

## RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION HOORN

DE INVLOED VAN TIJDELIJKE VERHOOGINGEN IN  
TEMPERATUUR OP DE CONSISTENTIE EN DE  
STRUCTUUR VAN BOTER

DOOR

H. MULDER

(Ingezonden 13 September 1945)

Ofschoon iedereen er van doordrongen is, dat boter bij een lage temperatuur moet worden vervoerd en bewaard, worden niet altijd de noodige maatregelen genomen om dit te verwezenlijken.<sup>1)</sup> In de praktijk is de boter dikwijls aan groote schommelingen in temperatuur blootgesteld; het komt zelfs voor, dat ze tijdens het vervoer temperaturen van 20° C. en hooger krijgt. Dergelijke hoge temperaturen zullen in het algemeen schadelijk voor de kwaliteit zijn. Er is echter weinig bekend over den invloed, dien ze op de stevigheid van de boter hebben. In aansluiting met onze vroegere onderzoekingen over het naharden van boter en den invloed van de temperatuur op dat proces<sup>2)</sup> en over den invloed van de temperatuur op de stevigheid van boter<sup>3)</sup> hebben we thans eenige proeven genomen over den invloed van tijdelijke verhoogingen in temperatuur op de stevigheid van nageharde boter.

Dikwijls wordt verondersteld, dat schommelingen in temperatuur een nadeeligen invloed op de stevigheid van boter hebben. Bij reeds eerder beschreven dilatometrische onderzoekingen<sup>4)</sup> konden we aantoonen, dat tijdelijke verhoogingen in temperatuur bij room ten gevolge hebben, dat na die temperatuurbehandeling een kleiner deel van het vet in den vasten toestand verkeert dan voor de behandeling. Dit is zeker ook het geval bij boter. Men mag dus verwachten, dat er in boter van 13° C., die tot b.v. 20° C. verwarmd is geweest en daarna weer tot 13° C. werd gekoeld, minder vast vet voorkomt dan vóór het verwarmen tot 20° C. Daar boter steviger is, naarmate ze meer vast vet bevat, zou men uit het bovenstaande kunnen afleiden, dat de genoemde schommelingen in temperatuur de stevigheid zullen verlagen.

De stevigheid van boter wordt echter niet alleen door de hoeveelheid vast vet bepaald, maar o.a. ook door de structuur van dat vaste vet. Als nageharde boter tot 20° C. wordt verwarmd, zal een deel van het vaste vet smelten. Bij een daarop volgende afkoeling gaat dat gesmolten vet weer stollen. Hierbij kunnen allerlei deeltjes met elkaar vergroeien en kunnen structuren, kristalbouwseltjes, in boter ontstaan. Deze bouwsels kunnen zooals we vroeger aantoonde, de boter een zekere stevigheid geven.

Er zijn dus evengoed argumenten te vinden voor de voorspelling, dat boter ten gevolge van een tijdelijk verblijf bij een hoge temperatuur steviger zal worden, als voor de voorspelling, dat ze ten gevolge van die behandeling aan stevigheid zal verliezen. Daar de grootte van de besproken invloeden echter niet nauwkeurig bekend is, kan niet worden voorspeld

of boter ten gevolge van schommelingen in temperatuur steviger of minder stevig zal worden.

De eerste proeven werden in den zomer genomen met boter, bereid uit room, die na het pasteuriseeren tot ca. 13° C. was gekoeld, bij 13—15° C. was gezuurd en bij ca. 15° C. was gekarnd; de boterkorrels werden gewasschen met water van 11,5° C. Dadelijk na het karnen werd de boter in busjes van aluminium verpakt en in een kelder met een temperatuur van ca. 13° C. gelegd om na te harden. Toen ze eenige dagen bij die temperatuur had gelegen, werd een deel van de busjes gedurende 24 uren in een waterbad van 19° C. gelegd en daarna weer in den kelder van 13° C. gebracht. De rest van de busjes bleef voortdurend bij 13° C. liggen. Vijf dagen later werd de stevigheid van alle monsters boter bij 13,5° C. bepaald met behulp van het toestel van KRUISHEER en DEN HERDER. Tabel 1 bevat het resultaat van deze proeven.

TABEL 1

| Behandeling van de boter                           | Stevigheid bij 13,5° C |         |         |
|----------------------------------------------------|------------------------|---------|---------|
|                                                    | Proef 1                | Proef 2 | Proef 3 |
| 5 dagen 13° C, 24 uren 19—20° C, 5 dagen 13° C . . | 40                     | 39      | 42      |
| Voortdurend bij 13° C . . . . .                    | 30                     | 31      | 31      |

Ten gevolge van het tijdelijke verblijf bij 19° C. was de boter veel steviger geworden (bij 13° C.). De gevormde kristalbouwsels hadden de stevigheid dus meer verhoogd dan de gefractioneerde kristallisatie van het vet haar had verlaagd.

Nu komt er bij 13° C. veel meer vast vet voor dan bij 19° C. Bij de laatstgenoemde temperatuur bevat de boter zelfs zeer weinig vast vet. Men mag dus verwachten, dat de invloed van kristalbouwsels bij een hogere temperatuur veel geringer zal zijn dan bij 13° C.; bij de laatstgenoemde temperatuur zullen de kristalbouwsels waarschijnlijk steviger zijn en veelvuldiger voorkomen dan bij een hogere. Men kan zich dus met recht afvragen of de extra-stevigheid bij lage temperaturen, die de boter ten gevolge van een tijdelijke verwarming kan krijgen, ook bij hogere temperaturen kan worden geconstateerd. Ten einde dit na te gaan, werd de stevigheid bij de volgende proeven niet alleen bij 13° C., maar ook bij ca. 19° C. bepaald. (De boter werd op de laatstgenoemde temperatuur gebracht door haar, in busjes verpakt, gedurende 2 uren in een waterbad van die temperatuur te leggen). Tevens werden de proeven uitgebreid door, behalve busjes met boter tijdelijk bij 19° C. te plaatsen, ook monsters gedurende een dag bij 16° en bij 22° C. te bewaren. Tabel 2 bevat de resultaten van eenige proeven.

Ook nu weer was de boter, die gedurende een dag bij een hogere temperatuur had gestaan, bij 13° C. steviger dan de boter, die gedurende den geheelen tijd bij 13° C. had gestaan. De vermeerdering in stevigheid

# RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION HOORN DE SAMENSTELLING VAN AFZONDERLIJKE MELK- VETBOLLETJES

DOOR

H. MULDER

(Ingezonden 13 September 1945)

Er zijn reeds zeer veel onderzoeken uitgevoerd over de variaties, die in de samenstelling van melkvet kunnen voorkomen. In het algemeen heeft men bij deze onderzoeken gebruik gemaakt van een mengsel van de melk van verschillende koeien. Ook werden dikwijls mengsels van eenige melkmalen van dezelfde koe of één enkel melkmaal bij de onderzoeken gebruikt. Slechts in een enkel geval werd nagegaan of er verschillen in samenstelling tusschen het vet van verschillende fracties van een melkmaal kunnen voorkomen. Het is nog niet bekend of de afzonderlijke vetbolletjes van een melkmaal gelijk van samenstelling zijn of dat ze verschillende vetten bevatten.

De melk, waarmede men in de praktijk werkt, zal in het algemeen vetbolletjes met een verschillende samenstelling bevatten. Deze melk immers is meestal verkregen door het mengen van de melk van verschillende koeien. Men heeft meermalen getracht de vetbolletjes van gemengde melk in groepen van verschillende samenstelling te verdeelen. In de meeste gevallen heeft men dit willen bereiken door de bolletjes in groote en kleine te scheiden, in de hoop, dat de groote en de kleine bolletjes een verschillende samenstelling hebben.

SCHRÖDER (1) onderzocht de samenstelling van het vet van den room, die zich snel op melk vormde (I), van het vet van de roomlaag, die zich daarna afzette (II) en van het vet van de ondermelk (III); tabel 1. Hij vermeldde niet op welke wijze hij het vet uit den room afscheidde. MOHR en MOOS (2) namen soortgelijke proeven. Ze extraheerden het vet uit den room en de ondermelk met behulp van alcohol en aether en zullen dus behalve vet, ook veel vetachtige stoffen hebben afgescheiden.

Zowel SCHRÖDER als MOHR en MOOS vonden tusschen het vet van de drie fracties dus zeer groote verschillen in samenstelling. Het is opmerkelijk, dat MOHR en MOOS voor het vet met het laagste smeltpunt het laagste

TABEL 1

|     | SCHRÖDER             |                       |                | MOHR en MOOS         |                 |                |                      |
|-----|----------------------|-----------------------|----------------|----------------------|-----------------|----------------|----------------------|
|     | Kleur van<br>het vet | Soortelijk<br>gewicht | Smelt-<br>punt | Kleur van<br>het vet | S.g.<br>(20° C) | Smelt-<br>punt | Refractie-<br>cijfer |
| I   | goudgeel             | 0,90                  | 33° C          | goudgeel             | 0,90            | 34° C          | 39,0                 |
| II  | "                    | 0,92                  | 33° C          | lichtgeel            | 0,92            | 36° C          | 41,6                 |
| III | wit                  | 0,94                  | 42° C          | wit                  | 0,94            | 40° C          | 43,7                 |

(1) C 39

4542521

refractometercijfer vonden. In het algemeen nl. smelt een vet met een laag refractometercijfer bij een hooge temperatuur.

GUTZEIT (3) verrichtte in 1895 een uitvoerig onderzoek over de samenstelling van groote en die van kleine vetbolletjes. Hij vergeleek de samenstelling van het vet van de roomlaag die zich snel op melk vormde, met die van het vet van den weiroom, die hij verkreeg door centrifugemelk, uit dezelfde melk gemaakt, te stremmen en de gevormde wei te centrifugeeren. De vetbolletjes van den scheproom en die van den weiroom verschilden veel in grootte. Terwijl de eerstgenoemde gemiddeld een volumen hadden van  $12,7 \mu^3$ , hadden de laatstgenoemde een gemiddelden inhoud van ongeveer  $1 \mu^3$ . De beide soorten room werden gekarnd, de boter werd gesmolten en het vet door filtreren van plasma bevrijd. De eigenschappen van de beide verkregen soorten vet waren bijna geheel gelijk (s.g., smp., refractie, vluchtige en onoplosbare vetzuren, verzeepingsgetal, joodgetal, kleur).

GUTZEIT vond verder, evenals COLLIER eenige jaren te voren (4), dat de vetbolletjes van de eerste stralen van één melkmaal gemiddeld kleiner waren dan de vetbolletjes van de laatste stralen. Hij ving van een melkmaal 3 porties melk op, nl. in het begin, in het midden en in het laatst, en bepaalde de samenstelling van het vet van deze porties. Ook nu weer scheidde hij het vet af door de boter, die hij bij het karnen van de monsters melk verkreeg, te smelten. Het gelukte GUTZEIT niet een verschil tusschen de 3 soorten vet aan te toonen. Daar de boteropbrengst bij het karnen van de melk slechts 50 % bedroeg, is deze proef echter niet overtuigend. Uit zijn gezamenlijke waarnemingen besloot GUTZEIT, dat het vet van de vetbolletjes van één melkmaal gelijke chemische en physische eigenschappen heeft.

Volgens de literatuuropgave van HUNZIKER (6) verkregen SIEDELL en SHAW en ECKLES ongeveer dezelfde resultaten als GUTZEIT. HUNZIKER, MILLS en SPITZER vonden evenmin een verschil in samenstelling tusschen groote en kleine vetbolletjes. Ook STORGARDS (5) zegt in een recente mededeeling nagenoeg geen verschil te hebben gevonden.

GRIMMER (7) vond het logisch dat de vetbolletjes van één melkmaal een gelijke samenstelling hebben, omdat volgens hem de physiologische omstandigheden voor alle melkkliercellen die tegelijkertijd werkzaam zijn, gelijk moet wezen. Tegen deze opvatting kan worden aangevoerd, dat alle melk van één maal niet op hetzelfde oogenblik wordt gevormd.

VAN DAM en HOLWERDA (8) vonden bij soortgelijke proeven als die van GUTZEIT, in tegenstelling met de laatstgenoemde, wel een verschil in samenstelling tusschen het vet van groote en dat van kleine vetbolletjes. Roomvet, afkomstig van gemengde melk, had volgens hen een lager joodgetal en een lager refractometercijfer dan het vet van de centrifugemelk, die bij den room behoorde. Daar ze het vet niet, zooals GUTZEIT dit had gedaan, door smelten van boter hadden afgescheiden, doch door extractie volgens de methode van Röse-Gottlieb, vreesden ze te recht, dat hun vet verontreinigd was met vetachtige stoffen en dat daarmede misschien het geringe verschil, vooral dat in refractie, geheel of gedeeltelijk zou moeten worden verklaard. Teneinde meer zekerheid te krijgen, bereidden ze boter uit scheproom en uit den centrifugeroom, die ze uit de ondermelk van den schep-

room maakten. Het verschil in grootte van de vetbolletjes was nu geringer dan bij de eerstgenoemde proeven. De refractometercijfers van het vet van de beide botersoorten waren tennaastebij gelijk; het joodgetal van het vet van den scheproom was ongeveer een eenheid lager dan dat van het vet van den centrifugeroom. Hiermede in overeenstemming was, dat de boter uit den scheproom iets steviger was. Daar bij deze laatste proeven, ondanks het geringere verschil in grootte van de vetbolletjes, een even groot verschil in joodgetal als bij de eerste proevenserie werd gevonden, terwijl er geen verschil in refractie kon worden geconstateerd durfden VAN DAM en HOLWERDA niet met zekerheid uit hun proeven af te leiden, dat er een verschil in samenstelling tusschen de groote en de kleine vetbolletjes bestond.

STRKS (9) vond bij zijn proeven, waarover nog geen uitvoerige mededeeling verscheen, evenals VAN DAM en HOLWERDA, een gering verschil in joodgetal tusschen de groote en de kleine vetbolletjes. Tusschen de refractometercijfers kon hij echter geen verschil vinden.

Bij de meeste van de bovengenoemde proeven heeft men getracht de vetbolletjes van een mengsel van verschillende melksoorten naar de samenstelling in groepen te verdeelen. Soms was dit noodzakelijk, omdat men de eigenschappen van de gemengde melk als zoodanig wilde leeren kennen. Als men naar verschillen in samenstelling tusschen de vetbolletjes zoekt, kan men echter beter niet van gemengde melk uitgaan, omdat men dan de vetbolletjes moet sorteerden. Het lijkt eenvoudiger te trachten de vetbolletjes met een verschillende samenstelling zooveel mogelijk afzonderlijk op te vangen, zoodat ze niet gemengd raken. De beste methode zou natuurlijk zijn de vetbolletjes afzonderlijk te onderzoeken, maar dat is niet practisch uitvoerbaar.

Uit mededeelingen van verscheiden onderzoekers volgt, dat de samenstelling van de melk van de eerste stralen tamelijk veel van die van de laatste stralen van een melkmaal kan verschillen. SCHOLZ (10) en RIESSIG (11) gaven een literatuuroverzicht over dit onderwerp. Volgens hun mededeelingen verschilt de eerste fractie van een melkmaal van de laatste, wat betreft het gehalte aan vet, eiwit en zout, het soortelijk gewicht, de refractie, het geleidingsvermogen voor electriciteit, de grootte van de vetbolletjes, enz. Als er verschillen in samenstelling tusschen de vetbolletjes voorkomen, zullen die dus misschien kunnen worden gevonden tusschen het vet van de eerste en dat van de laatste stralen. Ofschoon GUTZERT reeds een dergelijk onderzoek verrichtte en geen verschil in samenstelling kon aantoonen, hebben we een onderzoek in deze richting uitgevoerd.

Bij het melken werd van elk kwartier van dezelfde koe ongeveer 30 cm<sup>3</sup> van de eerste melk opgevangen. Vervolgens werd, nadat het kwartier ongeveer voor de helft was uitgemolken, weer een weinig melk afzonderlijk opgevangen en ten slotte als de koe was uitgemolken, nogmaals. Van deze 12 monstertjes werd het vet met behulp van ammonia en butylalcohol afgescheiden volgens een methode, die we in een vorige mededeeling uitvoerig beschreven (12).

Van het afgescheiden vet werd het refractometercijfer bepaald. Het resultaat van eenige van deze proeven is samengesteld in tabel 2.

TABEL 2

| Koe                                    | Kwartier    | Refractometercijfer |        |      |
|----------------------------------------|-------------|---------------------|--------|------|
|                                        |             | Begin               | Midden | Eind |
| —                                      | rechts voor | 43,2                | 43,0   | 42,7 |
|                                        | „ achter    | 43,1                | 42,9   | 42,5 |
|                                        | links voor  | 43,2                | 43,0   | 42,6 |
|                                        | „ achter    | 43,0                | 43,0   | 42,5 |
| N°. 63. Begin van de lactatieperiode . | rechts voor | 47,2                | 47,4   | 47,2 |
|                                        | „ achter    | 47,1                | 47,4   | 47,3 |
|                                        | links voor  | 47,3                | 47,4   | 47,2 |
|                                        | „ achter    | 47,2                | 47,5   | 47,4 |
|                                        | voorhelft   | 44,5                | 44,5   | 44,0 |
|                                        | achter „    | 44,7                | 44,8   | 44,3 |
| Eind „ „ „ .                           | rechts voor | 43,7                | 43,7   | 42,5 |
|                                        | „ achter    | 43,6                | 43,8   | 42,6 |
|                                        | links voor  | 43,6                | 43,6   | 42,8 |
|                                        | „ achter    | 43,6                | 43,6   | 42,5 |
|                                        | gemengd     | 43,7                | 43,6   | 43,2 |
|                                        |             |                     |        |      |
| N°. 93. Begin van de lactatieperiode . | rechts voor | 42,3                | 42,1   | 42,1 |
|                                        | „ achter    | 42,3                | 42,2   | 42,0 |
|                                        | links voor  | 42,4                | 42,3   | 42,2 |
|                                        | „ achter    | 42,3                | 42,2   | 42,0 |
|                                        | gemengd     | 42,9                | 42,8   | 42,6 |
|                                        |             |                     |        |      |
| Eind „ „ „ .                           | rechts voor | 42,3                | 42,1   | 42,1 |
|                                        | „ achter    | 42,3                | 42,2   | 42,0 |
|                                        | links voor  | 42,4                | 42,3   | 42,2 |
|                                        | „ achter    | 42,3                | 42,2   | 42,0 |
|                                        | gemengd     | 42,9                | 42,8   | 42,6 |
|                                        |             |                     |        |      |

Bij deze proeven had het vet van de laatste stralen in het algemeen een lager refractometercijfer dan het vet van de eerste stralen. Het verschil tusschen „begin” en „midden” leek wel geringer te zijn dan dat tusschen „midden” en „eind”. Bij koe n°. 63 (oudmelksch) vonden we een uitzondering; het vet van de middenste stralen van een melkmaal had een hooger refractometercijfer dan het vet van de eerste stralen. Later, toen de koe had gekalfd, was dit niet meer het geval.

Het valt bij de cijfers van tabel 2 op, dat de refractie van het vet van de 4 kwartieren slechts weinig verschilt. In alle kwartieren veranderde het refractometercijfer nagenoeg evenveel.

Daar de refractometercijfers van het vet van verschillende kwartieren van een koe bijna gelijk waren en de eerste stralen slechts zoo weinig vet bevatten, dat meestal van vrij veel melk moest worden uitgegaan om voldoende vet afgescheiden te krijgen, terwijl het vet van deze stralen toch weinig verschilde van het vet van de middenste melkfractie, werden bij de volgende proeven dikwijls slechts 2 monsters genomen teneinde chemicaliën en tijd te besparen. Een monster werd genomen als de koeien ongeveer half waren uitgemolken, het andere monster tegen het laatst van het melken.

TABEL 3

| Koe<br>N°. | In het begin van een lactatieperiode |        |      | In het einde van een lactatieperiode |        |      |
|------------|--------------------------------------|--------|------|--------------------------------------|--------|------|
|            | Begin                                | Midden | Eind | Begin                                | Midden | Eind |
| 4          | 43,8                                 | 43,8   | 43,0 | 43,3                                 | 42,7   | 42,4 |
| 53         | 44,0                                 | 44,0   | 43,4 | 43,5                                 | 43,7   | 42,7 |
| 55         | —                                    | 43,7   | 42,5 | 43,7                                 | 43,6   | 43,2 |
| 63         | 44,5                                 | 44,5   | 44,0 | 44,6                                 | 44,6   | 44,6 |
| 93         | —                                    | 42,2   | 42,0 | —                                    | 42,8   | 42,8 |
| 6          | 44,0                                 | 43,9   | 43,1 | —                                    | 44,1   | 43,9 |
| 11         | 44,7                                 | 44,5   | 44,1 | —                                    | 43,7   | 43,4 |
| 24         | 43,3                                 | 43,2   | 43,1 | —                                    | 43,5   | 43,4 |
| 65         | 44,3                                 | 44,6   | 43,9 | —                                    | 43,4   | 43,2 |
| 8          | —                                    | 44,3   | 42,8 | —                                    | 43,8   | 43,8 |
| 19         | —                                    | 43,3   | 42,7 | —                                    | 45,0   | 44,8 |
| 14         | —                                    | 43,7   | 43,2 | —                                    | 42,8   | 42,6 |
| 62         | —                                    | 44,5   | 44,0 | —                                    | 42,6   | 42,6 |

Meestal waren de monsters van één kwartier afkomstig; soms waren het gemengde monsters van een paar kwartieren (tabel 3).

Bij bijna al deze proeven was het refractometercijfer van het vet van de laatste melk lager dan dat van de voorgaande melkporties van hetzelfde maal. We kregen den indruk, dat de kans op een duidelijk verschil groter was, naarmate de koeien meer melk gaven; ook leek het verschil bij nieuwmelksche koeien groter te zijn dan bij oudmelksche.

SVOBODA (13) merkte hetzelfde op betreffende de samenstelling van de geheele melk; volgens hem is het verschil in vetgehalte tusschen de eerste en de laatste stralen groter, naarmate de koeien meer melk geven en ze zich meer in het begin van een lactatieperiode bevinden.

Om te zien of de daling van het refractometercijfer regelmatig verloopt, werd bij het melken van een paar koeien een grooter aantal monsters genomen; tabel 4.

TABEL 4

| Monster                 | Koe n°. 55<br>nieuwmelksch | Koe n°. 63<br>oudmelksch | Koe n°. 4         |
|-------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------|
| 1, eerste stralen . . . | 43,7                       | 44,6                     | 43,6              |
| 2, na half uitmelken .  | 43,65                      | 44,45                    | 43,6              |
| 3 . . . . .             | 43,8                       | 44,6                     | 43,5              |
| 4 . . . . .             | 43,5                       | 44,6                     | 43,4              |
| 5 . . . . .             | 43,3                       | 44,6                     | 43,2              |
| 6 . . . . .             | 43,1                       | 44,6                     | 43,0              |
| 7 . . . . .             | 42,8                       | 44,6                     | 43,0              |
| 8 . . . . .             | 42,5                       | 44,6                     | 42,9              |
| 9 . . . . .             | laatste melk 42,3          | 44,5                     | laatste melk 42,9 |
| 10 . . . . .            | —                          | 44,6                     | —                 |
| 11 . . . . .            | —                          | 44,6                     | —                 |
| 12 . . . . .            | —                          | laatste melk 44,6        | —                 |

Ook bij deze proeven was er bijna geen verschil in samenstelling tusschen het vet van de eerste stralen en dat van de middenste fractie van één melkmaal. Daarna werd het refractometercijfer voor de volgende fracties voortdurend en regelmatig lager. Bij de oudmelksche koe n°. 63 was het vet van alle fracties echter gelijk.

Uit de voorgaande proeven volgt, dat de refractometercijfers van het vet van verschillende fracties van één melkmaal meestal niet gelijk zijn en dat dus de samenstelling van de vetbolletjes, die op verschillende tijden den uier verlaten, ook niet gelijk is.

Daar de vorenstaande conclusie op bepalingen van slechts één kengetal berust en er maar één methode voor het afscheiden van het vet werd gevolgd, hebben we getracht ook verschillen te vinden voor een ander kenmerkend getal. Tevens werd nagegaan of met vet, dat op een andere wijze was afgezonderd, hetzelfde kan worden aangetoond. Voor dit doel werd van een paar koeien, waarvan bekend was, dat ze melk leverden met vetbolletjes, die veel in samenstelling verschilden, uit elk kwartier van de eerste stralen melk 500 cm<sup>3</sup> opgevangen en van de laatste stralen 100 cm<sup>3</sup>. De melk van de 4 kwartieren werd samengevoegd, zoodat we 2 porties melk kregen van resp. 2 l en 400 cm<sup>3</sup>. Deze porties melk werden gekoeld, gezuurd en gekarnd. Het botervet, dat door het smelten van de boter werd verkregen, werd gefiltreerd, waarna van elke portie vet het refractometercijfer en het joodgetal werd bepaald. Tevens werd het refractometercijfer bepaald van het vet, dat uit de monsters melk met behulp van ammonia en butylalcohol werd afgescheiden; tabel 5.

TABEL 5

| Soort melk                           | Botervet  |           | Melkvet   |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                                      | Joodgetal | Refractie | Refractie |
| Koe n°. 55. Eerste stralen . . . . . | 41,8      | 44,0      | 43,8      |
| Laatste „ . . . . .                  | 35,7      | 42,5      | 42,5      |
| Koe n°. 4. Eerste stralen . . . . .  | 42,5      | 43,8      | 43,8      |
| Laatste „ . . . . .                  | 39,4      | 42,9      | 43,1      |

Het resultaat van deze proeven wijst er overtuigend op, dat er een verschil in samenstelling kan bestaan tusschen het vet van de eerste en dat van de laatste stralen van een melkmaal en dat dus de samenstelling van de vetbolletjes van een melkmaal niet gelijk is. Uit de proeven kan niet worden afgeleid of de bolletjes *altijd* een verschillende samenstelling hebben, want in sommige gevallen, b.v. tabel 4 koe n°. 63, kon geen verschil in samenstelling worden aangetoond tusschen het vet van de eerste en dat van de laatste stralen.

Om te trachten toch verschillen tusschen de samenstellingen van de vetbolletjes in soorten melk zooals die van koe n°. 63, op te sporen, werden eenige oproomingsproeven genomen naar aanleiding van de mededeelingen

van SCHRÖDER en die van MOHR en MOOS. Hierbij werden monsters melk ( $\frac{1}{2}$  l) van eenige koeien te roomen gezet door ze dadelijk na het melken in een koelkast bij 7° C. te plaatsen. Den volgenden morgen werd een weinig van de bovenste laag room afgeschept, terwijl 100 cm<sup>3</sup> ondermelk van den bodem van het vat werd geheveld. De ondermelk werd krachtig gecentrifugeerd en de hierbij gevormde roomlaag afgeschept. Uit den scheproom en den ondermelkroom werd het vet met behulp van ammonia en butylalcohol afgescheiden, waarna het refractometercijfer van het vet werd bepaald (tabel 6).

TABEL 6

| Koe<br>N°. | Roomvet | Ondermelkvet | Eerste stralen | Middenste<br>stralen | Laatste stralen |
|------------|---------|--------------|----------------|----------------------|-----------------|
| 24         | 43,3    | 43,3         | 43,3           | 43,2                 | 43,1            |
| 93         | 43,3    | 43,6         | —              | 42,2                 | 42,0            |
| 38         | 42,2    | 43,9         | 43,2           | 43,1                 | 42,9            |
| 53         | 42,3    | 43,8         | 43,5           | 43,7                 | 42,7            |
| 55         | 42,7    | 43,0         | 43,7           | 43,6                 | 43,2            |

Terwijl er in sommige gevallen geen verschil in refractometercijfer tusschen roomvet en ondermelkvet kon worden aangetoond, werd er in andere gevallen een groot verschil gevonden. Dit verschil stond niet in verband met het verschil in samenstelling tusschen vetbolletjes van de eerste en dat van de laatste stralen. Bij koe n°. 38 b.v. werd slechts een klein verschil gevonden tusschen het vet van de eerste en dat van de laatste stralen, terwijl het roomvet veel verschilde van het ondermelkvet. Omgekeerd was het verschil tusschen het vet van de eerste stralen en dat van de laatste bij koe n°. 55 grooter dan dat tusschen roomvet en ondermelkvet. Deze melk was echter niet zoo volledig opgeroomd als die van koe n°. 38. Bij het oproomingsproces zullen wel hoofdzakelijk kleine vetbolletjes in de ondermelk achterblijven, maar daar de oprooming in het algemeen niet plaats vindt door het stijgen van afzonderlijke vetbolletjes, doch door het stijgen van trossen van bolletjes, zal er niet een duidelijke scheiding tusschen groote en kleine bolletjes worden voltrokken. De aanwezigheid van een paar groote vetbolletjes in de ondermelk kan de eigenschappen van het ondermelkvet reeds veranderen, omdat de groote vetbolletjes aanzienlijk meer tot het gewicht bijdragen dan de kleine. Daarom zegt het niet veel als er géén verschil in samenstelling tusschen roomvet en ondermelkvet wordt gevonden; zie ook blz. 47.

Uit deze oproomingsproeven volgt, dat men niet zonder meer mag besluiten, dat er geen verschil in samenstelling tusschen de vetbolletjes bestaat als men geen verschil vindt tusschen roomvet en ondermelkvet of tusschen het vet van de eerste en dat van de laatste stralen van een melkmaal.

In het voorgaande werd aangetoond, dat de samenstelling van het vet van de verschillende fracties van een melkmaal meestal niet gelijk is; uit

het resultaat van de volgende proef blijkt, dat zelfs de vetbolletjes van één fractie in samenstelling kunnen verschillen. Bij het melken van de koeien n°. 38 en n°. 53 werd van de laatste melk ongeveer 200 cm<sup>3</sup> opgevangen. Deze monsters melk werden dadelijk na het melken in een koelkast bij 7° C. te roomen gezet. Van het roomvet en het ondermelkvet, die op dezelfde wijze als bij de reeds besproken oproomingsproeven werden afgezonderd, werd het refractometercijfer bepaald. Een zelfde proef werd uitgevoerd met melk van de eerste stralen van koe n°. 18.

|                                    | Refractometercijfer |              |
|------------------------------------|---------------------|--------------|
|                                    | Roomvet             | Ondermelkvet |
| Koe n°. 53, laatste melk . . . . . | 42,2                | 42,6         |
| " " 38, " " . . . . .              | 42,5                | 42,8         |
| " " 18, eerste stralen . . . . .   | 43,4                | 43,8         |

Niettegenstaande de vetbolletjes, waarop deze cijfers betrekking hebben, den uier nagenoeg tegelijkertijd verlieten, bevatten ze vet van verschillende samenstelling.

Bij al de tot hier genomen proeven was het refractometercijfer van het roomvet lager dan dat van het ondermelkvet. Dit is in overeenstemming met hetgeen MOHR en MOOS vonden. Deze onderzoekers vonden echter, evenals SCHRÖDER, voor roomvet een lager smeltpunt dan voor ondermelkvet. Naar aanleiding van de refractometercijfers zou men voor roomvet niet een lager maar een hooger smeltpunt verwachten dan voor ondermelkvet. Daarom werd getracht de waarnemingen van de bovengenoemde onderzoekers te reproduceeren door bij eenige oproomingsproeven, behalve het refractometercijfer, ook het joodgetal en het smeltpunt van de vetten te bepalen. Dadelijk na het melken werd de nog warme melk bij 7° C. te roomen gezet. Den volgende morgen werd de ondermelk onder de roomlaag vandaan geheveld en vervolgens gecentrifugeerd. Uit de verkregen porties room werd het vet met behulp van ammonia en butylalcohol afgezonderd.

|                            | Refractie-<br>cijfer | Jood-<br>getal | Smelt-<br>punt | Kleur                                    |
|----------------------------|----------------------|----------------|----------------|------------------------------------------|
| Vet uit den room . . . . . | 43,2                 | 38,5           | 34,5           | Geen verschil tus-<br>schen beide vetten |
| " " de ondermelk . . . . . | 43,6                 | 40,2           | 33,7           |                                          |

Het resultaat van deze proef is tegengesteld aan dat van de proeven van SCHRÖDER en van MOHR en MOOS, doch overeenkomstig de verwachting. Ook een herhaling van de proef, waarbij het vet uit den room en de ondermelk werd afgescheiden door een extractie met aether, evenals dat bij de proeven van MOHR en MOOS geschiedde, had hetzelfde resultaat.

De verschillen tusschen het vet van den room en dat van de ondermelk waren veel geringer dan die, welke door de bovengenoemde buitenlandsche onderzoekers werden opgegeven. Bij de melk van veel koeien konden we zelfs nauwelijks een verschil constateeren.

De vetbolletjes van de eerste stralen van een melkmaal zijn gemiddeld kleiner dan die van de laatste stralen; het vet van de laatste stralen heeft een hooger refractometercijfer dan het vet van de eerste stralen. Hieruit mag echter niet worden afgeleid, dat groote vetbolletjes een andere samenstelling hebben dan kleine. Het is bv. denkbaar, dat de verschillen in samenstelling tusschen de groote vetbolletjes onderling veel grooter zijn dan het verschil tusschen gemiddelde groote en gemiddelde kleine bolletjes.

Ook uit de beschreven oproomingsproeven mag niet worden afgeleid, dat er een verschil in samenstelling bestaat tusschen de groote en de kleine bolletjes. De oprooming komt nl. niet tot stand door het stijgen van afzonderlijke bolletjes, doch door het stijgen van trossen van bolletjes. Zoowel de kleine als de groote vetbolletjes kunnen in deze trossen worden opgenomen. Nu komt er volgens SHARP en KRUKOVSKY (14) op bolletjes met vast vet meer agglutinine voor dan op bolletjes met vloeibaar vet. Verder vonden VAN DAM en SIRKS (15), dat vetbolletjes met kristalliseerend vet gemakkelijker trossen vormen dan vetbolletjes met vloeibaar vet. Hieruit volgt, dat bolletjes met vast of kristalliseerend vet gemakkelijker in trossen worden opgenomen en dus beter zullen oproomen dan bolletjes met vloeibaar vet. In de ondermelk zullen dus meer bolletjes met vloeibaar vet voorkomen dan bolletjes met vast vet. Daar de groote vetbolletjes ook snel genoeg kunnen oproomen zonder dat ze in een tros zijn opgenomen, zullen er in de ondermelk meer kleine dan groote vetbolletjes achterblijven. Hiermede is de samenhang, die bij de oproomingsproeven werd gevonden tusschen de grootte van de vetbolletjes en de samenstelling van het vet van de bolletjes, verklaard, zonder dat rekening behoefde te worden gehouden met een algemeen verschil in samenstelling tusschen groote en kleine melkvetbolletjes.

Uit het vorenstaande kan niet worden afgeleid hoe groot het verschil in samenstelling tusschen de afzonderlijke vetbolletjes is; er volgt alleen uit, dat er een verschil bestaat. Elk onderzocht monster melk bevatte heel veel vetbolletjes; het afgezonderde vet heeft dus de gemiddelde samenstelling van het vet van een groot aantal bolletjes. De verschillen tusschen afzonderlijke bolletjes kunnen dus wel veel grooter zijn dan de geconstateerde verschillen.

#### Literatuur

- (1) H. SCHRÖDER, *Milchzeitung* 1 (1872) 252; zie GUTZEIT.
- (2) W. MOHR en I. MOOS, *Molkerei-Zeitung* Hildesheim 46 (1932) 1891.
- (3) E. GUTZEIT, *Landw. Jahrbücher*, 24 (1895) 539.
- (4) P. COLLIER, gec. door H. H. CAMPBELL, *Vermont Agric. Exp. Stat.*, Bull. 341 (1932).

- (5) T. STORGARDS, Valtion Maitotalouskoelaitoksen Tiedonantoja 3 (1936).
- (6) O. F. HUNZIKER, H. C. MILLS en G. SPITZER, Purdue Univ. Agric. Exp. Stat., Bull. 159 (1912).
- (7) W. GRIMMER, Lehrb. der Chem. und Physiol. der Milch, 2e druk 1926. blz. 142.
- (8) W. VAN DAM en B. J. HOLWERDA, Versl. v. landbk. Onderz. 40 (1934) 175.
- (9) H. A. SIRKS, persoonlijke mededeeling.
- (10) J. SCHOLZ, Michw. Forschungen 19 (1937) 203.
- (11) G. RIESSIG, Milchw. Forschungen 19 (1937) 273.
- (12) H. MULDER, Versl. v. landbk. Onderz. 46 (1940) 505.
- (13) H. SVOBODA, Milchw. Zentralbl. 316 (1905) 1.
- (14) P. SHARP en V. N. KRUKOVSKY, Journ. Dairy Science. 22 (1939) 743.
- (15) W. VAN DAM en H. A. SIRKS, Versl. v. landbk. Onderz. 26 (1922) 106.

### Samenvatting

De vetbolletjes van de melk van één melkmaal zijn niet gelijk van samenstelling; zelfs kunnen vetbolletjes, die nagenoeg tegelijkertijd den uier verlaten, in samenstelling verschillen.

Het vet van de laatste stralen van een melkmaal heeft in het algemeen een lager refractometercijfer en een lager joodgetal dan het vet van de eerste stralen. Tusschen het vet van de eerste en dat van de middenste stralen van een melkmaal is weinig verschil.

Roomvet heeft een lager refractometercijfer, een lager joodgetal en een hooger smeltpunt dan ondermelkvet; de kleur van deze soorten vet was bij onze proeven zoo goed als gelijk. Ofschoon de vetbolletjes van ondermelk kleiner zijn dan die van room, mag hieruit niet worden afgeleid, dat kleine vetbolletjes een andere samenstelling hebben dan groote.

### Summary

The fat globules in the milk from one milking differ from each other in composition. Even globules, leaving the udder almost simultaneously, may differ in composition.

Generally the fat of the last strippings has a lower refractometer number and a higher iodine number than the fat of the first portion of the same milking. Between the fat of the first portion and that of the second there is little or no difference.

Creamfat has a lower refractometer number, a higher iodine number and a higher melting point than the fat of skimmed milk. The two fats had the same colour. Though the fat globules of skimmed milk are smaller than those of cream, it is not allowed to draw from these observations the conclusion that small globules differ in composition from large ones.

TABEL 2

| Behandeling van de boter                        | Proef A        |         | Proef B        |         |
|-------------------------------------------------|----------------|---------|----------------|---------|
|                                                 | Stevigheid bij |         | Stevigheid bij |         |
|                                                 | 13° C          | 18,5° C | 13° C          | 18,5° C |
| Voortdurend 13° C . . . . .                     | 22             | 7,5     | 21,5           | 8       |
| 4 dagen 13° C, 1 dag 16° C, 5 dagen 13° C . . . | 23,5           | 7,5     | 25             | 8       |
| 4 " 13° C, 1 " 19° C, 5 " 13° C . . .           | 26,5           | 6,5     | 28             | 6,5     |
| 4 " 13° C, 1 " 22° C, 5 " 13° C . . .           | 29             | 5       | 29             | 5,5     |

was grooter, naarmate tot een hoogere temperatuur werd verwarmd. Dit was te verwachten, want naarmate tot een hoogere temperatuur wordt verwarmd, smelt er meer vet en kan er bij het afkoelen meer vet stollen. Hiermede in overeenstemming is ook, dat de boter brokkeliger was, naarmate ze tot een hoogere temperatuur was verwarmd geweest.

De bovengenoemde proeven werden met zomerboter genomen. Winterboter gedraagt zich evenzoo. Daarbij kan men het steviger worden en de verdere consistentieveranderingen dikwijls heel goed op de koffietafel waarnemen als de boter verwarmd is geweest (b.v. op den schoorsteenmantel of in een verwarmd vlotje). Bij het afkoelen na die verwarming wordt de boter dan zeer hard en brokkelig.

Bij 18,5° C. echter waren de verwarmde monsters boter niet steviger, doch in eenige gevallen minder stevig dan de niet verwarmde. Het is logisch, dat de monsters, die bij 16° en bij 19° C. hadden gestaan, bij deze hoge temperatuur niet steviger waren, want de kristalbouwsels, die bij het afkoelen van deze boter waren ontstaan, smelten weer als de boter voor de stevigheidsbepaling tot 19° C. wordt verwarmd. De monsters boter, die een dag bij 19° C. waren bewaard, waren door deze temperatuurbehandeling zelfs iets minder stevig geworden. Dit werd ook bij andere proeven geconstateerd, zoodat niet aan een toevalligheid behoeft te worden gedacht. Misschien heeft een herkristallisatie van het vet, die, naar we bij vroegere onderzoekingen met room vonden, bij verhoogde temperatuur kan plaats vinden, invloed gehad <sup>4)</sup>. Zeer zeker zal dit ook het geval zijn geweest bij de monsters boter, die tot 22° C. werden verwarmd. In de laatstgenoemde boter zullen ook bij 19° C. nog wel kristalbouwsels kunnen voorkomen, maar deze zullen zoo zwak zijn en zoo gering in aantal, dat ze de stevigheidsverlaging als gevolg van de herkristallisatie van het vet, niet kunnen opheffen.

Indien de kleine vermindering in stevigheid, die bij 19° C. kon worden geconstateerd bij de monsters boter, die een dag bij 19° C. hadden gestaan, inderdaad aan een herkristallisatie van het vet moet worden toegeschreven, dan zullen monsters boter, die na bij 13° C. te zijn nagehard, bij 19° C. worden geplaatst, in stevigheid afnemen, ook nadat ze de laatstgenoemde temperatuur hebben bereikt. Bij vorige proefnemingen gelukte het ons niet dit te verwezenlijken. Thans kon het inderdaad worden waargenomen; tabel 3.

TABEL 3

| Duur van de verwarming op 19° C vóór het bepalen van de stevigheid | Stevigheid bij 19° C |          |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------|----------|
|                                                                    | Proef I              | Proef II |
| 1,5 uur, de boter was juist 19° C. . . . .                         | 7,5                  | 7        |
| 1 dag . . . . .                                                    | 6,5                  | 6        |
| 2 dagen . . . . .                                                  | 5,5                  | 5        |
| 7 „ . . . . .                                                      | 5,5                  | 5        |

De reeds nageharde boter wordt dus duidelijk minder stevig als ze bij 19° C. wordt bewaard.

De soorten boter, waarop deze tabel betrekking heeft, werden op dezelfde wijze bereid als die van tabel 1. Ze bleven gedurende 14 dagen bij 13° C. liggen naharden om er zeker van te zijn, dat het nahardingsproces zoo goed als geheel is afgelopen. Indien deze voorzorg niet wordt genomen, bestaat er gevaar voor, dat het nahardingsproces bij 19° C. extra snel gaat aflopen en dat geen stevigheidsvermindering als gevolg van een herkristallisatie van vet wordt geconstateerd, maar een stevigheidsvermeerdering, die een gevolg is van een voorsprong in naharding.

Indien men de boter vóór de verwarming tot 19° C. niet goed laat naharden, kan men dus geheel andere resultaten krijgen. Tabel 4 bevat de resultaten van een soortgelijke proef als die van tabel 3. De boter was nu echter bereid uit winterroom. Ze werd gedurende een week bij 10° C. bewaard om na te harden. Het nahardingsproces zal bij deze harde boter dan nog lang niet zijn afgelopen. Als de boter daarna bij 19° C. wordt geplaatst, zal het proces met een groote snelheid voortschrijden en zal de boter tijdens het verblijf bij die temperatuur dus steviger kunnen worden en niet minder stevig zooals bij de proeven van tabel 3.

TABEL 4

| Duur van de bewaring bij 19° C | Stevigheid bij 19° C |          |
|--------------------------------|----------------------|----------|
|                                | Proef I              | Proef II |
| 2 uren . . . . .               | 12                   | 14       |
| 1 dag . . . . .                | 15                   | 15,5     |
| 2 dagen . . . . .              | 16                   | 16       |
| 10 „ . . . . .                 | 15,5                 | 15,5     |

Uit het voorgaande volgt, dat een tijdelijke verhooging in temperatuur een grooten invloed op de stevigheid van nageharde boter kan hebben en dat het van de omstandigheden afhangt of een verhooging of een verlaging van de stevigheid wordt geconstateerd.

Tevens worden onze vroegere waarnemingen, dat alle soorten boter niet even gevoelig zijn voor veranderingen in temperatuur, bevestigd.

In de practijk zal de invloed van temperatuurwisselingen vooral des zomers duidelijk merkbaar moeten zijn, want dan komt het voor, dat de temperatuur van de boter wel 20° C. bedraagt. Als men de stevigheid bij 18° C. bepaalt, zal men dan een hoog cijfer voor de stevigheid vinden. In dit geval heeft de minder koel vervoerde boter wat stevigheid betreft een voorsprong bij de zorgvuldig koud gehouden boter. Indien de stevigheid echter bij hogere temperaturen zou worden bepaald, en dat is in verband met de hoge temperatuur die boter meestal in den zomer heeft, logisch, dan zou de genoemde onverdiende voorsprong verdwijnen en zelfs in een klein nadeel kunnen veranderen.

Door een tijdelijk verblijf bij een hoge temperatuur kunnen allerlei „fouten”, die bij de bereiding werden gemaakt, worden gemaskeerd (blz. 57), terwijl omgekeerd goede eigenschappen van de boter, die soms met veel moeite werden verkregen, verloren kunnen gaan. De volgende proef, die met winterboter werd genomen, is hiervan een voorbeeld. Bij deze proef werd de room na het pasteuriseeren gekoeld tot 12° C., gezuurd bij 19° C. en gekarnd bij 14° C.; de boterkorrels werden met water van 11° C. gewasschen. Na 2 dagen bij 10 à 12° C. te hebben gelegen, werd de helft van de boter gedurende 2 dagen bij 22° C. geplaatst. Vervolgens werd ze nog 8 dagen bij 10 à 12° C. bewaard. De andere helft van de boter bleef voortdurend bij 10 à 12° C. liggen. De stevigheid werd bij 18,5° C. bepaald.

TABEL 5

| Behandeling van de boter                              | Stevigheid bij 18,5° C |         |
|-------------------------------------------------------|------------------------|---------|
|                                                       | Proef 1                | Proef 2 |
| 2 dagen 10 à 12° C, 2 dagen 22° C, 8 dagen 10 à 12° C | 20                     | 18,5    |
| Voortdurend 10 à 12° C . . . . .                      | 9                      | 11,5    |

De boter, die niet tot 22° C. was verwarmd geweest, was goed smeerbaar, dank zij de gevolgde bereidingswijze (warme zuring met voorcoeling). De verwarmde boter daarentegen was hard en brokkelig. De goede eigenschappen, die het resultaat waren van de toegepaste bereidingswijze, waren door de verwarming geheel verloren gegaan.

De invloed, dien een tijdelijk verblijf bij een hoge temperatuur op de stevigheid van boter heeft, hangt natuurlijk af van de werkwijze, die bij het bereiden van de boter werd gevolgd en van den toestand, waarin de boter zich bevindt. De invloed van een temperatuurbehandeling behoeft dus niet altijd gelijk te zijn. Tevens zij er de aandacht op gevestigd, dat de beschreven proeven met nageharde boter werden genomen en de resultaten dus niet mogen worden toegepast op gevallen, waarin de boter volgens de warme methode werd bereid en reeds tijdens het kneden op een hoge

temperatuur wordt gebracht. In de laatstgenoemde soort boter komt nl. nog veel ondergekoeld vet voor, in tegenstelling met de boter bij de hier beschreven proeven.

Men kan zich afvragen wat er gebeurt als de boter tijdelijk aan nog hogere temperaturen wordt blootgesteld. Het vet van de boter smelt dan bijna geheel of geheel en er is een groote kans op, dat de echte boterstructuur verloren gaat. Veel vochtdruppeltjes b.v. zullen zich tot groote druppels vereenigen. Als de vetbolletjes bij de verwarming verdwijnen, zal een mechanisch mengsel van botervet en botervocht overblijven of zal de boter zich scheiden in een laag vet en een laag vocht. Tabel 6 bevat het resultaat van zoo'n proef. De boter, die hiervoor werd gebruikt, was ongeveer op dezelfde wijze bereid als die van tabel 1; ze bleef voor het verwarmen gedurende 8 dagen bij ca. 12° C. liggen om na te harden. Na de verwarming, die 3 à 4 uren duurde, werd de boter nog gedurende 5 dagen bij ca. 11° C. bewaard om het vet gelegenheid te geven te kristalliseeren.

TABEL 6

| Verwarmd tot:           | Stevigheid bij |       | Uitzetting bij<br>verwarming van<br>19—30° C *) |
|-------------------------|----------------|-------|-------------------------------------------------|
|                         | 11° C          | 19° C |                                                 |
| 25° C . . . . .         | 44             | 3     | 83 $\frac{°}{1000}$                             |
| 28° C . . . . .         | 55             | 3,5   | 81 $\frac{°}{1000}$                             |
| 32° C . . . . .         | 56             | 6     | 86 $\frac{°}{1000}$                             |
| 38° C . . . . .         | 55             | 8,5   | 90 $\frac{°}{1000}$                             |
| Niet verwarmd . . . . . | 30             | 7     | 91 $\frac{°}{1000}$                             |

De monsters boter, dit tot 25 of 28° C. verwarmd waren geweest hadden een vrij normale structuur. Bij 11° C. waren ze echter kort, brokkelig van consistentie en veel steviger dan de niet verwarmde boter. Bij 19° C. waren ze daarentegen veel minder stevig dan de oorspronkelijke boter. Dat deze verlaging van de stevigheid waarschijnlijk aan een gefractioneerde kristallisatie van het vet moet worden toegeschreven, volgt uit de laatste kolom van de tabel. De verwarmde botersoorten zetten bij verwarming van 19—30° C. minder uit dan de oorspronkelijke boter, wat er op wijst, dat er in de eerstgenoemde boters een kleiner deel van het vet in den vasten toestand voorkwam dan in de laatstgenoemde boter.

Bij 38° C. was het vet van de boter geheel gesmolten; de boterstructuur ging bij deze temperatuur geheel verloren. Bij het afkoelen na deze verwarming waren in het mengsel van vet en vocht geen vetkristalkiemen aanwezig, zoodat het vet flink kon worden onderkoeld en er minder sprake was van een gefractioneerde kristallisatie. Dit blijkt uit de uitzetting bij verwarming, die ongeveer even groot was als bij de oorspronkelijke boter. In overeenstemming hiermede was de stevigheid van het mengsel bij 19° C.

\*) De inhoud van de dilatometers bestond voor 35 % uit vet, evenals dat bij de vroeger beschreven proeven (2) het geval was.

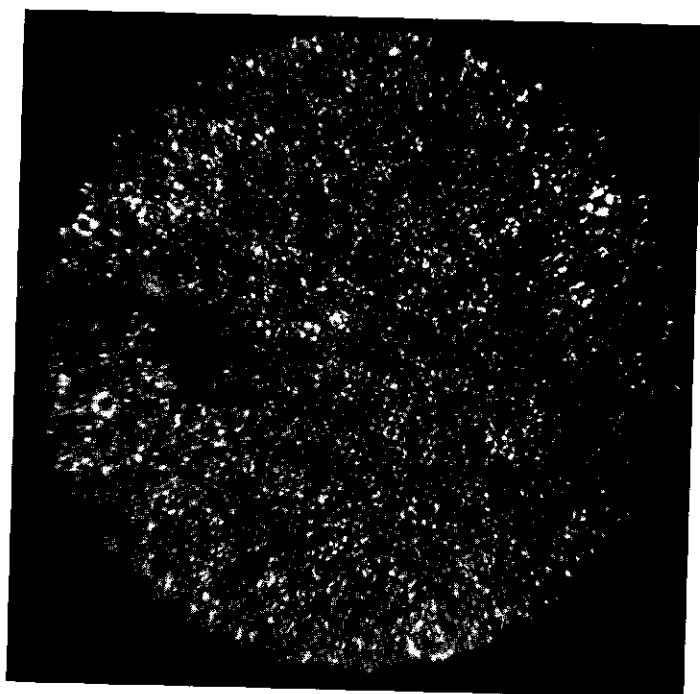


Fig. 1

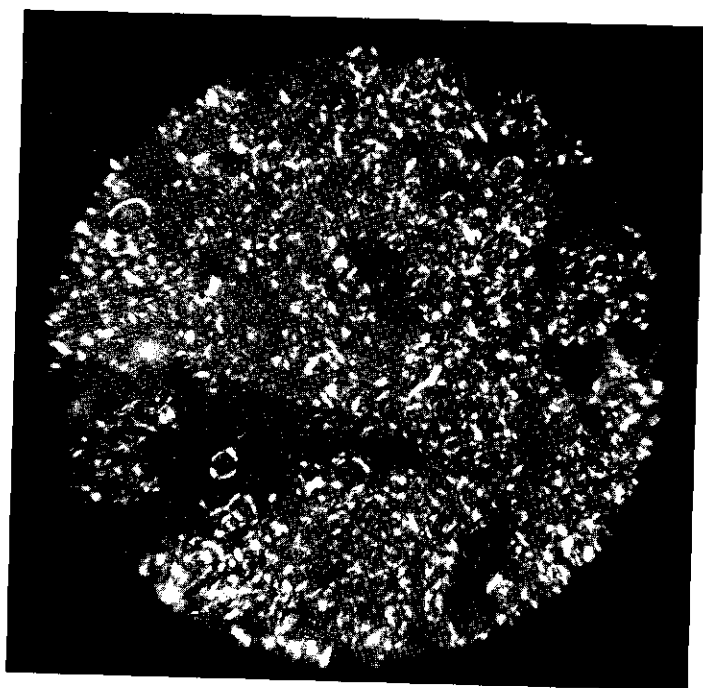


Fig. 2

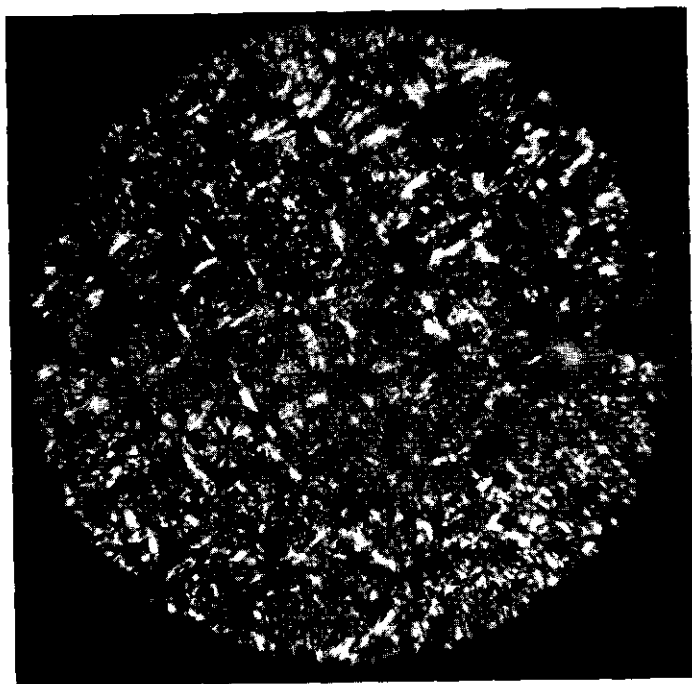


Fig. 3

weer grooter dan de stevigheid van de monsters boter, die tot 25 en 28° C. waren verwarmd. De groote stevigheid bij 11° C. moet weer aan kristalbouwsels worden toegeschreven, evenals de brokkeligheid, die bij deze lage temperaturen viel waar te nemen.

De boter, die tot 32° C. was verwarmd geweest, kan als een tusschenliggend geval worden opgevat. De boterstructuur was niet geheel verloren gegaan. De boter zette bij verwarming van 19—30° C. iets minder uit dan de oorspronkelijke boter, maar iets meer dan de monsters, die tot 25 of 28° C. waren verwarmd geweest. De stevigheid bij 19° C. lag dan ook tusschen die van de genoemde soorten boter in. Bij 11° C. was ook deze boter ten gevolge van de aanwezigheid van kristalbouwsels kort van consistentie en zeer stevig.

Van de oorspronkelijke boter, het monster dat tot 32° C. en het monster dat tot 38° C. was verhit geweest, werden microfoto's gemaakt. Hierbij bevonden de preparaten (ca. 5  $\mu$  dik) zich tusschen gekruiste nicols.

Op de foto van de oorspronkelijke boter (fig. 1) zijn veel kleine vetbolletjes te zien. In de boter, die gesmolten was geweest (fig. 3) konden in het geheel geen vetbolletjes worden waargenomen; op de foto zijn slechts naaldvormige vetkristalletjes te zien. De foto van de tot 32° C. verwarmde boter (fig. 2) bevat zoowel vetbolletjes als vetkristalletjes. De vetbolletjes van deze soort boter zijn echter veel grooter dan die van de oorspronkelijke boter. De laatstgenoemde vetbolletjes zullen tijdens de verwarming gedeeltelijk zijn samengevloeid tot groote bolletjes. Een ander deel van de oorspronkelijke vetbolletjes is geheel verdwenen en opgelost in de continue vetphase van de boter. Vooral hieraan zullen de vetkristalletjes, die tusschen de vetbolletjes zichtbaar zijn moeten worden toegeschreven. Ook veel kleine vochtdruppeltjes hebben zich tot groote druppels vereenigd.

De foto 2 doet, hoewel ze van abnormale boter afkomstig is, de structuur van boter, waarover we reeds eerder <sup>5)</sup> schreven, goed uitkomen. Het is merkwaardig, dat zelfs in deze groote bolletjes geen vetkristalletjes waargenomen kunnen worden en dat die groote bolletjes zoo gemakkelijk kunnen worden platgedrukt zonder te breken (de dikte van het preparaat was ruim 5  $\mu$ , de doorsnede van de groote bolletjes ca. 10  $\mu$ ).

Over den invloed van de temperatuur op het naharden van boter schreven we reeds eerder <sup>2)</sup>. We vonden toen, dat het nahardingsproces bij lage temperaturen langzamer verloopt dan bij hooge, doch dat een achterstand in naharding, die het gevolg is van een te lage temperatuur gemakkelijk kan worden ingehaald door de boter bij een wat hoogere temperatuur te plaatsen. Tevens bleek, dat men er voor moet zorgen, dat de boter dadelijk na het kneden niet te warm wordt, daar anders een onherstelbaar verlies aan stevigheid wordt geleden. Tabel 7 bevat cijfers, waaruit dit kan worden afgeleid.

Voor deze waarnemingen hebben we toen geen verklaring kunnen vinden. Later meenden ADRIANI en TAMSMA <sup>6)</sup> een verklaring te kunnen geven. Ze zeggen: „immers, daar na afloop van het karnen, wasschen en

TABEL 7

| Behandeling van de boter                        | Stevigheid van de boter bij 16° C |          |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------|----------|
|                                                 | Proef I                           | Proef II |
| 1 week bij 16° C . . . . .                      | 27                                | 23       |
| 1 " " 9° C . . . . .                            | 38                                | 30       |
| 1 " " 16° C en daarna 1 week bij 9° C . . . . . | 28                                | 25       |
| 1 " " 9° C " " 1 " " 16° C . . . . .            | 39                                | 29       |

kneden, de maximale hoeveelheid vet nog niet is gekristalliseerd, zal het noodzakelijk zijn, ten einde bij 16° C. zooveel mogelijk vaste phase te hebben, de boter te bewaren bij een temperatuur van b.v. 11 à 12° C. of lager (evenals we vroeger zagen, dat, om zooveel mogelijk vaste phase bij 18° C. te hebben, het botervet voldoende lang bewaard moet blijven bij 13 of 14° C. of lager)". Deze verklaring kan echter niet juist zijn. Ze houdt in het geheel geen rekening met de voorgeschiedenis van het botervet. Bij een proef, waarop tabel 7 betrekking heeft, werd de boter bereid uit room, die tot 8° C. was gekoeld en bij 13° C. was gezuurd. In dien room en in de boter, die er uit werd bereid, zal bij 16° C. geen of zoo goed als geen onderkoeld vloeibaar vet aanwezig zijn geweest. Het is dus niet waarschijnlijk, dat een afkoeling van de boter van een temperatuur van ongeveer 13° C. tot 11 à 12° C., vóór de verwarming tot 16° C., ten gevolge zal hebben, dat er bij de laatstgenoemde temperatuur een grooter deel van het vet vast is.

Volledigheidshalve werd nog een iets uitvoeriger proef genomen dan die van tabel 7. Hierbij werd de room na het pasteuriseeren tot 24 à 25° C. gekoeld en bij die temperatuur gezuurd. Daarna koelden we hem tot 2 à 3° C. en plaatsten hem gedurende den nacht in smeltend ijs. Na deze behandeling komt er bij een temperatuur van b.v. 19° C. (de temperatuur, waarbij de stevigheid van de boter werd bepaald) geen onderkoeld vloeibaar vet meer voor. De room werd bij 14° C. gekarnd; de boterkorrels werden bij 14° C. gewasschen en gekneed. De helft van de boter werd dadelijk na het kneden in smeltend ijs gebracht, de andere helft in een waterbad van 19° C. Voordat de stevigheid van de boter werd bepaald, werd er voor gezorgd, dat de beide porties gedurende minstens een week bij dezelfde temperatuur hadden gestaan; zie tabel 8. Het lijkt uitgesloten, dat er na deze voorzorgen nog een verschil in hoeveelheid vast vet tusschen de twee porties kan voorkomen.

TABEL 8

| Behandeling van de geknede boter                    | Stevigheid bij 19° C |         |
|-----------------------------------------------------|----------------------|---------|
|                                                     | Proef A              | Proef B |
| 1 week smeltend ijs + 1 week 19° C + 1 week 19° C . | 18                   | 16      |
| 1 week 19° C + 1 week smeltend ijs + 1 week 19° C . | 13                   | 12      |

Ook nu weer was de boter, die dadelijk na het kneden bij een hooge temperatuur geplaatst werd, minder stevig dan die, welke eerst bij een lage temperatuur werd gezet, ofschoon mag worden aangenomen, dat er in de beide soorten boter even veel vast vet voorkomt. De verklaring van ADRIANI en TAMSMA kan dus niet juist zijn.

In de praktijk zal het zeker voorkomen, dat de boter dadelijk na het kneden een te hooge temperatuur heeft. Wanneer men echter de stevigheid bij een niet te hooge temperatuur, b.v. 13° C., bepaald, zal men er weinig van bemerken. Immers als de warme boter tot 13° C. wordt gekoeld, ontstaan er kristalbouwsels in en deze geven haar een extra stevigheid, tabel 9.

TABEL 9

| Behandeling van de boter                                                      | Stevigheid |       |       |       |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|-------|-------|
|                                                                               | A          |       | B     |       |
|                                                                               | 13° C      | 19° C | 13° C | 19° C |
| Dadelijk na het kneden 2 dagen bij 11° C, daarna een week bij 13° C . . . . . | 34         | 7     | 30    | 5,5   |
| Dadelijk na het kneden 2 dagen bij 16° C, daarna een week bij 13° C . . . . . | 37         | 4     | 39    | 4     |

Bij 13° C. was de boter, die dadelijk na het kneden bij een te hooge temperatuur had gestaan, dus iets steviger dan de koel geplaatste boter; bij 19° C. was de toestand juist tegengesteld en was de koel geplaatste boter veel steviger.

Ook deze proef doet weer duidelijk uitkomen, dat de temperatuurgevoeligheid van boter zeer veel kan varieeren en dat het wenschelijk is des zomers, behalve aan de stevigheid bij 13° C., aandacht te besteden aan de stevigheid van de boter bij hoogere temperaturen. Bij het nemen van proeven is het zelfs noodzakelijk.

### Literatuur

- <sup>1)</sup> H. MULDER, Off. Org. Alg. Ned. Zuivelbond N°. 43 (1938).
- <sup>2)</sup> H. MULDER, Versl. v. landbk. Onderz. **45** (1939) 649.
- <sup>3)</sup> H. MULDER, „ „ „ „ **44** (1938) 523.
- <sup>4)</sup> H. MULDER, „ „ „ „ **46** (1940) 21.
- <sup>5)</sup> H. MULDER, „ „ „ „ **47** (1941) 923.
- <sup>6)</sup> W. ADRIANI, A. F. TAMSMA, Versl. v. landbk. Onderz. **47** (1941) 982.

### Samenvatting

Als nageharde boter wordt verwarmd en daarna weer op haar oorspronkelijke temperatuur wordt gebracht, kunnen er „bouwseltjes” van vet

kristalletjes in ontstaan, die de stevigheid verhoogen en de boter korter, brosser maken.

Bij de verhoogde temperatuur vindt waarschijnlijk een herkristallisatie van het botervet plaats, ten gevolge waarvan de boter minder stevig kan worden. In het algemeen is deze stevigheidsvermindering echter niet groot.

Met deze waarnemingen kan worden verklaard, waarom boter, die na bij 13° C. te zijn nagehard, eenigen tijd bij een hoogere temperatuur wordt geplaatst en daarna weer tot 13° C. wordt gekoeld, bij de laatstgenoemde temperatuur steviger is dan een andere portie van dezelfde boter, die niet werd verwarmd. Ook volgt er uit, dat, wanneer de stevigheid niet bij 13° C. doch bij een hoogere temperatuur, b.v. 19° C., wordt bepaald, de tijdelijk verwarmde boter minder stevig is dan de niet verwarmde.

Bij de verwarming en de daarop volgende afkoeling kan de structuur van de boter zich niet alleen wijzigen door het ontstaan van kristalbouwseltjes, maar ook door het samenvloeien of verdwijnen van vetbolletjes.

### Summary

When set butter is warmed and afterwards is cooled to its original temperature, „buildings” of fatcrystals may be formed, which give the butter a greater hardness and make it short and brittle.

At the increased temperature probably a *ré*cristallisation of fat takes place, by which the butter becomes less hard. Generally this decrease in hardness is small.

With these observations it can be explained why butter, which was allowed to set at 13° C., for some time was placed at a higher temperature and afterwards was cooled to 13° C., is harder than another portion of the same butter, which was not warmed. They also make clear that, when the hardness was not estimated at 13° C. but at a higher temperature, 19° C. for instance, the butter treated was not harder, but less hard than that which had not been treated.

In consequence of the temporary raise of temperature the structure of the butter not only changes by the formation of „crystalbuildings” but also by a flowing together and a disappearance of fat globules.