier heeft de derde generatie nakomelingen dubbelbloed van de eigen kudde, voordat ze gebruikt worden voor de verdere fok (Nauta, 2005).

Bij geiten zou hetzelfde systeem kunnen worden toegepast als bij koeien. Bij geiten is het generatie-interval kleiner, dus is sneller bekend hoe de nakomelingen van een bok presteren. Op een bedrijf zou gematigde familieteelt toegepast kunnen worden. Er hoeven dan geen bokken van buiten het bedrijf te komen. Door gebruik te maken van gematigde familieteelt wordt inteelt verminderd, doordat de dieren niet verwant zijn aan elkaar in de eerste drie generaties. Wanneer toch bloed van buitenaf nodig is, kan er gebruik gemaakt worden van inkruisen op de 'dubbelbloed' manier. Hierdoor heeft de derde generatie nakomelingen dubbelbloed van de eigen kudde voordat ze gebruikt worden voor de verdere fok. Familieteelt zou gebruikt kunnen worden in een nucleussysteem.

4.5.2 Nucleussysteem

Melkcontrole bij geiten is relatief duur. Een gemiddelde geitenhouderij heeft vijf keer zoveel dieren als een melkveebedrijf en dit betekent dat ook de kosten voor melkcontrole hoger zijn voor een geitenhouder. In de biologische geitenhouderij zou er gefokt kunnen worden op een aantal bedrijven. Deze bedrijven kunnen dan samenwerken en zo een nucleus vormen. Dit betekent dat alleen bij deze geitenhouderijen melkcontrole gedaan hoeft te worden. De overige bedrijven in de biologische geitenhouderij profiteren dan mee van de genetische vooruitgang door gebruik te maken van bokken uit de nucleus.

Wanneer 5 bedrijven van elk 400 geiten een nucleus vormen, ontstaat er een populatie van 2000 geiten.

- Een geit krijgt gemiddeld 1.7 nakomelingen (Amoah, 1996). Dit betekent dat jaarlijks 1700 geiten en 1700 bokken worden geboren.
- Aangenomen wordt dat het vervangingspercentage 20 % is. Dit betekent dat jaarlijks van de 1700 vrouwelijke nakomelingen 400 geiten nodig zijn voor de vervanging.
- Van de 2000 geiten worden 1000 geiten gebruikt om de proefbokken te testen en 1000 geiten om nieuwe proefbokken te produceren.
- Om de bokken te testen zijn geiten nodig om de nakomelingen te produceren. Wanneer per bok 15 vrouwelijke nakomelingen getest moeten worden, zijn er 18 geiten nodig ($15/0.85 \approx 17,65 \Rightarrow 18$). De populatie bestaat uit 1000 geiten om de proefbokken te testen, dus kunnen jaarlijks 55 bokken getest worden.
- Van de proefbokken worden de 20 beste bokken geselecteerd. Eén bok kan ongeveer 50 geiten dekken (Harwood, 2006; WUR, 2000), dus per 1000 geiten zijn 20 bokken nodig.
- De erfelijkheidsgraad voor vet is 0.50 en voor eiwit 0.58 (De Groot, 1999).
- De fenotypische variantie is 0.1945 voor vet en 0.0527 voor eiwit (De Groot, 1999).
- De waarde van vet bedraagt 35 % van de prijs van eiwit (2006).
- De fenotypische correlatie tussen vet en eiwit is 0.44 (Boichard et al., 1989a) en de genotypische correlatie is 0.57 (Barillet, 2007).

Met het programma SelAction is de maximale genetische vooruitgang per generatie en de economische waarde van de kenmerken vet- en eiwitgehalte berekend (Rutten *et al.*, 2002).

Vet

- Genetische vooruitgang 0.127
- Economische waarde 0.045

Eiwit

- Genetische vooruitgang 0.075
- Economische waarde 0.048

Deze getallen geven aan dat de genetische vooruitgang per generatie van vet 12.7 % is en van eiwit 7.5 %. Uiteindelijk zal deze vooruitgang afvlakken, omdat de genetische variatie kleiner wordt per generatie. De economische waarde van vet is echter lager dan van eiwit. De economische waarde van vet is 4.5 % en van eiwit 4.8 %. Met fokken op hogere vet- en eiwitgehalten kan de grootste genetische vooruitgang behaald worden op vet, maar de grootste economische vooruitgang op eiwit.

Genetische vooruitgang kan behaald worden wanneer er gefokt wordt op vet- en eiwitgehalten. Alle dekkingen moeten dan wel goed geregistreerd worden en de geitenhouder moet zeker weten wie de ouders van de lammeren zijn. De bedrijven die de nucleus vormen moeten melkcontroles uitvoeren. Omdat dit relatief kostbaar is, kunnen deze kosten gecompenseerd worden met de verkoop van bokken aan biologische bedrijven buiten de nucleus. Op de overige biologische bedrijven hoeft op deze manier geen melkcontrole uitgevoerd te worden, maar profiteren de geitenhouders wel van de genetische vooruitgang.

4.6 Conclusies

Het eiwitgehalte in de melk wordt voor 80 % bepaald door vier caseïne genen. Met behulp van DNA onderzoek kan de genetische potentie van een dier bepaald worden. Een hoge eiwitproductie heeft positieve gevolgen voor het vetgehalte, maar kan negatieve gevolgen hebben voor de melkproductie. Ook kan de smaak van geitenkaas beïnvloed worden door een hoog eiwitgehalte.

Het milieu van een gangbare geitenhouderij is anders dan dat van een biologische geitenhouderij. Hierdoor is het niet duidelijk of er gebruik gemaakt kan worden gemaakt van goede bokken vanuit de gangbare geitenhouderij in de biologische geitenhouderij van goede bokken vanuit de gangbare geitenhouderij.

Kunstmatische inseminatie biedt een mogelijkheid om vers en beter genetisch materiaal in te kruisen in de huidige veestapel. Voor KI is oestrussynchronisatie niet noodzakelijk, dus KI is ook mogelijk in de biologische geitenhouderij. Maar KI is wel arbeidsintensief. Een boklam, gefokt uit eigen geit en KI bok, kan het genetische materiaal van die KI bok via natuurlijke dekking verspreiden over de kudde. Heterose kan gebruikt worden om bij de volgende generatie grote voorsprong te behalen. Kruisingen tussen Saanen, Nubische, Toggenburgers en Alpine geiten worden verwacht in totaal beter te produceren dan van de raszuivere ouderrassen. Wanneer steeds met een ander ras gekruist wordt, blijft de heterose behouden en hiervoor kan er een driewegkruising gebruikt worden.

Op een bedrijf zou gematigde familieteelt toegepast kunnen worden. Hierdoor hoeven dan geen bokken van buiten het bedrijf aangevoerd te worden. Inteelt wordt verminderd, doordat de dieren niet verwant zijn aan elkaar in de eerste 3 generaties. Wanneer toch bloed van buitenaf nodig is, kan gebruik gemaakt worden van inkruisen op de

'dubbelbloed' manier, waardoor de derde generatie nakomelingen dubbelbloed heeft van de eigen kudde. Genetische vooruitgang in de biologische geitenhouderij kan behaald worden, wanneer gefokt wordt op vet- en eiwitgehalten. Dit kan door middel van familieteelt in een nucleussysteem. Hiervoor kunnen vijf bedrijven samenwerken die de nucleus vormen van de genetische vooruitgang in de biologische geitenhouderij. Alle dekkingen moeten dan wel goed geregistreerd worden en de geitenhouder moeten zeker weten wie de ouders van de lammeren zijn. Alleen de bedrijven die de nucleus vormen moeten melkcontroles uitvoeren. De kosten hiervoor kunnen gecompenseerd worden met de verkoop van bokken aan de biologische bedrijven buiten de nucleus en zo profiteren deze geitenhouders van de genetische vooruitgang.

5 Aanbevelingen

5.1 Voeding

- Supplementatie met plantaardige oliën

Supplementatie met plantaardige oliën lijkt veelbelovend. Echter is het van belang dat de limiet van maximale supplementatie duidelijker wordt vastgelegd voor biologische geitenhouderijen, om de negatieve effecten van oversupplementatie zo veel mogelijk te voorkomen.

- Supplementatie met mechanisch bewerkte zaden

Uit literatuur komt naar voren dat alleen onderzoek is gedaan met hele zaden of oliën. Vanuit de praktijk blijkt interesse te zijn om onderzoek te doen naar de invloed van supplementatie met tussenvormen, zoals geplette en gemalen zaden, op vet- en eiwitgehalten in geitenmelk.

- Combinatie van vetsupplementen met verschillende basisvoerders

Er lijkt een interactie zichtbaar tussen het soort basisvoeder en het vetsupplement. Het is interessant om effecten van vetsupplementen in combinatie met verschillende basisvoerders te onderzoeken

- Getoaste voeders

Het verdient aanbeveling om het effect van getoaste voeders op de melksamenstelling van geiten te onderzoeken. Uit onderzoeken met koeien komen veelbelovende resultaten, mogelijk zijn dezelfde positieve effecten bij geiten te vinden.

- Supplementen biologische bestendig maken

Mogelijk is het interessant om te kijken naar andere manieren van het biologisch bestendig maken van supplementen.

5.2 Genetica

- Het verschil in milieu tussen gangbare en biologische geitenhouderij

Verder onderzoek naar het verschil in milieu, met name voeding en medicijngebruik, zou meer inzicht kunnen geven in het gebruik van bokken uit de gangbare geitenhouderij in de biologische geitenhouderij, waardoor het gebruik maken van gangbare bokken in de biologische geitenhouderij mogelijk wordt.

- KI voor vers en beter genetisch materiaal

KI kan gebruikt worden in de biologische geitenhouderij, waardoor vers en beter genetisch materiaal in de populatie komt.

- Driewegkruising voor heterose

De driewegskruising biedt een handzame mogelijkheid om op korte termijn hogere vet- en eiwitgehalten in de melk te bereiken en te behouden door elk jaar een ander ras in te kruisen.

- Dubbelbloed

Wanneer bloed van buitenaf nodig is, kan gebruik gemaakt worden van inkruisen op de 'dubbelbloed' manier, waardoor de derde generatie nakomelingen dubbelbloed heeft van de eigen kudde.

- Familieteelt

Familieteelt kan gebruikt worden om de eigen kudde te optimaliseren, zonder bokken van buitenaf. Met gematigde familieteelt kan inteelt beperkt worden, doordat dieren gekruist worden die niet verwant zijn in de eerste drie generaties.

- Nucleussysteem van vijf bedrijven

Het opzetten van een nucleus biedt een mogelijkheid voor genetische vooruitgang in de biologische geitenhouderij. De bedrijven in de nucleus moeten dan alles goed registreren en intensief samenwerken.

Literatuur

2006. Hendrix UTD nieuwsbrief voor geitenhouders.
- Ambrosoli, R., Distasio, L. and Mazzocco, P., 1988. Content of Alpha-S1-Casein and Coagulation Properties in Goat Milk. *Journal of Dairy Science* 71, 24-28.
- Amoah, E.A., Gelaye, S., Guthrie, P. and Rexroad Jr, C. E., 1996. Breeding season and aspects of reproduction of female goats. *Journal of Animal Science* 723-728.
- Anema, R.G., 1950. Deel 1, rundvee, varken, schaap, geit en fokleer. *Veeteelt*.
- van Arendonk, J., Bijma, P., Bovenhuis, H., Crooijmans, R. and van der Lende, T., 2006. Lecture notes Animal Breeding and Genetics. Wageningen University.
- Bakker, J., 2007. Bio-Monitor jaarrapport, Biologica.
- Baldi, A., Cheli, F., Corino, C., DelOrto, V. and Polidori, F., 1992a. Effects of feeding calcium salts of long chain fatty acids on milk yield, milk composition and plasma parameters of lactating goats. *Small Ruminant Research* 6, 303-310.
- Baldi, A., Cheli, F., Corino, C., DelOrto, V. and Polidori, F., 1992b. Effects of feeding calcium salts of long chain fatty acids on milk yield, milk composition and plasma parameters of lactating goats. *Small Ruminant Research* 6, 303-310.
- Barillet, F., 2007. Genetic improvement for dairy production in sheep and goats. *Small Ruminant Research* 70, 60-75.
- Bernard, L., Leroux, C., Bonnet, M., Rouel, J., Martin, P. and Chilliard, Y., 2005a. Expression and nutritional regulation of lipogenic genes in mammary gland and adipose tissues of lactating goats. *Journal of Dairy Research* 72, 250-255.
- Bernard, L., Rouel, J., Leroux, C., Ferlay, A., Faulconnier, Y., Legrand, P. and Chilliard, Y., 2005b. Mammary lipid metabolism and milk fatty acid secretion in alpine goats fed vegetable lipids. *Journal of Dairy Science* 88, 1478-1489.
- Bernard, L., Shingfield, K.J., Rouel, J., Ferlay, A., Chilliard, Y., 2009. Effect of plant oils in the diet on performance and milk fatty acid composition in goats fed diets based on grass hay or maize silage. *British Journal of Nutrition* 101, 213-224.
- Boichard, D., Bouloc, N., Ricordeau, G., Piacere, A. and Barillet, F., 1989a. Genetic-Parameters for 1st Lactation Dairy Traits in the Alpine and Saanen Goat Breeds. *Genetics Selection Evolution* 21, 205-215.
- Boichard, D., Bouloc, N., Ricordeau, G., Piacere, A. and Barillet, F., 1989b. Genetic parameters for first lactation dairy traits in the Alpine and Saanen goat breeds. *Genetics Selection Evolution* 21, 205-215.
- Bouattour, M.A., Casals, R., Albanell, E., Such, X. and Caja, G., 2008. Feeding soybean oil to dairy goats increases conjugated linoleic acid in milk. *Journal of Dairy Science* 91, 2399-2407.
- Boué, P. and Sigwald, J., 2001. Statistiques et bilan génétique de l'IA en espèce caprine. *Capri-IA et I.E.* (Ed), 86800 Mignaloux Beauvoir, France 34.
- Cenkvari, É., Fekete, S., Fébel, H., Veresegyházi, T. and Andrásófszky, E., 2005. Investigations on the effects of Ca-soap of linseed oil on rumen fermentation in sheep and on milk composition of goats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 89, 172-178.
- Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J. and Lamberet, G., 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *Journal of Dairy Science* 86, 1751-1770.
- Corteel, J., 1977. Production, storage and artificial insemination of goat semen. In: W. Madison (Ed.), *Proceeding of the Symposium "Management of Reproduction in Sheep and Goats"*, USA, pp. 41-57.
- de Bruin, H., 2009. <http://www.hb-ki.nl> Cursus/Training; Geiten/Schapen; Cursus KI bij geiten/schapen.
- De Groot, J.P., 1999. Schatten van genetische parameters voor melkproductiekenmerken van geiten in Nederland, Wageningen University, Wageningen, 41 pp.
- Delacroix-Buchet, A., Degas, C., Lamberet, G., Vassal, L., 1996. Influence des variants AA et FF de la caséine α 1-caprine sur le rendement fromager et les caractéristiques sensorielles des fromages. *Lait* 76, 217-241.
- Donovan, A., Hanrahan, J.P., Kummen, E., Duffy, P. and Boland, M.P., 2004. Fertility in the ewe following cervical insemination with fresh or frozen-thawed semen at a natural or synchronised oestrus. *Animal Reproduction Science* 84, 359-368.
- Enne, G., Feligini, M., Greppi, G. F., Iametti, S., Pagani, S., 1997. Gene frequencies of caprine α 1 casein polymorphism in dairy goat. *IDF.FIL* 9702, 275-279.
- Van Espen, L., 2003. Evaluatie van het reductiepotentieel voor VOS-emissies naar het compartiment lucht: diverse sectoren. In: E.R. Management (Ed.), *Deel 2: Sectorbeschrijving en Technische maatregelen*, pp. 1-172.
- GKN, 2008. Informatiepakket Geiten KI Nederland.
- Govaerts, W., Lepema, G. and Van Eekeren, N., 2006. Hoe 100% biologisch voeren? Rantsoenen op een rij van zes melkgeitenbedrijven met 100% biologisch voer, Louis Bolk Instituut, Driebergen.

- Grosclaude, F., Mahé, M.F., Brignon, G., Di Stasio, L., Jeunet, R., 1987. A Mendelian polymorphism underlying quantitative variations of goat *cs1*-casein. *Genetic Selection Evolution* 19, 399-412.
- Grosclaude, F., Martin, P., 1997. Casein polymorphisms in the goat. *International Dairy Federation special issue* 241-253.
- Hadjipanayiotou, M., 1999. Feeding ensiled crude olive cake to lactating Chios ewes, Damascus goats and Friesian cows. *Livestock Production Science* 59, 61-66.
- Hadjipanayiotou, M., 2000. The use of crude olive cake silage as small ruminant feed in Cyprus: A review. In *Sheep and goat nutrition: intake, digestion, quality of products and rangelands*. CIHEAM, Zaragoza.
- Harwood, D., 2006. *Goat health and welfare : a veterinary guide*. Crowood, Ramsbury.
- Heuven, A., 2009. In: J. Spit (Ed.). *Reudink Biologische Voeders B.V.*, Wageningen.
- Kennedy, J., Dillon, P., Delaby, L., Faverdin, P., Stakelum, G. and Rath, M., 2003. Effect of genetic merit and concentrate supplementation on grass intake and milk production with Holstein Friesian dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86, 610-621.
- Kitessa, S.M., Gulati, S.K., Ashes, J.R., Fleck, E., Scott, T.W. and Nichols, P.D., 2001. Utilisation of fish oil in ruminants ii. Transfer of fish oil fatty acids into goats' milk. *Animal Feed Science and Technology* 89, 201-208.
- Leboeuf, B., Delgadillo, J.A., Manfredi, E., Piacère, A., Clément, V., Martin, P., Pellicer, M., Boué, P. and de Cremoux, R., 2008. Management of goat reproduction and insemination for genetic improvement in France. *Reproduction in domestic animals* 43 Suppl 2, 379-385.
- Manfredi, E., Ricordeau, G., Barbieri, M.E., Amigues, Y. and Bibe, B., 1995. Genotype at the Alpha(S1)-Casein Locus and Selection of Bucks on Progeny Test in the Alpine and Saanen Breeds. *Genetics Selection Evolution* 27, 451-458.
- McNiven, M.A., Weisbjerg, M.R. and Hvelplund, T., 1995. Influence of roasting or sodium hydroxide treatment of barley on digestion in lactating cows. *Journal of Dairy Science* 78, 1106-1115.
- Mele, M., Serra, A., Buccioni, A., Conte, G., Pollicardo, A. and Secchiari, P., 2008. Effect of soybean oil supplementation on milk fatty acid composition from Saanen goats fed diets with different forage:concentrate ratios. *Italian Journal of Animal Science* 7, 297-311.
- Mioc̃, B., Prpić, Z., Vnućec, I., Barać, Z., Susčić, V., Samaržija, D. and Pavić, V., 2008. Factors affecting goat milk yield and composition. *Mljekarstvo* 58, 305-313.
- Mir, Z., Goonewardene, L.A., Okine, E., Jaegar, S. and Scheer, H.D., 1999. Effect of feeding canola oil on constituents, conjugated linoleic acid (CLA) and long chain fatty acids in goats milk. *Small Ruminant Research* 33, 137-143.
- Mogensen, L., Lund, P., Kristensen, T. and Weisbjerg, M.R., 2008. Effects of toasting blue lupins, soybeans or barley as supplement for high-yielding, organic dairy cows fed grass-clover silage ad libitum. *Livestock Science* 115, 249-257.
- Moioli, B., D'Andrea, A. and Pilla, F., 2007. Candidate genes affecting sheep and goat milk quality. *Small Ruminant Research* 68, 179-192.
- Morand-Fehr, P., 2005. Recent developments in goat nutrition and application: A review. *Small Ruminant Research* 60, 25-43.
- Morand-Fehr, P., Bas, P., Blanchart, G., Daccord, R., Giger-Reverdin, S., Gihad, E.A., Hadjipanayiotou, M., Mowlem, A., Remeuf, F. en Sauvant, D. , 1991. Influence of feeding on goat milk composition and technological characteristics. In *Goat Nutrition*. Pudoc, Wageningen.
- Nauta, W.J., Baars, T., Cazemier, C., 2005. Kinship-breeding as a foundation for organic dairy production. , 15th Organic World Congress of the International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) "Unites the Organic World", Adelaide, Australia.
- Nauta, W.J., Groen, A.F., Veerkamp, R.F., Roep, D. and Baars, T., 2005. Animal breeding in organic dairy farming: an inventory of farmers' views and difficulties to overcome. *Njas-Wageningen Journal of Life Sciences* 53, 19-34.
- Nauta, W.J., Veerkamp, R.F., Brascamp, E.W. and Bovenhuis, H., 2006. Genotype by environment interaction for milk production traits between organic and conventional dairy cattle production in the Netherlands. *Journal of Dairy Science* 89, 2729-2737.
- Neveu, C., Riaublanc, A., Miranda, G., Chich, J.F. and Martin, P., 2002. Is the apocrine milk secretion process observed in the goat species rooted in the perturbation of the intracellular transport mechanism induced by defective alleles at the alpha(s1)-Cn locus? *Reproduction Nutrition Development* 42, 163-172.
- Pérez, L., Sanz Sampelayo, M.R., Gil Extremera, F. and Boza, J., 2000. Effects of soap supplies on goat milk production and composition. In *Sheep and Goat nutrition: Intake, digestion, quality of products and rangelands*, pp. 103-106. CIHEAM, Zaragoza.
- Queiroga, R.C.R.E., Fernandes, M.F., Medeiros, A.N., Costa, R.G., Oliveira, C.J.B., Bomfim, M.A.D. and Guerra, I.C.D., 2009. Physicochemical and sensory effects of cotton seed and sunflower oil supplementation on Moxotó goat milk. *Small Ruminant Research* 82, 58-61.
- van Raden, P. and Sanders, A., 2001. Heterosis and breed differences.

- Ramunno, L., Cosenza, G., Rando, A., Illario, R., Gallo, D., Di Berardino, D. and Masina, P., 2004. The goat alpha s1-casein gene: gene structure and promoter analysis. *Gene* 334, 105-111.
- Rapetti, L., Crovetto, G.M., Galassi, G., Sandrucci, A., Sued, G., Tamburini, A. and Battelli, G., 2002. Effect of maize, Rumen-protected fat and whey permeate on energy utilisation and milk fat composition in lactating goats. *Italian Journal of Animal Science* 1, 43-53.
- Raynal-Ljutovac, K., Lagriffoul, G., Paccard, P., Guillet, I. and Chilliard, Y., 2008. Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Ruminant Research* 79, 57-72.
- Rutten, M.J.M., Bijma, P., Woolliams, J.A. and van Arendonk, J.A.M., 2002. SelAction: Software to predict selection response and rate of inbreeding in livestock breeding programs. *Journal of Heredity* 93, 456-458.
- Sahoo, B. and Walli, T.K., 2008. Effect of feeding undegradable protein with energy on nutrient utilization, milk yield and milk composition of crossbred goats. *Small Ruminant Research* 75, 36-42.
- Sanchez, A., Ilahi, H., Manfred, E., Serradilla, J.M., 2004. Potential benefit from using the as1-casein genotype information in a selection scheme for dairy goats. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 122, 21-29.
- Sanz Sampelayo, M.R., Amigo, L., Ares, J.L., Sanz, B. and Boza, J., 1998. The use of diets with different protein sources in lactating goats: Composition of milk and its suitability for cheese production. *Small Ruminant Research* 31, 37-43.
- Sanz Sampelayo, M.R., Chilliard, Y., Schmidely, P. and Boza, J., 2007. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research* 68, 42-63.
- Sanz Sampelayo, M.R., Martín Alonso, J.J., Pérez, L., Gil Extremera, F. and Boza, J., 2004. Dietary supplements for lactating goats by polyunsaturated fatty acid-rich protected fat. Effects after supplement withdrawal. *Journal of Dairy Science* 87, 1796-1802.
- Sanz Sampelayo, M.R., Molina Alcaide, E. en Boza, J., 2000. Nature of the protein source in the diet and amount of the goat milk protein produced. In *Sheep and goat nutrition: intake, digestion, quality of products and rangelands*. CIHEAM, Zaragoza.
- Sanz Sampelayo, M.R., Pérez, L., Martín Alonso, J.J., Gil Extremera, F. and Boza, J., 2002. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAs on the performance of lactating Granadina goats. 1. Feed intake, nutrient digestibility, N and energy utilisation for milk production. *Small Ruminant Research* 43, 133-139.
- Schmidely, P., Morand-Fehr, P. and Sauvant, D., 2005. Influence of extruded soybeans with or without bicarbonate on milk performance and fatty acid composition of goat milk. *Journal of Dairy Science* 88, 757-765.
- Serradilla, J.M., 2001. Use of high yielding goat breeds for milk production. *Livestock Production Science* 71, 59-73.
- Singireddy, S.R., Lopez-Villalobos, N., Garrick, D.J. and Villalobos, N.L., 1997. Across breed genetic evaluation of New Zealand dairy goats. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 57, 43-45.
- SKAL, S., 2009. Informatieblad Biologisch Produceren - Veehouderij.
- Tewatia, B.S., Khatta, V.K., Virk, A.S. en Gupta, P.C., 1995. Effect of formaldehyde-treated faba beans (*Vicia faba* L.) on performance of lactating goats. *Small Ruminant Research*.
- Visser, A., 2007. Melkgeit met een markante kop en zestig kleurschakeringen : Toggenburger jarenlang topgeit in Verenigde Staten. *Levende have : magazine voor hobbydierhouders* 5, 10-11.
- WUR, 2000. Handboek geitenhouderij. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad.
- Zucali, M., Bava, L., Penati, C. and Rapetti, L., 2007. Effect of raw sunflower seeds on goat milk production in different farming systems. *Italian Journal of Animal Science* 6, 633-635.



De Groene Geit
Vereniging Biologische Melkgeitenhouderij

LOUIS BOLK
I N S T I T U U T



www.louisbolk.nl/bioeit

bioKennis →

www.biokennis.nl