



SCH-2001-17

## HET DIEET ELEKTROLYT VERSCHIL EN HET CALCIUMGEHALTE VAN HET DROOGSTANDSRANTSOEN VAN MELKKOEIEN IN RELATIE TOT MELKZIEKTE

### Inleiding

Er zijn een aantal redenen om hernieuwd aandacht te besteden aan het dieet Elektrolyt Verschil (dEV) en daarbij samenhangend aan de calciumvoorziening in de droogstand. Uit de praktijk komen veel vragen over het nut van een extra Ca-gift in de droogstand in combinatie met een negatieve dEV in het rantsoen en de pH van de urine. Verder zijn er nieuwe producten op de markt gekomen die bedoeld zijn om de negatieve smaakeffecten van zouten met een negatieve dEV te maskeren. Daarnaast zijn er meer betrouwbare gegevens bekend geworden over het zwavelgehalte in voedermiddelen en is er aanleiding om nu ook zwavel in de berekening van het dEV mee te nemen.

### dEV en melkziekte

Direct na het afkalven is het risico van stofwisselingsaandoeningen het hoogst. Het betreft vooral melkziekte en slepende melkziekte, maar ook kopziekte en lebmaagverdraaiingen komen voor. Melkziekte wordt veroorzaakt door de grote vraag naar calcium direct na het afkalven voor de aanmaak van biest, zodat een te laag gehalte aan calcium in het bloed optreedt (hypocalcaemie). Dit leidt tot spierslakte waardoor de koeien niet meer kunnen staan. Ook het blijven staan aan de nageboorte en lebmaagverdraaiingen kunnen een gevolg zijn van verlaagde spierspanning. Jonge dieren kunnen zich sneller aanpassen aan de grotere vraag naar Ca. Daarom krijgen vaarzen en 2<sup>e</sup> kalfs koeien vrijwel nooit melkziekte. Ter voorkoming van ondermeer melkziekte wordt gebruik gemaakt van de dEV in het rantsoen. Dit is het verschil tussen de gehalten van de positieve ionen (kationen) K<sup>+</sup> en Na<sup>+</sup> en de negatieve ionen (anionen) Cl<sup>-</sup> en SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (sulfaat), uitgedrukt in milli-equivalenten per kg. In de lichaamsvloeistoffen zijn er evenveel positieve als negatieve ladingen (elektrische neutraliteit). Deze balans wordt mede bepaald door kationen als Ca<sup>2+</sup> (calcium) en Mg<sup>2+</sup> (Mg) en anionen als HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (mono-waterstof-fosfaat) en H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> (di-waterstof-fosfaat). Dit zijn mineralen die slechts in geringe mate en met een variabele absorptiecoëfficiënt uit de darm worden opgenomen en/of in het lichaam opgeslagen en weer gemobiliseerd kunnen worden. Voor de berekening van de dEV tellen ze daarom niet mee. Variatie in dEV wordt juist gebruikt om invloed op absorptie en mobilisatie van calcium uit te oefenen, zoals uit het volgende blijkt.

Bij een verhoogde aanvoer van volledig absorbeerbare en niet-metaboliseerbare anionen stijgt ter compensatie de concentratie van waterstofionen (H<sup>+</sup>), waardoor het bloed een lagere zuurgraad krijgt. Normaal is de pH van het bloed ongeveer 7,4. Als de zuurgraad van het bloed te laag dreigt te worden, dat wil zeggen lager dan pH 7,1, worden een aantal reguleringsmechanismen actief. Zo worden H<sup>+</sup>-ionen tezamen met de anionen via de urine afgevoerd waardoor de urine een lagere pH krijgt. Bij een pH van de urine van ca. 8 wordt Ca dat via het plasma naar de nieren is afgevoerd vrijwel volledig gereabsorbeerd in de niertubuli. Naarmate de pH lager wordt, wordt echter meer Ca met de urine uitgescheiden. Daardoor worden twee processen gestimuleerd om het Ca-gehalte van het bloed op peil te houden. Als belangrijkste proces wordt tegenwoordig een verhoogde absorptie van Ca uit de darm gezien. Dit gebeurt via een hormonaal mechanisme. Ook komt Ca vrij uit de zogenaamde labiele botpool, wat bijdraagt aan het herstellen van de elektro-neutraliteit in het bloed. Het gebruik van een dieet met een sterk negatieve dEV in de droogstand is bedoeld om beide processen te stimuleren, zodat daarna, in het begin van de lactatie, een goede Ca-voorziening gewaarborgd is en het risico op melkziekte kleiner wordt. Uit de proeven die door De Schothorst zijn uitgevoerd op het bedrijf zelf en op praktijkbedrijven bleek overigens niet dat een zogenaamd "anion dieet" het aantal gevallen van melkziekte deed verminderen. Positieve resultaten, ook op de productie in het begin van de lactatie, worden vooral in Amerikaanse onderzoeken gemeld.

Tijdens de lactatieperiode is een basische urine gewenst om een zo groot mogelijke recirculatie van Ca te bereiken.

### Nieuwe ontwikkelingen

#### *Zwavel meetellen in de dEV-berekening*

De dEV kan op verschillende manieren worden uitgedrukt, namelijk

dEV<sub>1</sub>: Na + K – Cl

dEV<sub>2</sub> = dEVs : Na + K – Cl – S, of in zijn meest complete vorm

dEV<sub>3</sub>: Na + K + Ca + Mg – Cl – S – P

De reden om dEV<sub>3</sub> niet toe te passen is in het voorgaand uiteengezet. Dat wij tot nu toe dEV<sub>1</sub> hanteerden, was omdat geen voldoende betrouwbare S-gehalten van krachtvoergrondstoffen en ruwvoerders aanwezig waren. In onze circulaire [SCH-1997-27](#) werd daarom geadviseerd om zwavel uit de grondstoffen niet mee te rekenen en alleen rekening te houden met toegevoegde sulfaten.

Sinds die tijd is echter van de belangrijkste krachtvoergrondstoffen het S-gehalte bepaald en opgenomen in de CVB-tabel, terwijl het Blgg voor veel veehouders het S-gehalte van de ruwvoerders bepaalt. Dat het S-gehalte belangrijk is voor de dEV blijkt uit een in 1991 verschenen studie waarin een statistische analyse werd gepresenteerd van 75 eerder gepubliceerde proeven met betrekking tot het optreden van melkziekte. Daaruit kwam naar voren dat er een hoge negatieve correlatie was tussen het S-gehalte van het droogstandsrantsoen en het optreden van melkziekte. Uit deze studie bleek ook dat dEV<sub>2</sub> veel beter correleerde met het optreden van melkziekte dan dEV<sub>1</sub> of dEV<sub>3</sub>. Zwavel kan behalve van sulfaten ook afkomstig zijn van S-houdende aminozuren en glucosinolaten. Anorganisch zwavel (sulfaten) kan door bacteriën in de pens benut worden om zwavelhoudende aminozuren te synthetiseren. In de droogstand zijn geen zwavelhoudende aminozuren nodig voor productie, maar alleen voor de groei van het kalf en voor onderhoud. Het grootste deel van de opgenomen zwavel zal onbenut weer worden uitgescheiden met de urine en dat gebeurt in de vorm van sulfaat. Op die manier draagt zowel anorganisch als organisch zwavel bij aan de elektrolytenbalans.

Tijdens de lactatie zal organisch gebonden zwavel wat minder bijdragen aan de elektrolytenbalans omdat een groot deel van de opgenomen zwavelhoudende aminozuren benut worden voor de synthese van melkeiwit, die ten dele door de koe weer benut worden. Ook de zwavel uit anorganisch sulfaat zal voor een groot deel door de koe benut worden.

De dEVs wordt uitgedrukt in milli-equivalenten per kg en wordt als volgt berekend:

$$\text{dEVs} = \frac{\text{Na}}{0,023} + \frac{\text{K}}{0,039} - \frac{\text{Cl}}{0,0355} - \frac{\text{S}^*2^1}{0,032}$$

waarbij de gehalten van de mineralen worden uitgedrukt in g/kg. De getallen in de noemers zijn de atoomgewichten. Omdat sulfaat een tweevoudig negatieve lading heeft, telt zwavel dubbel mee bij de berekening van de balans van positieve en negatieve equivalenten.

Ten opzichte van de oude berekening (dEV<sub>1</sub>) maakt het veel uit of zwavel wel of niet wordt meegerekend. Uitgaande van een zwavelvoorziening op de norm (2 g/kg DS) wordt de dEV al 125 meq. lager. Dat heeft ook consequenties voor normen voor de dEVs, voorzover deze zijn afgeleid met gebruik van de formule voor dEV<sub>1</sub>.

#### *dEVs van voedermiddelen*

De dEVs van krachtvoergrondstoffen zijn weergegeven in de CLO-tabel aug. 2001 (bij de mineralen/spoorelementen). Voor ruwvoerders waarin mineralenanalyses worden uitgevoerd kan de dEV berekend worden (b.v. grassilage en maïssilage). Op de uitslagen van de ruwvoeraanlyse wordt door het Blgg de KAV (kation-anionverschil) vermeld. Deze waarde komt overeen met de dEV inclusief S = dEVs.

Niet van alle overige ruwvoerders en natte bijproducten zijn voldoende gegevens beschikbaar over de gehalten aan de mineralen nodig voor de berekening van de dEVs. De beschikbare waarden zijn vermeld in bijlage 1 van circulaire [SCH-2001-19](#). In de rantsoenberekeningsprogrammatuur voor de coöperaties is de berekening van het dieet-elektrolytverschil eveneens aangepast. Deze waarde is nu ook inclusief zwavel. Als afkorting wordt daar echter nog steeds dEV gebruikt en niet de dEVs.

1) In circulaire [SCH-2001-15](#) van 07-08-2001 staat vermeld:

$$\frac{\text{S}}{0,032} \quad \text{i.p.v.} \quad \frac{\text{S}^*2}{0,032}$$

**Wij verzoeken u dit in de genoemde circulaire eigenhandig te verbeteren.**

#### *Soorten dEV-mengsels*

dEV-mengsels bestaan uit zouten waarvan de negatieve ionen (chloriden, sulfaten) vrijwel geheel geabsorbeerd worden en de positieve ionen (Mg, Ca) veel minder. Daardoor ontstaat

de negatieve dEV. Men spreekt ook wel van anionische zouten. Als kation wordt ook het ammoniumion (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) gebruikt. Dit wordt of

benut door bacteriën in de pens of uiteindelijk als ureum door het lichaam afgevoerd, waardoor het geen effect op de pH van lichaamsvloeistoffen heeft.

De anionische zouten zijn voor de koe onsmakelijk. dEV-mengsels worden daarom vaak door het ruwvoer gemengd. Er zijn tegenwoordig ook producten die neutraal van smaak zijn waardoor ze beter worden opgenomen. Door de zouten te voorzien van een coating proeft de koe geen bittere smaak en komen de zouten bovendien geleidelijk in de pens en de dunne darm vrij.

## Normen voor calcium en dEVs

### Ca-voorziening in de droogstand

Van oudsher wordt geadviseerd om in de droogstand een laag Ca-niveau in het rantsoen na te streven zodat de Ca-absorptie uit de darm gestimuleerd blijft. In de internationale literatuur worden minimum behoeftenormen voor de droogstand geformuleerd. Deze variëren nogal. De bovengrens ligt bij ca. 50 g/dag. Een overzicht daarvan wordt gegeven in tabel 1.

Bron:	Ca-voorziening <sup>1)</sup>	in g/kg droge stof
NRC (1998)	42-51 <sup>2)</sup> g/d	3,8-4,6
ARC (1991)	28 g/d <sup>3)</sup>	2,5
CVB	min. 2,5 g/kg DS	2,5
Finland	40 g/d	3,6
Duitsland	min. 4,5 g/kg DS max. 6,0 g/kg DS	4,5-6,0

1) De norm wordt of in g/dag of per kg droge stof gegeven; in de tweede kolom is alles omgerekend naar kg droge stof met de aanname van een opname van 11 kg droge stof per dag.

2) Voor een gewichtstraject van 635 tot 770 kg.

3) Voor tweede kalfs- en oudere koeien.

Het CVB geeft voor de Ca-behoefte van koeien in lactatie de volgende formule:  $Ca \text{ (g/d)} = 0,032 \times LG + 2,4 \times M$ . Zou deze formule ook toegepast worden voor een droogstaande koe van 650 kg, dan betekent dat een behoefte van 21 g/dag ofwel 1,9 g/kg droge stof. De formule moet dus niet toegepast worden voor droogstaande koeien. Breukink (1993) kwam tot een minimum behoefte van 25 g/dag. Dat komt goed overeen met de in de tabel genoemde minimum norm per kg droge stof. Uit bovenstaande wordt geconcludeerd dat de minimum norm voor Ca in de droogstand 2,5 g/kg DS rantsoen bedraagt.

Een maximum norm wordt in de behoeftetabellen niet genoemd. Wel bestaat de algemene opvatting dat bij een te ruime Ca-voorziening in de droogstand de processen van absorptie uit de darm en mobilisatie uit de labiele botpool in het begin van de lactatie te traag verlopen.

Uit de eerder genoemde statistische analyse van 75 proeven bleek dat het Ca-gehalte in het droogstandsrantsoen inderdaad positief gecorreleerd was met het optreden van melkziekte. Maar ook bleek dat zowel bij lage gehalten (minder dan 5 g/kgDS) als bij extreem hoge gehalten (meer dan 20 g/kg DS) het risico op het optreden van melkziekte gering was. Dat het verstrekken van een extreem grote hoeveelheid Ca de kans op melkziekte niet sterk deed toenemen, kan wellicht verklaard worden door aan te nemen dat bij een zo grote opname zelfs een sterk verlaagde absorptie geen tekort kan veroorzaken. De literatuur geeft echter geen aanwijzingen dat er andere positieve effecten van zijn te verwachten. Uit recente proeven in Finland bleek in de eerste week na het afkalven geen hypocalcaemie (een te laag Ca-niveau in het bloed) op te treden bij Ca-gehalten tijdens de droogstand van 4,6 en 7,4 g/kg DS rantsoen en zelfs niet bij 10,5 g/kg. Ook in deze proeven bleek dat de dEVs veel belangrijker was.

Onder Nederlandse omstandigheden zal de minimum norm gemakkelijk gehaald worden. De kans van een te hoge Ca-verstrekking is bij een normale rantsoensamenstelling eveneens niet groot.

### Normen voor dEVs

Ofschoon in enkele onderzoeken naar voren kwam dat een licht positieve dEVs van het droogstandsrantsoen in vergelijking met een sterk positieve al een gunstig effect had op het Ca-gehalte in het bloed, moet toch gestreefd worden naar een negatieve dEVs. In de circulaire SCH-1994-12 hebben wij een waarde van <0 meq/kg aangegeven, gebaseerd op een dEV-berekening zonder rekening te houden met het S-gehalte. Recent zijn er aanbevelingen van de Cornell University op basis van de dEV<sub>2</sub>-formule verschenen. Voor droogstaande koeien voor de laatste weken voor het afkalven wordt -50 tot -100 meq/kg geadviseerd. Op grond van recente literatuur en rekening houdend met de nieuwe berekening, stellen wij de minimum norm voor dEVs nu op -100 meq/kg DS rantsoen gedurende de periode van 3 weken voor het afkalven tot de dag van afkalven. Omdat een dergelijk lage dEVs niet altijd eenvoudig te bereiken is, geldt deze norm met name voor bedrijven waar veel problemen met melkziekte optreden. Een negatieve dEVs wordt ook geadviseerd ter voorkoming van zucht.

Na het afkalven moet de dEVs ruim positief zijn. Omdat zwavel nu meegenomen wordt in de berekening zou de norm in vergelijking met de in 1994 gegeven adviezen verlaagd kunnen worden. Maar in de productiefase draagt zwavel niet zo veel bij aan de elektrolytenbalans, zoals hierboven uiteengezet is. Om die reden is er minder aanleiding om de norm voor de lactatieperiode ook te

verlagen. Voor koeien in begin lactatie adviseert de Cornell University een dEVs van +300 tot +400 meq/kg. Dat wijkt weinig af van het door ons in 1994 gedefinieerde optimum. We hebben daarom besloten dit advies over te nemen.

### *De pH van de urine*

Zolang de dEVs van het rantsoen nog enigszins positief is blijft de urine nog basisch, al kan de pH wat lager zijn in vergelijking met een rantsoen met een sterk positieve dEVs. Als de dEVs negatief is kan de urine licht zuur worden. Het verband tussen de dEVs van het rantsoen, de pH van de urine en de Ca-concentratie in de urine en het plasma is ook in ons eigen onderzoek duidelijk naar voren gekomen ([PV-393](#)).

Een optimale pH tijdens de droogstand moet tussen 6 en 7 liggen. Met behulp van indicator-papier kan de pH van vers geloosde urine gemakkelijk bepaald worden.

### **Conclusies**

Bij de berekening van dEV moet in het vervolg rekening gehouden worden met het zwavelgehalte van het rantsoen. De nieuwe formule luidt:

$$dEVs = \frac{Na}{0,023} + \frac{K}{0,039} - \frac{Cl}{0,0355} - \frac{S*2^{1})}{0,032}$$

Om het risico op melkziekte op probleembedrijven zo klein mogelijk te houden, wordt de norm voor de dEVs op –100 meq/kg DS rantsoen tijdens de droogstand van oudere koeien gesteld. Na het afkalven wordt een dEVs van +300 tot +400 meq/kg DS rantsoen geadviseerd bij een voldoende Ca-voorziening.

De hoogte van de calciumvoorziening in de droogstand heeft minder invloed op het optreden van melkziekte dan het dieet Elektrolyt Verschil. Bij een Ca-gehalte van minder dan 5 g/kg in de droge stof is het risico op melkziekte zeer klein. Er wordt een minimum van 2,5 g Ca/kg DS rantsoen geadviseerd.

Een pH in de urine van 6-7 is optimaal om de Ca-uitscheiding met de urine te bevorderen en daardoor de Ca-absorptie uit de darm te stimuleren.