

Niet voer maar met name fokkerij beïnvloedt eiwitsamenstelling in melk

# Fokken voor hogere kaasproductie

De hoeveelheid melkeiwit per lactatie per koe is meer dan verdubbeld: van 148 kilo in 1960 tot 330 kilo in 2009. Er is echter weinig kennis over de samenstelling van het melkeiwit en de mogelijkheden om deze met behulp van fokkerij te verbeteren. Fokken op het aandeel caseïnes in de melk blijkt haalbaar en dat is lucratief voor de kaasproductie.

tekst **Ghyslaine Schopen, Marleen Visser, Henk Bovenhuis, Jeroen Heck en Johan van Arendonk**

Fokkerijprogramma's voor het Nederlandse melkvee zijn de afgelopen decennia met name gericht geweest op verhoging van de melkproductie, melkvet en melkeiwit. De hoeveelheid melkeiwit per lactatie per koe is meer dan verdubbeld: van 148 kilo in 1960 tot 330 kilo in 2009. Over de samenstelling van het melkeiwit en de mogelijkheden om deze via fokkerij te verbeteren is weinig bekend.

Het project Milk Genomics doet sinds 2004 onderzoek naar de mogelijkheden om melksamenstelling door middel van fokkerij te verbeteren. Milk Genomics is een samenwerking van de leerstoelgroep Fokkerij en Genetica en de groep Zuivelkunde van Wageningen Universiteit, CRV, de Nederlandse Zuivel Organisatie (NZO) en Technologiestichting STW. Tijdens de melkcontrole wordt het eiwitgehalte in de melk bepaald. Dit eiwitgehalte is een verzameling van alle ver-

Tabel 1 – Gemiddelde verdeling van de zes voornaamste eiwitten in melkeiwit en het totale aandeel caseïne<sup>1</sup>

naam	aandeel (%)	erfelijkheidsgraad (%)
$\alpha_{s1}$ -caseïne	34	47
$\alpha_{s2}$ -caseïne	10	73
$\beta$ -caseïne	27	25
k-caseïne	8	64
$\beta$ -lactoglobuline	8	80
$\beta$ -lactalbumine	2	55
totaal caseïne	79	41

<sup>1</sup> Het totaal van vier caseïnes ( $\alpha_{s1}$ -caseïne +  $\alpha_{s2}$ -caseïne +  $\beta$ -caseïne + k-caseïne)

schillende eiwitten die in de melk voorkomen. In welke mate de verschillende eiwitten bijdragen aan het totale eiwitgehalte en welke factoren dit eiwitgehalte beïnvloeden was bij de start van het onderzoek nauwelijks bekend.

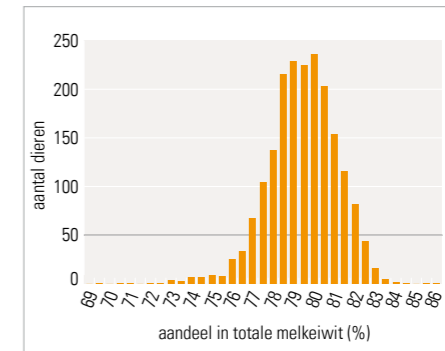
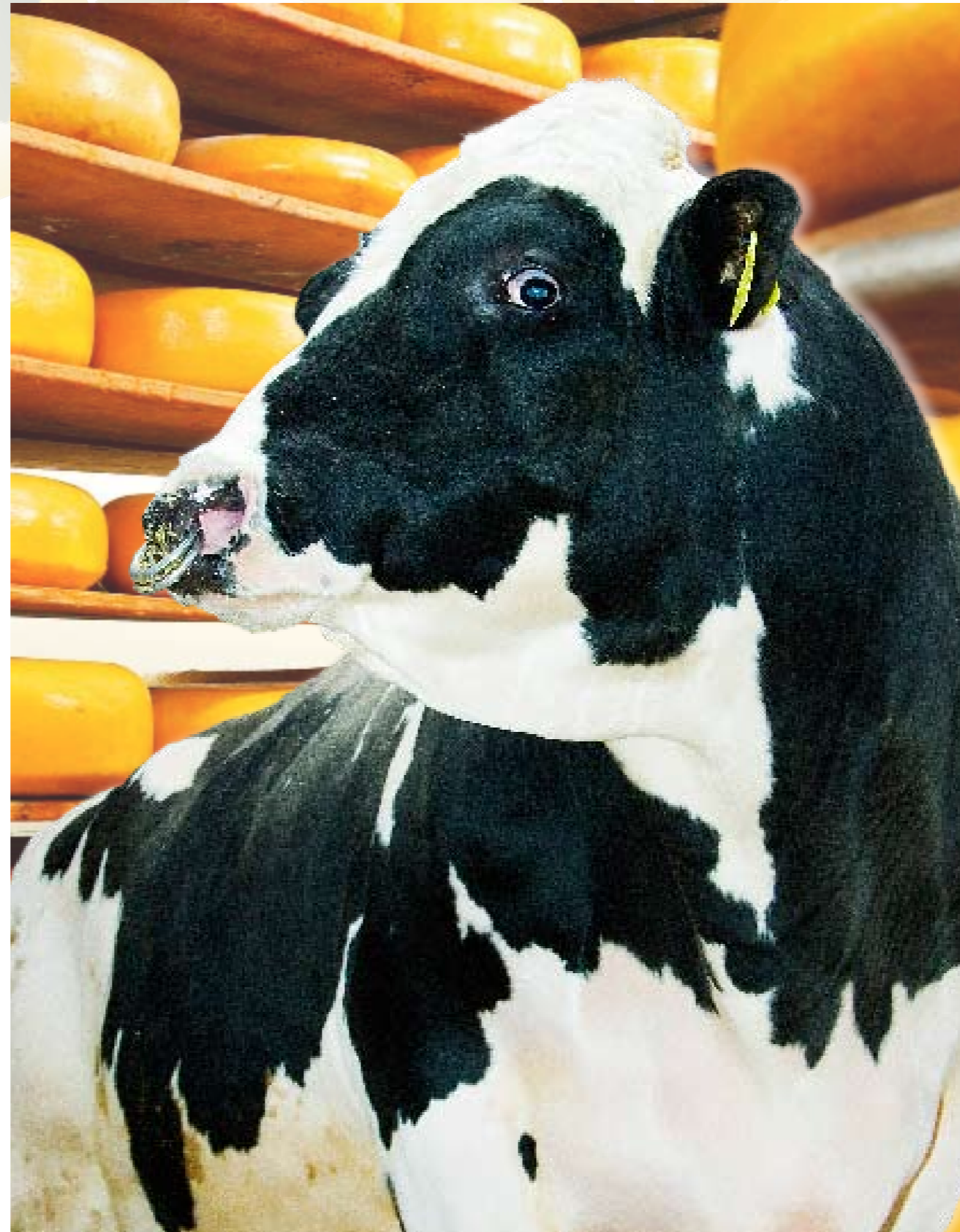
Deze kennis is van belang omdat het ene eiwit bijvoorbeeld geschikter is om er kaas van te maken dan het andere eiwit: melk die meer caseïnes (kaaseiwitten) bevat, zal een hogere kaasopbrengst geven. Verhoging van het aandeel caseïnes in de melk kan dus interessant zijn voor de zuivelindustrie.

## Kaaseiwitten meest voorkomend

In ongeveer 2000 melkmonsters van koeien in de eerste lactatie, afkomstig van 398 Nederlandse melkveebedrijven, is de samenstelling van het eiwit gemeten. Tabel 1 laat de verdeling zien van de zes belangrijkste melkeiwitten in het totale melkeiwit.

De meest voorkomende melkeiwitten zijn de kaaseiwitten  $\alpha_{s1}$ -caseïne (alfa-s1-caseïne) en  $\beta$ -caseïne (bèta-caseïne), die 34 procent en 27 procent van het totale melkeiwit vormen.  $\beta$ -lactoglobuline is het meest voorkomende wei-eiwit en vormt 8 procent van het totale melkeiwit. De zes belangrijkste eiwitten uit tabel 1 zijn samen goed voor 89 procent van het totale melkeiwit. De overige 11 procent bestaat uit een groot aantal eiwitten die in kleinere hoeveelheden voorkomen.

Het verschil in eiwitsamenstelling tussen individuele koeien blijkt groot. Als voorbeeld laat figuur 1 zien dat het aan-



Figuur 1 – Aandeel van vier caseïnes in het totale melkeiwit ( $\alpha_{s1}$ -caseïne +  $\alpha_{s2}$ -caseïne +  $\beta$ -caseïne + k-caseïne)

deel van de vier caseïnes in het totale melkeiwit voor verschillende koeien varieert van circa 75 procent tot 85 procent. Deze verschillen tussen koeien zijn enerzijds het gevolg van verschillen op dierniveau, zoals gezondheid of genetische aanleg, anderzijds zijn ze het gevolg van verschillen op bedrijfsniveau, zoals huisvesting en voeding.

## Eiwitsamenstelling is erfelijk

Er was tot nu toe weinig bekend over de genetische invloed op de samenstelling van het melkeiwit. Om genetische verschillen in melkeiwitsamenstelling zichtbaar te maken, zijn erfelijkheidsgraden vastgesteld voor de zes belangrijkste melkeiwitten (tabel 1). De erfelijkheidsgraden van deze zes melkeiwitten variëren van 25 procent voor  $\beta$ -caseïne tot 80 procent voor  $\beta$ -lactoglobuline. Dit houdt in dat 25 tot 80 procent van de verschillen in deze melkeiwitten tussen koeien wordt veroorzaakt door verschillen in genetische aanleg. Bedrijfseffecten zoals voeren/huisvesting zijn verantwoordelijk voor slechts 10 procent van de verschillen in de zes voornaamste melkeiwitten.

De eiwitsamenstelling blijkt vooral via genetica en niet via voer beïnvloed te worden. Dit maakt het mogelijk om met behulp van fokkerij de melkeiwitsamenstelling te veranderen. Het celgetal van een koe heeft wel invloed op de eiwitsamenstelling van de melk.

Behalve naar de erfelijkheidsgraden is er



Dr. ir. G. C. B. Schopen, onderzoeker kwantitatieve genetica, CRV BV



Dr. ir. M. H. P. W. Visser, postdoc-onderzoeker Fokkerij en Genetica, Wageningen UR



Dr. ir. H. Bovenhuis, universitair docent Fokkerij en Genetica, Wageningen UR



Dr. ir. J. M. L. Heck, onderzoeker FrieslandCampina



Prof. dr. ir. J. A. M. van Arendonk, hoogleeraar Fokkerij en Genetica, Wageningen UR

## Drie scenario's om fokwaarden te verkrijgen voor het aandeel caseïne

1. *Routinematig het aandeel caseïne in melk bepalen van koeien in de melkcontrole.*

Belangrijk voor dit scenario is dat er een goedkope en nauwkeurige methode beschikbaar is. Op dit moment is dat niet het geval. Daarom wordt onderzocht in hoeverre infraroodtechnieken het aandeel caseïne kunnen bepalen.

Het melkcontrolestation in Zutphen, Qlip, gebruikt infraroodtechnieken om vet-, eiwit-, lactose- en ureumgehalten in melk te bepalen. Als deze machines ook betrouwbaar het aandeel caseïne kunnen bepalen kan voor alle koeien en stieren een fokwaarde geschat worden voor het aandeel caseïne in melk.

2. *Het typeren van stieren voor  $\beta$ -lactoglobulinevarianten en voor de caseïnevarianten.*

Met name de  $\beta$ -lactoglobuline-B-variant heeft een groot effect op het aandeel caseïne in melk. Wanneer de genotypen van  $\beta$ -lactoglobuline bekend zijn, kunnen dieren met het BB-genotype worden geselecteerd.

In het verleden is al aangetoond dat van  $\beta$ -lactoglobuline-BB-melk ongeveer drie procent meer kaas kan worden gemaakt dan van  $\beta$ -lactoglobuline-AA-melk. De typering van stieren voor de  $\beta$ -lactoglobulinevarianten zou kunnen worden aangevuld met genotypen voor de caseïnes.

3. *Genomische fokwaarden voor het aandeel caseïne in melk.*

Dankzij de techniek om DNA te karakteriseren is het erfelijk materiaal van alle 2000 koeien op 50.000 willekeurige posities in het koeiengenoom onderzocht. Hierbij zijn de gebieden waar de melkeiwitgenen zich bevinden geïdentificeerd. Met deze gegevens is het haalbaar om genomische fokwaarden te schatten voor het aandeel caseïne in melk.

De gegevens van de 2000 koeien uit het Milk Genomics-project zouden als referentiepopulatie gebruikt kunnen worden.

gekeken naar de genetische correlaties. De genetische correlaties tussen de zes belangrijkste melkeiwitten waren erg laag. Dat is positief om de melkeiwitsamenstelling via fokkerij te kunnen veranderen.

Het selecteren op eiwitpercentage, hoeveelheid eiwit en hoeveelheid melk heeft een klein tot verwaarloosbaar effect op de melkeiwitsamenstelling. De lage correlaties illustreren dat er verschillende genen betrokken zijn bij de vorming van de melkeiwitten.

### Effect eiwitvarianten op caseïne

Van een aantal melkeiwitten bestaan verschillende varianten. Deze eiwitvarianten zijn grotendeels hetzelfde, maar verschillen in één of enkele bouwstenen. Eiwitvarianten zijn het resultaat van een verschil in het DNA, het erfelijk materiaal van de koe. Bekende eiwitvarianten zijn de B-varianten van  $\beta$ -lactoglobuline en k-caseïne (kappa-

caseïne) die beide een effect hebben op het aandeel caseïne in melk. Met deze twee varianten is het mogelijk om het aandeel caseïne in melk met 2,1 procent te verhogen, waardoor er meer kaas van gemaakt kan worden.

In een aantal landen staan de k-caseïnevarianten van populaire fokstieren vermeld op de stierenkaart. Uit dit onderzoek blijkt dat niet zozeer de k-caseïnevarianten maar de  $\beta$ -lactoglobulinevarianten een effect hebben op het aandeel caseïne in melk en daarmee op de kaasopbrengst.

Ook de  $\beta$ -caseïnevarianten hebben effect op de samenstelling van melkeiwit. Genetische verschillen in melkeiwitsamenstelling zijn dus deels toe te schrijven aan de eiwitvarianten van  $\beta$ -caseïne, k-caseïne en  $\beta$ -lactoglobuline.

### Cruciale rol zuivelindustrie

Hoe kunnen veehouders de genetische variatie in melkeiwitsamenstelling tus-

sen koeien in de praktijk gebruiken? Wanneer veehouders stieren selecteren op basis van fokwaarden voor het aandeel caseïne in melk, dan is het mogelijk om geleidelijk het aandeel caseïne te verhogen. Dat zal de kaasopbrengst van melk verhogen. Er zijn grofweg drie manieren om deze fokwaarden te berekenen (zie kader). CRV staat er voor open om deze berekeningen uit te voeren. Of het werkelijk zover komt, hangt af van de zuivelindustrie. Als veehouders betaald worden voor het aandeel caseïne, heeft het zin om te fokken op caseïne-aandeel in melk.

De verandering van de melksamenstelling via fokkerij is echter een geleidelijk proces. Een verhoging van het aandeel caseïne in melk met 1,3 procent over een periode van tien jaar is haalbaar. Als veehouders ook hun koeien selecteren op het aandeel caseïne, dan is meer vooruitgang mogelijk. |

## Conclusies

- De voornaamste melkeiwitten zijn in hoge mate erfelijk.
- Onderling bestaat er erg weinig correlatie tussen de verschillende melkeiwitten.
- De gebieden waar de melkeiwitgenen zich bevinden, zijn geïdentificeerd.
- Kortom: het is mogelijk om te fokken op melkeiwitsamenstelling en zo melk te creëren met een meerwaarde. Als melk extra caseïne bevat is het mogelijk om er meer kaas van maken.

