

## Fasevoeding bij melkvee (2)

A. Subnel (PR), H. de Visser (WVO-DLO) en R. Meijer (PR)

**In drie artikelen wordt ingegaan op fasevoeding bij melkvee. In de vorige periodiek is beschreven hoe de koolhydraten, vetten en eiwitten uit voer omzet in melk. In dit tweede artikel wordt verder ingegaan op de toepassing van deze kennis in rantsoenen voor melkvee.**

Er zijn duidelijke verschillen in de behoefte aan energie, eiwit, vitaminen en mineralen tussen de nieuwmelkte periode, het midden van de lactatie, het einde van de lactatie en de droogstand. Dit zijn niet alleen verschillen in hoeveelheden energie en eiwit, maar ook in de samenstelling ervan. De mate waarin nutriënten gebruikt worden voor productie en/of voor reservevorming hangt o.a. af van het lactatiestadium en de hormoonhuishouding van het dier. Deze hangen nauw samen. Fasevoeding beoogt het optimaliseren van samenstelling en hoeveelheid energie en eiwit om een optimale melkproductie met een gewenste vet/eiwitverhouding te realiseren met een zo laag mogelijke belasting van het milieu. Daarbij dienen vitaminen en mineralen aangevuld te worden tot de geldende normen. De eerste fase is de nieuwmelkte periode van

kalven tot ca. week 13 van de lactatie. Fase 2 omvat het middengedeelte van de lactatie (week 13 t/m 29). Fase 3 beslaat het einde van de lactatie vanaf week 30. Fase 4 is de droogstandsperiode.

Per melkgevende fase van de lactatie wordt ingegaan op de behoefte aan nutriënten en worden mogelijkheden gegeven om hier met de rantsoensamenstelling op in te spelen. Tevens worden mogelijkheden aangegeven om de vet/eiwitverhouding in de melk te beïnvloeden. Koolhydraten vormen de belangrijkste energie (VEM)-leveranciers in melkveerantsoenen. De nutriëntenvoorziening wordt dan ook vooral benaderd vanuit de koolhydraatsamenstelling van het rantsoen. In het derde artikel wordt weergegeven hoe de kennis van het DVE-systeem in de fasevoeding toegepast kan worden.



*De proef met fasevoeding bij melkvee op de Waiboerhoeve.*

### Fase 1: Nieuwmelkte periode

De nieuwmelkte periode wordt gekenmerkt door een langzaam stijgende voeropname en een snel stijgende melkproductie. De productie bereikt haar piek tussen week 4 en 6, terwijl de piek in opname tussen week 8 en 12 wordt bereikt. In beide tijdstippen bestaat een grote variatie tussen dieren, afhankelijk van onder andere melkproductieniveau, rantsoensamenstelling en dierverschillen. In de eerste weken na kalven is de koe niet in staat voldoende energie met het rantsoen op te nemen voor melkproductie. De energiebalans is negatief. Gedurende de gehele periode waarin de koe in negatieve energiebalans is, spreken we van de eerste fase van de lactatie. De koe spreekt dan haar lichaamsreserves aan en vet en eiwit worden gemobiliseerd. Rondom het afkalven verandert er veel in het lichaam van de koe. De hormoonspiegels van groeihormoon en prolactine, die de melkproductie stimuleren, zijn sterk verhoogd, terwijl het insulinegehalte sterk verlaagd is. Insuline zorgt onder andere voor het vastleggen van opgenomen voedingsstoffen in lichaamsreserves.

Al deze veranderingen zijn gericht op een hoge melkproductie. Dieren in de nieuwmelkte periode hebben een grote behoefte aan glucogene nutriënten (propionzuur, glucose, aminozuren (eiwit is opgebouwd uit aminozuren)) in het rantsoen om veel lactose (melksuiker) te kunnen maken. De hoeveelheid lactose die gevormd wordt bepaald in hoge mate het niveau van melkproductie.

Het rendement uit de verschillende vetzuren voor de productie van glucose is het hoogst voor propionzuur, gevolgd door boterzuur en azijnzuur. De pensvertering dient dan ook gestuurd te worden naar een hoge propionzuurvorming, waarbij de pensfermentatie optimaal blijft functioneren (niet te veel snel afbreekbare koolhydraten). Zetmeel uit bijv. snijmais kan hiervoor uitstekend dienst doen. Voederbieten daarentegen zijn minder geschikt voor nieuwmelkte dieren. De energie in voederbieten (ca. 1035 VEM/kg ds) is grotendeels afkomstig uit suikers. Deze suikers bestaan voor een groot deel uit saccharose, dat sterk boterzuurvormend is. Proeven van het PR met voederbieten in het rantsoen wijzen uit dat naarmate er meer bieten gevoerd worden, de boterzuurvorming in de pens toeneemt. Hierdoor stijgt het vetgehalte. Het glucosegehalte in het bloed neemt af, waardoor de lactoseproductie daalt. Hierdoor daalt de melkproductie. De productie aan eiwitgrammen neemt ook af. Bieten leveren dus niet

**Tabel 1** Vergelijking celwandrijk en zetmeelrijk rantsoen voor nieuwmelkte koeien

Rantsoen	Celwandrijk	Zetmeelrijk
Ruwvoer (kg ds)	12,2	12,2
Maiszemelen (kg ds)	6,1	
Krachtvoer (kg ds)	6,0	12,2
Totale ds (kg)	24,3	24,4
Suikers (g/kg ds)	36	45
Zetmeel (g/kg ds)	143	231
Best.Zetmeel (g/kg ds)	24	61
kVEM/dag	24,1	24,9
DVE gr/dag	2551	2452
Melk (kg)	38,1	38,2
Vet (%)	4,34	4,25
Eiwit (%)	3,41	3,53
Azijnzuur (%)	62	60
Propionzuur (%)	24	25
Boterzuur (%)	12	13

de produktiestimulerende soort energie voor nieuwmelkte dieren.

De lactosevorming kan gestimuleerd worden door rantsoenen te verstrekken waarin meer glucogene nutriënten opgenomen zijn. Door een verhoogd aandeel zetmeel in het rantsoen zou men dit kunnen bereiken (tabel 1).

Bovenstaande proef (tabel 1) met nieuwmelkte dieren in de eerste 15 weken van de lactatie, uitgevoerd door het IWO, toont de resultaten van een vergelijking tussen een celwandrijk rantsoen en een zetmeelrijk rantsoen. Het ruwvoer bestond uit een mengsel van gras- en maissilage, elk voor 50% op droge-stofbasis. De krachtvoerders in beide groepen verschilden in koolhydraatsamenstelling. Het zetmeel in dit laatste rantsoen bestond uit mais-zetmeel dat voor een deel langzaam afgebroken wordt in de pens en voor een deel bestendig is.

De melkproductie was nauwelijks hoger op het zetmeelrijke rantsoen, ondanks de hogere energie-opname op dat rantsoen. Op het zetmeelrijke rantsoen was de vet/eiwitverhouding duidelijk lager dan op het celwandrijke rantsoen (1,20 t.o.v. 1,27). De verhouding in de pens tussen ketogene bestanddelen (azijnzuur, boterzuur) en glucogene bestanddelen (propionzuur) was iets ruimer op het celwandrijke rantsoen. Het vetgehalte daalde en het eiwitgehalte nam toe op het zetmeelrijke rantsoen. Het vetgehalte daalde doordat er per kg ds minder celwanden werden gevoerd. Verder kan een rol gespeeld hebben dat meer glucosevormers in het zetmeelrijke rantsoen leiden tot

een verhoogd gehalte aan insuline in de bloedbaan. Insuline zorgt ervoor dat opgenomen nutriënten worden vastgelegd in lichaamsreserves i.p.v. uitgescheiden met de melk.

De periode van negatieve energiebalans was langer voor de dieren die het celwandrijke rantsoen kregen. Hierdoor mobiliseerden ze meer lichaamsvet dat gebruikt kan worden voor de vorming van melkvet (hoger vet%).

Het eiwitgehalte was hoger op het zetmeelrijke rantsoen, ondanks de wat lagere DVE-opname.

Ten dele kan dit worden verklaard door de hogere KVEM-opname. Een hoogproductieve koe kan een deel van het eiwit dat ze in de darm opneemt gebruiken voor de vorming van glucose, waardoor het niet meer beschikbaar is voor de synthese van melkeiwit. Wanneer de glucosevorming echter gestimuleerd wordt door het voeren van meer zetmelen dan kan de glucosevorming uit eiwit (ten dele) achterwege blijven. Uit PR- en IWO-onderzoek is gebleken dat het moment van toename van het eiwitgehalte na kalven vaak samenvalt met het moment dat koeien weer in een positieve energiebalans komen. Op het zetmeelrijke rantsoen was dit eerder het geval. Tevens gold dat op het celwandrijke rantsoen de concentratie aan ammoniak in de pens hoger was. Dit zou kunnen betekenen dat er meer stikstof afgevoerd wordt uit de pens dat niet omgezet wordt in microbiel eiwit. Dit wijst op het niet gelijktijdig vrijkomen van voldoende energie tijdens de eiwitafbraak. De celwanden werden in dit rantsoen relatief langzaam afgebroken (3,2% per uur) terwijl de stikstof die gebruikt kan worden voor de vorming van microbiel eiwit sneller werd afgebroken (5,3% per uur). Op het zetmeelrijke rantsoen was de afbraaksnelheid van de celwandfractie 3,8% per uur en van de stikstoffractie 4,2%. De microbiële eiwitproductie was lager op het celwandrijke rantsoen.

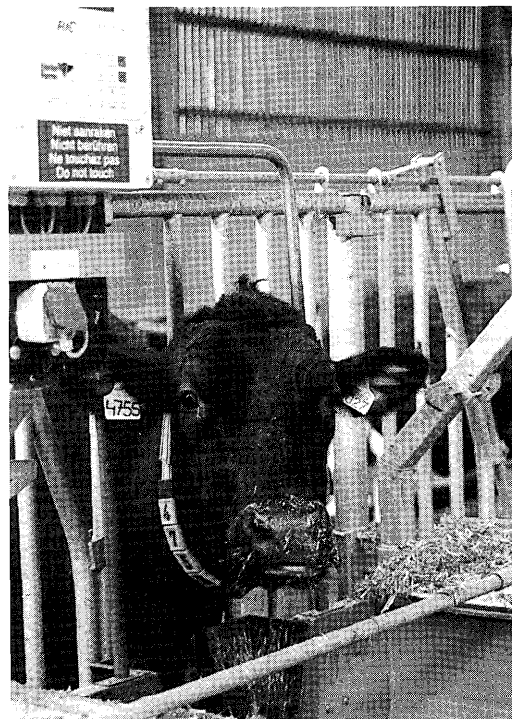
Uit proeven blijkt dat de vet/eiwitverhouding in de melk in de nieuwmelkte periode door wijziging in de verhouding onbestendig zetmeel/celwanden en/of de verhouding onbestendig zetmeel/bestendig zetmeel te beïnvloeden is. Koolhydraten in melkveerantsoenen kunnen we classificeren als snel en langzaam afbreekbaar in de pens of bestendig. De Suikers en Snel Afbreekbare Zetmelen worden tezamen SUSAZ genoemd. Dit zijn de koolhydraten met een afbraaksnelheid in de pens van meer dan 12,5% per uur. Hierbij kan men denken aan de suikers uit voederbieten en het grootste gedeelte van het zetmeel uit tapioca.

Het zetmeel uit snijmais is grotendeels Langzaam Afbreekbaar, Onbestendig Zetmeel (LAOZ). Een deel van het zetmeel is bestendig (BZ).

De optimale hoeveelheden SUSAZ, LAOZ en BZ die leiden tot een maximale microbiële eiwitproductie in de pens zijn niet exact te geven en hangen onder meer samen met het type koolhydraat (snel, langzaam afbreekbare of bestendig), de afbraaksnelheid van de koolhydraten en van andere rantsoencomponenten (o.m. eiwit), de passage-snelheid van voer door de pens, het opname-niveau en de eindprodukten van de pensfermentatie. Verder zijn produktieniveau, soort ruw- en krachtvoer, ruwvoer/krachtvoer-verhouding, hoeveelheid krachtvoer en voermethode van belang. Toch is een benadering op basis van afbraaksnelheden mogelijk.

In tabel 2 wordt een voorbeeld gegeven van een benadering van minimale en maximale hoeveelheden SUSAZ, LAOZ en BZ in melkveerantsoenen in het begin van de lactatie. Hierbij is het zetmeel afkomstig van mais. Het SUSAZ-gehalte van mais is hierbij op 0 gesteld.

In het algemeen is een rantsoen redelijk veilig wanneer maximaal 100 à 125 gram SUSAZ/kg ds gevoerd wordt en het krachtvoer verspreid over



*Het ruwvoer bestond uit een mengsel van gras- en maissilage.*

de dag wordt gegeven. Dit maximum wordt in rantsoenen met veel snijmais niet gehaald, maar wel wanneer rantsoenen bestaande uit suikerrijke voordroogkuil of een redelijke hoeveelheid voerbieten gevoerd worden.

In de gebruikelijke rantsoenen is het minimum SUSAZ gehalte ca. 70 gram/kg ds, maar vaak hoger. Het toevoegen van alleen bestendig zetmeel geeft geen positief effect op melkhoeveelheid en/of vet/eiwit-verhouding. Aangeraden wordt om per dag niet meer dan 1200 à 1250 gram BZ te voeren in verband met de beperkte capaciteit van de dunne darm om zetmeel te kunnen verteren. Uit proeven is af te leiden dat, wanneer we rantsoenen met maiszetmeel vergelijken, er ca. 30 gram bestendig zetmeel/kg ds in het totale rantsoen nodig is om de vet/eiwitverhouding te beïnvloeden. Aangezien het vetgehalte op de meeste praktijkbedrijven niet gestimuleerd hoeft te worden houden we 30 gram/kg ds als minimum aan.

Op dat moment is er bij maiszetmeel tevens een hoeveelheid LAOZ in de pens aanwezig om de microbiële eiwitproductie en de propionzuurvorming te stimuleren.

Wanneer het gehalte aan bestendig zetmeel minimaal 30 gram/kg ds moet bedragen en er wordt uitgegaan van maiszetmeel met een bestendigheid van 20-25% dan is de hoeveelheid zetmeel in het rantsoen minimaal 120-150 gram/kg ds. Bij een maximale BZ-opname van 1250 gram/dag en een totale ds-opname van 23 kg ds is het maximale BZ-gehalte in het rantsoen 55 gram/kg ds. De bestendigheid van het zetmeel zal bij deze hoeveelheden hoger liggen dan de veronderstelde 20%. Wanneer we 25% aanhouden komt het maximale (mais)zetmeelgehalte daarmee op ca. 220 gram/kg ds.

De hoeveelheid langzaam afbreekbaar onbesten-

dig zetmeel (LAOZ) ligt daarmee vast tussen minimaal 90 en maximaal ca. 165 gram maiszetmeel per kg ds. Het lijkt uit oogpunt van een optimale pensfermentatie niet raadzaam rantsoenen zodanig samen te stellen dat alle maximale gehalten die hier genoemd worden gerealiseerd worden. Het gedeelte van de koolhydraten dat in de pens wordt afgebroken (SUSAZ en LAOZ) moet minimaal 160 gram zijn. Het maximum van onbestendige koolhydraten ligt echter in de meeste rantsoenen lager dan het uit tabel 2 af te leiden maximum. Uit de onderzochte proeven kwamen maxima van ca. 230-260 gram suiker + onbestendig zetmeel naar voren. De balans tussen snel en langzaam dient zodanig gevonden te worden dat er een maximale hoeveelheid organische stof in de pens gefermenteerd kan worden. Wanneer er in het begin van de lactatie een hoge voeropname nagestreefd wordt dient de afbraaksnelheid van de organische stof in het rantsoen minimaal ca. 5% te zijn. Dit dient uit nader onderzoek verder afgeleid te worden.

#### **Tweede fase: Week 13 t/m 29 van de lactatie**

In het midden van de lactatie is de droge-stofopname zodanig toegenomen dat dieren gemakkelijk op de VEM-norm gevoerd kunnen worden. De koe heeft in deze fase in mindere mate een hormonale prikkel tot melkproductie. Verder geldt dat deze dieren proberen de gemobiliseerde lichaamsreserves te compenseren. De prikkel tot een hoge productie dient te komen uit het rantsoen. Dit dient de energiebehoefte voldoende te ondersteunen en niet beperkend in eiwit te zijn. Bij het voeren op de VEM-norm is ook in deze fase de soort energie belangrijk. Veel zetmelen in een rantsoen leiden tot hogere gehalten propionzuur in de pens en glucose op darmniveau. Dit leidt tot hogere gehalten aan insuline in het bloed wat kan leiden tot vervetting. Op ROC Cranendonck werd aan dieren in deze fase van de lactatie een rantsoen gevoerd volgens de VEM-norm bestaande uit 9 kg ds snijmais en aanvullend krachtvoer. De dieren kregen daarbij 260 gram zetmeel en suikers/kg ds waarvan 45 gram bestendig zetmeel was. Deze dieren namen in de periode tot week 30 fors in conditie toe, waarmee aangegeven wordt dat 45 gram bestendig zetmeel te veel is in deze fase om dieren in een goede conditie te houden. Voor een onderbouwing van de waarde van extra zetmeel en suikers in melkveerantsoenen in deze fase van de lactatie zijn door het PR zeven proeven met zetmeelrijk krachtvoer naast voordroogkuil uitgevoerd. Per

**Tabel 2** Richtlijnen voor hoeveelheden totaal zetmeel, SUSAZ, LAOZ en BZ (gr/kg ds in totale rantsoen) in het begin van de lactatie uitgaande van maiszetmeel

	Minimum	Maximum
Zetmeel	120-150	220
SUSAZ	70	100-125
LAOZ	90-120	165
BZ	30	55

SUSAZ = Suiker en Snel Afbreekbaar Zetmeel

LAOZ = Langzaam Afbreekbaar Onbestendig Zetmeel

BZ = Bestendig Zetmeel

**Tabel 3** Gehalten aan zetmeel + suikers (gr/kg ds) in het totale rantsoen

Rantsoen	Zetmeelproeven		Cranendonck
	Groep A	Groep B	
Suikers + Zetmeel	100	175	260
Suikers + onbestendig zetmeel	95	150	215
Bestendig zetmeel	5	25	45

groep werd een onderscheid gemaakt in hoeveelheden zetmeel+suikers in het rantsoen (zie tabel 3).

Uit deze proeven kwamen steeds dezelfde tendensen naar voren:

- De melkproductie werd niet beïnvloed;
- Het vetgehalte daalde (gemiddeld -0,13%);
- Het eiwitgehalte steeg licht (+0,03%)

Hieruit valt af te leiden dat de effecten in deze fase dezelfde tendens vertonen als in de eerste fase. De omvang is echter kleiner. Bij de dieren in deze proeven kon geen effect op conditie worden vastgesteld, zodat verondersteld mag worden dat de maximale effecten op melkproductie en -samenstelling in deze fase nog niet bereikt zijn met de hoeveelheden zetmeel + suikers die in dit rantsoen zijn verstrekt.

Uit de proeven kan worden afgeleid dat in winterrantsoenen het maximum gehalte aan bestendig zetmeel 30 à 35 gram/kg ds is. Uit proeven, uitgevoerd in de zomerperiode waarbij extra LAOZ en BZ uit mais werd verstrekt aan dieren in de tweede fase van de lactatie, komen wisselende resultaten naar voren. De resultaten hangen samen met het productieniveau en de kwaliteit van het weidegras (suikergehalte). Uit zomerproeven valt af te leiden dat bij hoogproductieve dieren de melkproductie niet wordt beïnvloed, maar dat zodra de dieren iets verder in lactatie zijn (lagere productie) de productie onder invloed van extra zetmeel iets daalt. Het eiwitgehalte neemt iets toe, waardoor de eiwitopbrengst per dag niet wordt beïnvloed. Het vetgehalte zal steeds dalen. Deze daling werd in de meeste PR-proeven aangetroffen wanneer ca. 15-20 gram bestendig (mais-)zetmeel verstrekt werd per kg ds (ca. 75-100 gram zetmeel/kg ds).

Proeven in de tweede fase van de lactatieperiode geven aan dat de vet/eiwitverhouding in de melk beïnvloed kan worden door het verstrekken van extra (on)bestendig zetmeel. Het effect op melkproductie en vet/eiwitverhouding wordt mede beïnvloed door het soort ruwvoer (gras of gras-

kuil), de aard van het zetmeel (snel of langzaam afbreekbaar) en de hoeveelheid zetmeel + suikers per kg ds. De totale hoeveelheid zetmeel + suikers dient in verband met gevaar voor vervetting aan een maximum te worden gebonden. De hoeveelheden zetmeel+suikers moeten beperkt blijven tot minder dan 250 gr/kg ds wanneer we uitgaan van rantsoenen met maiszetmeel. Als richtlijn kunnen we een maximum van ca. 30 gram bestendig zetmeel/kg ds aanhouden. Dit betekent een maximum van ca. 120-150 gram zetmeel/kg ds. Het gehalte aan LAOZ komt daarmee op maximaal ca. 90-120 gr/kg ds (tabel 4).

### Fase 3: Einde lactatie (week 30 tot droogstand)

Naarmate de lactatie vordert neemt de neiging tot vervetting toe. Dieren na week 30 van de lactatie dienen echter de gelegenheid te krijgen de reserves die vooral in de eerste fase verloren zijn, weer aan te vullen (voor zover ze daar in fase 2 al niet mee begonnen zijn). Ver boven de VEM-norm voeren leidt tot een te hoge energie-opname en daardoor tot een te ruime conditie bij het ingaan van de droogstand. Dit kan leiden tot een matige start van de nieuwe lactatie (slepde melkziekte, matige voeropname etc.). Rantsoenen met extra zetmeel zouden ook in deze fase het vetgehalte kunnen verlagen. Echter, de conditietoename wordt dan te sterk bevorderd zodat een beperkte hoeveelheid suikers en zetmeel in het rantsoen moet worden opgenomen. Het vetgehalte zal op dergelijke rantsoenen toenemen t.o.v. rantsoenen met extra zetmeel.

**Tabel 4** Maximale hoeveelheden (mais)zetmeel, LAOZ en BZ voor dieren in tweede fase van de lactatie (gr/kg ds)

	Maximum
Suiker + Zetmeel	250
Zetmeel	150
SUSAZ	100-125
LAOZ	120
BZ	30

## Tenslotte

Koolhydraten zijn de voornaamste energieleveranciers in rantsoenen voor melkvee. De samenstelling van de koolhydraatfractie is van invloed op de produktie en de vet/eiwitverhouding. Deze verhouding in de melk is in iedere fase te beïnvloeden door extra zetmeel in het rantsoen op te nemen.

Bij nieuwmelkte dieren kan het voeren van extra (onbestendig en bestendig) zetmeel de glucosevoorziening stimuleren.

Uit proeven blijkt dat dit tot een gelijke of iets hogere produktie leidt, een lager vetgehalte en een gelijk of iets hoger eiwitgehalte.

Verderop in lactatie is de respons minder goed voorspelbaar omdat extra glucose dan juist kan resulteren in extra reservevorming i.p.v. extra melkproduktie.

Wanneer dit omslagpunt plaatsvindt hangt af van vele factoren (o.a. produktieniveau en hormoonspiegels).

De melkvetproduktie kan worden beïnvloed door verandering van de verhouding onbestendig zetmeel/celwanden en onbestendig/be-

stendig zetmeel. De beste resultaten worden daarbij behaald in rantsoenen met hoge krachtvoerniveaus (nieuwmelkte periode). De uiteindelijk respons is van vele factoren (o.m. ruwvoer, de snelheid waarmee het onbestendige zetmeel wordt afgebroken, voersysteem etc.) afhankelijk. De melkeiwitproduktie is afhankelijk van een hoge microbiële eiwitproduktie in de pens, de hoeveelheid bestendig voereiwit en van een voldoende glucose-aanbod uit de afbraak van rantsoencomponenten (onbestendig en bestendig zetmeel).

Een hoog glucose-aanbod vermindert het gebruik van aminozuren voor glucosevorming,

waardoor meer aminozuren beschikbaar zijn voor melkeiwitproduktie.

Voor een voldoende hoge microbiële eiwitsynthese in de pens is het noodzakelijk

dat een hoog aanbod onbestendig eiwit gecombineerd wordt met voldoende onbestendige koolhydraten.

Dit stelt de pensmicroben in staat veel organische stof af

te breken. Belangrijk hierbij is dat de snelheid waarmee zowel eiwit als kool-

hydraten in de pens worden afgebroken in balans zijn.



*In het volgende periodiek komt deel 3 over fasevoeding bij melkvee aan de orde.*