



Publicatie 147
Juni 2000



Mineralenvoeding tijdens de droogstand: het kation-anion verschil



P
U
B
L
I
C
A
T
I
E

Uitgever:

Praktijkonderzoek Rundvee,
Schapen en Paarden (PR)
Runderweg 6, 8219 PK Lelystad.
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoonnr. 0320-29 32 11,
Fax. 0320-24 15 84.
E-mail info@pr.agro.nl
Wekelijks worden tips met E-mail
naar de donateurs gestuurd. Opgave naar het
E-mail adres van het PR.
Internet <http://www.pv.wageningen-ur.nl>

Redactie en fotografie:
Sectie Voorlichtingszaken van het PR

Drukker:
Drukkerij Cabri bv, Lelystad

ISSN 1385-0121

Eerste druk 2000 / oplage 3500

Het is verboden zonder schriftelijke
toestemming van de uitgever deze publicatie
of delen van deze publicatie te kopiëren,
te vernenigvuldigen, digitaal om te zetten
of anderszins op een andere wijze
beschikbaar te stellen

Losse nummers zijn uitsluitend verkrijgbaar
door *f* 15,- over te maken op
RABO-rekening 11.25.54.989 van het
Praktijkonderzoek PR, Runderweg 6, 8219 PK
Lelystad met vermelding:
Publicatie nr. 147





Publicatie 147
Juni 2000


Mineralenvoeding tijdens de droogstand: het kation-anion verschil

K. Stelwagen
J.J. Zonderland
Tj. Boxem
R.L.G. Zom
G. van Duinkerken
E.A.A. Smolders

Voorwoord

- De voeding van droge koeien staat momenteel weer in de belangstelling. Niet alleen uit het oogpunt van energienormen, maar ook door de mogelijkheid om met de juiste mineralenvoeding gedurende de laatste helft van de droogstand zo mogelijk het optreden van melkziekte te voorkomen.

- Buitenlands onderzoek heeft aangetoond dat een droogstandsrantsoen met een negatief kation-anionverschil (KAV) perspectief biedt om melkziekte te voorkomen. Een negatief KAV kan bereikt worden door relatief lage gehalten aan kalium en natrium en hoge gehalten aan chloor

en zwavel ionen in het rantsoen op te nemen. In de afgelopen jaren zijn op proefbedrijf Bosma Zathe in drie stalvoederproeven de effecten van droogstandsrantsoenen met een negatief KAV onder praktijkomstandigheden onderzocht. De resultaten van dit onderzoek worden in deze publicatie beschreven. De auteurs willen hierbij een ieder bedanken die betrokken is geweest bij de uitvoer van de proeven en de totstandkoming van deze publicatie. Vooral de medewerkers van proefbedrijf Bosma Zathe en de heren A.P.J. Subnel, R.G.M. Meijer, G. Veninga en C. Kalis willen wij bedanken voor hun inzet. 



Inhoudsopgave

Voorwoord	2	●
1 Inleiding	4	
2 De werking en het gebruik van kation- en anionmineralen	5	●
3 Materiaal en methoden	7	
3.1 Proefopzet	7	●
3.2 Samenstelling van voedermiddelen	7	
4 Resultaten	10	●
4.1 Voeropname	10	
4.2 Gewicht en conditie	11	
4.3 Energienorm (alleen gebaseerd op proef 3)	13	●
4.4 Bloed- en urine analyses	15	
5 Discussie	18	●
6 Conclusies	20	
Samenvatting	21	●
Literatuur	22	
Summary	23	●
List of tables	24	●
		●
		●
		●
		●
		●
		●
		●
		●
		●
		●

1 Inleiding

- Hoewel aan de droogstandsperiode van koeien in toenemende mate aandacht wordt geschonken, komt op meerdere melkveebedrijven nog steeds vrij veel melkziekte voor. Melkziekte treedt op rond het afkalven en lijkt samen te hangen met een laag calciumgehalte in het bloed.
 - Tal van onderzoeken geven aan dat een te rijk calcium (Ca) voeding tijdens de droogstand de kans op melkziekte verhoogt (Goff en Horst, 1997). Er zijn echter ook studies waaruit blijkt dat de Ca-voeding tijdens de droogstand geen invloed heeft op het veroorzaken van melkziekte (Gardner et al. 1972; Oetzel, 1991).
 - En in een recent Amerikaans onderzoek bleek een toename van het Ca-gehalte in het rantsoen zelfs tot een vermindering van het aantal gevallen van melkziekte te leiden (Goff en Horst, 1997).
 - Een hoog Ca-gehalte in het rantsoen tijdens de droogstand lijkt dus niet in alle gevallen melkziekte te veroorzaken. Uit meer recent onderzoek blijkt dat ook andere mineralen (kationen)
- Graskuil bevat door- gaans veel kalium.

en vooral kalium (K) en natrium (Na), een rol kunnen spelen bij het optreden van melkziekte (Block, 1984). Goff en Horst (1997) toonden aan dat droogstandsrantsoenen die rijk zijn aan K en Na een significante toename in het aantal gevallen van melkziekte veroorzaken. Hoge gehalten aan deze kationen verhogen de pH en maken het bloed minder zuur, waardoor de botten en nieren minder goed reageren op het parathyroïdehormoon (PTH), dat essentieel is voor de Ca-huishouding.

Droogstandsrantsoenen met een laag gehalte aan sterke kationen (zoals K en Na) en een hoog gehalte aan anionen, zoals chloor (Cl) en zwavel (S), ofwel rantsoenen met een negatief kation-anion verschil (KAV) zouden dus het beste zijn om melkziekte te voorkomen. Op proefbedrijf Bosma Zathe zijn daarom gedurende de afgelopen jaren de gevolgen van droogstandsrantsoenen met een negatief KAV onder praktijkomstandigheden onderzocht.



De werking en het gebruik van kation- en anionmineralen

2

In rantsoenen voor pluimvee en dragende zeugen wordt reeds langere tijd aandacht besteed aan de onderlinge verhouding van de mineralen Na, K en Cl, uitgedrukt in de zgn. electrolytenbalans (EB). Bij dragende zeugen kan verlaging van de EB (= Na + K - Cl), uitgedrukt in milli-equivalenten/kg) leiden tot vermindering van urinegruis en voorkoming van melkziekte. In de Amerikaanse literatuur wordt veel aandacht besteed aan de effecten van het gericht toepassen van de EB in rundveerantsoenen (Block, 1984; Goff en Horst, 1997). In Nederland is eveneens onderzoek uitgevoerd naar de rol die de EB kan spelen bij de preventie van melkziekte (Schonewille et al., 1995). De elektrisch negatief geladen ionen (anionen) hebben een zure werking in het lichaam en de positieve ionen (kationen) een basische werking. De EB wordt berekend op basis van het atoomgewicht en de elektrische lading van het ion:

$$EB = \frac{(Na(mg)/23,0) + (K(mg)/39,1) - (Cl(mg)/35,5)}{(1)}$$

In recente onderzoeken (Oetzel et al., 1991; Goff en Horst, 1998) werd een anion-rijk rantsoen gerealiseerd door chloriden en (in het maagdkanaal oplosbare) sulfaten in het voer op te nemen. Gebleken is dat sulfaten evengoed bruikbaar zijn. De meeste onderzoekers geven daarom de voorkeur aan de kation-anion balans of het KAV boven de EB. Het KAV wordt als volgt berekend en uitgedrukt in milli-equivalenten (meq):

$$KAV = \frac{(Na(mg)/23,0) + (K(mg)/39,1) - (Cl(mg)/35,5) - ((SO_4(mg)*2)/32,1)}{(2)}$$

Na, K en Cl zijn ionen die niet worden gemetaboliseerd in het lichaam. Ze zijn voor bijna 100 % absorbeerbaar in het maagdkanaal en komen bijna alleen voor in de lichaamsvloeistoffen. Hierdoor kan een relatief betrouwbare relatie worden gelegd tussen de gehalten in het rantsoen en het uiteindelijke effect op het dier. In principe hebben ook andere mineralen (P, Ca en Mg) invloed op het zuur-base evenwicht in het dier. Echter, door de zeer wisselende absorptie-percentages en de diverse vormen

waarin ze voorkomen is hun effect op dit evenwicht niet altijd te voorspellen (NRC, 1989). Door rantsoenen met een laag KAV stijgt de uitscheiding van anionen met de urine. De pH van het bloed en de urine daalt dus. Een hogere zuuruitscheiding met de urine gaat gepaard met een hogere uitscheiding van o.a. Ca met de urine. Gewoonlijk is de hoeveelheid Ca die met de urine wordt uitgescheiden heel klein. In de meeste proeven met rantsoenen met een laag KAV wordt bij de koeien een lagere urine-pH en een duidelijk hogere uitscheiding van Ca met de urine vastgesteld. Dit klinkt tegenstrijdig. Immers, melkziekte treedt vooral op door een tekort aan Ca in het bloed en dus zou een verhoogde uitscheiding via de urine melkziekte juist in de hand werken. Het tegenovergestelde is echter het geval. De nieren kunnen namelijk onder invloed van het hormoon PTH ook weer veel Ca resorberen. Dus als na afkalven plotse-ling een grote vraag naar Ca komt, zijn de nieren in staat om snel op het hormoon PTH te reageren en dus via een verhoogde resorptie van Ca in de nieren het Ca-gehalte in het bloed te verhogen. Daarentegen worden bij een rantsoen met een hoog KAV (dus veel K en Na), het bloed en de urine minder zuur. Hierdoor verliezen de nieren hun capaciteit om snel op het hormoon PTH te kunnen reageren en kan het gehalte aan Ca in het bloed niet tijdig worden verhoogd. Dit heeft een veel grotere kans op melkziekte tot gevolg (Schonewille et al., 1995; Goff en Horst, 1997). Een zelfde verhaal geldt ook voor de botten. Onder zure omstandigheden (laag KAV) kunnen ze snel op PTH reageren om Ca af te geven en dus het bloed Ca-gehalte te verhogen. Maar onder basische omstandigheden (hoog KAV) zijn ze minder gevoelig voor PTH en zullen geen of minder Ca aan het bloed afstaan (Goff en Horst, 1997). Samenvattend, een laag KAV houdt de nieren en de botten in een zodanige staat dat zij snel kunnen reageren op het hormoon PTH, met als gevolg dat ook het Ca-gehalte in het bloed snel omhoog gebracht kan worden wanneer dit nodig is (zoals direct na afkalven). Uit diverse buitenlandse proeven is inderdaad gebleken dat rantsoenen met een negatief KAV het aantal gevallen van melkziekte kunnen verminderen. Uit het literatuuroverzicht van Oetzel

Goede droogstandsvoeding voorkomt ziekte rond afkalven.

(1991), gebaseerd op 75 proeven, blijkt dat bij rantsoenen met zowel lage ($< 0,5\%$ op ds-basis) als hoge ($> 2\%$ op ds-basis) Ca-gehalten het aantal gevallen van melkziekte afneemt indien het KAV verlaagd wordt. In een recent onderzoek uitgevoerd door Goff en Horst (1997)

werd dit nog eens duidelijk bevestigd. Zodra een dier afkalft, dient het KAV niet meer negatief te zijn. Er zijn namelijk aanwijzingen dat bij een negatief KAV de voeropname en melkproductie kunnen afnemen en het gevaar voor pensverzuring groter is.



3.1 Proefopzet

Op proefbedrijf Bosma Zathe is de afgelopen jaren een drietal proeven tijdens de stalperiode uitgevoerd om het effect van het verlagen van het KAV in het rantsoen van droogstaande koeien te bepalen. De proeven zijn met resp. 32 (proef 1), 26 (proef 2) en 72 (proef 3) droogstaande tweede-kalfs en oudere koeien uitgevoerd. Dieren zijn in de eerste twee proeven ingedeeld in twee groepen, namelijk een KUIL- en KAV-groep. In het laatste jaar is er een STRO-groep bijgekomen, omdat stro in het rantsoen van droge koeien veel in de praktijk voorkomt. Bovendien blijkt het KAV van de STRO-groep tussen dat van de andere twee groepen in te zitten. In het onderstaande schema staan de verschillen in behandeling voor alle proeven weergegeven. In de tweede maand van de droogstand wordt bij de KAV-groep een speciaal mineralenmengsel (in het vervolg KAV-mineralen genoemd) aan de kuil toegevoegd. De KAV-mineralen bevatten extra anionen (Cl en S) waardoor een negatief KAV in het rantsoen van de KAV-groep kan worden gerealiseerd. Dit KAV is duidelijk lager dan in het rantsoen van de andere groep(en).

In proef 1 kregen de dieren 12 kg (ds) mengsel van graskuil en tarwestro in de verhouding 80:20 op ds-basis (tabel 1). Het rantsoen werd aangevuld met 13 gram standaard droogstandsmineralen per kg ds ruwvoer in de eerste maand, en resp. 13 gram standaard droogstandsmineralen en 47 gram KAV-mineralen voor de KUIL- en KAV-groep in de tweede maand. In proef 2 kregen de dieren 10 kg (ds) matige kwaliteit graskuil. Het rantsoen werd aangevuld met 13 gram standaard droogstands-

mineralen per kg ds ruwvoer in de eerste maand, en resp. 13 gram standaard droogstandsmineralen en 45 gram KAV-mineralen voor de KUIL- en KAV-groep in de tweede maand. In proef 3 kregen de KAV- en KUIL-groep onbepaald matige graskuil toegediend, en de STRO-groep kreeg onbepaald stro. Het rantsoen werd aangevuld met 11 gram standaard droogstandsmineralen per kg ds mengsel in de eerste maand, en resp. 11 gram standaard droogstandsmineralen en 31 gram KAV-mineralen voor de KUIL- en KAV-groep in de tweede maand. De STRO-groep kreeg in de eerste en tweede maand een hoeveelheid krachtvoer van resp. 4 en 6,5 kg, waarvan 0,5 kg mineralenbrok en de rest A-brok.

Op 31 en 10 dagen voor de verwachte kalfdatum, vlak vóór afkalven, direct na afkalven, één dag na afkalven en zeven dagen na afkalven zijn in bloedmonsters Ca, Mg, BHBZ (β -hydroxyboterzuur) en ureum bepaald, en in urine-monsters zijn de pH en de gehalten aan Ca, Mg, Na (behalve laatste proef), K en ureum bepaald. Tevens zijn de lichaamsgewichten gemeten op vier verschillende tijdstippen (namelijk aan het begin van de droogstand, 31 dagen voor de verwachte kalfdatum, vlak voor afkalven, en een week na afkalven). In proef 3 zijn ook de conditiescores bepaald op drie tijdstippen (aan het begin, halverwege, en eind van de droogstand).

3.2 Samenstelling van voedermiddelen

In de tabellen 2, 3 en 4 staan de samenstellingen van voedermiddelen vermeld zoals die in de drie proeven zijn gebruikt. Doordat de KAV-mineralen een erg negatief KAF hebben, hoeven relatief weinig mineralen aan het rantsoen te

Tabel 1 Groepsbehandelingen in de drie proeven in de tweede maand van droogstand

Voersoort	proef 1		proef 2		proef 3		
	KAV	KUIL	KAV	KUIL	KAV	KUIL	STRO
Graskuil (kg ds)	9,6	9,6	10	10	Onbep.	Onbep.	-
Stro	2,4	2,4	-	-	-	-	Onbep.
Krachtvoer	-	-	-	-	-	-	6,5
Mineralen (g/kg ds)	47 ¹	13 ²	45 ¹	13 ²	31 ¹	11 ²	-

¹ KAV-mineralen

² Standaardmineralen

Tabel 2 Samenstelling ruwvoer (g/kg ds) en mineralenmengsels (g/kg) tijdens proef 1

	Graskuil	Tarwestro	DM ¹	KM ¹
Droge stof (g /kg)	359	944		
Ruw eiwit	162	53		
Ruwe celstof	228	409		
Ruw as	125	111		
NH ₃ (%)	10			
VC-os (%)	76,8	34,9		
VEM (per kg ds)	868	342		
DVE	62	1		
OEB	48	-11		
Kalium	36,5	14,3	-	-
Calcium	4,8	2,8	5,6	1,2
Magnesium	2,1	0,6	201	54
Natrium	1,4	0,2	43	14
Fosfor	3,6	0,9	110	36
Chloor	10,9	3,4	70	293
Zwavel	2,8	1,6	3,1	86
KAV (meq/kg ds)	513	179	-295	-13003

¹ DM = droogstandsmineralen; KM = KAV-mineralen

Het bijvoeren van stro voorkomt een te hoge energie-opname.

worden toegevoegd, om een negatief KAF voor het totale rantsoen te krijgen. Uit de tabellen 2, 3 en 4 blijkt dat het KAV tus-

sen kuilen (in verschillende jaren) flink kan variëren; vooral K en Cl lijken een flinke invloed te hebben op het KAV in graskuil.



Tabel 3 Samenstelling ruwvoer (g/kg ds) en mineralenmengsels (g/kg) tijdens proef 2

	Graskuil	DM ¹	KM ¹
Droge stof (g /kg)	352		
Ruw eiwit	146		
Ruwe celstof	269		
Ruw as	121		
NH ₃ (%)	10		
VC-os (%)	72,3		
VEM (per kg ds)	804		
DVE	55		
OEB	34		
Kalium	35,5	-	-
Calcium	5,1	5,6	1,2
Magnesium	2,0	201	54
Natrium	0,9	43	14
Fosfor	3,3	110	36
Chloor	11,0	70	293
Zwavel	3,2	3,1	86
KAV (meq/kg ds)	438	-295	-13003

¹ DM = droogstandsmineralen; KM = KAV-mineralen

Tabel 4 Samenstelling ruwvoer (g/kg ds) en mineralenmengsels (g/kg) tijdens proef 3

	Graskuil	Tarwestro	A-brok	MB ¹ brok	DM ¹	KM ¹
Droge stof (g /kg)	450	880				
Ruw eiwit	150	33				
Ruwe celstof	282	427				
Ruw as	99	117				
NH ₃ (%)	7	-				
VC-os (%)	73,3	45,7				
VEM (per kg ds)	840	442	940	800		
DVE	63	5	90	80		
OEB	32	-40	25	25		
Kalium	34,4	17,1	18	14,8	0,8	0,2
Calcium	3,7	3,2	7,4	14,9	5,4	0,1
Magnesium	1,9	0,6	5,4	25,2	227	81
Natrium	2,3	0,1	3,1	10	45	16
Fosfor	3,7	0,9	5,4	15,6	91	32
Chloor	19,0	4,9	5,1	15,2	75	249
Zwavel	2,4	1,9	5	4,6	2,1	106
KAV (meq/kg ds)	295	185	140	99	-267	-12918

¹ MB = mineralenbrok; DM = droogstandsmineralen; KM = KAV-mineralen

4 Resultaten

4.1 Voeropname

In alle proeven is wekelijks op vier opeenvolgende dagen de individuele voeropname gemeten. De resultaten van de opname aan voerbesteddelen in de drie proeven staan respectievelijk in tabel 5, 6 en 7.

Hoewel de koeien in proef 1 beperkt werden gevoerd (12 kg ds), bleek na afloop dat de werkelijke opname hier behoorlijk onder zat. Men kan dus stellen dat deze koeien ook onbeperkt werden gevoerd en er waren significante verschillen in voeropname tussen de twee groepen. De ruwvoeropname van de KAV-groep was bijna 0,9 kg ds lager dan van de KUIL-groep (tabel 5). De totale hoeveelheid opgenomen mineralenmengsel was voor de KAV-groep vrij hoog: 450 gram ten opzichte van circa 140 gram voor de KUIL-groep. Er waren geen significante verschillen in energie- en eiwitopname tussen de KUIL-groep en de KAV-groep. Wel was er een tendens tot een lagere KVEM -

opname en een lagere OEB in het rantsoen van de KAV-groep, maar dit hangt samen met de lagere drogestofopname in deze groep.

In tegenstelling tot proef 1 bleek de beperkte voeding (circa 10 kg ds) in proef 2 (tabel 6) wel de voeropname te beperken. Hierdoor traden in deze proef geen significante verschillen in voeropname op tussen de groepen. Door de KAV-groep werd in beide proeven in totaal ruim 300 g meer mineralen opgenomen, wat overeenkomt met het verschil in toegevoegde hoeveelheid. Vooral in de eerste en tweede week dat de KAV-mineralen werden verstrekt bleef de ruwvoeropname van de KAV-groep achter. In de derde week was de opname echter hoger dan bij de KUIL-groep. Wellicht speelde de smakelijkheid van het rantsoen hierbij een rol en moesten de dieren eerst aan het rantsoen wennen. Er waren geen significante verschillen in energie- en eiwitopname tussen de KUIL-groep en de KAV-groep. In overeenstemming met het negatief KAV was de opname van CI en S bij de

Tabel 5 Dagelijkse voeropname, energie- en eiwitopname en opname van mineralen van proef 1 in de tweede maand van de droogstand

	KUIL	KAV	s.e.d. ¹⁾
Ruwvoer (kg ds)	10,7 ^a	9,8 ^b	0,3
- totaal	10,8	10,26	0,34
- ruwvoer	10,66	9,81	0,02
- mineralen	0,14	0,45	
Mineralenmengsel (g)	140 ^a	450 ^b	20
kVEM	7,9 ^c	7,3 ^d	0,3
DVE (g)	487	453	21
OEB (g)	384 ^c	355 ^d	14
Kalium (g)	331 ^c	306 ^d	13
Calcium (g)	47 ^a	43 ^b	2
Magnesium (g)	47 ^a	42 ^b	2
Natrium (g)	18	17	1
Fosfor (g)	46	45	2
Chloor (g)	106 ^a	222 ^b	7
Zwavel (g)	27 ^a	64 ^b	2
KAV (meq/ kg ds)	419 ^a	-161 ^b	6

¹⁾ s.e.d. = standard error of difference

a,b = gemiddelden in dezelfde regel en met verschillende letters verschillen significant (P<0,05)

c,d = gemiddelden in dezelfde regel en met verschillende letters verschillen significant (P<0,10)

Tabel 6 Dagelijkse voeropname, energie- en eiwitopname en opname van mineralen van proef 2 in de tweede maand van de droogstand

	KUIL	KAV	s.e.d. ¹⁾
Ruwvoer (kg ds)	10,3	10,0	0,3
- totaal	10,48	10,51	0,37
- ruwvoer	10,34	10,04	0,36
- mineralen	0,14	0,47	0,01
Mineralenmengsel (g)	140 ^a	470 ^b	10
kVEM	8,3	8,1	0,3
DVE (g)	573	557	20
OEB (g)	355 ^c	343 ^d	6
Kalium (g)	367	356	11
Calcium (g)	53	52	2
Magnesium (g)	48	46	1
Natrium (g)	15	16	1
Fosfor (g)	49	50	2
Chloor (g)	123 ^a	248 ^b	5
Zwavel (g)	34 ^a	73 ^b	2
KAV (meq/kg ds)	429 ^a	-165 ^b	5

¹⁾ s.e.d. = standard error of difference

a,b = gemiddelden in dezelfde regel en met verschillende letters verschillen significant (P<0,05)

c,d = gemiddelden in dezelfde regel en met verschillende letters verschillen significant (P<0,10)

KAV-groep hoger dan bij de KUIL-groep.

In proef 3 (tabel 7), waar de dieren onbeperkt ruwvoer kregen, is de gemiddelde drogestofopname van dieren in de KUIL-groep hoger ten opzichte van dieren in de KAV-groep. De significant lagere voeropname van dieren in de KAV-groep, hetgeen ook het geval is in proef 1, komt waarschijnlijk doordat de toegevoegde KAV-mineralen niet smakelijk zijn. Dat dit verschil in gemiddelde opname niet tot uiting komt in proef 2, ligt waarschijnlijk aan het feit dat in deze proef de dieren beperkt zijn gevoerd. Door de lagere drogestofopname van dieren in de KAV-groep, is de VEM-opname en DVE-opname ook significant lager ten opzichte van de KUIL-groep. De VEM-opname, DVE-opname en OEB-opname van dieren in de STRO-groep is lager dan in de andere twee groepen. Door de KAV-mineralen is, net als in de eerste twee proeven, het KAV duidelijk lager in de KAV-groep.

4.2 Gewicht en conditie

In alle drie proeven zijn dieren op een viertal tijdstippen gewogen. In tabel 8, 9 en 10 staan de gemiddelde gewichten op de verschillende tijdstippen voor elke proef weergegeven.

Op géén van de verschillende tijdstippen is er sprake van een significant verschil in gewicht tussen de groepen, behalve in proef 3, 31 dagen voor het afkalven. De koeien in de STRO-groep waren het lichtst, maar dit verschil was een maand later, vlak voor het afkalven weer verdwenen. Wel is er een tendens dat de dieren in de KAV-groep tijdens de laatste maand van de droogstand iets minder in gewicht zijn toegenomen dan de dieren in de KUIL-groep. Wellicht hangt dit samen met een lagere drogestof- en energieopname van de dieren in de KAV-groep (tabel 7).

De conditie van dieren in de drie groepen verschilt niet aan het begin van de proef, maar de conditie van dieren in de STRO-groep neemt

Tabel 7 Dagelijkse voeropname, energie- en eiwitopname en opname van mineralen van proef 3 in de tweede maand van de droogstand

Variabele	KAV	KUIL	STRO	s.e.d. ¹⁾
Totale opname (kg ds)	11,0 ^a	12,0 ^b	11,0 ^a	0,4
Ruwvoer (kg ds)	10,7 ^a	11,9 ^b	5,1 ^c	0,4
Mineralenmengsel (g)	340	130	-	-
Krachtvoer (kg ds)	-	-	5,9	-
kVEM	9,0 ^a	10,0 ^b	8,4 ^c	279
DVE (g)	678 ^a	740 ^b	617 ^c	29
OEB (g)	312 ^a	349 ^a	-44 ^b	24
Kalium (g)	361 ^a	402 ^b	197 ^c	13
Calcium (g)	41 ^a	45 ^b	69 ^c	2
Magnesium (g)	48 ^a	52 ^b	47 ^a	2
Natrium (g)	29 ^a	33 ^b	24 ^c	1
Fosfor (g)	50 ^a	56 ^b	43 ^c	2
Chloor (g)	282 ^a	231 ^b	61 ^c	9
Zwavel (g)	62 ^a	29 ^b	41 ^c	2
KAV (meq/kg ds)	-119 ^a	288 ^b	165 ^c	4

¹⁾ s.e.d. = standard error of difference

a,b,c = gemiddelden in dezelfde regel en met verschillende letters verschillen significant (P<0,05)

Tabel 8 Gemiddelde gewicht van de dieren (kg) op verschillende tijdstippen in proef 1

Tijdstip	KUIL	KAV	s.e.d. ¹⁾
Begin droogstand	692	679	18
Voor verwachte kalfdatum (31 dagen)	700	688	15
Vlak voor afkalven	736	714	19
Na afkalven (7 dagen)	633	607	23

¹⁾ s.e.d. = standard error of difference

Tabel 9 Gemiddelde gewicht van de dieren (kg) op verschillende tijdstippen in proef 2

Tijdstip	KUIL	KAV	s.e.d. ¹⁾
Begin droogstand	664	663	25
Voor verwachte kalfdatum (31 dagen)	678	674	20
Vlak voor afkalven	708	694	21
Na afkalven (7 dagen)	614	598	26

¹⁾ s.e.d. = standard error of difference

Tabel 10 Gemiddelde gewicht van de dieren (kg) op verschillende tijdstippen in proef 3

Variabele	KAV	KUIL	STRO	s.e.d. ¹⁾
Begin droogstand	682	666	677	13
Voor verwachte kalfdatum (31 dagen)	694 ^a	683 ^{ab}	658 ^b	15
Vlak voor afkalven	723	712	708	14
Na afkalven (7 dagen)	626	632	611	16

¹⁾ s.e.d. = standard error of difference

a,b = gemiddelden in dezelfde regel en met verschillende letters verschillen significant (P<0,05)

Tabel 11 Gemiddelde conditiescore en verschil in conditiescore aan het begin (1), halverwege (2) en aan het eind (3) van de droogstand in proef 3

Tijdstip	KAV	KUIL	STRO	s.e.d. ¹⁾
1	2,9	2,8	2,8	0,1
2	3,0 ^a	2,7 ^b	2,7 ^b	0,1
3	2,9 ^a	2,7 ^{ab}	2,4 ^b	0,2
Toename	0,0 ^a	-0,1 ^a	-0,4 ^b	0,2

¹⁾ s.e.d. = standard error of difference

a,b = gemiddelden in dezelfde regel en met verschillende letters verschillen significant (P<0,05)

wel duidelijk af gedurende de droogstand. De STRO-groep is waarschijnlijk onder de werkelijke behoefte gevoerd. De andere twee groepen zijn wel in gelijke conditie gebleven.

4.3 Energienorm (alleen gebaseerd op proef 3)

De VEM-behoefte is voor dieren in de drie groe-

pen niet verschillend; de VEM-balans en VEM-dekking is het hoogst voor koeien in de KUIL-groep, maar de voeropname is ook het hoogst in deze groep (tabel 7). Opvallend is dat de VEM-dekking het laagst is voor de dieren in de STRO-groep (tabel 12). Dieren in de STRO-groep worden ongeveer volgens de CVB-norm

Tabel 12 De VEM- en DVE-behoefte, -balans en -dekking weergegeven voor de drie groepen gedurende de laatste maand van de droogstand, uitgaande van 265 dagen dracht

Variabele	KAV	KUIL	STRO	s.e.d. ¹⁾
VEM-behoefte	7615	7522	7483	86
VEM-balans	1769 ^a	2507 ^b	-323 ^c	200
VEM-dekking (%)	123 ^a	134 ^b	96 ^c	3
DVE-behoefte (g)	494 ^a	533 ^b	375 ^c	11
DVE-balans (g)	211 ^a	213 ^a	122 ^b	13
DVE-dekking (%)	142 ^a	140 ^a	133 ^b	2

¹⁾ s.e.d. = standard error of difference

a,b,c = gemiddelden in dezelfde regel en met verschillende letters verschillen significant (P<0,05)

gevoerd. Echter, dieren in deze groep hebben gemiddeld een significante daling van hun conditie, terwijl dieren in de andere twee groepen hun conditie gelijk houden gedurende de droogstand. Dit kan er op duiden dat de huidige energienorm voor droogstaande koeien lager is dan de werkelijke behoefte.

(De gemiddelde VEM-behoefte tijdens de droogstand is een benadering, aangezien bij de bere-

kening een gemiddeld gewicht voor dieren is genomen (het gemiddelde gewicht aan het begin en eind van de droogstand), en het aantal dagen dracht (265) ook een aanname is).

4.4 Bloed- en urine analyses

Tijdens alle drie proeven zijn op een zestal tijdstippen gedurende de proefperiode bloed- en urinemonsters van de dieren genomen. De

Tabel 13 Concentraties BHBZ, ureum, calcium en magnesium in het bloed op zes tijdstippen in proef 3

	KAV	KUIL	STRO	s.e.d ¹⁾
BHBZ (mmol/l)				
Voor verwachte kalfdatum (31 dgn)	0,56	0,55	0,55	0,08
Voor verwachte kalfdatum (10 dgn)	0,52	0,53	0,56	0,06
Vlak voor afkalven	0,51 ^a	0,47 ^a	0,70 ^b	0,07
Direct na afkalven	0,52 ^a	0,48 ^a	0,77 ^b	0,11
Na afkalven (1 dg)	0,61	0,63	0,62	0,05
Na afkalven (7 dgn)	0,85	0,64	0,76	0,10
Ureum (mmol/l)				
Voor verwachte kalfdatum (31 dgn)	5,24 ^a	5,33 ^a	4,17 ^b	0,30
Voor verwachte kalfdatum (10 dgn)	5,92 ^a	5,24 ^b	4,66 ^c	0,28
Vlak voor afkalven	6,41 ^a	5,02 ^b	4,32 ^b	0,35
Direct na afkalven	6,00 ^a	5,05 ^b	5,27 ^{ab}	0,37
Na afkalven (1 dg)	5,34	4,86	5,56	0,41
Na afkalven (7 dgn)	4,00	3,70	4,20	0,29
Calcium (mmol/l)				
Voor verwachte kalfdatum (31 dgn)	2,46	2,44	2,40	0,03
Voor verwachte kalfdatum (10 dgn)	2,42 ^a	2,45 ^a	2,36 ^b	0,03
Vlak voor afkalven	2,27	2,14	2,19	0,07
Direct na afkalven	2,08 ^a	1,98 ^{ab}	1,88 ^b	0,08
Na afkalven (1 dg)	2,20 ^a	1,95 ^b	1,79 ^c	0,07
Na afkalven (7 dgn)	2,35	2,25	2,23	0,07
Magnesium (mmol/l)				
Voor verwachte kalfdatum (31 dgn)	0,90	0,93	0,93	0,02
Voor verwachte kalfdatum (10 dgn)	0,91 ^a	0,94 ^{ab}	0,99 ^b	0,03
Vlak voor afkalven	0,88 ^a	0,90 ^a	1,05 ^b	0,04
Direct na afkalven	0,89 ^a	0,95 ^a	1,13 ^b	0,04
Na afkalven (1 dg)	0,83 ^a	0,89 ^a	1,05 ^b	0,04
Na afkalven (7 dgn)	0,84 ^a	0,91 ^{ab}	0,97 ^b	0,04

¹⁾ s.e.d. = standard error of difference

a,b,c = gemiddelden in dezelfde regel en met verschillende letters verschillen significant (P<0,05)

resultaten voor KUIL en KAV rantsoenen in proeven 1 en 2 kwamen goed overeen met die in proef 3. Daarom worden alleen de resultaten van proef 3 in tabellen 13 en 14 vermeld. De gehalten aan Na en K in urine zijn alleen in proef 1 en 2 bepaald en staan in tabel 15.

BHBZ

Er treden geen grote verschillen op in de concentratie BHBZ in bloed van de koeien in de KUIL- en KAV-groepen. In de STRO-groep is het gehalte aan BHBZ evenwel significant hoger vlak voor en vlak na afkalven. Dit betekent dat de vetafbraak voor dieren in de STRO-groep hoger is ten opzichte van dieren in de andere

twee groepen. Dit is tevens een logisch gevolg van de lagere voer- en energieopname (kg ds en VEM-opname) voor dieren in de STRO-groep en verklaart de afname in conditie van de dieren in deze groep.

Ureum

Het ureumgehalte in het bloed is voor afkalven het hoogst in de KAV-groep, maar in de urine zijn geen verschillen waar te nemen. Dit zou kunnen betekenen dat de recycling van ureum hoger is bij het gebruik van KAV-mineralen. Het ureumgehalte is het laagst in het bloed van de STRO-groep, mogelijk hangt dit samen met een lagere DVE-dekking in die groep (tabel 12).

Tabel 14 Concentraties aan ureum, calcium, magnesium en de pH in urine op vijf tijdstippen (direct na afkalven zijn geen metingen verricht) in proef 3

	KAV	KUIL	STRO	s.e.d ¹⁾
Ureum (mmol/l)				
Voor verwachte kalfdatum (31 dgn)	245 ^a	216 ^a	170 ^b	19
Voor verwachte kalfdatum (10 dgn)	201	191	182	15
Vlak voor afkalven	154	147	154	19
Na afkalven (1 dg)	155 ^{ab}	145 ^b	175 ^a	13
Na afkalven (7 dgn)	123 ^a	148 ^b	161 ^b	18
Calcium (mmol/l)				
Voor verwachte kalfdatum (31 dgn)	2,01	1,55	0,96	0,50
Voor verwachte kalfdatum (10 dgn)	9,25 ^a	1,80 ^b	0,42 ^b	0,89
Vlak voor afkalven	3,75 ^a	0,22 ^b	0,60 ^b	0,51
Na afkalven (1 dg)	0,92 ^a	0,02 ^b	0,07 ^b	0,33
Na afkalven (7 dgn)	1,19	0,35	1,02	0,42
Magnesium (mmol/l)				
Voor verwachte kalfdatum (31 dgn)	6,40 ^a	6,19 ^a	13,92 ^b	1,25
Voor verwachte kalfdatum (10 dgn)	5,06 ^a	6,03 ^a	14,77 ^b	1,07
Vlak voor afkalven	3,32 ^a	2,44 ^a	10,58 ^b	0,95
Na afkalven (1 dg)	1,95 ^a	2,54 ^a	7,31 ^b	0,71
Na afkalven (7 dgn)	5,51 ^a	5,15 ^a	9,56 ^b	1,25
PH				
Voor verwachte kalfdatum (31 dgn)	8,17 ^{ab}	7,93 ^b	8,27 ^a	0,15
Voor verwachte kalfdatum (10 dgn)	6,40 ^a	8,15 ^b	8,50 ^b	0,25
Vlak voor afkalven	6,06 ^a	8,23 ^b	8,46 ^b	0,14
Na afkalven (1 dg)	7,69 ^a	8,27 ^b	8,27 ^b	0,16
Na afkalven (7 dgn)	8,30 ^a	8,30 ^b	8,10 ^b	0,09

¹⁾ s.e.d. = standard error of difference

a,b = gemiddelden in dezelfde regel en met verschillende letters verschillen significant (P<0,05)

Tabel 15 Overzicht van Na en K- gehalte in de urine op verschillende tijdstippen in proef 1 en 2

	Proef 1		Proef 2 ¹⁾	
	KUIL	KAV	KUIL	KAV
Natrium (mmol/l)				
Voor verwachte kalfdatum (31 dgn)	11,9	12,7	12,0	7,2
Voor verwachte kalfdatum (10 dgn)	21,8	17,8	25,7	8,2
Vlak voor afkalven	12,8	9,5	10,7	4,8
Na afkalven (1 dg)	30,1	14,9	4,2	12,3
Na afkalven (7 dgn)	43,5	28,6	4,9	4,5
Kalium (mmol/l)				
Voor verwachte kalfdatum (31 dgn)	36,4	35,3		
Voor verwachte kalfdatum (10 dgn)	33,5	27,3		
Vlak voor afkalven	32,3	22,2		
Na afkalven (1 dg)	31,5	31,8		
Na afkalven (7 dgn)	32,3	33,7		

¹⁾ In proef 2 is het K-gehalte niet gemeten

Calcium

Ondanks de circa 50 % hogere Ca-opname van dieren in de STRO-groep ten opzichte van de andere twee groepen (tabel 7), is de Ca-concentratie in het bloed voor de STRO-groep op meerdere tijdstippen significant lager ten opzichte van de KAV-groep. Op één dag na afkalven is de Ca-concentratie in het bloed voor dieren in de KAV-groep significant hoger ten opzichte van beide andere groepen. Dieren in de KAV-groep brengen daarmee hun Ca-niveau sneller op een acceptabel niveau (>2 mmol/l). Door het toevoegen van KAV-mineralen in de laatste maand van droogstand blijft de Ca-absorptie op een hoog niveau, en kan het Ca-gehalte in het bloed rondom het afkalven gemakkelijker op niveau worden gehouden. Na één week zijn de Ca-concentraties in het bloed van de dieren in alle groepen wel (bijna) weer op een gelijk niveau.

Zoals verwacht, is de Ca-concentratie in de urine van dieren in de KAV-groep significant hoger ten opzichte van de andere groepen. Dit duidt erop dat de KAV-mineralen ervoor zorgen dat de nieren in staat blijven om snel, onder invloed van het hormoon PTH, op een verhoogde vraag naar Ca te kunnen reageren.

Magnesium

Op alle tijdstippen is er zowel in het bloed als in de urine geen verschil in het gehalte aan Mg tussen de KAV- en KUIL-groepen. KAV-mineralen blijken dus geen invloed te hebben op het Mg-gehalte. Wel is het Mg-gehalte in het bloed en de urine van de STRO-groep significant hoger dan van andere groepen. Dit is waarschijnlijk het gevolg van veel lagere ruw eiwit- en K-gehalten in het rantsoen voor de STRO-groep. Hierdoor is de absorptie van Mg in de darm van dieren in de STRO-groep veel hoger ten opzichte van de andere groepen, die naar alle waarschijnlijkheid meer Mg uitscheiden met de mest. Aangezien het K-gehalte in graskuilen de laatste jaren flink is gestegen, is de Mg-benutting uit graskuilrantsoenen met sprongen achteruit gegaan.

pH

Volgens verwachting is de pH van urine van dieren in de KAV-groep significant lager op alle tijdstippen vanaf het moment dat de KAV-mineralen zijn verstrekt.

Natrium en Kalium

De gehalten aan Na en K gemeten op de ver-

• • • • • • • • • •

schillende tijdstippen in proef 1 en 2 staan vermeld in tabel 15. Het Na- en K-gehalte in de

urine is duidelijk lager vlak voor het afkalven van koeien in de KAV-groepen.

Na de droogstand weer probleemloos melken.



In overeenstemming met resultaten uit ander onderzoek, is de pH van het bloed en de urine duidelijk lager bij koeien in de KAV-groep. Dit duidt erop dat de KAV-behandeling ook in deze proef effectief was.

Eveneens blijkt dat direct na afkalven het Ca-gehalte in het bloed beter op peil blijft in de KAV-groep vergeleken met de KUIL- en STRO-groepen. Deze resultaten bevestigen dus de theorie dat een laag KAV de nieren en de botten in een zodanige staat houden dat zij snel kunnen reageren op het hormoon PTH. Dit heeft tot gevolg dat ook het Ca-gehalte in het bloed snel omhoog gebracht kan worden, vooral in de kritieke periode direct na afkalven. De huidige resultaten komen daarom goed overeen met recent Amerikaans onderzoek (Goff en Horst, 1997).

Zoals reeds in de inleiding is vermeld, blijkt dat niet uitsluitend het Ca-gehalte, maar ook de gehalten aan sterke kationen, zoals Na en K, in het bloed verantwoordelijk zijn voor het optreden van melkziekte (Block, 1984; Goff en Horst, 1997). Het huidige onderzoek toont aan dat een rantsoen met een laag KAV de gehalten aan kationen in de urine, en dus vermoedelijk ook in het bloed, inderdaad verlaagt. Uitgaande van het onderzoek van Goff en Horst (1997) zou het toevoegen van KAV-mineralen aan het droogstandsrantsoen een positief effect moeten hebben op het verminderen van het aantal melkziektegevallen. Of dit inderdaad het geval is, kan niet aan de hand van de drie hier beschreven proeven worden bevestigd, aangezien er respectievelijk maar 2, 3 en 6 gevallen van melkziekte (verspreid over de groepen binnen een proef, tabel 16) zijn geconstateerd. Het relatief lage aantal melkziektegevallen kan ver-

klaard worden doordat de koeien een matige conditie hadden aan het begin van de droogstand, en ook de energieopname matig was tijdens droogstand, aangezien de conditie tijdens de droogstand gelijk is gebleven of zelfs is gedaald (proef 3). Tevens zijn in alle proeven de koeien volgens de CVB-norm voor energie gevoerd tijdens de droogstand en uit proef 3 blijkt dat die normen aan de lage kant zijn. Dit laatste wordt ook steeds meer in de praktijk ervaren.

De proeven laten zien dat ook onder Nederlandse praktijkomstandigheden rantsoenen met een laag KAV gunstige omstandigheden creëren voor de preventie van melkziekte. Het is evenwel de vraag of het economisch verantwoord is KAV-mineralen standaard aan het droogstandsrantsoen toe te voegen. Vooral als er snijmaïs in het rantsoen zit, dat zelf al lage gehalten aan sterke kationen (K en Na) bevat. Zo bleek uit een eerdere proef waarin het ruwvoer uitsluitend uit snijmaïs bestond, dat ondanks de bovenmatige conditie (vervetting) waarin de koeien in de tweede helft van de lactatie verkeerden, het aantal gevallen van melkziekte relatief laag was (8 %; Boxem et al. 1993). KAV-mineralen kunnen mogelijk wel perspectief bieden op bedrijven waar (te) veel gevallen van melkziekte voorkomen, of wanneer er hoge gehalten aan K en Na in het droogstandsrantsoen voorkomen. Indien KAV-mineralen aan het rantsoen worden toegevoegd, moet dit gedoseerd gebeuren en zo mogelijk gemengd door het ruwvoer, omdat anders problemen kunnen ontstaan met de voeropname aan het eind van de droogstand. Uit de hier beschreven proeven blijkt dat zelfs wanneer de KAV-mineralen door het voer

Tabel 16 Aantal gevallen van melkziekte¹⁾ en verdeling over de verschillende behandelingen in elke proef

Proef	Koeien per proef	Melkziekte gevallen	KUIL	KAV	STRO ²⁾
1	32	2	1	1	-
2	26	3	2	1	-
3	72	6	3	2	1

¹⁾ Koeien die niet overeind kwamen en daarom behandeld zijn voor melkziekte

²⁾ De STRO behandeling kwam alleen voor in proef 3

gemengd worden er nog een afname van de voeropname plaatsvindt. Een ander gevaar van ongemengd voeren is het optreden van pensverzuring, omdat KAV-mineralenmengsels vooral een pH-verlagende werking hebben. Een mogelijk alternatief zou het verstrekken van een speciale KAV-brok kunnen zijn.


Tot slot, proef 3 levert eveneens informatie ten aanzien van de huidige CVB energienormen voor droogstaande koeien. Afgaande op het conditieverloop, de VEM-opname en de VEM-

behoefte, lijkt de huidige CVB-norm lager dan de werkelijke energiebehoefte in de droogstand. Verder blijkt uit proef 3 dat in een stro/krachtvoerrantsoen de Mg-voorziening in de droogstand veel beter is dan bij een graskuilrantsoen. Daarnaast is de VEM-opname van koeien met een dergelijk rantsoen niet snel te hoog door de lage gemiddelde VEM-waarde. Wel moet gelet worden op een voldoende hoge energieopname, aangezien koeien anders te ver in conditie achteruit gaan.

Direct na afkalven bleef het Ca-gehalte in het bloed beter op peil in de KAV-groep.



6 Conclusies

- Toevoeging van KAV-mineralen aan het rantsoen van droogstaande koeien verlaagt de gehalten aan sterke kationen (K en Na) in de urine en houdt het Ca-gehalte in het bloed gedurende de kritieke fase, direct na afkalven, op peil.
- Het aantal melkziektegevallen in de proeven is laag. Om te onderzoeken of een rantsoen met KAV-mineralen de kans op melkziekte verlaagt, zouden meer dieren in de proef moeten worden opgenomen. Deze dieren zouden een basisrantsoen moeten krijgen dat het optreden van melkziekte bevordert. Op grond van Amerikaans onderzoek mag worden aangenomen dat KAV-mineralen onder dergelijke omstandigheden het aantal gevallen van melkziekte terugbrengt.
- De voeropname van dieren in de KAV-groep is lager in vergelijking met de behandeling zonder KAV-mineralen, waarschijnlijk doordat de smakelijkheid van het voer afneemt.
- Als melkziekte niet als een veelvoorkomend probleem op het bedrijf wordt ervaren, is het niet zinvol om KAV-mineralen preventief te voeren.
- De Ca-concentratie in bloed kan sterk dalen (de 10 koeien met de laagste concentratie hebben een gemiddelde Ca-concentratie van 1,39 mmol/l), zonder dat er melkziekte wordt geconstateerd. De definitie voor melkziekte (Ca-concentratie in bloed beneden de 2 mmol/l) lijkt derhalve een zeer ruime marge te hebben.
- De magnesiumbenutting van dieren in de STRO-groep is veel beter dan van dieren in de beide andere groepen. Dit komt doordat het ruw eiwit- en het K-gehalte van een stro-rantsoen veel lager zijn.
- De huidige energienormen van het CVB (1999) voor droogstaande koeien lijken lager dan de werkelijke behoefte. Een bijstelling van de energienormen tijdens de droogstand lijkt daarom gewenst. 

Samenvatting

Uit vooral buitenlands onderzoek blijkt dat een droogstandsrantsoen met een negatief kation-anionverschil (KAV) belangrijk is om melkziekte te voorkomen. Een negatief KAV kan bereikt worden door relatief lage gehalten aan kalium en natrium en hoge gehalten aan chloor en zwavel ionen in het rantsoen op te nemen. In de afgelopen jaren zijn op proefbedrijf Bosma Zathe in drie stalvoederproeven de gevolgen van droogstandsrantsoenen met een negatief KAV onder praktijkomstandigheden onderzocht. In alle proeven werd een gangbaar rantsoen vergeleken met een rantsoen dat in de laatste maand van de droogstand een negatief KAV had. Het negatief KAV werd aangebracht door het voeren van een speciaal KAV-mineralenmengsel. De resultaten laten zien dat toevoeging van KAV-mineralen aan het droogstandsrantsoen de gehalten aan sterke kationen (kalium en natrium) in de urine verlaagt en het calciumgehalte in het bloed gedurende de kritieke fase, direct na afkalven, op peil houdt. De voeropname van dieren in de KAV-groep wordt lager vanaf het tijdstip dat KAV-mineralen aan het rantsoen worden toegevoegd, waarschijnlijk doordat de smakelijkheid van het voer afneemt. Ook de extra kosten die KAV-mineralen met zich meebrengen moeten in overweging genomen worden. Daarom, als melkziekte niet als een veel voorkomend probleem op het bedrijf wordt ervaren, lijkt het niet zinvol om KAV-mineralen preventief te voeren.



KAV-mineralen kunnen de voeropname verlagen.

-
-
-
-
-
-

Literatuur

Block, E. 1984. Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever.

J. Dairy Sci. 67:2939.

Boxem, T., Subnel, A.P.J., Van der Kamp, A. en Smolders, E.A.A. 1993. Melkveebedrijf met uitsluitend snijmais. Publicatie nr. 82. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad.

CVB. 1999. Verkorte tabel voedernormen landbouwhuisdieren en voederwaarde veevoeders. CVB-reeks nr. 26. Centraal Veevoederbureau, Lelystad, Nederland.

Gardner, R.W. en Park, R.L. 1972. Effects of prepartum energy intake and calcium to phosphorus ratios on lactation response and parturient paresis. J. Dairy Sci. 56:385-389.

Goff, J.P. en Horst, R.L. 1997. Effects of the addition of potassium or sodium, but not calcium, to prepartum rations on milk fever in dairy cows. J. Dairy Sci. 80:176-186.

Goff, J.P. en Horst, R.L. 1998. Use of hydrochloric acid as a source of anions for prevention of milk fever.

J. Dairy Sci. 81:2874-2880.

NRC. 1989. Nutrient requirements for dairy cattle. Sixth revised edition. National Academy Press, Washington, D.C, USA.

Oetzel, G.R. 1991. Meta-analyses of nutritional risk factors for milk fever in dairy cattle. J. Dairy Sci. 74:3900-3912.


Oetzel, G.R., Fettman, M.J., Hamar, D.W. en Olson, J.D. 1991. Screening of anionic salts for palatability, effects on acid-base status, and urinary calcium excretion in dairy cows. J. Dairy Sci. 74:965-971.

Schonewille, J.T., Van't Klooster, A.T., en Beynen, A.C. 1995. Urinary calcium losses in cows fed on a high-chloride ration are reduced when plasma calcium is stressed. Pagina 23 in Proc. 9th Int. Conf. Prod. Diseases Farm Anim., Frei Univ. Berlin, Berlin, Germany.




Summary

Earlier research has shown that dry cow rations that have a negative cation-anion balance (CAB) play an important role in the prevention of milk fever. Rations with a negative CAB can be formulated by including low levels of potassium and sodium and high levels of chlorine and sulphur. Three indoor feeding trials were conducted at experimental farm Bosma Zathe. During the last month of the dry period cows were fed diets with a negative CAB or a regular dry-cow ration. The negative CAB was achieved by including a special mineral mixture in the ration. Combined results show that a negative CAB lowers the concentrations of potassium

and sodium in the urine, and maintains adequate blood calcium levels immediately postpartum. Feed intake was reduced in cows receiving the diet with the negative CAB. Although the exact reason for this is not known, it may be related to the fact that inclusion of CAB-minerals adversely affects the taste of the diet. Further, the costs of these minerals should also be taken into consideration when deciding whether or not to include CAB-minerals into a dry-cow ration. Therefore, if milk fever is not considered a major problem in a particular herd it may not be advisable to feed dry-cow rations with a negative CAB as a standard practice. 



List of tables

- Table 1** Summary of treatments during the second month of the dry-period for each experiment
- Table 2** Composition of forage (g/kg DM) and mineral mixture (g/kg) fed in experiment 1
- Table 3** Composition of forage (g/kg DM) and mineral mixture (g/kg) fed in experiment 2
- Table 4** Composition of forage (g/kg DM) and mineral mixture (g/kg) fed in experiment 3
- Table 5** Daily intakes of feed, energy (VEM, 1 unit VEM = 6.9 Mcal NEL), protein (DVE) and minerals during the second month of the dry-period in experiment 1
- Table 6** Daily intakes of feed, energy (VEM, 1 unit VEM = 6.9 Mcal NEL), protein (DVE) and minerals during the second month of the dry-period in experiment 2
- Table 7** Daily intakes of feed, energy (VEM, 1 unit VEM = 6.9 Mcal NEL), protein (DVE) and minerals during the second month of the dry-period in experiment 3
- Table 8** Average body weight (kg) at the beginning of the dry-period, 31 days before the expected parturition, immediately prior to parturition and 7 days postpartum of cows in experiment 1
- Table 9** Average body weight (kg) at the beginning of the dry-period, 31 days before the expected parturition, immediately prior to parturition and 7 days postpartum of cows in experiment 2
- Table 10** Average body weight (kg) at the beginning of the dry-period, 31 days before the expected parturition, immediately prior to parturition and 7 days postpartum of cows in experiment 3
- Table 11** Average body condition score (scale 1 to 5) at the beginning, middle and end of the dry period of cows in experiment 3
- Table 12** Average energy (VEM, 1 unit VEM = 6.9 Mcal NEL) and protein (DVE, g) requirements, excess, and percentage access during the dry period, for each of the three treatment groups in experiment 3, assuming an average of gestation length of 265 days
- Table 13** Average concentrations of β -hydroxybutyric acid, urea, calcium and magnesium in blood of cows in each treatment group of experiment 3. Samples were taken at 31 and 10 days before the expected parturition, immediately pre- and postpartum, and 1 and 7 days postpartum
- Table 14** Average concentrations of urea, calcium and magnesium, and pH of urine of cows in each treatment group of experiment 3. Samples were taken at 31 and 10 days before the expected parturition, immediately prepartum, and 1 and 7 days postpartum
- Table 15** Average concentrations of sodium and potassium in the urine of cows in each treatment group of experiments 1 and 2. Samples were taken at 31 and 10 days before the expected parturition, immediately pre- and postpartum, and 1 and 7 days postpartum
- Table 16** Number of cases of milk fever and the distribution over the various treatments in each experiment 

Eerder verschenen publicaties

Nr.	Titel + jaar van uitgave	Prijs	Nr.	Titel + jaar van uitgave	Prijs
79.	Veevoedkundige waarde gras- en luzernebrok. 1993.	12,50	113.	Economie van mais - gras wisselbouw. 1996.	12,50
80.	Milieusparend reinigen melkwinnings-apparatuur. 1993.	12,50	114.	Waterverbruik schoonspuiten melkstallen. 1996.	12,50
81.	Inzaai mengsels gras en witte klaver. 1993.	12,50	115.	Vroeg of laat spenen van lammeren. 1996.	12,50
82.	Melkveebedrijf met uitsluitend snijmais. 1993.	12,50	116.	OEB-niveau in melkveeantsoenen. 1996.	12,50
83.	Vleesstierenvergelijking. 1993.		117.	Vleesrasembryo's transplanteren in zwartbonte melkkoeien 1996.	12,50
84.	Invloed rijpheid snijmais op voeropname en groei vleesstieren. 1993.	12,50	118.	DVE-normen voor vleesstieren. 1996.	12,50
85.	Energie-efficiënt reinigen melkwinnings-apparatuur. 1993.	12,50	119.	Onbestendig eiwit balans (OEB) in antsoen vleesstieren. 1996.	12,50
86.	Model energieverbruik melkveebedrijf. 1993.	12,50	120.	Beheersing celgetal: wijsheid of geluk. 1996.	12,50
87.	Energiegehalte antsoen bij alternatieve vleeskalveren. 1994.	12,50	121.	Vrij- en eenrichtingsverkeer bij automatisch melken. 1997.	12,50
88.	Voederbieten voor melkvee. 1994	12,50	122.	Perspectieven mestvergisting op Nederlandse melkveebedrijven. 1997.	12,50
89.	Rantsoenen bij vleeskalveren. 1994	12,50	123.	Kunstmelk en DVE bij opfok van roze-vleeskalveren. 1997.	12,50
90.	Voederadditieven voor vleesstieren. 1994	12,50	124.	FIR-MMC in rantsoenen roze-vleeskalveren. 1997.	12,50
91.	Vergelijking Texelse vleeslamvaderdieren. 1994.	12,50	125.	Tussen de oren. 1997.	20,00
92.	Diergezondheid en management. 1994.	12,50	126.	Natte en droge bijproducten in rantsoenen rosé-vleeskalveren. 1998.	12,50
93.	Scheren van oaien. 1994.	12,50	127.	Risicofactoren voor stofwisselingsaandoeningen. 1998.	12,50
94.	Voeren van Texelaar x Flevolander vleeslammeren. 1994.	12,50	128.	Duurzaam watergebruik. 1998.	12,50
95.	Gebruik vleesstieren op onder eind melkveestapel. 1994.	12,50	129.	Voorjaarsgroei gras na winterbeweiding met schapen. 1998.	15,00
96.	Verdunde rundermest uitrijden met sproeiboom. 1994.	12,50	130.	Voeding en management hoogproductieve veestapel. 1998.	15,00
97.	Opfok roze vleeskalveren. 1995.	12,50	131.	Voorkomen extra fosfaatoverschot bij beheersovereenkomsten. 1998	15,00
98.	Ammoniakemissie bij melkvee na spoelen roostervloer. 1995.	12,50	132.	Economie van droogte-tolerante gewassen. 1998.	15,00
99.	Mineralenstroom milieumodule in BBPR. 1995.	12,50	133.	Verbeterde doorzaait technieken voor klaver en gras. 1998.	15,00
100.	Beperking ammoniakemissie rundveestal PROPRO-Deelproject gescheiden afvoer van gier en vaste mest met schuif. 1995.	12,50	134.	Ontwikkeling melkveebedrijf met witte klaver. 1998.	15,00
101.	Reinigen melkwinningsapparatuur onder procesbewaking. 1995.	12,50	135.	Management door melkveehouders. 1999.	15,00
102.	Veenweidekaas. 1995.	12,50	136.	Koeverkeer selectief toepassen. 1999.	15,00
103.	Maiskolvensilage voor vleesstieren. 1995.	12,50	137.	Verlaging fosforgehalte in rantsoen vleesstieren. 1999.	15,00
104.	Model Water en Energieverbruik Melkwinning. 1995.	12,50	138.	Beregenen op maat op melkveebedrijven. 2000.	15,00
105.	Energiesoort krachtvoer voor roze-vleeskalveren. 1995.	12,50	139.	Fosforbehoefte rosé vleeskalveren. 1999.	15,00
106.	Verlaging stikstofbemesting en introductie witte klaver. 1995.	12,50	140.	Vloer type en oppervlakte bij vleesstieren. 1999.	15,00
107.	Verkaveling in de melkveehouderij. 1995.	12,50	141.	Activiteiten en knelpunten Agrarische natuurverenigingen. 2000.	15,00
108.	Aanzuren rundermest kort voor toedienen. 1995.	12,50	142.	Triticale voor melkvee en jongvee. 2000.	15,00
109.	DVE-gehalte in rantsoenen roze-vleeskalveren. 1995.	12,50	143.	Siëstabeweiding. 2000.	15,00
110.	Reductie ammoniakemissie door stalen roostervloeren. 1996.	12,50	144.	Biologische Veehouderij en Management. 2000.	15,00
111.	Beheersovereenkomsten op grasland van melkveebedrijven. 1996.	12,50	145.	Amino zuurgehalten in melkveeantsoenen. 2000.	15,00
112.	Vijf jaar schapen op Proefbedrijf Zegveld. 1996.	12,50	146.	Tarwe als krachtvoervanger in graskuilrantsoenen. 2000.	15,00

Publicaties zijn verkrijgbaar door overmaking van het betreffende bedrag op RABO-rekening 11.25.54.989 van het PR te Lelystad met vermelding van het nummer van de publicatie.