

Fasevoeding bij melkvee (1)

A.P.J. Subnel (PR) en H. de Visser (IWO-DLO)

De term fasevoeding is bekend uit de intensieve veehouderij. Ze slaat op het voeren van verschillende krachtvoerders op bepaalde momenten tijdens de groei- of de legperiode. Op elk moment tijdens de groei- of produktiefase kan zo exact mogelijk op de behoefte van dieren ingespeeld worden, waardoor verspilling van voedingsstoffen (o.a. energie, eiwit en mineralen) voorkomen wordt.

In een serie van 3 artikelen wordt ingegaan op de mogelijkheden voor fasevoeding bij melkvee.

Om rantsoenen optimaal te kunnen samenstellen is allereerst inzicht nodig in de wijze waarop een koe melk, vet en eiwit produceert. Dit wordt in deze eerste bijdrage uiteengezet.

Theoretische achtergronden Fasevoeding: Van Voer naar Melk

De organische stof van de meeste melkveerantsoenen bevat gemiddeld ca. 70% koolhydraten, ca. 4-6 % ruw vet en ca. 18-22% ruw eiwit. De energie (uitgedrukt in Voeder Eenheid Melk: VEM) die een koe opneemt is dus voor het grootste deel afkomstig uit koolhydraten.

Daarnaast kan vet een grote energieleverancier zijn. De meeste vetten bevatten ca. 2,3 keer zo veel energie dan koolhydraten. De energie uit vetten is doorgaans goed verteerbaar en wordt effi-

ciënt benut. Een grote hoeveelheid vet kan echter de afbraak van celwanden in de pens negatief beïnvloeden. In het algemeen wordt in Nederland niet meer dan 70 gram vet per kg droge stof in het krachtvoer opgenomen en minder dan 50 gram ruw vet per kg ds in het totale rantsoen. Niet alle vetten hebben dezelfde uitwerking in melkveerantsoenen. De verteerbaarheid van vetten hangt af van het gehalte aan onverzadigde vetzuren, die beter geabsorbeerd worden dan verzadigde vetzuren. In het algemeen neemt de melkproductie toe wanneer extra vetten worden



Vetrijk krachtvoer verhoogt de melkeiwitopbrengst niet.

gevoerd. Het vetgehalte stijgt vaak bij veel onverzadigde vetzuren die aan afbraak in de pens ontsnappen (beschermd vetten). Het vetgehalte daalt wanneer veel onverzadigde vetzuren gevoerd worden die in de pens aangetast kunnen worden. Hetzelfde geldt voor het voeren van veel langketen vetzuren. Het eiwitgehalte daalt in de meeste rantsoenen waaraan vet wordt toegevoegd. Dit wordt ten dele veroorzaakt door de toegenomen melkproductie (verduunningseffect). Verder blijkt uit proeven van het IWO dat in rantsoenen met extra vet minder energie voor pensmicroben beschikbaar is waardoor er minder microbiologisch eiwit wordt gevormd. Andere PR-proeven hebben uitgewezen dat het voeren van vetrijk krachtvoer geen verhoging van de melkeiwitopbrengst gaf. Op het eiwit in de melkveevoeding wordt later ingegaan.

Koolhydraten

De koolhydraten zijn dus de belangrijkste energieleveranciers in melkveerantsoenen. Koolhydraten worden onderverdeeld in structurele koolhydraten uit de celwand van plantaardig materiaal en niet-structurele koolhydraten uit de celinhoud. De structurele koolhydraten omvatten de pectinen, cellulose en hemicellulose. Verder bevatten celwanden lignine, wat slecht verteerbaar is voor de herkauwer. De niet-structurele koolhydraten zijn onder te verdelen in zetmeel, sacharose, fructosanen en vrije suikers: De verteerbare bestanddelen dragen bij tot de voedingswaarde van een voedermiddel (VEM-inhoud). Echter, het VEM-systeem geeft niet aan waar in het dier (in de pens of op darmniveau) en in welke vorm de genoemde voedingsstoffen voor de koe ter beschikking komen om melk, vet of eiwit van te maken en te gebruiken voor onderhoud, groei,

dracht of reservevorming. Kennis hierover is van belang om het effect van koolhydraat-bestanddelen op melkproductie en vet/eiwitverhouding te kunnen bepalen.

De afbraak van voer in de pens en darm

De mate waarin voer in de pens wordt afgebroken is afhankelijk van de snelheid van afbraak van voer in de pens, de passagesnelheid van het voer door de pens en de hoeveelheid die van het betreffende voer wordt opgenomen.

Naarmate een voedingsstof voor een groter gedeelte in de darm verteerd wordt, spreekt men van een hogere bestendigheid. Suikers, pectinen en fructosanen worden volledig in de pens afgebroken. Zetmelen kan men opdelen in onbestendige zetmelen, die wel in de pens worden afgebroken, en bestendige zetmelen die pas in de dunne darm worden afgebroken.

De cellulose en hemicellulose worden voor het grootste deel in de pens afgebroken (een deel blijft onverteerd).

Bij de afbraak van koolhydraten in de pens ontstaan vluchtige vetzuren waarvan azijnzuur, propionzuur en boterzuur de belangrijkste zijn (tabel 1). De verschillende vetzuren kunnen in verschillende mate verzurend werken op de pensinhoud. De afbraak van cellulose en hemicellulose leidt tot de vorming van overwegend azijnzuur. Pectinen worden vooral omgezet tot propionzuur. Fructosanen komen met name in gras voor, zij het in geringe hoeveelheden, en worden omgezet tot boterzuur. Suikers worden voornamelijk omgezet in boterzuur en in mindere mate in propionzuur. Onbestendig zetmeel wordt in de pens afgebroken tot met name propionzuur.

Het bestendige zetmeel wordt in de dunne darm omgezet in glucose (tabel 1).

In de meeste rantsoenen is de verhouding tussen de vetzuren azijnzuur, propionzuur en boterzuur 65:20:15. Door verandering in o.a. voerniveau, passagesnelheid van voer door de pens, ruwvoer/krachtvoer-verhouding, voermethode en rantsoensamenstelling (soort ruw- en krachtvoer) is deze verhouding te beïnvloeden. Echter, het gaat in praktijkrantsoenen meestal om geringe verschillen rond dit gemiddelde (ca. 5%) omdat anders voedingsstoornissen ontstaan.

Onbestendig voereiwit kan in de pens worden omgezet tot microbiologisch eiwit. Het bestendige voereiwit wordt in de darm afgebroken tot aminozuren en peptiden die geabsorbeerd worden in de bloedbaan. De langketen vetzuren worden in de darm gesplitst en geabsorbeerd.

Tabel 1 Afbraak van voedingsstoffen en de voornaamste afbraakproducten gevormd in pens en darm

Plaats afbraak	Pens	Darm
Cellulose	azijnzuur	--
Hemicellulose	azijnzuur	--
Vrije suikers	boterzuur/ propionzuur	--
Fructosanen	boterzuur	--
Pectinen	propionzuur	--
Zetmelen	propionzuur	glucose
Eiwit	Micr.eiwit	aminozuren, peptiden
Langketen Vet	--	Vetzuren, glyceriden

Behoeftte aan voedingsstoffen voor melkproduktie

Een melkkoe produceert melk waarin water, melksuiker (lactose), melkvet, melkeiwit en mineralen de belangrijkste bestanddelen zijn. De vorming van het melkvet, melkeiwit en lactose kan beïnvloed worden door wijziging van de soort voedingsstoffen (=nutriënten) in het rantsoen (zie tabel 2). Voor de vorming van melkvet zijn zgn. ketogene nutriënten nodig. Dit zijn azijnzuur, boterzuur en langketen vetzuren uit voer en langketen vetzuren die bij mobilisatie van lichaamsreserves vrij komen.

Voor de vorming van melkeiwit zijn aminozuren nodig. Dit noemen we de aminogene nutriënten. Deze zijn afkomstig uit het voer (het zgn. bestendige voereiwit) en vanuit de microbiële eiwitproductie in de pens. Verder komt er in het begin van de lactatie door afbraak van lichaamsreserves eiwit vrij.

Melksuiker (lactose) kan worden gevormd uit glucose. Glucose kan gevormd worden uit glucogene nutriënten. Belangrijk daarbij is propionzuur uit de pens. Verder kan glucose uit de darm opgenomen worden door de afbraak van bestendig zetmeel. Een derde manier van glucosevorming vindt plaats door de omzetting van aminozuren in glucose. Deze aminozuren zijn dan niet meer beschikbaar voor de vorming van melkeiwit.

Azijnzuur, propionzuur en boterzuur kunnen tevens gebruikt worden als energiebron voor onderhoudsstofwisseling.

Wanneer dieren verder in lactatie zijn daalt de produktie en neemt de reservevorming weer toe wat resulteert in conditietoename. Ketogene nutriënten worden gebruikt voor de vorming van vet in lichaamsweefsels. Glucogene nutriënten bevorderen conditietoename door opslag van glucose in o.a. lever en spieren. Verder kan een overmaat aan glucogene nutriënten leiden tot vervetting.

Tabel 2 Vorming van melkbestanddelen uit voer

Bestanddeel	Gevormd uit	Soort nutriënt
Melkvet	Azijnzuur, boterzuur langketen vetzuren	Ketogeen
Melkeiwit	Aminozuren (voereiwit, micr.eiwit, reserves)	Aminogeen
Lactose	Propionzuur, glucose aminozuren	Glucogeen

Tabel 3 Gehalte aan celwanden (NDF (gr/kg ds)) en de afbreekbaarheid van celwandbestanddelen in verschillende voedermiddelen

Voedermiddel (%)	NDF	Afbreekbare fractie (%)
Bietenpulp	468	94
Gerst	220	73
Maisglutenmeel	349	86
Graskuil (vroeg)	446	89
Graskuil (laat)	641	76
Maiskuil	441	66
Gras (3 weken)	340	92
Gras (6 weken)	407	84
Gras (8 weken)	487	78
Grashooi	549	85

Afbreekbaarheid koolhydraten

De mate van afbraak van voer in de pens is belangrijk in verband met het vrijkomen van de celinhoud voor de pensmicroben. Dit hangt onder andere af van de chemische en fysische structuren van de celwand waarbij o.a. lignine een belangrijke rol speelt. Bij graskuil geogst in een zeer laat stadium is het afbreekbare gedeelte lager (meer lignine) dan bij graskuil geogst in een jong stadium.

De structurele koolhydraten hemicellulose en celulose vormen samen met de lignine de celwandbestanddelen (= NDF: Neutral Detergent Fiber). Een voorbeeld van de mate waarin NDF in de pens kan worden afgebroken is weergegeven in tabel 3.

Uit deze tabel blijkt dat er verschillen bestaan in hoeveelheid NDF in een voedermiddel en de mogelijke afbreekbaarheid van deze celwandbestanddelen tussen voedermiddelen. Uit gegevens van het IWO blijkt dat voor zetmelen hetzelfde geldt. De hoeveelheid zetmeel die per dag in de darm aangeboden wordt hangt af van de afbraaksnelheid van zetmeel in de pens, de snelheid waarmee het voer de pens passeert en de totale hoeveelheid zetmeel die gevoerd wordt.

In tabel 4 staat welk gedeelte van het zetmeel aan pensafbraak kan ontsnappen (en dus pas op darmniveau verteert). Hierbij gaan we er van uit dat 6% van de pensinhoud per uur de pens verlaat. Maiszetmeel heeft een hoge bestendigheid. Tapioca daarentegen wordt voor een groot deel in de pens afgebroken.

Bij snijmais geldt volgens het DVE-systeem dat het zetmeelgehalte gelijk wordt verondersteld aan het ds-gehalte. De zetmeelbestendigheid wordt geschat op het ds-gehalte - 10%. Zowel

Tabel 4 Gehalte aan zetmeel (gr/kg ds) en bestendigheid van zetmeel (%)

	Zetmeel	Bestendigheid
Mais (korrel)	676	42
Maisglutenvoer	403	13
Gerst	561	7
Tarwe	654	8
Tapioca	726	6

de hoeveelheid zetmeel als de bestendigheid kunnen echter afhankelijk zijn van ds-gehalte, het ras en verschillen in groeiomstandigheden (grondsoort, vochtvoorziening etc., zie tabel 5).

Snelheid afbraak in de pens

Naast de plaats waar de opgenomen voedingsstoffen afgebroken worden is de snelheid van afbraak in de pens van groot belang. Veel snel afbreekbare voedingsstoffen leiden tot het in korte tijd vrijkomen van een grote hoeveelheid vluchtige vetzuren waardoor de zuurgraad in de pens snel kan dalen en mogelijk de celwandvertering negatief beïnvloed wordt.

Wanneer de afbraaksnelheid van bijv. de celwanden te laag is kan dit een hoge voeropname en een hoge microbiële eiwitproductie belemmeren. In het belang van een goede, veilige pensfermentatie en een hoge ds-opname en microbiële eiwitproductie is het belangrijk dat er een goede balans is tussen de hoeveelheid snel en langzaam afbreekbare voedingsstoffen.

Suikers, pectinen en fructosanen worden relatief snel afgebroken in de pens. Cellulose en hemicellulose worden relatief langzaam afgebroken. De celwandverteerbaarheid hangt samen met de structuur (fysisch/chemisch) van de celwand die mede wordt bepaald door de gehalten aan pectine, (hemi)cellulose en lignine.

Celwanden van pulp worden relatief langzaam afgebroken (ca. 6% per uur) t.o.v. celwanden uit gerst (ca. 14.5 % per uur). Voor zetmeel geldt

Tabel 5 Verschillen in bestendigheid van maïszetmeel (gegevens IWO)

Ras	ds%	Zetmeel (gr/kg ds)	Bestendig zetmeel (%)
Anjou 09	19.8	154	6
	23.7	270	17
	31.5	340	39
Scana	22.8	156	7
	27.5	233	17
	33.1	292	25

hetzelfde verschil tussen voedermiddelen. Zetmeel uit mais wordt relatief langzaam afgebroken (ca. 8% per uur) t.o.v. zetmeel uit gerst (ca. 24 % per uur) of tapioca (ca. 17% per uur). Het voersysteem speelt een belangrijke rol bij het uiteindelijke resultaat van het voeren van snel of langzaam afbreekbaar zetmeel. Het geleidelijk over de dag verstrekken van krachtvoer via bijv. krachtvoercomputers of in een gemengd rantsoen vermindert de kans op het snel vrijkomen van grote hoeveelheden snel afbreekbare voedingsstoffen in de pens.

Op de hoeveelheden langzaam en snel afbreekbare koolhydraten per lactatie-fase wordt in het tweede artikel verder ingegaan.

Eiwit in de melkveevoeding

De DVE-waarde van een voedermiddel geeft aan hoeveel eiwit er in de darm beschikbaar is voor vertering. Het darmverteerbare eiwit is voor een deel afkomstig uit bestendig voereiwit en voor een deel uit eiwit dat in de pens gemaakt wordt, het microbiële eiwit. Voor een hoge microbiële eiwitproductie streven we naar een hoge afbraak van voer in de pens. Dit betekent dat er een optimale combinatie tussen een hoge ds-opname uit ruwvoer (met een maximale afbraak van celwanden) en een hoog niveau van afbraak van snel afbreekbare koolhydraten uit krachtvoer nagestreefd dient te worden zonder dat er pensverzuring optreedt.

In een rantsoen geeft de OEB-waarde aan hoeveel onbestendig eiwit er in de pens te veel wordt gevoerd (positieve OEB) of juist te weinig (negatieve OEB). Het teveel aan onbestendig eiwit wordt in de vorm van ammoniak afgevoerd uit de pens en uitgescheiden als ureum in de urine. Uitsluitend graskuil als ruwvoer leidt vaak tot een hoge OEB in het totale rantsoen. Een krachtvoer met een negatieve OEB-waarde heeft uit oogpunt van benutting van het onbestendige eiwit de voorkeur. Een energierijk voedermiddel als snijmais naast graskuil heeft door de negatieve OEB-waarde eenzelfde werking: De OEB van het rantsoen wordt verlaagd, er hoeft minder ammoniak (stikstof) uit de pens te worden afgevoerd en de stikstofbenutting in het totale rantsoen kan toenemen. Eenzelfde werking mag men verwachten van produkten als perspulp of pulpbrok die een hoge energiewaarde combineren met een lage OEB-waarde.

In de zomerperiode geeft goed weidegras een prima basis voor een hoge produktie. In theorie kan een koe met een ds-opname van 17 kg ds uit

gras genoeg energie opnemen voor de productie van ca. 25 kg melk. Op DVE-basis zou dit zelfs genoeg zijn voor 30 kg melk. Onbeperkt weiden zonder bijvoeding betekent voor hoogproductieve dieren produktieverlies. Gras bevat veel onbestendig eiwit (OEB variërend tussen 20 en 70, afhankelijk van o.a. bemestingsniveau). Om de penscapaciteit voor eiwitproductie optimaal te benutten zal dus een energierijk voedermiddel bijgevoerd moeten worden. Praktisch gezien is opstallen gedurende een deel van het etmaal noodzakelijk om voldoende energierijk ruwvoer en/of krachtvoer te kunnen opnemen. Afhankelijk van de graskwaliteit en het grasaanbod kan tussen de drie en zes kg ds

uit snijmais bijgevoerd worden aan de hoogproductieve dieren. Bijvoeren met energierijke produkten als snijmais of pulp verlaagt de totale OEB in het rantsoen en leidt ertoe dat het onbestendige eiwit beter wordt benut.

Voeren van meer in de pens beschikbare energie zorgt voor een hogere microbiële eiwitproductie in de pens. Wanneer deze energie uit een zetmeelrijk produkt bestaat wordt er tevens meer glucose gevormd door de koe. Hierdoor kan de melkproductie toenemen wanneer deze glucose gebruikt wordt voor lactoseproductie. Tevens worden er minder aminozuren gebruikt voor glucosevorming waardoor de melkeiwitproductie wordt gestimuleerd (tabel 2). Van iedere bouwsteen (aminozuur) van melkeiwit dient een voldoende hoeveelheid aanwezig te zijn in het rantsoen voor een optimale melkeiwitproductie. Het ene voedermiddel bevat een grotere hoeveelheid en heeft een grotere variatie aan noodzakelijke aminozuren dan het andere. In feite bepalen dus ook de (combinatie van) grondstof-

fen in het rantsoen die het bestendige eiwit vormen mede hoe efficiënt DVE wordt omgezet in melkeiwit. Wanneer er een eis is dat het bestendig voereiwit qua aminozuren samenstelling veel lijkt op het eiwit dat de koe met de melk produceert, zijn er maar weinig goedkope grondstoffen voorhanden waarmee deze samenstelling te benaderen is.

Onderzoek richt zich momenteel op de bepaling van de noodzakelijke (essentiële) aminozuren in melkveerantsoenen en in welke hoeveelheid heden deze vereist zijn voor een optimale melkeiwitopbrengst.

Tenslotte

De hoogte van de melkproductie wordt in sterke mate bepaald door de mogelijkheid voor de vorming van lactose uit glucogene nutriënten. Dit betekent dat er voldoende glucosevormers in het rantsoen aanwezig dienen te zijn. Bij nieuwmelkte dieren kan het voeren van extra (onbestendig en bestendig) zetmeel de glucosevoorziening stimuleren.

De koe kan melkvet produceren uit zgn. ketogene nutriënten (azijnzuur, boterzuur en langketen vetzuren).

De melkeiwitproductie van koeien is afhankelijk van het aanbod van aminogene nutriënten.

Deze hoeveelheid hangt samen met een hoge microbiële eiwitproductie in de pens en van de hoeveelheid bestendig voereiwit. Verder is het van belang dat er voldoende glucose-aanbod komt uit de afbraak van rantsoencomponenten (onbestendig en bestendig zetmeel). Dit laatste vermindert het gebruik van aminozuren voor glucosevorming.

In Nederland wordt het VEM-systeem gebruikt om de energie-inhoud van voedermiddelen en de



De energie die een koe opneemt is voor het grootste deel afkomstig uit koolhydraten.

energiebehoefte van melkvee weer te geven. Dit systeem geeft echter niet aan waar in het dier de energie vrijkomt (in de pens of op darmniveau) en welke nutriënten (glucogeen, aminogeen en keto-geen) hierbij ontstaan.

Belangrijk bij de samenstelling van de rantsoenen (in verband met een veilige pensfermentatie en een hoge microbiële eiwitproductie) is het rekening houden met de snelheid waarmee voer in de pens wordt afgebroken en het beschikbaar zijn van energie en eiwit voor de pensmicroben.

Het DVE-systeem geeft de hoeveelheid darmverteerbaar eiwit aan. Hiermee wordt een voorspelling gedaan over de microbiële eiwitproductie en de totale hoeveelheid darmverteerbaar eiwit die beschikbaar komt uit een bepaald rantsoen. Echter over de gewenste samenstelling van het eiwit (aminozuren) t.b.v. een optimale melkeiwitpro-

duktie is nog onvoldoende bekend.

Het is momenteel nog niet exact bekend hoeveel glucogene, ketogene en aminogene nutriënten een koe op ieder moment nodig heeft in het rantsoen om een gewenste productie (-samenstelling) te realiseren.

Zolang we nog geen systeem hebben in Nederland waarmee de nutriëntenbehoefte en -voorziening op ieder moment geschat kan worden dienen we voor de samenstelling van de rantsoenen naast de gegevens uit het VEM- en DVE-systeem zo goed mogelijk rekening te houden met de beschikbare kennis omtrent nutriëntenvoorziening- en behoefte van melkvee.

Dit is belangrijk wanneer we de melkproductie en/of de vet/eiwit-verhouding in de melk willen beïnvloeden. In de volgende periodiek wordt hierop verder ingegaan.

PRikbord

Open Dagen

ROC *Bosma Zathe*

Woensdag 2 en donderdag 3 februari 1994.

Adres: Selmien 8, Ureterp, tel. 05120-12509

ROC *AverHeino*

Dinsdag 15, woensdag 16 en donderdag 17 februari.

Adres: Lemelerveldseweg 32, Heino, tel. 05729-1264

Deze open dagen worden ook in de regionale pers aangekondigd.

Themadag

ROC *Zegveld*

Op woensdag 22 juni zal op ROC Zegveld een themadag over het onderzoek Veehouderij en Natuur gehouden worden.

's Morgens is er voor genodigden een aantal inleidingen. In de middag kan iedereen het bedrijf bezichtigen en informatie en resultaten over het onderzoek krijgen.

Nadere informatie volgt nog.