

OVER DE VERANDERING VAN HET MELKSUIKER- GEHALTE DER WRONGEL NA DE WATERTOEOVOEGING BIJ DE EDAMMER-KAAS-BEREIDING

DOOR

H. A. SIRKS

(Ingezonden 19 April 1937)

INLEIDING

Om het gebrek „kort” bij de kaasbereiding tegen te gaan, of om ook in 't algemeen den aard van het zuivel te regelen, voegt men dikwijls tijdens de bewerking water toe en dit bij voorkeur eerst na het aftappen der eerste wei, daar bij een directe toevoeging aan de kaasmelk de hoeveelheid water natuurlijk veel grooter zou moeten zijn om een zelfde verlaging van het melksuikergehalte in de wrongel te verkrijgen en dit aanleiding zou geven tot een dikwijls ongewenschte vergrooting van de hoeveelheid te verwerken kaasmelk.

Dikwijls heeft de watertoevoeging eerst plaats als met de nawarming wordt begonnen; vooral in kleinere bedrijven doet het toegevoegde heete water dan tevens voor die nawarming dienst.

Het is duidelijk, dat er na die toevoeging eenige tijd zal moeten verlopen, vóórdat de verlaging van het melksuikergehalte der in de wrongeldeeltjes ingesloten wei even groot zal zijn als van de vrije wei; aanvankelijk zal dit gehalte van deze laatste lager zijn en dat van het wrongelvocht hooger dan met den evenwichtstoestand overeenkomt.

Wanneer dit verschil belangrijk mocht zijn en er geruime tijd noodig zou blijken te zijn om het bedoelde evenwicht te bereiken, dan zou het van den tijd, welke na de watertoevoeging nog aan de wrongelbewerking werd besteed afhangen, of bij het in de pers gaan der kaas het melksuikergehalte daarvan niet hooger zou zijn dan bij een bepaalde hoeveelheid toegevoegd water was te verwachten. In sommige gevallen, vooral bij een vlugge afwerking, zou men dus over dit gehalte in onzekerheid kunnen verkeerden. Het scheen daarom gewenscht, over de mate van dit vasthouden der melksuiker door de wrongel en de snelheid, waarmee de diffusie van dit te veel

naar de wei plaats grijpt, nader te worden ingelicht, met welk doel het hier beschreven onderzoek werd ingesteld.

Bij de inrichting der proeven over de bereiding van Edammer kaas werd er wegens het beoogde doel in de eerste plaats op gelet, dat na de watertoevoeging het genoemde diffusie-proces geruimen tijd en ongestoord door nevenfactoren kon worden nagegaan, waarbij telkens met korte tusschenpoozen kleine monsters uit de wei afgezonderd werden voor het later te verrichten melksuikeronderzoek. Daarom werd het water reeds spoedig na het afscheppen der eerste wei toegevoegd en eerst vrij laat met nawarmen begonnen, waardoor zoowel in de wijze als den duur der kaasbereiding min of meer van de in de praktijk gebruikelijke methode moest worden afgeweken.

Om ongewenschte of ontijdige melkzuurvorming te voorkomen werden de weimonsters direct in ijs afgekoeld en was er geen zuursel bij de kaasmelk gevoegd.

A. Invloed van het oogenblik der watertoevoeging op het melksuikergehalte

1. *Bereiding van 20+ kaas*

In elk van 2 bakken werd 100 kg van dezelfde kaasmelk met 1 % vet gelijktijdig verkaasd. Aan bak I was vóór 't stremmen reeds 10 l water toegevoegd; bij bak II geschiedde dit eerst nadat reeds \pm 35 l wei was afgetapt.

Het nawarmen geschiedde met verwarmde wei ruim 50 minuten na het begin van het snijden.

De eerste monsters wei werden 10 minuten na den aanvang van het snijden genomen, daarna uit bak I in 't geheel nog 4 monsters, terwijl de wei in bak II direct vóór en na de watertoevoeging bemonsterd werd en vervolgens met tusschenpoozen eerst van 3 en later van meer minuten.

In tabel 1 vindt men op de aangegeven tijden het melksuikergehalte van de wei, uitgedrukt in grammen watervrij lactose per 100 cc wei, bepaald volgens de titrimetrische methode van LUFF-SCHOORL.

In verband met hetgeen in de „inleiding” werd opgemerkt, zien we uit de laatste cijfers van kolom 3 en 4 van tabel 1 het verschil in uitwerking op de uiteindelijke verlaging van melksuikergehalte der wei, wanneer een zelfde hoeveelheid water, hetzij direct aan de kaasmelk, hetzij eerst na het aftappen der eerste wei wordt toegevoegd. Verder blijkt uit de cijfers van tabel 1, dat terwijl bij directe toevoeging van water aan de kaasmelk het melksuikergehalte der wei tijdens de bewerking onveranderd blijft, dit niet het geval is, wanneer het water later wordt toegevoegd, bijv. zooals hier kort na het

TABEL 1

Tijd.	Gang der bewerking.	Melksuikergehalte in grammen per 100 cc wei.	
		Bak I; 10 l water direct in de kaasmelk.	Bak II; 10 l water erbij na het afscheppen der 1ste wei.
8 u 56 m	Aanvang van het snijden.		
9 u 6 m			
9 u 18 m	± 35 l wei afgeschapt.	4,46	4,94
9 u 20 m	10 l water in Bak II.	4,48	4,95
9 u 21 m			3,70
9 u 24 m			3,89
9 u 27 m			3,99
9 u 30 m		4,46	4,06
9 u 33 m			4,10
9 u 36 m			4,10
9 u 39 m		4,46	4,12
9 u 42 m			4,14
9 u 45 m			4,16
9 u 47 m	Begin van het nawarmen.		
10 u 51 m			4,18
9 u 57 m			4,18
10 u 4 m	Wrongel opgehaald		4,19
10 u 9 m	Laatste wei afgeschapt.	4,48	4,19

afscheppen der eerste wei. Niettegenstaande de intensieve bewerking duurde het na de watertoevoeging in bak II nog 25 à 30 minuten, voordat het melksuikergehalte der wei niet meer toenam. Deze toename, door diffusie van melksuiker en door uittreden van wei uit de wrongeldeeltjes veroorzaakt, was zeer belangrijk en bedroeg tot aan het einde der bewerking $\pm 0,5$ g per 100 cc wei, d. i. 65 % van de verlaging van het melksuikergehalte, welke door de watertoevoeging ten slotte werd bereikt.

Verder blijkt nog uit de cijfers, dat de toename aanvankelijk met grooter snelheid verliep dan later; in de eerste 13 minuten bedroeg de toename 0,4 g, dus reeds $\frac{4}{5}$ van het totaal bedrag.

Ook in bijgaande graphiek (Fig. I) kan men de groote veranderingen in het melksuikergehalte der wei tot aan het ophalen der wrongel constateeren. Als toelichting zij vermeld, dat op de horizontale as, waarop de tijden zijn uitgezet, met *A* de aanvang van het snijden, met *W* het tijdstip der watertoevoeging in bak II en met *N* het begin van het nawarmen wordt aangeduid, terwijl elke stip in de geconstrueerde lijnen betrekking heeft op een der tijdens de bewerking genomen wei-monsters, waarvan het melksuikergehalte op de verticale as is te vinden.

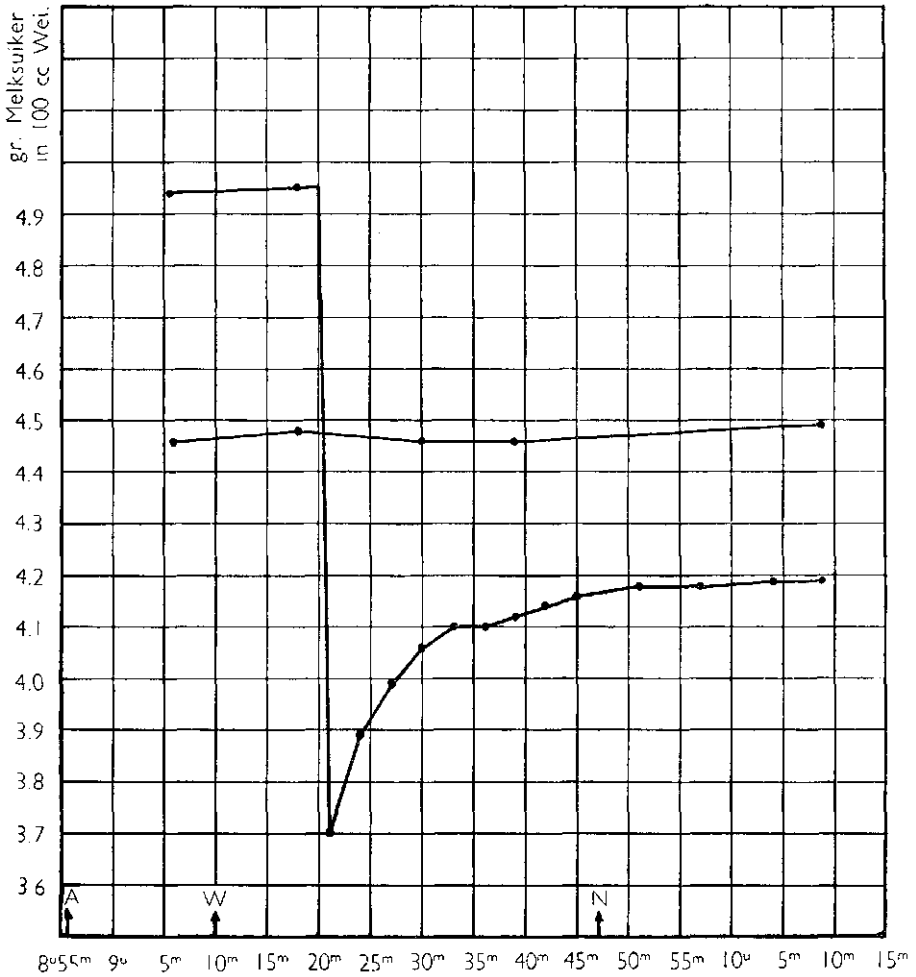


Fig. I. Melksuikergehalte der wei bij het verkazen van melk met 1 % vet

2. Kaasbereiding uit volle melk

De inrichting van de proef was geheel analoog aan de vorige.

In bak I was vóór het stremmen reeds 10 l water door de volle melk gemengd, terwijl in bak II, met 100 l volle melk uit denzelfden voorraad, de 10 l water eerst ongeveer een half uur na den aanvang van het snijden en na het afscheppen van 35 l wei uit beide bakken werd toegevoegd. Zooals uit de graphiek (Fig. II) blijkt, bleef het melksuikergehalte der wei in bak I weer nagenoeg onveranderd, terwijl dat van bak II na de eerste sterke ver-

laging nog aanzienlijk toenam, n.l. met 0,45 g per 100 cc wei, hetgeen, hoewel iets minder dan bij de vorige proef, toch nog 56 % bedraagt van de uiteindelijke vermindering van het melksuikergehalte, welke door de watertoevoeging werd bereikt.

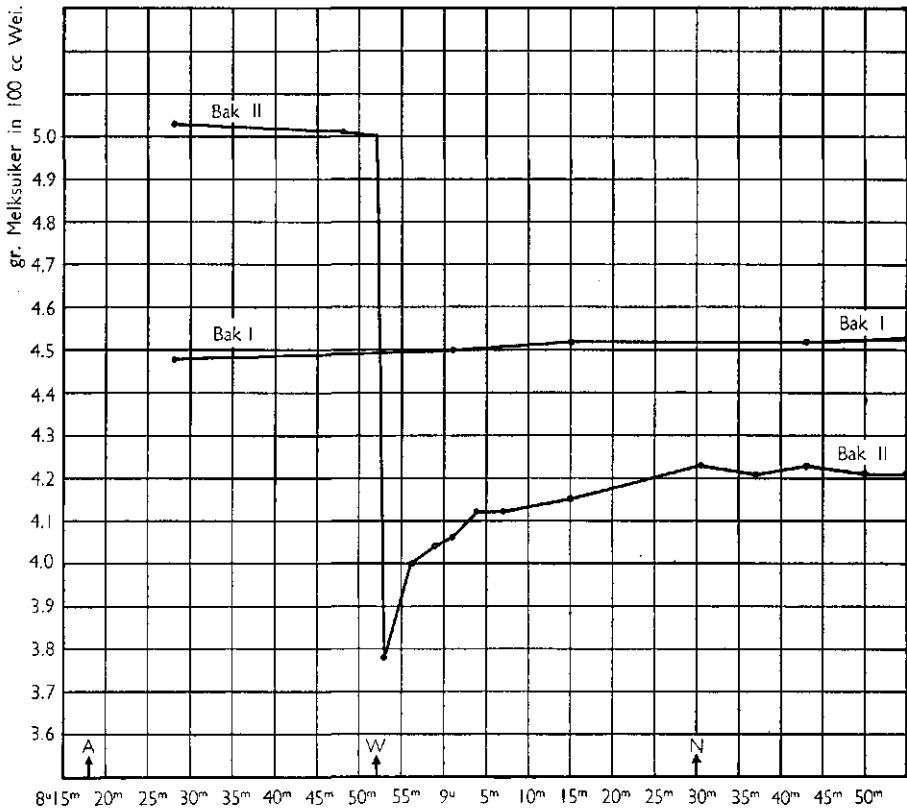


Fig. II. Melksuikergehalte der wei bij het verkazen van volle melk

Ook hier was de toename van het melksuikergehalte in de eerste minuten verreweg het belangrijkste, n.l. 0,34 g in 12 minuten of $\frac{3}{4}$ van de totale vermeerdering, welke in den loop der bewerking werd geconstateerd.

B. Invloed van de temperatuur op de melksuikerdiffusie na de watertoevoeging

Bij de 20+ kaasbereiding wordt de bewerkingstemperatuur van de wrongel veelal eenige graden C. lager gekozen dan bij het verkazen van volle melk. Waar het nu in het voornemen lag, het verloop der melksuikerdiffusie te

vergelijken bij het gelijktijdig verkazen van afgeroomde en van volle melk, was het gewenscht eerst eens na te gaan of een temperatuurverschil van bijv. 3° C soms ook merkbaren invloed had op de diffusiesnelheid.

Daarvoor werden de volgende proeven genomen.

1. *Gelijktijdige bereiding van 2 bakken 20+ kaas bij een temperatuurverschil van 3° C*

De 100 l melk met 0,95 % vet van elken bak werd aanvankelijk bij dezelfde temperatuur op gelijke wijze verkaasd, doch na het afscheppen van 35 l wei, \pm 20 minuten na den aanvang van het snijden, werd alleen de temperatuur van Bak II van 30° tot 33° verhoogd. Vervolgens werd gelijktijdig in bak I 10 l water van 30°, in bak II evenveel van 33° gebracht, waarna vóór de monsternamen uit beide bakken gedurende 1 minuut krachtig werd geroerd; de volgende wei-monsters werden om de 3 minuten genomen, later met grootere tusschenpoozen. Het temperatuurverschil van 3° bleek goed gehandhaafd te blijven. De wrongel in bak II was 40 minuten na de water-toevoeging gereed; het melksuikergehalte der wei veranderde toen reeds eenigen tijd practisch niet meer, evenmin als bij bak II, die ten slotte ter bespoediging nog wat werd nagewarmd.

In tabel 2 zijn de melksuikergehalten van de wei op de aangegeven tijden vermeld.

TABEL 2

Tijd.	Behandeling.	Bak I, temp. bij watertoev. 30° C. Melksuiker in g per 100 cc wei.	Bak II, temp. bij watertoev. 33° C. Melksuiker in g per 100 cc wei.
9 u 9 m	Aanvang van het snijden		
9 u 28 m	35 wei afgeschept	4,95	4,95
9 u 30 m	Bak I op 30° C, Bak II op 33° C		
9 u 35 m	10 l water toegevoegd		
9 u 36 m		3,89	3,97
9 u 39 m		3,98	4,01
9 u 42 m		4,05	4,07
9 u 45 m		4,10	4,11
9 u 48 m		4,11	4,14
9 u 51 m		4,14	4,16
9 u 54 m		4,14	4,17
9 u 57 m		4,15	4,19
10 u 0 m		4,16	4,19
10 u 6 m		4,15	4,19
10 u 15 m	Ophalen van de wrongel in II	4,17	4,20
10 u 16 m	Nawarmen van bak I tot 32° C.		
10 u 22 m	Ophalen van de wrongel in I	4,17	

We zien hieruit, dat 1 minuut na de watertoevoeging van 10 l het melksuikergehalte, dat daarvoor 4,95 g per 100 cc wei bedroeg, in bak I tot 3,89 g, doch in bak II tot 3,97 g was gedaald. Het verschil is grooter dan de toelaatbare analysefout, want een fout van 0,1 cc N/10 thiosulfaat bij het titreeren komt bijv. overeen met 0,025 g melksuiker per 100 cc. Daar een dergelijk verschil, hoewel in mindere mate, doch steeds in denzelfden zin bij de verdere monsters bleef bestaan, zal de verklaring waarschijnlijk gezocht moeten worden, deels in een iets geringere watertoevoeging in bak II of een gering verschil in de kracht der bewerking, deels in een iets later monsternemen uit bak II na de toevoeging van het water. Dit laatste zou nl. verklaren, waarom de stijging van het melksuikergehalte van de wei in de eerstvolgende 3 minuten (dus tusschen 9^u 36^m en 9^u 39^m) bij bak I 0,09 g, bij bak II slechts 0,04 g bedroeg (en daarna 0,06 g), terwijl de verdere stijgingen veel meer parallel gingen. Na 13 minuten bewerking van de wrongel na de watertoevoeging bedroeg de toename van het melksuikergehalte in bak I 0,22 g, in bak II 0,17 g per 100 cc wei; na 22 minuten waren deze cijfers nog gestegen tot resp. 0,26 g en 0,22 g, waarna geen verdere stijging van betekenis meer plaats had, welke in totaal bij bak I 33 %, bij bak II 29 % bedroeg van de uiteindelijke totale verlaging van het melksuikergehalte door de watertoevoeging. Deze cijfers zijn belangrijk lager dan hetgeen bij de eerste proef met 20+ kaas was gevonden, nl. 65 %, welk verschil wel voornamelijk door een grooter volume wrongel bij de verwerkte melk der eerste proef zal veroorzaakt zijn, daar dit op de mate van het vasthouden der melksuiker en de stijging van het melksuikergehalte der vrije wei na de watertoevoeging van invloed moet zijn.

De conclusie uit deze proef is, dat het bewerken van de wrongel bij 3° hogere temperatuur geen invloed van eenige betekenis had op de snelheid, waarmee het door de watertoevoeging verbroken melksuikerevenwicht tusschen de wei en de waterige phase der wrongeldeeltjes, zich geleidelijk herstelt.

2. *Gelijktijdige bereiding van 2 bakken vollemelksche kaas bij een temperatuurverschil van 3° C*

Evenals bij de vorige proef werd de melk (vetgehalte nu 3,25 %) in beide bakken precies gelijk behandeld, totdat de 1e wei was afgeschept. Daarna werd, ruim een half uur na het begin van het snijden der wrongel, door inblazen van stoom in de kaasbakmantels de temperatuur van bak I op 30°, die van bak II op 33° gebracht en vervolgens op hetzelfde oogenblik in elken bak 10 l water van de bijbehorende temperatuur gegoten en 1 minuut lang

snel geroerd, voordat uit elken bak een weimonster werd genomen. Bij de verdere bewerking werden om de 3 minuten nog 6 monsters genomen uit elken bak, daarna met grootere tusschenpoozen. Hoewel de temperatuur langzaam iets daalde, bleef het temperatuurverschil goed gehandhaafd; eerst na 40 minuten, toen het melksuikergehalte van de wei, zooals later bleek, nage- noeg constant was, werden beide bakken nagewarmd tot 37°. Het verloop van de veranderingen in het melksuikergehalte tot aan dit oogenblik is in tabel 3 te vinden.

TABEL 3

Tijd.	Behandeling.	Bak I, temp. bij watertoev. 30° C. Melksuiker in g per 100 cc wei.	Bak II, temp. bij watertoev. 33° C. Melksuiker in g per 100 cc wei.	
8 u 19 m	Begin van het snijden			
8 u 29 m		5,02	5,03	
8 u 49 m	35 l wei afgeschept Bak I op 30°, Bak II op 33° C. 10 l water toegevoegd			
8 u 53 m		5,02	5,03	
9 u 1 m				
9 u 2 m		3,94	3,87	
9 u 5 m		4,03	3,97	
9 u 8 m		4,10	4,07	
9 u 11 m		4,13	4,11	
9 u 14 m		4,19	4,15	
9 u 17 m		4,21	4,16	
9 u 20 m		4,23	4,20	
9 u 26 m		4,24	4,20	
9 u 32 m		4,28	4,21	
9 u 38 m		4,28	4,24	
9 u 44 m		4,28	4,24	
9 u 47 m		Nawarmen tot 37°		

Ook hier kan de conclusie getrokken worden, dat de diffusiesnelheid van de melksuiker uit de wrongeldeeltjes practisch niet beïnvloed wordt door een temperatuurverschil van 3° C bij de bewerking. Immers in bak I steeg na de watertoevoeging in 19 minuten het melksuikergehalte in de wei met 0,29 g, in bak II met 0,33 g per 100 cc; in 43 minuten was deze stijging nog slechts tot resp. 0,34 g en 0,37 g toegenomen; de totale stijging bedraagt in beide bakken ruim 45 % van het bedrag der tenslotte bereikte daling door de watertoevoeging, dus meer dan bij de 20+- kaasbereiding van de vorige proef.

De daling van het melksuikergehalte, onmiddellijk na de watertoevoeging, was hier in bak I iets geringer dan in bak II (bij de vorige proef was dit juist andersom); 3 minuten later werd eenzelfde verschil gevonden, zoodat de watertoevoeging in bak I waarschijnlijk iets geringer zal zijn geweest dan in bak II.

C. Invloed van het vetgehalte der kaasmelk op de melksuikerdiffusie na de watertoevoeging

1. *Gelijktijdige bereiding van 20+ kaas en volvette kaas uit stalmelk*

In 2 kaasbakken werden 100 l afgeroomde melk met 1 % vet (bak I) en 100 l volle melk (bak II), beide uit denzelfden voorraad stalmelk afkomstig, geheel op dezelfde wijze verkaasd, alleen werd ruim een half uur na het begin van het snijden en nadat ± 35 l wei was afgeschept, bak I tot 30° C en bak II tot 33° C opgewarmd. Daarna werd bij elken bak 10 l water van de bijbehorende temperatuur gevoegd en vervolgens de wrongelbewerking ruim een half uur ongestoord voortgezet, waarbij het temperatuurverschil van 3° in beide bakken goed gehandhaafd bleek te worden. Overigens is uit de vorige proeven gebleken, dat een dergelijk verschil geen invloed heeft op de diffusiesnelheid der melksuiker.

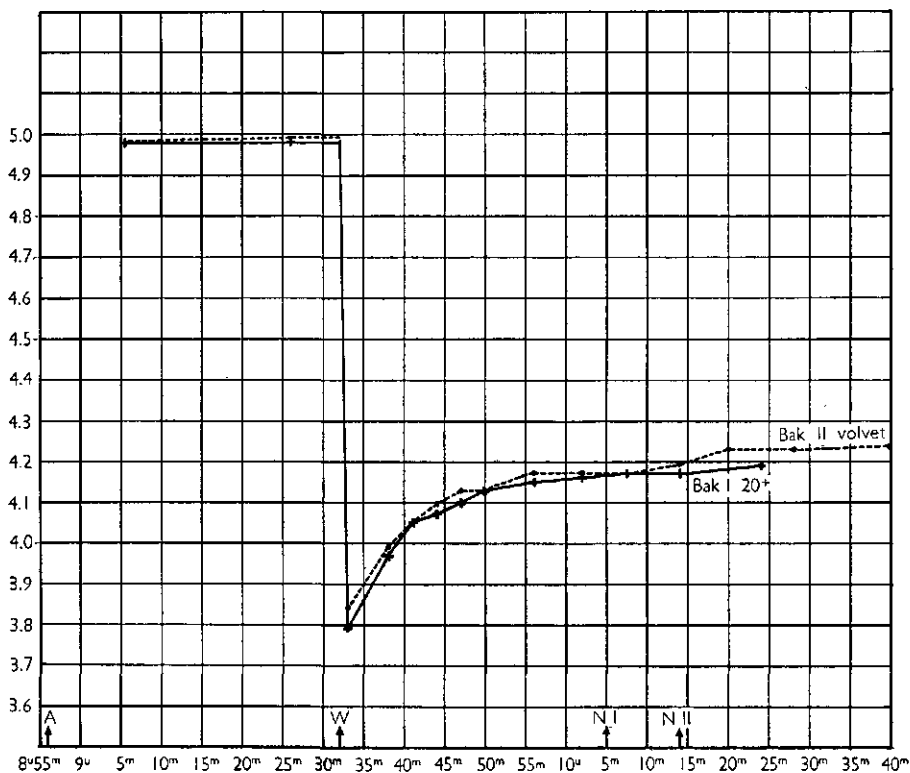


Fig. III. Melksuikergehalte der wei bij het maken van volvette en van 20+ kaas

In de bijgevoegde graphiek (Fig. III) zijn de veranderingen in het melksuikergehalte der wei vóór en na de watertoevoeging aangegeven, waarbij dit gehalte voor de uit bak I genomen monsters met kruisjes, voor die uit bak II met stippen zijn aangeduid. Met de letter A wordt de aanvang van het snijden, met W het tijdstip der watertoevoeging na het afscheppen der le wei en met N_I en N_{II} de aanvang van het nawarmen van resp. bak I tot 32° en bak II tot 37° aangeduid.

Uit fig. III blijkt direct de parallelliteit der veranderingen in het melksuikergehalte van de wei; zoowel de mate van daling van het melksuikergehalte als ook de tijd, noodig voor het herstel van het melksuikerevenwicht, vertoonen slechts zeer kleine verschillen bij het verkazen der volle en der afgeroomde melk. Waar er bij de twee bakken een aanzienlijk verschil bestaat in de totale hoeveelheid wrongel, zou dit resultaat op het eerste gezicht misschien eenige verwondering kunnen wekken. De verklaring moet echter hierin zijn gelegen, dat het vet in de wrongel geen rol speelt bij het vasthouden der melksuiker, doch uitsluitend het gecoaguleerde eiwit.

Het feit, dat de hoeveelheid van dit eiwit uit de 100 kg volvette melk iets geringer is dan uit de 100 kg derzelfde doch afgeroomde melk, is waarschijnlijk als de oorzaak te beschouwen van het hier en ook bij een latere proef gevonden verschijnsel, dat direct na de watertoevoeging iets minder melksuiker wordt vastgehouden in de wrongel van de volle dan in die der afgeroomde melk, blijkens het dan iets hogere melksuikergehalte der vrije wei in het eerste geval.

Verreweg het voornaamste deel van de melksuikerdiffusie had binnen het eerste kwartier na de watertoevoeging plaats, de toename bedroeg dan voor bak I 0,31 g, voor bak II 0,29 g melksuiker per 100 cc; bij de verdere bewerking tot aan het ophalen der wrongel werden deze bedragen nog slechts tot 0,40 g in beide gevallen vergroot, welk getal ruim 50 % uitmaakt van de uiteindelijk bereikte daling van het melksuikergehalte door de watertoevoeging.

2. *Gelijktijdige bereiding van 20+ kaas en volvette kaas uit weidemelk*

De hiervóór beschreven proeven waren alle met stalmelk uitgevoerd; het was daarom gewenscht ook nog eens na te gaan, of bij het verkazen van weidemelk er zich, wat het aanvankelijk vasthouden der melksuiker door de wrongel na de watertoevoeging en het herstel van het melksuikerevenwicht betreft, soms belangrijke verschillen met het bij stalmelk gevondene zouden voordoen.

De vorige proef werd daarom nog eens op geheel gelijksoortige wijze herhaald met 2 bakken met 100 l van dezelfde gemengde weidemelk, waarvan de kaasmelk in bak I echter tot op 1,05 % vet ontroomd was. Het resultaat der melksuikerbepalingen in de wei op verschillende tijdstippen der bewerking is in de cijfers van tabel 4 neergelegd.

TABEL 4

Tijd.	Behandeling.	Bak I, 20+. Melksuiker (in g per 100 cc wei).	Bak II, volvet. Melksuiker (in g per 100 cc wei).
8 u 55 m	Begin van het snijden		
9 u 18 m	35 l wei afgeschept	4,94	4,98
9 u 26 m	Bak I op 30° C, Bak II op 33° C.		
9 u 32 m	10 l water toegevoegd		
9 u 33 m		3,73	3,84
9 u 37 m		3,98	4,01
9 u 40 m		4,03	4,07
9 u 43 m		4,12	4,13
9 u 47 m		4,14	4,16
9 u 51 m		4,14	4,14
9 u 57 m		4,14	4,19
10 u 3 m		4,16	4,21
10 u 7 m	Nawarmen I tot 31° C.		
10 u 9 m		4,14	4,21
10 u 15 m	Wrongel in I opgehaald	4,19	4,18
10 u 21 m	Nawarmen II tot 36° C.		
10 u 27 m			4,19

Wat de aanvankelijke daling van het melksuikergehalte betreft na de watertoevoeging, deze bedroeg in bak I 1,21 g, in bak II 1,14 g per 100 cc wei, wat dus weinig afwijkt van hetgeen bij de vorige proef was gevonden, nl. resp. 1,19 g en 1,15 g.

Wat daar over dit verschil is gezegd, is dus ook hier van toepassing: niet het vetgehalte, doch het eiwitgehalte der wrongel is de hoofdfactor, welke bij het vasthouden der melksuiker na de watertoevoeging een rol speelt. Ook hier had weer 15 minuten na de watertoevoeging reeds het voornaamste deel der suikertoeename plaats gehad.

Bespreking der resultaten

Uit de medegedeelde proefnemingen volgt algemeen, dat direct na de watertoevoeging, welke korten tijd na het eerste wei-aftappen en 30 à 40 minuten na den aanvang van het wrongelsnijden plaats had, het melksuiker-

gehalte der wei, na de aanvankelijke sterke daling, gedurende 20 à 30 minuten niet onbelangrijk toeneemt.

Deze toename, een gevolg van de diffusie van melksuiker uit de voor het toegevoegde water moeilijk toegankelijke wei, welke in de wrongel is opgesloten en van het uittreden van een deel dier wei door de samentrekking der wrongel, liep voor de verscheidene onderzochte gevallen vrij belangrijk uiteen en bedroeg 0,28 tot 0,49 g melksuiker per 100 cc wei; d. i. 36 tot 64 % van de verlaging van het melksuikergehalte welke ten slotte, na ingetreden evenwicht, door de watertoevoeging, welke 10 % van het gewicht der kaasmelk bedroeg, in de wei werd bereikt. Invloed van beteekenis hierop door enkele graden temperatuurverschil bij de bewerking of door verschil in vetgehalte der kaasmelk kon bij parallelproeven met dezelfde melk niet worden geconstateerd.

Het ligt voor de hand, dat vooral de relatieve hoeveelheden der ingesloten en vrije wei op het oogenblik der watertoevoeging van invloed zullen zijn op de latere toename van het melksuikergehalte der vrije wei, zoodat dus zoowel de tijd na de stremming verlopen als ook de wijze van samentrekking der wrongel bij verschillende soorten melk hierbij een rol spelen, terwijl eveneens het caseïnegehalte der verschillende soorten melk van beteekenis moet zijn. Ook zal een fijne wrongelverdeling, door het relatief groote oppervlak der deeltjes, eenigszins bevorderlijk kunnen zijn voor het herstel van het melksuikerevenwicht.

Te verwachten is, dat bij een zeer late watertoevoeging, door het dan betrekkelijk lage weigehalte der wrongel, de toename (na de aanvankelijke sterke daling) van het melksuikergehalte der vrije wei geringer zal zijn, dan bij de besproken proeven het geval was.

Inderdaad bleek uit een dubbele proef, ditmaal in het laboratorium op kleinere schaal met eenzelfde volle stalmelk uitgevoerd, waarbij in het eene geval het water eerst na het nawarmen werd toegevoegd, in het andere geval echter reeds ruim een uur eerder, dat in het eerste geval de bedoelde toename slechts 0,14 g en bij de vroege watertoevoeging 0,30 g melksuiker per 100 cc wei bedroeg. De tijd, welke noodig was voor het zoo goed als geheel beëindigen dier toename, was in beide gevallen dezelfde en bedroeg hier slechts ongeveer 10 minuten. Hoewel dus bij een late watertoevoeging, wegens de geringere hoeveelheid ingesloten wei, het vasthouden der melksuiker door de wrongel niet zóó belangrijk zal zijn, als wanneer die toevoeging, zooals gewoonlijk, in een vroeger stadium geschiedt, is het blijkens het voorgaande toch af te raden om de methode te volgen, die, zooals ons gebleken is, in sommige fabrieken wordt toegepast, n. l. om het water (al of niet tegelijk voor het nawarmen dienende) zóó laat toe te voegen, dat nog slechts enkele minuten kan worden

geroerd, voordat de wrongel moet worden opgehaald. Noodig is het er voor te zorgen, dat de watertoevoeging in elk geval zóó vroeg geschiedt, dat nog minstens 15 minuten met de wrongelbewerking kan worden doorgegaan. Alleen dan heeft men, zooals uit de beschreven proeven is gebleken, zekerheid, dat het melksuikergehalte der in de opgehaalde wrongel ingesloten wei na de watertoevoeging tot hetzelfde bedrag is gedaald als in de vrije wei gevonden wordt.

Samenvatting

Onderzocht werd in hoeverre er bij de gedurende het kaasmaken meermalen toegepaste watertoevoeging gevaar kan bestaan, dat het daarmee beoogde doel: een zekere verlaging van het melksuikergehalte der wrongel, in sommige gevallen niet ten volle zou worden bereikt, doordat de tijd voor het herstel van het na watertoevoeging verbroken melksuikerevenwicht tusschen de in de wrongel ingesloten wei en de vrije wei, niet geheel beschikbaar zou zijn vóór het einde der bewerking.

Hierbij werd het volgende gevonden.

1. Onmiddellijk na de watertoevoeging is het melksuikergehalte der vrije wei het laagst, daar aanvankelijk alleen deze wei wordt verdund; daarna neemt door diffusie van melksuiker en door wrongelsamentrekking het gehalte der vrije wei eerst snel en dan geleidelijk langzamer toe, waarbij in 20 à 30 minuten de evenwichtstoestand zoo goed als geheel bereikt wordt, ofschoon na \pm 15 minuten de verandering nog maar gering is.

2. De tijdelijke stijging van het melksuikergehalte kan zeer belangrijk zijn en beliep in de onderzochte gevallen, bij een watertoevoeging van 10 % van het kaasmelkgewicht, nadat eerst 35 l wei per 100 kg kaasmelk verwijderd waren, 3 tot 5 g per l wei, d. i. 36 tot 64 % van de uiteindelijke daling van het gehalte der vrije wei door de watertoevoeging verkregen.

3. Het bedrag der toename van het melksuikergehalte en de hiervoor benodigde tijden bleken niet van beteekenis beïnvloed te worden door verschillen in vetgehalte der kaasmelk, noch door enkele graden verschil in temperatuur, waarbij de wrongelbewerking plaats had. Niet de hoeveelheid van het vet der wrongel, doch van het geocoaguleerde eiwit heeft beteekenis voor het vasthouden van melksuiker na de watertoevoeging.

4. Belangrijk kleiner, hoewel nog van beteekenis, was de melksuiker-toename der vrije wei in een geval, waarbij het water eerst veel later dan in de andere gevallen werd toegevoegd. De tijd, waarin het melksuikerevenwicht werd hersteld, was echter niet geringer dan bij een tweede proef met dezelfde melk, waarbij het water veel eerder werd toegevoegd.

5. Uit deze proefnemingen volgt, dat in de meeste gevallen, waar bij het kaasmaken in de praktijk water wordt toegevoegd, bij het ophalen van de wrongel wel reeds melksuikerevenwicht zal zijn verkregen, maar dat er bij de wrongelbewerking toch steeds op gelet dient te worden, dat na de watertoevoeging minstens nog 15 minuten beschikbaar blijven, voordat met het ophalen der wrongel moet worden begonnen.

SUMMARY

On the change of the lactose content of the curd after the addition of water in making Edam cheese

During the making of cheese the cheesemaker frequently adds water in order to effect a certain lowering of the lactose content of the curd. The addition of water destroys the lactose equilibrium between the whey retained by the curd and the whey outside the curd. The purpose of the studies described in this paper was to find out how far the cheesemaker is liable to fail of his object, owing to the time needed for the operations after the addition of the water being shorter than the time needed for the restoration of the destroyed equilibrium.

It appeared that:

1. Immediately after the addition of the water the lactose content of the free whey reaches its lowest point as only this part of the whey is diluted. Next the lactose content of the free whey begins to rise, at first rapidly, then, gradually, more slowly, owing to the diffusion of the lactose and to the expulsion of whey caused by contraction of the curd. A state of equilibrium is all but reached within 20 or 30 minutes. The rise, after about 15 minutes is, however, but slight.

2. The rise of the lactose content can be considerable. In the cases examined, in which the quantity of water added was 10 % of the weight of the cheesemilk after the removal of 36 kg of whey per 100 kg of milk used, the rise amounted to 3 to 5 g per Liter whey, i. e. to 36 tot 64 % of the ultimate fall of the lactose content of the free whey caused by the addition of the water.

3. The amounts of the rise of the lactose content and the spaces of time needed for it were found to be influenced only very slightly by the differences of the fat content of the cheesemilk and by differences of a few degrees of the temperature at which the curd was stirred. Not the quantity of the fat in the curd, but the coagulated protein therein is the dominating factor for the retaining of the lactose after the addition of water.

4. In one case, in which the water was added much later than in the other cases, the rise of the lactose content of the free whey was found to

be considerably less, though still of some significance. The space of time, however, in which the lactose equilibrium was restored was not less than in a second experiment with the same milk, in which the water was added much earlier.

5. It follows from these experiments that, when in practice water is added in cheesemaking, the lactose equilibrium will in most cases have been reached before the curd is gathered, but that, in stirring the curd, the cheesemaker ought to see to it that, after the addition of water, at least 15 minutes remain at his disposal before it is time for the curd to be gathered.