

MELKVEEVOEDING

Vlaamse overheid | Beleidsdomein Landbouw en Visserij



MELKVEEVOEDING

COLOFON

Verantwoordelijke uitgever:

J. Van Liefferinge
Secretaris-generaal
Vlaamse overheid
Departement Landbouw en Visserij

Coördinatie en eindredactie:

Ivan Ryckaert, Daniël De Brabander, Communicatiedienst Landbouw en Visserij

Redactie:

Daniël De Brabander, Sam De Campeneere, Ivan Ryckaert, Alfons Anthonissen

Foto's:

Sam De Campeneere, Jan Winters, Alfons Anthonissen, Sam Millet, Beleidsdomein Landbouw en Visserij
Illustratie (figuur 1.4): Patricia Poels

Vormgeving en druk:

Dienst communicatie en ICT, afdeling Organisatie en Strategisch beleid, Departement Landbouw en Visserij

Beschikbaarheid:

Departement Landbouw en Visserij
Afdeling Duurzame Landbouwontwikkeling
Mevrouw Carine Van Eeckhoudt
Ellipsgebouw, 6^e verdieping, bus 40
Koning Albert II-laan, 35
1030 Brussel
tel. 02 552 79 01 | fax 02 552 78 71
carine.vaneeckhoudt@lv.vlaanderen.be

Actuele informatie:

www.vlaanderen.be/landbouw

www.ilvo.vlaanderen.be/dier

Brussel,

2012, derde druk

Depotnummer: D/2012/3241/342

De auteurs stellen zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan door het gebruik van de vermelde gegevens. Informatie uit deze uitgave mag worden overgenomen mits de bron wordt vermeld.

Deze uitgave kwam tot stand met de steun van de Vlaamse overheid.

Met steun van de
Vlaamse overheid 

INHOUD

I NUTRIËNTEN	3
1 CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN VOEDERMIDDELEN	3
2 ENERGIE	4
2.1 Functie en uitdrukking	4
2.2 Energiebenutting	4
2.3 Behoeftenormen in het VEM-systeem	6
2.3.1 Onderhoud	6
2.3.2 Melkproductie	6
2.3.3 Toeslag voor groei	6
2.3.4 Toeslag voor dracht	6
2.3.5 Correcties voor gewichtsverandering	7
2.3.6 Correcties voor weidebeloop en verblijf in loopstallen	7
2.4 Nutriënt-gebaseerd energiesysteem	8
3 EIWIT	9
3.1 Functie en uitdrukking	9
3.2 Vertering en metabolisme van eiwit	9
3.3 DVE-systeem	10
3.3.1 Eiwitwaarden	10
3.3.2 Behoeftenormen in het DVE-systeem	12
3.3.2.1 Onderhoud	12
3.3.2.2 Melkproductie	12
3.3.2.3 Toeslag voor groei	12
3.3.2.4 Toeslag voor dracht	12
3.3.2.5 Mobilisatie en aanzet van lichaamseiwit	13
3.3.2.6 Aandachtspunten bij de eiwitvoorziening	13
3.3.2.7 OEB-behoeften	14
3.3.3 Amino-zuren	14
3.3.4 Voederureum	14
4 VET	15

5	MINERALEN EN SPORENELEMENTEN	16
5.1	Mineralen	16
5.1.1	Calcium (Ca)	18
5.1.2	Fosfor (P)	18
5.1.3	Magnesium (Mg)	19
5.1.4	Natrium (Na)	19
5.1.5	Kalium (K)	20
5.2	Sporenelementen	20
6	VITAMINEN	23
6.1	Vitamine A	23
6.2	Vitamine D	23
6.3	Vitamine E	23
6.4	B-vitamines	24
7	WATER	25
II	OPTIMALE PENSWERKING	27
1	STRUCTUUR	27
1.1	Belang van structuur	27
1.2	Het ILVO-structuurwaarderingssysteem	28
1.2.1	Inleiding	28
1.2.2	Proefmateriaal en methoden	28
1.2.3	Algemene resultaten	28
1.2.4	Afleiden van een structuurwaarderingssysteem	28
1.2.5	Structuurwaarden	29
1.2.6	Behoeftenormen	32
1.2.7	Toepassing van het systeem	33
2	OPTIMALISATIE VAN DE EIWIT- EN KOOLHYDRATENAFBRAAK	35
III	VOEDEROPNAMESTURING EN -VOORSPELLING	39
1	TOTALE VOEDEROPNAME	39
1.1	Diergebonden factoren	39
1.2	Voedergebonden factoren	41
1.3	Andere factoren	42
2	RUWVOEDEROPNAME	43
2.1	Diergebonden factoren	43
2.2	Voedergebonden factoren	43
3	VOORSPELLING VAN DE VOEDEROPNAME: ILVO-MODEL	47

IV KWALITEIT VAN DE BELANGRIJKSTE VOEDERMIDDELEN	51
1 MAÏSKUILVOEDER	51
2 GRASKUILVOEDER EN GRASHOOI	55
3 INGEKUILDE ONRIJPE GRAANGEWASSEN	59
4 RODE KLAVER/LUZERNE	59
5 VOEDERBIETEN, PERSPULP, AARDAPPELEN, BIERDRAF	59
6 VERS GRAS	62
7 KRACHTVOEDERVERVANGERS	64
7.1 Ingekuilde maïskolven	64
7.2 Tarwe	64
7.3 Droge bijproducten van de bio-ethanolproductie	65
8 KRACHTVOEDER	66
9 GEVITAMINEERDE MINERALEN- EN SPORENELEMENTENKERNEN	68
V STOFWISSELINGSZIEKTEN	71
1 KETONEMIE - LEVERVERVETTING	71
2 KALFZIEKTE - HYPOCALCEMIE	73
3 LEBMAAGDISLOCATIE	74
4 KOPZIEKTE - GRASTETANIE	74
VI VOEDERSTRATEGIEËN	77
1 VOEDERSTRATEGIEËN IN DE VERSCHILLENDE LACTATIESTADIA	77
1.1 Voeding vóór en tijdens de droogstand	77
1.2 Voeding in het begin van de lactatie	79
2 VOEDERSYSTEMEN	82
2.1 Individuele normvoeding	82
2.2 Flat-rate feeding of gefixeerde KV-gift	82
2.3 Compleet rantsoen	82
3 BEWEIDINGSSTRATEGIEËN	84
3.1 Beweidingsssystemen	84
3.2 Siëstabeweidung	85

VII VOEDING IN RELATIE TOT DE MELKSAMENSTELLING, HET MILIEU EN DE VRUCHTBAARHEID	87
1 INVLOEDSFACTOREN OP HET VET- EN EIWITGEHALTE VAN DE MELK	87
1.1 Vorming van melkvet en melkeiwit.....	87
1.2 Algemene voedingsinvloeden.....	87
1.3 Invloed van courant gebruikte voedermiddelen.....	89
1.4 Melkvetsamenstelling.....	90
2 HET MELKUREUMGEHALTE ALS INDICATOR VAN DE VOEDING	92
2.1 Voedingsinvloeden.....	92
2.2 Dierinvloeden.....	92
2.3 Andere invloeden.....	92
2.4 Het ureumgehalte als indicator van de N-uitstoot.....	92
2.5 Interpretatie van het melkureumgehalte.....	93
3 MOGELIJKHEDEN VOOR EEN MILIEUVRIENDELIJKE MELKVEEVOEDING	95
3.1 Respecteren van de eiwitbehoefthenormen.....	95
3.2 Aard van het ruwvoederrantsoen.....	96
3.3 Gebruik van productiever melkvee.....	96
3.4 Fosfor.....	96
4 RELATIE VOEDING-VRUCHTBAARHEID	97
VIII RANTSOENBEREKENING	99
IX VOEDERPLANNING	107
1 KOSTPRIJSRAMING RUWVOEDERS	107
2 RUWVOEDERVOORRAAD	110

VOORWOORD

De melk- en de zuivelsector zijn belangrijke sectoren in de landbouw. Dit heeft in de eerste plaats te maken met de eindproductiewaarde. De waarde bedraagt over de drie laatste jaren gemiddeld 580 miljoen euro (bron: *Landbouwrapport 2010*) of 12% van de totale brutoproductiewaarde van de Vlaamse land- en tuinbouw. Voor de voeding van de melkveestapel en het jongvee is een belangrijke hoeveelheid ruwvoeder nodig. Van het ruwvoederareaal bestemd voor het melkvee, zijn gras en maïs het belangrijkste. De koe in de weide bepaalt daarmee direct en indirect het beeld van het landschap.

De totale voederkosten van het melkvee bedragen meer dan 50% van de totale kostprijs van de melk. Het is dus duidelijk dat een oordeelkundige voeding grote aandacht verdient. Lage voederkosten per eenheid product kunnen slechts gerealiseerd worden als de voeding aangepast is aan de behoeften van het dier.

Om dit te bereiken is er inzicht en kennis nodig over de belangrijke onderdelen van de melkveevoeding. Het betreft o.a. de behoeften van het dier, de opneembaarheid van voederbestanddelen, de samenstelling van voedermiddelen, het opmaken van rantsoenen enz. Op wetenschappelijk vlak wordt ook steeds nieuwe kennis verworven. Deze wetenschappelijke kennis wordt vertaald naar de praktijk. Het routinematig onderzoeken van bijkomende elementen (bijvoorbeeld ureum, lactose, aceton ...) via de melk is ondertussen in praktijk gebracht. Dit geeft de melkveehouder bijkomende handvaten voor een betere en meer uitgebalanceerde voeding.

Er is geprobeerd om het essentiële van deze kennis, op een bevattelijke manier, in deze brochure weer te geven.

Deze brochure is een volledige herwerking van de vroegere brochures *Melkveevoeding* (uitgegeven door het ex-Ministerie van Landbouw). Die volledige herwerking is gebeurd door Prof. D. De Brabander en Dr. S. De Campeneere van het ILVO – DIER.

INLEIDING



In de allereerste plaats beogen we door een betere voeding het economische rendement van de melkveehouderij te vergroten. Veevoeding moet dus in de eerste plaats economisch gericht zijn.

De voeding moet gezonde dieren nastreven en toelaten melk te produceren met gezondheidsbevorderende eigenschappen. Melk moet uiteraard veilig zijn voor de consument. Daarenboven moet rekening gehouden worden met de belasting van het milieu. De melkveevoeding moet ook oog hebben voor het dierenwelzijn. Ten slotte moet de voeding op arbeidsorganisatorisch vlak aanvaardbaar zijn. Ze moet aangepast zijn aan de moderne uitbatingsvormen en moet zodanig georganiseerd zijn dat de veehouder een eigentijds comfortabel bestaan kan leiden.

Uit het voorgaande volgt dat we voor een goede voeding in de eerste plaats de behoeften van het dier moeten kennen. We moeten ook weten wat de gevolgen kunnen zijn van een suboptimale voeding op de productie en de gezondheid van het dier. Om aan de behoeften van het dier te kunnen voldoen, moeten we uiteraard de samenstelling en de voederwaarde van de voedermiddelen kennen, alsook de belangrijkste factoren waarvan deze afhangen. Bovendien moeten we een idee hebben van de opneembaarheid van de voedermiddelen en van het rantsoen. We kunnen een prima rantsoen samenstellen, maar de koe moet het nog willen en kunnen opnemen.

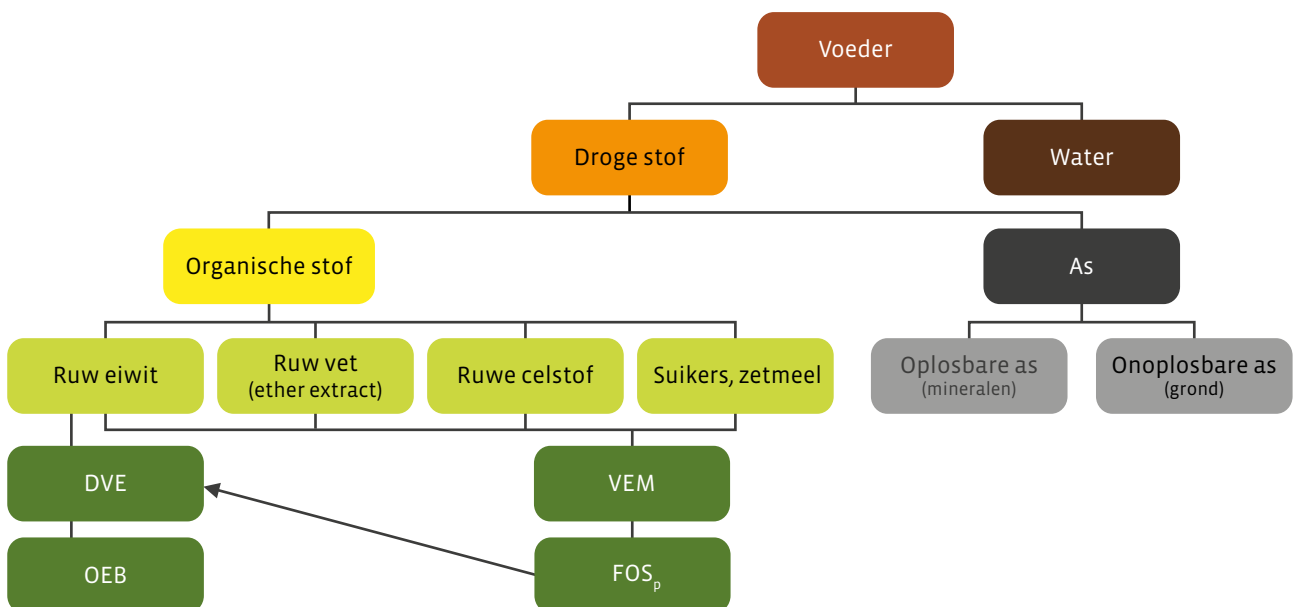
I NUTRIËNTEN

Om te kunnen uitdrukken wat en hoeveel het dier juist nodig heeft van bepaalde voedermiddelen, moet gezocht worden naar een gemeenschappelijke eenheid: van het dier uit om de voederbehoeften te kunnen uitdrukken en van de voedermiddelen uit om de hoeveelheid aanwezige voedingsstoffen te kunnen weergeven. Deze eenheden hebben betrekking op energie, eiwit, structuur, water, mineralen, sporenelementen en vitamines. Een behoefte-norm of voedernorm is een uitdrukking die de 'gemiddelde' benodigde hoeveelheid, bijvoorbeeld energie, weergeeft voor een bepaalde prestatie, bijvoorbeeld voor de productie van 1 kg melk. Doordat de koe voor bepaalde nutriënten een reserve kan opbouwen, waarop ze naderhand tijdelijk en beperkt een beroep kan doen, mag normvoeding dan ook geïnterpreteerd worden als 'om en bij' de behoeften voederen, d.w.z. niet systematisch en permanent te veel of te weinig. Van sommige voederwaarden zoals energie, eiwit en structuur, moet u weten dat dit afgeleiden zijn, die u als 'benaderde waarden' moet beschouwen.

1 CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN VOEDERMIDDELEN

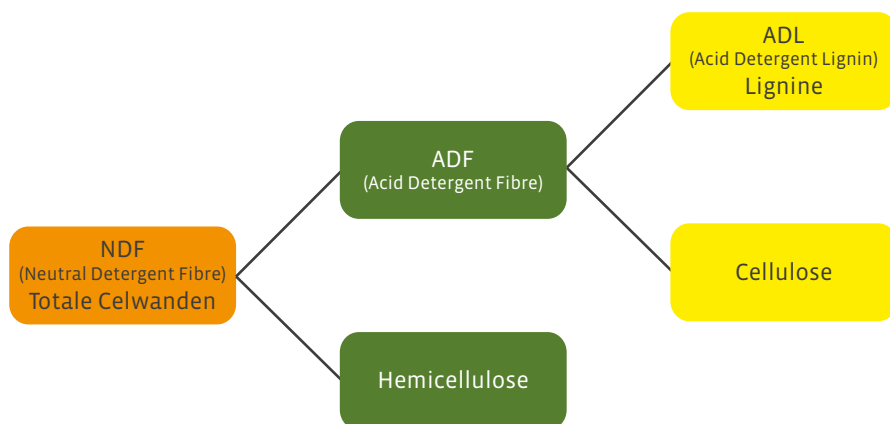
Een voederwaardeschatting is altijd geheel of gedeeltelijk gebaseerd op een chemische analyse. Om zo'n analyse beter te kunnen interpreteren worden in figuur 1.1 schematisch de belangrijkste componenten van de klassieke Weende-analyse weergegeven.

Figuur 1.1 Samenstelling van een voedermiddel



Sinds enkele jaren worden bij een routine-analyse ook soms de celwandcomponenten bepaald. We noemen dit ook wel eens de Van Soest-componenten, naar de onderzoeker die deze analyse ontwikkeld heeft. Hierbij wordt het voeder opgesplitst in celinhoud en celwanden. Bij de celwanden onderscheidt men NDF, ADF, ADL (figuur 1.2).

Figuur 1.2 Celwandcomponenten



2 ENERGIE

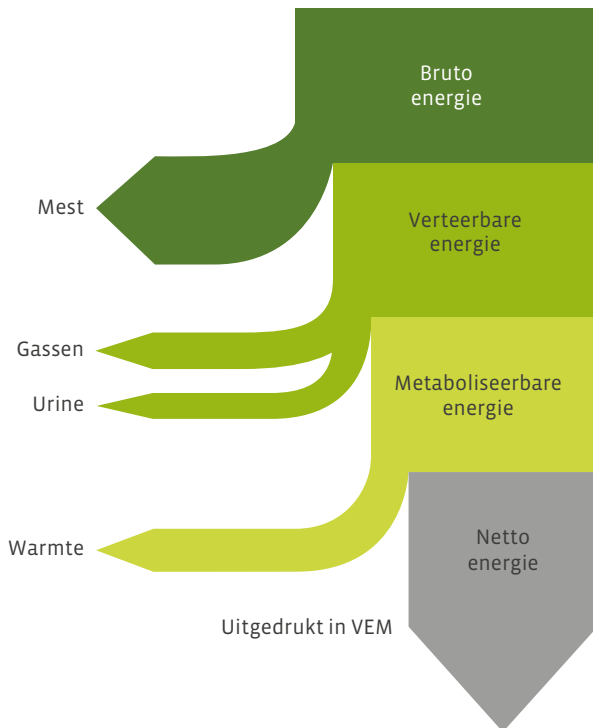
2.1 Functie en uitdrukking

Eén van de belangrijke functies van een voedermiddel is de aanbreng van energie. Melkvee heeft energie nodig voor zijn onderhoud, voor de melkproductie en voor zijn groei en voortplanting. Energie is vaak 'de' beperkende factor bij hoogproductief melkvee in het begin van de lactatie. Een energietekort drukt de melkproductie en het melkeiwitgehalte. Verder kan een negatieve energiebalans in het begin van de lactatie resulteren in leververvetting en ketonemie of slepende melkziekte. Ook een gedrukte vruchtbaarheid kan hiervan een gevolg zijn. In België wordt als energiewaarde-eenheid voor melkvee de 'Voedereenheid Melk' of afgekort 'VEM' gebruikt. Naast de energiebehoefte voor de genoemde functies, heeft de herkauwer ook energie nodig voor de pensflora (pensenergie). Die wordt uitgedrukt in fermenteerbare organische stof (FOS).

2.2 Energiebenutting

De verschillende energieverliezen in de koe leiden tot de begrippen bruto, verteerbare, metaboliseerbare en netto energie. De vrijgekomen warmte wanneer een voedermiddel zou verbrand worden, is de bruto energie (BE)-inhoud. Van de BE wordt een gedeelte uitgescheiden onder vorm van mest (feces). Het overblijvende deel noemen we verteerbare energie (VE) (figuur 1.3). Het dier ademt gassen uit (o.a. methaan) die een zekere verbrandingswaarde hebben en het produceert urine waarin organische componenten (energiehoudend) voorkomen. Wat na aftrek van de energieverliezen met de gassen en de urine nog overblijft, noemen we de metaboliseerbare energie (ME). Dit is de hoeveelheid energie die het dier kan gebruiken voor zijn metabolisme, maar bij dit gebruik gaat een gedeelte verloren in de vorm van warmte. Wat daarna overblijft noemen we de netto-energie (NE). Dit is de fractie energie van het voeder die beschikbaar is voor onderhoud, melk- en vleesproductie, groei en voortplanting ... VEM is een uitdrukking van NE. Naarmate een koe meer melk produceert, moet ze meer energie opnemen en is er ook meer warmteproductie. De grootte van de pijlen in figuur 1.3 is min of meer representatief voor het gemiddelde melkveerantsoen.

Figuur 1.3 Benutting van de voederenergie bij melkvee



Bij de omzetting van BE naar NE is de verteerbaarheid veruit de meest variërende parameter. Om die reden moet voor een juiste VEM-waarde de verteerbaarheid bepaald worden met dieren. Dit is voor de waardering van praktijkvoeders evenwel onmogelijk. Daarom hebben we gezocht naar methoden om deze verteerbaarheid of zelfs de VEM-waarde met een aanvaardbare nauwkeurigheid te schatten aan de hand van in-vitrotechnieken (in het labo uitgevoerd). Op de schattingen zit uiteraard een fout, die afhankelijk is van de gebruikte schattingstechniek. Als de VEM-waarde wordt geschat aan de hand van een geschatte verteerbaarheid met een enzymatische (cellulase) methode in combinatie met chemische parameters, dan bedraagt de schattingsfout op de VEM-waarde circa 3%. Deze waarde is iets kleiner bij maïskuilvoeder en krachtvoeder dan bij graslandproducten. De laatste jaren gebruiken we in meerdere labo's de NIRS-techniek (nabije infrarood reflexie scopie). Bij deze methode wordt een voedermiddel met nabij infraroodlicht bestraald en kan aan de hand van het weerkaatste licht de chemische samenstelling, verteerbaarheid en energiewaarde binnen de minuut geschat worden. Maar vooraleer de NIRS-techniek bruikbaar is, moet het toestel geijkt worden en dit moet afzonderlijk gebeuren voor elke parameter die men wil schatten. Voor het opstellen van zo'n ijklijn of calibratie moet per soort voedermiddel op een groot aantal monsters de parameters die men wenst te schatten, met de klassieke technieken bepaald worden. Als we bijvoorbeeld de verteerbaarheid met de NIRS-methode willen schatten, moet voor de calibratie eerst van een groot aantal voeders de verteerbaarheid met dieren bepaald worden.

Als we over goede ijklijnen beschikken, bedraagt de fout op een VEM-waarde die met de NIRS-methode is geschat, minstens 4%. Praktisch betekent dit dat we voor een graskuil met een geschatte VEM-waarde van 850, tweederde kans hebben dat de juiste VEM-waarde tussen 816 ($850 - 4\%$) en 884 ($850 + 4\%$) ligt. We hebben nog éénderde kans dat de juiste VEM-waarde buiten deze vork ligt. Het begrip 'fout' is dus gebonden aan een waarschijnlijkheid (tweederde). Dit is belangrijk om te weten als een veehouder de ontledingen van zijn ruwvoeders interpreteert.

Naarmate een dier meer voeder opneemt, daalt als gevolg van de hogere passagesnelheid, de verteerbaarheid. Dit betekent dat ook de VEM-waarde lager wordt. Het zou echter niet praktisch zijn aan een welbepaald voeder meerdere VEM-waarden toe te kennen. Men heeft bij de ontwikkeling van het VEM-systeem (1978) geopteerd voor een standaard-VEM die geldig is voor een koe van 550 kg die 15 kg meetmelk produceert. De lagere VEM-waarde bij hogere melkproducties (hogere voederopnamen) worden verrekend in een correctie op de behoeftenormen (zie 2.3).

2.3 Behoeftenormen in het VEM-systeem

Een lacterende koe heeft steeds energie nodig voor haar onderhoud en haar melkproductie. Daarnaast zijn soms nog bepaalde toeslagen nodig.

2.3.1 Onderhoud

De onderhoudsbehoefte is uiteraard in functie van het lichaamsgewicht en kan berekend worden met de formule $VEM_{\text{ond}} = (6,45 \times LG) + 1.265$, waarin LG het lichaamsgewicht is in kg.

Onderzoekers kwamen recent tot de conclusie dat de energie-onderhoudsbehoeften van onze hedendaagse genotypen duidelijk (25%) hoger zouden liggen dan in de huidige energiesystemen wordt aangenomen. Dat moet nog bevestigd worden alvorens het in het systeem te integreren.

2.3.2 Melkproductie

De energiebehoefte voor melkproductie hangt af van de energie-inhoud van de melk. Daarom wordt melk met een gegeven samenstelling omgerekend naar meetmelk (Mm), namelijk melk met een welbepaalde energie-inhoud (730 kcal). De omrekening gebeurt met de formule $Mm = [0,337 + (0,116 \times \% V) + (0,06 \times \% E)] \times M$. Hierin zijn % V en % E respectievelijk het vet- en eiwitgehalte van de melk, uitgedrukt in %. Omdat we bij de omrekening zowel rekening houden met het eiwit- als met het vetgehalte, spreken we ook van FPCM (fat protein corrected milk) in plaats van meetmelk. Eén VEM komt overeen met 1,65 kcal. Om die reden bedraagt de behoefte voor de productie van 1 kg meetmelk $730/1,65 = 442$ VEM.

Correctie voor het voedingsniveau

Zoals eerder gezegd, wordt er voor producties hoger dan 15 kg Mm een correctie op de behoeften voorgesteld. Deze correctie bedraagt 1,8% per eenheid voedingsniveau. Een voedingsniveau van 1 komt overeen met de onderhoudsbehoefte van een koe van 550 kg. Produceert deze koe 15 kg Mm (is standaard), dan heeft ze een totale energiebehoefte van 2,38 keer onderhoud. Dit betekent 1 keer voor onderhoud en 1,38 keer voor de productie van 15 kg Mm. Per kg Mm komt deze correctie overeen met $(1,8 \times 1,38)/15 = 0,165\%$.

Dus bedraagt deze correctie bij bijvoorbeeld 35 kg Mm: $(35 - 15) \times 0,165\% = 3,3\%$.

De formule voor de onderhouds(O)- en productiebehoeften(P) is dan:

$$VEM_{\text{O,P}} = [(6,45 \times LG) + 1.265 + 442 \times Mm] \times [1 + 0,00165 \times (Mm - 15)]$$

Deze correctie kan vervangen worden door een krachtvoedertoeslag van:

- 0,5 kg (+ 470 VEM) voor producties 25 – 30 kg Mm;
- 1 kg (+ 940 VEM) voor producties 30 – 40 kg Mm;
- 1,5 kg (+ 1.410 VEM) voor producties > 40 kg Mm.

2.3.3 Toeslag voor groei

Melkgevende vaarzen en tweedekalfskoeien moeten nog groeien. Hiervoor is onder meer energie nodig, die voor de 1^e en 2^e lactatie op respectievelijk 660 en 330 VEM per dag geraamd wordt.

2.3.4 Toeslag voor dracht

In de eerste 5 maanden van de dracht zijn de behoeften zeer gering. Vanaf de 6^e maand van de dracht moet extra energie gegeven worden. De energietoeslagen hiervoor bedragen in de 6^e, 7^e, 8^e en 9^e maand van de dracht respectievelijk 450, 850, 1.500 en 2.700 VEM per dag. Eén tot twee weken vóór de kalving is het aan te bevelen deze toeslag op te drijven tot ongeveer 4.000 VEM (eventueel via krachtvoeder).

2.3.5 Correcties voor gewichtsverandering

De energie-inhoud van een kilogram gewichtstoename of -afname kan sterk variëren, afhankelijk van de inhoud van de verandering (vet, eiwit, water). Bijgevolg kan ook de energiebehoefte of energievrijstelling per kg toe- of afname sterk variëren.

Voor 1 kg gewichtstoename tijdens de lactatie rekenen we in het VEM-systeem, met een gemiddelde behoefte van 3.000 VEM en in de droogstand door de geringere benutting van de ME, met 3.300 VEM. Doordat gewichtsafname met een efficiëntie van ongeveer 80% (VEM-systeem) wordt omgezet naar melk, wordt aangenomen dat er 2.425 VEM beschikbaar komt per kg gewichtsafname. In een recente studie bedroeg deze efficiëntie slechts 66 tot 69%, wat zou neerkomen op 1.980 tot 2.070 VEM.

2.3.6 Correcties voor weidebeloop en verblijf in loopstallen

Aangezien de gehanteerde onderhoudsnorm geldt voor aangebonden dieren in praktijkstallen, moet er voor dieren in loopstallen een zekere correctie toegepast worden: + 10% van de onderhoudsbehoefte.

Ook voor weidebeloop is extra energie nodig. Hiervoor kan een toeslag voorzien worden van 20% van de onderhoudsbehoefte bij onbeperkt weidegang.

Voorbeelden van behoeften

1. Koe: 630 kg, 3^e lactatie, 30 kg melk met 3,9% vet en 3,3% eiwit, geen gewichtsverandering, stalperiode, bindstal

	$Mm = 30 \text{ kg} \times [0,337 + (0,116 \times 3,9) + (0,06 \times 3,3)]$	= 29,6 kg
VEM _{onderhoud} :	$(6,45 \times 630) + 1.265$	= 5.329
VEM _{productie} :	$29,6 \times 442$	= 13.083
VEM _{totaal} :		= 18.412
VEM _{totaal} gecorrigeerd voor voedingsniveau :	$18.412 \times [1 + 0,00165 \times (29,6 - 15)]$	= 18.856

2. 2^e-kalfskoe, 600 kg, 17,5 kg melk met 4,5% vet en 3,6% eiwit, geen gewichtsverandering, stalperiode, bindstal

	$Mm = 17,5 \text{ kg} \times [0,337 + (0,116 \times 4,5) + (0,06 \times 3,6)]$	= 18,8kg
VEM _{onderhoud} :	$(6,45 \times 600) + 1.265$	= 5.135
VEM _{productie} :	$18,8 \times 442$	= 8.310
VEM _{O+P} gecorrigeerd voor voedingsniveau:	$13.445 \times [1 + 0,00165 \times (18,8 - 15)]$	= 13.530
Jeugdtoeslag:	330	
VEM _{totaal} :	$13.530 + 330$	= 13.860

De voorgestelde behoeftenormen gelden voor ideale omstandigheden met uitgebalanceerde rantsoenen.

Uit waarnemingen van het ILVO kunnen we afleiden dat het raadzaam is om koeien 5% boven de normen te voeden, als we de koeien op een constant gewicht willen houden.

2.4 Nutriënt-gebaseerd energiesysteem

Het VEM-systeem is gebaseerd op zeer veel onderzoek. Er wordt echter geen rekening gehouden met het type nutriënt dat de energie levert. Het hangt ervan af of de energievorm lipogeen (voor de aanmaak van vetten), glucogeen (voor de aanmaak van glucose en lactose) of aminogeen (voor de aanmaak van eiwitten) is.

Lipogene nutriënten:

- azijnzuur en boterzuur (ontstaan bij pensfermentatie);
- midden en lange keten vetzuren.

Glucogene nutriënten:

- propionzuur (ontstaat bij pensfermentatie);
- bestendig zetmeel.

Aminogene nutriënten:

- bestendige aminozuren;
- microbiële aminozuren (ontstaan bij pensfermentatie).

Voor de melkproductie moeten de drie voedingscomponenten in een redelijke verhouding tot elkaar staan, wat een afspiegeling is van de verhouding waarin vet, eiwit en lactose in melk worden uitgescheiden.

De aandelen vetzuren die bij de fermentatie van de nutriënten ontstaan, worden in tabel 1.1 weergegeven.

Tabel 1.1 Vetzurenproductie in de pens (%)

Substraat	Azijnzuur	Propionzuur	Boterzuur	Andere
Eiwit	44	18	17	21
Zetmeel	49	31	15	5
Suiker	53	16	26	6
Hemicellulose	51	12	32	5
Cellulose	68	12	20	0
Rest	53	16	26	6

Bron: Banninck et al. (2000) in van Straalen (2006)

In Nederland wordt sinds meerdere jaren onderzoek gedaan naar een nutriëntgebaseerd energiesysteem. Op dit ogenblik kunnen we voor de belangrijkste voedermiddelen de gehalten van lipogene, glucogene en aminogene nutriënten afleiden. Concrete behoeftenormen zijn nog niet beschikbaar. Er moet nog heel wat onderzoek uitgevoerd worden alvorens een praktisch bruikbaar systeem voorgesteld kan worden.

3 EIWIT

3.1 Functie en uitdrukking

Eiwitten zijn voorname bouwstenen van het lichaam, vooral van het spierweefsel (vlees) en ook van de beenderen en het haar (keratine). Ze zijn bij lacterende koeien van groot belang voor de melk die een belangrijke hoeveelheid eiwit ($\pm 3,4\%$) bevat. Eigenlijk zijn het de bouwstenen van eiwit, de aminozuren, die van belang zijn.

Een eiwittekort in het melkveerantsoen resulteert in de eerste plaats in een gedrukte melkproductie, vooral in het begin van de lactatie. Ook het melkeiwitgehalte kan verlaagd zijn. Een grote eiwitovermaat kan de gezondheid en de vruchtbaarheid schaden. Daarenboven komt een eiwitoverschot bijna integraal in het milieu terecht.

Naast de eiwitbehoefte voor onderhoud en producties, heeft de herkauwer ook (afgebroken) eiwit nodig voor een normale activiteit van de pensmicroben, of anders gezegd voor de belangrijke microbiële eiwitproductie.

In het huidige eiwitsysteem worden de eigenlijke eiwitwaarde van een voedermiddel of rantsoen, en de behoefte van het dier, uitgedrukt in de hoeveelheid eiwit (aminozuren) die in de dunne darm van het dier verteerd wordt, namelijk Darm Verteerbaar Eiwit, afgekort DVE. Voor de optimalisering van de pensfermentatie gebruiken we de Onbestendige Eiwit Balans, afgekort OEB.

3.2 Vertering en metabolisme van eiwit

Eiwit aanwezig in het voeder wordt uitgedrukt in ruw eiwit (RE). Meestal bevat eiwit 16% stikstof (N). Voor RE bepalen we eigenlijk het N-gehalte en we vermenigvuldigen dit met de factor 6,25.

De pens wordt bewoond door een enorme massa micro-organismen die omzettingen teweegbrengen die een belangrijke invloed kunnen hebben op de waarde van het opgenomen voedereiwit voor de herkauwer. Het eiwit wordt voor een groot gedeelte afgebroken tot peptiden, aminozuren (AZ), ammoniak (NH_3) en resterende koolstofskeletten. De ontstane aminozuren worden echter onmiddellijk gebruikt door de micro-organismen ofwel verder afgebroken tot ondermeer NH_3 , dat dan ook door de micro-organismen gebruikt kan worden voor de opbouw van hun eigen microbiële eiwit tijdens hun reproductie. In de pens spelen zich dus twee processen af:

- enerzijds een gedeeltelijke afbraak van voedereiwit en N-houdende verbindingen (bijvoorbeeld ureum);
- anderzijds een synthese van microbiële eiwit.

De twee processen hebben een belangrijke invloed op de kwantiteit en de kwaliteit van het eiwit dat uiteindelijk de herkauwer ten goede komt.

Eiwitafbraak

De eiwitafbreekbaarheid varieert meestal van 40 tot 70%.

De graad van de eiwitafbraak hangt in grote mate af van twee factoren:

- de toegankelijkheid en de aantastbaarheid van het eiwit door de microbiële enzymen; We noemen dit de fermenteerbaarheid.
Naarmate een eiwit meer oplosbaar is, is het meestal ook gemakkelijker toegankelijk voor de verteringsenzymen. Niet-eiwit-N-componenten (NPN), zoals voederureum, zijn meestal goed oplosbaar en worden snel en volledig afgebroken tot NH_3 ;
- de intensiteit en de duur van de blootstelling aan deze enzymatische afbraak (dit is ondermeer afhankelijk van de passagesnelheid).

Door inkuielen verhoogt de eiwitafbreekbaarheid met 5 à 15% en door hooien verlaagt ze met 5 à 15%. Door voordrogen of door toevoegen van zuren daalt de eiwitafbreekbaarheid. Soms worden formaldehyde en looistoffen (tanninen), net als suikers (xylose, melasse) gebruikt om eiwitrijke grondstoffen te beschermen tegen microbiële afbraak. Bij sojaschroot daalt de afbreekbaarheid door een behandeling met formaldehyde van 60 naar circa 20%; bij koolzaadschroot van 64 naar 17%.

De verblijfsduur van een voeder in de pens kan soms zo kort zijn dat de potentieel fermenteerbare eiwitten niet helemaal worden afgebroken. Het ligt dus voor de hand dat de eiwitafbreekbaarheid in de pens lager is naarmate het voederniveau hoger is.

Synthese van microbieel eiwit

De hoeveelheid microbieel eiwit die in de pens gevormd wordt, hangt af van het aantal micro-organismen in de pens en van de snelheid waarmee de micro-organismen zich vermenigvuldigen. Dit hangt onder normale omstandigheden af van:

- de hoeveelheid afgebroken voedereiwit en, via recyclage, de hoeveelheid speekselureum;
- de hoeveelheid energie in de pens, die bruikbaar is door de micro-organismen;
- de beschikbaarheid van andere nodige nutriënten, zoals fosfor, zwavel, cobalt ...

De pensmicroben stellen geen grote eisen aan het aminozurenpatroon van het eiwit. De pensbacteriën gebruiken AZ als bouwstenen, maar veel bacteriën kunnen deze AZ ook opbouwen uit NH_3 . In de huidige eiwitsystemen richt men zich naar een voldoende NH_3 -beschikbaarheid in de pens. De NH_3 -concentratie in de pens kan echter zeer sterk fluctueren in de loop van de dag. Eiwit wordt sneller afgebroken de eerste uren na de voederopname, waardoor er vaak een NH_3 -piek ontstaat ongeveer 2 à 3 uur na de aanvang van de hoofdeetbeurt. Het heeft dan ook weinig zin krachtvoeder te verstrekken met snel afbreekbaar eiwit als dit in twee beurten wordt verstrekt. De NH_3 -overmaat gaat met het bloed naar de lever, waar die omgezet wordt in ureum. Ureum wordt grotendeels met de urine uitgescheiden, maar komt eveneens in de melk terecht en wordt ook gedeeltelijk gerecycleerd waardoor het ureum met het speeksel terug in de pens beschikbaar wordt.

De hoeveelheid pensenergie hangt vooral af van de verteerbaarheid van de organische stof in de pens, maar ook van de samenstelling van dit verteerbare organische materiaal. Zo wordt elk in de pens verteerde nutriënt met een verschillende efficiëntie gebruikt voor de microbiële eiwitproductie. In het DVE-systeem gebruiken we de hoeveelheid fermenteerbare organische stof (FOS_p) als maatstaf voor de microbiële eiwitproductie.

Zoals eerder gezegd, gaat het vooral over aminozuren. In die zin is het van belang dat het AZ-patroon van het eiwit dat in de dunne darm verteerd wordt, goed overeenstemt met het AZ-patroon van melkeiwit. In dit opzicht mag gesteld worden dat microbieel eiwit een zeer goede aminozurensamenstelling heeft. Om die reden geeft een verhoogde microbiële eiwitproductie aanleiding tot een verhoogde melkeiwitproductie.

Eiwitverteerbaarheid in dunne darm

Men moet ervan uitgaan dat de eiwitwaarde bijna volledig bepaald wordt door de hoeveelheid eiwit die in de dunne darm verteerd wordt.

De verteerbaarheid van het microbieel eiwit wordt in de meeste eiwitsystemen als constant aangenomen, en varieert tussen de meeste systemen van 80 tot 85%.

De verteerbaarheid van het voedereiwit dat niet afgebroken is in de pens kan sterk verschillen, en kan bepaald worden met de mobiele nylonzakjestechiek. In deze techniek wordt een kleine hoeveelheid voedermiddel, na voorafgaande pensincubatie gedurende 12 uur, in een nylonzakje in het begin van de dunne darm gebracht en met de mest opgevangen. De hoeveelheid eiwit die tijdens de passage door de darm verdwijnt, wordt als verteerd beschouwd.

3.3 DVE-systeem

3.3.1 Eiwitwaarden

Het DVE-systeem werd in 1991 in Nederland ontwikkeld en in 1992 in België geïntroduceerd. In 2007 werd het systeem aangepast, vooral wat betreft de eiwitwaardering en niet zozeer wat betreft de behoeftenormen. De eiwitwaardering is vooral de taak van de ontledingslaboratoria en de veevoederindustrie, terwijl de melkveehouder de gebruiker is van de waarden. Het is dan ook niet zinvol hier de aanpassingen in de methodieken te bespreken.

Per voedermiddel worden in het DVE-systeem twee waarden berekend: DVE en OEB. De DVE-waarde geeft de potentiële eiwitwaarde van het voeder weer. De OEB is een maat voor de balans tussen enerzijds de microbiële eiwitsynthese op basis van de hoeveelheid afgebroken eiwit en anderzijds de potentiële microbiële eiwitsynthese op basis van de hoeveelheid energie die vrijkomt bij fermentatieprocessen in de pens.

Darmverteerbaar eiwit (DVE)

Het eiwit dat de dunne darm bereikt en daar kan worden verteerd, is onder te verdelen in (figuur 1.4):

- eiwit afkomstig van voedereiwit dat niet werd afgebroken in de pens (darmverteerbaar bestendig voedereiwit: DVBE);
- eiwit afkomstig van microbieel eiwit dat in de pens werd gevormd (darmverteerbaar microbieel eiwit: DVME);
- eiwit afkomstig van verteringsenzymen, darmcellen en mucus (endogeen eiwit: DVMFE).

$$\text{DVE} = \text{DVBE} + \text{DVME} - \text{DVMFE}$$

Het endogeen eiwit is afkomstig van het dier zelf en is dus geen eiwitbron die toegeschreven kan worden aan een voermiddel. Een gedeelte van het endogeen eiwit verdwijnt via de feces en vormt zo een bron van eiwitverlies. Ook voor de synthese van dit endogeen eiwit wordt een hoeveelheid eiwit verbruikt. Dit verlies wordt darmverteerbaar metabool fecaal eiwit genoemd (DVMFE). Het DVMFE wordt bij de DVE-waarde afgetrokken omdat het meer afhangt van de voedereigenschappen dan van het dier.

DVBE

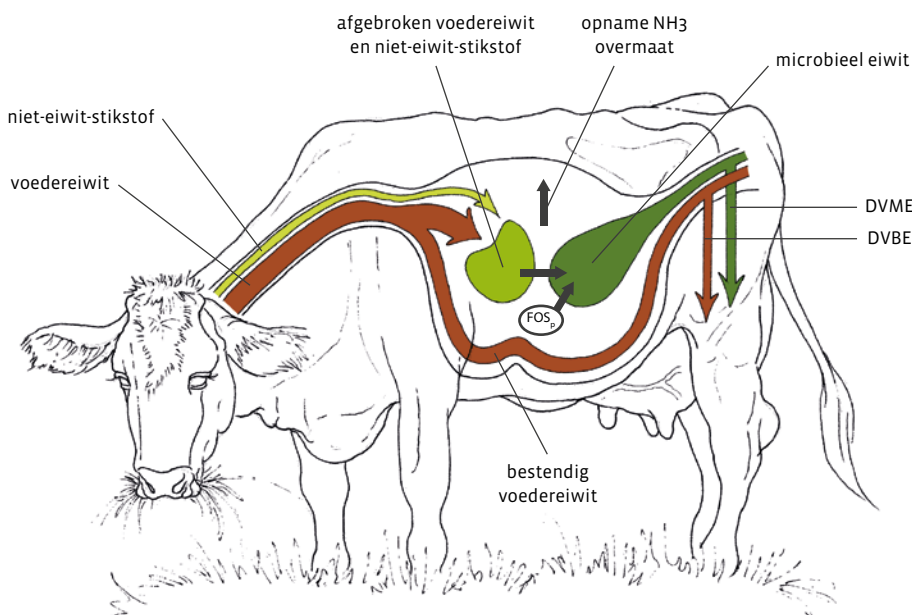
$\text{DVBE} = \text{ruw eiwitgehalte} \times \text{bestendige eiwitfractie in het RE (\% BRE)} \times \text{percentage aminozuren in de bestendige fractie} \times \text{werkelijke verteringscoëfficiënten van de aminozuren in de bestendige fractie (\% DVBE)}$

De bestendigheid van het eiwit (% BRE) (= 100 – afbreekbaarheid) wordt bepaald door nylonzakjes met voeder te incuberen in de pens, waarbij we nagaan hoeveel eiwit op opeenvolgende tijdstippen uit de zakjes verdwenen is.

Het percentage aminozuren in het bestendige eiwit wordt op 100% ingeschat. Dit is waarschijnlijk een overschatting, maar dit wordt gecompenseerd doordat aminozuren een hogere verteerbaarheid hebben dan wat we inzetten voor het totaal eiwit.

De verteerbaarheid van het bestendige eiwit (% DVBE) wordt bepaald met behulp van de mobiele nylonzakjes techniek.

Figuur 1.4 Eiwitvertering bij melkvee



DVME

In het DVE-1991-systeem werd aangenomen dat er 150 g microbieel eiwit werd gevormd per kg FOS (fermenteerbare organische stof). Het is echter al langer bekend dat de efficiëntie van de microbiële groei (150 g/kg FOS) geen constante is. Daarenboven werd de laatste jaren duidelijk dat de hoeveelheid energie die in de pens uit een voermiddel kan worden vrijgemaakt, verschilt tussen voedercomponenten, zodat de FOS (nu FOS_p = fermenteerbare organische stof in de pens) nu op een totaal andere en meer complexe manier berekend wordt. Ook de efficiëntie van de microbiële groei wordt in functie van meerdere factoren berekend.

Het DVE-2007-systeem behoudt de aanname dat microbieel eiwit voor 75% uit aminozuren bestaat en dat die voor 85% verteerd worden.

DVMFE

Het verteringsproces gaat gepaard met endogene ruwe eiwitverliezen. Die verliezen omvatten verteringsenzymen, gal, afgestoten darmepitheelcellen en mucus (darmslijm). Ondanks het feit dat de verliezen afkomstig zijn van het dier, worden ze toch geacht meer beïnvloed te worden door de voedereigenschappen dan door de diereigenschappen. Er blijken geen redenen te zijn om de benadering '1991' te verlaten. Er wordt aangenomen dat er per kg verteerbare droge stof 75 g DVE vereist is om het endogene eiwit dat met de feces verloren gaat, te vervangen. De onverteerbare droge stof is gelijk aan de droge stof verminderd met de verteerbare droge stof, die de som is van de verteerbare organische stof en de verteerbare ruwe as.

Dus $DVMFE = 0,075 \times (DS - VOS - VRAS)$

Onbestendige eiwitbalans (OEB)

De OEB wordt gedefinieerd als het verschil tussen de hoeveelheid microbieel eiwit op basis van pensbeschikbare stikstof (eiwit) en de hoeveelheid microbieel eiwit op basis van pensbeschikbare energie: $OEB = MREN - MREE$. In de Nederlandse tabellen wordt ook OEB_2 opgenomen, waarin '2' staat voor t_0-t_2 uur (eerste 2 uur na voederopname). Het geeft het onevenwicht weer tussen beschikbaar eiwit en energie in de pens in de eerste 2 uur.

De eiwitwaarden worden weergegeven in voedertabellen.

Voor heel wat voedermiddelen kunnen de eiwitwaarden nogal variëren. Het is de bedoeling deze variatie te relateren aan chemische en fysische eigenschappen van het voedermiddel. De ontledingslaboratoria kunnen die relaties dan gebruiken voor de eiwitwaardeschatting van individuele voedermonsters. Dit blijkt echter slechts voor een beperkt aantal voedermiddelen mogelijk.

3.3.2 Behoeftenormen in het DVE-systeem

3.3.2.1 Onderhoud

De onderhoudsbehoefte in het DVE-systeem wordt beperkt tot de hoeveelheid DVE die nodig is als compensatie voor verliezen met de urine en met haar en huid. Beide zijn gerelateerd aan het lichaamsgewicht van het dier en worden berekend met de formule:

$$DVE_{\text{ond}} = 54 + LG/10.$$

3.3.2.2 Melkproductie

De DVE-behoefte per kg melk is uiteraard afhankelijk van het melkeiwitgehalte, maar ook van het melkproductieniveau. Daarom wordt de DVE-behoefte berekend aan de hand van de eiwitproductie:

$$DVE_{\text{melkproductie}} = 1,396 \times E + 0,000195 \times E^2$$

waarin $E = \text{g melkeiwitproductie per dag} = \text{kg melk} \times \% \text{ eiwit} \times 10$.

Bemerk dat de energiebehoefte wordt berekend aan de hand van de meetmelkproductie (FPCM), en dat de eiwitbehoefte berekend wordt aan de hand van de melkproductie en het melkeiwitgehalte. Dit is logisch als we weten dat 1 kg FPCM een vaste energie-inhoud heeft, maar geen vaste eiwit-inhoud.

3.3.2.3 Toeslag voor groei

Voor groei in de 1^e en 2^e lactatie wordt een toeslag voorzien van respectievelijk **37 en 19 g DVE** per dag.

3.3.2.4 Toeslag voor dracht

De behoeften gelden voor een koe van 650 kg en een geboortegewicht van het kalf van 44 kg.

	DVE-behoefte (g/dag)
6 maanden (161 – 190 d)	60
7 maanden (191 – 220 d)	105
8 maanden (221 – 250 d)	180
9 maanden (251 – 280 d)	280

3.3.2.5 Mobilisatie en aanzet van lichaamseiwit

In tegenstelling tot wat in het DVE-1991-systeem werd aangenomen, is intussen duidelijk geworden dat de eiwitbalans en de energiebalans na afkalven niet hetzelfde patroon volgen. Een negatieve eiwitbalans slaat al na 2-3 weken om in een positieve balans, terwijl de energiebalans negatief blijft tot 8-12 weken na afkalven. Dit is een gevolg van een veel kleinere eiwit- dan energiereserve. Daardoor zal een eiwittekort in het rantsoen vrij vlug resulteren in een gedrukte productie. We mogen aannemen dat het geringe gemobiliseerde lichaamseiwit wordt gebruikt als energiebron, zonder eiwitwaarde. Wat betreft de heraanzet van eiwit, voorziet men in het DVE-2007-systeem 200 g DVE per kg gewichtstoename (naast 3000 VEM, dit komt overeen met 67 g DVE/1000 VEM).

3.3.2.6 Aandachtspunten bij de eiwitvoorziening

Als we weten dat:

- een eiwittekort de melkproductie vrij vlug drukt;
- eiwit geld kost;
- een overmaat aan eiwit de N-excretie doet toenemen;

is het belangrijk dat de eiwitvoeding de nodige aandacht krijgt.

Dit impliceert drie zaken:

1. we een hogere eiwitconcentratie in het rantsoen nastreven in het begin van de lactatie, omdat:
 - er nagenoeg geen bruikbaar eiwit vrijkomt uit de lichaamsmobilisatie;
 - er meer voedereiwit verbruikt wordt als energiebron;
 - de DVE-behoefte per kg melk met eenzelfde eiwitgehalte hoger is bij hogere melkproducties;
 - de koe te weinig droge stof kan opnemen.

Daarom is het vaak aan te bevelen wat meer eiwitcorrector te voeren in het begin van de lactatie dan verder in de lactatie (bv. 1 kg meer ter vervanging van 1 kg evenwichtig krachtvoeder). We mogen aannemen dat de verstrekking van meer eiwitcorrector resulteert in een hogere melkproductie. Dit kan echter de negatieve energiebalans (NEB) nog doen toenemen. Dat betekent dat men op probleembedrijven met ketonemie (gevolg van NEB) voorzichtig moet zijn met extra eiwit.

2. we er voordeel bij hebben om de eiwitcorrector individueel aan te passen. De DVE-behoefte per kg melk of per kg FPCM is immers sterk individueel verschillend. Ter illustratie enkele voorbeelden:

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Melkprod. (kg M)	20	45	25	25	25	25
Vetgeh. (g/kg M)	40	40	40	40	45	36
Eiwitgeh. (g/kg M)	34	34	31	36	31	36
DVE-behoefte						
Per kg M	52,0	57,6	48,0	56,6	48,0	56,6
Per kg FPCM	51,7	57,3	48,6	55,6	45,9	58,3

Voorbeelden (1) en (2) illustreren de invloed van het melkproductieniveau. Als we de hoeveelheid eiwitcorrector zouden richten op de koe (1), dan krijgt de koe (2) ongeveer 1,7 kg eiwitcorrector met 180 g DVE/kg of 1 kg sojaschroot te weinig (ter vervanging van evenwichtig krachtvoeder).

Voorbeelden (3) en (4) tonen de invloed van het melkeiwitgehalte, terwijl (5) en (6) de invloed van de vet/eiwitverhouding in de melk illustreren op de DVE-behoefte per kg FPCM. Bemerkt dat, in tegenstelling tot de VEM-behoefte, de DVE-behoefte per kg FPCM helemaal niet constant is.

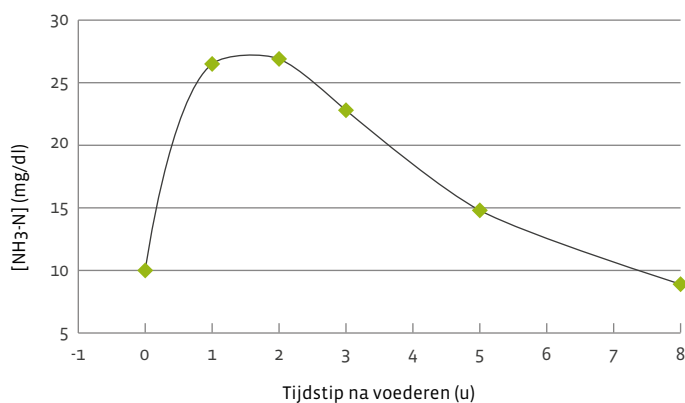
Wanneer we de eiwitcorrector niet individueel kunnen aanpassen, baseren we ons op een bepaald melkeiwitgehalte, dat het gemiddelde van de veestapel kan zijn of iets hoger, afhankelijk van:

- de prijs van voedereiwit;
 - de melkprijs;
 - de milieuwaarde van een veranderde N-excretie, die echter vandaag niet te becijferen is.
3. we nooit rekenen met lagere melkeiwitgehalten dan 30 g/kg, die wel eens voorkomen in de eerste 2 maanden na de kalving. Hou er rekening mee dat die gehalten verder in de lactatie continu gaan toenemen.

3.3.2.7 OEB-behoeften

In theorie zou een OEB van nul volstaan. Enerzijds verloopt de beschikbaarstelling van (afgebroken) energie en (afgebroken) eiwit in de pens niet altijd in de goede verhouding in de loop van de dag, wat zou pleiten voor een hogere OEB-behoefte. Anderzijds levert de recyclage van ureum extra ammoniak aan de pens, waardoor de OEB zelfs negatief zou mogen zijn. Als we de ammoniakcurve in de pens (figuur 1.5) wat meer kunnen nivelleren via de voederstrategie (bv. meerdere KV-beurten per dag, compleet rantsoen) of door het gebruik van bestendigere eiwitbronnen, dan zou de OEB wat lager kunnen zijn. Recent onderzoek op ILVO wees uit dat een OEB van 50 g volstaat. Door de fout op de OEB-schatting van het rantsoen nemen we echter best een veiligheidsmarge in acht. Om die reden kunnen we voor de praktijk een OEB aanbevelen van 150-200 g. Het melkureumgehalte kan hierbij als indicator van de OEB-voorziening gebruikt worden.

FIGUUR 1.5 Ammoniakconcentratie in de pens t.o.v. tijdstip na voeren



Bron: ILVO - Dier

3.3.3 Amino-zuren

Amino-zuren zijn de bouwstenen van eiwit. Van éénmagigen is al lang gekend dat ze een specifieke behoefte hebben aan alle essentiële amino-zuren. Bij herkauwers hielden we in het verleden geen rekening met amino-zuren omdat het grootste deel van het aangevoerde eiwit in de dunne darm microbiëel eiwit is, dat een zeer goed amino-zuurpatroon heeft. Naarmate de productie van een koe evenwel toeneemt, wordt de eiwitaanvoer in de dunne darm groter en bestaat die relatief uit meer voedereiwit. Hierdoor kan de amino-zurensamenstelling van het voedereiwit toch van belang zijn. Dat is bevestigd door onderzoek met hoogproductief melkvee. Methionine en lysine worden beschouwd als eerste limiterend. Voor rantsoenen op basis van graskuil wordt ook wel histidine genoemd als beperkend. Toevoeging van methionine, eventueel in combinatie van lysine, kan vooral het melkeiwitgehalte wat verhogen en in mindere mate ook de melkproductie. Toegevoegde amino-zuren moeten beschermd worden tegen afbraak in de pens. Nu zijn beschermde methionine en lysine op de markt. Of een dergelijke toevoeging al dan niet verantwoord is, hangt af van de prijs van het amino-zuursupplement, de melkeiwitprijs en het productieniveau van de dieren. Het is weinig zinvol om dit in de tweede helft van de lactatie te verstrekken.

Franse en Amerikaanse onderzoekers hebben behoeftenormen voor methionine en lysine opgesteld.

3.3.4 Voederureum

Ureum kan beschouwd worden als ruw eiwit dat volledig en zeer snel in de pens wordt afgebroken tot ammoniak. Het draagt dus bij tot de OEB en kan bijgevolg gebruikt worden in gevallen van OEB-tekort. We mogen hierbij rekenen met ± 2.750 g OEB en 0 g DVE per kg ureum. Door de snelle afbraak is een gespreide opname in de loop van de dag noodzakelijk voor een goede benutting. Daarom is ureum in krachtvoeder dat in twee beurten per dag verstrekt wordt, weinig zinvol, tenzij er een traag afbreekbare ureumbron gebruikt wordt. Krachtvoeder dat via een automaat in meerdere beurten wordt verstrekt, komt hiervoor wel in aanmerking. Verdelen in het ruwvoeder bij het voeren of bij het inkuilen (bv. van maïs of perspulp) is meer aangewezen. Hierbij moet gelet worden op een gelijkmatige verdeling en het is gewenst dat de dieren zich hieraan geleidelijk aanpassen.

Blijft de vraag of een OEB-tekort altijd enkel met ureum op het gewenste niveau gebracht kan worden. Ureum levert immers uitsluitend ammoniak, terwijl pensmicroben ook wat amino-zuren nodig hebben. De afbraak van voedereiwit stelt uiteraard ook amino-zuren beschikbaar in de pens. Of dit in alle gevallen volstaat, is nog niet uitgemaakt. 100 g ureum per koe en per dag om de OEB van -100 g naar 175 g te brengen, houdt geen enkel risico in.

4 VET

Vet is nodig voor de levering van essentiële vetzuren (linolzuur, linoleenzuur) en ook omdat het de drager is van de vetoplosbare vitaminen. De essentiële vetzuren zijn onverzadigd. Bij herkauwers is de behoefte aan essentiële vetzuren tamelijk hoog, omdat die onverzadigde vetzuren grotendeels verzadigd worden in de pens.

Vanwege de hoge energiewaarde (meer dan 3.000 VEM/kg) wordt er vaak vet toegevoegd aan het krachtvoeder als er energierijke rantsoenen vereist zijn. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van dierlijk vet, plantaardige oliën, calciumzepen en geplette of geëxtrudeerde oliehoudende zaden. Te veel vet kan echter schadelijk zijn voor de penswerking, waarbij vooral de celstofverteerbaarheid en de voederopname gedrukt worden. Vanaf welke hoeveelheid vet er een negatief effect verwacht kan worden, is niet erg duidelijk. Onverzadigde vetten hebben een meer negatieve invloed dan verzadigde vetten. Er zou tot 600 à 700 g vet per dag of 3% aan het rantsoen toegevoegd kunnen worden. Aangezien er in het rantsoen al \pm 3% vet aanwezig is afkomstig uit de voedermiddelen, wil dit zeggen dat de totale hoeveelheid vet in het rantsoen het best beperkt wordt tot \pm 6% op de droge stof. In rantsoenen waarin de structuur een risico vormt, is het gewenst de vettoevoeging, vooral met onverzadigde vetzuren, wat te reduceren. Vettoevoeging heeft vaak een gunstig effect op de melkproductie als gevolg van de verhoogde energie-opname. Vettoevoeging beïnvloedt ook de melksamenstelling (zie hoofdstuk VII).

Bij de verzadiging van onverzadigde vetzuren in de pens worden zogenaamde transvetzuren gevormd. Sommige hiervan, bepaalde CLA's, remmen de vetsyntese in de uier af en geven bijgevolg aanleiding tot een gedrukt melkvetgehalte.

Er zijn 'indicaties' dat vettoevoeging een gunstige invloed heeft op de vruchtbaarheid. Vettoevoeging heeft namelijk een invloed op de progesteron- en prostaglandinensecretie, twee hormonen met een belangrijke rol in de vruchtbaarheid. Vooral de omega-3-vetzuren zouden de embryonale sterfte verminderen.

In bepaalde onderzoeken werd er op sommige gezondheidsparementers bij de koe een gunstig effect van onverzadigde vetzuren, in het bijzonder van omega-3-vetzuren, vastgesteld. Maar een algemene conclusie hieromtrent is nog niet mogelijk.

Nu wordt heel wat onderzoek gedaan naar mogelijkheden om de gezondheidswaarde van melkvet te verhogen. Er wordt geprobeerd om het aandeel onverzadigde vetzuren in het algemeen, en de CLA- en omega-3-vetzuren gehalten in het bijzonder, te verhogen.



5 MINERALEN EN SPORENELEMENTEN

5.1 Mineralen

Mineralen hebben diverse functies in het organisme:

- een groot gedeelte van de mineralen is aanwezig in het skelet waar ze een structurele functie vervullen;
- een juiste mineralenconcentratie is nodig voor het goed functioneren van de lichaamscellen. Cellen pompen voortdurend bepaalde mineralen in en uit de cellen. De prikkels vanuit het zenuwstelsel naar de spieren hangen af van de concentratie van bepaalde mineralen in het bloed. Tekorten aan deze mineralen kunnen verlamming veroorzaken (kalfziekte, kopziekte);
- mineralen komen tussen als component of als activator van enzymen. Enzymen hebben een veelzijdige functie in het organisme;
- de micro-organismen in de pens hebben bepaalde mineralen (P, S, Co ...) nodig om hun normale activiteit te kunnen uitoefenen.

Mineralen zijn nodig voor het onderhoud en voor de productie van het dier. Met de melk kunnen grote hoeveelheden mineralen het lichaam verlaten. De mineralenbehoefte hangen ook in grote mate af van de benutting of absorptie. Voor bepaalde mineralen, zoals calcium, past de absorptie zich gedeeltelijk aan aan de voorziening (aanbod ten opzichte van behoefte). De absorptiecapaciteit is hoog bij jonge dieren en neemt in het algemeen af met de leeftijd.

Bij de mineralenvoorziening moeten we weten dat een te beperkt aanbod meestal pas na een vrij lange periode specifieke gebreksverschijnselen veroorzaakt. De conditie van het dier, zijn eetlust, zijn productiviteit en zijn vruchtbaarheid nemen echter al veel vlugger af. Verder vermindert ook de weerstand tegen infectieziekten. Doordat het dier voor een aantal mineralen over een zekere lichaamsreserve kan beschikken en de benutting zich aanpast, ontwikkelen de deficiëntieverschijnselen zich meestal geleidelijk en is een suboptimale voorziening moeilijk te onderkennen. Hier geldt zeker het gezegde 'beter voorkomen dan genezen'.

Door de talrijke invloedsfactoren op de behoeften en de wisselwerking tussen bepaalde mineralen, zijn de behoeftenormen niet scherp afgelijnd. Daarenboven kan de inhoud van de voedermiddelen nogal variëren en worden de mineralengehalten niet courant bepaald. Daarom is de mineralenvoorziening niet te preciseren, wat ook niet nodig is. Toch is het ten eerste gewenst behoeftenormen versus inhouden van de voedermiddelen als leidraad te integreren in de melkveevoeding.

Omdat van de hoofdmineralen aanzienlijke hoeveelheden met de melk worden uitgescheiden, drukken we de behoeftenormen uit per kg melk en voor onderhoud. De voederopname is evenwel gerelateerd aan de melkproductie. Daarom kunnen we de behoeftenormen ook vrij ruw uitdrukken per kg droge stof. De sporenelementen worden relatief minder met de melk uitgescheiden, waardoor het algemeen gebruikelijk is de behoeften als concentratie in het rantsoen (ppm of mg per kg DS) uit te drukken. Omdat in Vlaanderen vaak de Nederlandse (Productschap Diervoeder, Centraal Veevoederbureau, CVB) normen worden gehanteerd, zullen we ons focussen op de CVB-normen. De gemiddelde inhoud van de voedermiddelen is vermeld in tabel 1.2.



Tabel 1.2 Mineralensamenstelling van enkele voedermiddelen

	Ca	P	Mg	Na	K
Gewenste concentratie (g/kg DS)	3-5	3-3,5	2-2,5	1-1,5	7,5-8,5
Inhoud voedermiddelen (g/kg DS)					
Weidegras	5,5	4,0	2,3	2,5	35,0
Graskuil	5,0	4,0	2,3	2,5	32,0
Grashooi	5,0	3,0	1,8	2,5	25,0
Maïskuil	1,6	1,9	1,2	0,2	12,0
Bietenperspulp	8,0	1,0	2,0	1,0	5,0
Drafskuil	3,0	5,0	2,0	0,1	0,6
Voederbiet	1,5	1,8	1,5	2,5	25,0
Rode klaver	15,0	2,5	3,0	1,5	27,0
Gehele Planten Silage	3,0	3,0	1,5	0,5	16,0
CCM	0,2	3,5	1,3	0,1	4,8
MKS	0,4	2,7	1,1	0,1	5,1
Aardappelen	1,1	2,5	1,0	1,1	22,0
Tarwe	0,6	3,7	1,0	0,1	4,8
Gerst	0,7	4,0	1,1	0,1	5,4
Maïs	0,2	3,2	1,1	0,1	4,0
Bietenpulp	9,4	1,0	3,1	1,4	5,3
Maïsglutenfeed	1,3	10,0	4,2	3,3	13,5
DDGS	1,9	10,3	3,3	5,6	14,7
Luzernepellets	20,6	2,9	2,1	0,9	32,2
Lijnzaadschroot	4,1	10,3	6,1	0,9	13,6
Sojaschroot	3,1	7,3	3,4	0,2	25,3
Koolzaadschroot	8,3	12,2	4,5	0,3	14,2
Mineralen (g/kg)	-	-	-	-	-
Zout (NaCl)	-	-	-	380	-
Krijt (CaCO ₃)	380	-	-	-	-
Voederfosfaat (CaHPO ₄ ·4H ₂ O)	230	180	-	-	-
Natriumbicarbonaat (NaHCO ₃)	-	-	-	270	-

Bron: diverse voedertabellen

5.1.1 Calcium (Ca)

Melk bevat 1,2 g Ca (per kg); colostrum ± 2,4 g.

De aangenomen absorptiecoëfficiënt voor Ca is in 2005 verhoogd van 50 naar 68% (CVB, 2005). Dit is de hoogste waarde in vergelijking met andere landen, wat resulteert in vrij lage (bruto) Ca-behoefthenormen. Bijgevolg is het niet gewenst beneden de aangegeven Ca-behoefthenormen te voeren.

Behoeften:

onderhoud:	24 g
melkproductie:	1,8 g per kg M
concentratie:	3-5 g per kg DS

Tegenover de gewenste concentratie stelt men in tabel 1.2 vast dat maïskuil, voederbieten, aardappelen, maïsgraanproducten en granen in het algemeen zeer Ca-arm zijn. Dit is zeker een aandachtspunt als een gedeelte van het krachtvoeder vervangen wordt door granen. Graslandproducten zijn vrij goed voorzien van Ca, terwijl klaver, luzerne en bietenpulp hoge Ca-gehalten hebben.

Handelskrachtvoeder is altijd aangerijkt met mineralen, sporenelementen en vitamines. Evenwichtig krachtvoeder (VEM, DVE) bevat meestal ongeveer 10 g Ca per kg; eiwitrijk KV (eiwitcorrector) meestal circa 14 g. Een te hoge Ca-gift kan een negatief effect hebben op de resorptie van enkele sporenelementen.

Kalfziekte heeft rechtstreeks te maken met de Ca-voederstrategie. Dit wordt behandeld bij 'Stofwisselingsziekten' (zie hoofdstuk V). Verder zal de mineralenvoorziening bij enkele typerantsoenen en varianten voorgesteld worden (tabel 1.4).

5.1.2 Fosfor (P)

Het P-gehalte van melk, gemiddeld 0,95 g/kg, varieert zeer weinig met een kleine stijging bij toenemend melkeiwitgehalte. CVB neemt een absorptiecoëfficiënt aan van 75%, wat vrij hoog is in vergelijking met andere landen. Niet beneden de normen voeren is dan ook aan te raden. De P-behoefthenormen zijn algemeen verlaagd tegenover vroeger. Dit is een gunstige evolutie ten opzichte van de P-uitscheiding.

Behoeften:

onderhoud:	20 g
melkproductie:	1,33 g per kg M
concentratie:	3,0-3,5 g per kg DS

Niettegenstaande de CVB-normen die soms zelfs een lagere concentratie dan 3 g per kg DS zouden toelaten, lijkt zo'n laag gehalte, op grond van proeven, toch moeilijk verdedigbaar.

Bietenpulp, voederbieten en maïskuilvoeder hebben een P-tekort, terwijl graslandproducten voldoende P hebben. Ook granen bevatten net voldoende P; soja-, koolzaad- en lijnzaadschroot zijn als P-rijk te bestempelen. Vaak zit in evenwichtig melkveekrachtvoeder 5 à 6 g P per kg; voor een eiwitcorrector mogen we 7 à 8 g P/kg aannemen.

Fosfor is niet enkel nodig voor het dier zelf, maar ook voor de pens-micro-organismen, die zelfs een hogere concentratie vragen dan het dier. Behalve P uit het voeder, komt er echter ook heel wat P uit het speeksel. Het is nog niet bewezen, maar men vermoedt dat, als de structuurvoorziening in orde is (voldoende speeksel), de pensmicroben geen extra P-behoefte meer hebben.

Een tijdelijk P-tekort kan gecompenseerd worden via de reserve. Een overmaat heeft geen echt nadelige gevolgen voor het dier. De benutting van Mg en van sommige sporenelementen kan misschien wel afnemen. Er zijn geen goede indicatoren om in de praktijk de P-status van een koe vast te stellen. Bij P-tekort en bij gelijktijdig tekort aan Ca, wordt de reserve in de beenderen aangesproken, wat leidt tot demineralisering van de beenderen. Als P-tekort gepaard gaat met voldoende Ca-aanvoer, dan vindt er geen mobilisatie van de reserve plaats en dan daalt het P-gehalte in het bloed, resulterend in een daling van de voederopname, melkproductie, voederefficiëntie en vruchtbaarheid. Daarom worden Ca en P het best in een, weliswaar niet scherp, afgelijnde verhouding verstrekt, bijvoorbeeld Ca/P ≈ 1,30.

5.1.3 Magnesium (Mg)

Magnesium komt, net als Ca en P, in het lichaam vooral voor in het beenweefsel, maar een volwassen koe bevat slechts 200-300 g Mg, tegenover \pm 9 kg Ca en 6 kg P. Dit betekent dat de koe weinig Mg kan halen uit de reserve, waardoor een tekort vrij vlg gevolgen heeft.

Eenzijds bevat melk niet zo veel Mg (0,12 – 0,15 g/kg, colostrum \pm 0,4 g/kg), maar anderzijds is de Mg-absorptie zeer laag, variërend van 5 tot 35%. Die wordt vooral negatief beïnvloed door het potasgehalte (K) in het voeder. Hierdoor is de (bruto) Mg-behoefte heel wat hoger bij grasrantsoenen dan bij maïskuilrantsoenen. Een P-overmaat reduceert ook de Mg-absorptie. De Mg-absorptie hangt echter weinig of niet af van de Mg-opname, dit wil zeggen dat de Mg-absorptie niet verhoogt bij Mg-tekort.

Het CVB gaat uit van een 'netto' Mg-behoefte van 4 mg per kg LG voor onderhoud en 0,12 g per kg melk. De absorptiecoëfficiënten worden afhankelijk gesteld van het K-gehalte van het rantsoen en bedragen 28, 21 en 15% van de totale opname bij respectievelijk K-gehalten van 15, 30 en 45 g per kg DS. Omdat de Mg-absorptie sterk individueel kan verschillen, wordt de behoefte veiligheidshalve, nog eens vermenigvuldigd met factor 1,6. En dus komen we voor een koe van 600 kg en bij een absorptiecoëfficiënt van 21%, tot volgende bruto behoeftenormen.

Behoeften:

onderhoud:	\pm 18 g
melkproductie:	\pm 0,9 g per kg M
concentratie:	\pm 2,0-2,5 g per kg DS

Maïskuilvoeder, voederbieten en granen hebben een Mg-tekort. Graslandproducten kunnen ongeveer voldoende Mg bevatten, op voorwaarde dat we de bemesting hierop afstemmen. Het K-gehalte is evenwel vrij hoog. Soja-, koolzaad- en lijnzaadschroot bevatten ruim voldoende.

Krachtvoeder bevat meestal ongeveer 10 g Mg per kg.

Soms is het in de weideperiode aan te raden om een speciaal Mg-houdend krachtvoeder te verstrekken. In risicosituaties voor kopziekte kan in de weideperiode een Mg-bolus gegeven worden.

Een te krappe Mg-voorziening resulteert in een lagere voederopname, nervositeit, overprikkelaarheid en kopziekte (zie hoofdstuk V). Een koe tolereert heel wat Mg. De negatieve effecten van een Mg-overmaat beperken zich tot een verlaagde voederopname en diarree.

5.1.4 Natrium (Na)

In tegenstelling tot Ca, P en Mg, is Na goed oplosbaar. Daardoor vervult Na belangrijke functies op celniveau: regeling van de vochtbalans, evenwicht tussen intra- en extra-cellulaire vloeistof, buffering van de pens-pH ... Een Na-tekort leidt tot een daling van de voederopname en heeft een sterke vermindering van de uitscheiding van urine en zweet als gevolg. Dit kan ondervangen worden door de toevoeging van zout (NaCl) of natriumbicarbonaat (NaHCO_3) aan het krachtvoeder en/of door deze producten bij te voeren (afzonderlijk of in mineralenkern of in maïskuil) en/of door het ter beschikking stellen van likstenen. De netto-onderhoudsbehoefte wordt door het CVB op 6,7 mg per kg LG gesteld en er wordt een concentratie in de melk aangenomen van 0,46 g per kg. Rekening houdend met de zeer goede absorptie van Na (90%) en met een veiligheid van 1,3 voor de individuele variatie, werden volgende bruto behoeften afgeleid.

Behoeften:

onderhoud:	6 g
productie:	0,66 g per kg melk
concentratie:	1,0-1,5 g per kg DS

Er zijn aanwijzingen dat hogere Na-gehalten kunnen resulteren in een hogere melkproductie.

Als een gerichte bemesting wordt toegepast, bevatten graslandproducten voldoende Na. Daarentegen zijn maïskuilvoeder, bierdrif, maïsproducten en granen in het algemeen zeer Na-arm. Ook de schroten van oliehoudende zaden hebben een Na-tekort. Daarom moet de Na-supplementatie de nodige aandacht krijgen. Zo kan het bijvoorbeeld aanbevolen worden om bij het inkuilen van maïs 50 kg zout per ha toe te voegen. Proeven toonden aan dat Na-bemesting op gras vaak de grasopname verhoogt en dus ook de melkproductie. Een evenwichtig handelskrachtvoeder bevat meestal 2 à 2,5 g Na per kg; eiwitrijk KV 2 à 3 g.

De aanbevolen zoutconcentratie in het rantsoen mag sterk overschreden worden op voorwaarde dat het dier voldoende water kan opnemen om de overtollige hoeveelheid Na met de urine te elimineren. Zoutvergiftigingsverschijnselen kunnen wel optreden als koeien zout water te drinken krijgen. Dit kan zich voordoen in de nabijheid van de zee door instroom van zout water.

5.1.5 Kalium (K)

De K-behoefte komt overeen met een concentratie van 7,5 à 8,5 g per kg DS. Omdat deze concentratie meestal overschreden wordt (tabel 1.2), wordt er weinig of geen aandacht gegeven aan K in de melkveevoeding. Hogere K-gehaltes remmen echter wel de Mg-absorptie af en verhogen daardoor het risico op kopziekte. Ook vanuit dit oogpunt is de bijvoeding van maïskuil in de weideperiode zeer zinvol. K-overmaat geeft ook aanleiding tot slappe mest.

5.2 Sporenelementen

Sporenelementen zijn essentiële mineralen die in kleine hoeveelheden de essentiële enzymatische omzettingen ondersteunen die nodig zijn voor het goed functioneren van het metabolisme. Het is belangrijk dat er een goede evaluatie gemaakt wordt van de biologische beschikbaarheid (benutting) van de producten, maar dat kan nogal verschillen. Terwijl vroeger uitsluitend anorganische (minerale) sporenelementen werden toegevoegd, zien we meer recent de ontwikkeling van organische preparaten, ook chelaten genoemd. Dit zijn organische complexen van sporenelementen met een aminozuur. Ze worden gemakkelijker geïncorporeerd in het dierlijke eindproduct. Nu zijn die op de markt voor Zn, Mn, Cu en Fe. Se wordt ook in organische vorm als Se-gist gecommercialiseerd. Enerzijds mogen, vanwege de hogere biologische efficiëntie van de organische sporenelementen, de concentraties verlaagd worden, waardoor de uitscheiding gedrukt wordt. Anderzijds zijn de organische sporenelementen duurder.

De behoeften worden meestal uitgedrukt in een concentratie in het rantsoen. Deze behoeftenormen verschillen tussen de landen. In tabel 1.3 wordt voor elk sporenelement een vork als behoeftenorm weergegeven. Zowel de aangegeven behoeftenormen als de gemiddelde inhoud van de voedermiddelen zijn uit diverse bronnen afgeleid. Uit deze tabel kunnen we afleiden welke sporenelementen bij welke voedermiddelen de nodige aandacht moeten krijgen bij de supplementatie. De behoeftenormen zijn vaak uitsluitend gericht op het voorkomen van gebreksverschijnselen. Een groeiend aantal onderzoeken bevestigt echter het vermoeden dat het mogelijk is om met de voeding de gezondheid te beïnvloeden. Vooral hogere doseringen van bepaalde mineralen, sporenelementen en vitamines dragen soms bij tot de preventie van ziekten bij het dier. Hogere doseringen in de dierenvoeding resulteren ook soms in hogere gehalten in de dierlijke eindproducten, wat de consument bescherming kan bieden tegen welvaartsziekten zoals kanker- en hart- en vaatziekten (Se, Vitamine E, onverzadigde vetzuren).

Ijzertekort komt in de praktijk vrijwel niet voor. Er wordt ook zelden een **mangaantekort** vastgesteld. Bij een hogere pH van de grond is het Mn-gehalte van het gras lager. **Zink** is ondermeer van belang voor het immuumsysteem. Aangezien herkauwers geen Zn-reserve hebben, zal een tekort zich snel uiten in gebreksverschijnselen. Supplementatie van zink in de vorm van Zn-methionine kan een preventief effect hebben op mastitis. We zien in tabel 1.3 dat onze courante ruwvoerders en heel wat KV-grondstoffen een tekort hebben aan **koper**. Bijgevolg komt bij melkvee regelmatig een te laag Cu-gehalte in het bloed voor. Normaal kan er een Cu-reserve aangelegd worden in de lever. De absorptie van Cu wordt afgeremd door molybdeen en zwavel. De belangrijkste ruwvoerders, vooral kuilmaïs, hebben een tekort aan **jodium**. Door tepeldips of -spray met jodoforen te gebruiken, kan er gemakkelijk een relatief grote hoeveelheid jodium door het melkvee opgenomen worden.

Selenium staat de laatste jaren nogal in de belangstelling vanwege functies, zowel bij mens als dier, waarvan we vroeger geen weet hadden. Se-tekort kan resulteren in een verminderde weerstand. Dit geldt ook voor vitamine E. Beide blijken elkaar niet volledig maar gedeeltelijk te kunnen vervangen. We zien in tabel 1.3 dat de gangbare ruwvoerders duidelijk te weinig Se bevatten; dit kan niet verholpen worden via de krachtvoedergrondstoffen. Dit betekent dat het krachtvoeder moet aangerijkt worden met Se en/of een mineralenkern met minstens 20 mg Se per kg moet bijgevoerd worden. De veevoederindustrie erkent deze noodzaak. Koeien met Se-tekort zijn gevoeliger voor infecties en hebben frequenter uierontsteking. Het kan het ophouden van de nageboorte in de hand werken en de vruchtbaarheid nadelig beïnvloeden. Organisch Se (nu beschikbaar als Se-gist) wordt beter benut dan anorganisch en wordt gemakkelijker door de melk opgenomen, maar het is ook duurder.

We kunnen ook organisch Se genereren door grasland te bemesten met Se. Dit Se kan vervat zitten in kunstmeststoffen. Er wordt op jaarbasis ± 10 gram Se per ha toegediend, liefst verdeeld over 2 of 3 beurten. Steekproeven toonden aan dat de Se-voorziening van de Belgische bevolking ontoereikend te noemen is. Dit is een reden te meer om voldoende aandacht te geven aan de Se-voorziening in de dierenvoeding, om zo aangerijkte dierlijke producten te kunnen produceren.

Tabel 1.3 Sporenelementen: behoeftenormen en inhoud van enkele voedermiddelen

	Fe	Mn	Zn	Cu	I	Se	Co
Behoeftenorm (mg/kg DS)	20-30	20-40	30-40	11-13	0,4-0,6	0,15-0,25	0,10-0,15
Inhoud voedermiddelen (mg/kg DS)							
Weidegras	140	100	40	7,0	0,40	0,07	0,10
Graskuil	400	100	40	7,0	-	0,07	0,16
Grashooi	140	80	30	6,0	0,35	0,07	0,08
Maïskuil	140	25	50	4,0	0,10	0,02	0,06
Perspulp	300	72	30	4,0	0,03	0,14	0,17
Drafkuil	150	50	90	7,0	-	1,06	0,10
Voederbiet	29	26	28	7,0	0,50	0,02	0,13
Rode klaver	127	45	27	8,8	0,47	0,18	0,11
Gehele Planten Silage	230	60	50	5,0	-	0,03	0,07
CCM - MKS	95	8	30	3	-	-	-
Aardappelen	36	5	6	3,2	0,14	0,01	0,03
Tarwe	61	30	29	5	0,11	0,23	0,02
Gerst	103	20	26	3	0,17	0,17	0,02
Maïs	32	7	25	1	0,23	0,11	0,13
Bietenpulp	75	64	18	8	2,13	0,11	0,34
Maïsglutenfeed	213	21	65	6	-	0,22	-
DDGS	407	79	95	16	-	-	-
Luzernepellets	372	58	22	7	-	0,39	2,41
Lijnzaadschroot	311	48	59	20	1,00	1,11	0,22
Sojaschroot	295	45	53	18	0,57	0,23	0,30
Koolzaadschroot	596	80	65	8	0,67	1,24	0,11

Bron: diverse voedertabellen

Cobalt is een essentieel bestanddeel van vitamine B12 dat door de micro-organismen in de pens wordt gesynthetiseerd. Er is een positief verband tussen de Co-voorziening en het vitamine B12-gehalte in bloed en melk. Daarnaast veroorzaakt Co-gebrek een gedrukte eetlust, een verhoogde gevoeligheid voor hittestress, een verlaagde vruchtbaarheid en likzucht. Kuilmaïs en granen bevatten steeds te weinig Co, terwijl graslandproducten de behoeftenorm kunnen benaderen en klaver en luzerne de norm meestal overschrijden.

Als het basisrantsoen deficitair is voor bepaalde sporenelementen, dan kan hieraan verholpen worden via het handelskrachtvoeder. Dit is altijd aangerijk met mineralen, sporenelementen en vitaminen. Daarom hebben koeien met een hoge melkproductie die heel wat handelskrachtvoeder krijgen, meestal geen mineralenkern nodig. Een kern is het meest nodig voor laagproductieve en droogstaande koeien die weinig of geen krachtvoeder krijgen.

In tabel 1.4 wordt een benaderde voorziening van mineralen gegeven voor een koe met 20 en 40 kg melk bij enkele gangbare rantsoenen die passend aangevuld worden met normaal handelskrachtvoeder en/of met KV-grondstoffen.

Tabel 1.4 Mineralenvoorziening bij enkele gangbare rantsoenen

	20 kg melk				40 kg melk			
	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na
Behoefte (g/dag)	60	47	36	19	96	73	54	32
Opname (g/dag)								
Rantsoen 1	62	48	39	20	145	101	130	43
Rantsoen 2	45	50	27	15	110	103	96	31
Rantsoen 3	70	34	30	17	152	86	120	39
Rantsoen 4	62	49	28	26	142	100	117	48
Rantsoen 5	55	48	26	23	125	96	99	43

Rantsoen	Basisrantsoen	Krachtvoeder
1	maïskuil + voordroogkuil (60/40)	eiwitkern, evenwichtig KV
2	maïskuil + voordroogkuil (60/40) + 2 kg tarwe	soja-/koolzaadschroot (60/40)
3	maïskuil + voordroogkuil (60/40) + 20 kg perspulp	eiwitkern, evenwichtig KV
4	gras + maïskuil (70/30)	evenwichtig KV
5	gras + maïskuil (70/30) + 2 kg tarwe	sojaschroot, evenwichtig KV

Bron: ILVO-DIER

Tekorten komen het meest voor bij koeien met een matige productie (20 kg melk) die weinig of geen krachtvoeder krijgen. Bij het gangbare ruwvoederrantsoen voor de stalperiode dat aangevuld wordt met een eiwitkern en evenwichtig krachtvoeder (rantsoen 1), wordt net aan de mineralenbehoeften voldaan. Als bij hetzelfde ruwvoederrantsoen 2 kg tarwe verstrekt wordt en als bovendien de eiwitkern vervangen wordt door grondstoffen (sojaschroot en koolzaadschroot) (rantsoen 2), dan heeft het rantsoen een duidelijk tekort aan Ca, Mg en Na. De inschakeling van perspulp (rantsoen 3) maakt zeker een toevoeging van P en Mg noodzakelijk. Vers gras en maïskuil, aangevuld met evenwichtig krachtvoeder (rantsoen 4), lijkt niet voldoende Mg aan te brengen. Doordat maïskuil weinig K bevat, zal Mg beter benut worden, zodat de Mg-voorziening waarschijnlijk beter is dan er wordt aangenomen. Extra aandacht voor de Mg-bemesting van het grasland is in dit geval aan te bevelen. Geven we bij dit rantsoen tarwe en sojaschroot (rantsoen 5), dan is er een tekort aan Ca en Mg.

6 VITAMINEN

Tegenwoordig worden vitamines niet alleen gezien als stoffen die gebreksziekten voorkomen, maar ook als onmisbare schakels voor het optimaal functioneren van het organisme. We onderscheiden vet-oplosbare (vitamine A, D, E, K) en water-oplosbare (vitamine B en C) vitamines.

De vitamines A en E moeten zeker via de voeding aangebracht worden. Vitamine D kan gesynthetiseerd worden in de huid onder invloed van UV-licht. Dit is echter vaak ontoereikend.

6.1 Vitamine A

Vitamine A speelt onder meer een rol bij het functioneren van het epitheelweefsel. Daarom leidt vitamine A-gebrek tot degeneratie van de bescherm laag in diverse weefsels waardoor die zeer gevoelig worden voor infecties. Diarree, verlies van eetlust en vermagering worden eveneens dikwijls waargenomen. Bij drachtige koeien treedt vroegtijdig kalven op, veelvuldig opblijven van de nageboorte en worden dode kalveren geboren.

Vitamine A komt niet voor in plantaardige voedermiddelen. Het provitamine caroteen komt wel voor in planten. Caroteen wordt in de darmwand omgezet in vitamine A, of wordt geabsorbeerd en gestockeerd in de lever en het lichaamsvet. De meest actieve vorm is β -caroteen. Wat ruwvoerders betreft, komt caroteen voor in verse voeders en kuilvoerders. Vitamine A is verantwoordelijk voor de gele tint bij melk in de weideperiode. Koeien hebben een behoefte van circa 80.000 IE (internationale eenheden) vitamine A. Krachtvoeder is steeds aangerijkt (ook met vitamine D en E). Mineralenkernen bevatten vaak \pm 500.000 IE vitamine A per kg.

β -caroteen heeft ook op zichzelf een functie te vervullen, meer bepaald in de vruchtbaarheid van de koe, als anti-oxydant en in de verbetering van de immuniteit. β -caroteen is duur en moet dus enkel gegeven worden als het echt nodig is. In de weideperiode (groenvoeders in het algemeen) is er overvloed aan β -caroteen. Als een winterrantsoen voor een gedeelte bestaat uit graskuil, zal er meestal geen β -caroteen-tekort te vrezen zijn. Maïskuilvoeder, gras-hooi, bieten en bietenpulp hebben een te laag β -caroteen-gehalte. Om economische redenen wordt supplementatie best beperkt tot de eerste 2 à 3 lactatiemaanden (eventueel tot bevestigde dracht).

6.2 Vitamine D

Vitamine D is nauw betrokken bij het Ca- en P-metabolisme. Er zijn twee provitaminen: het ene wordt in de huid onder invloed van UV-licht omgezet in Vitamine D₃, het andere komt voor in plantaardig materiaal en wordt na opname door het dier omgezet in vitamine D₂. Vitamine D komt vooral voor in hooi en voordroogkuil. Een koe heeft een dagelijkse behoefte van ongeveer 20.000 IE. Mineralenkernen bevatten vaak ongeveer 100.000 IE vitamine D per kg.

6.3 Vitamine E

Vitamine E speelt een rol in diverse fysiologische functies, maar het juiste werkingsmechanisme is nog niet volledig gekend. Wat de fysiologische werkingen betreft, heeft vitamine E veel gemeen met selenium, maar ze kunnen elkaar niet volledig vervangen. Het is een belangrijke antioxydant en heeft een immuunfunctie. Het belang van vitamine E in de preventie tegen mastitis is duidelijk aangetoond. Over de invloed van vitamine E op de frequentie van het ophouden van de nageboorte en het onderdrukken van baarmoederontsteking, zijn de proefresultaten minder eensluidend. Er is vastgesteld dat de vitamine E-concentratie in het bloed een uitgesproken daling vertoont in de eerste paar weken na de kalving. Dit is een reden om de vit. E-voorziening rond de kalving extra te verzorgen.

Op basis van de huidige kennis over vitamine E lijkt het verdedigbaar volgende totale behoeften voor vitamine E voorop te stellen:

lactatie:	500 – 1.000 IE \approx 30 – 50 IE/kg DS
droogstand:	1.000 – 2.000 IE (enkele weken rond kalving)

De vitamine E-gehalten van de voedermiddelen kunnen sterk variëren. Als gemiddelde zou voor vers gras, graskuil en maïskuil respectievelijk circa 140, 50 en 15 IE per kg DS kunnen aangenomen worden. Voor koolzaadschroot, tarwe, sojaschroot en bietenpulp kunnen 20, 17, 5 en 0 IE per kg DS ingezet worden.

Als een gangbaar ruwvoederrantsoen in de stalperiode uitsluitend aangevuld wordt met handelskrachtvoeder met bijvoorbeeld 60 IE vitamine E per kg, dan is de vitamine E-voorziening vanaf een melkproductie van 25-30 kg, in orde. Bij lagere producties, gepaard gaande met lagere KV-giften, zou er in principe een vitamine E-tekort zijn dat moeilijk of niet kan ondervangen worden door wat meer vitamine E in het KV te incorporeren. Een mineralenkern zou hier op zijn plaats zijn. Maar we mogen er van uitgaan dat koeien enige vitamine E-reserve (in vetweefsel) kunnen opbouwen en verbruiken. Het is nogmaals duidelijk dat, net zoals voor andere vitaminen en sporenelementen, een mineralenkern het meest nodig is voor de laagproductieve koeien die weinig KV krijgen.

Vers gras is tamelijk rijk aan vitamine E, maar gras bevat heel wat onverzadigde vetzuren (gevoelig voor oxydatie) waardoor een hogere vitamine E-voorziening gewenst is. Bij gras als enig ruwvoeder moet het KV niet aangerijkt worden met vitamine E. Voedert men heel wat maïskuilvoeder bij, dan is een kleine aanrijking van het krachtvoeder tot in totaal 20 IE per kg verdedigbaar.

Droogstaande koeien (die overwegend maïskuil krijgen) moeten het vitamine E-supplement krijgen via een kern (200 g/dag) die minstens 4.000 - 5.000 IE vitamine E per kg bevat. In de laatste 2 à 3 weken van de dracht is het zelfs gewenst hiervan minstens 300 g per dag te verstrekken.

6.4 B-vitamines

Vitamine B is eigenlijk een verzameling van verschillende vitaminen, bekend als het vitamine B-complex. Er werd lang aangenomen dat de B-vitamines meestal in voldoende mate gesynthetiseerd worden door micro-organismen in de pens. Bij zeer hoogproductieve koeien, die gevoerd worden met rantsoenen met weinig ruwe celstof fermentatie (veel KV), wordt soms een positieve invloed van een extra vitamine B-dosering op de productie bekomen.

Niacine heeft een functie bij het vrijmaken van energie uit de voeding. Het is een middel tegen acetonemie.

Biotine is betrokken bij diverse stofwisselingsprocessen. Heel wat voedermiddelen bevatten te weinig biotine (bv. granen) en bovendien kan de benutting ervan sterk variëren. Recente studies toonden aan dat de biotine-synthese in de pens soms onvoldoende is. Supplementatie van 20 mg biotine per dag kan de klauwgezondheid verbeteren en de melkproductie verhogen. In de stalperiode kunnen we een melkproductieverhoging van 0,5 à 1 kg verwachten.

Choline is een vitamine-achtige stof die een besparend effect kan hebben op methionine. Choline gaat de vetaccumulatie in de lever tegen. In een vette lever is er minder glucosevorming. Daarom zou supplementatie met beschermde choline de melkproductie in het begin van de lactatie kunnen verhogen. Dit werd door enkele proeven aangetoond. Soms wordt choline in een mineralenkern voorzien. Door de hoge afbraak in de pens is het weinig zinvol te supplementeren met onbeschermd choline. Beschermd choline is echter duur.



7 WATER

Water is belangrijk omdat het nodig is voor alle levensprocessen.

Het totale watergehalte varieert bij melkvee tussen 55 en 80% van het lichaamsgewicht. De gewichtsafname in de eerste lactatieweken bestaat voor een groot deel uit water. Vette koeien bevatten minder water dan magere koeien. Water verlaat het lichaam via melk, urine, faeces, zweet en uitgeademd vocht.

De waterbehoeften worden gedekt door 3 bronnen: drinkwater, water in het voeder en water dat vrijkomt bij het metabolisme van de nutriënten. Deze laatste bron is relatief klein. De 'drinkwateropname' wordt in de meeste studies afhankelijk gesteld van de DS-opname, de melkproductie, het DS-gehalte van het rantsoen, de omgevings-temperatuur en de zoutopname.

Bij 25 kg melk bedraagt de drinkwateropname gemiddeld 65 liter met een variatie van 35 tot 90 liter. Hittestress en de zoutopname verhogen uiteraard de wateropname. De 'totale' wateropname ligt meestal tussen 4 en 5 liter per kg DS-opname. Eén van de formules om de wateropname te schatten is: $23,0 + 0,64 \times M + 2,38 \times DS\text{-opname}$.

De temperatuur van het water heeft slechts een klein effect op het drinkgedrag en op de prestaties. Koeling van het drinkwater tot 10°C heeft een kortstondig effect op de lichaamstemperatuur en heeft geen of een positief effect op de melkproductie en de DS-opname. Koeien geven de voorkeur aan water met een temperatuur tussen 17 en 28°C. Het opgewarmde water ($\pm 20^\circ\text{C}$) afkomstig van de voorcoeler van de melkkoeltank wordt zeer graag opgenomen na het melken.

Beperking van de waterbeschikbaarheid resulteert vlug in een uitgesproken daling van de voederopname en melkproductie.

Koeien verkiezen een drinkwaterreservoir. Er moet 1 reservoir per 15-20 koeien worden voorzien, maar in totaal mogen er nooit minder dan 2 reservoirs zijn. De nodige reservoirlengte zodat elk dier normaal kan drinken, bedraagt 6 tot 12 cm per koe.

Goed drinkwater voldoet aan drie eisen: het is smakelijk, het is beschikbaar en bevat geen stoffen die tot verontreiniging van melk of vlees kunnen leiden of schadelijk zijn voor de gezondheid. De grenswaarden voor de gezondheid zijn in tabel 1.5 weergegeven.

Tabel 1.5 Kwaliteitsnormen drinkwater voor herkauwers

Parameter	Geschikt	Ongeschikt
Zuurtegraad (pH)	5 - 8	< 4 en > 9
Hardheid (°FH)	< 25	> 36
Sulfaat (mg/l)	< 100	> 250
Chloride (mg/l)	< 500	> 2000
Ammonium (mg/l)	< 2	> 10
Nitriet (mg/l)	< 0,1	> 1
Nitraat (mg/l)	< 100	> 200
Ijzer (mg/l)	< 0,5	> 2,5
Kiemgetal (aantal/ml)	< 100.000	> 100.000
Fecale coli's (aantal/ml)	< 100	> 100
Enterococcen	0	> 0

Gezien het grote belang van de wateropname is een regelmatig controle van de watervoorziening een noodzaak.



II OPTIMALE PENSWERKING

Voor een goede voederopname, voederefficiëntie, microbiële eiwitproductie en melkproductie, moet de penswerking optimaal zijn. Een gebrek aan structuur en een zeer asynchrone beschikbaarheid van energie en eiwit kunnen de oorzaak zijn van een verstoorde penswerking.

1 STRUCTUUR

1.1 Belang van structuur

Voor een efficiënte productie is er in de eerste plaats een optimale penswerking vereist. Deze wordt gekenmerkt door:

- krachtige en frequente penscontracties;
- een pH van de pensvloestof rond 6,4 en niet lager dan 6;
- een optimale fermentatie, die onder meer gekenmerkt wordt door een azijnzuur/propionzuur-verhouding van minstens 3;
- een hoge verteerbaarheid van de celwandbestanddelen;
- een hoge flow uit de pens;
- de aanwezigheid van een zogenaamde structuurlaag in de pens;
- een maximale microbiële eiwitproductie.

Heel wat kenmerken hebben te maken met de structuurvoorziening in de brede zin. Andere parameters die de pensfermentatie kunnen verstoren, zijn: een hoog vetgehalte in het rantsoen (vooral onverzadigd vet), een te hoge of te lage OEB en te veel snel fermenteerbare koolhydraten (is terug te brengen tot structuur).

De pensmotiliteit wordt gestimuleerd door de aanwezigheid van vezelig materiaal in de pens. Meestal zijn er tussen 1,3 en 1,5 penscontracties per minuut.

De pens-pH is nauw gecorreleerd met de speekselsecretie, doordat speeksel bufferende stoffen bevat. Vooral de celstofvertering en de voederopname zijn gedrukt bij een te lage pens-pH. Bij een productieve koe wordt dagelijks tussen 200 en 300 liter speeksel gesecreteerd. Dit bevat circa 10 g natriumbicarbonaat per liter.

Het is bekend dat een lage pens-pH meestal samen gaat met een gedrukte azijnzuur/propionzuur-verhouding.

De aanwezigheid van een structuurlaag bevordert enerzijds de pensmotiliteit, maar houdt anderzijds de grote deeltjes langer in de pens, waardoor die langer beschikbaar zijn voor de bacteriële vertering. Deze structuurlaag wordt uiteraard in stand gehouden door de aanvoer van structuurvoeder.

Een structuurtekort kan in een uitgesproken situatie leiden tot pensacidose. Dit gaat gepaard met een ophoping van vluchtige vetzuren en pieken in de melkzuurconcentratie in de pens.

De symptomen van minder erge gevallen van acidose zijn een verlaging van het melkvetgehalte, de voederopname, de verteerbaarheid en de melkproductie, alsook minder penscontracties en grijsgroene slappe tot waterige mest. Bij erge gevallen treedt er anorexia op met als gevolgen een drastische melkproductiedaling, diarree, lusteloosheid, spierrillingen, versnelde hartslag en ademhaling en het uitblijven van penscontracties. Andere gevolgen van een zeer lage pens-pH zijn penswandontsteking en parakeratose van het pensepitheel (verdikking van de binnenwand van de pens). Door de penswandontsteking krijgen de micro-organismen uit de pens vermoedelijk toegang tot de bloedcirculatie, waardoor er leverabscessen kunnen ontstaan.

Langdurige acidose kan ook aanleiding geven tot kreupelheid.

Uit de karakteristieken van een goede penswerking mag besloten worden dat veel parameters die bijdragen tot een goede penswerking, direct of indirect verband houden met de aanwezigheid van voldoende ruwvoeder of met de kauwactiviteit. Voor een goede penswerking en de daarmee gerelateerde zoötechnische gevolgen, is het dus belangrijk dat het melkveerantsoen voldoende pensstabiliserende materie (structuur) bevat.

1.2 Het ILVO-structuurwaarderingssysteem

1.2.1 Inleiding

Het ILVO ontwikkelde een structuurwaarderingssysteem. Hiervoor werd van een groot aantal partijen voeder de eet- en herkauwduur bij melkvee gemeten. Daarnaast werd van een aantal rantsoenen het kritische RV-aandeel (RV_{krit}) bepaald. Dit is een RV-aandeel waarbij zich nog net geen problemen voordoen als gevolg van structuurtekort. Dit tweede onderzoeksluik is uniek in het structuuronderzoek. Voor krachtvoeder werd daarenboven de afbraaksnelheid in de pens en de pH-daling bij in-vitro-incubaties bepaald.

1.2.2 Proefmateriaal en methoden

Er werden ongeveer 100 kauwproeven uitgevoerd, elk met 8 lacterende Holstein koeien. De eet-, herkauw- en totale kauwduur uitgedrukt per kg DS, noemen we de eet-, herkauw- en kauwindex.

Van 78 rantsoenen, resulterend in 849 koewaarnemingen werd het RV_{krit} bepaald. Er werden 8 tot 16 lacterende Holstein koeien per proef gebruikt. In deze proeven daalde het RV-aandeel wekelijks met ongeveer 5% eenheden tot er zich tekenen van structuurtekort (melkvetgehalteredaling, productiedaling, voederweigering) voordeden.

1.2.3 Algemene resultaten

De gemiddelde eet-, herkauw- en kauwduur bedroeg voor alle waarnemingen 287, 487 en 774 min/dag met hierop een vrij grote variatie. De kauwindex bedroeg gemiddeld 74, 71 en 59 min/kg DS, respectievelijk voor geconserveerde graslandproducten, vers gras en maïskuilvoeder. Op vers gras wordt langer gegeten maar minder lang herkauwd dan op geconserveerde graslandproducten. Het gemiddelde aantal eetbeurten per dag bedroeg respectievelijk 9,2, 8,6 en 8,5. De eerste eetbeurt na elk van de twee voederbeurten vertegenwoordigde gemiddeld 52% van de totale eettaal. Het gemiddeld aantal herkauwperiodes bedroeg respectievelijk 14,8, 14,1 en 15,0.

Soms wordt naast de kauwduur, ook het aantal kauwslagen bepaald. Dit varieert, afhankelijk van de voederopname en de aard van het rantsoen, tussen 20.000 en 55.000 per dag.

In de RV_{krit} -proeven (zie 1.2.2) daalde de melkproductie bij structuregebrek (RV_{probl}) met 0,4 kg, terwijl het melkvetgehalte gemiddeld met 5,8 g/kg daalde. Melkvetgehalteredaling is het belangrijkste signaal voor structuurtekort. Het gemiddelde RV_{krit} van 17 en 14 rantsoenen met een graslandproduct of een maïskuil als enig ruwvoeder, bedroeg respectievelijk 20,5 en 34,8%. Zowel de kauwactiviteit als de structuurbehoefte worden gekenmerkt door een grote individuele variatie.

1.2.4 Afleiden van een structuurwaarderingssysteem

Structuurwaarde-eenheid

Er werden verscheidene parameters (kauwduur, RC, NDF ...) onderzocht als potentiële maatstaf in het structuur-systeem. Uiteindelijk werd geopteerd voor een structuursysteem met een fictieve eenheid. Het systeem is in de eerste plaats gebaseerd op de bekomen RV_{krit} maar waar het opportuun leek, werd er ook rekening gehouden met de kauwindex en de NDF-gehalten.

Veiligheidsmarge

Door de grote individuele variatie in structuurbehoefte, en door de variatie in structuurwaarde tussen partijen van eenzelfde soort voeder, was het nodig een ruime veiligheidsmarge in te bouwen, zodanig dat het risico op problemen bij op-de-limiet-(volgens het systeem)gevoederde koeien zeer klein is. Anderzijds impliceert een grote veiligheidsmarge dat het tolereerbare KV-aandeel in het rantsoen kleiner wordt, waardoor de energievoorziening van hoogproductieve koeien meer in het gedrang komt. Als compromis werd geopteerd voor een risico van 5%. Dit betekent in principe dat men bij strikte toepassing van het systeem bij 5% van de op-de-limiet-gevoederde koeien structuurtekort zou hebben.

1.2.5 Structuurwaarden

In tabel 2.1 zijn de te berekenen en vaste structuurwaarden weergegeven.

Tabel 2.1 Structuurwaarden (per kg DS) van courant gebruikte voedermiddelen

1. Graslandproducten	
Graskuilvoeder	
<ul style="list-style-type: none">• $SW = -0,20 + 0,0125 \times RC(1)$• $SW = +0,15 + 0,0060 \times NDF(1)$• Natte graskuil = voordroogkuil• Gehakselde kuil = langere kuil	
Hooi	
<ul style="list-style-type: none">• RC-formule graskuil + 6%• NDF-formule graskuil zonder correctie	
2. Maïskuilvoeder Haksellengte 6 mm	
$SW = -0,10 + 0,0090 \times RC$	
$SW = -0,57 + 0,0060 \times NDF$	
Correctie voor afwijkende haksellengte: $+(-) 2\% / +(-) 1 \text{ mm lengte}$	
3. Supplementen	
Ingekuilde perspulp:	SW 1,05
Voederbieten:	1,05
Ingekuilde klassieke bierdrif:	1,00
Ingekuilde persdrif:	0,85
Rauwe aardappelen:	0,70
4. Krachtvoerders en KV-grondstoffen(2)	
$SW = 0,321 + 0,00098 \times RC + 0,00025 \times BZET - 0,00112 \times (SUI + a.OZET)$	
$SW = 0,175 + 0,00082 \times NDF + 0,00047 \times BZET - 0,00100 \times (SUI + a.OZET)$	
$a = 0,9 - 1,3 \frac{\%BZET}{100}$	
5. Structuurcorrectors	
Stro :	SW 4,30
Natriumbicarbonaat :	7,00

(1) RC en NDF uitgedrukt in g per kg DS

(2) Gemalen (6 mm) en geïncorporeerd in gepelleteerd KV

Bron: ILVO-DIER

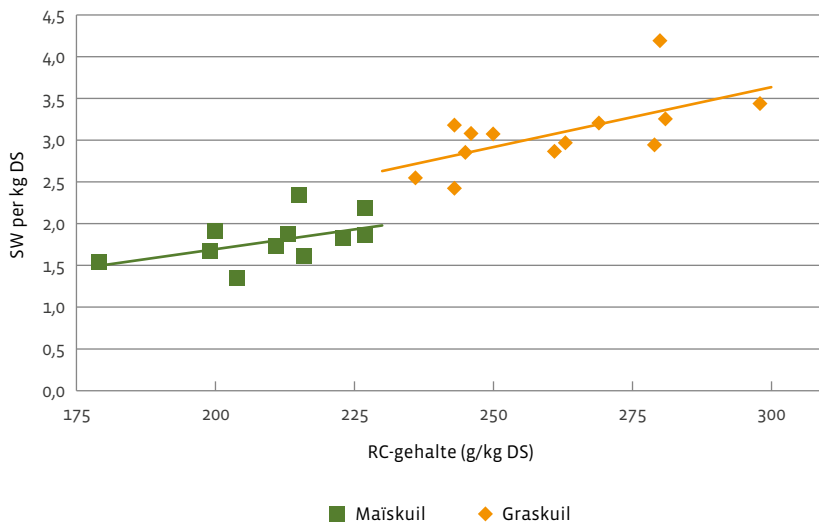
Uit het onderzoek bleken het groeistadium van gras en het rijpheidsstadium van kuilmaïs de belangrijkste invloedsfactoren te zijn op de structuurwaarden. Daarom kan de SW van deze twee ruwvoerders geschat worden aan de hand van het RC- of NDF-gehalte. Er is geen verschil in SW tussen natte graskuil en voordroogkuil en ook niet tussen gehakselde graskuil en langer kuilvoeder, voor zover de deeltjeslengte groter is dan 1 cm.

Het aantal onderzochte partijen vers gras is te klein om hiervoor schattingsformules te kunnen voorstellen. Zes proeven werden uitgevoerd met vers gras dat gemiddeld 238 g RC per kg DS bevatte (variatie 205 - 257 g RC). De afgeleide structuurwaarde bedroeg gemiddeld 2,53 (variatie 1,85 - 3,45).

Bij maïskuilvoeder werd vastgesteld dat de deeltjeslengte wel een invloed heeft op de SW. Maïskuilvoeder heeft immers meestal een deeltjeslengte kleiner dan 1 cm. De regressievergelijkingen voor maïskuilvoeder gelden voor een theoretische haksellengte van 6 mm. Er wordt een correctie van 2% per mm afwijkende haksellengte voorgesteld.

In figuur 2.1 wordt het verband gegeven tussen de SW en het RC-gehalte voor gras- en maïskuilvoeder. Hierbij valt de hogere SW van graskuil op bij eenzelfde RC-gehalte. Dit verschil is vermoedelijk deels te wijten aan de kleinere deeltjeslengte van maïskuil, net als aan de aanwezigheid van heel wat zetmeel.

Figuur 2.1 Verband tussen het RC-gehalte en de structuurwaarde van gras- en maïskuilvoeder



Bron: ILVO - Dier

Niettegenstaande een groot verschil in celstofgehalte tussen persulp en bieten, kon voor beide voedermiddelen eenzelfde SW van 1,05 per kg DS afgeleid worden.

Persdraf onderscheidt zich van klassieke draaf door een hoger DS-gehalte en een kleinere deeltjesgrootte. Door dit laatste werd voor persdraf een lagere SW afgeleid.

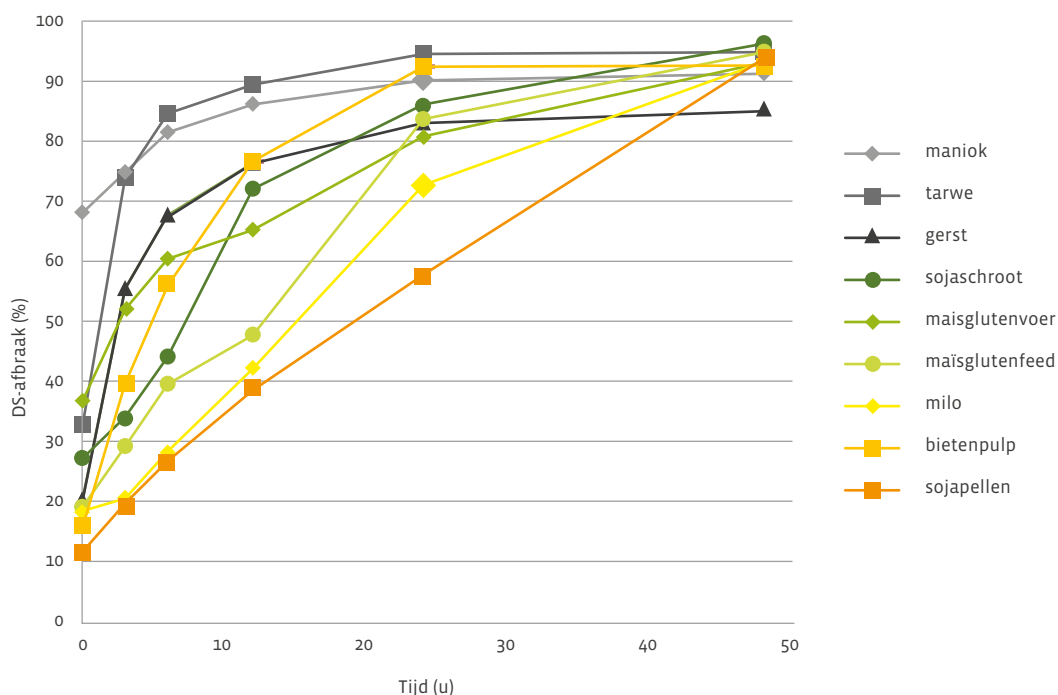
In grenssituaties betreffende structuurvoorziening kan het zinvol zijn stro of natriumbicarbonaat (NaHCO_3) te verstrekken. Natriumbicarbonaat is direct effectief om de pens-pH te normaliseren. Stro daarentegen verhoogt de pH via een verhoogde speekselsecretie door een toegenomen kauwactiviteit. Daarenboven kan stro de pensmotoriek stimuleren als die suboptimaal was. Daarom zou stro de voorkeur genieten als het rantsoen te weinig vezelig materiaal (prik) bevat. Meerdere onderzoeken wezen op een verhoogde passagesnelheid door toevoeging van NaHCO_3 . Dit verklaart waarom NaHCO_3 geregeld een gunstig effect heeft op de voederopname en ook soms op de melkproductie. Bij hittestress wordt een lagere pH van de pensinhoud vastgesteld. Daarom moet supplementatie met NaHCO_3 bij hittestress, eerder dan bij normale temperaturen, overwogen worden. Aangezien ook gisten de pH-daling in de pens verkleinen, zijn zij ook bruikbaar als structuurcorrector.



We kunnen stellen dat de SW van KV (grondstoffen) de resultante is van enerzijds (positief) het bufferend vermogen via de kauwactiviteit en anderzijds (negatief) het verzurend effect. Het verzurend effect werd bestudeerd aan de hand van de afbraaksnelheid van de droge stof in de pens en de in vitro pH-daling van een pensvocht-/bufferoplossing waaraan 1 g van het testvoeder werd toegevoegd. De DS-afbraakcurven van de gebruikte grondstoffen zijn weergegeven in figuur 2.2.

Uit deze figuur blijkt bijvoorbeeld dat tarwe en maniok veel sneller in de pens worden afgebroken dan maïs en sojapellen. Hierdoor zullen tarwe en maniok eerder aanleiding geven tot pensverzuring en krijgen ze bijgevolg een lagere structuurwaarde toegekend.

Figuur 2.2 DS-afbraak in de pens van krachtvoedergrondstoffen



Bron: ILVO - Dier

Nadat op die manier aan de betrokken grondstoffen en KV's een SW was toegekend, werd gezocht naar schattingsformules met parameters die gemakkelijk kunnen bepaald worden of te vinden zijn in voederwaardetabellen. Er werd voor KV gezocht naar schattingsformules met daarin karakteristieken die enerzijds verband houden met de pensbuffering (RC, NDF, bestendig zetmeel) en anderzijds met het verzurend effect (suikers, onbestendig zetmeel). Het onbestendig zetmeel wordt, in vergelijking met suikers, slechts gedeeltelijk meegerekend in verhouding tot de oplosbaarheid (a) ervan. De oplosbaarheid wordt op zijn beurt geschat aan de hand van de zetmeelbestendigheid. De formules voor KV (tabel 2.1) gelden voor gemalen grondstoffen (6 mm) die geïncorporeerd zijn in gepelleteerd KV.

Malen en pelleteren hebben een negatieve invloed op de SW. De gezamenlijke invloed van malen en pelleteren op de SW varieert vermoedelijk tussen 0,05 en 0,15 per kg DS.

Voorbeeld: maïsgraan NDF: 139 g per kg DS, SUI: 12 g per kg DS, ZET: 676 g per kg DS; %BZET: 42.

BZET =	$676 \text{ g} \times 0,42$	= 284 g
OZET =	$676 \text{ g} \times 0,58$	= 392 g
a=	$0,90 - 1,3 \times 0,42$	= 0,35
SW=	$0,175 + (0,00082 \times 139) + (0,00047 \times 284) - [0,001 \times (12 + 0,35 \times 392)]$	= 0,27/kg DS (formule tabel 2.1)

De SW van graskuil, maïskuil (RC-formules) en enkele courante KV-grondstoffen (NDF-formule) zijn in tabel 2.2 weergegeven. Onderaan tabel 2.2 is voor enkele courante voedermiddelen de SW weergegeven die geschat werd op grond van gelijkenis met onderzochte voedermiddelen.

Tabel 2.2 Geschatte structuurwaarden (per kg DS)

Voedermiddel	SW	Voedermiddel	SW
Graskuil		Maïskuil 6mm	
230 g RC/DS	2,68	180 g RC/DS	1,52
255 g RC/DS	2,99	205 g RC/DS	1,75
280 g RC/DS	3,30	230 g RC/DS	1,97
Sojapellen	0,63	Koolzaadschroot	0,33
Luzernepellets 140-160 g RE	0,56	Maïs	0,27
Luzernepellets 160-180 g RE	0,47	Milo	0,21
Kokosschilfers	0,50	Sojaschroot	0,18
Bietenpulp < 150 g SUI	0,42	Citruspulp	0,12
Bietenpulp 150-200 g SUI	0,23	Gerst	0,02
DDGS	0,38	Tarwe	-0,09
Lijnzaadschilfers	0,36	Triticale	-0,09
Maïsglutenfeed	0,35	Maniok	-0,17
Vers gras 200 g RC/DS	2,00	Maïskolvensilage (MKS)	0,75
Vers gras 240 g RC/DS	2,40	Corn Cob Mix (CCM)	0,50
Graszaadhooi	4,30	Triticale GPS 280 g RC/DS	2,80
Rode klaverkuil 250 g RC/DS	2,60	Tarwe GPS 230 g RC/DS	2,30
Luzernekuil 280 g RC/DS	2,90	Wortelen	1,10

Bron: ILVO-DIER

1.2.6 Behoeftenormen

In het systeem is aangenomen dat de structuurwaarde van het rantsoen voor een standaardkoe (25 kg melk met 4,4% vet; 1^e, 2^e, 3^e lactatie) minstens 1 per kg DS moet bedragen als het krachtvoeder in 2 beurten wordt verstrekt (tabel 2.3).

Tabel 2.3 Structuurbehoefthenormen

$SW_{\text{rantsoen}} \geq 1$ per kg DS
Koe 25 kg melk 4,4% vet; 1 ^e , 2 ^e , 3 ^e lactatie; 2 KV-beurten
Correcties voor:
<ol style="list-style-type: none"> * Melkproductie en vetgehalte: +(-) 0,008/kg M hoger (lager) dan 25 kg +(-) 0,05/% vet lager (hoger) dan 4,4% * Melkproductie alleen +(-) 0,010/kg M hoger (lager) dan 25 kg
<ol style="list-style-type: none"> Leeftijd: 4^e lactatie: - 0,08 5^e+ lactatie: - 0,10
<ol style="list-style-type: none"> Gespreide KV-gift (minstens 6 beurten): - 0,10 (of correctie op SW van KV: + 0,10/kg DS)

Correcties

Koeien met een hogere dagproductie en/of een lager melkvetgehalte hebben een hogere structuurbehoefte. Er wordt een correctie voorzien voor de beide invloedsfactoren samen, en ook een variante waarbij enkel voor het melkproductieniveau wordt gecorrigeerd. De hogere structuurbehoefte bij een hogere melkproductie is waarschijnlijk een direct gevolg van de hogere voederopname, die aanleiding geeft tot een lagere kauwindex.

Koeien hebben vanaf de 4^e lactatie een lagere structuurbehoefte.

Omdat krachtvoeder snel in de pens wordt afgebroken, lijkt het vanzelfsprekend dat spreiding van de KV-gift in kritieke situaties zinvol kan zijn. De structuurbehoefte is 0,10 lager als het KV in minstens 6 beurten wordt verstrekt. Als KV-vervangers worden ingeschakeld, zoals perspulp, wordt de KV-behoefte gedrukt. Bij een dergelijk rantsoen is het beter de SW van het krachtvoeder 0,10 per kg DS hoger in te schatten dan de behoeftenorm te verlagen met 0,10 per kg DS. Bij de verstrekking van een compleet rantsoen in 2 beurten per dag is het effect op de structuurbehoefte volgens een recente proef waarschijnlijk iets minder groot.

1.2.7 Toepassing van het systeem

Het structuursysteem laat toe het minimale RV-aandeel (y) in het rantsoen te berekenen dat nodig is voor een normale penswerking.

Voorbeeld

Een koe in 4^e lactatie produceert 35 kg melk met 3,8% vet en krijgt KV met een SW van 0,20/kg DS in 2 beurten. Haar RV-rantsoen bestaat voor 30% uit voordroogkuil en voor 70% uit maïskuilvoeder (6 mm haksellengte) met respectievelijk 250 en 205 g RC per kg DS.

$$\text{Structuurbehoefte: } 1 - 0,08 + (35 - 25) \times 0,008 + (4,4 - 3,8) \times 0,05 = 1,03$$

$SW_{\text{Voordroogkuil}}: -0,20 + 0,0125 \times 250$	= 2,93
$SW_{\text{Maïskuil}}: -0,10 + 0,0090 \times 205$	= 1,75
$SW_{\text{Ruwvoeder}}: (2,93 \times 0,30) + (1,75 \times 0,70)$	= 2,10
$(RV_{\text{krit}}/100 \times SW_{\text{RV}}) + (KV_{\text{krit}}/100 \times SW_{\text{KV}})$	= 1,03
$RV_{\text{krit}}/100 = y$ en $KV_{\text{krit}}/100 = 1-y$	
$y \times 2,10 + (1 - y) \times 0,20$	= 1,03
$y \times (2,10 - 0,20)$	= 1,03 - 0,20
$y = 0,83/1,90$	= 0,44

Het RV-aandeel in het rantsoen moet minstens 44% bedragen.

Als het KV in minstens 6 beurten wordt verstrekt:

$$\text{Structuurbehoefte: } 1,03 - 0,10 = 0,93$$

$y \times 2,10 + (1 - y) \times 0,20$	= 0,93
$y \times (2,10 - 0,20) =$	= 0,93 - 0,20
$y = 0,73/1,90$	= 0,38

Bij KV-spreiding volstaat een RV-aandeel van 38%.

Als het KV in minstens 6 beurten wordt verstrekt en 1% natriumbicarbonaat wordt toegevoegd:

Structuurbehoefte: 0,93

$y \times 2,10 + 0,01 \times 7,00 + (1 - y - 0,01) \times 0,20$	= 0,93
$y \times (2,10 - 0,20) = 0,93 - 0,07 - 0,20 + 0,002$	= 0,662
$y = 0,662 / 1,90$	= 0,35

Bij KV-spreiding en 1% NaHCO₃-toevoeging volstaat 35% ruwvoeder.

Enkele aanbevelingen bij marginale rantsoenen:

- gebruik KV met een hogere SW;
- spreid de KV-opname of verstrek een compleet rantsoen;
- geef het ruwvoeder 1-2 u vóór het KV;
- geef een ruwe mengeling van KV-grondstoffen in plaats van gepelleteerd KV;
- gebruik structuurcorrectors:
 - stro (bij voorkeur grof gehakseld stro, gemengd in het rantsoen);
 - NaHCO₃ (≤ 400 g, 2%);
 - gisten

Er werd vastgesteld dat het vrij ter beschikking stellen van lang stro geen garantie biedt voor een veilige structuurvoorziening omdat bepaalde koeien er te weinig van opnemen.



2 OPTIMALISATIE VAN DE EIWIT- EN KOOLHYDRATENAFBRAAK

Een optimale penswerking impliceert een efficiënte microbiële groei. Hiervoor moeten de micro-organismen steeds over voldoende N, energie en andere nutriënten kunnen beschikken. Dit kan bereikt worden door er voor te zorgen dat er een continue afbraak is van eiwit (N) en energie (FOS_p). In theorie zouden de afbreekbaarheid en de afbraaksnelheid van het eiwit en de energie op elkaar afgestemd moeten zijn. We noemen dit synchrone afbraak. De beschikbare wetenschappelijke proefgegevens om onderbouwde normen in dit verband te formuleren zijn echter nog te beperkt. Duidelijk is wel dat in het rantsoen gestreefd moet worden naar een evenwichtig mengsel van pensbestendig (voor de koe) en snel ongeveer langzaam afbreekbaar (voor de penswerking) eiwit en van bestendige en snel ongeveer langzaam afbreekbare koolhydraten.

In Nederland (Subnel, 1997) onderscheiden ze betreffende synchrone afbraak, 3 perioden, namelijk 0-2, 2-10 en meer dan 10 uur na voeren. Als norm streeft men in elke periode naar een concentratie aan FRE (fermenteerbaar ruw eiwit) van 190 g per kg FKH (fermenteerbare koolhydraten). Naast de 'verhouding' is het vermoedelijk even belangrijk dat er ook in elke periode een bepaalde 'hoeveelheid' FRE en FKH aanwezig is.

In tabel 2.4 zijn ter illustratie een aantal resultaten van ILVO-onderzoek in kwestie weergegeven. Hierbij moet opgemerkt worden dat deze resultaten in sacco (nylonzakjes die in de pens worden geïncubeerd) werden bepaald. Dit impliceert dat het afgebroken hoeveelheden betreft nadat het voeder in de nylonzakjes op een 'bepaald tijdstip' in de pens werd gebracht. In werkelijkheid heeft de koe meerdere eetbeurten per dag (± 10), waardoor we dan wel een ander beeld krijgen dan in tabel 2.4. Daarom moeten dergelijke data met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Ze kunnen wel een indicatie geven van welke voedermiddelen het best gecombineerd worden, en ook eventueel een idee over de gewenste sequentie van voeren.

De eerste bedoeling van tabel 2.4 is om een idee te krijgen van de synchroniciteit van de eiwit- en koolhydraat-afbraak (FRE/FKH). Zo zien we bij graskuil een relatief grote eiwitafbraak in de eerste 2 uur, terwijl vers gras evenwichtiger wordt afgebroken. Bij de eiwitarmere voedermiddelen is de verhouding uiteraard lager dan bij eiwitrijke voedermiddelen. Bij sojaschroot komt de relatief trage eiwitafbraak in de verhouding tot uiting. Het eiwit in koolzaadschroot wordt relatief (altijd ten oopzichte van de koolhydraten) sneller afgebroken dan in sojaschroot.

Tabel 2.4 geeft ook aan of een voedermiddel als traag of snel (gericht op afbraak) bestempeld kan worden. Zo zien we dat de voederbiet een zeer snel voedermiddel is aangezien ongeveer 90% van het afbreekbaar eiwit en de afbreekbare koolhydraten in de eerste 2 uur na opname is afgebroken in de pens. Droge bietenpulp en maïsgraan daarentegen zijn trage voedermiddelen, omdat er maar respectievelijk 40 en 45% in de eerste 2 uur wordt afgebroken, zowel voor het eiwit als voor de koolhydraten.

Bij bepaalde voedermiddelen moeten we bij het beoordelen van de afbraaksnelheid een onderscheid maken tussen het eiwit en de koolhydraten, wat zich vertaalt in een FRE/FKH-verhouding die nogal kan verschillen tussen de tijdstippen. Zo zien we dat graskuil gekenmerkt wordt door snel eiwit, maar tragere koolhydraten, wat ook het geval is voor perspulp. Bij sojaschroot en tarwe daarentegen worden de koolhydraten sneller afgebroken dan het eiwit.

In de meeste pensfermentatieproeven stellen we 2 à 3 uur na het voeren een uitgesproken ammoniakpiek vast (figuur 1.5). Dit zou betekenen dat het weinig zinvol is veel snel afbreekbaar eiwit te verstrekken, eventueel wel meer snel afbreekbare koolhydraten. Bij gebruik van snelle voedermiddelen kan bij twee voederbeurten de 'hoeveelheid' beschikbare energie en eiwit nadat de dieren meerdere uren gevoerd zijn, marginaal zijn. Hiermee kan bij de keuze van de voedermiddelen (afbraaksnelheid) rekening gehouden worden, maar ook het inschakelen van meer voeder(eet)beurten kan hieraan verhelpen.

Tabel 2.4 Fermenteerbaar ruw eiwit en fermenteerbare koolhydraten in voedermiddelen

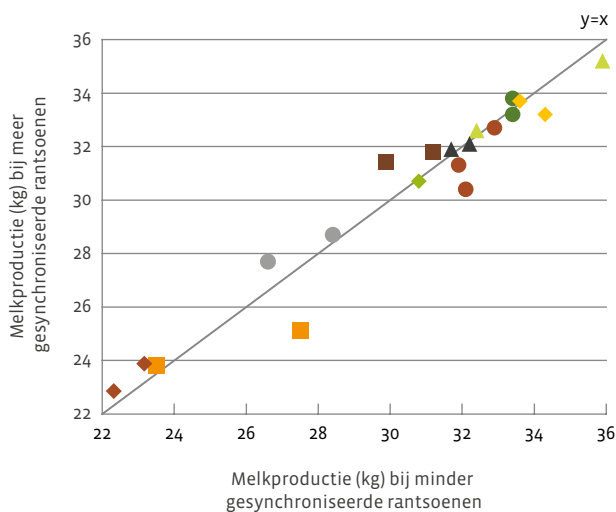
ILVO-resultaten, 2000		FRE (g/kg DS)			FKH (g/kg DS)			FRE/FKH (g/kg)		
n*		< 2u	2-10u	> 10u	< 2u	2-10u	> 10u	< 2u	2-10u	> 10u
Maïskuil	19	44	2	3	288	67	122	160	24	20
Graskuil	8	91	12	9	203	87	136	592	136	65
Gras	8	57	43	12	198	114	143	305	369	137
Voederbieten	1	70	4	2	644	58	27	108	71	67
Perspulp	1	33	14	11	220	233	111	149	60	101
Aardappelen	1	70	11	5	199	148	99	353	77	55
Draf - gewone draf	1	129	41	25	76	53	92	1708	772	270
- persdraf	1	116	18	19	123	41	65	944	431	288
Sojaschroot	7	93	96	62	215	65	45	440	1463	1388
Bestendig sojaschroot	6	40	25	33	198	35	41	212	722	825
Maïskuil + Sojaschr. 85/15	-	51	16	12	277	67	111	185	241	107
Subnel, 1997		FRE (g/kg)			FKH (g/kg)			FRE/FKH (g/kg)		
		< 2u	2-10u	> 10u	< 2u	2-10u	> 10u	< 2u	2-10u	> 10u
Bietenpulp		18	16	11	184	148	125	98	108	88
Citruspulp		29	7	5	373	116	64	78	60	78
Tarwe		55	33	5	492	107	23	112	308	217
Gerst		42	27	8	448	132	26	94	205	308
Maïs		17	11	10	179	113	100	95	97	100
Maniok		8	4	3	587	91	30	14	44	100
Maïsglutenfeed		104	22	16	146	133	97	712	165	165
Sojaschroot		86	115	55	168	43	40	512	2674	1375
Koolzaadschroot		129	93	24	184	102	28	701	912	857
Kokosschroot		45	23	22	179	123	95	251	187	232

*n = aantal partijen voeder

Alhoewel synchronisatie van de energie- en eiwitafbraak in de pens in theorie zeer belangrijk lijkt, zijn er meerdere proefresultaten die dit belang niet bevestigen, niet met betrekking tot de microbiële eiwitproductie, en ook niet met betrekking tot de melkproductieresultaten. Cabrita en medewerkers (2006) deden een uitgebreide literatuurstudie over het effect van een synchrone afbraak van energie en eiwit. Zij maakten een onderscheid tussen synchroniciteit door de keuze van de voedermiddelen en die door aanpassing van de voederfrequentie en voederstrategie. Hierbij moet wel de bedenking gemaakt worden dat andere voedermiddelen op zichzelf een invloed kunnen hebben op de productie en zo het effect van synchrone afbraak kunnen verstoren. In figuur 2.3 zien we geen systematisch verschil in melkproductie tussen meer en minder synchrone beschikbaarheid van eiwit en energie door aanpassing van de eiwit- en koolhydratenbronnen in het krachtvoeder. Ook aanpassing van de voederstrategie blijkt minder belangrijk dan wat we theoretisch zouden verwachten, zo besluiten de onderzoekers. Het uitblijven van het verwachte resultaat zou kunnen te wijten zijn aan een aantal vertragingmechanismen, recyclage van ureum bijvoorbeeld, die er voor zorgen dat uiteindelijk toch meestal de noodzakelijke nutriënten hetzij voor de microbiële groei, hetzij voor de dierlijke productie bijna continu beschikbaar worden. Een positieve respons bleek enkel tegenover getuige rantsoenen met extreme asynchroniciteit zoals die gebaseerd op graskuilvoeder of waar de eiwitcorrector in slechts één beurt per dag werd verstrekt.

Met de huidige kennis kunnen we stellen dat we 'grote' onevenwichten in de afbraak van eiwit en koolhydraten moeten vermijden.

Figuur 2.3 Invloed van synchronisatie van de eiwit- en energiebeschikbaarheid op de melkproductie door aanpassing van de eiwit- en koolhydraatbronnen in het krachtvoeder



Bron: Cabrita et al., 2006



III VOEDEROPNAMESTURING EN -VOORSPELLING

Een goede voorspelling van de voederopname is uitermate belangrijk voor een efficiënte voeding van melkvee. Hierbij maken we onderscheid tussen de totale voederopname en de ruwvoeder (RV)-opname. Voor een passende aanvulling van het RV-rantsoen met KV, moet u zo goed mogelijk de opname van het RV-rantsoen aan de hand van dier-, voeder- en omgevingskarakteristieken kunnen schatten. Bovendien is een hoge opneembaarheid van het RV-rantsoen zeer belangrijk.

De regulering van de voederopname is zeer complex. We onderscheiden een fysische, een fysiologische en thermostatische regulering. Het feit dat een zwaardere koe of een koe met een hogere melkproductie meer eet, en de voederopname gedrukt wordt bij een hoge omgevingstemperatuur, zijn illustraties van het bestaan van respectievelijk een fysische, fysiologische en thermostatische opnameregulatie.

1 TOTALE VOEDEROPNAME

Door de complexiteit van de reguleringsmechanismen en het vage inzicht in kwestie, is het moeilijk de voederopname goed te voorspellen. Al meer dan 30 jaar worden er pogingen ondernomen daarvoor modellen te construeren. Het blijft echter tot op heden een ruwe benadering.

In het verleden is op het ILVO heel wat opname-onderzoek bij melkvee uitgevoerd. De proeven werden overwegend met Holstein- en Belgische Witrode koeien (2-ledig ras) uitgevoerd. Naast ruwvoeder naar believen werd het rantsoen individueel aangevuld met krachtvoeder volgens de behoeften. De meeste proeven werden uitgevoerd in de middenlactatie, met andere woorden niet tijdens de eerste 6 lactatieweken, en ook niet tijdens de laatste 8 weken van de dracht.

1.1 Diergebonden factoren

Dagelijkse melkproductie

De voederopname is, zeker op lange termijn, gerelateerd met de melkproductie. Bepaalde proeven laten evenwel vermoeden dat de koe naar een bepaalde conditie (vettoestand) streeft, waardoor men bij vette koeien in het begin van de lactatie een uitgestelde respons van de melkproductie op de voederopname vaststelt. Daarentegen kan de energieopname ook 20 tot 50% hoger zijn dan de behoeften voor onderhoud en melkproductie. In nagenoeg alle formules om de totale voederopname te schatten, komt de melkproductie voor.

Uit het ILVO-onderzoek werd een hogere DS-opname van circa 0,33 kg per kg hogere meetmelkproductie (Mm) afgeleid. Dit effect was niet wezenlijk verschillend tussen de rassen, noch afhankelijk van de aard van het ruwvoeder. Uit de literatuur blijkt de totale DS-opname meestal tussen 0,2 en 0,4 kg hoger te zijn per kg hogere (meet)melkproductie.

Lichaamsgewicht

In alle formules voor de opnameschatting komt het lichaamsgewicht (LG) voor.

Volgens het ILVO-onderzoek zou de totale DS-opname bij eerstelactatiedieren en bij oudere koeien met respectievelijk 1,3 en 1,0 kg toenemen per 100 kg hoger gewicht. Het effect van het LG is iets groter bij betere ruwvoerders. Ook in het Franse UE-systeem wordt aangenomen dat het effect van het LG groter is bij betere ruwvoerders. Uit de talrijke formules kan men per 100 kg hoger gewicht een hogere opname van gemiddeld 1,3 kg DS afleiden.

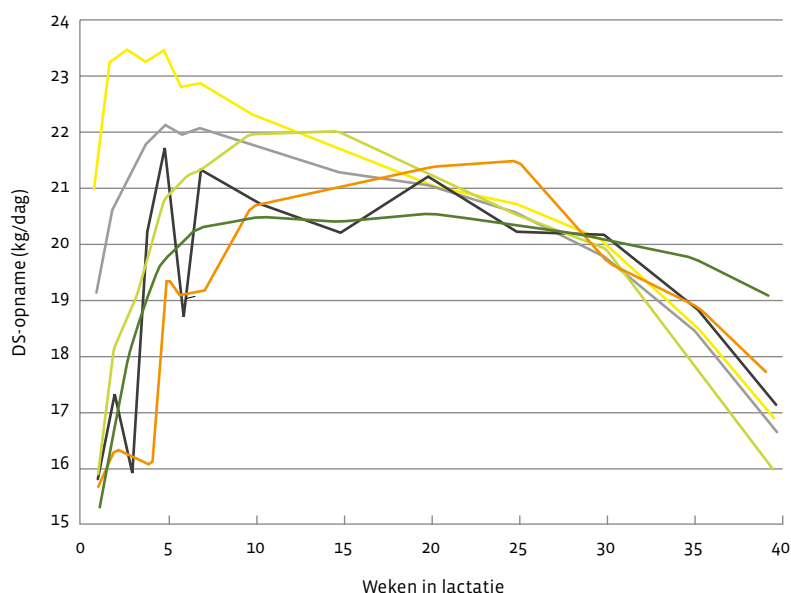
Leeftijd

Gebaseerd op 1541 koewaarnemingen (Holstein en Witrood ras) van het ILVO kunnen we besluiten dat bij eenzelfde dagproductie en bij een gewichtverschil van 75 kg, de totale DS-opname in de 1^e lactatie circa 1,1 kg lager is dan die op oudere leeftijd. Hierbij moet vermeld worden dat de eerstelactatiedieren niet in proef werden genomen tijdens de eerste 2 lactatiemaanden. In het begin van de eerste lactatie is dit verschil groter, en is dit ook groter naarmate de eerste kalving op een jongere leeftijd plaats vindt.

Lactatiestadium

Als gevolg van hormonale invloeden, van de ontstane vrije ruimte in de buikholte door de kalving en van de verhoogde vraag naar nutriënten gaat de voederopname vanaf de kalving stijgen. Deze stijging is van meerdere factoren afhankelijk, zoals de vettoestand van de koe en de kwaliteit (opneembaarheid) van het rantsoen. Bijgevolg kunnen de afgeleide opnamecurven nogal verschillen (figuur 3.1). Hierdoor mogen we aannemen dat de opnamevariatie tussen dieren het grootst is rond de kalving. De opname neemt meestal sterk toe in de eerste 2 lactatieweken en stijgt vervolgens geleidelijker zolang de energiebalans negatief is, om meestal na 2 maanden een maximum te bereiken dat gedurende de 3^e tot ± 6^e lactatiemaand min of meer constant blijft. In Amerika (NRC, 2001) wordt de opname, welke functie is van de melkproductie en het LG, gecorrigeerd voor het lactatiestadium. Het opnamevermogen zou in de 1^e tot 6^e lactatieweek respectievelijk 59, 66, 72, 77, 81 en 84% bedragen van de maximale opnamecapaciteit bij eenzelfde melkproductie en hetzelfde LG. Roseler en medewerkers (1997) voorzien correctiefactoren voor de eerste 10 lactatieweken van respectievelijk 0,65, 0,75, 0,81, 0,87, 0,90, 0,92, 0,95, 0,96, 0,97 en 0,98 en van 0,99 voor de 11^e tot de 16^e week. Enige tijd nadat de melkproductie begint af te nemen, daalt ook de voederopname met circa 0,3 kg DS per kg lagere melkproductie. Figuur 3.1 combineert zowel het effect van de melkproductie als van het lactatiestadium. Tijdens de droogstand daalt de dagelijkse voederopname met 0,2 tot 0,4 kg DS per week. Ongeveer in de laatste 10 dagen van de dracht is er meestal een zeer uitgesproken opnamedaling ten gevolge van een toename van de oestrogeenconcentratie.

Figuur 3.1 Invloed van het lactatiestadium op de voederopname (meerdere studies)



Bron: Faverdin, 1992

Genetische aanleg

Meerdere proeven hebben aangetoond dat melkveerassen een hoger voederopnamevermogen hebben dan rassen met tweeledig doel en vleesveerassen. Uit 801 en 772 waarnemingen bij respectievelijk Holstein en Witrode koeien van het ILVO-onderzoek, kon afgeleid worden dat Holstein dieren 0,6 kg DS meer opnemen dan Witrode dieren van hetzelfde gewicht en met dezelfde dagproductie. Ook binnen eenzelfde ras blijken dieren met een hogere melkproductie-aanleg een hoger voederopnamevermogen te hebben. Melkproductie en voederopname zijn immers genetisch met elkaar verbonden.

Gerichte opfok

Uit enkele proeven blijkt dat het ruwvoederaandeel in het opfokrantsoen geen invloed heeft op het latere voederopnamevermogen.

Vettoestand

Vervetting tegen de kalving heeft een negatieve invloed op de opname in de eerste weken of zelfs maanden na de kalving. Het effect van de vettoestand mag veralgemeend worden voor alle herkauwers en voor de gehele lactatie. Daarom zou de schatting van de voederopname kunnen verbeteren door hierbij ook de lichaamsconditie te betrekken.

1.2 Voedergebonden factoren

Kwaliteit van het rantsoen

Uiteraard is de totale DS-opname hoger naarmate de kwaliteit van het rantsoen beter is. De kwaliteit van een rantsoen kan verbeteren door meer krachtvoeder (KV) in te schakelen. Wanneer er KV in functie van de melkproductie wordt verstrekt, is er uiteraard een correlatie tussen beide parameters, zodat de KV-gift strikt genomen niet meer in de formule hoeft voor te komen wanneer de melkproductie in de formule is opgenomen.

Het rantsoen kan ook verbeteren door betere ruwvoerders te gebruiken. Zelfs als KV werd gegeven volgens de behoeften, bleek in het ILVO-onderzoek dat de totale DS-opname hoger was bij betere ruwvoederrantsoenen. Binnen elke soort ruwvoeder was er een negatief verband tussen de totale DS-opname en het RC-gehalte van het ruwvoeder. Er is ook een positief verband tussen de celstofverteerbaarheid (tot een bepaald niveau) en de DS-opname.

Pensfermentatie

In principe mogen we ervan uitgaan dat elke oorzaak van pensverstoring de voederopname kan drukken. Onder pensverstoring verstaan we hier een niet-optimale microbiële activiteit. Zo kunnen we een gedrukte opname bekoemen als gevolg van een gebrek aan structuurvoeder en een tekort aan eiwit, vooral aan afbreekbaar eiwit.

Ook een aanzienlijke overmaat aan afbreekbaar eiwit kan aanleiding geven tot een te hoge en wisselvallige NH_3 -concentratie in de pens, wat op zijn beurt resulteert in een minder stabiele en minder goede pensfermentatie en bijgevolg onder meer in een verlaagde voederopname. Meer bestendig eiwit zou daarentegen gunstig zijn voor de voederopname.

Te veel snel afbreekbare koolhydraten in verhouding tot de structuraanbreng kan aanleiding geven tot een te lage pens-pH, en hierdoor een verlaagde voederopname veroorzaken.

Hoge vetgehalten, vooral afkomstig van onverzadigd vet, houden een gevaar in voor de pensfermentatie, met als gevolg een verlaagde voederopname.

Voor een goede vertering en voederopname is het noodzakelijk dat de penspapillen voldoende groot zijn. Voldoende FOS_p kan hiertoe bijdragen.

Structuur

Naarmate de structuurwaarde van het rantsoen daalt, daalt ook de pens-pH. Beneden de kritische grens (pH = 6) neemt hierdoor de celstofvertering af, waardoor de voederopname daalt (lagere verdwijningssnelheid uit pens). Dit wordt nog in de hand gewerkt door minder penscontracties (zie ook hoofdstuk II punt 1.2).

Smaakstoffen

We mogen ervan uitgaan dat het opnameniveau door andere parameters dan de smakelijkheid bepaald wordt, tenzij het voeder niet aan de minimumeisen inzake smaak voldoet. Toevoeging van een smaakstof of melasse aan ruwvoeder heeft dan ook in enkele proeven geen verhoging van de ruwvoederopname als gevolg gehad.

Voederstrategie

Het verstrekken van de rantsoencomponenten in een compleet rantsoen heeft tegenover gescheiden voeding, ofwel geen ofwel een positief effect op de voederopname. De opname wordt meestal verhoogd wanneer het KV-aandeel groot is (structuur), of bepaalde producten niet smakelijk zijn.

Bij zeer KV-rijke rantsoenen heeft KV-spreiding een gunstige weerslag op de pensfermentatie en hierdoor ook op de opname.

DS-gehalte

De uitspraken over de invloed van het DS-gehalte van het rantsoen op de DS-opname zijn niet eensluidend. Soms wordt beweerd dat de opname lager is wanneer het DS-gehalte van het rantsoen lager is dan 45-50%. Hierbij moet evenwel opgemerkt worden dat de lagere DS-gehalten echter soms gerealiseerd werden door (nat) kuilvoeder in te schakelen waarvan geweten is dat het kuilvoeder op zichzelf de DS-opname drukt.

Water

Een beschikking over voldoende goed water is belangrijk voor de voederopname.

1.3 Andere factoren

De omgevingstemperatuur kan de voederopname beïnvloeden. Boven en beneden de thermoneurale zone neemt de voederopname af, respectievelijk toe. De temperatuursgrenzen van de thermoneurale zone zijn afhankelijk van het productieniveau (voederniveau) van het dier. Bij een hogere melkproductie is de voederopname hoger en bijgevolg ook de warmteproductie. Dit betekent dat de voederopname bij een hoogproductieve koe al bij een minder hoge temperatuur daalt. Daarom bestaan er geen algemene grenzen voor de thermoneurale zone. Volgens de literatuur zouden die in de buurt van 5 à 10 en 20 à 25° C liggen. De opnamedaling boven deze zone kan aanzienlijk zijn, en is uiteraard afhankelijk van het temperatuurniveau. De opnameverhoging beneden de thermoneurale zone is kleiner dan de daling erboven. Naast een hoge temperatuur drukt ook een hoge relatieve luchtvochtigheid de voederopname.

Dieren die ziek zijn of klauwproblemen hebben, nemen minder voeder op. Ook bij de bronst is de voederopname vaak gedrukt.

Gisten en natriumbicarbonaat kunnen een positieve invloed op de voederopname uitoefenen.



2 RUWVOEDEROPNAME

De invloed van dier- en voedergebonden factoren kan verschillen tussen de ruwvoederopname en de totale voederopname. Daarom worden ze hier opnieuw besproken.

2.1 Diergebonden factoren

Dagelijkse melkproductie

Wanneer het basisrantsoen volgens de behoeften wordt aangevuld met krachtvoeder, is er nagenoeg geen effect van de melkproductie op de ruwvoederopname. Wordt een vaste hoeveelheid krachtvoeder verstrekt, dan is het effect van de melkproductie op de RV-opname uiteraard hetzelfde als op de totale voederopname namelijk $\pm 0,3$ kg DS/kg Mm.

Lichaamsgewicht

Het lichaamsgewicht is de belangrijkste dierkarakteristiek die de RV-opname beïnvloedt. Deze invloed is groter bij eerstelactatiedieren dan bij oudere koeien. Per 100 kg hoger gewicht zou de ruwvoederopname in de eerste en latere lactaties respectievelijk 1,4 en 0,9 kg DS hoger zijn. Dit impliceert dat een 100 kg zwaardere vaars circa 1,2 kg ruwvoedermelk meer zou kunnen produceren, terwijl dit bij een ouder dier ongeveer 0,3 kg zou bedragen.

Leeftijd

Dieren in de 1^e lactatie hebben een lagere RV-opname dan wat men op grond van hun gewicht zou verwachten. In het ILVO-onderzoek was de RV-opname bij eerstelactatiedieren ($n = 570$) 1,6 kg DS lager dan bij de oudere koeien ($n = 933$), terwijl het LG 75 kg verschilde. Dit zou een lagere RV-melkproductie van ongeveer 2 kg bij eerstelactatiedieren als gevolg hebben. Ongeveer vanaf de 6^e lactatie zou de RV-opname weer dalen.

Lactatiestadium

Het verloop van de RV-opname in de loop van de lactatie is uiteraard afhankelijk van de KV-bijvoeding. De RV-opname is het laagst rond de kalving. Net zoals voor de totale DS-opname hangt de stijging in RV-opname na de kalving vooral af van de ruwvoederkwaliteit. De RV-opname blijft langer op het maximum niveau dan de totale DS-opname, aangezien bij een dalende melkproductie en dus dalende totale DS-opname, de KV-gift afneemt.

In een drietal speciaal daartoe opgezette proeven (ILVO-DIER), bedroeg de RV-opname in de eerste 6 lactatieweken en de laatste 6 weken van de dracht respectievelijk 87% en 92% tegenover die in de middenlactatie. De daling naar de kalving toe is groter naarmate het ruwvoeder van lagere kwaliteit is. Na de kalving stijgt de RV-opname sneller naarmate de kwaliteit en dus de opneembaarheid van het RV-rantsoen hoger zijn. Dit wijst meteen op het belang van kwaliteitsruwvoeder in het begin van de lactatie.

Genetische aanleg - Ras

Er werd reeds melding gemaakt van een hoger totaal voederopnamevermogen bij melkveerassen. In het ILVO-onderzoek werd bij de Holstein dieren ($n = 775$), na correctie voor een klein verschil in lichaamsgewicht, een hogere RV-opname van 0,9 kg DS bekomen in vergelijking met de Witrode dieren ($n = 728$). Dit verschil zou overeenkomen met een RV-melkproductie van $\pm 1,7$ kg.

Individu

Het is aangetoond dat bepaalde dieren inderdaad als betere eters en andere als slechtere eters bestempeld kunnen worden.

2.2 Voedergebonden factoren

Soort ruwvoeder

In het ILVO-onderzoek werd de opname bepaald van 56 maïskuilen, 23 voordroogkuilen, 14 natte graskuilen en 16 partijen hooi. Voor een normale kwaliteit van deze 4 ruwvoerders konden de opnamen afgeleid worden die in tabel 3.1 zijn weergegeven. Het betreft de gemiddelden voor het Holstein- en Witrood ras en waarbij met 35% eerstelactatiedieren (550 kg) en 65% oudere dieren (625 kg) werd gerekend.

Hieruit blijkt dat de opname van maïskuilvoeder uitgesproken hoger is dan die van geconserveerde graslandproducten. Deze resultaten tonen tevens de hogere opneembaarheid aan van voordroogkuil in vergelijking met natte graskuil. Hooi bevindt zich tussen de twee, maar dit is te wijten aan het hoger RC-gehalte van hooi. Wanneer hooi een RC-gehalte zou hebben zoals dat van voordroogkuil en natte graskuil (250 g/kg DS), dan wordt voor hooi een opname afgeleid van 12,5 kg DS.

Tabel 3.1 Opname van maïskuil en graslandproducten

	n_p^1	n_d^2	DS-opname (kg/dier)	RC-gehalte (g/kg DS)
Maïskuil	56	735	13,5	210
Voordroogkuil	23	418	12,2	250
Natte graskuil	14	162	10,4	250
Hooi	16	188	11,1	280

¹ n_p = aantal partijen voeder

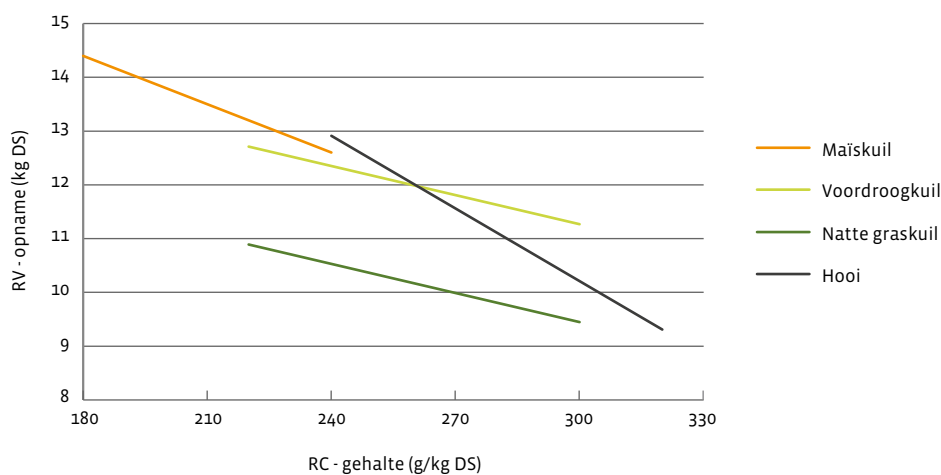
² n_d = aantal dierwaarnemingen

Bron: ILVO-DIER

Algemene ruwvoederkarakteristieken

De ruwvoederopname blijkt het best gerelateerd te zijn met het RC-gehalte. Het NDF-gehalte komt op de tweede plaats. Bij maïskuil, voordroogkuil en hooi is er een positief verband tussen de DS-verteerbaarheid en de RV-opname. In figuur 3.2 is voor de 4 ruwvoerders het verband weergegeven tussen het RC-gehalte en de RV-opname. Deze gelden voor dezelfde omstandigheden inzake ras, leeftijd en gewicht zoals hoger vermeld bij 'soort ruwvoeder'.

Figuur 3.2 Verband tussen de ruwvoederopname en het RC-gehalte



Bron: ILVO - Dier

De belangrijkste voederkarakteristieken die de RV-opname beïnvloeden, worden hierna beknopt besproken per ruwvoeder.

Maïskuilvoeder

- Rijpheidsstadium

Tijdens de afrijping van maïs daalt het RC-gehalte en stijgt bijgevolg de opneembaarheid. Bij zeer rijpe maïs kan het RC-gehalte opnieuw stijgen waardoor de opname dan weer eerder afneemt. Als keerpunt nemen we 35% DS aan, wetende dat dit van enkele factoren afhangt.

- Haksellengte

Uit 5 ILVO-proeven en de voorhanden zijnde (schaarse) literatuur mag besloten worden dat van fijner gehakselde maïs ofwel meer, ofwel evenveel wordt opgenomen als van grover gehakselde maïs. Dit geldt op voorwaarde dat de structuurvoorziening in orde is.

- Plantdichtheid

Alhoewel deze invloed niet groot is, kan een lagere plantdichtheid gunstig zijn voor de opname. Dit kan verklaard worden door een groter kolfaandeel en daardoor een lager RC-gehalte.

- Verteerbaarheid maïscultivars

Het effect van de verteerbaarheid van de maïscultivar lijkt wisselvallig. De kans is reëel dat de opname van een beter verteerbare cultivar groter is, vooral bij hogere melkproducties en bij matige zetmeelgehalten, maar dit kan niet veralgemeend worden.



Geconserveerde graslandproducten

- Groeistadium

Als gras ouder wordt, stijgt het RC-gehalte en daalt bijgevolg de opname van het graslandproduct. Zowel uit speciaal daarvoor uitgevoerde proeven, als uit de al besproken regressie-analyse, mag besloten worden dat de opname van graslandproducten daalt naarmate het gras in een ouder stadium wordt gemaaid. Dit effect is meer uitgesproken bij hooi dan bij kuilvoeder (figuur 3.2).

- Bewaarvorm - bewaring

Algemeen mag aangenomen worden dat van voordroogkuil meer wordt opgenomen dan van natte graskuil. Het verschil mag gemiddeld op 15% geraamd worden. Dit opnameverschil kan blijkbaar niet worden toegeschreven aan het watergehalte als dusdanig, maar vermoedelijk wel aan bepaalde fermentatieproducten die in grotere mate in een natte graskuil gevormd worden. Boven een DS-gehalte van 40% neemt de opname meestal niet meer toe. Toevoeging van een efficiënt bewaarmiddel zoals mierenzuur aan een natte graskuil, verhoogt de opname tot ongeveer het niveau van een voordroogkuil. Het opnameverschil tussen hooi en voordroogkuil blijkt afhankelijk te zijn van het RC-gehalte (figuur 3.2).

Een minder goede bewaring drukt algemeen de opname.

- Deeltjeslengte van graskuil

Het is aangetoond dat de opname van graskuil hoger is, naarmate de deeltjeslengte kleiner is.



Klaver

Klaver heeft een hogere opneembaarheid dan graslandproducten (bij eenzelfde RC-gehalte). Dit is waarschijnlijk toe te schrijven aan de hogere afbraaksnelheid in de pens.

Supplementen: perspulp, bieten, aardappelen

Talrijke proeven hebben aangetoond dat deze supplementen een hogere opneembaarheid hebben dan maïskuilvoeder en geconserveerde graslandproducten. Hun opnameverhogend effect is groter naarmate de opneembaarheid van het ruwvoeder waarmee ze gecombineerd worden, lager is.

3 VOORSPELLING VAN DE VOEDEROPNAME: ILVO-MODEL

Er zijn talrijke formules ontwikkeld om de **totale DS-opname** te schatten. Het ILVO heeft uit zijn uitgebreid opname-onderzoek enkele gemakkelijk toe te passen formules afgeleid om de totale DS-opname te schatten. Recent werd de deugdelijkheid hiervan met een uitgebreide gegevensbank bewezen. De formules gelden voor het Holstein ras. Voor tweeledige rassen moet deze opname 0,6 kg DS lager geschat worden.

De totale DS-opname wordt als volgt geschat :

1 ^e lact.	$2,92 + 0,33 \times Mm + 0,013 \times LG$
≥ 2 ^e lact.	$4,82 + 0,33 \times Mm + 0,010 \times LG$

In de eerste 6 lactatieweken en de laatste 6 weken van de dracht moeten de waarden uit deze formules gecorrigeerd worden.

Voor de **ruwvoederopname** heeft het ILVO een eenvoudig model ontwikkeld, dat kan toegepast worden voor courante rantsoenen. Men kan verwachten dat de opname nauwkeuriger kan geschat worden naarmate het model complexer is. Het ILVO-model geldt voor de situatie waarbij het krachtvoeder wordt aangepast in functie van de behoeften. In dat geval kan de ruwvoederopname als onafhankelijk van de melkproductie beschouwd worden. Het kan toegepast worden vanaf de 7^e lactatieweek tot en met de 7^e maand van de dracht. Alhoewel de RV-opnamestijging in het begin van de lactatie sterk kan verschillen, kunnen we eventueel als ruwe vuistregel aannemen dat de RV-opname in de 1^e tot 6^e lactatieweek respectievelijk 70, 78, 84, 89, 93 en 96% bedraagt van deze in de middenlactatie (geschat met het model).

1^e stap: schatting van de opneembaarheid (y)

Dit is de te verwachten opname bij een volwassen (vanaf 2^e lactatie) Holstein koe van 600 kg

Maïskuil	y	= $20,2 - 0,031 \times RC$	
Natte graskuil		= $15,8 - 0,021 \times RC$	+ corr. DS-gehalte, deeltjeslengte
Voordroogkuil		= $19,0 - 0,024 \times RC$	+ corr. DS-gehalte, deeltjeslengte
Hooi		= $25,2 - 0,048 \times RC$	
Klaverkuil		= formules graskuil + 10%	
Voederbieten		= 16,0	
Bietenperspulp		= 16,0	
Aardappelen		= 16,0	

Hierin is y de ruwvoederopname in kg DS, en RC het ruwe celstof gehalte in g per kg DS.

We kunnen hierbij nog rekening houden met andere voedergebonden invloedsfactoren zoals de deeltjeslengte, de plantdichtheid, het gebruik van een bewaarmiddel ... De aangegeven formule voor maïs is geldig voor een haksel-lengte van 8 mm en een plantdichtheid van 100.000 per ha. Onder een natte graskuil en voordroogkuil verstaan we een kuil met respectievelijk ongeveer 20% DS en ongeveer 40% DS. Voor tussenliggende DS-gehalten maken we uiteraard een correctie. We mogen er hierbij van uitgaan dat de correctie per procent DS-gehalte iets kleiner is naarmate het DS-gehalte hoger is. Volgende leidraad zou hierbij gehanteerd kunnen worden:

- tot 30% DS gebruiken we de formule voor een natte graskuil en corrigeren we met 1,2% per % afwijkend DS-gehalte (van 20%);
- voor DS-gehalten hoger dan 30% gebruiken we de formule voor voordroogkuil en corrigeren we met 0,8% per % lager DS-gehalte dan 40%.

De formules voor graskuil gelden voor gehakseld materiaal (24 mm) zonder bewaarmiddel. Wanneer onder lange vorm wordt ingekuuld moet de opneembaarheid met minstens 15% verminderd worden. Het gunstig effect van een bewaarmiddel in natte graskuil (geen noemenswaardig effect in voordroogkuil) varieert van 0 tot 15%, afhankelijk van de efficiëntie van het product op de kuilfermentatie.

2^e stap: opname bij andere dierkarakteristieken (opnamevermogen, O)

Basis: opneembaarheid y		
Correcties:		
* tweeledig ras		-0,07 x y
* 1 ^e lactatie		-0,06 x y
* +/- 100 kg LG	1 ^e lact.	-/+ 0,11 x y
	≥ 2 ^e lact.	-/+ 0,07 x y

Aan de hand van stappen 1 en 2 berekenen we de hoeveelheid (H) die een bepaald dier van elk van de voederdelen van het basisrantsoen zou opnemen. Hierna worden de meest voorkomende situaties uitgewerkt.

SITUATIE 1: ER WORDT SLECHTS 1 RUWVOEDER VERSTREKT

Voorbeeld: opname van maïskuilvoeder met 210 g RC door een Holstein vaars (1^e lact.) van 550 kg.

Opneembaarheid:	20,2 - (0,031 x 210)	= 13,69 kg DS
Correcties:	(- 0,06 - 0,11 x 0,50) x y	= -0,115 x y
Opnamevermogen (O):	y - 0,115 x y = (1 - 0,115) x 13,69	= 12,1 kg DS
Opname maïskuil: H		= 12,1 kg DS

SITUATIE 2: ER WORDEN 2 OF MEER RUWVOEDERS VERSTREKT WAARVAN RUWVOEDER A NAAR BELIEVEN EN EEN VASTE HOEVEELHEID RUWVOEDER B, C ...

We berekenen het opnamevermogen (O) van alle voedermiddelen wanneer ze elk als enig ruwvoeder zouden gevoerd worden (opnamevermogen voeder A = O_A; opnamevermogen voeder B = O_B; enz.).

Hoeveelheid voeder A = H_A; hoeveelheid voeder B = H_B; enz.

$$H_A = O_A \times \left(1 - \frac{H_B}{O_B} - \frac{H_C}{O_C} - \dots\right)$$

Voorbeeld: het dier uit situatie 1 krijgt naast maïskuilvoeder 15 kg perspulp (3,3 kg DS). Welke maïskuilopname kunnen we verwachten?

O_A = 12,1 kg DS (zie situatie 1)

O_B = ?

Opneembaarheid perspulp (y):	16,0 kg DS	
Correcties:	(- 0,06 - 0,11 x 0,50) x y	= - 0,115 x y
Opnamevermogen bieten (O):	y - 0,115 x y = (1 - 0,115) x 16,0	= 14,2 kg DS

$$H_A = 12,1 \times \left(1 - \frac{3,3}{14,2}\right) = 12,1 \times (1 - 0,232) = 9,3 \text{ kg DS}$$

Opname maïskuil:	H _A = 9,3 kg DS
Opname perspulp:	3,3 kg DS

SITUATIE 3: ER WORDEN 2 RUWVOEDERS (A EN B) IN EEN WELBEPAALEN VERHOUDING VERSTREKT (DEEL A, DEEL B)

We berekenen de totale ruwvoederopname (H_{A+B}) en leiden vervolgens het deel van elk voedermiddel af.

$$H_{A+B} = \frac{O_A \times O_B}{(D_A \times O_B) + (D_B \times O_A)} \quad \text{Hierin zijn } D_A \text{ en } D_B \text{ de aandelen voeder A en B}$$

Voorbeeld: het dier uit situatie 2 krijgt een basisrantsoen dat voor 74% uit maïskuilvoeder (A) en voor 26% uit perspulp (B) bestaat. Welke opname mogen we van beide voedermiddelen verwachten ?

Totale ruwvoederopname:

$$H_{A+B} = \frac{12,1 \times 14,2}{(0,74 \times 14,2) + (0,26 \times 12,1)} = \frac{171,82}{13,65} = 12,6 \text{ kg DS}$$

Opname maïskuil:	$H_A = 12,6 \times 0,74 = 9,3 \text{ kg DS}$
Opname voederbieten:	$H_B = 12,6 \times 0,26 = 3,3 \text{ kg DS}$

Worden er 3 ruwvoerders (A, B en C) in een welbepaalde verhouding verstrekt, dan wordt de formule:

$$H_{A+B+C} = \frac{O_A \times O_B \times O_C}{(D_A \times O_B \times O_C) + (D_B \times O_A \times O_C) + (D_C \times O_A \times O_B)}$$

SITUATIE 4: ER WORDEN 2 RUWVOEDERS (A EN B) IN EEN WELBEPAALE VERHOUDING NAAR BELIEVEN VERSTREKT (DEEL A, DEEL B) EN EEN VASTE HOEVEELHEID RUWVOEDER C

Dit is een combinatie van situatie 2 en 3.

We berekenen het opnamevermogen van voeders A en B alsof dit de enige ruwvoerders zouden zijn:

We berekenen het opnamevermogen van voeders A en B alsof dit de enige ruwvoerders zouden zijn:

Vervolgens berekenen we de hoeveelheid A + B:

$$O_{A+B} = \frac{O_A \times O_B}{(D_A \times O_B) + (D_B \times O_A)}$$

$$H_{A+B} = O_{A+B} \times \left(1 - \frac{H_C}{O_C}\right)$$

Voorbeeld: een volwassen Holstein koe van 600 kg krijgt maïskuilvoeder (210 g RC) en natte graskuil (250 g RC) in een verhouding 55/45 op DS-basis en daarbij 4 kg DS uit perspulp.

Opneembaarheid:

maïskuil:	$20,2 - 0,031 \times 210$	$= 13,7 \text{ kg DS}$
graskuil:	$15,8 - 0,021 \times 250$	$= 10,6 \text{ kg DS}$
perspulp:		$16,0 \text{ kg DS}$

Opnamevermogen A + B:

$$O_{A+B} = \frac{13,7 \times 10,6}{(0,55 \times 10,6) + (0,45 \times 13,7)} = \frac{145,2}{12,0} = 12,1 \text{ kg DS}$$

Hoeveelheden A en B:

$$H_{A+B} = 12,1 \text{ kg} \times \left(1 - \frac{4}{16}\right) = 9,1 \text{ kg DS}$$

Opname maïskuil: $H_A = 9,1 \text{ kg DS} \times 0,55$	$= 5,0 \text{ kg DS}$
Opname natte graskuil: $H_B = 9,1 \text{ kg DS} \times 0,45$	$= 4,1 \text{ kg DS}$

Correctie maximale RV-opname

Het voorgestelde model is afgeleid uit opnameresultaten die ruim 20 jaar geleden in een bindstal werden bekomen. Intussen hebben de Holsteinkoeien meer capaciteit gekregen. Recentere voederproeven geven de indruk dat de RV-opname iets hoger kan zijn dan wat het model laat schatten. Voor wie de RV-opname wil maximaliseren, is het verdedigbaar de geschatte RV-opname met 5% te verhogen. Voor huisvesting in een loopstal mag deze correctie zelfs 8% bedragen.



IV KWALITEIT VAN DE BELANGRIJKSTE VOEDERMIDDELEN

De taak van de melkveevoeding bestaat er vooral in dat de koeien ‘goed’ en ‘economisch’ worden gevoederd. Boekhoudresultaten tonen een duidelijk positief verband aan tussen het arbeidsinkomen op het melkveebedrijf en de ruwvoer melkproductie per koe. Uiteraard speelt hierbij ook de KV-prijs een rol. Veel RV-melk produceren is echter slechts mogelijk wanneer RV-rantsoenen van goede kwaliteit worden gebruikt.

Een hoge melkproductie vereist aangepaste voeding. De meeste problemen bij de voeding van hoogproductieve koeien hebben betrekking op de ‘energievoorziening’, en dit vooral in het begin van de lactatie. De oplossing hiervoor moet in de eerste plaats gezocht worden in het verstrekken van RV-rantsoenen van goede kwaliteit. Anderzijds daalt de structuurwaarde van het rantsoen bij toenemende kwaliteit. Er moet dus meteen voor gezorgd worden dat het rantsoen voldoende structuur aanbrengt. Ook dit moet vooral via het ruwvoeder in orde gebracht worden.

Een RV-rantsoen is van goede kwaliteit wanneer het een hoge voederwaarde, in het bijzonder een hoge energiewaarde bezit, en de dieren er veel kunnen van opnemen. Het is belangrijk dat men de kwaliteitsparameters van een voedermiddel kent of dat men deze aan de hand van bepaalde eigenschappen kan schatten. Een veehouder moet daarnaast ook de invloedsfactoren op de kwaliteitsparameters van ruwvoerders kennen.

1 MAÏSKUILVOEDER

Algemeen

Maïskuilvoeder is de belangrijkste component geworden van het winterrantsoen voor melkvee. Het aandeel in het RV-rantsoen bedraagt op de meeste bedrijven meer dan de helft.

De gemiddelde samenstelling, verteerbaarheid en voederwaarde zijn in tabel 4.1 weergegeven. De meeste waarden in Vlaanderen liggen binnen de aangegeven normaalvork. Dit wil niet zeggen dat alles wat binnen de normaalvork ligt, van goede kwaliteit is.

Tabel 4.1 Maïskuilvoeder: chemische samenstelling, verteerbaarheid en voederwaarde

	Gem.	Normaalvork	
DS-gehalte (g/kg)	340	300	370
Chem. samenstelling (g/kg DS)			
Ruw eiwit	75	67	83
Ruwe celstof	200	175	225
Ether extract	30	23	37
Zetmeel	330	290	370
NDF	400	360	440
ADF	210	185	235
As	42	36	48
Verteerbaarheid OS (%)			
	75	72	78
Voederwaarde (op DS)			
VEM	950	915	985
DVE* (g)	53	48	58
OEB* (g)	-37	-47	-27
FOS _p (g)	475	450	500
Structuurwaarde (op DS)			
	1,75	1,50	2,00

*DVE/OEB 2007

Bronnen: ILVO-DIER, AVEVE

Het DS-gehalte van kuilmaïs wordt vooral bepaald door het rijpheidsstadium, de variëteit (al dan niet stay green) en al dan niet neerslag bij de oogst. Noemenswaardige neerslag juist voor of tijdens de oogst kan het DS-gehalte met 40-50 g/kg drukken. Een DS-gehalte beneden 300 g/kg moet men vermijden, vooral omwille van sapverliezen. Het RE-gehalte van kuilmaïs is laag en relatief constant en weinig te beïnvloeden door de N-bemesting. Het RC-gehalte varieert meestal tussen 175 en 225 g per kg DS, en ligt hiermee op een lager niveau dan bij graslandproducten. Het zetmeel(ZET)gehalte ligt meestal tussen 290 en 370 g per kg DS. Dit is afhankelijk van het rijpheidsstadium, de cultivar en het weer tijdens de afrijping. Sinds een aantal jaren is er belangstelling voor het ZET-gehalte als kwaliteitscriterium (zie verder). Verse kuilmaïs bevat slechts een paar procenten suiker, die in de kuil nagenoeg volledig gefermenteerd worden. Typisch voor maïs is het laag en tamelijk constant asgehalte. Maïskuilvoeder is goed verteerbaar. Zelden is de verteerbaarheid van de organische stof lager dan 70%. Het laag asgehalte en de goede verteerbaarheid resulteren in een tamelijk hoge VEM-waarde. In vergelijking met graslandproducten varieert de VEM-waarde minder (meestal tussen 915 en 985). De variatie in VEM-waarde is meer toe te schrijven aan de variatie in celwandverteerbaarheid dan aan de variatie in zetmeelgehalte. Het eiwit en zetmeel zijn tamelijk bestendig. Maïskuilvoeder heeft een lage en vrij constante DVE-waarde (is niet laag in verhouding tot het RE-gehalte). De OEB is steeds negatief.

Het FOS_p-gehalte van maïskuil situeert zich rond 475 g per kg DS, en daalt naarmate de maïs in een rijper stadium is geoogst. Immers bij toenemend rijpheidsstadium stijgt het bestendig ZET-gehalte dat in de dunne darm wordt verteerd (levert geen FOS_p). De structuurwaarde ligt meestal tussen 1,5 en 2.

Tegenover de behoeftenormen (uitgedrukt per kg DS van het rantsoen) heeft maïskuilvoeder een tekort aan alle mineralen, sporenelementen en vitaminen, behalve aan kalium, ijzer en mangaan (zie hoofdstuk I). Dit betekent dat rantsoenen met heel wat maïskuilvoeder, via het krachtvoeder of een kern moeten gesupplementeerd worden met de meeste mineralen, sporenelementen en vitaminen. Zeer uitgesproken is het tekort aan natrium. Derhalve kan het aanbevolen worden 50 kg zout per ha maïs te verdelen bij het inkuilen.

De voedertecnische eigenschappen van maïskuil zijn in de loop der jaren niet zo veel veranderd. Men mag aannemen dat de energiewaarde in 25 jaar tijd met 40-50 VEM is gestegen. Deze (geringe) toename is slechts gedeeltelijk aan de genetische vooruitgang te danken, maar ligt vooral aan de mogelijkheid tot gerichte keuze van de rassen op verteerbaarheid (verteerbaarheid wordt sinds 1994 in de Belgische rassenlijst vermeld). Er kan wel gesteld worden dat het DS-gehalte van kuilmaïs toegenomen is naar het ideale niveau van 32-34% (t.o.v. ca. 28% 25 j. geleden). Maïskuilvoeder was, is en blijft een zeer goed constant ruwvoeder dat zekerheid geeft aan de melkveevoeding en bovendien relatief goedkoop is.

Rijpheidsstadium

De DS-opbrengst van maïs neemt toe tot het laat deegrijp stadium. Deze toename bestaat praktisch uitsluitend uit graan (zetmeel, eiwit), zodat het ruwe celstofgehalte in de kuilmaïs daalt. Tijdens de vorming en de verdere afrijping van het graan, worden de best verteerbare nutriënten uit de stengel, de bladeren en de schutbladeren naar de graankorrels getransporteerd. Als gevolg hiervan daalt de verteerbaarheid van de stengel, de bladeren en de schutbladeren, en hebben de graankorrels een zeer hoge verteerbaarheid. Het netto resultaat is dat de verteerbaarheid van verse kuilmaïs tijdens de afrijping met 1-2%-eenheden toeneemt om vanaf een gevorderd stadium met circa 1%-eenheid te dalen.

Deze daling van de verteerbaarheid van zeer rijpe maïs kan verklaard worden door de achteruitgang van de restplantverteerbaarheid, die niet meer gecompenseerd wordt door graanvorming, alsook door enige daling in verteerbaarheid van het zetmeel. Het maximum situeert zich in normale jaren rond begin oktober voor de vroege rassen en half oktober voor de halfvroeg en late rassen. Dit is 1-2 weken na het bereiken van de maximale DS-opbrengst. In onrijp kuilvoeder (< 30% DS) hebben we daarenboven sapverliezen met daarin goed verteerbare bestanddelen, waardoor de verteerbaarheid van het kuilvoeder nog wat gedrukt kan worden.

De evolutie van de VEM-waarde verloopt parallel met de verteerbaarheid. De DVE- en OEB-waarden zijn nagenoeg onafhankelijk van het rijpheidsstadium.

De DS-opname van maïskuilvoeder stijgt tot een DS-gehalte van circa 35%. Daarentegen neemt bij hogere DS-gehalten het risico op broei en schimmelvorming toe. Al deze factoren in acht genomen, kan men als optimaal oogststadium van maïs 32-34% DS voorstellen.

Hakselfijnheid

Vroeger, toen de hakselaars niet voorzien waren van kneusrollen, moest de maïs tamelijk fijn gehakseld worden om de korrels te breken. Dat was nodig om het graan goed te laten verteren. Met de huidige hakselaars (uitgerust met goed afgestelde kneusrollen) is het voor een goede vertering niet meer nodig zo fijn te hakselen, integendeel. Als extreem fijn (4 mm) wordt gehakseld, is er door de hogere passagesnelheid zelfs een risico dat de verteerbaarheid en de VEM-waarde iets gedrukt worden. Daarenboven is de structuurwaarde 2% lager per mm kleinere haksellengte. Dit is onbelangrijk zolang de structuurvoorziening veilig blijft. Anderzijds houdt grof hakselen meer risico's in voor de bewaring. Ook voor een hoge opname moet grof hakselen vermeden worden.

Dus wanneer men geen structuurtekort vreest, is een haksellengte van ongeveer 8 mm optimaal. Bij risico op structuurgebrek kiest men beter 10-12 mm; langer lijkt weinig zinvol.



Plantdichtheid

Een hogere plantdichtheid gaat meestal gepaard met een hoger RC-gehalte en bijgevolg een wat lagere opname. Er is dan geen of soms een gering negatief effect op de verteerbaarheid en voederwaarde. In normale omstandigheden is het streefdoel een plantdichtheid van 90.000 à 100.000 planten per ha, wat overeenkomt met 100.000 à 115.000 zaden per ha.

Ras

In de Belgische rassenlijst varieert de verteerbaarheid van de organische stof tussen circa 71 en 78%. Dit komt overeen met een verschil in energiewaarde van ruwweg 70 VEM. Dit betekent dat de rassenkeuze belangrijk is voor de VEM-waarde. Een beter verteerbaar ras kan een hogere opneembaarheid hebben, maar we mogen dit niet veralgemenen. Het is nog niet aangetoond dat stay-green variëteiten een andere opneembaarheid hebben dan andere rassen (dry-down).

Zetmeel in maïskuilrantsoenen

Sinds jaren is het belang van zetmeel (ZET) in maïskuilvoeder aan de orde. De vraag rijst of een maïscultivar met een hoger ZET-gehalte maar met eenzelfde verteerbaarheid van de organische stof (OS) een hogere melkproductiewaarde en een hogere VEM-waarde heeft. Dezelfde vraag kan gesteld worden omtrent de ZET-bestendigheid. Als een hoger ZET-gehalte gepaard gaat met een hogere verteerbaarheid, dan staat de hogere energiewaarde niet ter discussie.

In theorie zijn er pro's en contra's voor meer zetmeel. De melkproductie is afhankelijk van de hoeveelheid lactose; die wordt onder meer uit glucose gesynthetiseerd. Glucose ontstaat uit de vertering van het bestendige zetmeel in de dunne darm, maar het grootste deel wordt in de lever gevormd uit vooral propionzuur, maar ook uit eiwitten ... Propionzuur ontstaat in de pens uit de vertering van de koolhydraten, waaronder zetmeel. Er mag worden aangenomen dat zetmeel de propionzuurproductie stimuleert. Op grond van dit gegeven zouden we verwachten dat zetmeel gunstig is voor de melkproductie.

Uit ILVO-onderzoeken met 30 partijen maïskuilvoeder blijkt dat de ZET-bestendigheid kan variëren tussen 12 en 49%, afhankelijk van de cultivar en het rijpheidsstadium. Enerzijds kan verteerd bestendig zetmeel weliswaar beter benut worden (directe omzetting naar glucose) dan in de pens verteerde koolhydraten, maar anderzijds gaat de verteerbaarheid van het bestendig zetmeel vanaf een bepaalde hoeveelheid dalen. Het is dus zomaar niet uit te maken of meer zetmeel bij eenzelfde totale verteerbaarheid gepaard gaat met een hogere VEM-waarde. Bestendig ZET brengt geen fermenteerbare organische stof (FOSp) aan, die nodig is voor de microbiële eiwitproductie. Bij marginale voorzieningen kan dit belangrijk zijn.

Zetmeel wordt in de pens vrij snel verteerd en kan bij grote hoeveelheden aanleiding geven tot enige verstoring van de penswerking, wat de voederopname nadelig kan beïnvloeden. Tenslotte kan een hoog ZET-gehalte bij matig productieve koeien de energie eerder naar de lichaamsreserve sturen ten koste van de melkproductie. Deze overwegingen tonen aan dat het niet zomaar mogelijk is een hoger ZET-gehalte al dan niet als gunstig te bestempelen.

De parameters ZET-gehalte en ZET-bestendigheid maakten het onderwerp uit van een 2-jarig IWT-onderzoek dat op het ILVO werd uitgevoerd. Uit deze proeven en uit de literatuur kunnen volgende besluiten getrokken worden:

- een hoger ZET-gehalte in maïskuilvoeder of in het totale rantsoen zou bij een gelijke totale verteerbaarheid niet resulteren in een hogere melkproductie. De voederopname wordt soms gedrukt;
- een hogere ZET-bestendigheid van maïskuilvoeder of van het totale rantsoen kan de melkproductie iets verhogen;
- een hoger ZET-gehalte en hogere ZET-bestendigheid kan het melkvetgehalte drukken en heeft ofwel geen ofwel een licht positieve invloed op het melkeiwitgehalte;
- productiever verschillen zijn meer in verhouding tot VEM-opnameverschillen dan tot verschillen in ZET-gehalte of ZET-bestendigheid;
- er kon niet aangetoond worden dat zetmeel aanleiding geeft tot een hogere energiewaarde dan de waarde berekend volgens het VEM-systeem.

Bewaring

De voorwaarden voor een goede 'kuilfermentatie' (voldoende fermenteerbare koolhydraten, geen hoog eiwitgehalte, weinig grondverontreiniging, voldoende droge stof) zijn in kuilmaïs vervuld. Er is echter een trend tot meer en meer problemen met de 'aërobe stabiliteit', met opwarming, schimmelvorming en ontwikkeling van gisten en boterzuursporen als resultaat. Dit kan een gevolg zijn van een hogere inkuilsnelheid, waardoor er minder tijd is om de kuil goed aan te drukken. In een recente Nederlandse studie is duidelijk aangetoond dat de dichtheid van het kuilvoeder aanzienlijk lager is in de bovenste dan in de onderste helft van de kuil. Hierdoor kunnen er zich schimmels ontwikkelen en ontstaat er een hogere temperatuur. De pH stijgt en de boterzuurbacteriën krijgen een kans. Er is een duidelijk verband aangetoond tussen boterzuursporen en de schimmel die groen/blauwe ballen vormt (*Penicillium Roqueforti*). Dit blijkt de meest voorkomende schimmel in de maïskuil te zijn en kan aanleiding geven tot pensstoornissen, diarree en melkproductiedaling. Van deze schimmel is bekend dat hij zeer weinig zuurstof nodig heeft, waardoor hij ook in goed aangedrukte kuilen kan voorkomen.

Algemeen veroorzaken schimmels verliezen en kunnen ze mycotoxines vormen die gevaarlijk kunnen zijn voor het vee. De eerste preventieve maatregel bestaat in het correct naleven van de in- en uitkuilregels. In dit verband is ook de uitkuilsnelheid en uitkuilmethode van belang. De kuil moet in lengte voldoende snel afnemen. Een vuistregel zegt dat van een kuil met gronddek wekelijks minstens 1,5 m moet vervoederd worden, terwijl dit 2 m bedraagt voor een kuil zonder (grond)belasting. Bij een zomerkuil moet de voedersnelheid groter zijn. Deze minimum voedersnelheden gelden voor uitkuilmethoden die een effen snijvlak achterlaten. Wanneer dat niet het geval is, bijvoorbeeld bij gebruik van een frontlader, kan er gemakkelijker lucht in de kuil dringen, waardoor er een hogere voedersnelheid vereist is.

Als er te veel verliezen zijn in de randlagen en op het snijvlak, kan het plaatselijk toedienen van schimmelwerende producten (o.m. op basis van propionzuur) een hulpmiddel zijn. Diverse producten zijn hiervoor op de markt. Op bedrijven waar broei een probleem is, kan het toedienen van een broeieremmer (inoculant) aan de volledige kuil verantwoord zijn, vooral aan de zomerkuil. Deze producten worden op de hakselaar gedoseerd. Enkele additieven die blijkbaar resultaat geven zijn o.a. Eurosil maïs, Lalsil Fresh, EM silage.

Er is recent aangetoond dat de pensafbreekbaarheid van het zetmeel en het eiwit toeneemt met de bewaarduur.

2 GRASKUILVOEDER EN GRASHOOI

Algemeen

Omdat de kwaliteit van gras sterk kan variëren, en omdat de kwaliteit door de oogst en de bewaring enkel kan verlagen, varieert de kwaliteit van geconserveerde graslandproducten nog meer dan die van vers gras. Vanuit voedertecnisch oogpunt is de grasoogst heel wat moeilijker dan de maïsoogst, omdat de veehouder bij de grasoogst beslissingen moet nemen die bepalend zijn voor de kwaliteit van het eindproduct, wat veel minder het geval is bij de maïs.

De gemiddelde samenstelling, verteerbaarheid en voederwaarde van graskuilvoeder zijn in tabel 4.2 weergegeven. Alhoewel de meeste waarden binnen de normaalvork zijn gelegen, kunnen er bij graslandproducten meer uitschieters voorkomen dan bij maïskuilvoeder. Parameters die nogal verschillen tussen voordroogkuil (VDK) en natte graskuil (NGK) zijn afzonderlijk voor beide bewaarmethoden weergegeven.

Graslandproducten hebben een hoger RE-, RC-, NDF- en ADF-gehalte dan maïskuilvoeder. Deze gehalten kunnen bij graslandproducten zeer sterk variëren onder invloed van het groeistadium bij maaien. Het RE-gehalte wordt daarenboven beïnvloed door de N-bemesting. Hoge eiwitgehalten zijn evenwel voor een groot deel afbreekbaar in de pens, resulterend in veel OEB.

Het celstofgehalte (RC, NDF, ADF) is een belangrijk kwaliteitscriterium dat vooral aangeeft in welk stadium het gras werd geoogst. Bij de interpretatie van het RC-gehalte op DS-basis moeten we evenwel rekening houden met het asgehalte. Hooi heeft meestal een hoger RC- en NDF-gehalte dan graskuilvoeder omdat gras voor hooi veelal in een ouder stadium wordt gemaaid. Daarenboven neemt het NDF-gehalte tijdens het hooien toe.



Vers gras heeft normaal een asgehalte van 90-100 g per kg DS. Tijdens de veldbewerkingen neemt dit asgehalte toe. Deze toename is meer uitgesproken naarmate het eindproduct natter is, omdat er dan meer as (grond) aan het gras blijft kleven. Dit asgehalte kan sterk variëren en is vooral afhankelijk van het terrein, van het type en de afstelling van de grasbewerkingstuigen, van de graszode en van het weer (al dan niet regen) tijdens de veldperiode. We moeten waakzaam zijn voor dit asgehalte omdat dit een verdunningseffect heeft op de voederwaarde. Streefdoel bij voordroogkuil en natte graskuil is een asgehalte van ca. 120 en 140 g per kg DS. De verteerbaarheid van graskuilvoeder ligt gemiddeld op het niveau van maïskuilvoeder, maar varieert meer. Deze variatie, net als de variatie in asgehalte, veroorzaken zeer uiteenlopende VEM-waarden. Het gemiddelde verschil in VEM-waarde tussen gras- en maïskuil is praktisch uitsluitend toe te schrijven aan het verschil in asgehalte.

Tabel 4.2 Graskuilvoeder: chemische samenstelling, verteerbaarheid en voederwaarde

	Gem.	Normaalkvork	
DS-gehalte (g/kg)			
Voordroogkuil (VDK)	450	350	550
Natte graskuil (NGK)	200	170	230
Chem. samenstelling (g/kg DS)			
Ruw eiwit	175	130	220
Ruwe celstof	245	210	280
Ether extract	35	28	42
Suikers (VDK)	80	25	135
NDF	470	410	530
ADF	250	215	285
As VDK	120	100	150
As NGK	140	110	170
Verteerbaarheid OS (%)			
	76	72	80
Voederwaarde (op DS)			
VEM	900	840	950
DVE* VDK (g)	68	55	80
DVE* NGK (g)	55	45	65
OEB* VDK (g)	55	20	90
OEB* NGK (g)	65	40	90
FOS _p (g)	510	470	550
Structuurwaarde (op DS)			
	2,90	2,45	3,35

*DVE/OEB 2007

Bronnen: ILVO-DIER, AVEVE

Vanwege de vrij hoge eiwitafbreikbaarheid van gras, die nog verhoogd wordt door het kuilproces, hebben graskuilvoerders een relatief lage DVE-waarde ten opzichte van het RE-gehalte. Door onder meer de hoge eiwitbestendigheid en het niet aanwezig zijn van fermentatieproducten, heeft hooi een hogere DVE-waarde dan kuilvoeder, en zelfs gemiddeld een negatieve OEB. Graslandproducten worden gekenmerkt door een uitgesproken variatie in OEB.

Het FOS_p-gehalte van geconserveerde graslandproducten varieert meestal tussen 470 en 550 en is vooral afhankelijk van de kwaliteit (groeistadium).

Graslandproducten zijn beter voorzien van mineralen, sporenelementen en vitamines dan maïskuilvoeder (zie hoofdstuk I). Er kan een duidelijk tekort zijn aan Mg, Na en Cu, maar dat kan verholpen worden door de bemesting.

Vroeger was de kwaliteit van graskuil uitgesproken lager dan die van maïskuil. Nu is dit verschil kleiner geworden. Het onderzoek en de voorlichting hebben de veehouder voortdurend gesensibiliseerd om meer aandacht te hebben voor de kwaliteit van graskuil en dat heeft duidelijk vruchten afgeworpen: er wordt in een jonger stadium gemaaid, er wordt geprobeerd voordroogkuil te maken en het gras(land) wordt met meer zorg behandeld, wat resulteert in een lager asgehalte. In 1983-1985 bleek het RC-gehalte van de graskuilen gemiddeld 266 g en het asgehalte 161 g per kg DS te bedragen. De laatste jaren bedroeg het RC-gehalte gemiddeld 245 g en het asgehalte 120 g per kg DS. Het verschil in asgehalte veroorzaakt echter een vertekend beeld van het intrinsieke verschil in RC-gehalte (groeistadium). Als het asgehalte in de eerstgenoemde drie jaar ook slechts 120 g per kg DS had bedragen, dan zou het gemiddelde RC-gehalte toen ongeveer 280 g per kg DS geweest zijn. De daling van het RC-gehalte in de betreffende periode met 35 g per kg DS zou betekenen dat het gras nu twee tot drie weken vroeger gemaaid wordt dan 25 jaar geleden. Door dit jonger maai-stadium en het lager asgehalte wordt de energiewaarde 160-170 VEM hoger geschat en is ook de opneembaarheid bij melkvee toegenomen. Van de VEM-stijging kan ongeveer 40 VEM toegeschreven worden aan het lager asgehalte. Immers 10 g as minder betekent ongeveer 10 VEM meer.

Groeistadium van het gras bij maaien

Naarmate het groeistadium vordert, dalen het RE-gehalte en de verteerbaarheid, terwijl het celstofgehalte toeneemt. Bijgevolg dalen de VEM-, DVE- en OEB-gehalten. Gemiddeld daalt de VEM-waarde met 7 eenheden per dag later maaien. De DVE- en OEB-daling is moeilijker te kwantificeren. De dagelijkse veranderingen zijn uiteraard gelinkt met de groeisnelheid, en dus afhankelijk van het seizoen en het weer.

Ook de opname daalt gevoelig naarmate het gras in een ouder stadium werd gemaaid. Gebaseerd op de ILVO-resultaten van 14 natte graskuilen, 23 voordroogkuilen en 16 partijen hooi zou de RV-opname bij Holstein koeien gemiddeld met respectievelijk 0,021, 0,024 en 0,048 kg DS dalen per gram hoger RC-gehalte in de droge stof. Daarom is het effect van het groeistadium kleiner bij kuilvoeder dan bij hooi (zie ook figuur 3.2).

Voor het bekomen van goede kwaliteit moet dus in de eerste plaats in een jong stadium gemaaid worden. Het optimaal oogststadium is een compromis tussen kwaliteit en hoeveelheid. Het belang van elk hangt vooral af van het gebruiksdoel en de RV-voorziening. Zeer goede kwaliteit is bijvoorbeeld veel belangrijker voor hoogproductieve koeien dan voor zoogkoeien of droogstaande koeien. Op sommige bedrijven is de limiet echter bereikt. De verteerbaarheid hoeft niet hoger te zijn dan ongeveer 78% en het RC-gehalte niet lager dan ongeveer 230 g per kg DS, omdat anders het risico bestaat op een minder goede benutting. Bovendien is graskuil belangrijk om structuur aan te brengen in het rantsoen.

Conserveringvorm van het gras

In een natte graskuil is de fermentatie intenser, wat resulteert in een hoger etherextractgehalte en een lager suikergehalte. Droge voordroogkuilen hebben geregeld suikergehalten van meer dan 10% (op DS), terwijl die in natte graskuilen amper een paar procenten bedragen. In een natte graskuil worden er meer zuren gevormd (azijnzuur, boterzuur, melkzuur) en is er meer eiwitafbraak, wat zich weerspiegelt in een hogere NH₃-fractie. Daarom zijn er in natte graskuilen meer fermentatieverliezen en meer DS-verliezen met het perssap. De verteerbaarheid van de organische stof is niet systematisch verschillend tussen natte graskuil, voordroogkuil en hooi. Omdat bovendien het hoger etherextract (hogere VEM) het hoger asgehalte (lagere VEM) nagenoeg compenseert, is er geen wezenlijk verschil in energiewaarde tussen de drie bewaarmethoden. Dit geldt voor zover er geen noemenswaardige neerslag was tijdens de veldperiode. De negatieve invloed van neerslag op de voederwaarde is groter naarmate het gras langer gemaaid is.

Doordat er een positief verband bestaat tussen het DS-gehalte en de eiwitbestendigheid, heeft voordroogkuil een hogere DVE-waarde dan natte graskuil, en hooi een hogere DVE-waarde dan kuilvoeder.

In een groot aantal vergelijkende proeven was de DS-opname van de voordroogkuilen gemiddeld 15% hoger dan die van de natte graskuilen van hetzelfde uitgangsmateriaal. Maar dit verschil varieerde nogal. Uit de talrijke ILVO-proeven blijkt dat bij eenzelfde RC-gehalte de DS-opname 23% hoger zou zijn bij voordroogkuil dan bij natte graskuil. Voordrogen werkt dus als het ware krachtvoederbesparend, en doet de melkproductie niet noodzakelijk verhogen. Boven een DS-gehalte van (35-) 40% stijgt de opname meestal niet meer verder.

Aangezien er in voordroogkuil geen sapverliezen zijn, en ook minder fermentatieverliezen, liggen de totale bewaarverliezen duidelijk lager dan in een natte graskuil. Daarnaast biedt voordroogkuil meer comfort omdat hierbij de hinderlijke geur van nattegraskuil afwezig is. Er zijn dus meerdere argumenten om naar voordroogkuil te streven. Anderzijds zijn er bij voordroogkuil meer veldverliezen en is er meer werk. Het DS-gehalte moet, mede door het gevaar op schimmelvorming, niet hoger zijn dan 35-40%, zodat de veldperiode bij gunstig weer beperkt kan worden tot 1-2 dagen.

Bij eenzelfde RC-gehalte is het opnameverschil tussen hooi en kuilvoeder afhankelijk van het groeistadium (figuur 3.2).

Deeltjeslengte bij het inkuilen

De samenstelling van de kuilvoerders blijkt weinig beïnvloed te worden door de deeltjeslengte, met uitzondering van het RC-gehalte dat tijdens de bewaring iets meer kan toenemen in lang kuilvoeder dan in gehakselde kuilen. Dit kan wijzen op meer omzettingen van fermenteerbare bestanddelen (niet celstof) in lang materiaal.

De hakselbaarheid heeft geen belangrijke invloed op de verteerbaarheid en de VEM-waarde van het kuilvoeder. Toch laten de resultaten een licht positief effect op de verteerbaarheid vermoeden van het verkleinen van lang gras bij het inkuilen; zeer sterke verkleining (5 mm t.o.v. 22 mm in de proeven) lijkt eerder een negatieve invloed op de verteerbaarheid te hebben. Een iets betere vertering van gehakseld graskuilvoeder zou verklaard kunnen worden deels door een betere toegankelijkheid van de structurele bestanddelen voor de micro-organismen in de pens en deels ook door een eventuele betere bewaring van het fijnere kuilvoeder. Naarmate echter de partikelgrootte van de deeltjes in de pens kleiner wordt, kunnen ze ook vlugger de pens verlaten en verkort de beschikbare tijd voor microbiële vertering van de structurele bestanddelen. Bij zeer sterke verkleining van het graskuilvoeder zou de negatieve invloed van de passagesnelheid geleidelijk de bovenhand kunnen halen op de positieve invloed van de betere toegankelijkheid en de eventuele betere bewaring. Dat resulteert dan in een negatieve totaal invloed op de verteerbaarheid. Als er dus verschillen zijn in verteerbaarheid en voederwaarde, dan is dit in het voordeel van normaal gehakselde graskuil (afgestelde haksellengte 20-30 mm).

Proeven uitgevoerd op het ILVO en elders tonen aan dat een kleinere deeltjeslengte van graskuil een uitgesproken hogere voederopname als gevolg heeft. De verhoogde opname is dan ook het grootste voordeel van hakselen tegenover inkuilen onder lange vorm. Omwille van structuur is het toch aan te raden voordroogkuil niet fijner te hakselen dan op 10 mm. Bij gebruik van een opraapwagen is een groot aantal messen aan te bevelen.

De formules om de opneembaarheid van graskuil te schatten (zie hoofdstuk III punt 4) gelden voor een normale haksellengte (20-30 mm). Bij lang materiaal is het wenselijk een negatieve correctie toe te passen van minstens 15%.

Asgehalte

De voederwaarde wordt gedrukt naarmate het asgehalte toeneemt (verontreiniging met grond). Een eenvoudig voorbeeld zal dit verduidelijken. Wanneer een graskuil met 120 g as per kg DS, 860 VEM bevat, dan zou die VEM-waarde slechts 782 bedragen wanneer hierin 200 g as voorkomt. Maatregelen treffen om de verontreiniging met grond tot een minimum te beperken is dus uiterst belangrijk. Een hoger asgehalte drukt de andere gehalten in het kuilvoeder. Houd hier rekening mee wanneer bijvoorbeeld het RC-gehalte als indicator van het groeistadium wordt gebruikt.

Bewaring

Een goede bewaring betekent een snelle verzuring met vooral vorming van melkzuur en een snelle pH-daling tot een niveau waarbij de ontwikkeling van boterzuurbacteriën sterk is afgeremd (pH 4,2). Deze pH is niet nodig en ook niet mogelijk in voordroogkuil. Daarnaast is er best zo weinig mogelijk eiwitafbraak in de kuil (lage NH₃-fractie). Een snelle verzuring kan in de hand gewerkt worden door een zuur toe te voegen, door melkzuur (vormende) bacteriën (inoculanten) toe te voegen, of door voedsel voor de melkzuurbacteriën toe te voegen, zoals vooral suikers. Naast de drie belangrijkste groepen bewaarmiddelen, namelijk zuren, inoculanten en suikers, moet nog zout vermeld worden, dat conserverend werkt via de verhoging van de osmotische druk.

Voeders die op zichzelf goed fermenteren zoals kuilmaïs en voordroogkuil, hebben geen bewaarmiddel nodig. Bij natte graskuil kan een bewaarmiddel overwogen worden. Het laag DS-gehalte, het hoog eiwitgehalte en het hoog asgehalte, verhinderen namelijk een goede bewaring.

Onder de zuren is mierenzuur het meest geteste en meest effectieve bewaarmiddel. Het is evenwel corrosief en irriterend, zodat u de nodige voorzorgen moet nemen bij gebruik. Door een goed bewaarmiddel worden de fermentatieverliezen gedrukt, maar niet de sapverliezen. De energiewaarde wordt maar weinig verhoogd. Van mierenzuur is echter geweten dat algemeen de kuilvoederopname wordt verhoogd.

Mierenzuur toevoeging aan natte graskuil brengt de opname ongeveer op het niveau van voordroogkuil. Dit gunstig effect wordt ook soms vastgesteld bij gebruik van inoculanten en suikers, maar kan minder veralgemeend worden. De toevoeging van inoculanten kan pas zinvol zijn wanneer er voldoende suikers aanwezig zijn; dus niet na een lange veldperiode tenzij ook suikers worden toegevoegd. Suiker kan via melasse toegediend worden. Het probleem hierbij is de grote dosis die nodig is, namelijk 3-4% op het gewas als dusdanig. Dit betekent bij natte graskuil ongeveer 16% DS) ongeveer 750 kg melasse per ha per snede. Dit is de reden waarom melassetoevoeging nagenoeg niet wordt toegepast. Van zout zou voor een goed bewaareffect 1,5 – 2% op het product (niet op DS-basis) moeten toegediend worden. Vandaag worden in de nieuwe generatie inoculanten, melkzuurbacteriën gecombineerd met enzymen die de celwanden afbreken waarbij er suiker vrij komt voor de melkzuurbacteriën in de kuil. Er zijn indicaties dat deze nieuwe inoculanten de pH drukken, meer melkzuur vormen en resulteren in een lagere ammoniakfractie, zelfs in voordroogkuilen.

3 INGEKUILDE ONRIJPE GRAANGEWASSEN

Met gehele plant silage of GPS wordt bedoeld een graangewas dat in een onrijp stadium als totale plant wordt ingekuild. Momenteel zijn allerlei varianten gangbaar, gaande van GPS over hogere maaihoogte tot graanarensilage. Uiteraard verhogen met hogere maaihoogten ook de voederwaarde en de opneembaarheid. In normale omstandigheden is de teelt van granen om als GPS geoogst te worden economisch minder interessant dan die van kuilmaïs. Dat is te wijten aan de lagere opbrengst en voederwaarde.

Het DS-gehalte van GPS varieert meestal tussen 250 en 400 g per kg DS. Dit is vooral afhankelijk van het rijpheidsstadium en het graanaandeel. GPS heeft een RE-gehalte van ongeveer 90 g per kg DS. Het RC-gehalte is tamelijk hoog (ongeveer 280 g/kg DS voor triticale-GPS en ongeveer 250 g/kg DS voor tarwe-GPS) waardoor de verteerbaarheid laag is (62-68%) in vergelijking met maïs- en graskuilvoeder (ongeveer 75%). Het asgehalte is afhankelijk van de oogstmethode en benadert eerder dat van graskuilvoeder. Hierdoor en vooral door de lage verteerbaarheid is de VEM-waarde laag (700-800 op DS). Tarwe-GPS heeft een hogere verteerbaarheid en VEM-waarde dan gerst-GPS, terwijl triticale-GPS tussen de twee ligt. GPS heeft een lagere eiwitbestendigheid en een lagere verteerbaarheid van het bestendig eiwit dan maïskuilvoeder, wat resulteert in een lagere DVE-waarde (35-40 g/kg DS in de ILVO-proeven). Het FOS_p-gehalte ligt meestal tussen 500 en 570 g. Aan triticale-GPS met 280 g RC per kg DS wordt een structuurwaarde van 2,80 toegekend.

Uit een 20-tal opnameresultaten uit de literatuur lijkt het verdedigbaar een opneembaarheid voor te stellen van 11,5 kg DS voor triticale-GPS (280 g RC/kg DS) en van 12,2 kg DS voor tarwe-GPS (250 g RC/kg DS). ILVO-proeven toonden een lagere opneembaarheid aan voor gerst-GPS.

Uit al deze bevindingen kan worden besloten dat GPS minder past in het rantsoen van productief melkvee.

4 RODE KLAVER/LUZERNE

Voor een goede bewaring is het nodig dat rode klaver voorgedroogd wordt (35-40% DS) of dat een efficiënt bewaarmiddel wordt toegevoegd. Men moet echter de veldbewerkingen in klaver beperken omdat anders te veel blad verloren gaat, wat meteen de voederwaarde drukt.

Het RE-gehalte van rode klaver is niet hoger dan van gras terwijl luzerne 10-30 g meer RE bevat. Het eiwit wordt echter in grote mate in de pens afgebroken waardoor de DVE-waarde relatief laag is, en de OEB vrij hoog. Klaverkuil heeft een RC-gehalte dat vergelijkbaar is met dat van graskuil, maar heeft een lager NDF-gehalte omdat klaver minder hemicelulose bevat. Luzerne heeft vaak een hoger RC-gehalte. Klaver- en luzernekuil hebben meestal een hoger asgehalte dan graskuil.

De OS-verteerbaarheid van klaver en luzerne is eerder laag (63-70%), maar zou minder snel dalen met het groeistadium. De VEM-waarde is dan ook niet hoog. De waarde bedroeg in een ILVO-proef met rode klavervoordroogkuil (244 g RC, 199 g as) 741, terwijl die gemiddeld slechts 689 bedroeg voor 4 weinig voorgedroogde klaverkuilen die bovendien een asgehalte hadden van gemiddeld 216 g per kg DS. De bepaalde DVE- en OEB-waarden van de klavervoordroogkuil bedroegen respectievelijk 56 en 18 g per kg DS. Daarom kan klaver niet als een echt eiwitvervangend gewas beschouwd worden. Voor ingekulde luzerne met 290 g RC per kg DS, vermeldt het CVB (2007) een VEM-, DVE- en OEB-waarde van respectievelijk 681, 43 en 89 g.

Er mag voor klaver- en luzernekuil algemeen een hogere opneembaarheid aangenomen worden dan voor graskuil met hetzelfde RC-gehalte. Dit verschil mag op 10% geraamd worden. De hogere opname kan waarschijnlijk toegeschreven worden aan de hogere afbraaksnelheid in de pens. Klaver- en luzernevoordroogkuilen hebben geen specifieke invloed op de melkproductie en de melksamenstelling.

5 VOEDERBIETEN, PERSPULP, AARDAPPELEN, BIERDRAF

Voederbiet is het gewas dat de hoogste VEM-opbrengst per ha kan leveren, en in vergelijking met maïskuil en graskuil de laagste kostprijs per voederwaarde-eenheid heeft. Perspulp is, vooral vanwege zijn gewenste eigenschappen met betrekking tot de melkproductie en -samenstelling, een zeer gegeerd voedermiddel op goede melkveebedrijven. Aardappelen worden geregeld voor de rundveevoeding aangeboden. Heel wat melkveebedrijven verkiezen verse of ingekulde bierdraf in te schakelen

Bieten worden gekenmerkt door een laag RC-gehalte (ongeveer 60 g/kg DS), een hoog suikergehalte (500-650 g/kg DS) en een hoge verteerbaarheid (90-93%). Het suikergehalte (op DS) is hoger naarmate het DS-gehalte hoger is, en daalt ietwat tijdens de bewaring (ademhaling). Het RE-gehalte kan sterk variëren (90-160 g/kg DS) en is lager bij hogere DS-gehalten. Ook de cultivar, de bemesting, de oogstdatum, de bodemsoort en de bewaarduur zijn mee verantwoordelijk voor de grote variatie in ruweiwitgehalte. Het totale asgehalte kan, vooral in relatie tot de verontreiniging met grond, courant variëren van 90 tot 170 g per kg DS. Dit heeft uiteraard een aanzienlijke weerslag op de voederwaarde per kg DS. Bieten zijn arm aan Ca en bevatten ook te weinig P en Mg, maar bevatten daarentegen genoeg Na en veel K.

De verteerbaarheid van de organische stof is zeer hoog (91%) en bijna constant. Bijgevolg is ook de VEM-waarde van de organische stof zeer hoog en bijna constant, namelijk 1186 voor 6 partijen van het ILVO. Dit impliceert dat de VEM-waarde van de drogestof varieert in functie van het asgehalte en dat ze berekend kan worden met de volgende formule:

$VEM_{DS} = 1186 \times (1000 - g \text{ AS/DS})/1000$. Bij een gemiddeld asgehalte van 125 g/DS geeft dit $1186 \times 0,875 = 1038$ VEM op DS. Bieten hebben een zeer hoge FOSp (ongeveer 745). Voor voederbieten mag een gemiddelde DVE-waarde van ongeveer 100 op DS aangenomen worden. De OEB is negatief en kan, afhankelijk van het RE-gehalte, zeer sterk schommelen. Aan voederbieten wordt een structuurwaarde van 1,05 toegekend.

Uit de talrijke voederopnameproeven mag besloten worden dat bieten een opneembaarheid hebben die tussen die van klassieke ruwvoerders en die van krachtvoeder ligt. Er is een opneembaarheid van 16 kg DS afgeleid. Dit betekent dat bieten de potentiële ruwvoedermelkproductie verhogen, waardoor een KV-besparing mogelijk is.

Bieten verhogen het melkvet- en melkeiwitgehalte. Vooral vanwege het hoog suikergehalte, moeten bieten beperkt worden, zodat dat de limiet van 15% suiker in het rantsoen niet overschreden wordt. Wanneer geen andere suikerrijke voedermiddelen in het rantsoen voorkomen, betekent dit dat hoogstens 4-5 kg DS bieten mag verstrekt worden. Overschrijdt men deze grens, dan wordt er te veel boterzuur in de pens gevormd, met een gedrukte melkproductie en een extra verhoogd melkvetgehalte als gevolg.

Bieten kunnen ook ingekuild worden tussen maïs. Ze behouden hun hoge verteerbaarheid maar omdat er wat grond in de kuil gebracht wordt, wordt ook de VEM een paar procenten gedrukt tegenover verse bieten. Ingekuilde bieten zijn goed voor de melkproductie, ze verhogen ook het melkvetgehalte, terwijl het melkeiwitgehalte ongewijzigd blijft. Om sapverliezen te beperken, streeft men best naar een DS-gehalte van de mengkuil van minstens 28%. Het is dan ook raadzaam de maïs in een rijper stadium te oogsten.

Perspulp van suikerbieten heeft een vrij constante samenstelling. In tegenstelling tot bieten, heeft perspulp een RC-gehalte dat vergelijkbaar is met dat van maïskuilvoeder. Perspulp is ruim voorzien van Ca, maar bevat te weinig P, en is ook arm aan vitamines. De OS-verteerbaarheid, bepaald op 10 partijen door het ILVO, is hoog (89%), en varieert slechts binnen een vork van 3%-eenheden. Dit betekent dat de VEM-waarde van de organische stof ook nagenoeg constant en hoog (1150) is. De VEM-waarde op de drogestof is daarom bijna volledig afhankelijk van het asgehalte, dat meestal varieert tussen 40 en 100 g per kg DS:

$VEM_{DS} = 1150 \times (1000 - g \text{ AS/DS})/1000$. Daar perspulp een hoge FOSp heeft (ongeveer 600), bedraagt de DVE gemiddeld 100 g per kg DS, terwijl de OEB gemiddeld op -55 g geraamd kan worden. Ook aan perspulp wordt een structuurwaarde van 1,05 toegekend.

Perspulp heeft dezelfde opneembaarheid als voederbieten (16 kg DS), werkt melkproductie- en eiwitgehaltestimulerend en drukt het melkvetgehalte.

Perspulp van cichoreiwortels is het restproduct na de extractie van inuline. Het product is vrij goed vergelijkbaar met bietenpulp. De goede verteerbaarheid resulteert in een VEM-waarde van 980 en 580 g FOS_p, terwijl de eiwitwaarde 85 g DVE en -55 g OEB zou bedragen. Een Nederlandse proef wijst op een zeer goede opneembaarheid.

Rauwe aardappelen bevatten zeer weinig ruwe celstof, maar zijn zeer rijk aan zetmeel (meestal 600-700 g/kg DS). Het asgehalte bedraagt meestal iets meer dan 100 g per kg DS en varieert niet zo veel. Aardappelen zijn arm aan Ca, P, Na en Mg. In vergelijking met andere supplementen hebben aardappelen de hoogste OS-verteerbaarheid (94%) die daarenboven nauwelijks varieert. Bijgevolg kan een constante VEM-waarde op de organische stof aangenomen worden van 1280, en kan die op de drogestof geschat worden met de formule:

$VEM_{DS} = 1280 \times (1000 - g \text{ AS/DS})/1000$. Bij 100 g as per kg DS komt dit neer op 1152 VEM per kg DS.

Omdat aardappelen veel zetmeel bevatten waarvan een deel pas in de dunne darm wordt verteerd, is de FOS_p (ongeveer 550) heel wat lager dan van bieten en perspulp, waardoor ook de DVE-waarde lager is (gemiddeld 80 g/kg DS). De OEB is negatief (-35 g/kg DS). De structuurwaarde wordt op 0,70 geraamd.

Uit de ILVO-proeven kon voor rauwe aardappelen dezelfde opneembaarheid afgeleid worden als voor voederbieten en perspulp. Bij een overmaat aan zetmeel in het rantsoen kan de melkproductie iets gedrukt worden, vooral in de tweede helft van de lactatie, terwijl de koeien in gewicht toenemen. Bij een maïskuil/voordroogkuilrantsoen voedert men best niet meer dan 15 kg aardappelen en aan eerstelactatiedieren hoogstens 12 kg.

Aardappelen hebben geen specifieke invloed op de melkproductie; het melkeiwitgehalte verhoogt en ook het vetgehalte kan bij een grote hoeveelheid aardappelen eerder verhogen.

Ook aardappelen kunnen met maïs ingekuild worden. In tegenstelling tot bieten, waarvan het suiker in het kuilmilieu nagenoeg volledig fermenteert, blijft het aardappelzetmeel intact. De hoge verteerbaarheid, VEM-waarde en opneembaarheid blijft na het inkuilen behouden.

Bij **bierdraf** onderscheiden we gewone draf (220-230 g DS) en persdraf (270-280 g DS). Persdraf geeft bijna geen sapverliezen meer. Draf bevat zeer veel eiwit (ongeveer 280 g per kg DS), 130-180 g RC en een tamelijk hoog vetgehalte dat in kuilvoeder meestal oploopt tot 90 à 100 g. Het asgehalte bedraagt amper 40-45 g. Bierdraf bevat te weinig Ca, Mg en Na, maar is rijk aan P en goed voorzien van sporenelementen. De OS-verteerbaarheid is laag en bedroeg in de ILVO-proeven slechts 66 en 62% respectievelijk voor de verse en ingekilde gewone draf. Dit wordt voor de energiewaarde gecompenseerd door het hoog vet- en laag asgehalte, zodat toch nog ongeveer 940 VEM op de DS wordt gehaald. De DVE bedraagt ongeveer 140 g en de OEB ongeveer 60 g. Door de lage verteerbaarheid zou de FOSP slechts ongeveer 360 g bedragen. Aan traditionele draf kon een structuurwaarde van 1 toegekend worden, terwijl door de kleinere deeltjesgrootte van persdraf de structuurwaarde werd gereduceerd tot 0,85.

De passagesnelheid van draf door het voermagen is eerder laag, waardoor draf soms de voederopname drukt. Het is een gewaardeerd voedermiddel omwille van zijn gunstig effect op de melkproductie, terwijl het melkvetgehalte gedrukt wordt bij nagenoeg gelijkblijvend melkeiwitgehalte.

Nat maïs glutenfeed dat gecommmercialiseerd wordt onder de naam Proficorn en ingekuild wordt, heeft ongeveer 42% DS en een geschatte voederwaarde van 1000 VEM, 100 g DVE en 20 g OEB per kg DS. Praktijkproeven hebben aangetoond dat dit product ter vervanging van perspulp en krachtvoeder de melkproductie stimuleert (+ 0,7 kg), terwijl de vet- en eiwitgehalten gelijk blijven of lichtjes toenemen.

Er komen zeer grote hoeveelheden bijproducten van de bio-ethanolproductie ter beschikking van de dierenvoeding. In België zijn er 3 productie-eenheden van bio-ethanol, die samen 6 bijproducten op de markt brengen waarvan 2 droge, 3 vloeibare en 1 nat (in te kuilen) product. De droge producten zijn eigenlijk krachtvoedergrondstoffen en worden bij punt 7 (krachtvoedervervangers) besproken.

Bij de vloeibare producten onderscheiden we **Tarweferm, ProtiWanze en Protisyr**. Ze hebben een DS-gehalte van om en bij de 30%. In het ILVO-onderzoek waarbij van elk bijproduct meerdere partijen werden geanalyseerd, bedroeg het gemiddeld RE-gehalte van Tarweferm, ProtiWanze en Protisyr respectievelijk 275, 338 en 367 g per kg DS. Het zijn dus eiwitrijke producten. Een juiste VEM- en DVE-waarde is echter nog niet bepaald. Schatting aan de hand van labotechnieken laten evenwel een hoge VEM-waarde vermoeden. Praktijkproeven waarbij 10 kg Tarweferm per koe werd verstrekt ter vervanging van krachtvoeder, toonden eerder een gunstig effect aan op de melkproductie zonder systematische beïnvloeding van de melksamenstelling. Daarom kunnen deze vloeibare producten met succes in het melkveerantsoen ingeschakeld worden. Ze vereisen evenwel een investering in een opslagsilo met een pompinstallatie, en om ze handig te kunnen toedienen beschikt men best over een voedermengwagen.

Het natte in te kuilen product wordt onder de naam **Protistar** op de markt gebracht. Het heeft een gemiddeld DS-gehalte van 32% en is eveneens eiwitrijk (+ 320 g/kg DS). De DVE- en VEM-waarden zijn nog niet op dieren bepaald, maar een labomethode schat de VEM-waarde hoog in (1080/kg DS). In een praktijkproef was Protistar evenwaardig aan bierdraf voor wat betreft melkproductieresultaten.

Een afgeleid product, **Protigold**, is een mengsel van Protistar, Protisyr en DDGS dat ingekuild moet worden. Door de aanwezigheid van DDGS heeft dit een DS-gehalte van ongeveer 40%, bevat ongeveer 330 g RE in de DS en zou een VEM-waarde hebben van ruim 1100 (geschat met labomethode).

6 VERS GRAS

Vers gras is kwantitatief een zeer belangrijk voedermiddel in de melkveevoeding. Bovendien is het goedkoop en kan het van zeer goede kwaliteit zijn.

Een goede melkveevoeding in de weideperiode is om meerdere redenen niet zo eenvoudig:

- onregelmatig grasaanbod;
- wisselende graskwaliteit;
- lagere voederopname door weersinvloeden.



De voederwaarde van vers gras hangt vooral af van het groeistadium. Gemiddeld kan men voor goed jong gras een VEM- en DVE-waarde aannemen van respectievelijk ongeveer 1.000 en 95 g per kg DS. De OEB kan voor dergelijk gras gemiddeld op 60 g geraamd worden, maar is nogal afhankelijk van de N-bemesting en het seizoen. Ook het FOS_p-gehalte is tamelijk hoog: ongeveer 560 g. Al deze waarden dalen gevoelig naarmate het gras ouder is. De VEM- en DVE-waarden veranderen weinig in de loop van het seizoen. Goed gras bevat 210-230 g RC en ongeveer 100 g as. Het suikergehalte van gras bedraagt gemiddeld 100 g per kg DS maar is zeer variabel. Dit gehalte stijgt naar de avond toe en daalt in de loop van de zomer.

Gras bevat 2 tot 4% vet, dat vooral in het voorjaar uit een groot aandeel onverzadigde vetzuren bestaat. Dit geeft soms aanleiding tot een gedrukt melkvetgehalte met een verhoogd aandeel omega-3 vetzuren en CLA.

Gras bevat meestal voldoende Ca en P, kan voldoende Mg en Na aanbrengen wanneer het grasland oordeelkundig bemest wordt, maar bevat vaak te veel K, wat aanleiding kan geven tot slappe mest (ook door te veel eiwit).

Bepaalde sporenelementen zijn soms marginaal zoals Cu, I, Se en Co. Gras is rijk aan β -caroteen en bevat voldoende vitamine E. Behalve wanneer gras zeer jong is, is er in de weideperiode geen risico op structuuregrek.

De opname van gras kan sterk variëren afhankelijk van de kwaliteit, het grasaanbod, de botanische samenstelling van het grasbestand, het weer, de smakelijkheid ... Uiteraard wordt er meer opgenomen wanneer het gras jonger is. Bij omweiden is er sprake van voldoende grasaanbod als het gras op het moment van inscharen een lengte heeft van 12-15 cm. Ervan uitgaande dat een koe ongeveer 15 kg DS gras per dag kan opnemen en er ongeveer 2 kg DS beweidingsverliezen zijn, is er per koe en per dag ongeveer 1 are nodig wanneer geen maïskuil wordt bijgevoerd. Bij standweiden wordt de graslengte best op 10 à 12 cm gehouden omdat de grasgroei dan maximaal is. Beneden 7 cm kunnen de dieren te weinig gras opnemen. Bij regenweer en bij zeer hoge temperaturen is de grasopname gedrukt. Ook kroonroestinfectie lijkt de opname te verlagen door verminderde smakelijkheid. Bovendien kan bij een lagere kwaliteit de grasopname heel wat lager zijn dan 15 kg DS.

Door al de invloedsfactoren op de inhoud en opname van gras, is het zeer moeilijk om de mogelijke ruwvoedermelkproductie in de weideperiode te schatten. De melkveevoeding is dan ook beter te beheersen in de stalperiode dan in de weideperiode. In het voorjaar (mei, juni) kan bij volwassen productieve koeien die dag en nacht voldoende goed gras beschikbaar hebben, een grasopname van 15 tot 16 kg DS verwacht worden. Hiermee kan circa 22 kg ruwvoedermelk geproduceerd worden; in ideale omstandigheden kan dit zelfs oplopen tot 25 kg Mm. Bij tweedelactatiedieren en bij vaarzen ligt de mogelijke RV-melkproductie uit gras respectievelijk 1-2 en 3-4 kg Mm lager (inclusief groeitoeslag). Het is aan te bevelen een dalende RV-melkproductie in de loop van de weideperiode aan te nemen.

Witte klaver in een weidebestand



Als gevolg van de vrij hoge N-bemesting was witte klaver nagenoeg uit ons grasland verdwenen. Vandaag krijgt die opnieuw een kans. Witte klaver bestaat grotendeels uit blad, waardoor het ruw eiwitgehalte, de verteerbaarheid en de VEM- en DVE-waarde minstens even hoog zijn als bij gras. Witte klaver bevat minder celstof en suiker, maar meestal iets meer as. In de loop van het seizoen daalt de energiewaarde van witte klaver, terwijl de OEB toeneemt bij gelijkblijvende DVE. Witte klaver heeft een hogere opneembaarheid dan gras. De opnameverhoging door witte klaver blijkt nog wat groter te zijn wanneer maïskuil wordt bijgevoerd.

Door de gunstige eigenschappen van witte klaver, kan vaak enige melkproductieverhoging verwacht worden.

Door het hoger ruw eiwitgehalte in klaver kan de eiwitbenutting iets minder goed zijn, wat resulteert in een tendens tot hogere N-excretie.

Witte klaver heeft het nadeel pas later in het seizoen op gang te komen, terwijl rode klaver vroeger ontwikkelt.

Bijvoederen van maïskuil

Het is een goede praktijk om in de weideperiode een beperkte hoeveelheid maïskuilvoeder (3-5 kg DS) bij te voeren. Dit brengt zetmeel aan, wat nuttig kan zijn voor hoogproductief melkvee en die bijvoeding stabiliseert de penswerking. Een aanwijzing voor de betere penswerking is de opnameverhoging (0,5 – 1,0 kg DS) door maïskuil bij te voeren. Vooral bij minder goed gras, komt deze verhoogde voederopname tot uiting. Dit resulteert in een hogere ruwvoedermelkproductie uit de energie waardoor de werkelijke melkproductie toeneemt en/of krachtvoeder kan worden bespaard. Als zeer jong gras als enig ruwvoeder wordt gebruikt, wordt door de minder goede benutting vaak niet de verwachte melkproductie bekomen. Het is aangetoond dat maïskuilbijvoeding in dit geval een oplossing biedt. Met het oog op een stabielere penswerking is het aan te bevelen de maïs in 2 beurten te verstrekken. Meestal wordt de DVE-opname door maïskuilvoeding gedrukt, waardoor het soms aangewezen is bij eiwitarm gras een eiwitcorrector te voeren. Het melkureumgehalte kan u helpen beslissen.

Maïsbijvoeding vermindert het risico op nitraatvergiftiging en op kopziekte. Dit komt door het lager kalium- en stikstof(eiwit)gehalte bij maïskuil. Daarenboven vormt de bijvoeding een buffer tegen een verlaagde grasopname in minder gunstige omstandigheden zoals regen, droogte en te laag grasaanbod. Maïsbijvoeding zal ook de N-uitstoot in het milieu verlagen. Dit komt ook tot uiting in een lager melkureumgehalte.

Wat bij hittestress?

Naarmate het productieniveau hoger is, treedt er vlugger hittestress op. Symptomen en gevolgen zijn een sterk gestegen melkureumgehalte, een lagere voederopname, een gedrukte melkproductie met een lager vet- en eiwitgehalte en een versnelde ademhaling. Het bloed dreigt te verzuren en door transpiratie is er extra natriumverlies. Daarom kan het aangewezen zijn natriumbicarbonaat bij te voeren. Om tegemoet te komen aan de lagere grasopname moet er ruim bijgevoerd worden met vers maïskuilvoeder. Een energierijk krachtvoeder is gewenst. Siëstabeweidings is bij hittestress te overwegen.

7 KRACHTVOEDERVERVANGERS

7.1 Ingekuilde maïskolven

Ingekuilde maïskolven (**MKS, CCM**) kunnen in het melkveerantsoen ingeschakeld worden. Het voederen van bijvoorbeeld MKS veronderstelt wel dat het basisrantsoen in de winter al voor een groot deel uit kuilmaïs bestaat; anders was beter wat meer kuilmaïs geoogst in plaats van MKS. Een rantsoen op basis van kuilmaïs heeft een tekort aan eiwit. Dit moet in evenwicht gebracht worden met een eiwitcorrector. Zo'n basisrantsoen, inclusief de eiwitcorrector, volstaat al gauw voor 20-22 kg melk. Enkel de koeien die meer produceren, hebben nog evenwichtig KV nodig dat eventueel vervangen zou kunnen worden door bijvoorbeeld MKS, een eiwitcorrector en een kern. Voedert men bijvoorbeeld 5 kg MKS en de nodige eiwitcorrector, dan volstaat dit al voor circa 30 kg melk. Geeft men dit ook aan de koeien met een lagere productie, dan neemt een gedeelte van de MKS de plaats in van ruwvoeder, wat economisch gezien geenszins interessant is. Het voederen van ingekuilde maïsproducten zou dus economisch het best voorbehouden worden voor koeien met een hoge dagproductie. Ook om voedertechische redenen moet de hoeveelheid maïsproducten, omwille van een limiet in zetmeelgehalte, in het melkveerantsoen beperkt worden. Alhoewel hier geen concrete normen voor zijn, is het waarschijnlijk raadzaam als limiet circa 25% zetmeel in de DS van het totale rantsoen in te zetten. Voor hoogproductieve koeien kan dit een paar procenten hoger zijn, voor matig productieve koeien een paar procenten lager.

De vervanging van KV door ingekuilde maïsproducten heeft steeds enige negatieve invloed op de RV-opname; ook blijkt er een tendens tot een lagere totale DS-opname en een lagere energieopname te zijn.

De vervanging van krachtvoeder door een evenwaardige hoeveelheid ingekuilde maïsproducten heeft vaak een kleine melkproductiedaling als gevolg. Het melkvetgehalte kan gedrukt worden, terwijl het melkeiwitgehalte meestal ongewijzigd blijft.

Daarentegen is droog maïsgraan zeker een waardevolle KV-vervanger. Maïsgraan, zeker droog graan, wordt beter gemalen dan geplet.

7.2 Tarwe

Tarwe is een waardevolle krachtvoedergrondstof en kan dan ook gedeeltelijk het krachtvoeder vervangen. Het is evenwel een zetmeelrijk voedermiddel dat snel (in de pens) verteert. Daarom is waakzaamheid geboden ten aanzien van pensacidose bij rantsoenen met een marginale structuurvoorziening.

Tarwe wordt meestal vervoederd als droog gemalen of geplet graan. Inzake voederwaarde maakt dit voor tarwe geen verschil uit. Bij risico's op structuurgebrek geniet pletten evenwel de voorkeur. Als alternatief kan tarwe enerzijds ingekuild worden in het deegrijp stadium, en anderzijds kan ze behandeld worden met natriumhydroxyde (NaOH). Op het ILVO werd in samenwerking met het Landbouwcentrum voor Voedergewassen, de waarde van deze drie valorisatievormen voor melkvee vergeleken. De tarwe was van hetzelfde perceel afkomstig. Als getuige werd droge tarwe geplet.

Daarnaast werd een deel tarwe in het deegrijp stadium geoogst (ongeveer 60% DS), en werd er tijdens het pletten een bewaarmiddel toegediend om vervolgens ingekuild te worden. Voor de NaOH-tarwe werd er aan het intacte droge graan 3% NaOH toegevoegd net als 200 liter water per ton graan. Het op die manier ontsluiten van de tarwe zou de noodzaak om te malen of te pletten uitschakelen. De verteerbaarheid was voor de drie vormen dezelfde. De gehele tarwekorrels worden door de behandeling met NaOH dus normaal verteerd. De VEM-waarde was wel iets lager omdat het NaOH geen energie aanbrengt. Door NaOH-behandeling verschuift de zetmeelvertering van de pens naar de dunne darm waardoor de FOS_p-waarde merkkelijk lager is.

De DVE-waarde bedroeg 103, 125 en 76 g per kg DS, respectievelijk voor de geplette droge, de NaOH-behandelde en de ingekuilde tarwe. Een voederproef toonde aan dat NaOH-behandelde tarwe minstens even goed bruikbaar is in het melkveerantsoen als geplette tarwe, terwijl de ingekuilde tarwe het iets minder goed deed. Uit recent onderzoek is gebleken dat het inkuilen van gehele tarwe in natte voeders, zoals draf, geen optie is om het malen of pletten uit te schakelen.



In andere ILVO-proeven waarin krachtvoeder voor een groot deel werd vervangen door een aanzienlijke hoeveelheid geplette droge tarwe (3,4 kg DS), werd een lagere DS-opname bekomen voor het rantsoen met tarwe (20,1 ten opzichte van 21,2 kg), hoewel er voldoende structuur aanwezig was (hoog melkvetgehalte). Als gevolg was de melkproductie ook lager. Al is de structuurvoorziening in orde, toch blijkt de pensfermentatie bij grote hoeveelheden droge en ingekulde tarwe niet optimaal te verlopen, vermoedelijk als gevolg van het onbestendig zetmeel. Vijftien proeven waarin tarwe of gerst werden vergeleken met maïs (bestendiger), wijzen in dezelfde richting, aangezien er bij de maïssupplementatie gemiddeld 0,6 kg melk meer werd geproduceerd.

Dit werd niet bevestigd in een volgende proef waarin dezelfde hoeveelheid tarwe (3,4 kg DS) verstrekt werd aan minder hoog productieve koeien (ongeveer 24 kg M). In dit geval was er vaak te weinig KV in het rantsoen om te vervangen waardoor ook een deel van het ruwvoeder vervangen werd door tarwe. Dit is vanwege de kostprijs niet wenselijk.

7.3 Droge bijproducten van de bio-ethanolproductie

DDGS is het gedroogde bijproduct van de bio-ethanolproductie. Het in België geproduceerde product heet Proti-feed. Dit heeft ongeveer 92% DS en bevat ongeveer 350 g RE per kg DS. Omdat verondersteld mag worden dat de voederwaarde sterk kan variëren, zullen op het ILVO meerdere partijen op hun voederwaarde onderzocht worden. Momenteel is de voederwaarde van 4 partijen bij koeien (DVE) en schapen bepaald. De gemiddelde waarden bedroegen 1120 VEM per kg DS of 1030 VEM per kg en 216 g DVE per kg DS of ongeveer 200 g per kg. Daarom kan DDGS als een energie- en eiwitrijk voeder bestempeld worden. De FOSp is echter eerder laag. Twee praktijkproeven waarbij een gedeelte van het krachtvoeder werd vervangen door DDGS, resulteerden in minstens even goede productieresultaten. Er mag dus gesteld worden dat DDGS een zeer waardevolle krachtvoedergrondstof of krachtvoedervervanger is.

Een ander droog bijproduct is een mengsel van het vloeibare product Tarweferm en zemelen dat gedroogd wordt. Het wordt gecommmercialiseerd onder de naam **Amyplus**. Door het grote aandeel zemelen is het RE-gehalte niet hoog (ongeveer 180 g/kg DS) en kan dit, in tegenstelling tot de andere bijproducten van bio-ethanol, niet als een eiwitcorrector beschouwd worden. De energiewaarde zou evenwel boven 1100 VEM per kg DS liggen.

8 KRACHTVOEDER

Een melkveehouder kan krachtvoeder (mengvoeder) en/of KV-grondstoffen gebruiken. Wanneer grondstoffen gebruikt worden, moet men daar enige kennis over hebben en moet de grondstoffenmarkt opgevolgd worden. Bij uitsluitend gebruik van grondstoffen moet men weten dat hieraan een gevitamineerde mineralen- en sporenelementkern moet toegevoegd worden. De voederwaarde van courant gebruikte grondstoffen is in tabel 4.3 vermeld.

Tabel 4.3 Voederwaarde van courant gebruikte KV-grondstoffen (per kg)

	VEM	FOS _p (g)	DVE (g)	OEB (g)	SW	ZET (g)	% BZET
Tarwe	1027	681	98	-43	- 0,15	557	10
Gerst	975	620	100	-54	- 0,05	496	12
Maïs	1103	482	102	-64	0,16	606	37
Triticale	1048	714	101	-49	-0,17	565	8
Bietenpulp	930	567	95	-63	0,38	-	-
Citruspulp	969	637	81	-73	0,17	-	-
Maïsglutenfeed	961	519	95	42	0,25	152	20
Tarweglutenfeed	908	539	92	-4	0,05	205	8
DDGS*	1030	450	195	50	0,35	-	-
Kokosschilfers	1061	426	158	-5	0,32	-	-
Palmpitschilfers	973	362	106	-18	0,45	-	-
Sojaschroot	1015	533	221	169	0,23	-	-
Sojaschroot bestendig	994	350	382	33	0,14	-	-
Koolzaadschroot	848	470	126	142	0,29	-	-
Bietmelasse	772	630	57	-4	- 0,25	-	-
Rietmelasse	628	598	50	-55	- 0,26	-	-
Bietvinasse	586	438	33	150	0,18	-	-
Vet, dierlijk	3264	0	- 7	0	-	-	-

*DDGS: zeer uiteenlopende voederwaarden

Bron: CVB, 2007

De veevoederindustrie formuleert (bepaalt de KV-samenstelling) de krachtvoerders met behulp van lineaire programmering. De bedoeling is een krachtvoeder te bekomen dat aan de gestelde eisen voldoet en bovendien het minst kost. De eisen hebben betrekking op nutritionele parameters (VEM, DVE ...) en op de grondstoffen (bijvoorbeeld maximaal 15% palmpitschilfer). Hoe meer eisen gesteld worden, hoe duurder het krachtvoeder zal zijn. In tabel 4.4 zijn enkele geformuleerde KV-samenstellingen weergegeven. Het betreft 3 formules die als min of meer evenwichtig kunnen bestempeld worden en 3 eiwitrijke krachtvoerders. Het zijn samenstellingen van 3 verschillende jaren; dit om te illustreren dat de keuze van de grondstoffen nogal afhankelijk is van de prijs van elke grondstof op dat ogenblik.

Tabel 4.4 Grondstoffensamenstelling krachtvoeder – voorbeelden

	Evenwichtig (±)			Eiwitrijk		
Grondstoffen (%)						
Tarwe	25	4,6	-	-	-	-
Maïs	-	10,4	-	-	-	-
Bietenpulp	-	8,1	22,0	-	-	-
Maïsglutenfeed	-	-	8,0	1,6	-	-
Tarweglutenfeed	-	14,3	-	-	-	-
Maïsvoermeel	14,7	-	9,7	-	-	-
Kriel	8,1	-	8,1	-	-	-
Palmpitschilfers	15	15	15,0	-	3,2	20,0
Kokosschilfers	5	-	-	-	-	-
Zonnepitschroot	-	-	-	10	-	-
Sojaschroot 44	8,4	6,7	-	52,5	67	-
Sojaschroot 49	-	-	10,3	-	-	60,6
Sojabonen	-	-	-	15	1,2	0,6
Koolzaadschroot	15	15	15,0	-	19,1	8,9
Koolzaadschilfers	-	-	5,0	-	-	-
Lijnzaadschilfers	-	17,6	-	7,3	-	-
Lijnzaadmix	-	-	-	6	-	-
Melasse	5	5	2,0	3	5	2,0
Vinasse	-	-	3,0	-	-	3,0
Krijt	1,6	1	0,5	1,6	1,8	1,7
Magnesiumoxyde	1,4	1,3	0,3	-	1,2	1,1
Keukenzout	0,5	-	-	-	-	-
Premix	0,3	1	1,0	3	1,5	2,0
Olie	-	-	-	-	-	-
Inhoud (g per kg)*						
Ruw eiwit	174	200	200	350	351	359
Ruw vet	41	46	38	35	28	30
Ruwe celstof	81	95	106	98	75	69
Zetmeel	246	160	102	-	45	37
Suiker + zetmeel	311	233	164	150	139	114
As	80	81	73	103	107	111
VEM	930	930	940	912	930	930
FOS	506	490	540	-	509	500
DVE	100	110	110	173	180	180
OEB	23	37	36	130	126	134
Calcium	9	9,5	9,0	15	13	13,0
Fosfor	5,6	5,8	5,7	8,2	6,5	6,5
Magnesium	10	10	5,0	4,5	10	10,0
Natrium	2,2	2,6	3,0	1,7	3,1	4,6
Structuurwaarde	0,16	0,25	0,32	-	0,23	0,26

* uitgezonderd VEM en Structuurwaarde, beide per kg
Bron: ILVO-DIER

9 GEVITAMINEERDE MINERALEN- EN SPORENELEMENTENKERNEN

Tal van mineralenkernen zijn op de markt met zeer uiteenlopende inhoudsniveaus en samenstellingen. De gewenste kern is uiteraard afhankelijk van de bestemming (aard basisrantsoen, lactatieperiode versus droogstand (tabel 4.5 en tabel 4.6), specifieke doelstellingen). Zo zijn er kernen op de markt met β -caroteen die de vruchtbaarheid zouden bevorderen, met extra vitamine E en zink die de immuniteit ten goede zouden komen, met niacine en choline die acetonemie en leververvetting zouden tegengaan, enz. Soms worden enkele sporenelementen gedeeltelijk onder chelaatvorm (organische vorm) of als gist (Se) toegediend met het oog op een betere benutting. Het is dan ook moeilijk om prijzen van kernen te vergelijken. Voor de keuze van de kern en voor de te verstrekken hoeveelheid doet de melkveehouder best een beroep op een vakkundig leverancier.

Tabel 4.5 Enkele courante mineralenkernen voor de lactatieperiode

Lactatieperiode						
Mineralen (%)						
Ca	11	20	11	10	13	16
P	7,5	7	10	4	7	6
Mg	2,5	5	4	10	5	3
Na	4,8	4	6	9	4	5,5
Sporenelementen (mg/kg)						
Mn	1.250	4.000	4.000	4.000	6.000	4.000
Zn	2.500	6.000	6.000	6.000	5.000	4.000
Cu	1.000	1.500	1.600	1.750	1.750	1.500
I	20	40	150	150	150	120
Se	40	40	40	50	40	40
Co	15	50	100	100	150	60
Vitaminen						
Vit. A 1000 IE/kg	600	1.000	750	1.000	1.200	600
Vit. D ₃ 1000 IE/kg	120	200	150	200	240	100
Vit. E mg/kg	2.000	2.500	5.000	10.000	5.000	1.000
Choline mg/kg	2.000	-	12.000	20.000	5.000	-
Niacine mg/kg	200	-	-	-	200	-
Methionine mg/kg	-	-	-	-	2.000	-
Betaine mg/kg	-	-	-	-	500	-
Biotine mg/kg	-	-	-	-	150	-
β -caroteen mg/kg	-	-	-	-	200	-
Andere B-vit.	-	-	-	-	+	-

+ aanwezig in betreffende kern

Tabel 4.6 Enkele courante mineralenkernen voor de droogstand

Droogstand						
Mineralen (%)						
Ca*	3	2	4	-	-	-
P	4	-	5	-	-	-
Mg*	8	20	10	-	-	-
Na	3	-	6	-	-	-
Sporenelementen (mg/kg)						
Mn	1.250	4.000	4.000	-	-	-
Zn	2.500	6.000	4.000	-	-	-
Cu	1.000	1.750	1.500	-	-	-
I	20	150	120	-	-	-
Se	40	50	40	-	-	-
Co	15	100	60	-	-	-
Vitaminen						
Vit. A 1000 IE/kg	1.000	1.000	600	-	-	-
Vit. D ₃ 1000 IE/kg	200	200	100	-	-	-
Vit. E* mg/kg	4.000	10.000	8.000	-	-	-
Choline-Cl mg/kg	2.000	20.000	5.000	-	-	-
Niacine mg/kg	200	40.000	-	-	-	-
Andere B-vit.	+	-	-	-	-	-

*Groot verschil met kern voor de lactatieperiode
+ aanwezig in betreffende kern



V STOFWISSELINGSZIEKTEN

1 KETONEMIE - LEVERVERVETTING

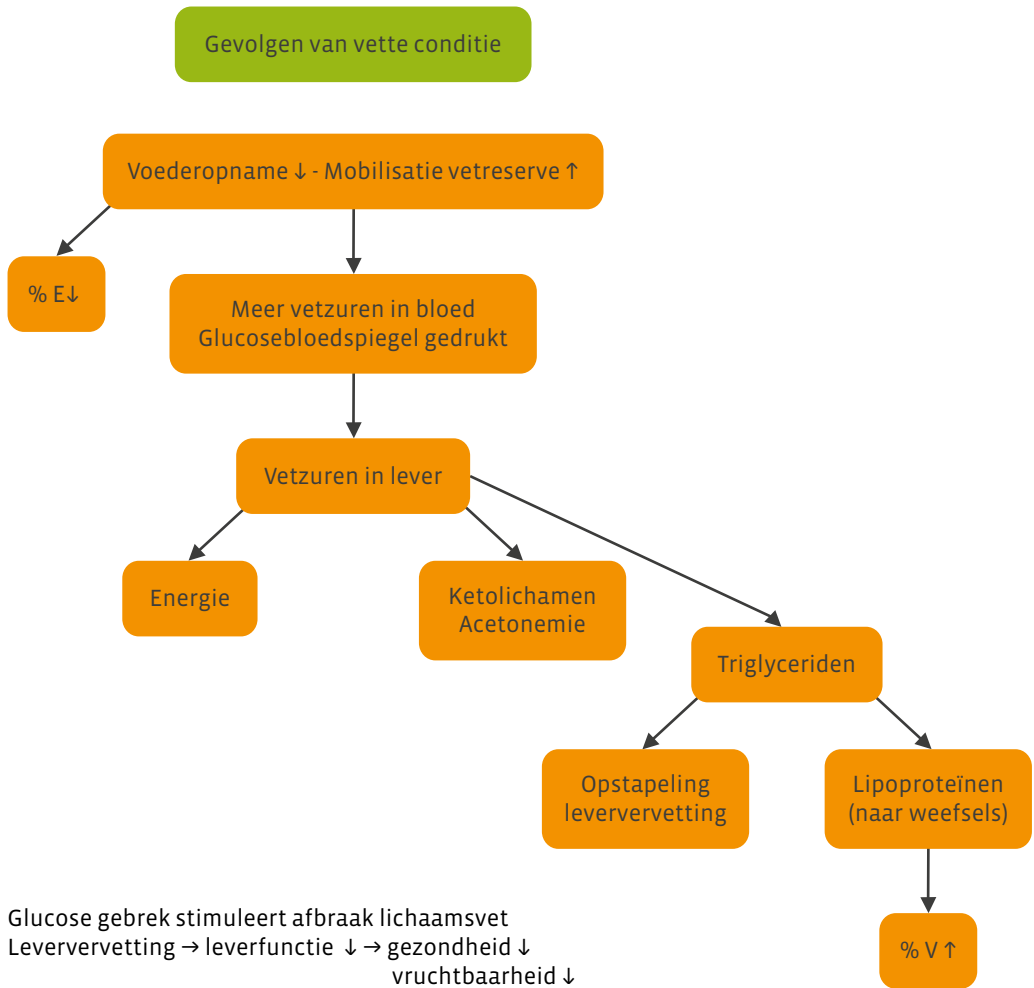
Veel hoogproductieve koeien hebben leververvetting en ketonemie rond de kalving. Vette lever heeft meestal geen blijvende gevolgen, maar drukt tijdelijk de leverfunctie en leidt tot andere aandoeningen.

Veel van de problemen bij melkvee hebben te maken met een te vette conditie bij de kalving en een te lage voederopname na de kalving. In talrijke proeven werd een negatief verband aangetoond tussen de vettoestand en het voederopnamevermogen.

Koeien laten vervetten naar de kalving toe vergroot dus de negatieve energiebalans na de kalving. Hierdoor gaat de koe meer putten uit haar vetreserve, waardoor er vrije vetzuren (NEFA) in het bloed komen, terwijl de glucosebloedspiegel gedrukt is. Ook stress doet de NEFA's in het bloed stijgen. Deze NEFA's veroorzaken een immuundepressie, ze zijn toxisch voor de eicellen en verhogen het risico op ophouden van de nageboorte.

Deze vetzuren komen in de lever terecht en worden daar verwerkt (figuur 5.1). Ze kunnen veresterd worden tot triglyceriden en afgevoerd worden als zogenaamde lipoproteïnen - dit zijn verbindingen tussen vetstoffen en eiwitten. Deze lipoproteïnen worden met het bloed getransporteerd naar de verschillende organen zoals de uier, waar ze gebruikt kunnen worden voor de melkvetproductie (is gunstige weg). Dit verklaart het hoger melkvetgehalte bij koeien in negatieve energiebalans. De vetzuren worden in de lever eveneens gedeeltelijk verbrand (geoxydeerd) waarbij energie, CO₂ en water vrijkomt (is gunstige weg), of er kunnen ketolichamen uit gevormd worden. Als de vetzuren onvoldoende verbranden en er zich te veel triglyceriden in de lever vormen, kan er leververvetting optreden. Vaak ontstaat leververvetting al 1-2 weken vóór de kalving. De meest bepalende factor bij het ontstaan van leververvetting is evenwel de 'hoeveelheid' vetzuren die in de lever terecht komt.

Figuur 5.1 Ontstaan van leververvetting en acetonemie



Een vette lever drukt het vermogen van de lever om ammoniak te ontgiften (om te zetten in ureum) en ammoniak drukt het vermogen van de lever om propionaat om te zetten in glucose. Door de verlaagde gluconeogenese ontstaat er glucosegebrek. Vette levers drukken ook het vermogen om endotoxinen te ontgiften, verlagen de eiwitsynthese en de productie van antistoffen. De eerste expressie van bronst wordt verlaagd, wat vaak resulteert in meer inseminaties per dracht. De vetaccumulatie verstoort de leverfunctie en verhoogt de ketogenese met subklinische of klinische ketonemie, ook ketose, acetonemie en slepende melkziekte genaamd.

Als gevolg van de toenemende negatieve energiebalans bij hoogproductief melkvee wordt ketonemie, zoniet de belangrijkste, dan toch een van de belangrijkste stofwisselingsziekten.

De symptomen van klinische slepende melkziekte verschijnen vrij plots en zijn vooral een verlies aan eetlust, en een verminderde melkproductie. De feces zijn vaak droog, de uitgeademde lucht heeft vaak een typische acetoneur. De meeste koeien zijn suf en zien er ziek uit. De eerste 7 lactatieweken vormen de kritieke periode voor slepende melkziekte met in de tweede tot vierde week na afkalven een piek in de frequentie.

Koeien met slepende melkziekte zijn gevoeliger voor aandoeningen zoals mastitis, klauwaandoeningen en lebmaagdraaiing. Via de negatieve energiebalans zou ketonemie de vruchtbaarheid drukken. Lage glucoseconcentraties, eigen aan ketonemie, leiden tot een verminderde ontwikkeling van de eicellen.

Een negatieve energiebalans staat in elk geval in verband met de NEFA's in het bloed. Ook kan het gehalte aan ketolichamen (aceton, β -hydroxyboterzuur, aceto-acetaat) in het bloed en de melk bepaald worden.

Een gebrek aan energie en in het bijzonder aan glucose, stimuleert door een gedrukte insuline secretie de afbraak van lichaamsvet. De preventie bestaat er dan ook in overmatige vervetting tegen de kalving te vermijden en zoveel mogelijk energie te verstrekken rond de kalving, bij voorkeur met glucogene voedermiddelen (zetmeelrijk) en eventueel additieven zoals propyleenglycol (ongeveer 250 ml/dag) die de glucosevorming en de insulinesecretie stimuleren. Een glucogeen rantsoen resulteert niet noodzakelijk in een hogere melkproductie, integendeel, maar gaat aanleiding geven tot minder vetmobilisatie. Propyleenglycol (PG) wordt gedeeltelijk in de pens gemetaboliseerd tot propionzuur en de rest wordt in de pens als dusdanig geabsorbeerd. Aangezien vetmobilisatie vaak aanvangt vóór de kalving, mag al PG ingeschakeld worden vanaf ongeveer 1 week vóór de kalving. Glycerol, een bijproduct van de bio-dieselproductie, is verwant met PG en komt in principe in aanmerking om te gebruiken tegen ketonemie. Dit additief wordt eveneens gedeeltelijk in de pens gefermenteerd tot vooral propionzuur en een deel wordt in de pens geabsorbeerd. Er wordt echter ook wat meer boterzuur in de pens gevormd, en dit gebeurt beter niet omdat boterzuur omgezet wordt in β -hydroxyboterzuur dat een ketolichaam is. Daarom is glycerol minder zeker tegen ketonemie dan PG. Het heeft wel het voordeel dat het smakelijker is.

Heel wat gevallen van slepende melkziekte worden mee veroorzaakt door andere aandoeningen die tijdelijk de voederopname drukken, zoals kalfziekte, lebmaagdraaiing, ophouden nageboorte, mastitis en baarmoederontsteking.

Een te hoge vet/eiwit-verhouding in de melk kan een indicatie zijn van de negatieve energiebalans. Tegenwoordig kan men zich baseren op het acetongehalte in de melk dat sinds 2011 bij de CRV-melkproductieregistratie (MPR) wordt bepaald.

2 KALFZIEKTE - HYPOCALCEMIE

Als onze steeds productiever wordende koeien in de droogstand gevoederd zouden worden zoals 20-30 jaar geleden, dan zou kalfziekte vandaag hoogstwaarschijnlijk veruit de belangrijkste stofwisselingsziekte zijn. Gelukkig wordt op de goede melkveebedrijven de kennis over kalfziektepreventie toegepast, waardoor deze aandoening vaak voorkomen kan worden.

Kalfziekte treedt meestal op de eerste dagen na het kalven, maar kan ook voorkomen vanaf enkele dagen vóór tot een aantal weken na het kalven. De oorzaak van kalfziekte is een te laag Ca-gehalte in het bloed (hypocalcemie). Door stress en bronst vergroot het risico. In feite heeft elke koe rond de kalving een te laag Ca-gehalte omdat er ineens veel Ca nodig is voor de biestproductie. De Ca-behoefte voor de biest is meestal groter dan wat er aan Ca beschikbaar komt in het bloed door de opname uit de voeding en de mobilisatie uit de beenderen. Door de verlaagde Ca-bloedspiegel ontstaat er een prikkel om de Ca-mobilisatie uit de beenderen en de Ca-resorptie uit de darm te stimuleren. De reactie op deze prikkel komt echter pas 2-3 dagen later, waardoor intussen kalfziekte kan optreden. Kalfziektepreventie komt er dus op neer tijdig stoffen te activeren die bijdragen tot de Ca-mobilisatie uit het bot en de Ca-resorptie uit de darm.

Het is bekend dat het parathyroid hormoon (PTH), afkomstig van de bij schildklier, en vitamine D₃ hierbij een belangrijke rol spelen. Het is echter niet vitamine D₃ als dusdanig, maar de actieve metaboliet die de mobilisatie uit beenderen en de darmresorptie stimuleert. De omzetting van vitamine D₃ naar de actieve metaboliet wordt geactiveerd door magnesium (Mg) en PTH. Magnesium is (naast Ca) ook van wezenlijk belang voor de spiercontracties. Het PTH stimuleert het actieve transport van Ca vanuit het maagdarmkanaal naar het bloed, en activeert de mobilisatie van Ca uit de beenderen. Het PTH wordt geactiveerd door een tijdelijk gebrek aan calcium, en ook door het verschil in de hoeveelheid positief geladen ionen (kationen) Na en K, en de hoeveelheid negatief geladen ionen (anionen) Cl en S (KAB, kation-anion-balans). Dit doet vermoeden dat volgende maatregelen kunnen bijdragen ter preventie van kalfziekte.

Weinig calcium verstrekken gedurende enkele weken vóór de kalving

Deze maatregel steunt op de activatie van de PTH-secretie door een tijdelijk Ca-tekort.

Meerdere onderzoekers vermeden kalfziekte volledig door weinig calcium te voeren gedurende de laatste paar weken vóór de kalving. Een Ca-beperking gedurende een 3-tal weken volstaat. Alhoewel dit een goedkope preventie is, lukt het met heel wat rantsoenen niet om beneden de limiet van ongeveer 30 g Ca per dag te blijven. Met graslandproducten en perspulp is dit niet haalbaar; met maïskuilvoeder kan dit wel gerealiseerd worden. Een droogstandkern bevat dan ook zo weinig mogelijk calcium (tabel 4.6).

Voldoende magnesium verstrekken

Rantsoenen met een Mg-tekort of omstandigheden die een goede Mg-benutting verhinderen, zoals een kaliumovermaat, kunnen kalfziekte in de hand werken. Naast een te lage Mg-opname of -benutting, kunnen er ook andere oorzaken zijn van Mg-gebrek. Zo zou vetmobilisatie vóór de kalving aanleiding geven tot lage Mg-concentraties in het bloed. Vermoedelijk verklaart dit mee waarom kalfziekte meer voorkomt bij vette koeien.

In de droogstand zou het rantsoen minstens 3,5-4 g Mg per kg DS moeten bevatten.

Een droogstandkern onderscheidt zich dan ook van een gewone kern door een verhoogd Mg-gehalte (tabel 4.6).

Toedienen van vitamine D₃

Een injectie van vitamine D₃ kan de concentratie in het bloed van de actieve metaboliet tot na de kalving verhogen en het risico op kalfziekte verlagen. De kalving moet echter plaats hebben binnen de 2 tot 8 dagen en er moet voldoende Ca verstrekt worden. Deze voorwaarden hebben als gevolg dat proefresultaten van dergelijke behandelingen wisselvallig zijn.

Een rantsoen verstrekken met een lage kation-anion-balans

De KAB, ook het kation-anion-verschil (KAV) genoemd, wordt meestal berekend als milli-equivalent $[(Na^+ + K^+) - (Cl^- + SO_4^{2-})]$ per kg DS. Er is aangetoond dat bij een negatieve KAB de Ca-mobilisatie verhoogd is, de Ca- en Mg-bloedspiegels toegenomen zijn, net als de concentratie vitamine D₃ in het bloed verhoogd is. Een dergelijk 'zuurder' rantsoen zou de productie van PTH stimuleren en ook de resorptie van Mg bevorderen. Al deze vaststellingen wijzen erop dat een lage KAB kalvziekte kan tegengaan. Dit werd door meerdere dierproeven bevestigd. Hierbij wordt een KAB nagestreefd van -100 tot -150 meq./kg DS. Van de courant gebruikte voedermiddelen hebben maïskuilvoeder en perspulp (laag K-gehalte) een lage KAB, terwijl graslandproducten en ook voederbieten (hoog K- en Na-gehalte) een hoge KAB hebben. Deze laatste voedermiddelen zijn dan ook minder geschikt voor de droogstand. Ook NaHCO₃ mag om die reden niet verstrekt worden in de droogstand. Men kan de KAB van een rantsoen negatief maken door er zogenaamde anionische zouten aan toe te voegen. Omdat deze producten niet smakelijk zijn, moet men ze mengen in het ruwvoeder of samen verwerken met smakelijke grondstoffen of pelleteren met een smakelijke drager. Het volstaat deze gedurende een week vóór de kalving te verstrekken. Het is raadzaam bij een negatieve KAB extra calcium te voorzien (vb. 100 g per dag) om uitputting van de Ca-reserve te vermijden. Na de kalving moet het rantsoen een positieve KAB hebben.

Vette conditie bij de kalving vermijden

Er wordt algemeen ervaren en het is aangetoond dat een sterke vervetting van de koeien in de droogstand het risico op kalvziekte verhoogt. Wanneer er vóór de kalving reeds vetreserve wordt afgebroken, wat vaak het geval is, geeft dit aanleiding tot opstapeling van vetstoffen (triglyceriden) in de lever. Hierdoor wordt het metabolisme van vitamine D₃ verstoord. Zoals al vermeld, kunnen desgevallend ook de Mg-concentraties gedrukt worden.

Vette koeien gaan ook minder eten, waardoor uiteraard minder Ca geresorbeerd wordt.

3 LEBMAAGDISLOCATIE

Dit komt vooral voor in het begin van de lactatie (80-90% in de eerste 4 lactatieweken) bij Holstein dieren. 85-90% zijn linkse lebmaagdislocaties. Er zijn zeer grote verschillen in incidentie tussen veestapels ('a herd problem'). Het is een belangrijke aandoening waarvan zeker niet alle oorzaken (multifactorieel) zijn achterhaald. Het effect van het productieniveau op de incidentie is niet duidelijk. Structuurtekort speelt vermoedelijk maar een ondergeschikte rol. Een goede voederopname rond de kalving is hierbij belangrijk. In dit opzicht kan stress een belangrijke invloed uitoefenen.

Lebmaagverplaatsing heeft zeker te maken met vrijgekomen ruimte in de buikholte als gevolg van de kalving. Ca-gebrek (verminderde spiercontracties), de aanwezigheid van vluchtige vetzuren (VVZ) in de lebmaag en te zure inhoud van het duodenum (darm tussen lebmaag en dunne darm) zouden de contracties van de lebmaag drukken, en zo een verplaatsing van de lebmaag in de hand werken. Vluchtige vetzuren komen in de lebmaag als de structuurlaag in de pens te dun is (als gevolg van te lage DS-opname in het begin van de lactatie, en eventueel te weinig lang materiaal) en als de penspapillen te weinig ontwikkeld zijn (degeneratie tijdens droogstand) waardoor er te weinig absorptie is van VVZ in de pens. Een negatieve energiebalans en acetonemie zijn eveneens gerelateerd met lebmaagdislocatie.

4 KOPZIEKTE - GRASTETANIE

Een te laag magnesiumgehalte in het bloed kan kopziekte veroorzaken. Dit komt vooral voor in het voor- en najaar bij laag tot matig productieve koeien die geen of weinig krachtvoeder krijgen.

Mogelijke oorzaken:

- te lage Mg-voorziening;
- een hoge K-bemesting waardoor de Mg-opname in de plant wordt afgeremd;
- een te hoge K-opname bij de koe, waardoor de Mg-resorptie afneemt;
- een te hoge OEB in het rantsoen waardoor Mg-ammoniumcomplexen in de pens ontstaan en er bijgevolg minder Mg wordt geresorbeerd.

Om kopziekte te voorkomen moet aandacht besteed worden aan de Mg-bemesting van grasland, en mag niet overdroeven worden met mengmest. Hoewel maïskuilvoeder meestal minder Mg bevat dan gras, vermindert door maïs-bijvoeding in de weideperiode het risico op kopziekte omdat maïs merkkelijk minder K bevat. Krachtvoeder wordt meestal aangerijkt met Mg, zeker in de weideperiode. Soms wordt een Mg-bolus gegeven in de weideperiode.



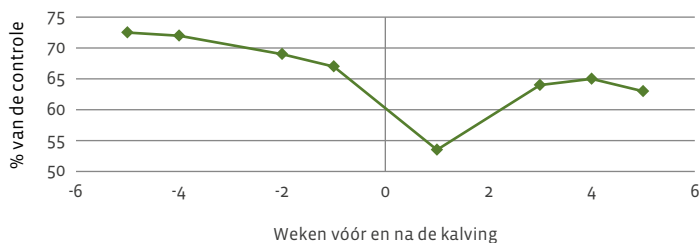


VI VOEDERSTRATEGIEËN

1 VOEDERSTRATEGIEËN IN DE VERSCHILLENDE LACTATIESTADIA

Het is bekend dat gezondheidsproblemen het meest optreden rond de kalving. Daarenboven stellen we vast dat de frequentie van een aantal aandoeningen toeneemt naarmate het productiepotentieel van het melkvee verhoogt. We denken hierbij aan kalfziekte, ophouden van de nageboorte, vette-koe-syndroom, acetonemie, mastitis, lebmaagverplaatsing en klauwbevangenheid. Het staat vast dat de weerstand van de koe rond de kalving aanzienlijk afneemt (figuur 6.1). Een aantal nutriënten in het bloed met een positief effect op het immuunsysteem, zoals vitamine E, vitamine A, selenium en zink, vertonen een dalende concentratie vanaf ongeveer 2 weken voor het kalven. Meerdere van deze problemen kunnen in verband gebracht worden met de voederstrategie in de droogstand en kort na de kalving. Daarom mag de voeding in die periode niet alleen gericht zijn op het bekomen van goede dierlijke prestaties, maar eveneens op het onderdrukken van de genoemde ziekteproblemen.

Figuur 6.1 Immuunfunctie rond de kalving



Bron: Kehrlí et al., 1994

1.1 Voeding vóór en tijdens de droogstand

Voeding vóór de droogstand

De voeding op het einde van de lactatieperiode moet zodanig afgesteld zijn dat de koe dezelfde conditie heeft bij het droogzetten als de conditie die men wenst bij de kalving, namelijk noch vet noch mager (conditiescore 3,5). Opbouwen van lichaamsreserve verloopt immers efficiënter tijdens de lactatie dan tijdens de droogstand. Daarentegen mag een koe bij het droogzetten niet te vet zijn omdat dit ook bij de kalving niet gewenst is. Het afbouwen van de reserve tijdens de droogstand is een verkeerde praktijk, omdat dit gepaard kan gaan met leververvetting.

Voeding tijdens de droogstand

Om meerdere redenen is het verantwoord hierbij 2 fasen te onderscheiden, met name de droogstandfase (far-off) en de overgangsfase (close-up). De droogstandfase omvat de eigenlijke droogstand tot circa 10 dagen vóór de kalving, waarna de overgangsfase aanvangt. Als argumentatie voor de opsplitsing in 2 fasen kunnen vermeld worden:

- het sterk verlaagd voederopnamevermogen in de laatste week vóór de kalving, tegenover de toenemende nutriëntenbehoeften voor de biestmelkvorming en de ontwikkeling van de vrucht. Dit vereist een hoogwaardiger rantsoen;
- de wenselijkheid voor een geleidelijke aanpassing aan het rantsoen van de lacterende koeien;
- de daling van de concentratie in het bloed van bepaalde vitaminen en mineralen naar de kalving toe.

Er is in talrijke proeven aangetoond dat het voederopnamevermogen tijdens de laatste week van de dracht gemiddeld 30% daalt in vergelijking met enkele weken voordien. Vermoedelijk wordt deze daling vooral hormonaal veroorzaakt. Daarentegen is in de week vóór de kalving de opname aan nutriënten in de uier zeer uitgesproken. Daardoor verkeert de koe vaak in die periode al in een situatie van negatieve energiebalans waardoor er al heel wat vetreserve gemobiliseerd wordt. Dit geeft aanleiding tot leververvetting vóór de kalving.

Tijdens de droogstand zijn de penspapillen heel wat kleiner geworden en is de pensflora aangepast aan het droogstandrantsoen. Het duurt blijkbaar 4-6 weken vooraleer de penspapillen hun normale grootte hebben verkregen. Bij deze gereduceerde papillen is de resorptie van nutriënten (vooral vetzuren) uit de pens uiteraard gedaald. Daarenboven moet het verkleinde pensvolume terug normaliseren. Ook de bacteriënflora in de pens heeft enkele weken nodig om zich aan te passen en dus het voeder maximaal te verteren.

De vitamine E-concentratie in het bloed daalt normaal vanaf 7 tot 10 dagen vóór de kalving en blijft laag gedurende de eerste 2 weken van de lactatie. Dus juist wanneer de risico's op infecties het grootst zijn, wordt het verdedigingsmechanisme onderdrukt.

Fase 1: droogzetten tot ongeveer 10 dagen vóór kalving (far-off)

- Energie en eiwit volgens de normen

Dit veronderstelt dat de koe in de gewenste conditie is drooggezet. Voor de ontwikkeling van de vrucht is er op het einde van de dracht slechts evenveel energie en eiwit nodig als voor 5 kg melk. In de 8^e drachtmaand is dit slechts 3 kg melk (ongeveer 7000 VEM, \geq 300 g DVE). Daarom mag een goed ruwvoeder niet naar believen gevoederd worden tijdens de droogstand.

- Voldoende volumineus

Er mag slechts een matige hoeveelheid energie opgenomen worden en toch moet het dier gevuld zijn, en moet er een structuurlaag in de pens aanwezig zijn die de pensactiviteit stimuleert. Dit kan men bereiken door energiearme voedermiddelen, zoals stro of graszaadhooi, naar believen ter beschikking te stellen.

- Weinig calcium en/of een lage kation-anion-balans

Men moet met het totale rantsoen minder dan 30 g calcium aanbrenge. Met graslandproducten als enig ruwvoeder verstrekt men steeds te veel Ca. Ze hebben daarenboven een hoge KAB. Daarom zouden bij graslandproducten anionische zouten verstrekt moeten worden.

Naast het laag Ca-gehalte, heeft maïskuilvoeder ook een lage KAB. De lage KAB geldt ook voor perspulp, maar zeker niet voor bieten. Zowel wat betreft Ca-gehalte als KAB, is dus maïskuilvoeder het aangewezen ruwvoeder om kalfziekte te voorkomen.

- Ruim voorzien van magnesium, selenium en vitamine E

Maïskuil, perspulp en bieten bevatten meestal minder magnesium dan graslandproducten. De Mg-benutting zal echter bij maïskuil en perspulp beter zijn omdat die weinig kalium en weinig eiwit bevatten. Het streefdoel bedraagt 30-40 g Mg per dag. Over de Se-gehalten van ruwvoerders is geweten dat deze meestal laag en wisselvallig zijn. Bijgevolg moet er Se toegevoegd worden. Ook de vitaminengehalten in ruwvoerders zijn zeer wisselvallig en slechts vaag gekend. In deze fase van de droogstand streeft u het best naar een Vitamine E-opname van minstens 1000 mg per dag. Daarvoor is een speciale droogstandkern nodig die minstens 4000-5000 mg Vitamine E per kg bevat. Niet alle droogstandkernen bevatten deze dosis (tabel 4.6). Een droogstandkern onderscheidt zich van gewone kernen door een lager Ca-gehalte en een hoger gehalte aan magnesium en vitamine E. Er mag gesteld worden dat er met deze kernen voldoende Mg en Se wordt aangevuld. Bemerkt dat ook choline wordt toegevoegd ter preventie van overmatige leververvetting. Deze zou echter moeten beschermd zijn tegen afbraak in de pens, wat vermoedelijk meestal niet het geval is.

Uit wat vooraf gaat kunnen volgende rantsoenen aanbevolen worden voor de eerste fase van de droogstand:

- 5,5-6 kg DS maïskuil (18-20 kg, ongeveer 30% DS) + 1 kg sojaschroot + stro naar believen (= ongeveer 2 kg) + kern;
- 6-6,5 kg DS maïskuil (20-22 kg, ongeveer 30% DS) + 0,5 kg sojaschroot + 50 g ureum + stro naar believen (= ongeveer 2 kg) + kern.

Als sojaschroot duur is, kan die zelfs weggelaten worden en moet dan ongeveer 75 g ureum versterkt worden en iets meer maïskuil. Er kunnen ook andere eiwitcorrectors gebruikt worden.

Uiteraard moet de hoeveelheid maïskuilvoeder verhoogd worden wanneer de conditie van de koeien tijdens de droogstand moet verbeteren.

Fase 2: laatste 10 dagen (ongeveer) vóór kalving (close-up)

Door het dalende voederopnamevermogen en de toenemende behoeften, vooral aan glucose, is het zeer gewenst de hoogdrachtige koeien tussen 1 en 2 weken vóór de kalving afzonderlijk van de andere droogstaande koeien te voederen. Die kunnen het basisrantsoen van de lacterende koeien krijgen of eventueel bij de lacterende koeien gelaten worden. Het basisrantsoen mag naar believen opgenomen worden om een energieopname van minstens 9.000 VEM te realiseren. Er kan hierbij 1 tot 2 kg krachtvoeder ingeschakeld worden. Dit verhoogt de energieopname, kan de ontwikkeling van de penspapillen stimuleren en zet de pensflora aan om zich aan te passen. Een goede glucosevoorziening is vanaf hier belangrijk. Daarom is maïskuilvoeder ook in deze fase van de droogstand een goede rantsoencomponent. Eventueel kan bijvoorbeeld 1 kg geplette tarwe of andere granen als krachtvoeder verstrekt worden. Het valt aan te raden in de close-up periode 180-200 g ZET/kg DS in het rantsoen te hebben en een energieconcentratie die overeenkomt met ongeveer 920 VEM/kg DS. Bij koeien met extra risico's op leververvetting, namelijk de koeien die in een te vette conditie verkeren, die te weinig voeder opnemen en waarvan een hoge melkproductie wordt verwacht, kan het dagelijks toedienen van circa 250-500 ml propyleenglycol aanbevolen worden vanaf ongeveer 10 dagen vóór de kalving tot enkele weken erna. Het eiwitgehalte van het rantsoen moet minstens evenwichtigheid nastreven, d.w.z. liefst minstens 600 g DVE aanbrengen en licht positief zijn wat de OEB betreft. Men mag de droogstandkern verder verstrekken tot aan de kalving, wat mogelijk is wanneer deze koeien een afzonderlijke groep uitmaken. De dosis moet gericht worden op een Vitamine E-voorziening van ongeveer 2000 mg in die periode (dus verhoging hoeveelheid kern).

1.2 Voeding in het begin van de lactatie

Naast de aandacht voor goede dierlijke prestaties, moet de strategie om gezondheidsproblemen te voorkomen, voortgezet worden. Het beperken van de negatieve energiebalans is hierbij prioritair, ook omwille van de vruchtbaarheid. Dat veronderstelt een energierijk rantsoen met een hoge opneembaarheid. Het rantsoen moet wel nog veilig blijven voor de penswerking, of m.a.w. nog voldoende structuur aanbrengen. Daarenboven is geweten dat de eiwitvoeding een belangrijke impact heeft op de melkproductie en mogen de mineralen- en vitaminenvoorziening niet verwaarloosd worden.

Energie

De energiebalans is het meest negatief 2-3 weken na het afkalven en wordt na 6 tot 12 weken langzaam weer positief (figuur 6.2). Om de negatieve energiebalans te minimaliseren, moet in de eerste plaats het ruwvoederrantsoen van zeer goede kwaliteit zijn. Naast het algemeen hoger opnameniveau aan nutriënten, stijgt de DS-opname na de kalving sneller naarmate het basisrantsoen van betere kwaliteit is. Maïskuilvoeder moet hier als hoofdruwvoeder aangevuld worden met een paar kilogram DS uit goede voordroogkuil (of hooi) om de structuurvoorziening te verbeteren. Daarvoor is perspulp goed op zijn plaats of kunnen bieten ingeschakeld worden. Bieten beperkt men in die periode evenwel het best tot 3 kg DS omdat anders het risico op slepende melkziekte toeneemt. Als aandachtspunten om de ruwvoederopname te maximaliseren, kunnen vermeld worden:

- ruwvoeder naar believen verstrekken, d.w.z. met resten die dagelijks verwijderd worden;
- vermijden van management- en omgevingsstress;
- voldoende goed drinkwater ter beschikking stellen;
- voldoende structuur voorzien;
- grote asynchrone afbraak van energie en eiwit vermijden.

Voldoende FOSp (fermenteerbare organische stof) blijkt belangrijk te zijn voor de ontwikkeling van de penspapillen. Door deze ontwikkeling vergroot de oppervlakte van de penswand die in contact staat met de pensvloeistof. Hierdoor wordt de absorptie van zuren bevorderd en vermindert het risico op pensverzuring. In onze omstandigheden kan 'gemiddeld' volgend schema voorgesteld worden:

De dag van afkalven 2 à 3 kg KV, de dag erna + 1 kg en vervolgens een verhoging van hoogstens 1 kg per 2 dagen tot een niveau van ongeveer 8 kg bij koeien vanaf de 2^e lactatie en van ongeveer 6 kg bij eerstelactatiedieren. Daarna een verhoging van 1 kg per 3 dagen toepassen tot de behoeften voldaan zijn, of tot men de limiet inzake structuur benadert. De structuurvoorziening moet absoluut gerespecteerd worden.

Wanneer bij bepaalde koeien de melkproductie zeer snel toeneemt, wat een indicatie is van optimale omstandigheden en een hoge voederopname, kan het krachtvoeder iets sneller opgedreven worden.

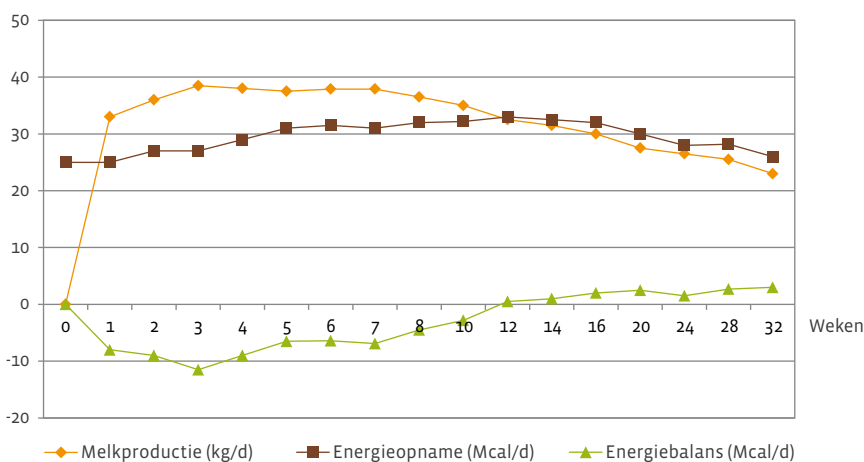
Met dit voorgestelde KV-schema zal de KV-gift meestal het plafond benaderen in de derde lactatieweek. Indien het KV vanwege structuur gelimiteerd moet worden, kan het spreiden van de KV-gift een oplossing bieden, omdat hierdoor de structuurbehoefte wordt gereduceerd.

Het is bekend dat stress de voederopname drukt en de vetmobilisatie en het ziekterisico verhoogt. We kunnen aannemen dat de kalving een stresstoestand veroorzaakt. Stress kan bijvoorbeeld ontstaan bij de (her)indeling in productiegroepen en door te beperkte ruimte in de stal en vooral aan het voederhek. Vaarzen in een afzonderlijke groep onderbrengen kan positief zijn. Dit resulteert in een hogere voederopname en melkproductie.

Een te hoge vet/eiwit-verhouding in de melk (> 1,5, of beter: meer dan 0,20 hoger dan de verwachte verhouding) kan wijzen op een energietekort en slepende melkziekte. In risicosituaties voor slepende melkziekte kan, zoals hoger vermeld, een dagelijks supplement van 250 ml (tot 500 ml) propyleenglycol een goed resultaat opleveren, en dit tot 3-4 weken na de kalving. Ook granen of andere glucogene supplementen komen hiervoor in aanmerking.

Men kan de energie-opname eveneens verhogen door vet toe te voegen (aan het krachtvoeder) of door vetrijke grondstoffen in te schakelen. Men beperkt dit echter het best tot 6% totaal vet in het rantsoen (op DS). Vaak stelde men een stijgende trend in de melkproductie vast, waardoor de negatieve energiebalans even groot bleef.

Figuur 6.2 Verloop melkproductie, energieopname en energiebalans



Eiwit

Er zijn meerdere argumenten om te streven naar een ruime eiwitvoorziening in het begin van de lactatie. Vooreerst is de eiwitreserve van een koe meestal heel wat kleiner dan de energie(vet)reserve, waardoor die na een paar weken is uitgeput. Bovendien is de DVE-behoefte per kg melk hoger naarmate het melkproductieniveau hoger ligt. Voorts wordt er bij een negatieve energiebalans meer eiwit verbruikt als energiebron. Talrijke proeven hebben aangetoond dat er een positief effect is op de melkproductie in het begin van de lactatie als er meer eiwit wordt gegeven. Een hoger eiwitniveau gaat meestal gepaard met een hogere voederopname. Tegenover de hogere eiwitbehoefte evolueert het melkeiwitgehalte na een paar weken naar een minimum waardoor de DVE-behoefte per kg melk afneemt. Toch is het meestal wenselijk de koeien in de eerste 2 lactatiemaanden 0,5 tot 1 kg eiwit-supplement meer te geven dan wat koeien verder in de lactatie bij hetzelfde basisrantsoen nodig hebben. In gevallen waar er echter problemen zijn met ketonemie moet men voorzichtig zijn met extra eiwit.

Voor de OEB wordt, afhankelijk van de verscheidenheid in OEB tussen de voedermiddelen en de voederstrategie, een niveau van 100 - 200 gram nagestreefd. Het is raadzaam niet te overdrijven met OEB om de lever niet te overbelasten.

Een melkureumgehalte lager dan 175 mg/l wijst bijna met zekerheid op een eiwittekort. Zelfs een niveau lager dan 200 mg/l in combinatie met een hoge vet/eiwit-verhouding in de melk, moet een signaal zijn om de eiwitvoorziening eens nader te bekijken. Omwille van het evenwicht tussen methionine en lysine, is het geenszins verkeerd sojaschroot te combineren met koolzaadschroot als eiwitcorrectors.

Mineralen - sporenelementen - vitamines

Omdat krachtvoerders normaal gezien steeds aangerijkt zijn met de betreffende elementen, is het verstrekken van een afzonderlijke kern vaak niet meer nodig tijdens de lactatie wanneer uitsluitend krachtvoeder wordt gebruikt, en tijdens de droogstand een kern wordt verstrekt. Wanneer echter een gedeelte van het krachtvoeder wordt vervangen door grondstoffen, zoals sojaschroot, DDGS, droge pulp en granen, of wanneer een eenzijdig ruwvoeder-rantsoen wordt verstrekt, bijvoorbeeld overwegend maïskuilvoeder, is het veiliger een kern in te schakelen. De gewenste samenstelling hiervan hangt af van de aard van het basisrantsoen en wordt het best gekozen in overleg met een vakkundig leverancier. Wanneer zeer weinig of geen graslandproducten in het rantsoen voorkomen, kan met het oog op de vruchtbaarheid, een kern met β -caroteen overwogen worden of kan 1 kg luzerne gebruikt worden. Omdat β -caroteen vrij duur is, wordt een eventuele supplementatie het best beperkt tot de eerste 2-3 lactatiemaanden. Het rantsoen moet een positieve KAB hebben; anionische zouten zijn hier dus uit den boze, natriumbicarbonaat kan eventueel wel gebruikt worden.



2 VOEDERSYSTEMEN

2.1 Individuele normvoeding

Dit is het systeem waarbij geprobeerd wordt dagelijks iedere koe passend van de nodige nutriënten te voorzien. Dit is waarschijnlijk nutritioneel en economisch de meest efficiënte voedermethode voor een optimale output, maar vergt van de melkveehouder een inspanning en is bovendien niet perfect uitvoerbaar. Zo moeten de individuele krachtvoederbehoefte regelmatig berekend worden op basis van de melkproductie en –samenstelling en de ruwvoederopname. Ook de behoefte aan eiwitcorrector verschilt individueel aangezien de vet/eiwitverhouding in de melk ook individueel verschilt.

2.2 Flat-rate feeding of gefixeerde KV-gift

De onnauwkeurigheden en moeilijkheden bij individuele normvoeding waren de aanleiding om te zoeken naar een alternatief: flat-rate feeding (FR) of gefixeerde KV-gift. Dit is het geven van eenzelfde, constante hoeveelheid krachtvoeder aan alle dieren, hetzij gedurende een bepaald deel van de lactatie, hetzij voor een bepaalde melkproductieklasse. De dagelijkse hoeveelheid is dan onafhankelijk van de individuele melkproductie en ruwvoederopname, wat inderdaad zeer praktisch is. Het welslagen van dit voedersysteem berust op de veronderstelling dat de discrepantie tussen de KV-opname en de behoeften gedeeltelijk ondervangen wordt, enerzijds door de bufferende capaciteit van de koe (afbraak/opbouw reserveweefsel) en anderzijds door een gewijzigde RV-opname.

De toepassing van een gefixeerde KV-gift is vooral aantrekkelijk bij grote melkveestapels waarbij met productiegroepen kan gewerkt worden. Afhankelijk van het aantal productiegroepen, wordt met 2 tot 3 KV-niveaus gewerkt. Er kan evenwel ook met fictieve groepen worden gewerkt, waarbij men bijvoorbeeld 3 KV-niveaus in de doorloopmelkstal of in de bindstal hanteert.

Onderzoek toonde aan dat FR resulteert in een ander verloop van de ruwvoederopname en totale DS-opname (vlakker verloop). Dit heeft zijn gevolg voor het melkproductieverloop, dat een vlakkere lactatiecurve vertoont. Over de gehele periode echter blijft de productie aan melk, vet en eiwit nagenoeg gelijk. Uit het onderzoek blijkt dat de totale DS-opname iets hoger is bij FR. Dit heeft vermoedelijk te maken met enige efficiëntieverlaging door de grotere wisselwerking met de lichaamsreserve. Het onderzoek laat niet toe een uitspraak te doen over de invloed op de vruchtbaarheid en de langleeftbaarheid.

Wie flat-rate feeding toepast houdt het best rekening met volgende aanbevelingen:

- de groepsindeling gebeurt beter op basis van de melkproductie dan op basis van het lactatiestadium. Men kan hierbij wel de dieren in de eerste 2 lactatiemaanden (lagere voederopname) bij de productieve groep houden, ongeacht hun melkproductie;
- omdat in de eerste helft van elke periode binnen een productiegroep te weinig voeder wordt opgenomen, en er minder beroep kan gedaan worden op de eiwit- dan op de energiereserve, is het wenselijk wat meer eiwit te voorzien dan bij individuele normvoeding;
- om de ondervoeding te beperken, valt het aan te bevelen het KV-niveau af te stemmen op een melkproductie die 1-2 kg hoger ligt dan het gemiddelde van de groep;
- het ruwvoeder moet van goede kwaliteit zijn omdat een (te) lage KV-gift dan in grotere mate gecompenseerd wordt door een hogere RV-opname, dan wanneer het ruwvoeder van lage kwaliteit is.

2.3 Compleet rantsoen

‘Gemengd voeren’ of ‘Compleet rantsoen’ of ‘Total Mixed Ration’ (TMR) staat zeer in de belangstelling. Onder ‘TMR’ wordt een ‘homogeen’ mengsel van alle voedermiddelen van het rantsoen verstaan. Er zijn wel varianten waarbij nog een (deel van een) voedermiddel afzonderlijk wordt verstrekt; bijvoorbeeld wat krachtvoeder in de melkstal als lokmiddel of voor de productieve koeien via een krachtvoederautomaat. In principe bevat het TMR alle nutriënten behalve voldoende water. Het wordt meestal naar believen en in groep gevoederd, en het KV-aandeel wordt min of meer gericht op de gemiddelde behoefte van de groep, of op een melkproductie die 1-2 kg hoger ligt dan het gemiddelde van de groep. Aangezien het voederopnamevermogen positief gecorreleerd is met het melkproductieniveau, zullen de productieve koeien van de groep dus ook meer KV opnemen. Daarom is gemengd voeren minder extreem dan flat-rate feeding.

Mogelijke voordelen van een compleet rantsoen:

- men kent de rantsoensamenstelling (niet meer individueel verschillend);
- de pensfermentatie is stabiel in de loop van de dag. Aangezien de koe telkens na het voeren een grotere eetbeurt heeft, stellen we bij TMR toch nog een paar uur na het voeren een NH_3 -piek en een pH-daling in de pensvloei vast. De gespreide KV-opname laat een groter KV-aandeel in het rantsoen toe;
- omdat de koeien weinig of niet kunnen selecteren, weet men dat de rantsoensamenstelling in de loop van de dag dezelfde blijft en voor alle koeien dezelfde is. Hierdoor is er een constanter evenwicht tussen energie en eiwit, en is de kans groter dat de energie en het eiwit meer synchroon in de pens worden afgebroken. Bijgevolg mag de OEB van het rantsoen wat lager zijn;
- wanneer de voedermengwagen voorzien is van een goede weeg-eenheid, kent men bij benadering de voederopname van de groep;
- door het snijden van het ruwvoeder in de voedermengwagen kan de voederopname iets verhoogd worden;
- men kan minder smakelijke of moeilijk manipuleerbare voedermiddelen of producten, zonder nadeel voor de voederopname, inschakelen (citruspulp, stro, buffers, anionische zouten in droogstand, melasse). Men is verzekerd dat stro (als structuurcorrector) wordt opgenomen, terwijl dit geenszins het geval is wanneer stro afzonderlijk ter beschikking wordt gesteld.
- men kan KV-grondstoffen gebruiken;
- men hoeft geen KV meer in de melkstal te verstrekken. Hierdoor vervalt de KV-beperking die men soms heeft door de korte verblijfsduur in de melkstal. Het impliceert ook een ontlasting van de melker. Vaak zijn de dieren bij het melken rustiger;
- alhoewel de arbeidsbehoefte vaak niet veel vermindert door gebruik van een voedermengwagen, wordt de handenarbeid grotendeels gemechaniseerd.

Mogelijke nadelen van een compleet rantsoen:

- tijdelijke (grotere) ondervoeding van de productiefste dieren, door het vaste KV-aandeel in het rantsoen;
- productiegroepen gewenst (grote melkveestapel);
- er is een kans op een groter KV-verbruik;
- men kan de eiwitvoorziening niet individueel afstemmen op de behoefte (productie, economie);
- overdreven verkleinen en mengen kan de structuurwaarde drukken;
- er is meer vakbekwaamheid van de veehouder of begeleiding vereist. Dit geldt wanneer het handelskrachtvoeder wordt vervangen door grondstoffen;
- bedorven voeder wordt soms mee gevoederd.

Effect van gemengd voeren op de dierlijke prestaties:

- soms is de voederopname hoger. Dit is het geval wanneer minder smakelijke voedermiddelen worden gebruikt, of wanneer er bij veel krachtvoeder een betere penswerking is dankzij het gebruik van een TMR;
- in het onderzoek worden vaak geen hogere producties bekomen. Daarentegen is de indruk in de praktijk hieromtrent meestal positief. Dit kan verklaard worden doordat veehouders bij het inschakelen van een voedermengwagen, dikwijls het gehele voedingsmanagement eens op punt stellen. Vaak ziet men bij het overbrengen naar een andere groep enige productiedaling (rantsoen lagere energiedensiteit, sociale verstoring).

Meestal wordt er gestreefd naar een DS-gehalte van het totale rantsoen van 40-60%. Bij meer dan 60% DS is de opname vaak lager wegens een gedrukte smakelijkheid, omdat dergelijk voeder minder stabiel is (opwarmen) bij hoge omgevingstemperaturen. Bovendien neemt de mogelijkheid om te selecteren toe.

De aanbevelingen bij flate-rate feeding zijn eveneens van toepassing bij een compleet rantsoen.

3 BEWEIDINGSSTRATEGIEËN

Aangezien gras dat in de weide gegraasd wordt het goedkoopste ruwvoeder is, moet dit in de zomer maximaal aangewend worden. Om veel melk te produceren met gras, zou steeds voldoende gras van goede kwaliteit moeten aangeboden worden, dit betekent niet te oud en niet te kort. Dit is echter niet zo eenvoudig, gezien de grasgroei aan vrij sterke schommelingen onderhevig is (seizoen, weer, bemesting ...). Dat betekent dat het noodzakelijk is om permanent bij te sturen door te maaien. Ook het regelmatig maaien van de grasbossen komt de kwaliteit van het gras ten goede.

3.1 Beweidingsystemen

Intensieve standweide

Bij intensieve standweide verblijven de dieren steeds op één of een paar grote weiden. Hiervan wordt in het voorjaar een deel gemaaid. Het voortdurend aanpassen van de veebezetting door uitbreiding (of eventueel inkrimping) van de oppervlakte is belangrijk om steeds gras van goede kwaliteit te kunnen aanbieden. Men start in het voorjaar met een veebezetting van 6 tot 8 koeien per ha, om in de loop van het seizoen terug te vallen op ongeveer 4 koeien per ha. De hoge veebezetting moet de graslengte onder controle houden om bosvorming en beweidingsverliezen te beperken. Dit beweidingssysteem is alleen mogelijk als de weiden tot één blok kunnen samengevoegd worden, anders wordt het een verkapt omweidingssysteem.

Voordelen:

- rustig vee;
- slechts eenmaal om de 3-4 weken stikstof strooien;
- minder afsluitingen en drinkpunten nodig;
- dichte graszode;
- de verspreide begrazing geeft minder vertrapping van de zode;
- minder schommelingen in de dagmelkproductie.

Nadelen:

- moeilijk de gewenste veebezetting te realiseren, waardoor de graskwaliteit nogal kan variëren, en een flexibele bijvoeding als buffer meer noodzakelijk is;
- het vee loopt op een grotere oppervlakte verspreid, waardoor het ophalen van het vee iets meer werk vraagt.

Omweiden

Bij omweiden wordt de beschikbare weideoppervlakte ingedeeld in een aantal percelen, zodat om de 2 tot 4 dagen een perceel met jong gras ter beschikking van het vee kan worden gesteld. De afgegraasde percelen kunnen dan ongestoord hergroeien. Rond half mei (1^e omloop) grazen de koeien nogal eens in te lang gras. Om dit te voorkomen kan men enkele percelen vroeg laten voorgrazen en de laatste te beweiden percelen op een later tijdstip de eerste N-bemesting geven. Door op de gepaste tijdstippen te maaien kan men bij dit systeem gemakkelijker kwaliteitsgras ter beschikking stellen.

Aangezien koeien in etages grazen, zijn er bij dit systeem meer schommelingen in de melkproductie.

Rantsoenbeweidings

Dagelijks of soms tweemaal per dag wordt aan de dieren een nieuwe strook gras ter beschikking gesteld, aangepast aan hun behoeften. Zo wordt het gras zo weinig mogelijk bevuild en betrappeld. Voor en achter de dieren wordt daarom een gemakkelijk verplaatsbare schrikdraadinstallatie aangebracht. Op die manier wordt een hoge benuttingsgraad van het gras bereikt. Men moet er echter over waken dat de dieren niet in grasopname beperkt worden. Er zijn indicaties dat rantsoenbeweidings resulteert in een hogere voederopname en melkproductie. Ook de eiwitbenutting zou beter zijn.

3.2 Siëstabeweiding

Siëstabeweiding is een systeem waarbij de koeien tussen ongeveer 12 en 16 uur op stal blijven. De koeien gaan dan 's morgens en 's avonds na het melken naar de weide. Om ongeveer 12 uur en 22 uur worden ze op stal gezet en wordt maïskuil bijgevoerd. Tegenover het gangbare systeem van overdag gras en 's nachts maïskuil, krijgt men bij siëstabeweiding een beter evenwicht tussen maïs en gras, wat zou kunnen resulteren in een betere pensfermentatie en een betere N-benutting. In een Nederlandse proef was de voederopname bij siëstabeweiding iets hoger en was de melkproductie ruim 1 kg hoger, terwijl het melkeiwitgehalte gelijk of iets hoger was en het vetgehalte wat lager was. Siëstabeweiding had geen invloed op de urine-stikstofexcretie, wat wees op een ongewijzigde eiwiteficiëntie. Siëstabeweiding heeft uiteraard voordelen in perioden met hogere omgevingstemperatuur (hittestress). Het productievoordeel van siëstabeweiding moet worden afgewogen tegenover de extra inzet van arbeid die nodig is voor het ophalen en wegbrengen van de koeien.





VII VOEDING IN RELATIE TOT DE MELKSAMENSTELLING, HET MILIEU EN DE VRUCHTBAARHEID

1 INVLOEDSFACTOREN OP HET VET- EN EIWITGEHALTE VAN DE MELK

De melksamenstelling is economisch belangrijk voor de melkveehouder. Door de melkcontingentering met vetcorrectie en door de hogere prijs voor melkeiwit dan voor melkvet (momenteel prijsverhouding 65/35), probeert de melkveehouder het melkeiwitgehalte te verhogen, terwijl vaak gezocht wordt naar mogelijkheden om het melkvetgehalte te drukken. In situaties echter waar het melkcontingent, inclusief de vetcorrectie, niet wordt overschreden, is een verhoging van het melkvetgehalte economisch interessant.

Waar we van de fokkerij op lange termijn een eerder blijvend effect mogen verwachten, kunnen voedingsmaatregelen op korte termijn de melksamenstelling wijzigen. De ervaring heeft echter geleerd hoe moeilijk het is het eiwitgehalte te verhogen.

1.1 Vorming van melkvet en melkeiwit

De vetzuren in het melkvet worden voor een gedeelte in de uier gesynthetiseerd, terwijl een ander gedeelte met het bloed in de uier wordt aangevoerd. De in de uier opgebouwde vetzuren worden gesynthetiseerd uit azijnzuur en β -hydroxyboterzuur. Azijnzuur en boterzuur zijn 2 eindproducten van de vertering van de koolhydraten in de pens. In meerdere proeven is een duidelijk positief verband vastgesteld tussen de verhouding (azijnzuur + boterzuur)/propionzuur en het melkvetgehalte.

Melkeiwit, met name ruw eiwit, bestaat voor ongeveer 95% uit werkelijk eiwit en voor ongeveer 5% uit niet-eiwitstikstof (NPN). Het werkelijk eiwit bestaat vooral (ongeveer 80%) uit caseïne. Die wordt overwegend in de uier gesynthetiseerd uit aminozuren die in de dunne darm verteerd zijn (DVE), en met het bloed worden aangevoerd. Het is belangrijk dat de aminozuren samenstelling van het verteerde eiwit overeenstemt met die van melkeiwit. Dit is het geval voor het microbieel eiwit dat meestal de grootste fractie uitmaakt van DVE.

1.2 Algemene voedingsinvloeden

Verdunningseffect

Het melkvet- en melkeiwitgehalte zijn het resultaat van de hoeveelheden melk, vet en eiwit die in de uier gevormd en aangevoerd worden. De hoeveelheid melk wordt bepaald door de hoeveelheid lactose in de uier, omdat het lactosegehalte van melk bijna een constante is. Een verhoogde melksynthese bij een gelijkblijvende vet- en/of eiwitsynthese gaat gepaard met een lager vet- en/of eiwitgehalte. Dat is vaak het geval voor het melkvetgehalte. Wanneer door de voeding de melkproductie toeneemt, gaat het melkvetgehalte vaak dalen. Dit is veel minder het geval voor het eiwitgehalte. Een hogere melkproductie gaat zelfs geregeld gepaard met een hoger melkeiwitgehalte.

Pensfermentatie

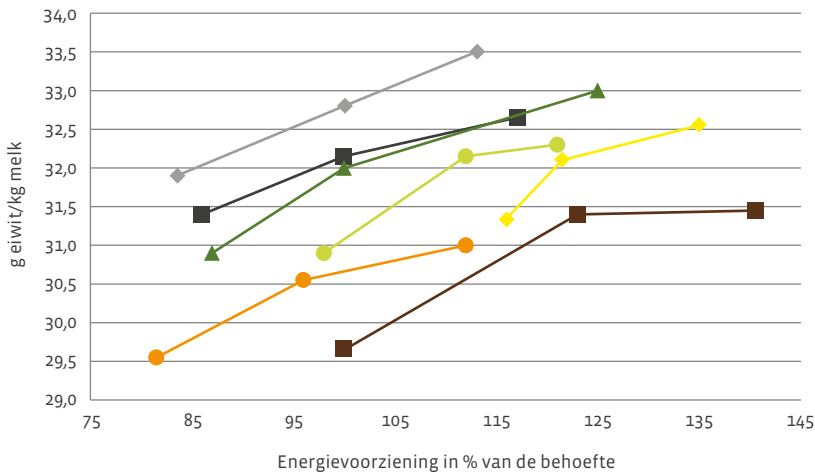
Wanneer de pensfermentatie aanleiding geeft tot een hogere microbiële eiwitproductie, kan het melkeiwitgehalte toenemen. Dat kan het geval zijn bij een verhoogde FOSp-opname op voorwaarde dat de OEB positief blijft.

Ook de vluchtige vetzuren in de pens kunnen de melksamenstelling beïnvloeden. Azijnzuur en boterzuur hebben een melkvetverhogend effect, terwijl propionzuur meestal het melkvetgehalte wat drukt, en het melkeiwitgehalte iets kan verhogen.

Energievoorziening

Een betere energievoorziening tijdens de lactatie resulteert vaak in een verhoogde melkproductie, en door het verdunningseffect in een ietwat lager melkvetgehalte. Daarenboven mag gesteld worden dat een betere energievoorziening het melkeiwitgehalte doet toenemen, behalve wanneer de extra energieaanvoer afkomstig is uit voedervet. We mogen zelfs stellen dat een goede energievoeding de belangrijkste voorwaarde is voor een goed melkeiwitgehalte (figuur 7.1).

Figuur 7.1 Invloed van de energievoorziening op het melkeiwitgehalte



Bron: naar Journet en Rémond, 1978

Een betere VEM-voorziening gaat meestal gepaard met een hogere FOSP-opname. Dit resulteert in een verhoogde microbiële eiwitproductie in de pens (op voorwaarde dat de OEB positief is). Zoals reeds gezegd, heeft dit microbiële eiwit een ideale aminozuursamenstelling voor melkeiwit. We zien vaak dat voedermiddelen die het melkeiwitgehalte verhogen, juist deze zijn met een hoog FOSP-gehalte.

Ook de energievoorziening in de droogstand kan zijn weerslag hebben op de melksamenstelling in het begin van de lactatie. Vette koeien nemen minder voeder (energie) op en hebben daardoor een lager melkeiwitgehalte. Door de negatieve energiebalans komt een deel van het afgebroken vetweefsel via de lever in de melk terecht, wat aanleiding geeft tot hoge melkvetgehalten in de eerste lactatieweken.

Eiwitvoorziening

Aangezien de eiwitreserve van een koe niet groot is, resulteert een eiwittekort vlug in een lagere melkproductie, terwijl het melkvetgehalte in dat geval op hetzelfde niveau blijft of toeneemt. Een noemenswaardig tekort aan DVE drukt het melkeiwitgehalte, terwijl een voorziening boven de normen hoogstens een kleine verhoging van het melkeiwitgehalte als gevolg heeft. De OEB heeft meestal geen invloed op de melksamenstelling als die positief is. Een negatieve OEB kan het melkeiwitgehalte drukken.

Er zijn meer en meer aanwijzingen dat bepaalde aminozuren, zoals lysine en methionine limiterend kunnen zijn voor de productie van hoogproductief melkvee. Proeven hebben aangetoond dat supplementatie met deze aminozuren onder beschermde vorm, geregeld het melkeiwitgehalte verhoogt (tabel 7.1).

Tabel 7.1 Effect van beschermde aminozuren en van infuseren van aminozuren in de leibmaag

	Lysine	Methionine	Meth. + Lys.
Aantal proeven	3	22	96
Melkproductie (kg)	+ 0,5	- 0,2	+ 0,2
Vetgehalte (g/kg)	- 0,2	+ 0,5	- 0,2
Eiwitgehalte (g/kg)	- 0,2	+ 0,4	+ 1,1

Bron: Rulquin, 1992

Structuurvoeder

Een gebrek aan structuurvoeder drukt het melkvetgehalte. Een gedrukt melkvetgehalte is trouwens de beste indicator van structuurtekort. Daarenboven gaat zo'n gebrek vaak gepaard met een lager azijnzuur- en hoger propionzuuraandeel in de pens, wat gunstig kan zijn voor het melkeiwitgehalte.

Glucogene nutriënten (zetmeel)

Bij rantsoenen met een hoog krachtvoederaandeel wordt het melkvetgehalte meestal gedrukt en kan het eiwitgehalte ietwat verhoogd worden, vooral wanneer het krachtvoeder veel zetmeel bevat (granen). Glucogene nutriënten drukken immers de azijnzuur/propionzuur-verhouding in de pens.

Vet toevoeging

Een noemenswaardige vet toevoeging aan het rantsoen (krachtvoeder) drukt het melkeiwitgehalte (tabel 7.2). De melkproductie wordt erdoor meestal ietwat verhoogd, zodat de eiwitproductie meestal ongewijzigd blijft. Het melkvetgehalte wordt vaak gedrukt, vooral wanneer onverzadigd vet of oliën worden toegevoegd. Dit laatste is echter niet het geval wanneer beschermd vet wordt gebruikt, of wanneer het vet als oliehoudend zaad (volvette sojabonen) wordt toegediend.

Toediening van beschermd CLA kan het melkvetgehalte aanzienlijk drukken.

Tabel 7.2 Effect van aanzienlijke vetsupplementatie

Vetsoort	Aantal groepen	Vetsuppl. (g/dag)	Melk (kg)	Vet (g/kg)	Eiwit (g/kg)
Dierlijk vet	22	688	+ 0,5	- 1,4	- 0,6
Beschermd dierl. vet	26	941	+ 1,0	+ 4,0	- 1,8
Verzadigd vet	10	644	+ 1,7	+ 0,5	- 0,6
Palmolie Ca-zeep	29	593	+ 0,9	+ 0,4	- 1,2
Plantaard. olie	8	573	- 0,6	- 2,8	- 0,9
Oliezaden	34	538	+ 0,3	- 0,9	- 0,4
Besch. oliezaden	26	693	0,0	+ 6,4	- 0,8
Visolie	27	305	+ 0,2	- 9,1	- 1,2

Bron: Chilliard et al., 2001

1.3 Invloed van courant gebruikte voedermiddelen

Maïskuilvoeder, geconserveerde graslandproducten

Van deze belangrijke ruwvoerders is geen systematische invloed op de melksamenstelling te verwachten. Met maïskuilvoeder wordt een normaal vet- en eiwitgehalte bekomen. Natte graskuil daarentegen geeft af en toe een lager vet- en eiwitgehalte (lagere energie-opname), terwijl voordroogkuil en hooi als neutraal mogen bestempeld worden.

Vers gras

Bij goed gras is het vetgehalte meestal iets lager, terwijl het eiwitgehalte vaak iets hoger is dan bij klassieke winter-rantsoenen.

Bijvoeding van maïskuilvoeder

In de weideperiode verhoogt vaak (niet altijd) ietwat het melkvet- en melkeiwitgehalte, net als de melkproductie.

Voederbieten

Voederbieten verhogen het vet- en eiwitgehalte. Het hogere vetgehalte is het gevolg van een hoger boterzuuraandeel in de pens, terwijl het hoger eiwitgehalte een gevolg is van de betere energievoorziening (FOS_p).

Ingekuilde perspulp

Ingekuilde perspulp drukt algemeen het melkvetgehalte, verhoogt het melkeiwitgehalte en werkt melkstimulerend.

Ingekuilde draf

Ingekuilde draf drukt het melkvetgehalte en stimuleert de melkproductie, terwijl het melkeiwitgehalte ongewijzigd blijft.

Rauwe en ingekuilde aardappelen

Rauwe en ingekuilde aardappelen verhogen bij aanzienlijke hoeveelheden de beide gehalten.

Ingekuild vochtig maïsgraan

CCM en MKS kunnen als krachtvoedervangers het melkvetgehalte ietwat drukken, terwijl ze geen of een licht positief effect hebben op het eiwitgehalte.

1.4 Melkvetsamenstelling

Ongeveer één derde van de vetconsumptie in België is afkomstig van melk- en zuivelproducten. Melkvet bevat echter overwegend verzadigde vetzuren (SFA) (60–70%) en relatief weinig poly-onverzadigde vetzuren (PUFA) (2–5%), waaraan sinds jaren bepaalde gezondheidsbevorderende eigenschappen worden toegekend. De voedermiddelen voor melkvee bevatten een aanzienlijk aandeel (35–70%) onverzadigde vetzuren in het geheel van de vetzuren, maar die worden meestal voor 80–95% verzadigd in de pens.

De laatste jaren toont heel wat onderzoek aan dat sommige vetzuren in melkvet een gunstig effect zouden hebben op de menselijke gezondheid. De Hoge Gezondheidsraad beveelt een hoger aandeel omega-3 (Ω -3) vetzuren (n-3 PUFA's) aan in de menselijke voeding.

Naast de Ω -3 vetzuren wordt er, omwille van bepaalde gezondheidsbevorderende eigenschappen, veel belang gehecht aan het geconjugeerd linolzuur (CLA) dat bijna uitsluitend aanwezig is in vet van herkauwers.

Naarmate het PUFA-gehalte in het rantsoen hoger is en de verzadiging in de pens kleiner is, zal het PUFA-gehalte in de melk hoger zijn. Voor een hoog aandeel Ω -3 vetzuren in de melk heeft men dus voedermiddelen nodig met een hoog aandeel Ω -3 vetzuren. Het meest voorkomende Ω -3 vetzuur in voeders en melk is het linoleenzuur met 18 koolstof (C18:3) atomen. In tabel 7.3 wordt een idee gegeven van de Ω -3 vetzuurgehalten in enkele voedermiddelen. Gras en klaver hebben een veel hoger C18:3 aandeel dan maïskuilvoeder.

TABEL 7.3 Gehalte aan omega-3 en omega-6 vetzuren in voedermiddelen

	Omega-3	Omega-6
% van totaal vet van voedermiddel		
Gras	55	13
Klaver*	55	17
Graskuil	38	13
Maïskuil	5	40
Klaverkuil*	38	17
Perspulpkuil	5	12
Sojaolie	8	50
Lijnolie	50	18
Koolzaadolie	13	25
Maïsolie	1	55

* waarden geldig voor zowel rode als witte klaver

Zoals reeds gezegd is vet van herkauwers de belangrijkste bron van CLA in de menselijke voeding.

Een hoger gehalte aan onverzadigde vetzuren in het voeder zou dus moeten resulteren in een hoger CLA-gehalte in de melk. Dit wordt bevestigd door het onderzoek in kwestie.

Op grond van de gehalten in tabel 7.3 kunnen we verwachten dat gras en klaver resulteren in een hoger gehalte Ω -3 vetzuren in de melk dan maïskuilvoeder. Klaver scoort nog iets beter dan gras omdat de vetzuren van vooral rode klaver minder worden verzadigd waardoor de PUFA flow naar het duodenum duidelijk groter is bij klaver. Kuilvoeder scoort lager dan vers voeder omdat er tijdens de veldperiode oxydatie optreedt van PUFA's. Ruwvoerders met een variatie in botanische samenstelling geven aanleiding tot meer Ω -3 vetzuren en CLA in de melk dan intensief uitgebaat grasland. Naarmate het groeistadium vordert, daalt het Ω -3 en CLA gehalte in de melk. Op biologische bedrijven zijn de beide gehalten hoger omdat er minder maïs en meer klaver wordt gevoederd.

Een lagere pens-pH (Van Nevel en Demeyer, 1996), het beschermen van vetten, verhoogde vetdosissen en ionoforen (monensin) zouden resulteren in een lagere vetverzadiging in de pens. Van de oliehoudende zaden lijkt lijnzaad veruit het meest geschikt om de Ω -3 concentratie in de melk te verhogen. Hierop is trouwens het gebruik van geëxtrudeerd lijnzaad met dat doel gebaseerd.



2 HET MELKUREUMGEHALTE ALS INDICATOR VAN DE VOEDING

Ureum is in de eerste plaats een eindproduct van de eiwitvertering in de pens. Wanneer er in de pens ten opzichte van de bruikbare energie, te veel afbreekbaar eiwit wordt aangevoerd (OEB groter dan nul), ontstaat er hieruit overtollige ammoniak die via het bloed in de lever terecht komt en daar omgezet wordt tot ureum. Dat wordt grotendeels via de urine en gedeeltelijk via de melk uitgescheiden. Bij een overmaat aan DVE wordt er meer eiwit in het organisme afgebroken als energiebron, wat ook aanleiding geeft tot hogere ureumconcentraties in het bloed en dus ook in de urine en in de melk. Ook wanneer er bij energietekort, eiwit wordt gebruikt voor glucosevorming, ontstaat er ureum. Voorts wordt er bij de afbraak van weefsel-eiwit ietwat ureum aan het bloed afgegeven.

Op het ILVO is heel wat onderzoek gedaan om de melkureumconcentratie (MUC) te interpreteren in relatie tot de voeding en tot de N-excretie.

2.1 Voedingsinvloeden

De resultaten tonen aan dat de OEB een uitgesproken invloed op de MUC uitoefent. Daarenboven bevestigen drie proeven de invloed van DVE op de MUC. Alhoewel niet alle onderzoekers een invloed van de energievoorziening aannemen, kan uit het ILVO-onderzoek met zekerheid besloten worden dat er een negatief verband bestaat tussen de energievoorziening en de MUC.

Voor basisrantsoenen die uit maïskuil + voordroogkuil (ongeveer 55/45) bestaan, werd volgend verband afgeleid: $MUC \text{ (mg/l)} = 145 - 1,85 \times \% \text{ VEM} + 2,32 \times \% \text{ DVE} + 0,28 \times \text{g OEB}$. Hierin is de VEM- en DVE-voorziening uitgedrukt in procent van de behoeften. Deze formule zou ook gelden voor rantsoenen met vers gras, maar ze onderschat of overschat de MUC voor rantsoenen met respectievelijk maïskuil of graskuil als enig ruwvoeder. Uit onderzoek van het ILVO is gebleken dat bij eenzelfde nutriëntenvoorziening (zelfde VEM-, DVE-, OEB-aanbreng) meer maïskuil in het rantsoen resulteert in een hogere MUC. Ook persulp zou een invloed op de MUC hebben. Dit is een indicatie dat er vermoedelijk nog andere voedermiddelen de MUC beïnvloeden. Dit bemoeilijkt de interpretatie van de nutriëntenvoorziening.

Er werd een goed verband aangetoond tussen het RE-gehalte van vers gras en de MUC. Dit betekent dat de MUC in de weideperiode een waardevolle signaalfunctie heeft over het eiwitgehalte van het gras, wat nuttig kan zijn voor de bijvoeding en de N-bemesting.

Andere voedingsparameters zoals de voederstrategie, het FOSp-gehalte en het krachtvoederaandeel in het rantsoen bleken geen invloed te hebben.

2.2 Dierinvloeden

Uit de talrijke waarnemingen kan besloten worden dat het melkproductieniveau, de leeftijd, het ras en het lactatiestadium geen wezenlijke invloed hebben. Dit zijn dus parameters waarmee bij de interpretatie van de MUC geen rekening gehouden moet worden. Bij een hoog melkcelgehalte is de MUC iets gedrukt.

De MUC wordt gekenmerkt door een vrij grote variatie tussen de dieren, waarvan een aanzienlijk deel individugebonden is. Dit betekent dat men over de MUC van meerdere koeien moet beschikken om een uitspraak te kunnen doen over de voeding.

2.3 Andere invloeden

In de literatuur is er een indicatie dat hittestress de MUC noemenswaardig zou verhogen.

De MUC kan sterk verschillen tussen morgen- en avondmelk. Dit verschil is evenwel niet systematisch, maar afhankelijk van de verscheidenheid tussen de voedermiddelen en van het al dan niet gescheiden verstrekken van de voedermiddelen in de loop van de dag. Dit impliceert dat slechts een representatieve MUC kan bekomen worden wanneer de beide melkbeurten worden bemonsterd.

2.4 Het ureumgehalte als indicator van de N-uitstoot

Uit de N-balansproeven kan een goed verband afgeleid worden tussen de N-excretie met de urine en de MUC. De N-uitscheiding met de feces staat niet wezenlijk in verband met de MUC, maar wel met de melkproductie. De totale N-uitstoot met feces en urine zou bij klassieke rantsoenen kunnen geschat worden aan de hand van de MUC en de melkproductie (M) met de formule: $N_{\text{feces+urine}} = 0,43 \times MUC + 7,20 \times M$. Aangezien de MUC evenwel beïnvloed kan worden door het voedermiddel, kan men de N-excretie niet voldoende nauwkeurig schatten aan de hand van MUC en M.

2.5 Interpretatie van het melkureumgehalte

De zogenaamde normaalvork voor de MUC werd afgeleid uit de formule die aan de hand van de VEM-, DVE- en OEB-voorziening de MUC laat schatten. Strevend naar een optimale voeding, is het verdedigbaar het rantsoen af te stemmen op 105% VEM, 105% DVE en 100 g OEB. Rekening houdend met een variatie op de schattingsformule, met een toegelaten afwijking op de voorgestelde nutriëntenvoorziening en met een representatieve maïskuil/voordroogkuil verhouding in het basisrantsoen, kan als normaalvork een MUC van 175 tot 300 mg/l voorgesteld worden.

Omdat de OEB de grootste invloed heeft en daarenboven het meest varieert in de praktijk, is de kans het grootst dat een afwijkende MUC uitsluitend of onder meer het gevolg is van een te hoge of te lage OEB. Daarentegen zal de MUC moeilijker de energievoorziening laten evalueren. Een 'zekere' uitspraak over de oorzaak zal zelden mogelijk zijn zonder er andere parameters bij te betrekken. Er wordt geopteerd om de vet-eiwit-verhouding als bijkomende parameter omdat die in de loop van de lactatie veel minder varieert dan het vet- en eiwitgehalte.

Voor 350.723 MPR-resultaten van de VRV, bedroeg de verhouding V/E gemiddeld 1,24. Die was enkel in de eerste 3 lactatiemaanden hoger (1,28) en bleef vervolgens ongeveer constant op 1,23. Naast de V/E kan uiteraard ook de melkproductie nuttige informatie verschaffen over de voeding. Het verband tussen de nutriëntenvoorzieningen en de beschouwde parameters is in tabel 7.4 schematisch weergegeven. Hieruit blijkt bijvoorbeeld dat een 'lagere' VEM-voorziening zich onderscheidt van een 'hogere' eiwitvoorziening door een hoge V/E en een lage melkproductie.

Tabel 7.4 Invloed van een 'hogere' nutriëntenvoorziening op de melkproductie en de melksamenstelling

	VEM ↑	DVE ↑	OEB ↑
Melkureum	↓	↑	↑ ↑
Vetgehalte	=↓	↓=	=
Eiwitgehalte	↑↑	= ↑	=↑
Vet/eiwit	↓↓	↓	=↓
Melkproductie	↑	↑ ↑	↑ =

Op basis van tabel 7.4 kunnen we een model ontwikkelen om de voeding aan de hand van de melksamenstelling en de melkproductie te beoordelen. Het principe is weergegeven in tabel 7.5. Wanneer de combinatie van V/E en melkproductie bij een lage en hoge MUC niet kan worden ondergebracht bij één van de 3 aangegeven logische situaties, wordt het afwijkend U-gehalte toegeschreven aan de meest waarschijnlijke oorzaak, namelijk de OEB.

Tabel 7.5 Beoordeling van de voeding aan de hand van de MUC, de V/E-verhouding en de melkproductie

MUC			MUC		
Te laag			Te hoog		
V/E	Melkprod.	Voeding	V/E	Melkprod.	Voeding
N-H	L	OEB laag	N	N	OEB hoog
H	L	DVE laag	L	H	DVE hoog
L	N-H	VEM hoog	H	L	VEM laag

Criteria om V/E en melkproductie als normaal (N), laag (L) of hoog (H) te bestempelen

Aangezien de V/E-verhouding hoger is in de eerste lactatiemaanden dan verder in de lactatie, en de melkproductie in die periode eerst stijgt en daarna weer daalt, moeten we voor de criteria om V/E en melkproductie als normaal, laag of hoog te bestempelen, een onderscheid maken tussen bijvoorbeeld de eerste 100 lactatiedagen en de periode erna. Men zou de interpretatie individueel kunnen doen, maar daarbij kan er op het individueel ureumgehalte een vrij grote bepalingsfout zitten. Men kan dit ook per groep koeien bekijken.

V/E-verhouding

Om te weten of deze verhouding normaal, laag of hoog is, moet men een idee hebben wat men op dit moment normaal kan verwachten. Men kan bijvoorbeeld uitgaan van het gemiddeld vet- en eiwitgehalte van de voorbije 12 maanden van de betreffende koe of groep koeien. Vervolgens corrigeert men dit voor het lactatiestadium en voor het seizoen (weide- of stalperiode). Tegenover het jaargemiddelde is de V/E in de weide- en stalperiode respectievelijk 0,03 lager en 0,03 hoger. In de eerste fase van de lactatie (eerste 100 lactatiedagen) mag de V/E 0,05 hoger ingeschat worden, terwijl die daarna 0,01 lager is dan het gemiddelde van de laatste 12 maanden. Als gevolg van de (individuele) variatie, wordt voor de normaalvork, de normaalwaarde vermeerderd en verminderd met 0,04.

Voorbeeld: V/E laatste 12 m.: 1,22 , stalperiode, lactatiestadium > 100 d.

Normaalvork: $1,22 + 0,03 - 0,01 \pm 0,04$	= 1,20 - 1,28
--	---------------

De V/E van de koe of de groep koeien wordt dan als laag, normaal of hoog bestempeld wanneer die respectievelijk kleiner is dan 1,20, tussen 1,20 en 1,28 ligt of hoger is dan 1,28.

Melkproductie

De beoordeling van de melkproductie is gebaseerd op de normale melkproductieverandering in een 28-daagse periode. In het eerste lactatiestadium (< 100 d.) wordt de melkproductieverandering niet beschouwd omdat hierin de lactatiepiek voorkomt en bijgevolg de productieverandering op 28 dagen zowel positief als negatief kan zijn. Daarna verloopt de melkproductiedaling nagenoeg rechtlijnig en mag deze voor een 28-daagse periode op 2 kg (vanaf de tweede lactatie) geraamd worden. Voor de normaalvork wordt hierbij rekening gehouden met een variatie van 0,8 kg, wat wil zeggen dat men de melkproductie als normaal beschouwt als die in 4 weken 2 kg plus of min 0,8 kg of 1,2 tot 2,8 kg is gedaald.

Het verschil in melkproductie tussen de laatste en voorlaatste melkcontrole, omgerekend naar een 28-daagse periode, vormt de basis. Een zwak punt hierbij is het feit dat de melkproductie bij de vorige melkcontrole ook al door de voeding beïnvloed kan zijn.

Dieren in eerste lactatie hebben een betere persistentie. De melkproductiedaling in een 28-daagse periode is gemiddeld ongeveer 1 kg kleiner dan bij oudere dieren. Daarom wordt voorgesteld de bekomen melkproductieverandering van de 28-daagse periode bij eerstelactatiedieren te verminderen met 1 kg. Is de aldus bekomen melkproductiedaling kleiner dan 1,2 kg, of groter dan 2,8 kg, dan wordt de melkproductie als 'hoog' respectievelijk 'laag' bestempeld.

Voorbeeld: 1^e lactatie, productieverandering op 35 d.: -2,5 kg

$$\text{Correctie naar 28 d.: } \frac{-2,5 \times 28}{35} = -2,0 \text{ kg}$$

Correctie naar volwassen koe: $(-2,0 - 1,0) \text{ kg} = -3,0 \text{ kg} \rightarrow$ productie is 'laag'

3 MOGELIJKHEDEN VOOR EEN MILIEUVRIENDELIJKE MELKVEEVOEDING

De rundveehouderij heeft een belangrijk aandeel in de mestproductie. Meer dan 70% van de dierlijke N-uitscheiding zou afkomstig zijn van rundvee. Nagenoeg de helft hiervan komt van melk- en zoogkoeien. Daarom moet ook in de rundveehouderij gezocht worden naar mogelijkheden om de mestproductie te reduceren. Dit is des te meer zinvol omdat er uit mineralenbalansen van melkveebedrijven gebleken is dat het globale benuttingspercentage van de N- en P-input, zeer laag is en sterk varieert.

3.1 Respecteren van de eiwitbehoefthenormen

De N-uitscheiding is uiteraard gebonden aan de eiwitvoeding. Al de middelen die de eiwit efficiëntie verbeteren, drukken de N-excretie. Die wordt algemeen geminimaliseerd (uitgedrukt per kg melk) wanneer de eiwitvoeding kwantitatief en kwalitatief afgestemd is op de behoeften.

Een eiwittekort resulteert vrij vlug in een melkproductiedaling, omdat een koe slechts over een kleine eiwitreserve beschikt. Daarom heeft de melkveehouder de neiging iets boven de DVE-behoefthenormen te voeren. Een ruime veiligheidsmarge is bij toepassing van het DVE-systeem echter niet nodig. De benutting van het supplementair eiwit is namelijk klein en de N-uitscheiding groot. Berekeningen tonen aan dat wanneer de DVE-normen met 10% worden overschreden, de N-uitscheiding met mest en urine gemiddeld voor diverse rantsoenen met ongeveer 10% wordt verhoogd. Om eiwitverspilling te vermijden, is het noodzakelijk twee krachtvoerders te verstrekken, namelijk een eiwitcorrector en een evenwichtig KV, en geniet het de voorkeur de eiwitcorrector individueel aan te passen.

Een te hoge eiwitafbraak in de pens, weergegeven door een hoge OEB, resulteert in een te hoge N-uitscheiding via de urine. Een te hoge OEB van het rantsoen van slechts 100 g, verhoogt gemiddeld het N-verlies met circa 5%. Het is dus belangrijk dat men de OEB onder controle houdt. Door de keuze van het krachtvoeder (KV) en de KV-grondstoffen kan de OEB van het rantsoen gedrukt worden. Deze extra eis aan het krachtvoeder verhoogt echter vaak de prijs ervan. Afhankelijk van onder meer de voederstrategie kan de OEB beperkt worden tot 100-200 g. Er is ook aangetoond dat de NH_3 -emissie sterk afhankelijk is van het RE-gehalte van het rantsoen (Swensson, 2003). Volgens Nederlandse proeven (van Duinkerken et al., 2005) zou de NH_3 -emissie 70% hoger zijn bij een OEB van 500 g in vergelijking met een OEB van nul.



3.2 Aard van het ruwvoederrantsoen

De invloed van de rantsoensamenstelling kan eigenlijk terug gebracht worden tot een effect van de DVE- en OEB-voorziening. Vanzelfsprekend kan in de stalperiode de aard van het basisrantsoen een grote weerslag hebben op de N-emissie. Vervanging van voordroogkuil door maïskuil heeft een zeer gunstige weerslag op de N-uitscheiding. Perspulp kan met betrekking tot de N-uitstoot als zeer milieuvriendelijk bestempeld worden.

Het is om milieuredenen aangewezen het gras voor te drogen. Door voor te drogen wordt het eiwit bestendiger, de darmverteerbaarheid hoger en is bijgevolg de DVE-waarde hoger en de OEB-waarde lager.

Het eiwit van graslandproducten wordt beter benut naarmate het eiwitgehalte lager is. Daarvoor zou men in een ouder stadium kunnen maaien, maar dat is om andere redenen niet verantwoord. De enige remedie hier is een lagere N-bemesting, maar ook deze mogelijkheid is beperkt, vanwege de opbrengstderiving.

Door de combinatie van vers gras met voedermiddelen die een negatieve OEB hebben, wordt het ruw eiwit beter benut, waardoor de N-uitscheiding met de urine wordt gereduceerd. Voedermiddelen die daarvoor in aanmerking komen, zijn ondermeer maïskuilvoeder, perspulp, droge pulp, corn cob mix, maïskolvenschroot ...

Het effect van maïs- of pulpbijvoeding op de N-uitstoot is aanzienlijk.

3.3 Gebruik van productiever melkvee

Een productiever dier krijgt normaliter een energierijker rantsoen, waardoor het voedereiwit beter wordt benut, en bijgevolg minder N wordt uitgescheiden (mest + urine) per kg melk. Op basis van het klassieke voederpatroon in ons land, zou de N-uitscheiding, uitgedrukt per kg melk, ongeveer 8% lager zijn per 1000 kg hogere melkproductie op jaarbasis. Cijfers hiervoor uit de literatuur variëren van 5 tot 9%.

3.4 Fosfor

Voedermiddelen die aanleiding geven tot een lagere P-opname met het totaal rantsoen dat toch nog aan de P-behoefte voldoet, drukken vanzelfsprekend de P-excretie. Voorbeelden hiervan zijn maïskuilvoeder en perspulp in vergelijking met graslandproducten.

De P-excretie op jaarbasis is uiteraard hoger naarmate de melkproductie hoger is (ongeveer 10% hoger per 1000 kg hogere melkproductie). Uitgedrukt per kg melk is de P-excretie ongeveer 6% lager per 1000 kg hogere melkproductie.



4 RELATIE VOEDING-VRUCHTBAARHEID

Bij toenemende melkproductie wordt meestal een toename van de biologische rusttijd en een daling van de vruchtbaarheid vastgesteld: hoogproductieve koeien worden later voor de eerste maal geïnsemineerd, wachten langer om drachtig te worden en vergen meer inseminaties per bevruchting dan minder productieve koeien. Dit uit zich in een langere tussenkalftijd. In Vlaanderen is de tussenkalftijd (TKT) bij de Holstein koeien tussen 1992 en 2010 gestegen van 396 naar 430 dagen.

Recente onderzoeken hebben aangetoond dat de negatieve energiebalans (NEB) en daarmee gepaard gaande endocriene en metabole veranderingen een belangrijke (zometer de belangrijkste) rol spelen in de verminderde vruchtbaarheid. Een NEB heeft als gevolg dat de eerste bronst langer op zich laat wachten. Dit effect is des te groter naarmate er meer tijd verloopt tussen de kalving en het dieptepunt in NEB en naarmate de NEB groter is. Een energietekort zou de follikelgroei en de ovariële activiteit remmen. De normale ovariële activiteit en de bronstcyclus hervatten pas nadat het maximale energietekort is bereikt. Een grotere NEB resulteert in een lagere body condition score (BCS). Onderzoekers van de Universiteit van Wisconsin stelden vast dat stille bronst vaker voorkwam bij dieren met een lagere BCS. Van 18 koeien met een BCS kleiner dan 2,5, waren er 15 met geen uiterlijke bronstsymptomen. Een bepaalde proef toonde aan dat de gewichtsverandering tijdens de maand van de conceptie zeer belangrijk is. Van 1368 inseminaties bij dieren die in gewicht toenamen, resulteerden er 911 of 67% in een dracht, terwijl dit slechts 234 op 544 of 44% bedroeg bij dieren die in gewicht afnamen. Uit een andere proef bleek dat koeien die meer lichaamsconditie verliezen in de eerste 30 lactatiedagen, uitgedrukt in verlaging van de BCS, een langer interval tot de eerste ovulatie hebben.

Leroy (2005) toonde in zijn doctoraat aan dat een NEB op zich schadelijke gevolgen kan hebben op de eicelkwaliteit via toegenomen vrije vetzurenconcentraties (NEFA's) in het follikelvocht. De NEFA's uit vetmobilisatie bestaan voor een aanzienlijk deel uit palmitine- en stearinezuur. Toevoeging van deze zuren aan het in vitro eicel-embryo-medium had een nefast effect op de eicelontwikkeling, bevruchting en embryo-ontwikkeling. Naast de NEB als oorzaak van NEFA's, heeft ook stress een grote invloed op de NEFA-concentratie in het bloed. Cultuuromstandigheden die klinische ketose nabootsten, bleken toxisch te zijn voor de ontwikkeling van de eicellen.

Maatregelen die bijdragen om het energiedeficiet (vooral glucose) in het begin van de lactatie te beperken in grootte en in duur zullen dus zeker bijdragen tot betere vruchtbaarheidsresultaten. Dit moet zelfs al een aandachtspunt zijn bij de voeding op het einde van de dracht.

Stofwisselingsziekten hebben meestal een negatieve invloed op de vruchtbaarheidsparameters. Deze invloed kan ten dele toegeschreven worden aan het feit dat ze de negatieve energiebalans nog vergroten.

Overmatig eiwit aanbod kan een negatief effect hebben op de bevruchtingsresultaten en het interval kalven - dracht. Tamminga (2006) berekende uit 10 proeven met in totaal 600 koeien voor RE-gehalten variërende tussen 130 en 231 g/kg DS, een correlatie tussen het RE-gehalte en het interval tot de eerste ovulatie van 0,56. De correlatie tussen RE en de tussendrachtduur bedroeg 0,25. Meer bepaald een te hoge OEB zou schadelijk zijn. Volgens Wattiaux zijn hoge ureumgehalten in het bloed toxisch voor sperma, eicellen en embryo's, en zouden ze bovendien het progesteron gehalte drukken. Ook Leroy (2005) stelde in vitro vast dat de rijping van eicellen wordt onderdrukt door een hoge ureumconcentratie. Herberekening van beschikbare literatuurgegevens laat vermoeden dat OEB-overschot sneller dan tot nog toe wordt aangenomen, negatieve gevolgen kan hebben voor de vruchtbaarheid, vooral op embryonale sterfte. Hiervoor zou het melkureumgehalte het best beperkt worden tot 350 mg/l. Een te hoge OEB zou vooral schadelijk zijn wanneer de koe in negatieve energiebalans verkeert.

Er zijn indicaties dat toevoeging van onverzadigd vet een gunstige invloed heeft op de vruchtbaarheid.

Mineralentekorten kunnen de vruchtbaarheid beïnvloeden. Of mineralentekorten ook in de praktijk verantwoordelijk zijn voor verminderde vruchtbaarheid is minder duidelijk.

Bij een oordeelkundige voeding zullen meestal voldoende vitamines verstrekt worden voor een normale vruchtbaarheid. Wanneer echter het rantsoen overwegend uit maïskuil en persulpulp bestaat, kan een supplementatie met β -caroteen en vitamine E overwogen worden.



JHI 560

40 km/h

VIII RANTSOENBEREKENING

Een degelijke rantsoenberekening moet de basis vormen van een goede voeding. Hoe kan men bij benadering weten hoeveel en welk krachtvoeder een bepaalde koe nodig heeft, als men daar niet eens naar rekent? Een rantsoenberekening moet echter als een 'leidraad' geïnterpreteerd worden, die geen absolute garantie biedt voor een ideale voeding. De waarde van de rantsoenberekening hangt in belangrijke mate af van de nauwkeurigheid van de voederwaarden en voederopnamen die worden aangenomen.

Wat moet men voor een rantsoenberekening bij benadering kennen?

Rantsoenberekening op zichzelf is helemaal niet moeilijk. Wel moet men enkele gegevens bij benadering kennen of kunnen gebruiken, namelijk:

- de behoeftenormen;
- de individuele melkproductie en -samenstelling;
- het lactatienummer en het diergewicht;
- de voederwaarde van de gebruikte voedermiddelen;
- de ruwvoederopname.

Bij de rantsoenberekening wordt altijd rekening gehouden met de energie en het eiwit omdat deze 2 parameters de aard en hoeveelheid krachtvoeder bepalen. Na de rantsoenberekening kan gecontroleerd worden of met het betreffende rantsoen voldoende structuur wordt aangebracht. Men kan dit eventueel beperken tot enkele koeien met de hoogste structuurbehoefte die daarenboven de grootste hoeveelheid krachtvoeder zouden moeten krijgen. Bij de rantsoenberekening kan men ook de mineralen- en vitaminenvoorziening betrekken, maar die kan ook los van de rantsoenberekening in orde gebracht worden.

Voor de voederwaarde van de voedermiddelen gebruikt men een goede analyse of hanteert men tabellarische waarden.

Behalve voor enkele gevallen waar men de gemiddelde ruwvoederopname bij benadering kent (voedermengwagen met weeg-unit) moet die geschat worden. Hiervoor zijn modellen beschikbaar. Voor courante rantsoenen en wanneer krachtvoeder volgens de normen wordt verstrekt, is het eenvoudig ILVO-model goed bruikbaar (zie hoofdstuk III).

Werkwijze

Wanneer de rantsoenberekening met de computer wordt uitgevoerd, worden 'individueel' de totale energie- en eiwitbehoeften berekend, de ruwvoederopname geschat en de krachtvoederbehoefte afgeleid. Deze werkwijze is praktisch onmogelijk wanneer dit manueel moet gebeuren. Eerst wordt de manuele rantsoenberekening (kan uiteraard ook met de PC) voorgesteld; daarna wordt een voorbeeld van individuele rantsoenberekening uitgewerkt.

Manuele rantsoenberekening

Stap 1 : berekening van de mogelijke melkproductie uit het basisrantsoen

Men berekent de mogelijke melkproductie uit het basisrantsoen (ruwvoedermelk) voor enkele groepen van de veestapel die essentieel in de rantsoenberekening verschillen (eerstelactatiedieren, oudere koeien). Wanneer geen afzonderlijke rantsoenberekening wordt gedaan voor eerstelactatiedieren, kan men de mogelijke RV-melkproductie van de volwassen koeien met 3-4 kg verlagen of 1,5-2,0 kg KV meer geven voor dezelfde melkproductie (inclusief toeslag voor groei).

Eerst wordt de RV-opname geschat. Het product van de opnamen met de voederwaarden geeft ons de energie- en eiwitaanbreng via het basisrantsoen. Hiervan worden de behoeften voor onderhoud en dracht afgetrokken. De energienormen voor onderhoud gelden voor gebonden koeien; voor andere situaties moeten de gecorrigeerde normen ingezet worden. Wat overblijft wordt gedeeld door de energie- en eiwitbehoeften per kg Mm, wat ons de meetmelkproductie geeft die met het basisrantsoen kan geproduceerd worden (ruwvoedermelk). Voor energie wordt gewerkt met de norm van 442 VEM per kg Mm, aangezien meetmelk een vaste energie-inhoud heeft. Voor eiwit kan gewerkt worden met 52 g DVE per kg Mm (33 g/0,64 met 0,64 als vaste efficiëntie van de omzetting van DVE naar melkeiwit) op voorwaarde dat de veestapel (of groep) een normale vet/eiwitverhouding (ongeveer 1,21) heeft in de melk. Bij een aanzienlijk lagere/hogere verhouding is het verantwoord een hogere/lagere DVE-behoefte per kg Mm in te zetten. Aangezien de melkproductie sterk afhangt van de eiwitvoorziening, neemt men het ingezette melkeiwitgehalte het best iets hoger dan het gemiddelde van de groep. Bij lage of hoge V/E van de groep berekent men de eiwitinhoud van meetmelk en deelt dit door de gemiddelde DVE-efficiëntie namelijk 0,64.

Voorbeeld: melk van de veestapel (groep) bevat gemiddeld 3,7% vet en 3,4% eiwit.

1 kg M = 0,337 + 0,116 × 3,7 + 0,06 × 3,4	= 0,970 kg Mm
1 kg Mm bevat 34 g/0,97	= 35,05 eiwit
DVE-behoefte per kg Mm : 35,05/0,64	= 54,8 g

Voorbeeld (tabel 8.1)

Een groep volwassen Holstein koeien, gehuisvest in een loopstal, weegt gemiddeld 630 kg en neemt een basisrantsoen op bestaande uit maïskuilvoeder (200 g RC, 950 VEM, 53 g DVE en -37 g OEB per kg DS) naar believen en 5 kg DS uit voordroogkuil (240 g RC, 900 VEM, 65 g DVE, 55 g OEB per kg DS). De groep heeft een normale vet/eiwit-verhouding in de melk. Wat is de mogelijke ruwvoedermelkproductie ?

Schatten van de ruwvoederopname

Omdat de koeien in een loopstal gehuisvest zijn en we een maximale ruwvoedermelkproductie willen realiseren, verhogen we de RV-opname zoals berekend in hoofdstuk III, met 8%.

Opname maïskuil ?

- Opnamevermogen voordroogkuil:

Opneembaarheid (+ 8%):	$[19,0 - (0,024 \times 240)] \times 1,08$	= 14,30 kg DS
Correctie LG (630 kg):	$0,30 \times 0,07$	= 0,021
Opnamevermogen:	$14,30 \text{ kg DS} \times 1,021$	= 14,60 kg DS

Opnamevermogen maïskuil:

Opneembaarheid (8%):	$[20,2 - (0,031 \times 200)] \times 1,08$	= 15,12 kg DS
Correctie LG (630 kg):	$0,30 \times 0,07$	= 0,021
Opnamevermogen:	$15,12 \text{ kg DS} \times 1,021$	= 15,44 kg DS

$$\text{Opname maïskuil: } 15,44 \times \left(1 - \frac{5}{14,60}\right) = 10,15 \text{ kg DS}$$

Voor het voorbeeld ronden we af op 10 kg DS

Deze koe heeft 2,8 kg sojaschroot + 4,8 kg evenwichtig KV nodig.

OEB van het rantsoen :

basisrantsoen	=	- 95 g OEB
sojaschroot: 2,8 kg x 169 g/kg	=	+473 g OEB
evenwichtig KV: 4,8 kg x 25 g/kg	=	+120 g OEB
		498 g OEB

OEB zou beter iets lager zijn. Men zou hier bijvoorbeeld bestendig sojaschroot kunnen gebruiken.

Totale DS-opname:	$15,0(RV) + 6,6(\text{soja} + \text{KV}) = 21,6 \text{ kg}$
	$\text{DS opname uit KV } (2,8 + 4,8) \times 0,87 = 6,6 \text{ kg DS}$

Gemiddeld DS-opname vermogen (zie hoofdstuk III): $4,82 + 0,33 \times 34,0 + 0,010 \times 630 = 22,3$.

Dus geen probleem om 21,6 kg DS op te nemen.

Met deze relatief kleine hoeveelheid KV zal de structuurvoorziening in orde zijn (moet normaal gecontroleerd worden).

Bij deze manier van rantsoenberekening krijgen alle koeien van de groep dezelfde hoeveelheid eiwitcorrector. Men baseert zich hiervoor op een gemiddeld melkvet- en melkeiwitgehalte. Bij de individuele KV-aanpassing wordt de Mm-productie individueel berekend aan de hand van het individuele vet- en eiwitgehalte.

Individuele rantsoenberekening (met PC)

Men berekent de totale energie- en eiwitbehoeften en vermindert die met de opname van het basisrantsoen. De resterende behoeften moeten via het KV voldaan worden.

Voorbeeld 1

We hernemen het voorbeeld van stap 1: een volwassen Holstein koe van 630 kg produceert 34 kg melk met 4,0% vet en 3,3% eiwit (34 kg Mm). Ze krijgt een basisrantsoen bestaande uit maïskuilvoeder (200 g RC, 950 VEM, 53 g DVE en -37g OEB per kg DS, haksellengte 8 mm) naar believen en 5 kg DS uit voordroogkuil (240 g RC, 900 VEM, 65 g DVE, 55 g OEB per kg DS). Men beschikt over sojaschroot (1015 VEM, 221 g DVE, 169 g OEB per kg) en evenwichtig KV (940 VEM, 110 g DVE, 25 g OEB per kg). De geschatte maïskuilopname bedraagt 10,0 kg DS (tabel 8.1).

Behoeften:

Energie: $[(6,45 \times 630) + 1.265 + 442 \times 27,6] \times [1 + 0,00165 \times (34 - 15)] = (5.329 + 15.028) \times 1,031 = 20.988 \text{ VEM}$

Eiwit: $54 + \frac{630}{10} + 1,396 \times 1.122 + 0,000195 \times 1.122^2$ (eiwitproductie: 1122 g)

= 117 + 1812 = 1929 g DVE

	VEM	g DVE
Behoeften	20.988	1.929
Basisrantsoen (tabel 8.1)	14.000	855
Te verstrekken met KV	6.988	1.074

Hoeveelheid sojaschroot (z) en evenwichtig KV (y) ?

$$z \times 1.015 + y \times 940 = 6.988$$

$$z \times 221 + y \times 110 = 1.074$$

$$z = \frac{6.988 - y \times 940}{1015}$$

$$\left(\frac{6.988 - y \times 940}{1015}\right) \times 221 + y \times 110 = 1074$$

$$1.522 - y \times 205 + y \times 110 = 1.074$$

$$y(110 - 205) = 1.074 - 1.522 = -448$$

$$y = \frac{-448}{-95} = 4,72 \approx 4,7$$

$$z \times 1.015 + 4,72 \times 940 = 6.988$$

$$z = \frac{6.988 - 4.437}{1015} = 2,51 \approx 2,5$$

Deze koe heeft dus 2,5 kg sojaschroot + 4,7 kg evenwichtig KV nodig.

De totale hoeveelheid KV (inclusief soja) is 0,4 kg lager dan bij de berekening via de RV-melkproductie (tabel 8.1). Dit is te wijten aan de KV-toeslag van 1 kg KV voor hoge productie (30-40 kg Mm) bij de eerste berekening, die evenwel voor 34 kg Mm te hoog is. Er is 0,3 kg sojaschroot minder nodig. Dit verschil is te verklaren doordat de toegepaste toeslag voor hoge producties eigenlijk wat te veel DVE aanbrengt.

- N.B.:
- Het afleiden van de KV-hoeveelheden uit 2 vergelijkingen met 2 onbekenden veronderstelt realistische gegevens. Zo is bijvoorbeeld het voorzien van een eiwitcorrector pas zinvol als het evenwichtig KV onvoldoende eiwit zou aanbrengen.
 - Er werd in dit voorbeeld geen rekening gehouden met de wat hogere onderhoudsbehoeften wanneer koeien in een loopstal worden gehuisvest.

Voorbeeld 2

Een volwassen Holstein koe van 600 kg in 3^e lactatie produceert 40 kg M met 3,9% vet en 3,0% eiwit (= 38,8 kg Mm). Ze is gehuisvest in een loopstal, heeft 3 maanden gekalfd en krijgt hetzelfde RV-rantsoen als in de vorige voorbeelden.

We gaan in dit voorbeeld de precieze formules gebruiken voor de onderhoudsbehoeften (maakt nagenoeg geen verschil uit), en we rekenen met 10% hogere energiebehoeften voor onderhoud.

Behoeften:

$$\text{Energie: } (42,4 \times 6.00^{0,75} + 442 \times 38,8) \times [1 + 0,00165 \times (38,8 - 15)] = (5140 \times 1,10^* + 17150) \times 1,039 = 23.693 \text{ VEM}$$

(* +10% wegens loopstal)

$$\text{Eiwit: } \frac{2,75 \times 600^{0,5} + 0,2 \times 600^{0,6}}{0,67} + 1,396 \times 1.200 + 0,000195 \times 1.202^2 \quad (\text{eiwitproductie: } 1200 \text{ g})$$

$$= 114 + 1.956 = 2.070 \text{ g DVE}$$

	VEM	g DVE
Behoeften	23.693	2.070
Basisrantsoen (tabel 8.1)	14.000	855
Te verstrekken met KV	9.693	1.215

Deze koe krijgt als eiwitcorrector een mengsel van 60% sojaschroot (1.015 VEM, 221 g DVE en 169 g OEB) en 40% koolzaadschroot (848 VEM, 126 g DVE en 142 g OEB).

Mengsel bevat	$(0,60 \times 1015 \text{ VEM}) + (0,40 \times 848 \text{ VEM})$	= 948 VEM
	$(0,60 \times 221 \text{ g DVE}) + (0,40 \times 126 \text{ g DVE})$	= 183 g DVE
	$(0,60 \times 169 \text{ g OEB}) + 0,40 \times 142 \text{ g OEB}$	= 158 g OEB

Hoeveel eiwitcorrector (z) en evenwichtig KV (y) ?

$$z \times 948 + y \times 940 = 9.693$$

$$z \times 183 + y \times 110 = 1.215$$

$$z = \frac{9.693 - y \times 940}{948}$$

$$\frac{9.693 - y \times 940}{948} \times 183 + y \times 110 = 1.215$$

$$1.871 - y \times 181 + y \times 110 = 1.215$$

$$y \times (110 - 181) = 1.215 - 1.871 = -656$$

$$y = \frac{-656}{-71} = 9,24 \approx 9,2$$

$$z \times 948 + 9,24 \times 940 = 9.693$$

$$z = \frac{9.693 - 8.686}{948} = 1,06 \approx 1,1$$

$$\text{Test: } 1,06 \times 948 + 9,24 \times 940 = 9.690$$

$$1,06 \times 183 + 9,24 \times 110 = 1.210$$

Deze koe heeft dus 1,1 kg eiwitcorrector + 9,2 kg evenwichtig KV nodig

$$\text{OEB: } -95 \text{ g (RV-rantsoen)} + (1,1 \times 158 \text{ g}) + (9,2 \times 25 \text{ g}) = 309 \text{ g}$$

Controle op structuur:

Structuurbehoefte:

$$1 + (40 - 25) \times 0,008 + (4,4 - 3,9) \times 0,05 = 1,145 \approx 1,15$$

Structuurwaarden:

Maïskuil:	$(-0,10 + 0,0090 \times 200) \times 1,04^*$ (*haksellengte 8 mm)	= 1,77/kg DS
Voordroogkuil:	$-0,20 + 0,0125 \times 240$	= 2,80/kg DS
Eiwitcorrector:	$(0,60 \times 0,23) + (0,40 \times 0,29)$	= 0,254/kg = 0,29/kg DS

	DS-opname (kg)	SW/kg DS	SW _{Tot}
Maïskuil	10	1,77	17,70
Voordroogkuil	5	2,80	14,00
Eiwitcorrector	1,1 x 0,87	0,29	0,28
KV	9,2 x 0,87	0,25	2,00
Totaal	24,0		33,98 → 1,42/kg DS

→ Voldoende structuur

Nodige eiwitcorrector bij KV-beperking

Als men om bepaalde redenen verkiest minder krachtvoeder te verstrekken, is het toch wenselijk voldoende eiwit te verstrekken omdat koeien nagenoeg geen gebruik kunnen maken van een eiwitreserve, terwijl dit wel kan voor energie.

Stel dat het totale krachtvoeder van het voorbeeld beperkt wordt tot 8 kg. Hoeveel eiwitcorrector en evenwichtig KV moet er dan verstrekt worden om toch aan de DVE-behoefte te voldoen ?

Stel dat het KV een verdringingswaarde heeft van 0,5 (op DS-basis), dan betekent dit dat er door $(10,3 - 8) \times 0,87 = 2,0$ kg DS minder KV te verstrekken, 1,0 kg DS meer RV wordt opgenomen d.i. 6,7% van de vooropgestelde RV-opname of 0,67 kg DS maïskuil en 0,33 kg DS voordroogkuil. Dit betekent $(0,67 \times 53 \text{ g}) + (0,33 \times 65 \text{ g}) = 57 \text{ g DVE}$.

Aan te brengen DVE met 8 kg KV : $1.215 \text{ g} - 57 \text{ g} = 1.158 \text{ g}$

$$z \times 183 + y \times 110 = 1.158$$

$$z + y = 8$$

$$z = 8 - y$$

$$(8 - y) \times 183 + y \times 110 = 1.158$$

$$1.464 + (-183 + 110) \times y = 1.158$$

$$-73 \times y = 1.158 - 1.464 = 306$$

$$y = 306/73 = 4,2$$

Evenwicht KV: 4,2 kg , eiwitcorrector: 3,8 kg

$$\text{Test } 4,2 \times 110 + 3,8 \times 183 = 1.157$$

Bemerking:

De individuele rantsoenberekening resulteert in een individueel verschillende hoeveelheid eiwitcorrector. Wanneer met een geprogrammeerde KV-automaat wordt gewerkt met 2 distributiekkanalen, kan dit zondermeer uitgevoerd worden. Wanneer de omstandigheden slechts 1 algemene hoeveelheid eiwitcorrector toelaten (bijvoorbeeld aan voederhek), kan men opteren voor volgende mogelijkheden:

- Alle koeien krijgen de grootste hoeveelheid eiwitcorrector. Het evenwichtig KV wordt uiteraard individueel verminderd (voor zover nog mogelijk) met het teveel aan eiwitcorrector. Met deze werkwijze kiest men voor een voldoende eiwitvoorziening. De meeste koeien gaan teveel eiwit krijgen wat echter geen zoötechnische nadelen zal meebrengen, maar wat de productiekosten zal verhogen en aanleiding zal geven tot meer N-uitstoot naar het milieu.
- Alle koeien krijgen de gemiddelde hoeveelheid eiwitcorrector of iets meer. Het evenwichtig KV wordt individueel vermeerderd met het tekort aan eiwitcorrector, zodat de totale hoeveelheid krachtvoeder ongewijzigd blijft. Het hieruit ontstane DVE-tekort zou toch het best beperkt worden tot ongeveer 100 g per dag. Bij het verstrekken aan het voederhek moet men bovendien weten dat niet alle dieren de voorziene hoeveelheid eiwitcorrector opnemen.



IX VOEDERPLANNING

1 KOSTPRIJSRAMING RUWVOEDERS

Bij de planning van de ruwvoederteelten is het belangrijk dat men een idee heeft van de kostprijs van de ruwvoerders die men in overweging neemt. Deze kostprijzen moeten uiteindelijk uitgedrukt worden per voederwaarde-eenheid, om ze onderling vergelijkbaar te maken. De kostprijs per ha, de opbrengst, de voederwaarde, de bewaarverliezen en de uitkuilkosten zijn hierbij bepalend. Wanneer men ruwvoerders met krachtvoerders vergelijkt, is het inderdaad wenselijk hierbij de kostprijs voor het uitkuilen en vervoederen te betrekken.



Tabel 9.1 Kostprijsraming voedergewassen 2011

	GRASLAND							KUILMAIS (geen derogatie)	VOEDERBIE- TEN
	GRAS		GRASKLAVER (GEEN DEROGATIE)		ITALIAANS				
	1e snede voor- droog	grasweide 1 snede maaien rest begrazen 6 jaar	bijvande maaiweide	grasweide 1 snede maaien rest begrazen 6 jaar	italiaans jjaar voordroogkuil	grasklaver maaiweide			
Pacht + alg kosten	EUR/ha	94,3	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	
Aanleg	EUR/ha	22,5	71,5	107,3	72,2	240,0	382,0	442,0	
• ev. zodevernietiging en groundbework.	EUR/ha	13,0	41,5	62,3	41,5	130,0	177,0	177,0	
• zaaizaak en zaaien	EUR/ha	9,4	30,0	45,0	30,7	110,0	205,0	265,0	
Bemesting	EUR/ha	154,6	360,2	415,2	380,5	443,7	253,7	195,0	
• Bemesting mengmest	EUR/ha	60,0	90,0	162,9	64,9	163,0	55,5	65,3	
• Bemesting kunstmest	EUR/ha	94,6	278,1	292,3	316,2	305,7	198,4	260,2	
• Instandhouding bodemvruchtbaarheid	EUR/ha	0,0	-7,9	-40,0	-0,6	-24,9	-0,2	-130,4	
Gewasbescherming	EUR/ha	0,0	26,7	26,7	26,7	26,7	130,0	330,0	
Afrastering	EUR/ha	0,0	125,0	0,0	125,0	0,0	0,0	0,0	
Oogst	EUR/ha	167,1	227,1	835,7	227,1	835,7	225,0	477,0	
Kuilkosten	EUR/ha	49,2	49,2	171,3	49,2	178,8	238,4	0,0	
Compensatie negatieve OEB	EUR/ha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	110,4	309,5	
KOSTPRIJS TEELT	EUR/ha	488	1.160	1.856	1.181	1.862	1.640	2.054	
Uitkuilen en vervoederen	EUR/ha	69	69	241	69	251	335	735	
Opbrengst en voederwaarde									
• Bruto opbrengst	kg DS/ha	3.300	10.500	11.500	11.000	12.000	16.000	17.000	
• Netto opbrengst	kg DS/ha	2.970	10.170	10.350	10.670	10.800	14.400	15.810	
• VEM	kg DS/ha	900	957	870	958	860	950	1.035	
• DVE	kg DS/ha	68	76	65	79	57	53	101	
• KVEMeq	kg DS/ha	3.279	12.063	11.023	12.737	11.135	15.970	21.154	
KOSTPRIJS VOEDER									
excl. uitkuilen en vervoederen	EUR/ton DS EUR/1000 KVEM eq	164,19 148,72	114,03 96,14	179,34 168,39	110,95 92,69	187,49 181,86	113,86 102,67	129,89 97,08	
incl. uitkuilen en vervoederen	EUR/ton DS EUR/1000 KVEM eq	187,43 169,77	120,82 101,86	202,58 190,21	117,12 98,11	210,73 204,40	137,10 123,62	176,37 131,82	

In tabel 9.1 is de kostprijsraming weergegeven van de veel gebruikte ruwvoerders. Meerdere instanties, onder de coördinatie van het LCV, hebben hieraan meegewerkt. Deze kostprijsberekening laat een vergelijking toe tussen de bedrijfsvoedermiddelen, en is een leidraad voor een efficiëntere bedrijfsvoering. De ingezette gegevens zijn gemiddelden, elke veehouder kan deze invullen om de kostprijs op zijn bedrijf te ramen.

De kostprijsraming is gebaseerd op bedragen exclusief BTW. De kostprijs wordt o.a. bepaald door eigen werk, opbrengst en kwaliteit. De kosten voor de meeste werkzaamheden zijn gebaseerd op loonwerkersprijzen. Bij de werkzaamheden die de landbouwer zelf uitvoert, is een arbeidsvergoeding in rekening gebracht.

Bemesting

Een regelmatige grondontleding met inbegrip van de sporenelementen blijft de basis van iedere beredeneerde bemesting. Inzake bemesting wordt rekening gehouden met de geldende bemestingsnormen van MAP 4 (inclusief derogatie voor de mogelijke gewassen) en met een gemiddeld bemestingsadvies voor gronden met een goede chemische vruchtbaarheid.

De vermelde kostprijs van de bemesting is gebaseerd op het maximaal gebruik van rundermengmest (mogelijke hoeveelheid om 170 N / 250 N uit dierlijke mest - inclusief beweiding - in te vullen) aangevuld met minerale bemesting. Voor de aanbreng van dierlijke mest via begrazing wordt uitgegaan van een beperking van de begrazing en voor melkvee wordt gerekend met de gemiddelde uitscheidingsnorm voor koeien met een melkproductie van 8000-8500 kg/jaar.

Voor de mengmest bij voederbieten en kuilmaïs worden uitsluitend de uitspreidingskosten (1,50 euro/m³) en de inwerkkosten (25,00 euro/ha) in rekening gebracht. De mengmesttoediening op grasland gebeurt via mestinjectie (3,00 euro/m³). Voor de aanvullende minerale bemesting worden volgende eenheidsprijzen (eurocent per eenheid) gebruikt:

Kostprijs meststoffen (eurocent/eenheid)

Stikstof	103	Magnesium	116
Fosfor	101	Natrium	30
Kali	61	Kalk	9

Grasland

Strooikosten: bij grasland worden meerdere strooibeurten voorzien, verdeeld over het groeiseizoen, bij grasklaver is dit eerder in het voorjaar. Bij maaisneden wordt uitgegaan van het gebruik van een maaier-kneuzer met breedaflegging zodat slechts 1 bijkomende schudbeurt nodig is.

Instandhouding bodemvruchtbaarheid

Voor iedere teelt wordt het effect op de organische stof balans op jaarbasis begroot. Bij voederbieten wordt tevens de bemestende waarde van het loof in rekening gebracht.

Insecten- en onkruidbestrijding

De aanwezige insectenfauna en onkruidflora evenals de gebruikte producten zijn prijsbepalend. Voor bieten is een insecticidebehandeling van het zaad voorzien. Bij maïs is enkel een zaadbehandeling met een vogelafweer- en fritvliegmiddel voorzien. Bij grasland kan een periodieke bestrijding van overblijvende onkruiden nodig zijn en wordt bij aanleg/vernieuwing rekening gehouden met het afdoden van de oude zode.

Compensatie negatieve OEB

Hier worden de kosten in rekening gebracht om de negatieve OEB van voederbieten en kuilmaïs op nul te brengen. Deze kosten zijn al dan niet aan te rekenen afhankelijk van het totale rantsoen.

Opbrengst

De opbrengsten zijn gemiddelden over meerdere jaren, haalbaar bij goede teelttechniek en uitbating. Bij de netto-opbrengst is rekening gehouden met de bewaarverliezen. Deze verliezen (droge stof) worden voor bieten op 7% , voor kuilmaïs en voor voordroogkuil van gras of grasklaver op 10 % geraamd.

Totaal kVEM-equivalent

Er is aangenomen dat de geldelijke waarde van 1 kg DVE-toeslag gelijk is aan deze van 3 kVEM (gemiddelde prijsverhouding 2010-2011). De totale kVEM-equivalent opbrengst is hier gelijk aan de som van de kVEM-opbrengst en het kVEM-equivalent van de DVE-toeslag. Dit veronderstelt evenwel dat al het eiwit in het voeder door het dier benut wordt, hetgeen voor goed gras meestal niet het geval is wanneer dit als enig ruwvoeder wordt verstrekt.

Kostprijs exclusief en inclusief uitkuilen en vervoederen

De kostprijs per kg DS netto en per kVEM-equivalent zijn weergegeven in euro per ton droge stof of per ton kVEM-equivalent. Voor het uitkuilen en vervoederen worden volgende prijzen per ton droge stof in rekening gebracht:

bieten:	46,48 euro
Kuilvoeder:	23,24 euro

Toeslagrechten

Er wordt geen rekening gehouden met de toeslagrechten.

Uit deze kostprijsberekening, ons baserend op de prijs per 1000 kVEM, excl. uitkuilen en vervoederen, blijkt dat een aantal voedermiddelen zeer dicht bij elkaar liggen. Voor de kostprijs van het rantsoen scoren voederbieten, gras of grasklaver - 1 snede maaien en rest begrazen - en kuilmaïs het best. Dit terwijl ingekuild gras van blijvende maaibeides als vrij duur mag bestempeld worden.

2 RUWVOEDERVOORRAAD

Bij de opmaak van het teeltplan kan al een raming gemaakt worden van de ruwvoederbehoefte op basis van de verwachte veestapel, het ruwvoederopnamevermogen en de te verwachten gemiddelde opbrengsten van de ruwvoeders.

Als men vóór de aanvang van de stalperiode te weinig ruwvoeder vreest te hebben, is het wenselijk de ruwvoeder voorraad te schatten en die te vergelijken met de vermoedelijke behoefte. Op dat ogenblik kunnen waarschijnlijk nog interessante voedermiddelen aangekocht worden zoals perspulp. Daarvoor schat men het volume ruwvoeder en rekt men met een gewicht per kubieke meter. De volumeberekening is uiteraard een benadering en gebeurt in functie van de vorm van de kuil. In tabel 9.2 wordt het soortelijk gewicht gegeven van enkele belangrijke voedermiddelen. Die zijn uitgedrukt in kg product als dusdanig alsook in kg droge stof. Dit gewicht kan uiteraard nogal variëren.

De ruwvoederbehoefte is afhankelijk van de veestapel en het aantal staldagen, en van de eventuele bijvoeding (maïskuil) in de weideperiode. Voor melkvee kan men de RV-opname schatten met het voorgestelde systeem (zie hoofdstuk 5). Voor jongvee schat men de opname voor enkele groepen en baseert men zich op het gemiddeld gewicht van de groep en op de opnamecurven. Men kan voor jongvee ook eenvoudigweg een RV-opname ramen van 2,0 – 1,7 kg DS/100 kg LG, afnemend naarmate het dier zwaarder wordt.

Veiligheidshalve is het wenselijk de aldus geschatte RV-behoefte te verhogen met 5 à 10%.

Tabel 9.2 Gewicht per m³ van gangbare voedermiddelen

Voedermiddel	Kg voeder/m ³	Kg DS/m ³
Ingekuild gras		
Sleufsilo - gehakseld		
vers ingekuild	675-850	150-190
voorgedroogd	425-525	180-210
Molshoopsilo	Sleufsilo - 5%	-
Niet gehakseld	Gehakseld - (10 à 15) %	-
Deegrijp maïs		
Sleufsilo		
minder dan 30% DS	620-720	180-200
meer dan 30% DS	570-660	195-215
Molshoopsilo	Sleufsilo - 5%	-
Ingekuilde perspulp	790	180
Voederbieten	650	100
Aardappelen	700	150
Hooi in kleine pakken (middelm. densiteit)		
middelmatig groeistadium	95	80
jong groeistadium	110	95
Stro		
in kleine pakken	120	100
in grote pakken	125	105
Krachtvoeder		
pellets	560-630	-
meel	630-700	-

LIJST VAN DE AFKORTINGEN

Afkorting	Verklaring
ADF	zuur detergent vezel, acid detergent fiber
ADL	lignine, acid detergent lignin
AZ	aminozuren
%BRE	bestendigheid van het voedereiwit
BZET	bestendig zetmeel
%BZET	bestendigheid van het zetmeel
CLA	geconjugeerd linolzuur, conjugated linoleic acid
CVB	Centraal Veevoederbureau, Nederland
DDGS	dried distillers grains and solubles
DS	droge stof
DVBE	darmverteerbaar bestendig voedereiwit
%DVBE	darmverteerbaarheid van het bestendig voedereiwit
DVE	darmverteerbaar eiwit
DVME	darmverteerbaar microbieel eiwit
DVMFE	darmverteerbaar metabool fecaal eiwit
FOS	fermenteerbare organische stof
KAB	kation-anion-balans
KV	krachtvoeder
LG	lichaamsgewicht
Mm	meetmelk
MUC	melkureum concentratie
N	stikstof
NDF	celwanden, neutraal detergent vezel, neutral detergent fiber
NEB	negatieve energiebalans
NEFA	vrije vetzuren, non esterified fatty acid
NH ₃	ammoniak
NPN	niet-eiwit-stikstof, non protein nitrogen
OEB	onbestendige eiwit balans
OZET	onbestendig zetmeel
PG	propyleenglycol
PUFA	poly-onverzadigde vetzuren, poly unsaturated fatty acids
RE	ruw eiwit
RC	ruwe celstof
RV	ruwvoeder
RVkrit	kritisch ruwvoederaandeel
SFA	verzadigde vetzuren, saturated fatty acids
SUI	suikers
UE	unité d'encombrement (verzadigingswaarde)
VEM	voedereenheid melk
VOS	verteerbare organische stof
ZET	zetmeel