

## RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION TE HOORN.

---

### Over het vitamine C in versch gras (*Lolium perenne*; Engelsch raaigras) en over ijzer-, calcium- en phosphorstofwisseling en het gewicht van verschillende organen bij scheurbuik <sup>1)</sup>

DOOR

E. BROUWER.

(Ingezonden 19 Maart 1927).

---

#### INLEIDING.

Door proeven met ingekuuld gras uit een drietal verschillende hoopen gedurende de winters: 1923—'24 en 1924—'25 kwam het voor ons vast te staan, dat het ingekuilde gras arm is aan vitamine C. <sup>1)</sup> Nadien is de proef in de winters: 1925—'26 en 1926—'27 nog ettelijke malen met hetzelfde gevolg herhaald. Toch wenschen wij ook nu nog, evenals bij de eerste voorloopige mededeeling, in het midden te laten of er desondanks niet zeer kleine hoeveelheden in aanwezig zijn, welke met behulp van de door ons gevolgde methodiek niet konden worden aangetoond. <sup>2)</sup>

Nu neemt men algemeen aan, dat versche groene plantenmassa's (dus ook het versche gras) veel vitamine C. bevatten. Wanneer men de litteratuur over dit vraagstuk evenwel raadpleegt, dan blijkt, dat het gras zelf nog nauwelijks een onderwerp van studie is geweest, ofschoon in vele landen zeker geen enkel voedermiddel in grooter hoeveelheden wordt verorberd. Zelfs in den jongsten druk van het beroemde boek van FUNK <sup>3)</sup> hebben wij hieromtrent in de uitvoerige tabellen geen opgaaf kunnen vinden. In de verdere, ons ten dienste staande litteratuur vonden wij slechts één onderzoek vermeld. Volgens VEDDER <sup>4)</sup> zou n.l. 5 Gr. groen gras per dag voldoende zijn om bij caviae scheurbuik te voorkomen. Daar wij het opstel zelf niet ter

---

1) Zie: voorloopige mededeeling in het „Verslag over het jaar 1924 der Vereeniging tot Exploitatie eener Proefzuivelboerderij te Hoorn”.

2) Enkele Deutsche proefnemingen maken dit zelfs niet onwaarschijnlijk.

3) FUNK, Die Vitamine, München, Bergmann, 1924.

4) VEDDER, Military Surg., Bd. 49, 1921, bldz. 133, 502. (Ref. Exp. Stat. Record, Bd. 48, 1923, bldz. 865.)

inzage hebben kunnen krijgen, kon niet worden nagegaan, in hoeverre deze mededeeling vertrouwen verdient. In elk geval is het goed deze opgaaf nog eens voor een der bij ons groeiende grassoorten te controleren, omdat het vitaminegehalte van een voedermiddel onder verschillende omstandigheden sterk kan wisselen (landstreek, klimaat, jaargetijde en vele andere factoren). Daarmede zou dan tevens de vraag beantwoord zijn of het geringe C-gehalte van ingekuild gras al of niet moet worden toegeschreven aan vernietiging door de processen, die zich bij het inkuilen afspelen.

Deze proeven met versch gras zijn door de omstandigheid, dat dit materiaal bijna het geheele jaar door verkrijgbaar is en doordat de dieren het zeer gaarne eten (waardoor deze proefnemingen zonder stoornissen verlopen) eerder tot afsluiting gekomen, dan die met het ingekuilde produkt, zoodat de onderhavige mededeeling op het versche gras betrekking heeft.

---

#### *Techniek.*

Voor deze proeven werden, evenals voor die met ingekuild gras, marmotjes genomen, welke trouwens algemeen voor het onderzoek op C-stoffen worden gebruikt.

Nu hebben proefnemingen met deze dieren hun eigenaardige bezwaren. Behalve dat deze herbivoren in hun voedsel kieskeurig zijn, is ook een bezwaar, dat het aantal jongen per worp meestal slechts twee bedraagt; soms ook één of drie, zelden vier of vijf. Voor een proef met b.v. acht proefdieren heeft men dan ook meestal de dieren van vier worpen noodig; het proefmateriaal is dus ongelijksortig. Om hieraan tegemoet te komen, werd (behalve in een eerste, oriënteerende proef) zooveel mogelijk aan het ééne der beide dieren uit een worp alleen het grondrantsoen toegediend (afgewogen hoeveelheden), aan het tweede dier bovendien nog een zekere hoeveelheid versch Engelsch raaigras. De proef met acht marmotjes werd aldus als het ware gesplitst in vier verschillende, elk met twee dieren. Hieraan werd ook in het verdere verloop der proeven angstvallig vastgehouden. Moest het grondrantsoen van één der dieren, b.v. door gebrek aan eetlust, eenigerlei wijziging ondergaan, dan werd ervoor gezorgd, dat ook bij zijn partner dezelfde verandering werd aangebracht. Het is niet praktisch gebleken om in dergelijke gevallen ook bij de andere tweetallen dezelfde veranderingen aan te brengen. Onder een groot aantal proefdieren is er n.l. dikwijls één, dat slecht eet. Wanneer dit het geval was, werd er voor gezorgd, dat het tweelingdier, hoewel het méér eetlust had, toch niet meer voedsel ontving; en dit duurde voort, totdat er een verbetering in den eetlust van het eerste dier intrad of, indien dit niet het geval was, totdat de proef met deze twee dieren moest worden afgebroken. Onder deze omstandigheden was het natuurlijk een voordeel, dat de proeven met de andere tweetallen ongestoord konden doorgaan.

Met het toenemen van onze ervaring is het afbreken van proeven, als boven bedoeld, zeldzamer geworden, maar het heeft toch niet geheel opgehouden. Marmotjes eten blijkens onze ervaring dikwijls bepaalde rantsoenen slecht en wel alléén omdat ze er niet aan gewend zijn en des te slechter naarmate de dieren ouder worden. Dit is één der redenen waarom bij de latere proeven dieren van slechts 200 à 300 Gr. werden genomen, welke vóór het begin der eigenlijke proef in een „voorperiode” aan het proefvoeder moesten gewennen.

De omstandigheden, waaronder de dieren van elk tweetal zich bevonden, waren ook verder, afgezien van het te onderzoeken gras, tot in bijzonderheden gelijk. Elken ochtend werden de dieren gewogen, waarna eventueele voedselresten van den vorigen dag werden teruggewogen en versche rantsoenen werden toegediend. Alle proefdieren bevonden zich in afzonderlijke kooien, geheel gemaakt van gegalvaniseerd ijzergaas (maaswijdte 1 c.M.). Ook de bodem der kooien was van dit materiaal vervaardigd, zoodat alle uitwerpselen er door heen vielen. Dit laatste is noodzakelijk, omdat de dieren bij een vitamine-arm rantsoen hunne faecaliën beginnen te eten. Men meent wel, dat ze aldus door het opnemen van door bacteriën gevormde vitaminen het leven eenigszins kunnen rekken. Maar ook wanneer deze zienswijze onjuist zou blijken te zijn, blijft koprophagie voor een nauwkeurige wijze van proefneming natuurlijk ontoelaatbaar.

De vaste uitwerpselen, welke door den eersten bodem vielen, werden opgevangen op een tweeden met nauwere mazen, terwijl de urine zich verzamelde in een zich daaronder bevindende schaal. Deze opstelling schiep dus de mogelijkheid vaste en vloeibare uitwerpselen afzonderlijk te kunnen onderzoeken, waarvan dikwijls gebruik werd gemaakt.

De dieren, welke niet aan scheurbuik stierven, werden met chloroform gedood. Bij *alle* werd lijkopening verricht en tal van organen werden makroskopisch en mikroskopisch onderzocht, om volledig omtrent doodsoorzaak of gezondheidstoestand te worden ingelicht.

---

#### *Onderzoek van het versche gras. (Lolium perenne).*

Zooals gezegd werd allereerst een oriënteerende proef genomen. Hierbij ontvingen twee marmotjes (ditmaal géén contrôledieren) een grondrantsoen, bestaande uit haver en gedurende een uur op 120° C. verhitte melk en daarenboven respectievelijk twee en vijf Gr. versch gras per dag. Het grondrantsoen (haver en melk) moet voor zeer langen tijd voldoende worden geacht, behalve wat betreft de C-stoffen. Geeft men dan ook niet anders dan dit voedsel, dan gaan de dieren steeds na drie à vier weken aan scheurbuik te gronde. De dieren uit deze proef zijn evenwel gedurende meer dan twee maanden (tot het afbreken der proef) gezond gebleven en zijn nog flink gegroeid boven-

dien. (Fig. 1). Dat de gewichtslijn van één der dieren aanvankelijk iets daalde, moet daaraan worden toegeschreven, dat de marmotjes zonder voorbereidingsperiode direkt op het bewuste rantsoen werden geplaatst, waarvan aanvankelijk vooral de melk slecht werd gedronken. Zooals gezegd hebben wij daarom bij de latere proeven een voorperiode ingeschakeld om de dieren aan de hun vreemde bestanddeelen te doen gewennen.

Na afloop der proef werden beide dieren gedood; bij lijkopening werden géén teekenen van scheurbuik gevonden. 5 Gr., ja zelfs 2 Gr. versch gras waren dus voldoende geweest om ze voor deze ziekte te behoeden.

Nu meent men wel, dat jonge dieren méér behoefte aan vitamines hebben dan oudere. Toen de tijd was aangebroken om de bovengenoemde proeven op nauwkeuriger wijze te herhalen, namen wij jonge dieren; alle boven opgesomde voorzorgen werden thans in acht genomen.

Acht marmotjes werden twee aan twee, beide bij voorkeur uit één worp afkomstig, met elkaar vergeleken. Van elk tweetal ontving het eene dier slechts het grondrantsoen, dat thans, behalve haver en gedurende een uur op 120° C. verhitte melk, nog gewoon weidehooi bevatte; het andere dier kreeg bovendien nog 2 Gr. versch gras per dag. Deze 2 Gr. beteekenen calorisch zóó weinig, dat het ons onnoodig voorkwam, daarvoor in het grondrantsoen een correctie aan te

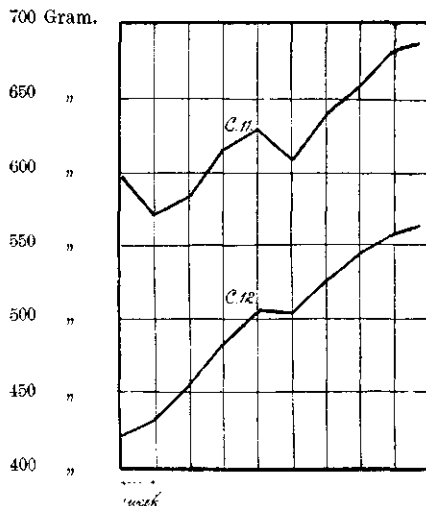


Fig. I. Antiscorbutische werking van versch gras.

Grondrantsoen: haver en gedurende 1 uur op 120° C. verhitte melk.

Als antiscorbuticum ontving C. 11 2 Gr. versch gras, C. 12 5 Gr. versch gras per dag.

De gewichtsdaling gedurende het midden der proef ontstond daardoor, dat gedurende enkele dagen havermeel in plaats van ongemalen haver werd gegeven. Het meel werd echter slecht gegeten; vandaar de tijdelijke daling der gewichtslijn.

brengen. De hoeveelheden van de bestanddeelen van het grondrantsoen, welke per dier werden gegeten, waren: hooi: 15 à 30 Gr., melk 30 à 60 Gr., haver 10 à 15 Gr.. Zooals gezegd werd er voor gewaakt, dat twee, tegenoverelkaar geplaatste proefdieren evenveel van het grondrantsoen ontvingen. Wanneer dus de eetlust bij het eene dier geringer werd en er voedselresten overbleven, werd bij het afwegen der nieuwe rantsoenen daarmede rekening gehouden in dien zin, dat het andere dier zóóveel minder ontving als de rest bedroeg. In totaal werden dus door de beide dieren van elk tweetal dezelfde hoeveelheden van de onderscheiden bestanddeelen van het grondrantsoen gegeten.

Uit de gewichtslijnen (Fig. 2) blijkt, dat de marmotjes, welke slechts het grondrantsoen kregen (N<sup>o</sup>. 26, 28, 31 en 32), ongeveer 14 dagen in gewicht toenamen. Dan echter werd de eetlust geringer, zoodat de gewichtslijn begon te dalen, totdat de dood volgde; <sup>1)</sup> bij de lijkopening bleek, dat scheurbuik hiervan de oorzaak was. Merkwaardig is, dat de gewichtslijn der C-vrij gevoede dieren sterker

650 Gram.

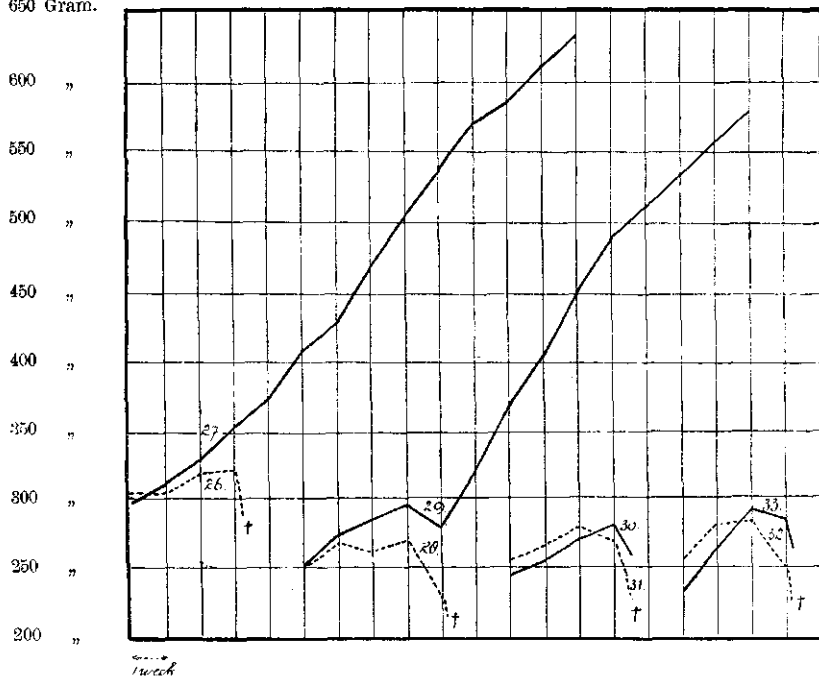


Fig. 2. Antiscorbutische werking van 2 Gr. versch gras per dag.

Grondrantsoen: haver, hooi en gedurende 1 uur op 120° C. verhitte melk (N<sup>o</sup>. 26, 28, 31 en 32). N<sup>o</sup>. 27, 29, 30 en 33 ontvingen als antiscorbuticum 2 Gr. versch gras per dag. N<sup>o</sup>. 30 en 33 zijn gechloroformeerd op den dag, waarop N<sup>o</sup>. 31 en 32 aan scheurbuik stierven.

1) Enkele dieren, welke stervende schenen te zijn, werden met chloroform afgemaakt.

daalde dan die der met 2 Gr. gras (+ grondrantsoen) gevoede dieren (N<sup>o</sup>. 27, 29, 30 en 33), welke, afgezien van het gras, toch precies dezelfde hoeveelheden voedsel ontvingen; menigmaal kruisen de gewichtslijnen elkaar. Bij de laatste zou een gewichtsvermindering niet zijn ingetreden, wanneer de dieren naar believen hadden kunnen eten.

Daar caviae steeds na 3 à 4 weken sterven, wanneer zij een rantsoen krijgen zonder vitamine C., kan dus ook uit deze proef blijken, dat het weidehooi zeer weinig of geen vitamine C. bevat, hetgeen trouwens reeds lang bekend is, want hooi vormt reeds sinds jaren een bestanddeel van vele der rantsoenen, welke aan marmotjes worden toegediend om scheurbuik te doen ontstaan. <sup>1)</sup>

Op denzelfden dag, dat N<sup>o</sup>. 31 en 32 aan scheurbuik stierven, werden N<sup>o</sup>. 30 en 33 gedood; zij vertoonden bij de sectie geen spoor van deze ziekte. Na den dood van N<sup>o</sup>. 26 en 28 hebben wij N<sup>o</sup>. 27 en 29 laten leven en, behalve 2 Gr. gras per dag, wederom zóóveel van het grondrantsoen gegeven als ze wilden opnemen. Deze dieren zijn onmiddellijk weer gaan groeien; na drie maanden werden ze

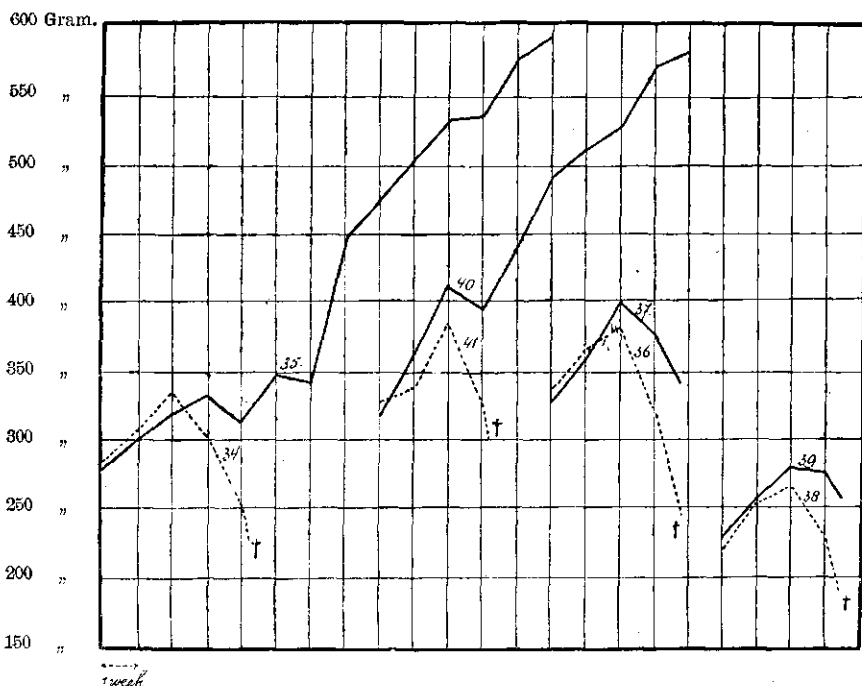


Fig. 3. Antiscorbutische werking van 1 Gr. gras. Grondrantsoen: haver, hooi en gedurende 1 uur op 120° C. verhitte melk. (N<sup>o</sup>. 34, 41, 36 en 38).

N<sup>o</sup>. 35, 40, 37 en 39 ontvingen als antiscorbuticum 1 Gr. versch gras per dag.

N<sup>o</sup>. 37 en 39 zijn gechloroformeerd op den dag, waarop N<sup>o</sup>. 36 en 38 aan scheurbuik stierven.

1) Zie ook: SJOLLEMA, Ergebnisse und Probleme der modernen Ernährungslehre, Bergmann, München, 1922, bldz. 68.



Fig. 4. Antiscorbutische werking van 1 Gr. gras.

Grondrantsoen: haver, hooi en gedurende een uur op  $120^{\circ}$  C. verhitte melk.

N<sup>o</sup>. 39 (links) daarenboven 1 Gr. versch gras per dag; dit dier bleef gezond.

N<sup>o</sup>. 38 (rechts) ontving slechts het grondrantsoen en kreeg scheurbuik.

De foto is 3 weken na den aanvang der proef genomen.

gechloroformeerd en onderzocht, waarbij ook toen geen enkel teeken van scheurbuik werd gevonden.

De pas beschreven proef werd vervolgens op dezelfde wijze herhaald; thans met één Gram gras (Fig. 3) en het resultaat was in hoofdzaak gelijk aan dat der vorige proeven. De contrôledieren (N<sup>o</sup>. 34, 41, 36 en 38) stierven wederom na drie à vier weken aan scheurbuik. Bij de vier andere dieren verried de glans der haren een goede gezondheidstoestand, terwijl na chloroformeeren op verschillende tijdstippen geen teekenen van scheurbuik werden gevonden.

Op vrijwel dezelfde wijze werd nog een vierde proef genomen met drie maal twee dieren (N<sup>o</sup>. 66—71). Hier werd evenwel aan elk der dieren nog 0,5 Gr. levertraan per dag gegeven. De traan werd met Arabische gom tot een emulsie gemaakt en door een weinig melk gemengd. De dood trad bij de drie dieren, welke geen gras ontvingen na 26, 23 en 24 dagen in. De andere drie, welke elk één of twee Gr. gras per dag ontvingen, werden op dezelfde dagen gedood, waarop de contrôledieren stierven. Wederom werd bij de sectie geen spoor van scheurbuik gevonden. De gewichtscurven komen vrijwel met die der vorige dieren overeen, zoodat het overbodig scheen deze curven in dit opstel op te nemen.

Twee, ja zelfs één Gram versch gras per dag, misschien nog minder, was dus voldoende om de caviae maanden lang (tot het afbreken der proeven) volkomen voor scheurbuik te behoeden en daarenboven flink te doen groeien. Slechts het feit, dat de gewichtslijn van 35 en 40 iets langzamer steeg dan bij de overeenkomstige dieren uit de tweede proef, kan doen vermoeden, dat met 1 Gr. gras ongeveer de kleinste hoeveelheid is bereikt, welke voor scheurbuik behoedt.

Men zou dit kunnen nagaan door de proef nogmaals met  $\frac{1}{2}$  Gr. gras te herhalen. Maar hiervan hebben wij afgezien, omdat op de vraag, welke wij ons hadden gesteld, een zeer bevredigend antwoord was verkregen en het voor den praktischen landbouw voorshands voldoende is te weten, dat *het versche gras bijzonder rijk is aan vitamine C*, ja, dat het in dit opzicht kan wedijveren met elk ander voeder-middel, waarvan het gehalte aan vitamine C is onderzocht. Hoogstwaarschijnlijk is het daaraan rijker dan de zoo gunstig bekend staande sinaasappelen.

Daar de proefnemingen, met een onderbreking gedurende enkele wintermaanden, duurden van September 1924 tot December 1925, dus meer dan een geheel jaar, kan tevens worden besloten, dat deze vitaminerijkdom zoowel bestaat bij het gedurende den zomer als bij het in den herfst en het voorjaar gegroeide gras. Bij andere, hier niet vermelde proefnemingen bleek ons, dat dit ook bij het in den winter gegroeide gras het geval is.

Dat de dieren, welke geen gras ontvingen, in een zeer deplorabelen toestand geraakten, kan blijken uit Fig. 4, zijnde een foto van N<sup>o</sup>. 39 (links), die 1 Gr. gras per dag kreeg en dus gezond bleef en van



Nº. 38 (rechts), die geen gras kreeg en lijdende was aan zware scheurbuik.

#### *IJzerstofwisseling.*

De symptomen van scheurbuik zijn zóó dikwijls beschreven, dat het voldoende is te vermelden, dat vooral bloedingen en afwijkingen aan het beenstelsel voor de herkenning dienen.

Enkele verschijnselen, welke tot nu toe door anderen niet werden gezien, mogen evenwel uitvoeriger worden vermeld. Wij zagen namelijk vrij regelmatig ophooping van roode bloedcellen in de onder de kin en in het darmscheil gelegen lymphklieren. Ook was een der eileiders enkele malen met bloed gevuld. Verder vonden wij in de cellen van de miltpulpa tal van pigmentkorrels <sup>1)</sup>, welke ijzerhoudend bleken te zijn. Bovendien zagen wij op ijzer reagerend pigment in het darmslijmvlies, zoowel in de epitheelcellen als in de cellen daaronder gelegen en zoowel in den dunnen darm als in den dikken darm en endeldarm; maar vooral in den blinden darm. Regelmatig kwamen ook in de binnenste lipoid-arme lagen van de bijnierschors verspreid liggende parenchymcellen voor, welke de ijzerreactie gaven in den vorm van een zeer fijne stippeling. Minder vaak zagen wij ijzerafzettingen in de buitenste gedeelten der leverkwabjes.

De oorzaak van deze zware storing in de ijzerstofwisseling zal vermoedelijk wel moeten worden gezocht in de talrijke bloeduitstortingen bij scheurbuik. Bij deze ziekte zijn de bloedvaten namelijk uiterst fragiel, wat daaruit blijkt, dat op de geringste aanleiding bloedingen in de weefsels ontstaan. De uitgetreden roode bloedcellen nu gaan voor het meerendeel te gronde, waarbij de haemoglobine naar milt en andere organen wordt verslept en aldaar tot de bewuste, op ijzer reagerende, bruine pigmentkorrels (haemosiderine) aanleiding geeft.

Door het verlies aan roode bloedcellen zou men kunnen verwachten, dat zware bloedarmoede zou ontstaan, te meer omdat ook de vorming der roode bloedlichaampjes op sommige plaatsen in het beenmerg is geremd. Toch behoort een hooge graad van anaemie niet tot het ziektebeeld van de scheurbuik bij marmotjes.

Een ander symptoom, dat wij vrij dikwijls bij onze marmotjes met scheurbuik waarnamen, was de geringe beharing van het voorste deel van den snuit; hetzelfde heeft men wel bij varkens met scheurbuik waargenomen. Het leek ons de moeite waard dit symptoom hier terloops te vermelden, al heeft het niet op de ijzerstofwisseling betrekking.

#### *Calcium- en phosphor-stofwisseling.*

Behalve de ijzerstofwisseling is ook de beenvorming bij scheurbuik sterk gestoord. Dit feit is veel minder van algemeene bekendheid geworden dan de jongere vondst der Amerikaansche onderzoekers omtrent den invloed van het zonlicht en van het anti-rachitis-vitamine op het beenstelsel. Vooral omdat een goede beenvorming een zwak punt is bij vele onzer huisdieren hebben wij dit vraagstuk iets nader

1) Naderhand bleek, dat deze pigmentafzetting in de milt eveneens is beschreven door HÖJER (Acta paediatrica, Bd. 3, 1924, supplement, blz. 1).



Fig. 5. Antiscorbutische werking van 2 Gr. gras.  
N<sup>o</sup>. 32, rechts (scheurbuik) en 33, links (gezond).  
Grondrantsoen: hooi, haver en gedurende 1 uur op 120° C. verhitte melk.  
N<sup>o</sup>. 33 ontving bovendien 2 Gr. versch gras per dag en bleef gezond. Bij N<sup>o</sup>. 32  
was het beenstelsel zoodanig verzwakt, dat de koppen der schenbeenderen  
bij het prepareren loslieten.

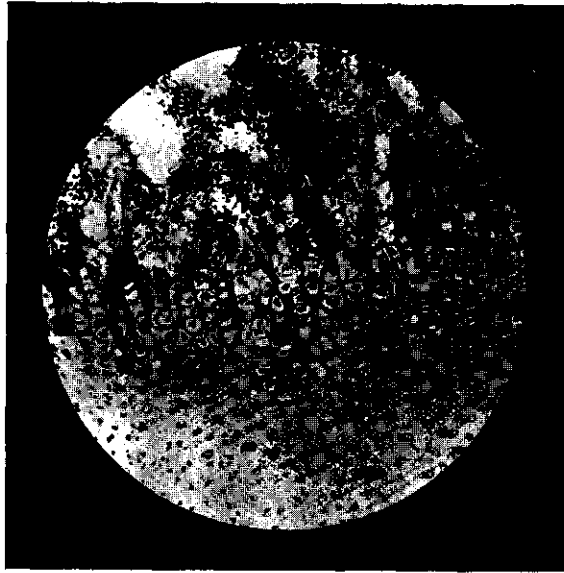


Fig. 6. Vergr. 100 X. Verbinding van beenig en kraakbeenig gedeelte van een rib bij een gezonde marmot (overlangsche doorsnee). Nabij de grens vergrooten en vermeederen de kraakbeencellen zich. De tusschenliggende substantie wordt opgelost. Het beenmerg neemt de ledigs plaats in.

(Het kraakbeen neemt ongeveer de onderste helft der figuur in; het beenmerg, met de daarin liggende beenhalkjes, de bovenste helft.)

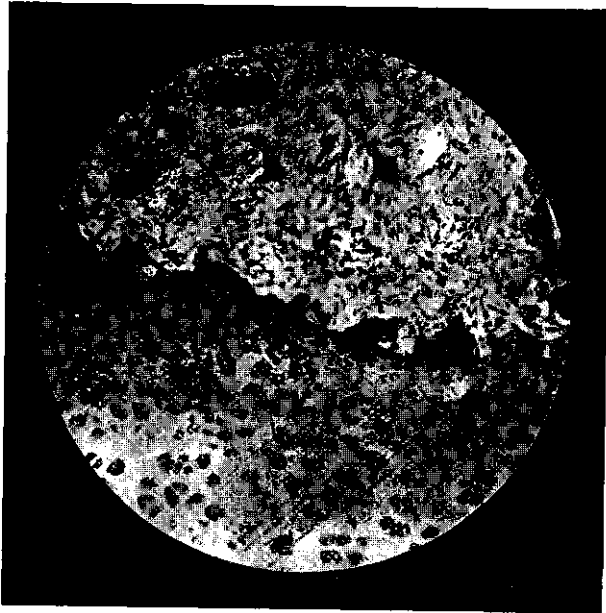


Fig. 7. Vergr. 100 X. Verbinding van beenig en kraakbeenig gedeelte van een rib bij scheurbuik (overlangsche doorsnee). De vergrooting en vermeerdering der kraakbeencellen zijn gering; de tusschenliggende substantie wordt zeer traag opgelost. In het beenmerg zeer weinig beenbalkjes en tusschen de balkjes zeer weinig cellen.

(Het kraakbeen neemt waar de onderste helft der foto in, het beenmerg de bovenste helft.)

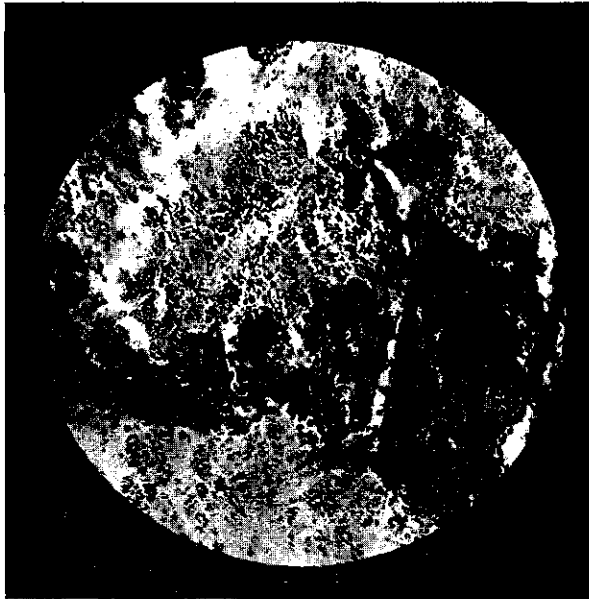


Fig. 8. Vergr. 100 X. Verbinding van het beenig en kraakbeenig gedeelte van een rib bij scheurbuik. Het kalkhoudende weefsel is hier met Ag zwart gekleurd. In plaats van regelmatig naast elkaar staande beenbalkjes hebben zich onregelmatig gevormde, klompige beenmassa's afgezet.

(Het kraakbeen neemt het onderste, licht getinte, deel der fig. in; de geheele rest bestaat uit beenmerg met de daarin liggende, zwartgekleurde beenklompen).

onder de oogen meenen te moeten zien, al mag dan ook gebleken zijn, dat het vitamine C voor deze dieren (in het bijzonder runderen <sup>1)</sup>) van veel geringer beteekenis is dan voor marmotjes. Voor de stoornissen in den beengroei, zooals deze in de praktijk dikwijls voorkomen, schijnt dan ook veel vaker gebrek aan anti-rachitis-vitamine (vitamine D) verantwoordelijk te moeten worden gesteld dan gebrek aan vitamine C. Tot nu toe waren wij evenwel niet in de gelegenheid het gehalte aan vitamine D in gras, hooi en ingekuild gras te bepalen.

Evenals andere onderzoekers zagen wij bij de dieren met scheurbuik bloeduitstortingen, vooral onder het beenvlies der ribben nabij de verbindingen met het kraakbeen, alsmede in de weeke deelen in de buurt der kniegewrichten. De beenderen werden zeer breekbaar, zoodat soms bij de levende dieren beenbreuken optraden. Dikwijls ook braken bij het praepareeren de koppen der pijpbeenderen af (Fig. 5). De kiezen gingen los in den mond staan, zoodat zij gemakkelijk met een pincet konden worden getrokken; andere malen verbrokkelden zij bij deze pogingen.

Eveneens in overeenstemming met andere schrijvers zagen wij grove afwijkingen bij het mikroskopisch onderzoek der verbindingplaatsen van het beenige en kraakbeenige gedeelte der ribben (zie Fig. 6, die betrekking heeft op een gezond dier, en Fig. 7, betreffende een geval van scheurbuik). De bij het gezonde, jonge dier aanhoudend voortgaande vermeerdering der kraakbeencellen heeft bij het zieke dier voor een groot deel opgehouden. Het structuurlooze kraakbeen wordt onder normale omstandigheden nabij de grens door de kraakbeencellen opgelost, waardoor deze daar ter plaatse aanvankelijk in ruime holten komen te liggen; ook dit proces is bij het zieke dier sterk geremd. Tenslotte wordt dit kraakbeen bij het gezonde dier tot op enkele resten geheel opgelost, waarna het beenmerg de aldus ontstane holten vult en zich nieuw been in den vorm van regelmatig naast elkaar staande „beenbalkjes” op de kraakbeenresten afzet. Bij het zieke dier worden evenwel geen beenbalkjes gevormd, ten hoogste slechts onregelmatige, klompige beenmassa's (Fig. 8). Bovendien gaat het celrijke beenmerg nabij de grens over in een celarme, vezelige massa („vezelmerg”), zoodat daar ter plaatse van nieuwvorming van roode en witte bloedcellen, zooals bij het gezonde dier, geen sprake meer is. Dikwijls ook ziet men bloeduitstortingen in dit vezelmerg.

Is dus de beenvorming in alle stadia geremd of gewijzigd, de ook bij het normale dier steeds voortgaande, maar daar door nieuwvorming in evenwicht gehouden, beenoplossing (been-resoptie) schrijdt ook bij het zieke dier voort. Een abnormaal groote broosheid der botten is daarvan het gevolg. Vorming van onverkalkt beenweefsel, zooals bij Engelsche ziekte, ziet men bij scheurbuik niet.

Al deze bij makroskopisch en mikroskopisch onderzoek gevonden afwijkingen in aanmerking genomen, zou men een sterk verminderd kalk- en phosphorgehalte der beenderen en negatieve balansen van

1) Zie bv. THURSTON, ECKLES en PALMER, Journ. Dairy Science, Bd. 9, 1926, bldz. 37.

deze mineralen verwachten. Dit is evenwel volgens de tot nu toe verrichte, spaarzame onderzoekingen niet steeds het geval.

Integendeel, LUST en KLOCMAN <sup>1)</sup> vonden bij een kind met een zeer zwaren vorm van scheurbuik een positieve phosphor- en kalkbalans en nog wel iets sterker positief dan bij normale kinderen; gedurende het hersteltijdperk werd de balans sterk negatief om pas na weken weer tot normale waarden te stijgen. BAUMANN en HOWARD <sup>2)</sup> zagen nageenog calcium- en phosphorevenwicht bij een volwassene, lijdende aan dezelfde ziekte. Na het toedienen van een anti-scheurbuik-middel werd de calciumbalans echter duidelijk positief; die van de phosphorus bleef ongeveer gelijk. Later onderzochten zij <sup>3)</sup> dit punt bij caviae en kwamen tot gelijklopende uitkomsten. Toen de laatstgenoemde schrijver in samenwerking met INGVALDSEN <sup>4)</sup> de minerale stofwisseling bij een aap (*Macacus rhesus*) onderzocht, werd evenwel in het floride stadium een sterk positieve balans voor kalk en (met één uitzondering) ook voor phosphor gevonden, wat dus in overeenstemming is met de uitkomsten van LUST en KLOCMAN.

Uit den jongsten tijd dateert nog het onderzoek van FRANK <sup>5)</sup>, die eveneens retentie van minerale bestanddeelen ( $\text{CaO}$  en  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) in het floride stadium zag en daarna in het tijdperk der genezing verhoogde uitscheiding, waarbij de kalkbalans zelfs negatief werd.

Even tegenstrijdig zijn de waarnemingen van degenen, welke niet de mineraalstofwisseling in haar geheel onderzochten, maar slechts analyses van het beenstelsel en andere organen maakten. BAHRDT en EDELSTEIN <sup>6)</sup> analyseerden beenderen, lever, nier, spieren en bloed van een aan scheurbuik overleden kind; zij koesterden de hoop, daarmee tevens te kunnen uitmaken, waar de volgens LUST en KLOCMAN teruggehouden minerale bestanddeelen zich wel mochten bevinden. Het gehalte aan droge stof in de dijbeenderen was, als bij rachitis, tot op de helft verminderd, grootendeels ten koste van de asch. Van deze droge stof maakten de aschbestanddeelen minder dan de helft uit, terwijl ze bij normale kinderen méér dan de helft wegen. De schrijvers vonden slechts  $\frac{1}{3}$  à  $\frac{1}{5}$  van de hoeveelheid kalk en  $\frac{1}{4}$  à  $\frac{1}{5}$  van de hoeveelheid phosphor, welke als normaal wordt opgegeven. Bij het onderzoek der andere organen werden geen opvallende afwijkingen gevonden; slechts het kalkgehalte der spieren was duidelijk verminderd, nog sterker dan bij rachitis.

Geheel anders waren de uitkomsten van MOREL, MOURIQUAND, MICHEL en THEVENON <sup>7)</sup> bij marmotjes.

Per 100 Gr. gedroogd been werd gevonden:

1. bij gezonde dieren 56,4 Gr. asch en 25,9 Gr.  $\text{CaO}$ .
2. bij verhongerde dieren 51,4 Gr. asch en 25,7 Gr.  $\text{CaO}$ .
3. bij dieren met scheurbuik 58,2 Gr. asch en 26,9 Gr.  $\text{CaO}$ .

1) LUST u. KLOCMAN, *Jahrb. f. Kinderheilk.*, Bd. 75, 1912, bldz. 663.

2) BAUMANN and HOWARD, *Arch. of int. med.*, Bd. 9, 1912, bldz. 665.

3) BAUMANN and HOWARD, *Am. Journ. Med. Science*, Bd. 153, 1917, bldz. 650.

4) HOWARD and INGVALDSEN, *Johns Hopk. hosp. bull.*, Bd. 28, 1917, bldz. 222.

5) FRANK, *Jahrb. f. Kinderheilk.*, Bd. 91, 1920, bldz. 21.

6) HAHRDT u. EDELSTEIN, *Zeitsch. f. Kinderheilk.*, Bd. 9, 1913, bldz. 415.

7) MOREL, MOURIQUAND, MICHEL et THEVENON, *Compt. rend. Soc. biol.*, Bd. 85, 1921, bldz. 469.

Ook bij een later onderzoek van MOURIQUAND, SEULIER en MICHEL <sup>1)</sup> werden geen verschillen van beteekenis gevonden.

IWABUCHI <sup>2)</sup> onderzocht, eveneens bij marmotjes met scheurbuik, het beenstelsel. De pijpbeenderen en onderkaten werden uitgeprepareerd en na samenvoeging geanalyseerd. Daarnaast onderzocht hij de beenderen van contrôledieren, welke behalve het grondrantsoen (twee uren gekookte melk en haverzemelen) nog 7 à 8 Gr. perssap van koolrapen kregen, en ook de beenderen van verhongerde dieren en van willekeurige „normale” dieren aan wier voeding geen bijzondere aandacht was besteed, wat vermoedelijk moet worden opgevat in dien zin, dat de voeding in alle opzichten voldoende was. Het volgende staatje geeft in pct. het gehalte der beenderen aan CaO en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aan.

	Scheurbuik.	Contrôle- dieren.	Honger- dieren.	Normale dieren.
CaO . . . . .	16.0	18.2	16.3	19.5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	14.6	16.7	14.7	18.5
Droge stof . . . . .	56.1	61.9	56.3	64.0

Er werd dus bij de dieren met scheurbuik minder kalk en phosphor gevonden; het verschil is evenwel gering en de getallen, bij scheurbuik gevonden, vertoonen een treffende overeenkomst met die der aan honger gestorven caviae, zoodat men zou kunnen denken, dat het geringe verschil met de contrôledieren moet worden geschreven op rekening van de inanitie (door onvoldoende voedselopneming), welke in de laatste stadia van scheurbuik nooit uitblijft.

Een onderzoek omtrent het tandstelsel bij marmotjes met scheurbuik stelde TOVERUD <sup>3)</sup> in. In de snijtanden was het aschgehalte der droge stof verminderd van 78,6 tot 77,2 %, het calciumgehalte van 38,7 tot 35,6 %, het phosphorgehalte werd niet bepaald, terwijl het Mg-gehalte verhoogd zou zijn (gestegen van 1,3 tot 2,5 %), wat overeenkomt met de door BAUMANN en HOWARD geconstateerde positieve magnesiumbalans.

Het schijnt voorshands onmogelijk tusschen al deze tegenstrijdige uitkomsten een logisch verband te leggen. Men is geneigd te denken, dat hetgeen de verschillende schrijvers voor scheurbuik hebben gehouden, toch niet altijd precies hetzelfde is geweest, omdat de rantsoenen niet steeds hebben voldaan aan de eischen, welke men tegenwoordig stelt aan een voedsel, waarmede men uitsluitend scheurbuik wil doen ontstaan. Voor de gevallen van deze ziekte bij den mensch geldt deze opmerking natuurlijk in nog sterkere mate.

Van de beenanalyses zijn voor ons slechts de gegevens van marmotjes van direkt belang en wel die van IWABUCHI, omdat MOREL

1) MOURIQUAND, SEULIER et MICHEL, Compt. rend. Soc. biol., Bd. 92, 1925, bldz. 269.

2) IWABUCHI, Zeitschr. f. d. ges. exp. Med., Bd. 30, 1922, bldz. 65.

3) TOVERUD, Journ. biol. chem., Bd. 53, 1923, bldz. 583. Zie ook HOWE, Journ. Am. med. Assoc., Bd. 79, 1922, bldz. 1567.



c.s. en TOVERUD slechts de droge stof analyseerden. IWABUCHI evenwel, bepaalde ook het vochtgehalte der beenderen. Anderzijds echter is zijn proefmateriaal ongelijksoortig: het aanvangsgewicht der scheurbuikdieren was b.v. 280 Gr., dat der contrôledieren 214 Gr., wat niet geheel zonder invloed op het beenstelsel zal zijn geweest. Verder werd er geen aandacht aan geschonken of de dieren praktisch evenveel van het grondrantsoen aten en het blijkt niet of koprophagie werd voorkomen. Naderhand werden de uitgepraepareerde beenderen van een aantal dieren samen geanalyseerd, zoodat men niet kan nagaan hoe het gehalte bij de verschillende dieren schommelde.

Naar wij meenen zijn onze proefdieren voor dit onderzoek beter geschikt, omdat de gevolgen van inanitie waren geëlimineerd, doordat er voor werd gezorgd, dat de dieren van elk tweetal steeds even veel aten. Ook anderszins waren zij volkomen vergelijkbaar. Slechts in één opzicht zou men nog een opmerking kunnen maken. De zwaar zieke dieren hebben namelijk neiging om van de haver de weekere deelen uit de harde schalen te pellen, wat wel aan het zieke tandstelsel moog worden toegeschreven, terwijl de gezonde dieren de haverkorrels in zijn geheel verorberen. Door de rantsoenen kleiner te nemen werd ook dit „doppen” zooveel mogelijk, maar niet geheel, voorkomen.

Bij dit onderzoek kon bij de dieren, welke naast het grondrantsoen geringe hoeveelheden gras kregen, inderdaad een hooger gehalte aan kalk en phosphor in de beenderen worden vastgesteld. Ofschoon het gras ook nog andere vitaminen dan C-stoffen bevat <sup>1)</sup>, mogen wij dezen invloed van het gras gerust als een C-werking beschouwen, omdat het grondrantsoen van de andere vitaminen, naar men meent, voor marmotjes een overmaat bevat.

De tweetallen 30 en 31, 32 en 33, 36 en 37, 38 en 39 werden voor het onderzoek gekozen, daar hiervan de gezonde dieren gedood werden op den dag, waarop de andere uit de tweetallen, waartoe ze behoorden, aan scheurbuik stierven. De beide scheenbeenderen werden afzonderlijk geanalyseerd: de droge stof werd bepaald door drogen tot constant gewicht bij 105° C., het aschgehalte door gloeien, het kalkgehalte gravimetrisch en het phosphorgehalte volgens het principe van BELL-DORSY-BRIGGS. Daar bij de zieke dieren af en toe bij het praepareeren de bovenste koppen der scheenbeenderen loslieten, waardoor het mogelijk was dat van het merg een druppeltje wegvloede, kan het zijn, dat in enkele gevallen het gewicht der ongedroogde beenderen eenige milligrammen te laag is gevonden. Daaruit volgt, dat de getallen, welke de procenten asch en droge stof in het ongedroogde been uitdrukken bij de scheurbuikdieren eer iets te hoog dan te laag zijn; de verschillen tusschen de gezonde en zieke dieren zijn dus eer iets te klein dan te groot aangegeven.

---

1) De proeven waren immers niet opgezet met het hoofddoel de beenvorming bij scheurbuik te onderzoeken, maar in de eerste plaats om de wederwaarde van het *gras* te onderzoeken.

TABEL I.

## Samenstelling der scheenbeenderen.

Nummer.	Gew. (Gr.) der dieren		Voeding.	Gewicht in m.G.	Droge stof		Asch		CaO.		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .		CaO. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .			
	aanvang	einde proef			in m.G.	in pct.	in m.G.	in pct. van het totaal gewicht.	in m.G.	in pct. van de droge stof.	in m.G.	in pct. van de droge stof.		in m.G.	in pct. van de asch.	
C 81	255	230	Geen gras	tibia I	619	285	47.7	149	24.1	30.5	26.3	62.1	21.1	41.8	1.25	
				tibia II	631	317	50.2	161	25.5	30.8	34.4	26.5	52.4	21.2	41.8	1.25
				Gemiddeld	625	306	49.0	155	24.8	50.7	31.0	26.5	52.3	21.2	41.8	1.25
C 80	246	259	2 Gr. gras	tibia I	600	329	54.8	161	26.8	48.9	26.3	53.7	20.5	41.8	1.28	
				tibia II	610	328	53.8	160	26.2	48.8	26.3	54.3	20.5	42.1	1.29	
				Gemiddeld	605	329	54.3	160.5	26.5	48.9	26.4	54.0	20.5	42.0	1.29	
C 82	254	287	Geen gras	tibia I	591	288	48.7	144.7	24.5	50.2	28.5	53.8	21.7	43.1	1.22	
				tibia II	655	289	44.1	147.8	22.6	51.1	27.6	26.9	53.5	21.7	42.4	1.24
				Gemiddeld	623	289	46.4	146.3	23.6	50.7	27.0	26.7	52.7	21.7	42.8	1.23
C 83	286	269	2 Gr. gras	tibia I	605	334	55.2	158.2	26.1	47.4	34.4	25.3	53.3	20.4	43.1	1.24
				tibia II	623	345	55.4	161.6	25.9	46.8	34.0	24.3	52.0	20.1	42.8	1.21
				Gemiddeld	614	340	55.3	159.9	26.0	47.1	34.2	24.8	52.7	20.3	43.0	1.23
C 86	333	248	Geen gras	tibia I	778	333	42.8	192.0	24.7	57.7	101.4	30.5	52.8	24.2	42.0	1.26
				tibia II	790	353	44.7	197.9	25.1	56.1	105.3	30.0	53.5	23.4	41.6	1.28
				Gemiddeld	784	343	43.8	195.0	24.9	56.9	103.6	30.3	53.2	21.5	23.8	41.8
C 87	322	348	1 Gr. gras	tibia I	810	468	57.8	231.0	28.5	49.4	120.0	25.6	51.9	20.6	41.8	1.24
				tibia II	799	464	56.1	229.4	28.7	49.4	120.0	25.9	52.3	20.7	41.9	1.25
				Gemiddeld	805	466	58.0	230.2	28.6	49.2	120.0	25.8	52.1	20.4	41.9	1.25
C 88	226	193	Geen gras	tibia I	572	248	43.4	131.9	23.1	53.2	53.4	23.0	43.3	1.23		
				tibia II	477	212	44.4	117.6	24.7	55.5	64.4	24.4	51.7	24.4	44.0	1.25
				Gemiddeld	525	230	43.9	124.8	23.9	54.4	67.4	23.4	54.1	23.7	43.7	1.24
C 89	230	234	1 Gr. gras	tibia I	644	360	55.9	164.0	25.5	45.6	88.2	24.5	53.8	20.2	42.8	1.26
				tibia II	609	356	53.5	164.8	27.1	46.3	88.4	24.8	53.6	20.7	42.9	1.25
				Gemiddeld	627	358	57.2	164.4	26.3	46.0	88.3	24.7	53.7	19.7	42.9	1.26
Gemiddelde der dieren zonder gras	267	227	Geen gras		639	292	45.8	155.3	24.3	53.2	82.3	23.2	56.1	22.6	42.5	1.25
				Gemiddelde der dieren met gras	259	285	373	56.2	178.4	26.9	47.9	94.8	25.4	53.1	20.3	42.5

I) tibia = scheenbeen.

Uit de tabel blijkt, dat het gewicht der ongedroogde scheenbeenderen bij gezonde en zieke dieren nagenoeg even hoog is (uitgezonderd C 38 en C 39). Toch is het gehalte aan *droge stof*, zoowel absoluut als procentsgewijs, sterk verminderd. Het gehalte aan *droge stof* in de beenderen der zieke dieren bedroeg gemiddeld 45,8, in die der gezonde 56,2 %. In overeenstemming hiermede werd in de zieke beenderen minder *asch* gevonden dan in de gezonde, gemiddeld respectievelijk 24,3 en 26,9 %; het verschil is dus kleiner dan bij de *droge stof*. Daaruit volgt, dat niet alleen *asch*, maar ook „organische stof” is verloren gegaan; de cijfers voor organische stof zijn respectievelijk 21,5 en 29,3 %; de verarming aan organische stof is dus nog aanzienlijk grooter dan die aan *asch*. Uit de tabel volgt dan ook, dat het *asch*-gehalte in de *droge stof* der beenderen bij de zieke dieren grooter is dan bij de gezonde (respectievelijk 53,2 % en 47,9 %).

Voor andere diersoorten dan marmotjes blijft nog wel eenige twijfel bestaan of de hoeveelheid antirachitische stof (vitamine D) in het grondrantsoen voldoende zou zijn. Daarom werd zekerheidshalve nog de vierde proef genomen, waarbij, gelijk gezegd, 0,5 cc levertraan per dag aan het grondrantsoen van elk dier was toegevoegd. In overeenstemming met de algemeen gehuldigde opvatting, dat deze extra-toevoeging voor *caviae* onnoodig is, bleek de uitkomst vrijwel gelijk te zijn aan die der voorafgaande proeven (tabel II).

Was het gehalte aan *droge stof* in de beenderen van zieke en gezonde dieren bij de vorige proeven respectievelijk 45,8 en 56,2 %, thans vonden wij de cijfers 45,6 en 54,8. Voor het *asch*-gehalte der ongedroogde beenderen was vroeger gevonden 24,3 en 26,9 %; thans 24,3 en 27,1 %. Ook hier is méér organische dan anorganische stof uit de beenderen verdwenen met het gevolg, dat wederom het *asch*-gehalte van de *droge stof* in de beenderen der zieke dieren relatief hoger is geworden. Vroeger werd namelijk hiervoor gevonden 53,2 % (zieke dieren) en 47,9 % (gezonde dieren), thans respectievelijk 53,3 en 49,5 %.

Wat de *verschillende bestanddeelen der asch* betreft (tabel I), zoowel bij gezonde als bij zieke dieren bestond de laatste gemiddeld voor 95,6 % uit  $P_2O_5 + CaO$ , waarbij de verhouding  $CaO/P_2O_5$  geen wijziging onderging; in beide gevallen werd gemiddeld 53,1 %  $CaO$  en 42,5 %  $P_2O_5$  gevonden. Het gehalte aan  $MgO$  werd niet bepaald, omdat de methodiek der microbepaling van  $MgO$  in vloeistoffen met relatief groote hoeveelheden  $CaO$  o. i. nog niet voldoende is uitgewerkt. Op grond van onze cijfers is het evenwel onwaarschijnlijk, dat in de zieke beenderen het  $MgO$ -gehalte sterk is verhoogd, zooals HOWE<sup>1)</sup> en TOVERUD<sup>2)</sup> in het tandstelsel meenen te hebben aangetoond; wat niet wegneemt, dat ook wij bij onze pogingen om dit metaal te bepalen een geringe toeneming meenen te hebben gezien. Bij de dieren, welke lever-

1) HOWE, Journ. Am. med. Assoc., Bd. 79, 1922, bldz. 1567.

2) TOVERUD, l.c.

TABEL II.

*Samenstelling der scheenbeenderen.*

Nummer.	Gewicht (Gr.) der dieren.		Voeding.		Gewicht in m.G.	Droge stof		Asch.		
	aanvang proef.	einde proef.				in m.G.	in pct.	in m.G.	in pct. van het totaal gewicht.	in pct. van de droge stof.
C 66	286	203	Geen gras	tibia I	623	285.6	45.8	152.6	24.5	53.4
				tibia II	589	270.3	45.9	141.4	24.0	52.3
				<i>Gemiddeld</i>	<i>606</i>	<i>278.0</i>	<i>45.9</i>	<i>147.0</i>	<i>24.3</i>	<i>52.0</i>
C 67	263	258	1 Gr. gras	tibia I	638	328.4	51.5	166.2	26.1	50.6
				tibia II	615	309.5	50.3	155.0	25.2	50.1
				<i>Gemiddeld</i>	<i>627</i>	<i>319.0</i>	<i>50.9</i>	<i>160.6</i>	<i>25.7</i>	<i>50.4</i>
C 69	280	196	Geen gras	tibia I	590	255.4	43.3	140.6	23.8	55.1
				tibia II	502	276.7	46.7	148.8	25.1	53.8
				<i>Gemiddeld</i>	<i>591</i>	<i>266.1</i>	<i>45.0</i>	<i>144.7</i>	<i>24.5</i>	<i>54.5</i>
C 68	286	297	1 Gr. gras	tibia I	671	364.1	54.3	181.2	27.0	49.8
				tibia II	675	365.2	54.1	184.6	27.3	50.5
				<i>Gemiddeld</i>	<i>673</i>	<i>364.7</i>	<i>54.2</i>	<i>182.9</i>	<i>27.2</i>	<i>50.2</i>
C 71	278	223	Geen gras	tibia I	597	289.0	48.4	149.7	25.1	51.8
				tibia II	564	246.6	43.7	131.7	23.4	53.4
				<i>Gemiddeld</i>	<i>581</i>	<i>267.8</i>	<i>46.1</i>	<i>140.7</i>	<i>24.3</i>	<i>52.6</i>
C 70	288	315	2 Gr. gras	tibia I	625	376.7	60.3	179.5	28.7	47.7
				tibia II	672	391.2	58.2	189.8	28.2	48.5
				<i>Gemiddeld</i>	<i>648</i>	<i>384.0</i>	<i>59.3</i>	<i>184.7</i>	<i>28.5</i>	<i>48.1</i>
<b>Gemiddelde Dieren zonder gras . . . .</b>	<b>281</b>	<b>207</b>	<b>Geen gras</b>		<b>593</b>	<b>270.6</b>	<b>45.6</b>	<b>144.1</b>	<b>24.3</b>	<b>53.3</b>
<b>Gemiddelde Dieren met gras . . . .</b>	<b>279</b>	<b>290</b>	<b>1 of 2 Gr. gras</b>		<b>649</b>	<b>355.9</b>	<b>54.8</b>	<b>176.1</b>	<b>27.1</b>	<b>49.5</b>

traan in het grondrantsoen ontvingen, hebben wij de bepalingen der aschbestanddeelen niet herhaald.

Het chemisch onderzoek leerde dus, dat in de scheenbeenderen bij acute scheurbuik het kalk- en phosphorgehalte zijn gedaald, maar dat de onderlinge verhouding dezer mineralen ongewijzigd is gebleven.

Er moet evenwel worden opgemerkt, dat de wijzigingen in de chemische samenstelling klein zijn, vergeleken bij de grove veranderingen, welke zich aan het gewapende oog voordoen en dat ook de

grootte breekbaarheid der beenderen een lager gehalte aan kalkzouten, zooals men b.v. bij rachitis vindt, had doen verwachten.

Het mikroskopische beeld verklaart dit voor een groot deel. Bij rachitis toch wordt wél nieuw beenweefsel gevormd; maar het laatste neemt onvoldoende kalkzouten op, zoodat in het mikroskopische beeld meer of minder groote haarden onverkalkt been worden gezien. Al zijn bij scheurbuik de groei en vermeerdering der kraakbeencellen en de nieuwvorming van been sterk gestoord, uit het mikroskopische (zoowel als uit het chemische) onderzoek blijkt, dat het beenweefsel procentsgewijs toch nagenoeg evenveel kalkzouten bevat als bij het gezonde dier, in tegenstelling met hetgeen van rachitis werd gezegd. Ook de onregelmatige klompige beenmassa's in de buurt der epiphysairlijnen dragen er ongetwijfeld toe bij, dat de kalk- en phosphorverarming niet een zoo grooten omvang aanneemt als bij rachitis. Deze beenmassa's zijn voor de stevigheid der beenderen van weinig belang en maken dus eenigszins begrijpelijk, waarom bij scheurbuik, ondanks een slechts matige verlaging van het gehalte aan kalkzouten, toch de mechanische weerstand van het been gering is.

Gaat men uitsluitend af op het chemisch en mikroskopisch onderzoek der beenderen, dan zou men moeten besluiten, dat de gestoorde phosphor- en kalkstofwisseling voor het ontstaan der rachitische beenaandoeningen een primaire rol speelt, bij de scorbutische is deze rol slechts een secundaire. De onderzoekingen van HEUBNER <sup>1)</sup>, LIPSCHÜTZ <sup>2)</sup>, SCHMORL <sup>3)</sup> en MASSLOW <sup>4)</sup>, welke bij honden door phosphor-arme voeding een zeer veel op scheurbuik gelijkenden toestand zagen ontstaan, moeten echter tot eenige voorzichtigheid manen.

---

1) HEUBNER, Münch. med. Wschr., Bd. 58, 1911, bldz. 2543.

2) LIPSCHÜTZ, Arch. exp. Path. u. Pharm., Bd. 26, 1910, bldz. 210.

3) SCHMORL, Arch. exp. Path. u. Pharm., Bd. 73, 1913, bldz. 313.

4) MASSLOW, Bioch. Zeitschr., Bd. 64, 1914, bldz. 106.

*Gewicht van verschillende organen.*

Volledigheidshalve hebben wij nog een aantal organen bij onze proefdieren gewogen. Al is het materiaal klein, door het feit, dat telkens met elkaar zijn vergeleken de organen van twee dieren, welke even lang <sup>1)</sup> en, afgezien van het gras, met dezelfde hoeveelheden voedsel zijn gevoed, hopen wij, dat deze waarnemingen niet zonder eenig belang zullen blijken te zijn. Het is zeer goed mogelijk, dat de verschillende meeningen op dit punt <sup>2)</sup> juist daardoor zijn ontstaan, dat de dieren, welke met elkaar werden vergeleken, niet volkomen vergelijkbaar waren.

Van elke cavia werden de organen, na voorzichtig afdrogen met filtreerpapier, direkt gewogen. De aldus gevonden getallen zijn in tabel III opgenomen. Zoo woog b.v. het hart van de zieke marmot N<sup>o</sup>. 31 : 0,91 G., dat van de bij N<sup>o</sup>. 31 behorende, gezonde marmot N<sup>o</sup>. 30 woog 0,98 G..

Beter dan de absolute zijn de relatieve gewichten der organen voor vergelijking geschikt. Hiervoor werden de gevonden cijfers omgerekend tot procenten van de aanvangsgewichten der proefdieren; b.v. het hartgewicht van N<sup>o</sup>. 31 bedroeg 0,357 %, dat van N<sup>o</sup>. 30: 0,398 % van het aanvankelijk lichaamsgewicht. Om de aldus verkregen, in tabel III cursief gedrukte, relatieve gewichten nog gemakkelijker bij elk tweetal te kunnen vergelijken, werd tabel IV vervaardigd. Hier zijn telkens de relatieve orgaangewichten der zieke dieren uitgedrukt in procenten van de relatieve orgaangewichten der gezonde dieren. Het relatieve gewicht van het hart van N<sup>o</sup>. 30 bedroeg, gelijk gezegd: 0,398, dat van het hart van N<sup>o</sup>. 31: 0,357, d. i. 90 % van 0,398.

Tabel IV leert, dat de zieke dieren, ondanks het feit, dat zij praktisch evenveel hebben gegeten als de gezonde dieren, aanmerkelijk in gewicht achterstonden, hetgeen, blijkens het gewicht voor het gevulde maagdarmkanaal (tabel III), slechts voor een deel op een kleinere darmvulling kan berusten.

Wat de onderscheiden organen betreft, hier is een uiterst verschillend gedrag opvallend. Oogbol en nier zijn vrijwel onveranderd gebleven. De bijnier was bij de zieke dieren aanmerkelijk zwaarder. Misschien is ook de milt bij scheurbuik gemiddeld zwaarder; blijkens de groote middelbare afwijking mag hiertoe evenwel niet met zekerheid worden besloten.

Al de andere onderzochte organen zijn in gewicht afgenomen, het meest de thymus, maar toch ook de schildklier, de alvleeschklier en het hart. Eveneens vonden wij gewichtsvermindering bij het ovarium en bij de lever. Blijkens de middelbare afwijking mag men in deze

1) Telkens werden dus twee dieren met elkaar vergeleken, die op denzelfden dag stierven of gedood werden; de andere tweetallen zijn buiten beschouwing gelaten.

2) Litteratuur bij: BESSESEN, Am. Journ. of phys., Bd. 63, 1922-'23, bldz. 245.

LOPEZ-LOMBA en RANDOIN, Comptes rend. Acad. Sci., T. 176, 1923, bldz. 1573.

LOPEZ-LOMBA, Compt. rend. Ac. Sc., T. 176, 1923, bldz. 1752.

TABEL III.

*Absolute en relatieve*

	C. 31.		C. 30.		C. 32.		C. 33.		C. 36.		C. 37.	
	<i>Geen gras.</i>		<i>2 Gr. gras</i>		<i>Geen gras.</i>		<i>2 Gr. gras</i>		<i>Geen gras.</i>		<i>1 Gr. gras</i>	
	Gewicht.		Gewicht.		Gewicht.		Gewicht.		Gewicht.		Gewicht.	
	in Gr.	in pct. 1)	in Gr.	in pct.	in Gr.	in pct.	in Gr.	in pct.	in Gr.	in pct.	in Gr.	in pct.
Cavia aanvang proef. . . . .	255	—	246	—	254	—	236	—	333	—	322	—
Cavia einde proef. . . . .	280	90.2	259	105.3	237	93.3	239	114.0	243	74.5	343	108.
Oogbol (gemiddeld) . . . . .	0.390	0.153	0.377	0.153	0.374	0.147	0.344	0.146	0.451	0.135	0.379	0.11
Hart (bloedloos). . . . .	0.91	0.357	0.98	0.398	0.98	0.386	0.98	0.415	1.03	0.324	1.21	0.37
Lever. . . . .	11.3	4.43	11.7	4.77	13.5	5.31	12.1	5.13	11.9	3.57	16.0	4.9
Alyleeschklier . . . . .	1.03	0.404	1.24	0.504	0.90	0.354	1.14	0.433	1.05	0.315	1.48	0.46
Milt . . . . .	0.353	0.133	0.250	0.102	0.354	0.139	0.315	0.133	0.379	0.114	0.530	0.16
Maagdarmkanaal (gevuld). . . . .	45.0	17.6	52.0	21.1	35.0	13.8	53.0	24.6	46.0	13.3	65.0	20.
Bijnier (gemiddeld) . . . . .	0.125	0.0490	0.107	0.0435	0.172	0.0677	0.118	0.0500	0.243	0.0730	0.189	0.055
Nier " . . . . .	1.31	0.631	1.46	0.593	1.66	0.654	1.39	0.539	1.75	0.526	1.72	0.55
Testis " . . . . .	0.131	0.0514	0.256	0.104	—	—	—	—	0.421	0.126	—	—
Ovarium " . . . . .	—	—	—	—	0.013	0.0051	0.017	0.0072	—	—	0.025	0.007
Thymus " . . . . .	0.145	0.0569	0.167	0.0679	0.132	0.0717	0.237	0.126	0.081	0.0243	0.255	0.075
Schildklier " . . . . .	0.019	0.0075	0.025	0.0102	0.024	0.0094	0.023	0.012	0.026	0.0073	0.037	0.01

1) Procenten van het aanvangsgewicht der cavia.

\*gaan-gewichten.

C. 38.		C. 39.		C. 66.		C. 67.		C. 69.		C. 68.		C. 71.		C. 70.	
<i>Geen gras.</i>		<i>1 Gr. gras</i>		<i>Geen gras.</i>		<i>1 Gr. gras</i>		<i>Geen gras.</i>		<i>1 Gr. gras</i>		<i>Geen gras.</i>		<i>2 Gr. gras</i>	
Gewicht.		Gewicht.		Gewicht.		Gewicht.		Gewicht.		Gewicht.		Gewicht.		Gewicht.	
in Gr.	in pct.	in Gr.	in pct.	in Gr.	in pct.	in Gr.	in pct.	in Gr.	in pct.	in Gr.	in pct.	in Gr.	in pct.	in Gr.	in pct.
226	—	230	—	286	—	268	—	280	—	286	—	278	—	288	—
193	85.4	264	114.8	203	71.0	258	95.1	196	70.0	297	104	223	80.2	315	109
1.359	0.159	0.341	0.148	0.329	0.115	0.336	0.123	0.358	0.123	0.351	0.123	0.326	0.117	0.367	0.127
0.94	0.416	1.00	0.435	1.05	0.367	1.01	0.384	0.880	0.314	0.950	0.332	1.02	0.367	1.11	0.385
18.1	8.01	11.3	4.91	10.46	3.66	11.87	4.51	9.66	3.45	14.6	5.10	13.6	4.89	17.2	5.97
0.94	0.416	1.09	0.474	0.941	0.329	1.10	0.418	0.920	0.329	1.22	0.427	1.35	0.486	1.57	0.545
0.280	0.124	0.296	0.129	0.469	0.164	0.253	0.0961	0.412	0.147	0.282	0.0956	0.313	0.113	0.356	0.124
43.0	19.0	51.0	22.2	34.0	11.9	57.0	21.7	36.0	12.9	65.0	22.7	48.0	17.3	61.0	21.2
0.203	0.0598	0.106	0.0461	0.248	0.0867	0.116	0.0441	0.226	0.0807	0.108	0.0378	0.182	0.0655	0.115	0.0399
1.75	0.774	1.34	0.563	1.31	0.453	1.60	0.608	1.39	0.496	1.45	0.507	1.77	0.637	1.63	0.566
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.352	0.123	—	—	—	—
0.015	0.0066	0.018	0.0078	0.018	0.0056	0.011	0.0042	0.015	0.0054	—	—	0.015	0.0054	0.021	0.0073
0.077	0.0341	0.268	0.117	0.063	0.022	0.153	0.0532	0.065	0.023	0.150	0.0524	0.103	0.0371	0.220	0.0764
0.027	0.012	0.028	0.012	0.028	0.0098	0.028	0.011	0.019	0.0063	0.019	0.0066	0.029	0.010	0.028	0.0097



TABEL IV.

*Relatieve orgaangewichten der zieke dieren, uitgedrukt in procenten van de relatieve orgaangewichten der gezonde dieren.*

Nummer.	31/30	32/33	36/37	38/39	66/67	69/68	71/70	Gemiddeld.	Middelbare afwijking	
									van één waarneming.	van het gemiddelde.
Cavia einde proef. . . . .	86	82	69	74	72	67	74	74.9	± 6.8	± 2.6
Oogbol (gemiddeld) . . . . .	100	101	114	107	90	104	92	101.1	± 8.8	± 3.2
Hart (bloedloos) . . . . .	90	93	86	96	96	95	95	93.0	± 3.7	± 1.4
Lever . . . . .	93	104	72	163	81	68	82	94.7	± 32.5	± 12.3
Alveeschklier . . . . .	80	73	68	88	79	77	89	79.1	± 7.6	± 2.9
Milt . . . . .	135	105	69	96	171	149	91	116.6	± 36.1	± 13.7
Maagdarmanaal (gevuld) . . . . .	83	56	68	86	55	57	82	69.6	± 13.9	± 5.3
Bijnier (gemiddeld) . . . . .	113	135	124	195	197	213	164	163.0	± 39.8	± 15.0
Nier " . . . . .	106	111	90	133	75	98	113	105.0	± 17.7	± 6.7
Testis " . . . . .	49	—	—	—	—	—	—	49.0	—	—
Ovarium " . . . . .	—	71	—	85	133	—	74	90.8	± 28.8	(± 14.4)
Thymus " . . . . .	84	57	31	29	38	44	49	47.4	± 18.9	± 7.1
Schildklier " . . . . .	74	78	71	100	89	103	103	88.3	± 14.0	± 5.3

beide laatste gevallen niet generaliseeren. Neemt men evenwel in aanmerking, dat er in beide gevallen één waarneming is, die grooten invloed heeft uitgeoefend op het gemiddelde en op de middelbare fout, dan moet het toch wel zeer waarschijnlijk worden geacht, dat ook deze organen als regel bij scheurbuik in ontwikkeling achterblijven of misschien zelfs achteruitgaan.

Ook het maagdarmkanaal was bij de zieke dieren aanzienlijk lichter, hetgeen geheel of gedeeltelijk aan een geringere vulling moet worden toegeschreven, zooals bij de sectie duidelijk waar te nemen was.

Van de testes mag op grond van één waarneming niet veel worden gezegd.

Wij mogen dus besluiten, dat bij scheurbuik de bijnier grooter wordt, dat het hart, de avleeschklier, de thymusklier, de schildklier en vermoedelijk ook het ovarium en de lever kleiner worden en dat de oogbol en de nier vrijwel even groot blijven, terwijl de milt is gekenmerkt door een zeer inconstant gedrag (alles in vergelijking met gezonde dieren).

---

**Über das Vitamin C im frischen Grase (*Lolium perenne*; englisches Raigras) und über den Eisen-, Calcium- und Phosphorstoffwechsel und das Gewicht verschiedener Organe beim Skorbut.**

*Zusammenfassung.*

Frisches Gras (*Lolium perenne*, engl. Raigras) ist besonders reich an Vitamin C, sowohl im Frühling, im Sommer und im Herbst als im Winter. Es kann in dieser Hinsicht den Vergleich mit jedem andern Futtermittel, von dem der Gehalt an C-Stoffen untersucht worden ist, durchstehen. Es ist höchstwahrscheinlich reicher an C als die so günstig bekannt stehenden Apfelsinen. Ein Gramm frisches Gras (Trockensubstanz etwa 200 m.G.) pro Tag konnte die Versuchstiere (Meerschweinchen) Monate lang (bis zum Abbrechen der Versuche) vor Skorbut schützen und völlig gesund erhalten. Ob noch kleinere Mengen Effekt haben ist nicht untersucht worden.

Auch wir sahen, wie schon lange bekannt war, dasz Heu sehr arm an Vitamin C ist. Bei dem Gewinnen und der Aufbewahrung dieses Futtermittels wird das erwähnte Vitamin ganz oder nahezu vernichtet.

Eisen-, Kalk- und Phosphorstoffwechsel sind beim Skorbut gestört. In mehreren Organen (Milz, Nebenniere, Darmkanal, Leber) wird das Eisen in der Form von braunen Körnern abgelagert.

Das Vitamin C ist bei Meerschweinchen von grösster Bedeutung für das Knochenapparat. Ausser den bekannten makroskopischen

und mikroskopischen Änderungen fanden wir bei den graslos (Vitamin C-frei) gefütterten Tieren (chemisch) in den Knochen (Tibiae) etwa 10 pCt. Asche, Calcium und Phosphor weniger als bei den Paralleltieren, welche praktisch dieselbe Menge des Grundfutters (Heu, Hafer und autoklavierte Milch) und ausserdem täglich noch 1 à 2 Gr. frisches Gras gefressen hatten; der Trockensubstanzgehalt war etwa 19 pCt. geringer. Das Verhältnis  $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5$  hatte sich nicht geändert. Fast dasselbe Ergebnis wurde erhalten, wenn dem Grundfutter täglich noch 0,5 Gr. Lebertran zugesetzt wurde.

Zahlreiche Organe wurden gewogen. Am auffälligsten war die Abnahme des Thymusgewichtes und die Zunahme des Nebennierengewichtes beim Skorbut. Weiter wurde geschlossen, dass Herz, Pankreas, Schilddrüse und wahrscheinlich auch Ovarium und Leber bei Skorbut zurückbleiben oder kleiner werden, dass das Gewicht des Auges und der Niere ziemlich konstant bleibt, und dass das Milzgewicht sich bei verschiedenen Tieren sehr verschieden verhält.

---