

OORSPRONKELIJKE ARTIKELEN

Verschijselen van natriumarmoede bij het dier, alsmede de gevolgen van een te ruime dosering van keukenzout.*)

Symptoms of sodium deficiency in animals and results of too large dosages of sodium chloride.

door J. J. LEHR.

*Laboratorium voor bemestingsonderzoek, Wageningen.
Directeur: Dr. J. J. Lehr.*

§ 1. Inleiding.

Natriumarmoede in gras werd reeds vroeger in vrij extreme vorm in Zuid-Afrika gevonden (D u t o i t en medew., 1934, 1940) en was ook in Nederland niet onbekend. Onderzoekingen, die na de oorlog zijn uitgevoerd, hebben doen zien, dat men te maken heeft met een wijd verbreid verschijnsel, dat bijv. in West-Europa zeer algemeen is en daar onder meer wordt aangetroffen in Zweden, Duitsland, Nederland, België, Frankrijk en Zwitserland (zie L e h r, 1959, 1960). Maatstaf voor de beoordeling is in hoofdzaak het natriumgehalte van het gras, daarbij afgaande op de normen, die voor een redelijke voorziening van het vee gesteld worden. Ofschoon het een vaststaand feit is, dat natrium voor het menselijk en dierlijk organisme een noodzakelijk element is — 93% van de kationen in het bloedserum bestaan uit natrium —, blijkt men in de praktijk met de verschijnselen en gevolgen van natriumgebrek bij het vee weinig of niet bekend te zijn. In het volgende is daarom getracht voor enkele van onze huisdieren een samenvatting van de voornaamste feiten te geven, zoals die in de literatuur worden aangetroffen. Daarbij zijn ook de met ratten genomen proeven als vergelijkingsmateriaal aangevoerd. Tevens is aan het slot een kort overzicht gegeven van de verschijnselen, die zich eventueel bij een overmatige dosering van keukenzout kunnen voordoen.

§ 2. Natriumgebrek bij ratten.

Proeven bij ratten hebben aangetoond, dat natriumgebrek als regel leidt tot groeistoornissen, verminderde benutting van eiwit en steriliteit. In gevallen, waarin toch jongen geboren werden, stierven deze spoedig na de geboorte, mede door gebrek aan melk bij de moederdieren, waarschijnlijk een gevolg van verhinderde eiwitsynthese (S c h o o r l, 1934). Andere verschijnselen, waargenomen bij ratten onder invloed van natriumgebrek zijn grijze verkleuring en dun worden van het haar en bepaalde ooggebreken, tot blindheid toe.

Volgens S c h o o r l wordt een optimale groei verkregen met natriumgehalten in het voedsel tussen 0,1 en 0,2%. In de literatuur worden echter voor de minimum behoefte aan natrium zeer verschillende waarden opgegeven, die uiteen lopen van 0,035% (O s b o r n e en M e n d e l, 1918) tot percentages tussen 0,3 en 0,5.

J o h n vindt zelfs 0,3% nog te laag. Wellicht hangt dit gebrek aan overeenstemming voor een deel samen met wisselende K-gehalten in de toe-

*) Literatuuroverzicht. Survey of literature.

gepaste rantsoenen en verschillende natriumbenutting onder invloed van variaties in de K:Na-verhouding (zie hierna § 7). Dat het in bovenstaande gevallen om natriumgebrek en niet om chloorgebrek ging, kon worden aangetoond door in plaats van NaCl andere natriumzouten, zoals carbonaat, sulfaat, bicarbonaat e.a. te gebruiken.

§ 3. Natriumgebrek bij kippen.

G r a s h u i s (1925) maakte bij „tenenpikken” van kuikens o.a. met succes gebruik van NaCl-toediening.

Bij kuikens veroorzaakt natriumgebrek een slechte groei, zoals onder meer waargenomen werd door S j o l l e m a (1935). Ervaringen van anderen zijn: toegenomen gevoeligheid voor ziekten, onefficiënte benutting van het voedsel, vertraging van de sexuele rijpheid bij jonge hennen.

Bij leggende hennen veroorzaakt natriumgebrek verlaagde produktie, gewichtsverlies en kannibalisme.

Natriumgebrek is gevonden bij percentages in het voedsel tussen 0,034% en 0,13%, terwijl de behoefte wordt aangegeven op 0,4-0,5% bij een leeftijd van een maand en op 0,30-0,35% bij een leeftijd van twee maanden. Een normale dosis NaCl in kuikenvoeder is van 0,5 tot 1,0%.

Volgens B u r n s en medew. (1952, 1953, 1954) bedraagt de behoefte bij leggende hennen 0,19% Na.

§ 4. Natriumbehoefte bij varkens en paarden.

Varkens:

Voor normaal groeiende varkens wordt de dagelijkse behoefte geschat op 36-42 mg natrium, overeenkomende met 0,09% Na in het voeder (Committee on Animal Nutrition, 1953). B r a u d e geeft 0,08% aan.

Paarden:

Een te lage zoutopname veroorzaakt vermoeidheid en uitputting, eventueel nog versterkt door uitscheiding via de zweetklieren (S q u i b b, 1958).

Volgens oudere gegevens zou de behoefte aan NaCl per dag ongeveer 57 gram of 22 gram natrium bedragen (zie O l s o n en J o h n, 1925).

§ 5. Natriumbalans bij rundvee.

De natriumbehoefte van melkvee wordt door verschillende onderzoekers in doorsnee op 25 g per dag gesteld, waarvan 5-10 g voor onderhoud en 15-20 g voor compensatie van met de melk afgevoerd natrium.

Om een positieve natriumbalans te onderhouden is het gewenst in het rantsoen een zeker overschot te hebben, zodat ook in de urine een zeker minimum gehalte aan natrium wordt gehandhaafd. Wel vindt bij een gebrekkige voorziening retentie van natrium door het organisme plaats, maar juist voor melkvee geeft dit geen enkele garantie, dat voldoende wordt toegevoerd om de produktie op peil te houden.

Duidelijk waarneembare gebreken zijn volgens literatuurgegevens gebonden aan gehalten beneden 10 mg per l urine, maar mede met het oog op het bovengenoemde aandeel bij de melkvorming wordt 250 mg per liter pas als een veilige marge beschouwd (F r e n s, 1958). Normale natriumwaarden worden door anderen op 800-1000 mg/l urine aangenomen (Commissie BPD).

§ 6. Verschijnselen van natriumgebrek bij rundvee.

Een van de eerste verschijnselen van natriumgebrek bij rundvee is het optreden van likzucht, welke zich o.a. uit in het drinken van urine en het eten van modder. Dikwijls ontsnappen deze verschijnselen aan de aandacht. In een volgend stadium treedt een sterke verlaging van de melkgift op, alsmede verlies van eetlust en is er een onvolledige benutting van het eiwit en van de energiewaarde van het voedsel vast te stellen. De dieren worden mager. Vooral bij pas gekalfde vaarzen zijn de verschijnselen duidelijk aanwezig.

Natriumgebrek leidt ook tot storingen in de voortplanting, onregelmatigheden bij de geboorte (grote verliezen van natrium met het vruchtwater), afkalven met slappe uiers, onderdrukt zijn van tochtigheidsverschijnselen of dieren moeilijk drachtig te krijgen. Het aan de nageboorte blijven staan komt frequent voor bij zoutgebrek.

Andere verschijnselen zijn schrikachtigheid*) en spiertrillingen*), wankelgang vooral in de achterbenen, ongeregelde hartwerking, in zeer ernstige gevallen ook overvloedige speekselafscheiding, algehele onvruchtbaarheid en tenslotte de dood.

Volgens onderzoekingen van B a b c o c k (1905) en ook van A i n e s e n S m i t h (1957) leidt onthouding van natriumchloride in het rantsoen bij dieren in een normale voedingstoestand, ook wat natrium betreft, reeds na twee weken tot een bijzondere trek naar zout. De werkelijke moeilijkheden doen zich evenwel pas later voor, namelijk na een periode, die varieert van een maand tot een jaar na het begin van de onthouding. Dan treedt een sterk verminderde vitaliteit en plotselinge ineenstorting op; verdere verschijnselen zijn verlies van eetlust, vermagering, verwilderd voorkomen*), doffe ogen, ruw haarkleed, snelle achteruitgang in lichaamsgewicht en melkopbrengst. De instorting heeft meestal plaats voor of na het kalven of na verzwakking van het organisme door grote melkgiften; koeien met de grootste melkgift tonen het duidelijkst tekenen van uitputting.

Bij de bespreking van de werking van NaCl maakt B a b c o c k geen onderscheid tussen de werking van natrium en chloor. Het is echter al wel gebleken, dat het bij zogenaamd „zoutgebrek” als regel gaat om een tekort aan natrium en dat primair chloorgebrek zich slechts uiterst zelden voordoet (A i n e s e n S m i t h - runderen (1957); M e y e r e n medew. - varkens (1950); B u r n s e n medew. - kippen (1952-1954); M i t c h e l l e n C a r m e n - ratten (1926)).

Voor verschillende gebieden in Nederland moet gevreesd worden, dat we ten aanzien van natrium gedurende het weideseizoen met een uitputting van de dieren te maken hebben, gezien bijv. de lage natriumgehalten in het gras van de diverse BPD-onderzoekingen. In het Peelgebied werden door G o o s s e n s (1959) duidelijke symptomen van natriumgebrek bij het vee vastgesteld.

§ 7. Invloed van de K:Na-verhouding in het voeder.

Volgens een destijds door B u n g e opgestelde theorie zou de aanwezigheid van veel kalium in het voeder tot een vergrote afvoer van natrium in de urine leiden, waardoor dus in feite de natriumbehoefte vergroot zou wor-

*) In het algemeen meer het gevolg van lage magnesiumwaarden in het bloedserum.

den. Latere ervaringen wijzen er op, dat dit wel tijdelijk plaats vindt, maar dat het organisme zich na enige tijd op een verhoogde toevoer van kalium instelt door retentie van natrium. Desondanks moet bij de sterk wisselende K-gehalten in het weidegras rekening gehouden worden met tijdelijk verhoogde verliezen aan natrium, vooral ook, omdat een ruime toevoer van kalium met het voedsel weer tot een verhoogde urine-afscheiding aanleiding geeft. Bij min of meer permanente natriumarmoede kan dit dus de uitputting van het organisme verhaasten. P a p e n d i c k (1955) schat, dat op 5 delen overtollig kalium één deel natrium extra moet worden verstrekt.

Voor de K:Na-verhouding bij runderen worden in de literatuur de volgende waarden opgegeven:

gemiddelde analyse gehele dier	1,5 à 2 : 1 (L a w e s en G i l b e r t, zie B r ü g g e m a n n en K i r s c h)
in spieren	6 : 1 (M a y n a r d)
in bloed	8 : 1 (L i n t z e l)
in melk	3,5 : 1 (S j o l l e m a)
aanzet bij groei	2 à 4 : 1 (K e l l n e r/ S c h e u n e r t)

Over de meest wenselijke K:Na-verhouding in het voeder treft men uiteenlopende meningen aan. In proeven met ratten vonden O l s o n en J o h n (1925) betere resultaten bij een K:Na-verhouding van 0,6 dan bij 1,4; S a s a k i beter bij 1,5 dan bij 9. T e r r i n e en R e i c h e r t (zie S c h o o r l, 1934) menen dat deze verhouding niet hoger mag zijn dan 3. Anderzijds vond M i l l e r (1926) dat een verhouding van 14 nog geen schadelijk effect had op ratten.

G r u n e r t en medew. (1950) delen mee, dat in hun proeven met ratten de natriumbehoefte 0,05% was, onafhankelijk van het K-gehalte in het voeder binnen de grenzen 0,25 en 1,0%. Wel had 1% K een vertragende invloed op de groei. Bij kippen vonden B u r n s en medew. (1952, 1953, 1954) weinig of geen invloed van het K-gehalte van het voeder op de natriumbehoefte.

B r ü g g e m a n n en K i r s c h (1949) vonden in doorsnee in verschillend samengestelde winterrantsoenen voor melkvee een K:Na-verhouding van 6 : 1.

Volgens L e r o y (1958) zou deze verhouding normaal beneden 4:1 moeten liggen. Zoveel is zeker, dat men bij mengvoeders, welke voor een groot deel uit granen bestaan, gemakkelijker op een lage K:Na-verhouding aan kan sturen dan bij gras, waar deze verhouding van nature steeds de neiging heeft zeer ruim te zijn (soms tot 80 toe). Rekenende op gehalten in de drogestof van 3,0% K en van 0,15 tot 0,3% Na ligt bij jong weidegras de K:Na-verhouding in het gunstigste geval tussen 10 en 20. Het is echter voldoende gebleken, dat men hier in de praktijk zeer vaak boven uit komt. In Zwitserland wordt bij de zgn. G ü l l e d ü n g u n g (bemesting met met water verdunde stalmest en gier) een vaak zeer kaliumrijk voedsel verkregen, waarvan destijds gerapporteerd werd, dat het bij het vee tot likzucht, verminderde melkgift, groeistoornissen en ziekte aanleiding kan geven. Hierbij werd zowel aan een verstoorde K:Ca- als aan een verstoorde K:Na-verhouding gedacht (T r u n i n g e r en V o n G r ü n i g e n, 1935).

§ 8. Voorkomen van natrium in beenderen en kraakbeen.

Natrium is vooral geconcentreerd in verschillende lichaamsvloeistoffen en verder als lichaamsreserve in beenderen en kraakbeen. S j o l l e m a vond in de as van kraakbeen 5,5 maal zoveel Na als in de beenderas. Natriumgebrek kan daarom leiden tot gebrekkige beengroei en fragiliteit. De kraakbeenvorming in rattenproeven bleek eveneens onvoldoende te verlopen.

A r o n (1905) vond in geval van natriumgebrek bij jonge kalveren een duidelijk verminderde beengroei, maar de samenstelling van de beenderas week niet af van die van normale dieren. V o n G r ü n i g e n (1935) heeft ook gewezen op de invloed, die kan uitgaan van een hoge K:Na-verhouding met als consequenties verhoogde natriumuitscheiding, vermindering van lichaamsreserves en zelfs beenbreuk.

§ 9. Middelen ter verbetering van de natriumvoorziening van het vee.

Ter verbetering van de natriumvoorziening van weidend vee wordt als regel het aanbrengen van pekelpakken in de wei aanbevolen, of wel het ter beschikking stellen van likstenen.

Anderzijds is er een methode om via de bemesting het natriumgehalte in weidegras op een behoorlijk peil te brengen, door namelijk de eerste stikstofbemesting in het voorjaar in de vorm van chilisalpeter (hoofdbestanddeel natriumnitrat) te geven (L e h r, 1959, 1960).

Beide methoden kunnen onder omstandigheden hun voordeel hebben, het aanbrengen van pekelpakken voor het snel corrigeren van een bestaand natriumgebrek, de bemestingsmethode voor het produceren van een rationeel voeder met voldoende hoog natriumgehalte en betere K:Na-verhouding.

In het algemeen verdienen methoden, die beogen de samenstelling van het voeder zo harmonisch en rationeel mogelijk te maken, de voorkeur boven een meer kunstmatig systeem, waarbij getracht wordt eventuele gebreken in het voeder door allerlei correcties op te heffen (koperkoekjes, pekelpakken en dergelijke). Likstenen hebben soms, n.l. bij een zeer grote behoefte naast weidegang — het nadeel, dat de dieren er niet voldoende van tot zich kunnen nemen. Maximaal likken ze per etmaal ongeveer 50 g en de extra behoefte is vaak 300 g of meer, vooral in het voorjaar. Anderzijds kan het ter beschikking stellen van pekelpakken onder omstandigheden een ongelimiteerd gebruik en daardoor weer het invoeren van nieuwe moeilijkheden tengevolge hebben. Zoals we in de volgende paragraaf zullen zien geldt dit vooral als geen drinkwater beschikbaar is.

§ 10. Gevolgen van een te ruime dosering van keukenzout.

Er bestaat een vrij uitgebreide literatuur over de schadelijkheid van te hoge zoutconcentraties, hetzij in het drinkwater, hetzij in het voedsel, waarvan hier alleen de voornaamste resultaten worden aangehaald.

Ratten:

De grens in drinkwater welke maximaal tolerabel is, ligt bij omstreeks 1,5 tot 1,7%. Hogere concentraties zijn dodelijk. De dieren weigeren aanvankelijk van het zoute water te drinken, totdat zij door dorst gedreven

een grote hoeveelheid ineens drinken, die dan in korte tijd de dood veroorzaakt.

Hete dagen in de zomer zijn het meest fataal voor de dieren om zout water te drinken. Bij lagere percentages nam de hoeveelheid opgenomen water toe met toenemende zoutconcentraties (Heller, 1932); volgens Olson en St. John zouden gehalten boven 0,785% Na in rattenrantsoenen een schadelijke werking hebben.

Kippen:

Het is gebleken, dat kuikens vooral gevoelig zijn voor keukenzout in de eerste maand van hun leven. Gehalten van 0,5 tot 1,0% in het voeder worden als optimaal beschouwd, terwijl boven 3 à 4% met een vrij grote sterfte gerekend moet worden. De schadelijke werking uit zich eerder in vergrote sterfte dan in een slechter worden van de groei. Op oudere leeftijd zijn de dieren meer resistent voor keukenzout. Echter bleken jonge hennen later legrijp te worden en was ook de produktie minder goed dan bij een optimale dosering van keukenzout. In oplossing bleek NaCl eerder schadelijk dan bij menging met pluimveevoeders. Als bijzondere verschijnselen van overmaat keukenzout worden nog genoemd: oedeem, hypertrofie van hart en nieren, kortademigheid, ophoping van chloor in lever, longen en huid. De waterbehoefte van de dieren neemt bij hoge NaCl-dosering sterk toe.

Schapen:

Bij schapen werden oplossingen met 1,3% NaCl goed verdragen, ofschoon de dieren aanvankelijk weigerden voldoende te eten of te drinken. Indien gedurende een periode van 3 weken de concentratie van het drinkwater geleidelijk werd opgevoerd bleken de dieren zich op de vrij hoge zoutconcentratie te hebben ingesteld (Pierce, 1959).

Oplossingen van 1,5% en van 2% bleken echter in toenemende mate schadelijk te zijn. Er was een afname in voedselopname en met 2% vermagerden de dieren, werden zeer zwak of stierven in enkele gevallen. Het watergebruik nam sterk toe en af en toe kwam diarree voor (Pierce, 1958).

In een ander onderzoek bleken schapen tot 9% NaCl in het voedsel zonder schade te kunnen verdragen, mits voldoende water ter beschikking werd gesteld. 13% NaCl bleek gedurende de lactatieperiode tot een significant gewichtsverlies en tot een teruglopen van het aantal lammeren aanleiding te geven (Meyer en Weir, 1954). De totale hoeveelheid, die voor schapen en varkens dodelijk is, ligt tussen 125 en 200 g NaCl.

Varkens:

Verschijnselen van keukenzoutovermaat zijn wellicht het best beschreven voor varkens. Ze kunnen in de praktijk onder verschillende omstandigheden voorkomen bijv. bij het vervoederen van zouthoudende wei (Rac en medew., 1959), maar ze zijn ook gereproduceerd in speciale voederproeven. Als toxische doses worden voor dieren van 50 lbs hoeveelheden tussen 113 en 227 gram NaCl opgegeven, als fatale doses 170-227 gram, dit bij afwezigheid van ongelimiteerd water (Spriggs, 1958). Anderzijds bleek spoeling, waarin 2,5% keukenzout of wel 4% natriumpropionaat, vergiftiging op te wekken, eveneens onder omstandigheden van waterrestrictie (Smith, 1957). In genoemde voederproeven bleken de

dieren nog tot 3% NaCl in het voedsel te verdragen bij beperkte, ofschoon normale, watertoevoer.

Als verschijnselen worden opgegeven: dorst, verlies van eetlust, lusteloosheid, ongecontroleerde bewegingen, duizeligheid, epilepsie, blindheid, geleidelijke algemene verlamming, convulsies, neiging tot defaecatie, overmatige urine-uitscheiding. Bij post mortem-onderzoek werden gastritis en hemorragische enteritis vastgesteld, alsmede eosinofiele meningo-encefalitis. Volgens *D o n e* en medew. (1959) zouden de laatste verschijnselen niet geheel specifiek zijn voor NaCl, maar ook met andere middelen op te wekken zijn, die een verstoring van de waterbalans veroorzaken (ureum). *R a c* en medew. (1959) zijn daarentegen van mening, dat het hier toch een rechtsreeks beschadiging door natrium betreft.

Runderen en paarden:

Bekend is, dat rundvee in dicht bij zee gelegen gebieden, als het er niet aan gewend is, ongunstig reageert op het drinken van brak water, vooral in tijden van droogte, als de zoutconcentratie in sloten en kolken sterk is toegenomen. Het vee reageert hierop met verlaagde melkproducties. Gehalten van 3 of meer gram zouten per liter drinkwater worden reeds als schadelijk voor het vee beschouwd (o.a. optreden van diarree).

Paarden, die geregeld zout water drinken vermageren (*L e u p e n*, 1951). Volgens *V a n d e r G r i f t* (1954) kan een oplossing van 1% keukenzout in schoon water door het vee verdragen worden. Lagere concentraties in slotwater kunnen echter reeds schadelijk zijn, misschien door rottingsproducten van de flora. Wordt pekewater verstrekt dan moet in ieder geval ook een bak met schoon drinkwater aanwezig zijn. Anders nemen de dieren, door dorst gedreven, steeds meer pekewater op tot ze zich tenslotte dood drinken. (Voor rundvee geldt min of meer hetzelfde, als wat hierboven onder ratten is beschreven.)

Terwijl het waterverbruik normaal op 50 liter per dier per dag gesteld kan worden, zijn voor de afscheiding van grote doses keukenzout aanzienlijk grotere hoeveelheden water nodig en wel moet per kg NaCl minstens op 30 liter extra gerekend worden. De nieren kunnen namelijk het NaCl slechts met de grootste moeite concentreren tot 3-6%. Volgens *L e r o y* (1958) leiden hoeveelheden van 1 gram NaCl per kg lichaamsgewicht (550 tot 600 g voor een normaal dier) reeds tot intensieve dorst en overmatige urine-afscheiding, waarbij op den duur irreversibele veranderingen in de nierweefsels kunnen optreden. De letale dosis voor rundvee wordt geschat op 1¼ tot 3 kg NaCl. Voor paarden, die hier niet afzonderlijk zijn vermeld, wordt deze aangenomen op 1 tot 1½ kg.

§ 9. Hangende punten bij het onderzoek.

Natriumgebrek speelt volgens Nederlandse en Engelse onderzoekingen een rol bij kopziekte en waarschijnlijk bij bloedwateren. Voor het laatste zijn althans in de N.O.-polder zekere aanwijzingen verkregen (*V a n K o e t s v e l d*, 1958).

S j o l l e m a (1935) en *G r a s h u i s* (1925) kennen aan het natrium een rol toe bij de instelling van allerlei evenwichten (niet alleen minerale, maar

ook hormoonevenwichten) in het dierlijk organisme en stellen de K:Na-verhouding naast een zeker tekort aan chloor mede verantwoordelijk voor de instelling van te lage bloedmagnesiumgehalten. Kemp (1959) is anderzijds op grond van eigen onderzoek van mening, dat aan natrium bij het optreden van kopziekte geen rol van betekenis kan worden toegekend. In Duitsland is — in navolging van De Schothorst — in sommige streken bij kopziekte keukenzouttoediening toegepast en men heeft gemeend een gunstig effect te kunnen vaststellen. Ook Goossens (1959) is van mening, dat in het Peelgebied natriumarmoede een rol speelt bij het optreden van kopziekte. Verder is er een recente mededeling van Paterson en Crich ton (1960), die eveneens een gunstig effect van natriumchloride-bijvoeding vaststelden bij grastetanie en die er overigens de aandacht op vestigen, dat bepaalde verschijnselen van natriumtekort die van grastetanie zeer nabij komen. Voor zover Bangma (1960) minder gunstige effecten van het bijvoederen van keukenzout heeft waargenomen moet opgemerkt worden, dat het gras op het betrokken bedrijf op zichzelf reeds hoog in natriumgehalte was, zodat de bijvoeding niet het karakter van een correctie op een tekort droeg.

Tenslotte is wel eens het vermoeden geuit, dat er bij het Utrechts melkgebrek natriumgebrek in het spel zou zijn, in verband met de bij gelegenheid waargenomen natriumarmoede van het gras. De instabiliteit van de melk kan opgeheven worden door toevoeging van natriumcitraat, waarbij het citraat als het werkzame bestanddeel beschouwd wordt. Het melkgebrek is op zichzelf nooit geheel opgehelderd. Een oplossing in kwesties als deze is op korte termijn niet te verwachten, maar de wenselijkheid blijft bestaan, bij de genoemde verschijnselen ook aan de mogelijke betekenis van het natrium, zij het in meer of minder directe zin, de nodige aandacht te besteden.

Dankbetuiging.

Gaarne zeg ik Dr. J. Grashuis op deze plaats dank voor de lezing van dit artikel en voor vele waardevolle opmerkingen ter verbetering en aanvulling.

SAMENVATTING.

Uit recente onderzoeken is gebleken, dat natriumarmoede in gras een wijd verbreid verschijnsel is, dat onder meer werd gesignaleerd in de meeste landen van West-Europa. Voor de beoordeling van het al of niet voldoende zijn van het natriumgehalte is hierbij uitsluitend uitgegaan van de normen, die op het moment voor de voorziening van het vee gesteld worden. Het is inmiddels wenselijk na te gaan in hoeverre de geconstateerde armoede consequenties heeft voor het dier en eventueel reeds tot duidelijk waarneembare symptomen van Na-gebrek heeft geleid. Aangezien de verschijnselen en gevolgen van natriumgebrek bij onze huisdieren in de praktijk weinig bekend zijn is in dit artikel een samenvatting van de voornaamste feiten gegeven, zoals die in de literatuur worden aangegeven. Natriumgebrek uit zich bij de meeste huisdieren in onvoldoende groei — deels ook onder invloed van een slechte eiwitbenutting — storingen in de reproductie, verminderde melkproductie en voorts ook in nerveuze storingen, verlies van eetlust, e.a. De verschijnselen worden afzonderlijk nagegaan voor ratten, kippen, paarden en rundvee.

De middelen ter verbetering van de natriumvoorziening worden in het kort besproken. Tevens wordt aandacht geschonken aan de mogelijke gevolgen van een te ruime dosering van keukenzout. Deze kan ook gevaren inhouden, hetzij voor de gezondheid der dieren, hetzij voor hun produktiviteit.

SUMMARY.

Recent research suggests that sodium deficiency in grass is a widespread phenomenon as it has been observed in most European countries and elsewhere. The assessment of the adequacy of the sodium content of grass is based on the established requirements of cattle. It is desirable to determine how far an inadequate sodium content in grass can affect animals or may have already produced symptoms of sodium deficiency. As the symptoms and effects of sodium deficiency in domestic animals are little known, the most important data in the literature on this subject are summarized. In most domestic animals the chief symptoms of sodium deficiency are insufficient growth (also due in part to defective utilization of protein), reproductive disorders, decreased milk yield, nervous disturbances and loss of appetite. The symptoms are described separately for rats, chickens, horses and dairy cattle.

Means of improving the sodium supply are briefly discussed. Attention is also directed to the possible consequences of too ample a supply of common salt; this may involve risks either to health or to fertility.

RÉSUMÉ.

Des recherches récentes ont montré que la carence en sodium de l'herbe est un phénomène très répandu, signalé dans la plupart des pays européens. Pour apprécier la suffisance d'une teneur en sodium, on a utilisé les normes actuellement admises pour l'alimentation du bétail. Mais il est utile d'examiner dans quelle mesure la carence en sodium a des conséquences pour les animaux et a déjà entraîné des symptômes notables. Comme les symptômes et les conséquences de la carence en sodium chez les animaux domestiques sont peu connus dans la pratique l'article donne un aperçu des faits les plus importants décrits dans la littérature.

La carence en sodium se manifeste chez la plupart des animaux par un défaut de croissance — en partie dû à une assimilation réduite des protéines —, une baisse de la production laitière, des perturbations nerveuses, une perte de l'appétit, etc.... Les symptômes sont décrits séparément pour les rats, les volailles, les chevaux et les vaches.

Les moyens d'améliorer le régime sodique sont discutés brièvement. On souligne également les conséquences éventuelles d'un excès de sel marin, dangereux pour la santé et la productivité des animaux.

ZUSAMMENFASSUNG.

Neueste Untersuchungen weisen darauf hin, dass ein zu niedriger Natriumgehalt der Gräser in den meisten westeuropäischen Ländern festgestellt wurde. Dabei wurde bei der Beurteilung, ob der Natriumgehalt des Grases ausreichend ist oder nicht, der Natriumbedarf der Tiere nach dem derzeitigen Stand der Tierernährung zu Grunde gelegt. Es erschien deshalb wünschenswert festzustellen, inwieweit ein Natriummangel Folgen für das Vieh hat bzw. zu welchen wahrnehmbaren Symptomen er führt. Weil die Erscheinungen und die Folgen eines Natriummangels bei unseren Haustieren in der Praxis kaum bekannt sind, wird in diesem Artikel eine Zusammenstellung der wichtigsten Erkennungsmerkmale wiedergegeben, wie sie in der Literatur angegeben sind.

Der Mangel an Natrium äussert sich bei den meisten Haustieren in einem ungenügenden Wachstum, das teilweise auf eine schlechte Ausnutzung des Eiweisses zurückzuführen ist, ferner in mangelnder Fruchtbarkeit, verminderter Milchproduktion, nervösen Störungen, mangelnder Fresslust und dergl. mehr. Die Erscheinungen wurden besonders beim Rindvieh, Pferden und Hühnern und auch bei Ratten nachgegangen. Es werden kurz die Möglichkeiten aufgezählt, durch die eine bessere Natriumversorgung erreicht werden kann. Gleichzeitig wird auf die möglichen Folgen einer überhöhten Beifütterung von Kochsalz aufmerksam gemacht, die ebenfalls zu einer Verschlechterung des Gesundheitszustandes und zu einer Verminderung der Leistungsfähigkeit der Tiere führen kann.

LITERATUUR

A. VERSCHIJNSELEN VAN NATRIUMARMOEDE.

Ratten.

- John, J. L. St.: Growth on a synthetic ration containing small amounts of sodium. *J. biol. Chem.*, 77, 27, (1928).
- Grunert, R. R., Meyer, J. H. and Phillips, P. H.: The sodium and potassium requirements of the rat for growth. *J. Nutr.*, 42, 609, (1950).
- Miller, H. G.: Sodium deficiency in a corn ration. *J. biol. Chem.*, 70, 759, (1926).
- Mitchell, H. H. and Carman, G. G.: Does the addition of sodium chloride increase the value of a corn ration for growing animals. *J. biol. Chem.*, 68, 165, (1926).
- Olson, G. A.: The nutritive value of wheat: I. Effect of variation of sodium in a wheat ration. *J. agric. Res.*, 31, 365, (1925).
- Olson, G. A. and John, J. L. St.: Effect of variation of sodium in a wheat ration. *J. agric. Res.*, 31, 365, (1925).
- Osborne, Th. B. and Mendel, L. B.: The inorganic elements in nutrition. *J. biol. Chem.*, 34, 131, (1918).
- Schoorl, P.: Natriumgebrek bij ratten. Dissertatie Wageningen (1934).

Kippen.

- Burns, C. H., Cravens, W. W., Phillips, P. H. and Halpin, J. B.: Sodium requirements and inter-relationships with potassium for chickens. *Poultry Sci.*, 29, 752, (1950).
- Burns, C. H., Cravens, W. W. and Phillips, P. H.: The requirement of breeding hens for sodium chloride. *Poultry Sci.*, 31, 302, (1952).
- Burns, C. H., Cravens, W. W. and Phillips, P. H.: The sodium and potassium requirements of the chick and their interrelationship. *J. Nutr.*, 50, 317, (1953).
- Committee on Animal Nutrition: Nutrient requirements for poultry, publ. 301. *Nat. Ac. of Sciences - National Research Council (January 1954)*.
- Grashuis, J.: „Teenen pikken” bij kuikens. *Tijdschr. Diergeneesk.*, 50, 43, (1925).
- Høie, J. og Sandvik, Ø.: Forsøk med ulike mengder koksalt i føret til kyllinger og høner. *Meld. Norg. Landbr. Høesk.*, 34, 501, (1954).
- Mitchell, H. H. and Carman, G. G.: (zie onder ratten).
- Sjollema, B.: Over de gevolgen van een laag natriumgehalte en van een hoog keukenzoutgehalte in kuikenvoeder. *Landbouwk. Tijdschr.*, 47, 434, (1935).

Varkens.

- Committee on Animal Nutrition: Nutrient requirements for swine, publ. 295. *Nat. Ac. of Science - National Research Council (August 1953)*.
- Meyer, J. H., Grummer, R. H., Phillips, R. H. and Bohstedt, G.: Sodium chloride, and potassium requirements of growing pigs. *J. anim. Sci.*, 9, 300, (1950).

Paarden.

- Squibb, R. L.: Fifty years of research in America on the nutrition of the horse. *J. anim. Sci.*, 17, 1007, (1958).

Rundvee.

- Aines, P. D. and Smith, S. E.: Sodium versus chloride for the therapy of salt-deficient dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 40, 682, (1957).

- Aron, H.: Über den Einfluss der Alkaliën auf das Knochenwachstum. *Archiv Physiologie Dr. Pflüger*, 106, 91, (1905).
- Babcock, S. M.: The addition of salt to the ration of dairy cows. *22nd Ann. Rpt. Agr. Expt. Sta. Un. Wisconsin*, 129, (1905).
- Brouwer, E.: Over de natriumvoorziening van het vee. *De Nieuwe Veldbode*, 2, 4, (1934/35).
- Committee on Animal Nutrition: Recommended Nutrient Allowances for Dairy Cattle National Research Council (April 1950).
- Du Toit, P. J. and Malan, A. I.: Studies in mineral metabolism XXXI. Minimum mineral requirements of cattle (2nd report). *Onderstepoort J. Vet. Sci. and Anim. Industry*, 2, 565, (1934).
- Du Toit, P. J., Louw, J. G. and Malan, A. I.: A Study of the Mineral Content and Feeding Value of Natural Pastures in the Union of South Africa (Final Report). *Onderstepoort J. Vet. Sci. and Anim. Industry*, 14, 123, (1940).
- Frens, A. M.: Over de kwantitatieve behoeften van het rundvee aan mineralen. *Landbouwk. Tijdschr.*, 62, 75, (1950).
- Frens, A. M.: Intensive grassland production and cattle health. *XVI Congreso Mundial de Veterinaria, Barcelona (1958)*.
- Goossens, J. M.: Sporenelementen tekorten bij het rundvee in de Peelstreek. *Lezing C.L.O.-dagen (Utrecht, 11 febr. 1959)*.
- Grüningen, F. von: Die physiologische Bedeutung des Mineralstoffgehaltes im Wiesenfutter mit besonderer Berücksichtigung des Kalis. *Mitt. aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung u. Hygiene*, 26, 139, (1935).
- Leroy, A. M.: Elevage rational des animaux domestiques, Tome I. Alimentation, *Encyclopedie des connaissances agricoles*, Hachette (1958), page 89.
- Lintzel, W., Mangold, E.: *Handbuch d. Ernährung u. d. Stoffwechsels der Landw. Nutztiere*, III, J. Springer, Berlin, 1931.
- Maynard, L. A.: *Animal Nutrition*, New York, London, 140, (1937).
- Sjollema, B.: Stoffwechselstörungen des Rindes. *Acta Veterinaria Neerlandica*, I, (II), (1933).
- Sjollema, B.: Over de oorzaken en gevolgen bij melkkoeien van irrationele opname van de macro-elementen. *Landbouwk. Tijdschr.*, 63, 615, (1951).
- Smith, S. E. and Aines, P. D.: Salt requirements of dairy cows. *Bull. 938 Cornell Un. Agr. Expt. Sta., Maart (1959)*.
- Truniger, E. und Grüningen, F. von: Über den Mineralstoffgehalt einiger unserer wichtigsten Wiesenpflanzen mit besonderer Berücksichtigung der physiologischen Bedeutung des Kalis im Wiesenfutter. *Landwirtsch. Jahrb. der Schweiz*, 107, (1935).

B. LITERATUUR OVER DE GEVOLGEN VAN OVERMAAT KEUKENZOUT.

Ratten.

- Heller, V. G.: Saline and alkaline drinking waters. *J. Nutr.*, 5, 421, (1932).
- Mencely, G. R., Tucker, R. G. and Darby, W. J.: Chronic sodium chloride toxicity in the albino rat. I. Growth on a purified diet containing various levels of sodium chloride. *J. Nutr.*, 48, 489, (1952).

Kippen.

- Barlow, J. S., Slinger, S. J. and Zimmer, R. P.: The reaction of growing chicks to diets varying in sodium chloride content. *Poultry Sci.*, 27, 542, (1948).
- Høie, J. and Sandvik, Ø.: zie onder A.
- Mitchell, H. H., Card, L. E. and Carman, G. G.: The toxicity of salt for chickens. *Bull. no. 279, Un. III. Agr. Expt. Sta.*, 133, (1926).
- Sjollema, B.: zie onder A.

Schapen.

- C.S.I.R.O.: Saline stock waters, Tolerance of sheep to salt. *Rural Research in C.S.I.R.O.*, 23, 16, (1958).
- Meyer, J. H. and Weir, W. C.: The tolerance of sheep to high intakes of sodium chloride. *J. Anim. Sci.*, 13, 443, (1954).
- Peirce, A. W.: Studies on salt tolerance of sheep. I. The tolerance of sheep for sodium chloride in the drinking water. *Austr. J. agr. Res.*, 8, 711, (1957).
- Peirce, A. W.: Studies on salt tolerance of sheep. II. The tolerance of sheep for mixtures of sodium chloride and magnesium chloride in the drinking water. *Austr. J. agr. Res.*, 10, 725, (1959).

Varkens

- Done, J. T., Harding, J. D. J. and Lloyd, M. K.: Meningo-encephalitis eosinophilica of swine. II. Studies on the experimental reproduction of the lesions by feeding sodium chloride and urea. *Vet. Rec.*, 71, 92, (1959).
- Rac, R., Bray, J. H. and Lynch, J.: Meningo-encephalitis eosinophilica of pigs. *Vet. Rec.*, 71, 688, (1959).
- Smith, A. L. T.: Poisoning by sodium salt. A cause of eosinophilic meningo-encephalitis in swine. *Am. J. vet. Res.*, 69, 825 (1957). (Abstract in *Vet. Rec.*, 70, 425, (1958)).
- Spriggs, D. N.: Salt poisoning in pigs. *Vet. Rec.*, 70, 235, (1958).

Rundvee.

- Grift, J. vander: Doel en werkwijze van de veterinaire verkenning van het Rijkslandbouwproefstation te Hoorn. *Landbouwk. Tijdschr.*, 66, 740, (1954).
- Leupen, F. F.: De invloed van het zoutgehalte van het water op de melkproductie. *Ons Platteland*, 1 mrt. (1951).

C. OVERIGE LITERATUUR.

- Bangma, J.: Kopziekte, bijvoeding, bemesting en graslandgebruik. *Stikstof*, 3, 163, (1960).
- Brüggemann, J. von und Kirsch, W.: Zur Frage der Mineral- und Vitaminversorgung der landwirtschaftlichen Nutztiere. *Landwirtsch. Forsch.*, 1, 170, (1949).
- Grashuis, J.: Grastetanie. *Der Tierzüchter*, 10, 551, (1958).
- Kellner, O. und Scheunert, A.: Grundzüge der Fütterungslehre. Paul Parey in Berlin und Hamburg, 231, (1952).
- Kemp, A.: Enkele waarnemingen over het natriumgehalte van weidegras in verband met het magnesiumgehalte van het bloedserum bij melkkoeien. *Jaarboek 1959 I.B.S.*, 163, (Med. 88).
- Koetsveld, E. E. van: Hämoglobinurie bei Milchkühen. *Z. f. Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde*, 13, 299, (1958).
- Lehr, J. J.: Over de natriumvoorziening van grasland. *Lezing C.L.O.-dagen, Utrecht, 11 en 12 febr. 1959.*
- Lehr, J. J.: The sodium contents of meadow grass in relation to species and fertilization. *Proc. 8th Intern. Grassland Congr. (Reading)*, 101, (1960).
- Papendick, K.: Über die Mineralstoffversorgung der Rinder. *Landwirtsch. Forsch.*, 8, 45, (1955).
- Paterson, R. and Chrichton, Ch.: Grass staggers in large scale dairying on grass. *Brit. Grassland Soc.*, 15, 100, (1960).