

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION HOORN.

De invloed van de karntemperatuur op karntijd en vetgehalte der karnemelk als functie van den physischen toestand van het melkvet ¹⁾

DOOR

W. VAN DAM.

(Ingezonden 2 Mei 1927).

In een vroeger verschenen verslag ²⁾ van een onderzoek naar den invloed van de temperatuur op den physischen toestand van het vet in de vetbolletjes der melk, is erop gewezen, dat bij de gebruikelijke koude zuring en een veelal daaraan voorafgaande diepere koeling van den room gedurende een paar uren, het roomvet zich bij de karntemperatuur nog niet in een toestand van evenwicht bevindt. Om ervan verzekerd te zijn, dat deze toestand wèl wordt bereikt, schijnt het noodig, den room gedurende geruimen tijd op een veel lagere temperatuur af te koelen, b.v. gedurende een etmaal op $\pm 0^{\circ}$ C. Wordt deze room dan op de karntemperatuur gebracht — zonder dat de mogelijkheid bestaat, dat gedeelten ervan tijdelijk op hoogere temperatuur komen — dan bevindt zich het vet in den evenwichtstoestand. Hieruit blijkt dus, dat bij het karnen in de practijk deze toestand wel nooit zal bestaan en dat die voor de bereiding van een uitstekende boter niet noodzakelijk is. Maar voor de studie van de factoren, die op het karnproces invloed uitoefenen is de destijds gevonden kwestie wèl van belang. We weten b.v., dat verhooging van de karntemperatuur een verkorting van den karntijd en een vermeerdering van het vetgehalte der karnemelk veroorzaakt, maar de vraag, in hoeverre deze verkorting en vermeerdering afhangen van den physischen toestand, waarin gedurende het karnen het roomvet verkeert, was tot voor korten tijd onvoldoende beantwoord. Maar ook indien het proeven betreft, waarbij mogelijke veranderingen van het vet gedurende het karnen juist zooveel mogelijk uitgesloten moeten worden, zal men goed doen, te werken met vet, dat vooraf langen tijd

1) Zie ook Officieel Orgaan v/d F. N. Z., N^o. 855 e. v. (1922).

2) Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen, XVI (1915).

202156

sterk is afgekoeld. Doet men dit niet, dan kunnen immers tengevolge van de krachtige karnbeweging veranderingen in den toestand van het vet intreden, waarvan de grootte moeilijk te schatten valt en die op de uitkomst invloed uitoefenen kunnen, terwijl dit is uitgesloten, als men van vooraf diep gekoeld roomvet uitgaat. Bij de hiervolgende proeven is met deze omstandigheid rekening gehouden.

WERKWIJZE.

Waar het erop aankwam steeds twee karnsels, die op verschillende wijze voorbereid waren, onder zooveel mogelijk dezelfde omstandigheden te verkarnen, werd een dubbele karn geconstrueerd, waarbij de gelijkheid van beweging der beide ramen verzekerd was door tandradoverbrenging vanaf een centraal aandrijfwiel, dat door een met constante snelheid loopenden electromotor werd aangedreven. De karntjes zelf waren van Holsteinsch model, van vertind koper en het geheel was geplaatst in een groot waterbad, dat door een koudwaterthermoregulateur op constante temperatuur kon worden gehouden. Dikwijls werd dit laatste echter bereikt door het inwerpen van kleine stukjes ijs in het door een tweeden motor krachtig geroerde thermostatwater. Op deze wijze kon de temperatuur gemakkelijk tot op $0,1^{\circ}$ C. constant gehouden worden. De bij het karnen ontstane warmte werd dus door den dunnen metalen karnwand snel afgevoerd, zoodat bij beëindiging van het karnen, de temperatuur in de karns slechts $\pm 0,2^{\circ}$ C. hooger was dan die van het de karns omgevende water. Iedere karn werd gevuld met $2\frac{1}{2}$ L. room; het verloop van het proces kon door een aangebracht kijkglasje nauwkeurig worden waargenomen. Door middel van een toerenteller was het aantal omwentelingen van de raampjes gemakkelijk te controleren. Het vetgehalte van de karnemelk werd steeds bepaald volgens GERBER.

Voor het verkrijgen van twee porties room, waarvan in het eene geval het vet wèl, en in het andere niet in den evenwichtstoestand verkeerde, werd als volgt te werk gegaan.

Na pasteurisatie werd al de room afgekoeld en geplaatst in smeltend ijs, waarin de vloeistof gedurende 24 uren (soms langer) bleef staan. Dan werd de eene helft op $\pm 40^{\circ}$ C. verwarmd, zoodat het vet der vetbolletjes weer vloeibaar werd en daarna afgekoeld op de zuringstemperatuur, ervoor zorgdragende, dat de room gedurende de afkoeling niet met koelwater in aanraking kwam, waarvan de temperatuur lager was dan de zuringstemperatuur. De andere helft werd zonder voorafgaande verwarming op 40° C. op de zuringstemperatuur gebracht, waarbij ervoor gezorgd werd, dat de roomdeeltjes geen oogeblik warmer zouden kunnen worden dan deze laatste temperatuur.¹⁾ Nu werden beide porties van reincultuur voorzien en de zuring had

1) Bij het voor een aantal jaren gepatenteerde zoogenaamde „Friwivverfahren” waarbij ook de room gedurende 24 uren diep afgekoeld werd, maakte men de fout, na de afkoeling weer op 18° à 20° te verwarmen, waardoor het effect der lage afkoeling voor een belangrijk deel te niet gedaan werd.

dan bij zoo constant mogelijk gehouden temperatuur plaats. Het is duidelijk, dat na 24 uren het eene roomvet niet in evenwicht verkeerde (in het vervolg steeds door W aangeduid), het andere daarentegen wel. (K). De zuurheidsgraden zijn steeds in verbruikte c.c. $\frac{1}{10}$ n. loog per 100 c.c. room uitgedrukt.

Uit eenige oriënteerende proeven bleek al dadelijk, dat het verschil in vóórbehandeling van den room, zooals het hierboven werd aangegeven, belangrijke verschillen in het verloop van het karnproces gaf, bepaaldelijk wat den karntijd betreft.

Tabel I geeft de uitkomsten aan.

TABEL I.

Invloed der vóórbehandeling van den room op den karnduur.

Proefnummer.	Datum.	Zuringstemperatuur.	Vóórbehandeling.	Zuurheidsgraad.	Karntemperatuur.	Karnduur.
1	12 Juni	15°—16.5°	K.	—	16.2°	35½ min.
			W.	—		52½ "
2	17 Aug.	15°—16°	K.	73	16.2°—16.3°	59 min
			W.	76		120 "
3	24 Aug.	< 16.9°	K.	77	16.4°—16.7°	48 min.
			W.	79		66 "
4	7 Nov.	15°	K.	69	15.1°—15.3°	30½ min.
			W.	69		38¾ "

Uit deze cijfers bleek dus duidelijk, dat de diepe afkoeling een groot verschil in karnduur teweegbracht. Wel is waar slaagden deze proeven niet in alle opzichten, want bij proef 1 en 3 is de zurings-temperatuur iets hooger opgelopen dan die, waarbij gekarnd werd, maar de verschillen zijn klein en doen aan de uitkomsten geen afbreuk. Bij den room, waarvan het vet harder was geworden door de langdurige afkoeling werd de karnduur korter gevonden. Deze oriënteerende proeven maakten het reeds waarschijnlijk, dat de invloed van temperatuursverhoging bij het karnen voor twee zoo verschillend behandelde karnsels niet dezelfde zou zijn. Om dit na te gaan werd K- en W-room bij verschillende temperaturen gekarnd, in dien zin, dat telkens de beide karntjes met (dezelfde) K- en W-room werden gevuld, die dus bij dezelfde temperatuur werd verkarnd, welke temperatuur bij de verschillende proeven gewijzigd werd.

In tabel II en III zijn een paar uitkomsten aangegeven.

TABEL II.

Verschillende invloed van verhooging der karntemperatuur.
Vetgehalte 17 %. Zuringstemperatuur 15,8° C. Zuurheidsgraad
73¹/₁₀ n.

	Karntemperatuur.	Karntijd.
K.	15.3°—15.5°	39 ¹ / ₄ '
W.		23 ¹ / ₄ '
K.	16.8°—17.1°	21 ¹ / ₂ '
W.		22'
K.	18.3°—18.5°	14'
W.		19 ¹ / ₂ '

TABEL III.

Vetgehalte 18 %. Zuringstemperatuur 13,5° C. Zuurheidsgraad
74¹/₁₀ n.

	Karntemperatuur.	Karntijd.
K.	13.5°—13.8°	77'
W.		65'
K.	15° —15.3°	50'
W.		52 ¹ / ₂ '
K.	16.5°—16.7°	32'
W.		39'

Beschouwen we deze beide tabelletjes, dan valt in de eerste plaats op, dat de eerste waarden voor den karntijd juist het omgekeerde te zien geven van hetgeen tabel I leverde. In deze laatste zijn de karntijden voor den K-room alle korter dan die voor den W-room, terwijl bij de laagste temperaturen van tabel II en III de K-room juist den langsten karntijd leverde. In de tweede plaats vinden we een duidelijk antwoord op de vraag, ter beantwoording waarvan de proeven werden genomen: de invloed van verhooging der karntemperatuur op den karnduur is een heel andere voor den K-room dan voor den W-room. In beide gevallen is bij de hoogste karntemperatuur de karntijd voor K kleiner geworden dan voor W, dus juist omgekeerd als bij de laagste temperatuur. De invloed der temperatuursverhoging was dus voor K aanmerkelijk grooter dan voor W.

In het volgende tabelletje IV is nog een uitkomst aangegeven.

TABEL IV.

Verschillende invloed van verhooging der karntemperatuur.
 Vetgehalte 19 %. Zuringstemperatuur 16,3°. Zuurheidsgraad 76
 $\frac{1}{10}$ n.

	Karntemperatuur.	Karntijd.
K.	16,3°—16,45°	24'
W.		27 $\frac{1}{2}$ '
K.	17,5°—17,7°	18 $\frac{1}{4}$ '
W.		24'
K.	18,4°—18,6°	16 $\frac{1}{2}$ '
W.		25'

Ook in dit geval is de grootere invloed van de hoogere karntemperatuur op K zeer duidelijk. De beide eerste karntijden zijn nu weer meer in overeenstemming met de in tabel I aangegeven waarden, maar het is vrij zeker, dat bij een karntemperatuur van b.v. 13° C. K weer een langeren duur geleverd zou hebben dan W. Voor den W-room van tabel IV is de invloed der temperatuursverhoging al heel klein; dat bij 18,4 tot 18,6° een iets langere tijd werd gevonden dan bij 17,5°—17,7° zal wel daaraan liggen, dat het vet door de hoge zuringstemperatuur zeer week was gebleven, waardoor het moeilijk is het juiste oogenblik, waarop de karn „af" is, vast te stellen bij de proefkarntjes, althans bij zoo hoge karntemperatuur. Dat 16,3° C. een veel te hoge zuringstemperatuur was voor dit vet bleek ook hieruit, dat de karnemelk van den bij 16,4° gekarnden W-room niet minder dan 1,75 % vet bevatte, tegen 0,35 % in die van den K-room.

Uit een en ander blijkt wel duidelijk, dat we geen algemeen antwoord kunnen geven op de vraag, of het laag afgekoelde roomvet sneller of minder snel uitgekarnnd wordt. De uitkomst hangt voor een bepaald vet af van verschillende factoren, vooral van de karntemperatuur in verband met de gekozen zuringstemperatuur. Dit volgt nog nader uit de volgende cijfers, verkregen met roomvet, waarvan de samenstelling ten gevolge van het zeer uiteenlopend voedsel der koeien bij de proeven sterk verschilde. Behalve de karntijden geven we ook het vetgehalte van de karnemelk.

TABEL V.

Invloed van verhooging der karntemperatuur op karnduur en vetgehalte der karnemelk. Vetgehalte 20,5 %. Zuringstemperatuur 11,6° C. Zuurheidsgraad 73 — 74¹/₁₀ n. Voedsel hooi + lijnkoek.

	Karntemperatuur.	Karnduur.	% vet in de karnemelk.
K.	11.7°—11.95°	54 ¹ / ₄ '	0.33
W.		49 ³ / ₄ '	0.42
K.	13° —13.25°	36 ¹ / ₄ '	0.35
W.		33 ¹ / ₂ '	0.47
K.	15° —15.2°	22 '	0.48
W.		20 ¹ / ₂ '	0.57
K.	17° —17.05°	15 '	0.60
W.		13 ³ / ₄ '	0.77
K.	18° —18.05°	12 ³ / ₄ '	0.70
W.		10 ² / ₃ '	0.93
K.	19° —19.05°	12 '	0.81
W.		9 ¹ / ₄ '	1.12

Bij deze proef is slechts weinig verschil merkbaar in den invloed, dien de temperatuursverhooging bij het karnen uitoefent op den karnduur. Voor den K-room verandert deze van 54¹/₄' bij 11,7°, tot 12' bij 19°, terwijl de W-room de tijden 49³/₄' en 9¹/₄' leverde bij dezelfde temperaturen. Indien we dus aan den physischen toestand van het vet een overwegende beteekenis toekennen voor het verloop van het karnproces, dan zouden we moeten aannemen, dat deze toestand in dit geval slechts weinig of niet verschilde voor het vet der beide karnsels. Maar dit is in strijd met hetgeen vroeger is gevonden. Als de eene helft van den room langdurig op 0° C. en de andere op 11,6° C. is gehouden, dan is bij de gebezigde karntemperaturen de physische toestand niet gelijk. De uitzettingen, die we voor deze beide roomen (45 % vet) vonden na de koeling bij verwarming van 13°—28° C. waren dan ook ± 178 en ± 158 . Er moet dus nog een andere factor in het spel zijn, tenzij binnen zekere grenzen van vastheid van het vet, de kleefkracht nagenoeg gelijk blijft, want de meer of mindere kleefkracht der gevormde vetklompjes speelt ongetwijfeld een groote rol voor den karnduur. De omstandigheid, dat bij deze proef gedurende ± 40 uren werd gezuurd, heeft er misschien toe bijgedragen, de kleefkracht van het vet van den W-room te doen naderen tot die van het K-roomvet.

Vier dagen later werd de proef van tabel V herhaald met room, van dezelfde koeien afkomstig. De zuring geschiedde nu echter bij hoogere temperatuur, n.l. 15,6° C., en wel gedurende 24 uren. De uitkomsten waren als volgt:

TABEL VI.

Invloed van verhooging der karntemperatuur op karnduur en vetgehalte der karnemelk. Vetgehalte 17,7 %. Zuringstemperatuur 15,6°. Zuurheidsgraad 77 à 78¹/₁₀ n. Voedsel: als tabel V.

	Karntemperatuur.	Karnduur.	% vet in de karnemelk.
K.	16°—16.15°	17 '	0.33
W.		36 ¹ / ₂ '	0.91
K.	17°—17.2°	13 '	0.44
W.		31 ¹ / ₂ '	0.98
K.	18°—18.15°	10 ² / ₃ '	0.54
W.		27 '	1.08
K.	19°—19.1°	10 '	0.78 ¹⁾
W.		24 ¹ / ₄ '	1.30 ¹⁾

Bij vergelijking van tabel V met tabel VI blijkt onmiddellijk de groote invloed van de zuringstemperatuur. In tabel VI loopen de karntijden weer sterk uiteen, en het is waarschijnlijk, dat het verschil in physischen toestand, dat nu blijkens het vroeger gevondene veel grooter moest zijn, hiervan grootendeels de oorzaak is.

Beschouwen we de cijfers voor het vetgehalte van de karnemelk, dan blijkt, dat bij alle karntemperaturen de K-cijfers lager zijn dan de W-cijfers, terwijl, zooals bekend is, meer vet in de karnemelk blijft naarmate de karntemperatuur hooger is.

De cijfers van tabel V vertoonen nog het belangrijke verschijnsel, dat de vermeerdering van het vetgehalte door verhooging der temperatuur sterker is voor den W-room dan bij den K-room.

In tabel VI is dat niet het geval, maar bij de meeste proeven over dit onderwerp werd een duidelijk verschil gevonden ten gunste van den K-room, zoodat ook in dit opzicht het werken met diepgekoelden room een grootere zekerheid geeft bij het karnen.

De proeven voor tabel V en VI werden genomen met room, afkomstig van geheel normaal gevoederde dieren: hooi met lijnkoek. Hier volgen nog een paar experimenten met zeer hard vet, als gevolg van rijkelijk voederen met bieten, en met zeer week vet, enkele dagen na het uitjagen van het vee.

1) Beide iets verder gekarnd.

TABEL VII.

Invloed van verhooging der karntemperatuur op karnduur en vetgehalte der karnemelk. Vetgehalte 19,4 %. Zuringstemperatuur 15° C. Zuurheidsgraad 73—75¹/₁₀ n. Voedsel: hoog bietenrantsoen.

	Karntemperatuur.	Karnduur.	% vet in de karnemelk.
K.	17°—17.1°	122 '	0.25
W.		69 '	0.40
K.	18°—18.1°	80 '	0.25
W.		59 ¹ / ₂ '	0.43
K.	19°—19.1°	49 ¹ / ₄ '	0.28
W.		45 '	0.50
K.	20°	29 ³ / ₄ '	0.25
W.		39 '	0.54
K.	21°	19 ¹ / ₂ '	0.32
W.		28 ¹ / ₂ '	0.65
K.	22°	12 '	0.40
W.		17 ³ / ₄ '	0.90

TABEL VIII.

Invloed van verhooging der karntemperatuur op karnduur en vetgehalte der karnemelk. Vetgehalte 18 %. Zuringstemperatuur 15° C. Zuurheidsgraad 72—76¹/₁₀ n. Voedsel: hoog bietenrantsoen.

	Karntemperatuur.	Karnduur.	% vet in de karnemelk.
K.	17°—17.1°	98 '	0.28
W.		99 '	0.37
K.	18.5°	46 '	0.27
W.		62 '	0.43
K.	20°	21 '	0.27
W.		34 ¹ / ₂ '	0.48
K.	21.5°	10 ² / ₃ '	0.37
W.		21 '	0.60
K.	23°	7 '	0.50
W.		11 ³ / ₄ '	1.00
K.	24.4°	4 ¹ / ₂ '	0.70
W.		6 ¹ / ₃ '	1.80

TABEL IX.

Invloed van verhooging der karntemperatuur op karnduur en vetgehalte der karnemelk. Vetgehalte 19 %. Zuringstemperatuur 13° C. Zuurheidsgraad 73—75¹/₁₀ n. Voedsel: gras, kort na het uitjagen.

	Karntemperatuur.	Karnduur.	% vet in de karnemelk.
K.	13° —13.2°	68 '	0.24
W.		75 '	0.50
K.	14.5°—14.6°	41 '	0.27
W.		68 '	0.62
K.	16° —16.2°	27 '	0.36
W.		59 ¹ / ₂ '	0.80
K.	17.5°—17.65°	20 '	0.51
W.		48 ¹ / ₂ '	1.20

TABEL X.

Invloed van verhooging der karntemperatuur op karnduur en vetgehalte der karnemelk. Vetgehalte 16,5 %. Zuringstemperatuur 11° C. Zuurheidsgraad 71¹/₁₀ n. Voedsel: gras. 1 week na de proef van tabel IX.

	Karntemperatuur.	Karnduur.	% vet in de karnemelk.
K.	11°—11.2°	142 '	0.28
W.		157 '	0.33
K.	13°—13.2°	80 '	0.30
W.		115 '	0.43
K.	15°—15.2°	44 '	0.37
W.		83 '	0.53
K.	17°—17.15°	25 '	0.60
W.		43 '	0.98
K.	19°	16 '	0.92
W.		?	—

Overzien we de vier laatste tabellen, dan blijkt, dat bij alle vier series de karntijden weer zeer verschillend uitvallen voor den K- en den W-room, terwijl ze ook zeer verschillend beïnvloed worden door de temperatuursverhooging. In tabel VII, die betrekking heeft op een zeer hard roomvet, komt heel duidelijk de „omkeering” uit; bij 17° C. vonden we voor K en W resp. 122' en 69', bij 21° C. 19½' en 28½', terwijl bij ± 19° C. gelijke karntijden gevonden zouden zijn. Uit deze proef bleek dus ook weer duidelijk, dat op de karntijden nog een andere factor invloed uitoefenen moet. Immers, als bij ± 19° C. de gelijke karntijden zouden zijn toe te schrijven aan gelijkheid van den physischen toestand van het melkvet, dan zou deze toestand bij hogere temperaturen gelijk moeten zijn voor den K- en W-room, en we zouden bij de hogere temperaturen gelijke karntijden moeten vinden, wat niet het geval is.

Zeer instructief zijn de cijfers voor het vetgehalte van de karnemelk. Bij alle proeven werd gevonden, dat de K-room aanmerkelijk minder vet in de karnemelk leverde dan de W-room, onafhankelijk van de temperatuur, waarbij gekarnd werd. En de cijfers van de tabellen VII, VIII, IX en X geven voor het vetgehalte der karnemelk een sterkere stijging te zien voor W- dan voor K-. wat, zooals reeds werd opgemerkt, een belangrijk voordeel is van de lage afkoeling.

Vatten we de uitkomsten van de in dit hoofdstuk vermelde proeven samen, dan zouden we kunnen zeggen:

1. De physische toestand van het roomvet gedurende het karnen oefent waarschijnlijk een grooten invloed uit op den karnduur.
2. De mate, waarin de karntijd verkort wordt door verhooging der karntemperatuur is een functie van de verandering van den physischen toestand van het vet ten gevolge van de temperatuursverhooging en van een of meer andere factoren.
3. De vraag, of door langdurige diepe afkoeling van den room, de karntijd wordt verkort, is niet zonder meer met „ja” of „neen” te beantwoorden. Voor een gegeven room hangt dit van de karntemperatuur af.
4. Het vetgehalte van de karnemelk werd in den diepgekoelden room bij alle temperaturen kleiner gevonden dan in denzelfden, niet zeer diep gekoelden, room. Meer algemeen kunnen we zeggen: bij iedere karntemperatuur is het vetgehalte van de karnemelk het kleinst, als het roomvet in den voor die temperatuur geldenden evenwichtstoestand verkeert.
5. Verhooging der karntemperatuur doet meestal het vetgehalte van de karnemelk sterker stijgen als room gekarnd wordt, waarvan het vet niet in den evenwichtstoestand verkeert, dan bij het verwerken van room, welks vet door langdurige sterke afkoeling in evenwicht is gebracht.

6. In hoeverre deze voorloopige conclusies juist zijn, moet door verdere proeven, en wel bepaaldelijk praktische, worden nagegaan.

Een woord van dank moge hier gebracht worden aan den heer C. PIPPER, destijds technisch-ambtenaar aan het Proefstation Hoorn, voor de bij deze proeven verleende uitstekende hulp.

Zusammenfassung.

Es wurden vergleichende Laboratoriumsversuche gemacht über den Einfluss der Butterungstemperatur auf Fettgehalt der Buttermilch und Butterungsdauer beim Buttern von tief- und nicht tiefgekühltem Rahme.

Es wurde gefunden:

1. Der physikalische Zustand des Rahmfetts während des Butterns übt wahrscheinlich einen grossen Einfluss aus auf die Butterungsdauer.
 2. Das Mass der Verkürzung der Butterungsdauer durch Steigerung der Butterungstemperatur ist eine Funktion der Aenderung des physikalischen Zustandes infolge dieser Temperatursteigerung, und von einem oder mehr anderen Faktoren.
 3. Die Frage, ob die Butterungsdauer durch lang andauernde Tiefkühlung des Rahms verkürzt wird, ist nicht ohne Weiteres mit „ja“ oder „nein“ zu beantworten. Für einen bestimmten Rahm hängt dies von der Butterungstemperatur ab.
 4. Der Fettgehalt der Buttermilch wurde beim sehr tief gekühlten Rahme für *alle* Butterungstemperaturen niedriger gefunden als für den in gewöhnlicher Weise gekühlten Rahm.
 Mehr allgemein könnte man sagen: für jede Butterungstemperatur ist der Fettgehalt der Buttermilch am niedrigsten, wenn das Rahmfett sich in dem für die Temperatur geltenden Gleichwichte befindet.
 5. Steigerung der Butterungstemperatur verursacht in den meisten Fällen eine stärkere Vermehrung des Fettgehalts der Buttermilch bei der Verarbeitung von Rahm der nicht sehr tief gekühlt wurde als beim lange kalt gehaltenen Produkte.
 6. Obenstehende Resultate müssen durch weitere Versuche, zumal praktische, geprüft werden.
-