

Over de chemische samenstelling van het glazuur.

DOOR

CHARLES S. TOMES.

Men zou kunnen denken dat over dit onderwerp het laatste woord gesproken was, als men ziet hoe vele analyses van het glazuur reeds gepubliceerd zijn; maar eene vergelijking dier analyses vertoont eene groote tegenstrijdigheid in de verkregen resultaten, voornamelijk wat betreft het gehalte aan koolzuur en aan organische stoffen; de verschillen zijn dikwijls zoo groot dat zij blijkbaar op eene vergissing berusten.

Wat het koolzuur betreft, hiervan vond ik ongeveer 4 percent in het glazuur van olifantstanden; maar de bepaling van het koolzuurgehalte in zoo geringe hoeveelheden als van dit glazuur verkrijgbaar zijn, is uit den aard der zaak niet zeer nauwkeurig.

Het onderzoek naar het percentsgehalte aan organische stoffen is belangrijker en de verschillen zijn grooter.

Om eenige voorbeelden te geven: 1) BERZELIUS schat de hoeveelheid organische stoffen op 2%; 2) BIBRA op 3,59 tot 5,97 bij den mensch, 7, 8, 9 en zelfs 10,83 % bij andere zoogdieren; 3) HOPPE SEYLER op 5,74 % (met inbegrip van de oplosbare zouten) bij het paard, en op slechts 0.8 % bij

1) BERZELIUS, „Simons Chemistry”, Sydenham Society.

2) VON BIBRA, Chem. Untersuch. über die Knochen und Zähne 1844.

3) HOPPE SEYLER, „Physiol. Chemie”, 1877—81.

den hond; 1) FREMY geeft voor het glazuur der tanden van het nijlpaard 10 % aan, met inbegrip van de oplosbare zouten; deze 10 % verdeelt hij in 7 % die oplosbaar zijn in zoutzuur, en 3 % die bestaan uit oplosbare organische stoffen; en AEBY 2) noemt 3,60 % als het gehalte aan organische stoffen bij het rund.

Bij eenige analyses wordt uitdrukkelijk vermeld, dat de organische stoffen eenvoudig geschat zijn door bepaling van het verlies, terwijl andere, te oordeelen naar de wijze waarop de percentage berekend is, als asch-analysen schijnen te zijn uitgevoerd, zoodat dus ook bij deze de hoeveelheid organische stoffen waarschijnlijk door bepaling van het verlies (bij gloeiing) geschat is.

In één opzicht komen alle analyses overeen, n.l. hierin dat door geen van alle melding wordt gemaakt van het *water* als bestanddeel van het voltooid glazuur.

Het is een uiterst moeilijke zaak om glazuur te verkrijgen dat vrij is van andere tandweefsels; het is zóó moeilijk dat een juiste overeenkomst in de resultaten nauwelijks verwacht kan worden; want bij dieren die een glazuur bezitten van genoegzame dikte om een voldoende hoeveelheid voor onderzoek te verschaffen, gaan de weefsels in elkaar over, zoodat het glazuur van de aanhechtende weefsels alleen gescheiden kan worden door zooveel van zijn ondervlakte weg te slijpen, dat een groote hoeveelheid van het glazuur mede te loor gaat.

Met de bedoeling om een verklaring voor de genoemde tegenstrijdigheden te vinden, en tevens de zaak zelf te onderzoeken, beproefde ik de hoeveelheid organische stoffen direct te bepalen, en kwam al spoedig tot de verrassende conclusie, dat er *in 't geheel geen organisch weefsel* aanwezig was, niet genoeg ten minste om een weegbare hoeveelheid

1) FREMY, Annal. d. Chemie, III.

2) AEBY, Centralblatt f. medicin. Wissenschaft, 1873, N^o. 7.

uit te maken. Mijne eerste methode bestond in het oplossen van het glazuur in verdund salpeterzuur, langzamerhand meer zuur bijvoegend, zoodat de sterkte juist voldoende was om de kalkzouten op te lossen; hierbij bleven gewoonlijk enkele vezels over, die bij microscopisch onderzoek uit stukjes tandbeen, cement en Nasmyth's membraan bleken te bestaan, en, waar het glazuur zorgvuldig geprepareerd was, nooit meer dan 0,4 % bedroegen, meestal veel minder.

De oplossing werd, na gefiltreerd te zijn, zorgvuldig met ammonia geneutraliseerd, tot ze troebel werd, vervolgens helder gemaakt met azijnzuur en dan op proteïden onderzocht.

Er werd geen neerslag verkregen, noch met tannine, noch met pikrinezuur, noch met loodacetaat; alleen een heel lichtgeele tint met de xantho-proteïne-reactie; ook geen biuret-reactie en geen kleuring met MILLON's reagens. Voor 't geval de aanwezigheid van kalkzouten wellicht een der reacties gemaskeerd mocht hebben, werden ze op de gebruikelijke wijze als oxalaat geprecipiteerd en het filtraat opnieuw onderzocht, maar met hetzelfde negatieve resultaat: noch absolute alcohol, noch verzadiging met ammoniumsulphaat gaf een neerslag.

Als controle-proef werd een oplossing bereid van calciumphosphaat en carbonaat, in dezelfde verhouding waarin zij in het glazuur voorkomen, en 0.25 % collageen, dat uit tandbeen gewonnen was, daaraan toegevoegd. In dit mengsel werd de aanwezigheid van het proteïde met de grootste duidelijkheid aangetoond, zoodat de conclusie onbetwistbaar schijnt, dat in het onderzochte glazuur minder dan 0.25 % proteïde of proteïde-weefsel aanwezig was.

Voor het geval er misschien een in zuren niet oplosbare zelfstandigheid aanwezig was, werd een hoeveelheid glazuur gepulveriseerd en gedurende 24 uren in zwak bariet-water gedigereerd; door bijvoeging van azijnzuur ontstond in de vloeistof eene troebeling, die na vele uren bezonk; het was

echter te weinig om het te kunnen wegen. Hetzelfde resultaat werd met azijnzuur-lood verkregen, zoodat door de alkalische oplossing een spoor mucine, of misschien, volgens Prof. MICHAEL FOSTER, nucleo-albumine, opgenomen was.

Maar wegens de geringe hoeveelheid was het niet mogelijk dit met zekerheid te bepalen.

Tot dusverre was het glazuur van menschen-, paarden- en olifantstanden gebruikt, maar daar hierbij geen verschillen waren waargenomen, werd voor verdere proeven dat van den olifantsmolaar gekozen, omdat dit in grootere hoeveelheden verkrijgbaar is.

Het tandbeen en het cement werd weggebijteld, en daarna alle nog aanhangende fragmenten, voorzoover die te zien waren, door vijlen of slijpen verwijderd; het aldus gewonnen glazuur werd in kleine stukken gebroken en gedurende minstens zes uren bij 130° C gedroogd.

Bij het gloeien, dat in *een* moffel geschiedde, om gelijkheid van hitte te waarborgen, bleken eenige stukjes glazuur 5,8—7,5 % aan gewicht te verliezen. De voorafgegane onderzoekingen hadden aangetoond, dat er in geen geval zulk eene hoeveelheid organische stoffen aanwezig kon zijn, zoodat ik moest aannemen dat het water was, een onderstelling die voor de hand lag, te meer daar eenige stukken bij roodgloei-hitte plotseling uit elkaar sprongen; en ook omdat tusschen het kroesje en het deksel, wanneer dit gebruikt werd om verliezen te voorkomen, bij verhitting iets ontsnapte.

Voor het verlies, ontstaan door het ontwijken van koolzuur uit de karbonaten, werd natuurlijk de gebruikelijke correctie gemaakt, door in ieder geval de asch met ammoniumcarbonaat te bevochtigen; hoewel het, door de asch tevoren en naderhand te wegen, bleek dat er bij dit gloeien maar weinig koolzuur was uitgedreven.

Eenige stukjes glazuur werden nu in een glazen buis geplaatst, wier eene einde gesloten was, terwijl het andere

einde tot een fijne buis werd uitgetrokken. Door het gedeelte dat het glazuur bevatte, langzaam tot roodgloeihitte te brengen, konden alle verschijnselen worden waargenomen; toen de roodgloeihitte bijna bereikt was, begon het glazuur te knetteren en werden eenige stukken met geweld uit elkaar geslagen, en ver door de buis gedreven; tegelijkertijd verscheen in het koudere gedeelte van de buis een wolk, en droppeltjes water werden daarin neergeslagen, in voldoende hoeveelheid om samen te vloeien en langs de buis te loopen.

Toen de buis weer gewogen werd, bleek zij maar weinig in gewicht verloren te hebben; maar na ze opnieuw, en wel in haar geheele lengte, verhit te hebben om er al het water uit te drijven, bleek het verlies 4 tot 4,5 % te bedragen, dus een groot gedeelte van het totale verlies dat bij het gloeien in een kroes gevonden was.

Hierdoor was dus duidelijk aangetoond dat het verlies bij gloeiing voornamelijk op rekening kwam van het water; bij een herhaling van het experiment, waarbij het einde der buis in een geïmproviseerde chloorcalciumbuis veranderd was, kon het water uit het glazuur gedreven, zichtbaar gemaakt, in het chloorcalcium geleid en hierdoor geabsorbeerd worden, waarbij het gewicht bijna onveranderd bleek te zijn, en het uitgloeien dus geen noemenswaard gewichtsverlies had opgeleverd.

Het gloeien in buizen was in verschillende opzichten leerrijk. Het hevige barsten en uit elkaar springen van stukken glazuur wees er op, dat bij het gewone gloeien fouten worden gemaakt; hierdoor worden ook eenige tegenstrijdigheden verklaard.

Ook was, wanneer het water neergeslagen werd, een bruine tint merkbaar, die aan brandige producten kon worden toegeschreven, en dus op de aanwezigheid van sporen organische stoffen wees. Maar bij onderzoek van het glazuur aan den bodem van de buis werd waargenomen, dat de verkleuring

zich bijna geheel bepaalde tot de direct met tandbeen en cement in aanraking geweest zijnde oppervlakten, en dat de breukvlakten van het glazuur sneeuwwit waren gebleven. Dit was een bevestiging der resultaten, die bij microscopisch onderzoek van het onoplosbaar residu verkregen waren, en bewees de onmogelijkheid om het glazuur volkomen vrij van deeltjes van andere adherente weefsels te verkrijgen, zoodat de onderstelling aannemelijk schijnt, dat de brandige producten afkomstig waren van deze oppervlakten en niet van het glazuur zelf. Hiermede was de bijna volkomen afwezigheid van organische stoffen en de tegenwoordigheid van een belangrijke hoeveelheid water in het glazuur be- wezen; nu bleef nog over te onderzoeken, in welken vorm het water daarin voorkwam.

[Hier volgen eenige beschouwingen over de mogelijkheid, het gevonden water als kristalwater van de phosphorzure kalk te beschouwen, welke vraag evenwel open blijft.]

Over het geheel zijn de conclusies waartoe ik geleid ben: I. Dat er zeer weinig organische stof in het glazuur voorkomt, niet genoeg voor eene quantitative bepaling. II. Dat er minstens één aequivalent water aan het calciumphosphaat gebonden is; in geen der door mij gevonden analyses wordt hiervan gewag gemaakt; het wordt daarin gewoonlijk bij de organische bestanddeelen gerekend. III. Dat zich evenwel nog meer water in het glazuur bevindt; misschien is dit wegens zijn structuur moeilijk te drogen, hoewel langer drogen en een iets hogere temperatuur weinig verschil opleveren.

Ook is het mogelijk dat er twee aequivalenten gebonden zijn, en dat het uiterst moeilijk is het zout bij de aangewende temperaturen volkomen te scheiden. Eenige van VON BIBRA's analyses geven werkelijk een verliesbedrag, dat theoretisch de voor twee aequivalenten vereischte quantiteit bereikt.

Droog tandbeen verliest bij het gloeien omstreeks 28 % van zijn gewicht; maar van dit groote bedrag is ongeveer

7 of 8 % water, terwijl de resterende 20 % uit organische stoffen bestaat, den samenhang en bouw van het tandbeen behoudt en zeer consistent is; zoodat, als er werkelijk ongeveer 4 % organische stof in het glazuur geweest ware, men een zeer aanzienlijk en zelfs samenhangend residu na de decalcificatie mocht verwachten. Verder heb ik gevonden, dat parelmoerschelp, die een prismatische structuur heeft even als het glazuur, maar met reusachtige prisma's, na decalcificatie een volkomen samenhangend residu achterlaat, dat in vochtigen toestand grootere afmetingen aanneemt dan het schelpfragment, waarvan het afkomstig is. Desniettemin bleek dit volumineus organisch residu na het drogen slechts 1,3 % van het gewicht der oorspronkelijke schelp te bedragen.

Het glazuur van een olifantsmolaar moet thans als van een bijna anorganische, kristallijne structuur worden beschouwd, en voor zoover mijn onderzoekingen gegaan zijn, is er geen grond om aan te nemen, dat het glazuur van den mensch, het paard en het rund wezenlijk daarvan verschillen.

Deze betrekkelijke afwezigheid van organische stoffen verklaart eene eigenschap van het glazuur, die steeds een raadsel voor de histiologen is geweest, namelijk dat het onder de inwerking van zuren geheel verdwijnt.

Men zegt gewoonlijk dat jeugdig glazuur een veel grooter gehalte aan organische stoffen bevat dan het voltooid glazuur. Om mij te vergewissen of dit werkelijk het geval was, verschafte ik mij eenige stukjes van het achterende van een olifantsmolaar, hetwelk uit een hol schelpje tandbeen bestond, waarop zich slechts weinig glazuur en nog geen cement had gevormd.

Het glazuur is in dit stadium niet zeer hard, zoodat het met een mes in poedervorm kan worden afgeschaafd. Bij microscopisch onderzoek blijkt het schaafsel te bestaan uit korte prisma's van glazuur, afzonderlijk of zijdelings vereenigd in groepen van vier of vijf prisma's.

Het microscopisch onderzoek der asch vertoont de prisma's onveranderd in vorm, hoewel zij een eenigzins korrelig voorkomen hebben verkregen, en minder sterk lichtbrekend schijnen te zijn. Sterker gloeien doet ze verder uit elkaar vallen, hoewel de fragmenten hardnekkig hun prismatischen vorm behouden.

De geringe verandering door het gloeien teweeg gebracht, versterkt mij ook in de overtuiging dat het gehalte aan organische stof zeer klein moet zijn.

Wanneer de asch hiervan met water bevochtigd en weer gedroogd wordt, blijkt zij niet in gewicht te zijn toegenomen, maar wanneer zij in verdund zuur wordt opgelost, door neutralisatie met ammonia neergeslagen en weer gedroogd bij een temperatuur, die voldoende is om de ammonia-zouten te vervluchtigen, dan blijkt het dat zij omstreeks twee aequivalenten water heeft opgenomen.

Verschillende belangrijke beschouwingen volgen uit deze resultaten. Ten eerste maakt het feitelijk gemis aan organische stoffen de door HETZMANN ijverig bepleitte meening onhoudbaar of nagenoeg onhoudbaar, dat namelijk het glazuur door een protoplasmatisch netwerk overal doortrokken en als het ware levend is; zelfs is hij zoover gegaan om te beweren, dat bij caries het protoplasma woekert en sterk toeneemt.

Ook schijnen de door mij verkregen resultaten de excretie-theorie van de ontwikkeling van het glazuur te steunen tegenover de meening, dat de kalkzouten in de bestaande epitheel-cellen worden neergeslagen en deze verharden, daar het moeilijk te begrijpen is hoe de organische stoffen, eenmaal daar aanwezig, zoo geheel kunnen verdwijnen.

C. W.

Uittreksel uit het *Journal of Physiologie* in het *Journal of the British Dental Assoc.*

