

OVER HET VITAMINE A EN DE CAROTINE BIJ BE- WARING VAN MELK EN ROOM ONDER ZUURSTOF- DRUK (ZOOGENAAMD HOFIUS-PROCÉDÉ)

DOOR

E. BROUWER, E. A. M. MEYKNECHT EN N. D. DIJKSTRA

(Ingezonden: 27 Januari 1939)

Inleiding

Gelijk bekend beoogt het z.g. HOFIUS-procédé de conserveering, gedurende langen tijd, van melk, room en dgl. door aanwending van zuurstof onder hoogen druk bij lage temperatuur; de druk kan b.v. 10 atmosferen bedragen, de temperatuur 5° C.

Naar dit procédé werd aan dit station een onderzoek ingesteld in opdracht van Z. Excellentie, den Minister van Economische Zaken. De proeven werden genomen met al of niet gepasteuriseerde melk en room. De eigenlijke conserveering en het bacteriologische onderzoek geschieden geheel en al door de bacteriologische afdeeling ¹⁾. Bij een aantal proeven werd een deel van het ongeconserveerde en van het geconserveerde materiaal afgestaan aan de physiologische afdeeling om deze in staat te stellen daarmede proefnemingen te verrichten omtrent het vitaminegehalte, in het bijzonder van het vitamine A en zijn provitamine: carotine. Weliswaar komen in de melk nog tal van andere vitaminen voor, aan de A-stoffen echter wordt gedurende de latere jaren groote beteekenis gehecht, ook wat hun voorkomen in de melk betreft, en wel in het belang van de volksgezondheid, vandaar dat wij in de eerste plaats dit vitamine in het oog hebben gevat.

Hiertoe was des te meer reden omdat over een ander, voor de melk minder belangrijk vitamine, het vitamine C, reeds enkele proefnemingen waren verricht door het Bacteriologische instituut van de Staatliche Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft te Kiel. Volgens een ons door de Maatschappij „Metra” te Amsterdam verstrekt verslag toonden deze proeven aan, dat het vitamine C tijdens de „HOFIUS-conservatie” beschadigd wordt, zooals men op theoretische gronden reeds verwachtte. Van veel belang vond men dit te Kiel echter niet, omdat men de melk als vitamine-C-bron niet van

¹⁾ VAN BEYNUM, PETTE, *Versl. landbk. Onderz.* 44C (1938) 421; Jaarverslag Proefzuivelboerderij over 1937, blz. 203.

beteekenis achtte, een stelling, die in haar algemeenheid zeker niet juist kan worden genoemd.

Het ligt voor de hand, dat bij deze beschadiging een oxydatie in het spel is, waarvoor het vitamine C inderdaad zeer gevoelig is. Echter, ook de zoo belangrijke A-stoffen (carotine en vitamine A) zijn voor oxydatie vatbaar, zij het in geringere mate dan het vitamine C, en dus rees de vraag hoe deze A-stoffen zich bij de „HOFIUS-conserveering” onder hoogen zuurstofdruk gedragen.

Methodiek van het onderzoek

Voor de beschrijving van de techniek der conserveering kunnen wij verwijzen naar de zoeven genoemde verhandeling der bacteriologische afdeling. Het door deze afdeling beschikbaar gestelde proefmateriaal (melk of room) werd na zuring tot boter gekarnd.

Deze boter werd spoedig, al of niet uitgesmolten, chemisch onderzocht op carotine en vitamine A, in hoofdzaak volgens de aan het laboratorium van wijlen prof. WOLFF toegepaste techniek, omschreven in het proefschrift van VAN WIJNGAARDEN ¹⁾. Zoowel voor de carotine- als voor de vitamine-A-bepaling werd gebruik gemaakt van den Stufenphotometer. Het gehalte aan carotine werd beoordeeld aan de gele kleur (filter S 47), het gehalte aan vitamine A naar de reactie van CARR en PRICE (filter S 61). Hierbij werden voor de extincties de volgende waarden in rekening gebracht:

$$\begin{aligned} \text{carotine} \quad (\text{S } 47): E_{1\text{cm}}^{1\%} &= 2200, \\ \text{vitamine A} \quad (\text{S } 61): E_{1\text{cm}}^{1\%} &= 4200^2). \end{aligned}$$

Ook de carotine geeft bij de reactie van CARR en PRICE eenige blauwkleuring, waarvoor men wel een correctie op de vitamine-A-waarden aanbrengt. Door ons is dit nagelaten, omdat deze blauwkleuring bij de door ons toegepaste techniek slechts zeer gering was en weinig gewicht in de schaal legde, vergeleken bij de andere onvolkomenheden, welke de vitamine-A-bepalingen aankleven ³⁾.

Tenslotte werd zoowel de carotine als het vitamine A omgerekend tot Internationale eenheden (I E), waarbij 0,6 γ carotine of 0,39 γ vitamine A gelijk aan één I E werd gesteld.

¹⁾ VAN WIJNGAARDEN, Proefschrift Utrecht (1935).

²⁾ Het getal 2200 werd berekend uit de figuur van VERMAST (proefschrift Utrecht, 1931); zie voorts wat de Nederlandsche literatuur over deze bepalingen betreft nog VAN EEKELEN, EMMERIE, JULIUS, WOLFF, *Kon. Acad.* 35 (1932) 1347, NIJVELD, *Chem. Weekbl.* 34 (1937) 379, WOLFF, *Chem. Weekbl.* 35 (1938) 558.

³⁾ Tot dezelfde slotsom kwamen BOOTH, KON, DANN, MOORE, *Bioch. Journ.* 27 (1933) 1189.

De methoden werden gecontroleerd aan eenige geijkte praeparaten, ons welwillend ter beschikking gesteld door het Centraal Laboratorium voor de Volksgezondheid en het Hygiënisch Laboratorium der Rijksuniversiteit, beide te Utrecht. Bij de carotine was de overeenstemming zeer goed, bij het vitamine A echter minder fraai, al hebben de daarop betrekking hebbende uitkomsten, vooral voor de vergelijking van de verschillende boters onderling, ongetwijfeld beteekenis. Toch hebben wij ons om de genoemde reden en bovendien met het oog op andere bronnen van fouten niet met de chemische bepalingen tevreden gesteld, maar namen wij met de boters van een vijftal experimenten bovendien dierproeven met ratten.

Aangezien dergelijke dierproeven vele weken duren, werd de boter voorzichtig uitgesmolten (behalve bij de eerste proef, waarbij de boter als zoodanig werd gebruikt) en bij ongeveer 2° C, later bij —3° C of nog lager bewaard. Bij de eerste proef was gebleken, dat de niet uitgesmolten boter ook in de koelkast ging schimmelen, bij de uitgesmolten boter was dit nimmer het geval, ook niet bij +2° C. Wij hebben ons ervan overtuigd, dat bij deze wijze van bewaring de uitkomsten der chemische bepalingen ook na vele maanden niet belangrijk lager uitvallen.

Wat de rattenproeven zelf betreft werd de curatieve methode toegepast. De jonge dieren ontvingen derhalve een vitamine-A- en carotine-vrij grondrantsoen totdat het lichaamsgewicht gedurende circa 10, later circa 7 dagen niet meer steeg. Ontwikkelde zich hierbij duidelijk oogontstekingen, zooals dikwijls het geval was, dan werd ook wel minder lang gewacht. Het zooeven bedoelde vitamine-A-vrije grondrantsoen had de volgende samenstelling:

Caseïne A/E (Glaxo)	18
Suiker	20
Rijstzetmeel	45
Gehard grondnotenvet	5
Gedroogde biergist	6
Agar-agar	2
Zoutmengsel van McCOLLUM c.s. ¹⁾	4

Per 100 g van dit mengsel werden 50 I E vitamine D₂ in den vorm van dohyfraltabletten toegevoegd.

Nadat de gevolgen van vitaminegebrek zich aldus lieten gelden, werd tot de eigenlijke proeven overgegaan, waarbij aan groepen dieren dagelijks

¹⁾ McCOLLUM, SIMMONDS, *Journ. biol. Chem.* 33 (1918) 55.

uitgesmolten botervet werd verstrekt, van groep tot groep in opklimmende hoeveelheden. Het toe te dienen vet werd voor elk dier afzonderlijk dagelijks afgewogen ($12\frac{1}{2}$ à 200 mg). Slechts bij de eerste proef werd niet de uitgesmolten boter maar de onuitgesmolten boter verstrekt. Het aantal dieren was bij de eerste proeven gering, later bedroeg het ongeveer tien per groep. De duur der toediening bedroeg voor elke rat zeven weken, althans indien de dieren niet eerder stierven. Na afloop werd regelmatig sectie verricht.

Doordat aanvankelijk niet steeds een voldoende aantal avitaminotische ratten beschikbaar was, werd het vet uit de melk of room, welke aan den zuurstofdruk blootgesteld waren geweest, in tegenstelling met de chemische bepalingen, meestal gelijktijdig onderzocht met het vet uit hetzelfde uitgangsmateriaal, dat niet was behandeld; het laatstbedoelde vet was dus tijdens de conserveering van het eerste, op de zoeven beschreven wijze in de ijskast bewaard. Deze proefopzet heeft het belangrijke voordeel, dat aldus met volkomen vergelijkbaar diermateriaal wordt gewerkt, terwijl tevens het verschil tusschen bewaren met en zonder verhoogden zuurstofdruk zuiver tot uiting komt.

Niettemin werd bij de laatste dierproef (botervet n°. IX) een andere weg gevolgd. Bij het begin der conserveering werd het vet uit den onbehandelden room onderzocht en pas later het vet uit den geconserveerden room, en wel zoodra het beschikbaar kwam. Aldus krijgt men een betere vergelijking tusschen het wel en het niet geconserveerde product, waarbij echter het diermateriaal wel eens niet volkomen vergelijkbaar kan zijn, ook al behandelt men fok- en proefdieren zoo goed mogelijk gelijk, zooals ook bij ons het geval was.

Uitkomsten der physiologisch-chemische bepalingen

Deze zijn weergegeven in tabel 1. Ter toelichting van deze tabel zij nog vermeld, dat bij elk der negen proeven een gedeelte van het uitgangsmateriaal (melk of room) voor onmiddellijk onderzoek gereserveerd werd, terwijl de hoofdmassa over één of somtijds ook meer proeftanks werd verdeeld; bij proef n°. V werden n.l. twee, bij proef n°. VI drie tanks gebruikt. Veelal is uit één tank meer dan eens, op verschillende, telkens ongeveer een maand uit elkaar liggende tijdstippen melk of room voor onderzoek afgetapt. Overigens geeft de tabel over dit alles wel de noodige inlichtingen.

In het versche, ongeconserveerde materiaal schommelde het aantal I E tusschen rond 15 en 35 per g botervet. De lage waarden werden aangetroffen in de wintermaanden, waarvoor de wintervoeding der koeien grootendeels aansprakelijk moet worden gesteld. Dat intusschen ook in de stalperiode wel een hoog vitaminegehalte kan worden verkregen, blijkt uit proef n°. VI (8 Februari 1938), waarbij 27 I E werden gevonden. Aangezien de invloed van

de voeding reeds talrijke malen is bestudeerd¹⁾, gaan wij hierop niet verder in.

Voorts zien wij, dat van het totale aantal I E ongeveer 1/3 geleverd werd door de carotine en 2/3 door het eigenlijke vitamine A. Dit komt geheel overeen met de uitkomsten te Utrecht en Batavia van DE HAAS c.s.²⁾.

Wat nu den invloed van de conserveering aangaat, was de achteruitgang der A-stoffen tijdens de bewaring bij 4 à 6° C en 10 à 12 atm. zuurstofoverdruk bij de proeven n°. I, II, III, IV en V al zeer gering; de conserveeringsduur bedroeg hier achtereenvolgens ten hoogste 87, 82, 75, 67 en 78 dagen, dus aanmerkelijk langer dan men bij een eventueele praktische toepassing van het „HOPIUS-procédé” mag verwachten. Bij de carotine trad deze achteruitgang duidelijker aan den dag dan bij het vitamine A. Bij het laatste werden somtijds bij de latere aftappingen zelfs hoogere waarden gevonden dan bij de vroegere, hetgeen ongetwijfeld aan de onvolkomenheden der bepalingsmethode moet worden toegeschreven. Dooreengenomen is echter ook bij het vitamine A eenige vermindering onmiskenbaar.

Iets sterker trad de vitaminedestructie naar voren bij proef n°. VI en n°. IX, waarbij eveneens werd geconserveerd bij 10 à 12 atm. overdruk en vrijwel dezelfde temperatuur (4 à 5° C). Echter gold deze sterkere destructie alleen het gehalte aan vitamine A, dat tot op 2/3 à 3/4 van de oorspronkelijke waarde afnam. Hoewel ook hier analysefouten een rol kunnen hebben gespeeld, achten wij het niet waarschijnlijk, dat de verlaging geheel en al daaraan zou moeten worden toegeschreven. In beide gevallen was geconserveerd in vertind koperen vaten, zoodat wij ons hebben afgevraagd of hier wellicht metaaldeelen een katalytische werking kunnen hebben uitgeoefend.

Wat de bij andere temperatuur en (of) druk genomen proeven betreft, was het beeld slechts weinig anders. Bij n°. VI scheen de achteruitgang bij 1° C iets geringer dan bij 4 à 5° C, terwijl bij proef n°. VII (34 dagen bij 19° C en 10 atm. overdruk) bij de carotine eenige afneming, bij het vitamine A eenige (natuurlijk schijnbare) verhooging werd waargenomen. Zelfs bij proef n°. VIII (45 dagen bij 19° C en 4 atm. zuurstofoverdruk) was de achteruitgang onbetekenend.

In het algemeen heeft dus het physiologisch-chemisch onderzoek de verwachtingen verre overtroffen. Zelfs na een maanden durende conserveering was de achteruitgang van het chemisch bepaalde aantal I E in de meeste

¹⁾ GRIJNS, BROUWER, VAN NIEKERK, VAN WIJNGAARDEN, *Hand. Genootsch. Melkk.* over 1934.

BROUWER, HOLLEMAN, *Maandschr. Kindergeneesk.* 2 (1933) 277.

²⁾ DE HAAS, MEULEMANS, *Geneesk. Tijdschr. v. Ned. Indië* 77 (1937) 279.

TABEL I

Uitkomsten der *physiologisch-chemische* bepalingen

Proef n ^o .	Materiaal	Aanvang proef	Tank	Overdruk	Tempe- ratuur	In tank geweest	Carotine (I E) per g botervet	Vitamine A (I E) per g botervet	Carotine (I E) + vitamine A (I E) per g botervet
I	Rauwe room	24 Maart 1937	Verdind koper id. id.	9½ à 10 atm. id. id.	—	0 dagen	5,8	10,9	16,7
					4 à 5° C id.	34 "	5,4	11,7	17,1
					id. id.	65 "	5,4	12,6	18,0
II	Gepasteuriseerde melk (10' op 80° C)	24 Juni 1937	Verdind koper id. id.	10½ à 11 atm. id. id.	—	0 dagen	9,9	17,0	26,9
					4 à 5° C id.	32 "	9,4	17,4	26,8
					id. id.	61 "	8,5	18,4	26,9
III	Rauwe room	6 Aug. 1937	Roestvrij staal id.	11 atm. id.	—	0 dagen	9,2	18,8	28,0
					4 à 6° C id.	35 "	8,6	18,5	27,1
					id.	75 "	8,1	18,7	26,8
IV	Gepasteuriseerde room (10' op 80° C)	6 Aug. 1937	Roestvrij staal id.	11 atm. id.	—	0 dagen	8,9	20,4	29,3
					4 à 5° C id.	35 "	8,6	16,9	25,5
					id.	67 "	8,2	19,0	27,2
V	Rauwe melk	3 Nov. 1937	Roestvrij staal Roestvrij staal	10 atm. 12 atm.	—	0 dagen	10,6	25,3	35,9
					4 à 5° C id.	78 "	8,8	22,9	31,7
					id.	78 "	8,7	22,5	31,2

Proef n ^o .	Materiaal	Aanvang prof.	Tank	Overdruk	Tempe- ratuur	In tank gewoest	Carotine (I E) per g botervet	Vitamine A (I E) per g botervet	Carotine (I E) + vitamine A (I E) per g botervet
VI	Rauwe melk	8 Febr. 1938	— Vertind koper Vertind koper id. Vertind koper	— 10 atm. 12 atm. id. 10 atm.	— 4 à 5° C 4 à 5° C id. 1° C	0 dagen 73 73 86 91	6,9 5,6 5,5 5,2 5,6	20,4 13,5 15,0 15,2 17,4	27,3 19,1 20,5 20,4 23,0
VII	Gepasteuriseerde melk (40' op 90° C)	24 Maart 1938	— Roestvrij staal	— 10 atm.	— 19° C	0 dagen 34	4,0 3,4	10,2 11,9	14,2 15,3
VIII	Gepasteuriseerde melk (30' op 90° C)	3 Mei 1938	— Roestvrij staal	— 4 atm.	— 19° C	0 dagen 45	10,8 9,2	25,0 22,8	35,8 32,0
IX	Rauwe room	12 Aug. 1938	— Vertind koper	— 10 atm.	— 4 à 5° C	0 dagen 54	9,8 8,9	22,2 14,7	32,0 23,6

gevallen zeer gering. In enkele andere gevallen was het verlies iets grooter, maar nimmer zoodanig, dat deze achteruitgang als een ernstig bezwaar kan worden beschouwd tegen het z.g. HOFIUS-procédé in den vorm zooals het door ons werd toegepast. Uiteraard is deze conclusie echter slechts dan geldig, wanneer de uitkomsten der chemische bepalingen inderdaad een betrouwbare maatstaf blijken te zijn.

Uitkomsten der dierproeven

Bij vijf der proeven (n°. I, IV, VI, VII en IX) werd het vet (of de boter) van wel en van niet geconserveerd materiaal met behulp van ratten onderzocht. De groeilijnen dezer dieren zijn weergegeven in fig. 1, 2, 3, 4 en 5 en wel van het tijdstip af, waarop het botervet aan het vitamine-A-vrije grondrantsoen werd toegevoegd. Om het overzicht te vergemakkelijken werden de groeilijnen van elke groep gelijk behandelde ratten van één punt uit geteekend, niettegenstaande de gewichten bij den aanvang der botervettoediening natuurlijk nog al iets uiteenliepen. Al de van één punt uitstralende groeilijnen zijn dus telkens afkomstig van één proefgroep. In elk der figuren is aangegeven, welke afstanden overeenkomen met 10 dagen (horizontaal) en met 10 g (verticaal). Voorts is geheel aan den bovenrand der figuren aangeduid, welk soort botervet de groepen ontvingen (duur der conservatie), terwijl aan den linkerrand is vermeld, hoeveel zij daarvan per dag en per dier toegediend kregen. Hierbij is steeds een zoodanige volgorde in acht genomen, dat de groepen met ongeconserveerd botervet geheel links in de figuur zijn geplaatst, die met geconserveerd materiaal meer naar rechts, terwijl de *hoeveelheden* vet van boven naar beneden afnemen.

Bezien wij nu eerst de groepen links, welke het vet uit het ongeconserveerde materiaal ontvingen, dan ziet men duidelijk, evenals trouwens bij de groepen rechts, dat de groei aanmerkelijk beter werd, naarmate méér botervet werd gegeven. Men kan zelfs de hoeveelheid schatten, waarbij een groei van 21 g in 7 weken, of 3 g per week, werd verkregen; een dergelijke hoeveelheid wordt geacht te bevatten: één ratteneenheid volgens SHERMAN (SHERMAN-eenheid); vervolgens kan men tot een cijfer komen omtrent het aantal SHERMAN-eenheden per g botervet.

Bij een dergelijke, ruwe schatting kwamen wij tot de volgende uitkomst:

Botervet IV: 25 SHERMAN-eenheden per g,

Botervet VI: 25 SHERMAN-eenheden per g,

Botervet VII: 20 SHERMAN-eenheden per g,

Botervet IX: 30 SHERMAN-eenheden per g.

De bij het chemisch onderzoek gevonden hoeveelheden waren achtereenvolgens: 29,3, 27,3, 14,2, 32,0 IE. Eén SHERMAN-eenheid kwam bij ons onder-

zoek dus ongeveer overeen met één I E. Deze uitkomst is lager dan gemiddeld elders werd gevonden, nl.: 1 SHERMAN-eenheid = 1,4 I E. Echter komen aanzienlijke schommelingen voor, niet alleen tusschen verschillende laboratoria, maar ook in hetzelfde laboratorium op verschillende tijden. COWARD c.s. ¹⁾ b.v. verkregen met één en dezelfde soort levertraan op verschillende tijden de volgende vijf-weeksche gewichtstoename (gemiddelden van 9 tot 16 ratten): 10,3, 11,9, 14,9, 7,3, 19,0, 14,0, 27,7, 34,0, 22,8, 13,4, 23,6 en 18,6 g. Voor de omrekening van biologische tot chemische eenheden zouden hier dus nog aanzienlijk meer uiteenlopende conversiefactoren voor den dag zijn gekomen. Wil men inderdaad de uitkomsten van dierproeven in I E uitdrukken, dan is dit slechts mogelijk door tegelijkertijd dierproeven met een standaardpraeparaat aan te zetten, hetgeen voor ons doel echter niet noodzakelijk was en daarom is nagelaten.

Wij kunnen thans overgaan tot de onderlinge vergelijking van de botervetten uit het wel en het niet geconserveerde materiaal.

Bij proef n°. I (fig. 1; $9\frac{1}{2}$ à 10 atm. overdruk; 4 à 5° C), welke meer een oriënteerend karakter droeg, ging het vooral om het eventueele verschil tusschen den room, welke niët en die welke 87 dagen geconserveerd was, vandaar dat de meeste dieren boter van het aldus behandelde en van het onbehandelde materiaal ontvingen. Verschil was evenwel niet te bespeuren, ook niet bij vergelijking met de groepen, welke de boter uit den minder lang geconserveerden room ontvingen. 250 mg boter (= ± 200 mg botervet) per dag en per dier heeft in alle gevallen een behoorlijken groei veroorzaakt, terwijl ook 120 mg een bevredigende gewichtstoename heeft gegeven. Bij de dosis van 60 mg was de groei bij alle groepen geremd, in de groepen rechts echter niet meer dan in de groepen links. Nog sterker was de remming bij 30 mg; echter ook hier werd geen verschil tusschen de linksche en rechtsche groep waargenomen. Chemisch en biologisch onderzoek stemden bij proef n°. I dus goed met elkaar overeen.

Proef n°. IV (fig. 2; 67 d. bij 11 atm. overdruk; 4 à 5° C). Ook bij deze proef had het chemisch onderzoek geen verlies van eenige beteekenis te zien gegeven. Inderdaad waren op een hoeveelheid van 50 mg botervet ook de groeilijnen practisch niet verschillend, evenmin als op 25 mg. Bij $12\frac{1}{2}$ mg was evenwel eenig verschil zichtbaar; de dieren welke het vet uit den ongeconserveerden room hebben gebruikt, zijn nl. duidelijk beter gegroeid. Al is dus tenslotte de indruk van de dierproef hier iets minder gunstig dan die der chemische

¹⁾ COWARD, The biological Standardisation of the Vitamins, Londen (1938).
COWARD, KEY, MORGAN, *Bioch. Journ.* 27 (1933) 873.

proef, toch moeten wij getuigen, dat ook de eerste een zeer goed resultaat heeft opgeleverd.

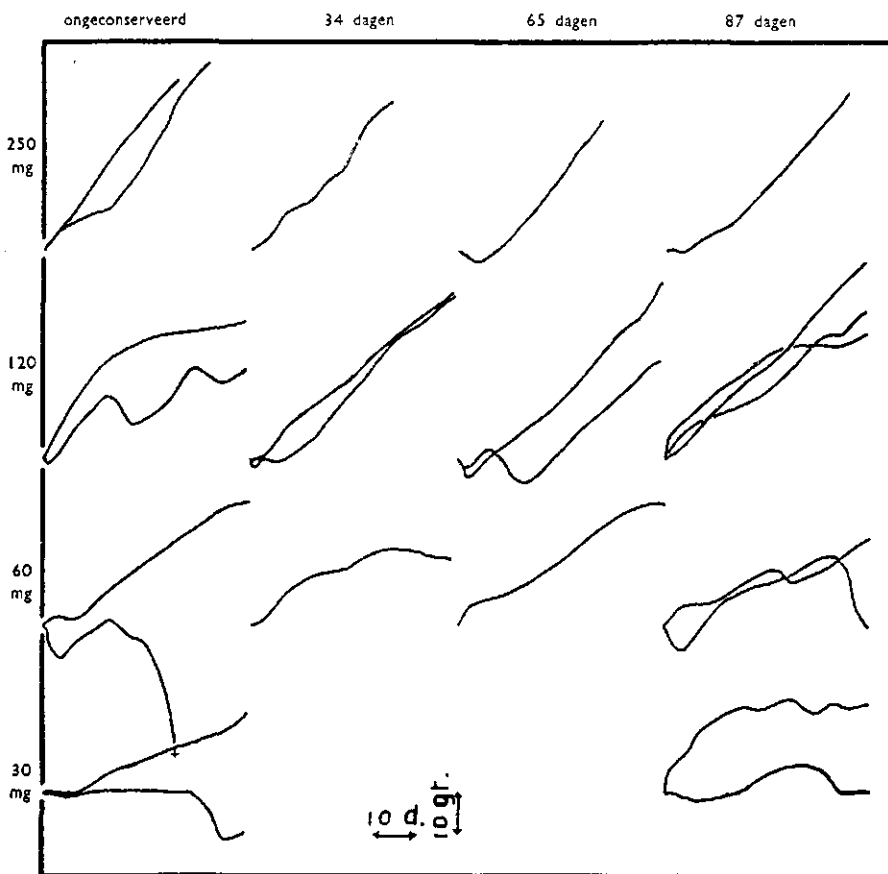


Fig. 1

Proef n^o. I. Groeilijnen van ratten op boter, bereid uit rauwen room, welke achtereenvolgens 0, 34, 65 en 87 dagen is geconserveerd bij $9\frac{1}{2}$ à 10 atm. zuurstofoverdruk en 4 à 5° C. De toegediende hoeveelheden boter bedroegen 250, 120, 60 en 30 mg per dier en per dag.

Uit de groeilijnen blijkt, dat geen vermindering der vitamine-A-functie van eenige beteekenis is ingetreden.

Proef n^o. VI (fig. 3; 73 d. bij 10 en 12 atm. overdruk; 4 à 5° C). De doses bedroegen hier 50 en 25 mg botervet. Bij de laatstgenoemde dosis werd weinig of geen verschil tusschen de groepen gezien. Bij 50 mg echter waren de groeilijnen der ratten, welke het vet uit de geconserveerde melk ontvingen, dooreengenomen minder steil. Ook hier wijst de dierproef derhalve op eenige be-

ongeconserveerd

67 dagen

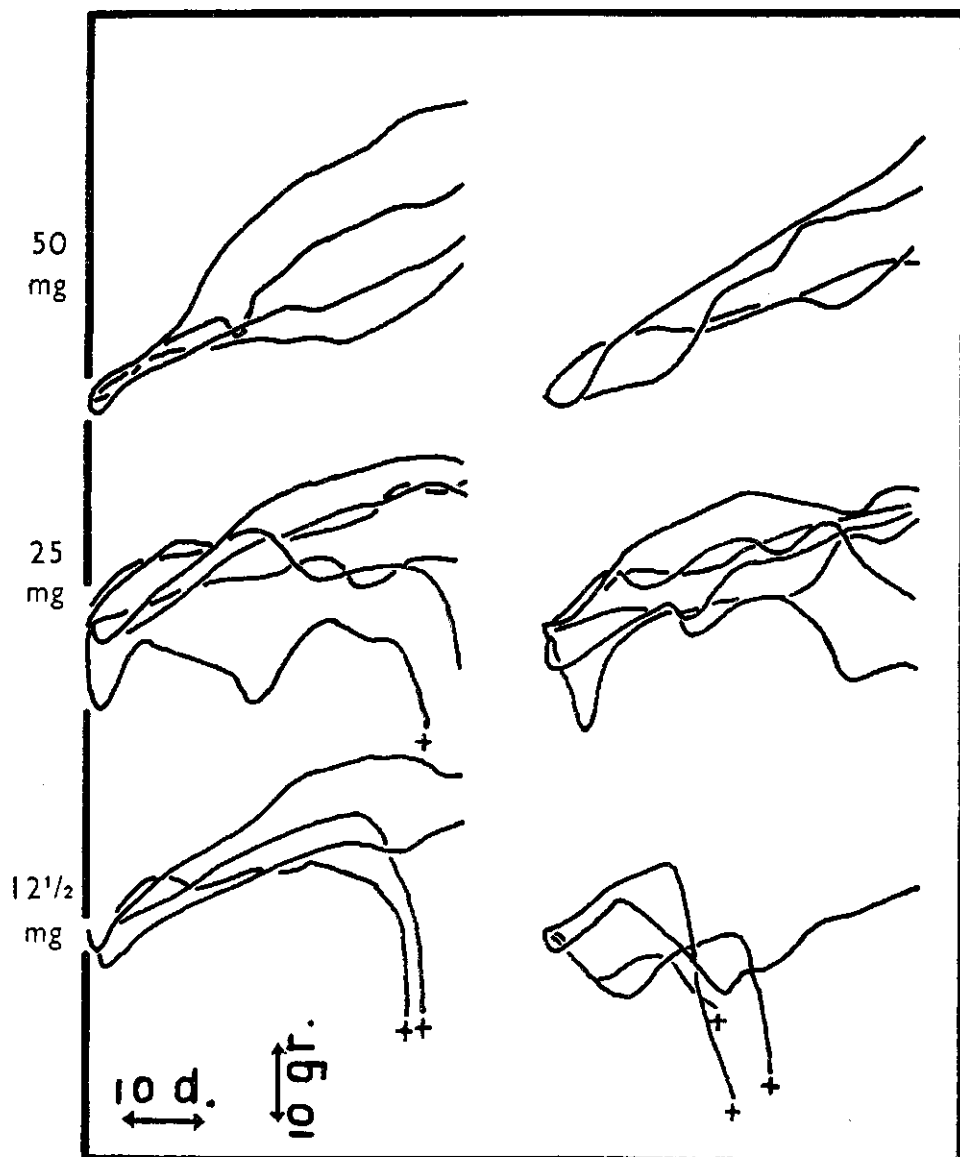


Fig. 2

Proef n°. IV. Groeilijnen van ratten op botervet, bereid uit gepasteuriseerden room, welke 0 en 67 dagen is geconserveerd bij 11 atm. zuurstofoverdruk en 4 à 5° C. De toegediende hoeveelheden vet bedroegen 50, 25 en 12½ mg per dier en per dag.

Alleen bij de dosis van 12½ mg schijnt de groei op het vet uit den ongeconserveerden room beter dan op dat uit het geconserveerde materiaal. De vitaminedestructie is echter niet belangrijk geweest.

schadiging, hetgeen in overeenstemming is met het chemisch onderzoek. Toch was op grond van de chemische bepalingen een iets duidelijker verschil tusschen de groeilijnen verwacht. Wij hebben daarom na afloop der dierproeven de chemische bepalingen nog herhaald en het verschil toen inderdaad iets kleiner

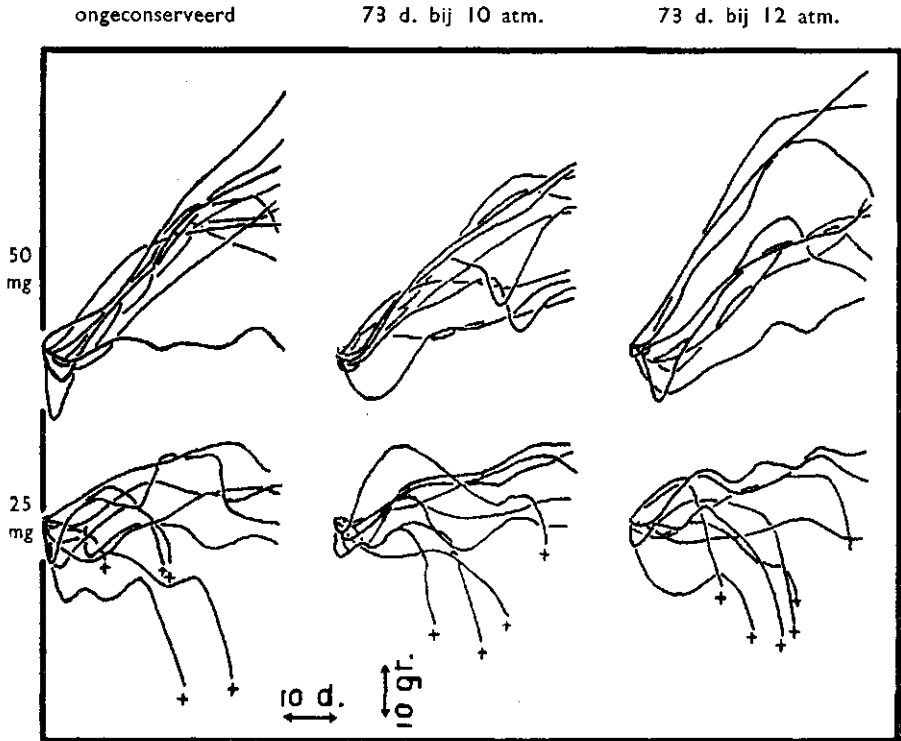


Fig. 3

Proef n°. VI. Groeilijnen van ratten op botervet, bereid uit rauwe melk, welke al of niet 73 dagen is geconserveerd bij 10 en bij 12 atm. zuurstofoverdruk en 4 à 5° C. De toegediende hoeveelheden vet bedroegen 50 en 25 mg per dier en per dag.

Bij de dosis van 50 mg waren de groeilijnen der ratten, welke het vet uit de geconserveerde melk ontvingen, dooreengenomen minder steil. Echter was de achteruitgang van de vitamine-A-functie ook hier niet belangrijk.

gevonden. In het laatste geval werden de bepalingen direct na elkaar verricht. Tusschen de vroeger in deze beide boters verrichte chemische bepalingen daarentegen lag een aanzienlijk tijdsverschil, omdat het vet uit het geconserveerde materiaal uiteraard pas veel later beschikbaar kwam, gedurende welken tijd ook in het vet uit de ongeconserveerde melk de vitamineconcentratie wel iets achteruit kan zijn gegaan. De biologische bepalingen echter vonden tegelijkertijd plaats.

ongeconserveerd

34 dagen

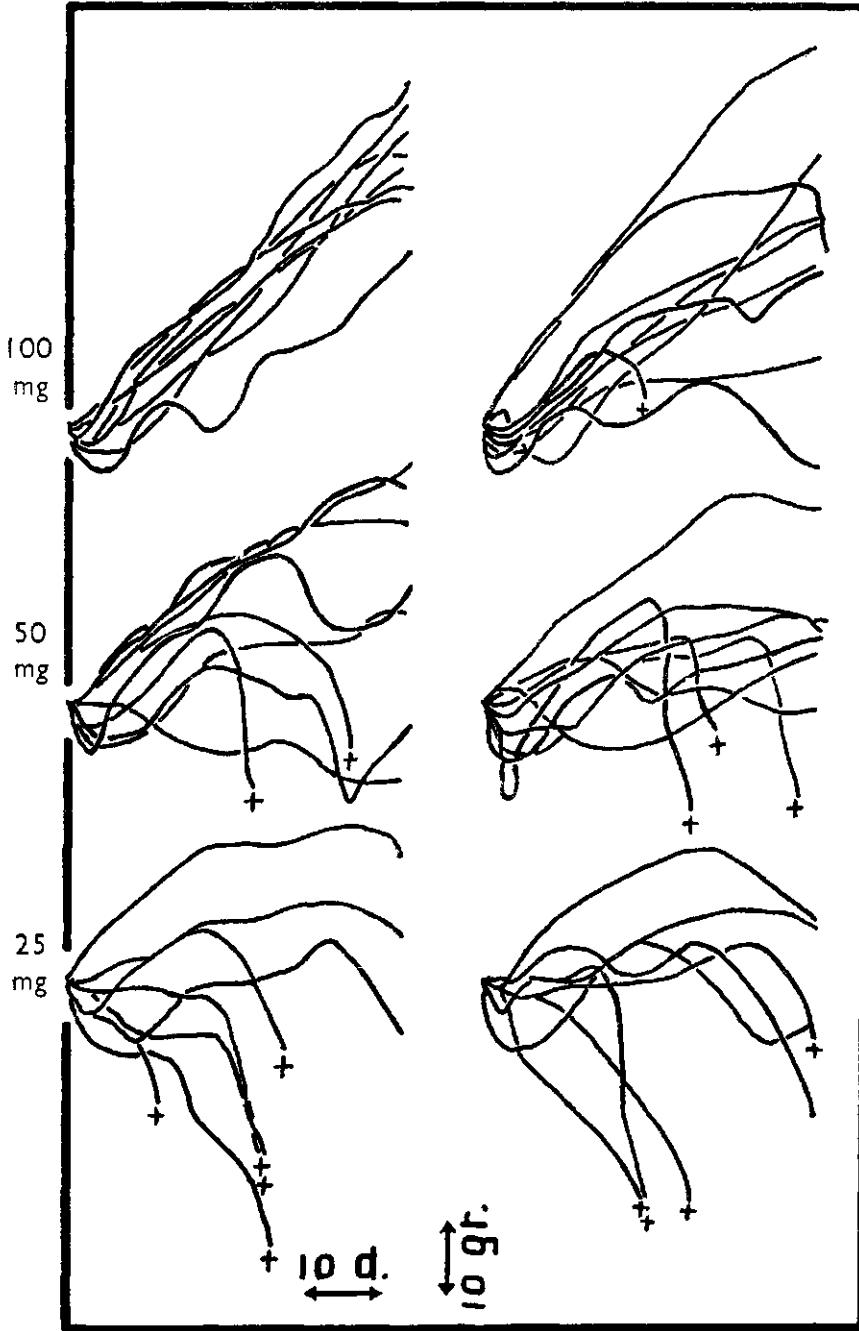


Fig. 4

Proef n°. VII. Groeilijnen van ratten op botervet, bereid uit gepasteuriseerde melk, welke 0 of 34 dagen is geconserveerd bij 10 atm. zuurstofoverdruk en 19° C. De toegedeeide hoeveelheden vet waren 100, 50 en 25 mg per dag en per dier. De groeilijnen op het vet uit de geconserveerde melk zijn iets minder goed; intusschen nam de vitaminestructie zelf: hier, bij 19° C, geen verontrustende afmetingen aan.

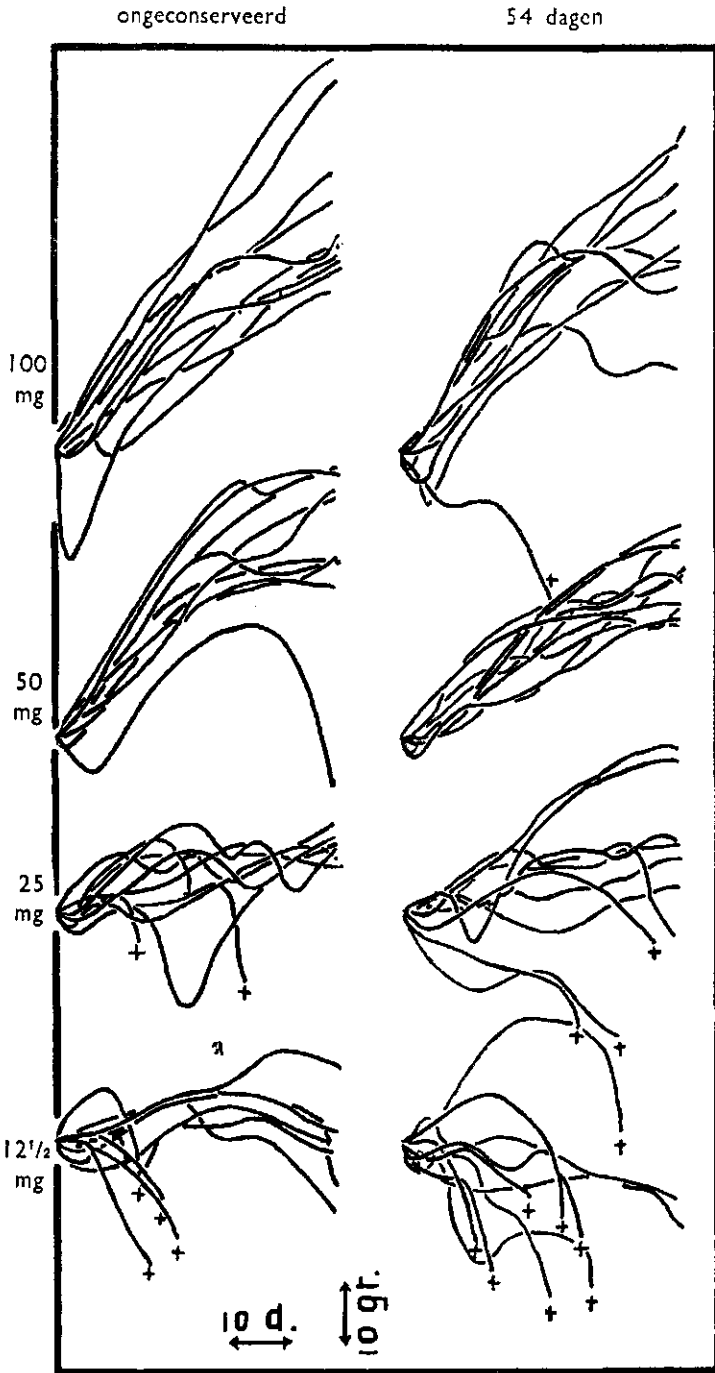


Fig. 5

Proef n°. IX. Groeilijnen van ratten op botervet, bereid uit rauwvet, welke 0 of 54 dagen is geconserveerd bij 10 atm. zuurstofoverdruk en 4 à 5° C. De toegedende hoeveelheden vet waren 100, 50, 25 en 12 1/2 mg per dag en per dier. Bij de doses van 50 en 12 1/2 mg zijn de groeilijnen op het vet uit den geconserveerden room iets minder goed geweest. Evenwel blijkt ook hier de vitaminefunctie slechts weinig achteruit te zijn geloopen.

Hoe het ook zij, zoowel de chemische als de biologische bepalingen wijzen er op, dat bij deze proef een matige beschadiging van de vitamine-A-functie is ingetreden.

Proef n°. VII (fig. 4; 34 d. bij 10 atm. overdruk; 19° C). Hoewel de uitkomsten van het chemische onderzoek hier tot onze verbazing bij beide vetten vrijwel gelijk waren uitgevallen, meenen wij uit de groeilijnen toch tot een duidelijken achteruitgang te moeten besluiten, welke intusschen zelfs hier, bij 19° C, nog geen verontrustende afmetingen aannam. Aangezien dit echter onze eenige proef bij 19° C was, zal verder onderzoek noodig zijn, indien men bij het „HOFIUS-procédé” tot hoogere temperaturen zou willen overgaan.

Proef n°. IX (fig. 5; 54 d. bij 10 atm. overdruk; 4 à 5° C). Zooals gezegd werd hier het vet uit den ongeconserveerden room ook met ratten direct onderzocht, dat uit den geconserveerden pas later en wel zoodra het beschikbaar kwam. Volgens het chemische onderzoek was de vitaminefunctie hier tot ongeveer 3/4 van de oorspronkelijke waarde teruggelopen. Ook uit de figuur 5 schijnt eenige achteruitgang onmiskenbaar, hetgeen het duidelijkst tot uiting komt bij de groeilijnen, betrekking hebbende op 50 en op 12½ mg botervet. Ook hier is er dus overeenstemming, alhoewel men op grond van de dierproeven tot een geringere afneming zou kunnen besluiten dan uit de chemische bepaling, hetgeen echter wel weer zal samenhangen met de meermalen gesignaleerde foutenbronnen.

Ten slotte betuigen wij aan den analist H. J. NIJKAMP onzen besten dank voor de uitvoering der scheikundige analyses.

Samenvatting

Er werd bij negen proeven met behulp van fysiologisch-chemische methoden een onderzoek ingesteld naar het gedrag van het vitamine A en van de carotine bij conservatie van melk en room volgens het zoog. HOFIUS-procédé. Bij vijf dezer experimenten werden bovendien dierproeven met ratten genomen. De zuurstofoverdruk gedurende de conservatie bedroeg meestal 10 atm., de temperatuur meestal 4 à 5° C en de duur der conservatie één à drie maanden.

Bij het chemisch onderzoek bleek, dat zoowel carotine als vitamine A bij een circa twee maanden durende conservatie grootendeels behouden bleef; ook uit dierproeven volgde geen aanmerkelijke vermindering van de totale A-functie. Sometijds was de achteruitgang bij dit chemisch en biologisch onderzoek minimaal, andere malen iets grooter; maar steeds werd na de conservatie meer dan 2/3 van de oorspronkelijk aanwezige hoeveelheid carotine + vitamine A teruggevonden.

Er werd eenige aanwijzing gevonden, dat het verlies in vertind koperen tanks iets grooter was dan in vaten van roestvrij staal.

ZUSAMMENFASSUNG

ÜBER DAS VITAMIN A UND DAS KAROTIN BEI DER AUFBEWAHRUNG VON MILCH UND RAHM UNTER SAUERSTOFF-DRUCK (SOGENANNTES HOFIUS-VERFAHREN)

Es wurde in neun Versuchen mittels physiologisch-chemischer Methoden das Verhalten des A-Vitamins und des Karotins bei der Konservierung von Milch und Rahm nach dem sog. HOFIUS-Verfahren untersucht. In fünf dieser Experimente wurden ausserdem Tierversuche mit Ratten angestellt. Der Sauerstoffüberdruck während der Konservation betrug meistens ± 10 Atm., die Temperatur meistens 4 bis 5° C und die Dauer der Konservation ein bis drei Monate.

Aus der chemischen Untersuchung ging hervor, dass sowohl das Karotin wie das Vitamin A bei einer etwa zwei Monate dauernden Konservation grösztenteils erhalten blieb; auch der Tierversuch zeigte keine erhebliche Verminderung der totalen A-Funktion. Bisweilen war der Rückgang bei diesen chemischen und biologischen Untersuchungen minimal, in anderen Fällen etwas grösser; immer jedoch wurden nach der Konservation mehr als zwei Drittel der ursprünglichen A-Stoffe (Vitamin A + Karotin) zurückgefunden.

Es wurden Anweisungen gefunden, dass der Verlust in verzinnnten kupfernen Tanks etwas grösser war als in Gefässen von rostfreiem Stahl.