

Goed voeren van een melkkoe om zonder problemen de beoogde melkproductie te halen komt voor een groot deel neer op het managen van de penswerking. Hoe die pens werkt, wordt steeds duidelijker. Onderzoekers van Wageningen UR vernieuwden het ASG-pensmodel, wat zorgt voor verbeterde rantsoenadviezen.

De pens en de micro-organismen in de pens spelen een belangrijke rol bij het functioneren van een melkkoe. De micro-organismen produceren in de pens vluchtige vetzuren (vvz). Die leveren 60 tot 70 procent van de energie die een melkkoe met een dagproductie van 50 kg melk nodig heeft. Behalve energie bepaalt de pens ook de hoeveelheid beschikbaar eiwit in de darmen. De hoeveelheid eiwit in 50 kg melk staat gelijk aan de hoeveelheid eiwit in 6 kg biefstuk, en dat iedere dag. Dat is een forse hoeveelheid, die hoofdzakelijk geleverd wordt door de groei van de eiwitrijke micro-organismen in de pens.

Ook de hoeveelheid melksuiker (lactose) in 50 kg melk is groot en vergelijkbaar met ongeveer 2,5 pak kristalsuiker per dag. Het door micro-organismen geproduceerde propionzuur is de belangrij-



André Bannink



Jan Dijkstra

Verfijnde rekenmethode beperkt milieu verliezen en houdt koeien gezonder

Praktijk van het pensmodel

ste bouwstof voor deze suiker, naast bestendig zetmeel. Alles wat in de pens gebeurt, beïnvloedt de melkproductie, maar ook de mestproductie en de verliezen naar het milieu van bijvoorbeeld ammoniak en methaan.

Wat bepaalt de penswerking?

De micro-organismen in de pens doen het echte werk. Ter illustratie, een borrelglasje pensvocht bevat een miljard van deze micro-organismen. Zij bepalen hoeveel en welk type voedingsstoffen de koe uit haar voeding haalt. Een goed begrip van de penswerking betekent dus vooral een goed begrip van de activiteit van de micro-organismen. De praktijk gebruikt hiervoor vaste kengetallen. Dat zijn vooral eigenschappen die de voedermiddelen zelf kenmerken.

Er zijn meer aspecten die de penswerking en voederwaarde bepalen. Zo is de invloed van de omstandigheden in de pens belangrijk. Ook heeft de koe zelf een belangrijke invloed op het functioneren van de pens. Rekening houden met alle drie aspecten (voerkenmerken, fermentatie-omstandigheden, aanpassing melkkoe) is nodig om veranderingen in de penswerking en in het aanbod aan voedingsstoffen beter in te kunnen schatten. Daardoor kan precies aangegeven worden hoe het rantsoen veranderd moet worden om een optimale productie te bereiken, verliezen te beperken en de koe gezond te houden.

Het ene pensmodel is het andere niet

Om de pensprocessen te beschrijven zijn rekenregels nodig. Die rekenregels samen vormen een mo-

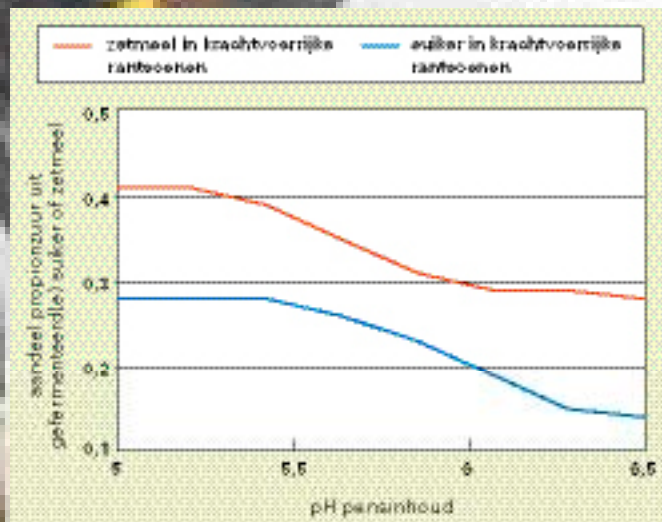
del. Het vem-systeem bijvoorbeeld bestaat in feite uit een aantal rekenregels en kan het vem-model worden genoemd. In Wageningen werd begin jaren negentig al een gedetailleerd pensmodel ontwikkeld, waarin de micro-organismen centraal staan. Door de activiteit van micro-organismen in rekenregels te vangen voorspelt dit model het aanbod van bijvoorbeeld vluchtige vetzuren en eiwit, maar ook de verliezen aan methaan. Het model bevat dus een groot aantal details die relevant zijn om voedingsvragen van de veehouder en de mengvoerindustrie te beantwoorden. In de afgelopen jaren werd dit ASG-model verder ontwikkeld en op belangrijke punten verbeterd.

Het ASG-model is wezenlijk anders dan bekende modellen als het CNCPS-model, dat wereldwijd wordt gebruikt in de praktijk. Het CNCPS-model

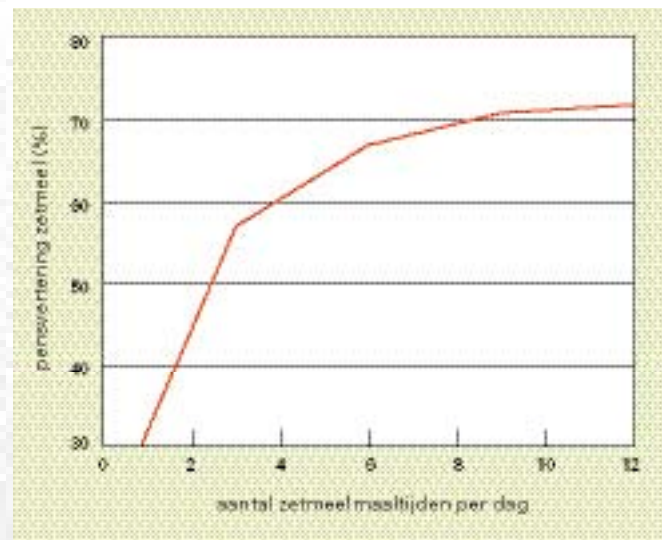
voorspelt een penswerking die er bij het maken van het model is ingestopt en daarmee weinig extra inzicht oplevert. Het ASG-model rekent meer op basis van zuivere voereigenschappen en voorspelt kenmerken van de penswerking die vooraf onbekend waren. Als we het vergelijken met de voorspelling van de prestaties van een motor, dan voorspelt het CNCPS-systeem deze door de motor eerst te testen en de prestaties in het model te stoppen. Het ASG-model maakt geen gebruik van deze gegevens en probeert uit de kenmerken van de motoronderdelen te voorspellen hoe de motor zal presteren onder verschillende omstandigheden.

Glucoseaanbod aan de koe

Wat is het praktische nut van het verbeterde ASG-pensmodel? Een van de kenmerken die verkeerd



Figuur 1 – Het effect van een hogere voeropname (wat zich vertaalt in een zuurdere pensinhoud met een lagere pH) op de propionzuurvorming uit suikers en zetmeel



Figuur 2 – Het berekende effect van het aantal zetmeelrijke maaltijden op de hoeveelheid pensbestendig zetmeel (uitgedrukt in percentages)

werd voorspeld, was de vorming van propionzuur als een van de belangrijkste vluchtige vetzuren. Het model voorspelde de hoeveelheid propionzuur verkeerd. Daarom werd vervolgonderzoek gedaan om deze voorspelling te verbeteren. Vooral een zuurdere pensinhoud blijkt een groot effect te hebben op het type vluchtige vetzuur dat gevormd wordt uit suikers en zetmeel. Dit betekent dat met een zuurder pensmilieu – door bijvoorbeeld een hoge voeropname of een rantsoen met veel krachtvoer – er veel meer propionzuur ontstaat (figuur 1). Het is van belang rekening te houden met dit effect, omdat het de belangrijkste bron van glucose is voor de melkkoe. De nieuwe rekenregels berekenen beter hoeveel glucose er beschikbaar komt en of dit beperkend is voor de koe. Voldoende glucose voorkomt onnodige stikstofverliezen, zoals het gebruik van glucogene aminozuren voor de vorming van glucose. De koe blijft daardoor gezonder.

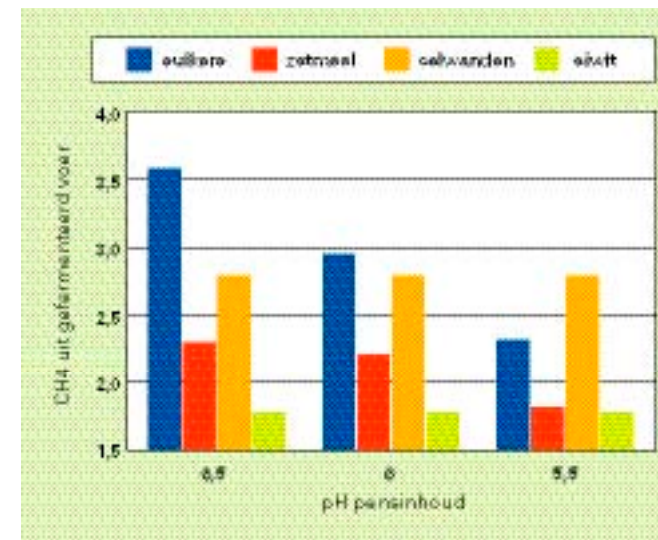
Maaltijdpatroon en synchronisatie

In de praktijk wordt vaak een gesynchroniseerd rantsoen aan-geraden. Dat betekent dat eiwit en energie voor pensmicroben gelijktijdig vrijkomt. Berekeningen geven iets anders aan: veranderingen in maaltijdpatroon en maaltijdsamenstelling worden keurig uitgesmeerd over de dag en effecten op de penswerking blijven uit. Alleen als ook de fermentatie-omstandigheden (zuurgraad en doorstromingsnelheid van de pens) wijzigen, zijn er grote effecten te verwachten.

Verder berekent het model dat slechts één of twee zetmeelrijke maaltijden op een dag een duidelijk lagere zetmeelverte-ring geven dan een frequentere zetmeelopname (figuur 2). In het algemeen wordt meer pensbestendig zetmeel als gunstig voor de verse koe bestempeld. Dit is te realiseren door meer zetmeel te voeren, maar mogelijk kan dit ook door het aantal zetmeelrijke maaltijden te minimaliseren. Wellicht is dit een praktisch bruikbare maatregel.

Berekening methaanvorming

Er is momenteel veel discussie over koeien die het broeikasgas methaan produceren. Bij de microbiële omzetting van voer in de pens wordt naast vluchtige vetzuren ook methaan gevormd. Een meer nauwkeurige voorspelling van het type vluchtige



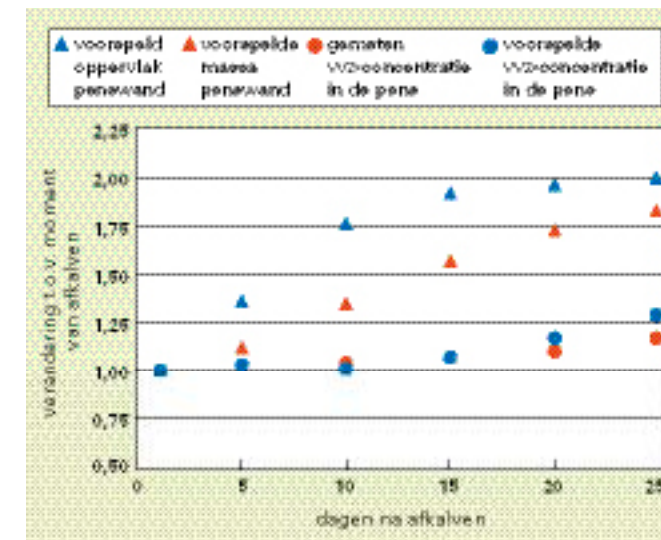
Figuur 3 – Effect van een hogere voeropname (die zich vertaalt in een zuurdere pensinhoud met een lagere pH) op de hoeveelheid methaan die ontstaat uit gefermiteerde suikers en celwanden

vetzuren geeft ook een betere voorspelling van methaan. Vooral de fermentatie van suikers levert veel methaan op, gevolgd door die van celwanden (zetmeel- en eiwitfermentatie het minst). Het verschil tussen suikers en celwanden neemt af als de pensinhoud zuurder wordt, en in krachtvoerrijke rantsoenen levert fermentatie van celwanden juist het meest methaan op (figuur 3).

Naast de hoeveelheid gefermiteerde suikers, zetmeel, celwanden en eiwit, spelen dus ook de voeropname, het aandeel krachtvoer en de zuurgraad van de pensinhoud een rol. Het is nodig om rekening te houden met veranderende fermentatie-omstandigheden in de pens om methaan nauwkeurig te berekenen. Een hogere voeropname leidt tot een hogere passagesnelheid, een zuurdere pensinhoud en een gewijzigde organischestofvertering in de pens. Dit beïnvloedt ook de hoeveelheid en het type vluchtige vetzuren dat wordt gevormd en het bijbehorende methaan. De huidige modellen in de praktijk berekenen onterecht een gelijke methaanvorming uit gefermiteerd voer bij verschillende voeropnames. Door met bovengenoemde factoren rekening te houden is het ASG-pensmodel een belangrijk instrument om na te gaan hoe via de voeding de uitstoot van methaan te verminderen is. Het model wordt inmiddels al gebruikt voor de Nederlandse rapportage van methaanemissie door melkvee.

Aanpassing van de pens in de vroege lactatie

Een melkkoe ondergaat belangrijke veranderingen rondom afkalven. De voeropname en rantsoensamenstelling veranderen sterk (meer krachtvoer en snel-fermenteerbare koolhydraten). Hierdoor veranderen de fermentatie-omstandigheden in de pens. Ook de melkkoe zelf past zich aan. Uit eerder ASG-onderzoek is gebleken dat de penswand binnen een week reageert op een veranderende voeding om de veranderingen in de pens binnen de perken te houden. Meer zuurvorming gaf direct een betere ontwikkeling van de penswand, waardoor de zuren ook sneller werden afgevoerd door de penswand heen. De penswandaanpassing helpt om te voorkomen dat de pens te zuur wordt, de afbraak van celwanden en de voeropname inzakt, en er gezondheidsproblemen ontstaan. De kenmerken van deze penswandaanpassing zijn nodig om in te kunnen



Figuur 4 – Vergelijking tussen het gemeten en berekende effect van een toegenomen vevz-vorming in de pens op de ontwikkeling van de penswand en de vevz-concentratie in pensvocht

schatten in welke mate de concentratie vluchtige vetzuren stijgt en de pensinhoud zuurder wordt bij sterke wisselingen in de voeding. Berekeningen met het model naast gemeten waarden in figuur 4 laten zien hoe groot de invloed is van aanpassing van de penswand.

Berekening excretie en ammoniakemissie

Aan het model zijn recent regels toegevoegd om de hoeveelheid en samenstelling van mest en urine te berekenen. Een voorspelling van de mestkwaliteit levert de veehouder belangrijke informatie om de bemesting en ruwvoerteelt verder te optimaliseren en om te sturen op een lagere ammoniakemissie, minder lachgas en minder nitraatuitspoeling. Momenteel is het ureumgehalte van de melk de indicator die in de praktijk wordt toegepast om de ammoniakverliezen te beperken. Toch bestaat bij eenzelfde ureumgehalte nog een flinke spreiding in de stikstofexcretie met urine en mest en in ammoniakverliezen. Met het ontwikkelde pensmodel is de spreiding beter in kaart te brengen.

De praktijktoepassing van theorie

Het ASG-pensmodel is nogal theoretisch. Dat hoeft geen belemmering te zijn voor een directe inzet bij het toetsen van voedingsconcepten in de praktijk en voor het verfijnen of verbeteren van voedingsadviezen. Integendeel zelfs. Het model heeft nieuwe rantsoenadviezen opgeleverd die met de huidige systemen niet gedaan konden worden. Ook in het recent geïntroduceerde nieuwe dve-systeem is gebruikgemaakt van inzichten verkregen met het ASG-pensmodel. Onze verwachting is dat het mengvoerbedrijfsleven en adviseurs momenteel al volop gebruikmaken van de verschillende onderdelen van het model en de inzichten die daaruit voortkomen. Op indirecte wijze heeft het model zijn dienst al bewezen wat betreft de advisering richting melkveehouders.

Dr. A. Bannink, rundveeonderzoeker divisie Veehouderij, Animal Sciences Group, Wageningen UR

Dr. ir. J. Dijkstra, leerstoelgroep Diervoeding, Wageningen Universiteit