PR
Proefstation voor de
Rundveehouderij,
Schapenhouderij en
Paardenhouderij

Waiboer-
hoeve

ROC's
Regionale
Onderzoek
Centra

Rapport nr. 147

Stromend diepkoelen van rauwe melk

J. A. M. Boerekamp
B. A. Slaghuis

Deze oplage is geheel vernietigd!
ARCHIEF
Voorlichting
okt '93

Oktober 1993

Colofon

Uitgever:
Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR), Runderweg 6, 8219 PK Lelystad

Redactie:
Afdeling Voorlichting van het PR.

Drukker:
Drukkerij de Boer
Lelystad

Niets uit dit rapport mag zonder overleg met het Proefstation worden overgenomen

ISSN 0169-3689
Eerste druk 1993/oplage 350

De onderzoekcentra

Dit rapport is uitsluitend verkrijgbaar door storting van ƒ 25,-- op Postbank nr. 2307421 van het Proefstation PR, Runderweg 6, 8219 PK Lelystad met vermelding: Rapport nr. 147.

Referaat
Stromend diepkoelen van rauwe melk (PR-rapport 147)/ J. A. M. Boerekamp, B.A. Slaghuis-Lelystad. 1993. Vergelijking van het in-line koelen van rauwe melk met de standaard manier van koelen binnen één bedrijf. Trefw: kwaliteit, melk, koelen.

Proefstation voor de
Rundveehouderij,
Schapenhouderij en
Paardenhouderij (PR),
Lelystad

Waiboerhoeve

Regionale
Onderzoek
Centra
(ROC's)

STROMEND DIEPKOELEN VAN RAUWE MELK

Instant cooling of raw milk

J.A.M. Boerekamp
B.A. Slaghuis

Rapport nr. 147

Oktober 1993

VOORWOORD

Naar aanleiding van contacten met de zuivelindustrie is het idee naar voren gekomen om het zogenaamde 'in-line' koelen aan nader onderzoek te onderwerpen. Bij Friesland-Frico-Domo is dergelijke apparatuur uitgeprobeerd op één bedrijf. Op de Waiboerhoeve bestond de mogelijkheid om de standaard manier van koelen en 'in-line' koelen met elkaar te vergelijken binnen hetzelfde bedrijf.

De mensen die bij deze proef betrokken zijn geweest (stagiair Van der Lely, personeel van de Waiboerhoeve en Alfa-Laval) worden hartelijk bedankt voor hun medewerking.

Ook de mensen van Friesland-Frico-Domo worden bedankt voor hun adviezen.

SAMENVATTING

In Nederland is het gebruikelijk om rauwe melk te koelen en op te slaan in een tank die voorzien is van koelfaciliteiten. De melk wordt binnen drie uur na het melken gekoeld tot beneden 4 °C. Een andere methode om rauwe melk te koelen is stromend diepkoelen. Hierbij wordt de melk, voordat deze in de melkkoeltank gaat, gekoeld tot beneden 4 °C. Deze manier van koelen is in Nederland actueel geworden vanwege o.a. zijn kwaliteitsperspectieven voor rauwe melk.
Op één van de bedrijven op de Waiboerhoeve is stromend diepkoelen vergeleken met de gebruikelijke koeling.
Het totaal kiemgetal en het aantal psychrotrofen was voor beide manieren van koelen gelijk.

SUMMARY

In the Netherlands raw milk is being stored and cooled in a bulk tank with cooling facilities.
The milk has to be cooled to below 4°C within three hours after milking.
Another method is the so called 'in-line' or instant cooling of milk. The milk has been cooled before it runs into the bulk tank. This method has been investigated because of possible quality improvements of the milk.
On one of the experimental farms of our institute the instant cooling has been compared to standard cooling. The total plate count and number of psychrotrofs has not been improved and was equal to the milk which was cooled in the bulk tank.

INHOUDSOPGAVE

Blz

1. INLEIDING 1

2. MATERIALEN EN METHODEN 4
   2.1 Opzet 4
   2.2 Uitvoering 4
   2.3 Bewaarproeven 5
   2.4 Bepalingen 6
   2.5 Verwerking resultaten 6

3. RESULTATEN 7
   3.1 Temperatuur van de melk 7
   3.2 Kwaliteit van melk 8
      3.2.1 Microbiologische kwaliteit 8
      3.2.2 Fysische kwaliteit 13
   3.3 Energiekosten 13
   3.4 Bewaarproeven 14

4. CONCLUSIES 17

LITERATUUR 18

BIJLAGE I 19

1 INLEIDING

Koelen van melk na de winning kan op verschillende manieren uitgevoerd worden. De meest toegepaste methode in Nederland is koeling in een melkkoeltank (conventioneel koelen). Bij dit systeem wordt de melk in de melkkoeltank gekoeld, meestal via directe verdamping (freon) en op enkele bedrijven via indirecte verdamping (ijswater). De melk wordt gekoeld van 30 à 35 °C naar beneden 4 °C. Tijdens het koelen en bewaren ondergaat de melk een aantal temperatuurschommelingen als gevolg van het toevoegen van ongekoelde melk van een nieuw melkmaal aan al gekoelde melk in de melkkoeltank. Voor elk bedrijf verloopt het temperatuurtraject anders, omdat de grootte van de tank, de hoeveelheid te koelen melk en de koelsnelheid van de tank bepalend zijn voor dit verloop. Na het melken duurt het vaak nog 1 à 2 uur voordat de melk in de melkkoeltank is gekoeld tot beneden 4 °C. Tijdens het koelen is de melk nog niet beschikbaar voor levering aan de fabriek (RMO).

Voorkoelen

Bij het koelen van melk kan gebruik worden gemaakt van een voorkoeler. Bij voorkoelen stroomt er koud leiding-/bronwater in tegenstroom met warme melk door een platenkoeler. De melk wordt gekoeld van 30 à 35 °C naar ca. 20 °C. Bij het voorkoelen wordt ongeveer de helft van de warmte uit de melk gehaald. Het energieverbruik vermindert hierdoor met ongeveer 40 - 45 % (Ubbels et al., 1979). Het energieverbruik wordt niet gehalveerd, omdat koelen van 20 naar 4 °C relatief meer energie kost. Voorkoelers zijn vooral in gebruik genomen om energie te besparen en om de elektrische piekbelasting op een bedrijf te verlagen.

Stromend diepkoelen

Een andere manier om melk te koelen is het zogenaamde stromend diepkoelen (ook wel direct koelen, 'instant' koelen of 'inline' koelen genoemd). Bij dit systeem wordt de melk buiten de melkkoeltank gekoeld tot beneden 4 °C. Het koelen kan ook hier zowel via indirecte verdamping (ijswater), als directe verdamping (freon). De meest gebruikte methode bij stromend diepkoelen is koelen met behulp van

ijswater. Het ijswater stroomt in tegenstroom met de warme melk door een platenkoeler. De melk wordt in een keer gekoeld van 30 à 35 naar 4 °C. De gekoelde melk wordt in een tank bewaard. Er zijn systemen waarbij de tank ook nagekoeld kan worden met ijswater. De RMO kan meteen na het melken de melk ophalen. Deze manier van koelen wordt toegepast in o.a. Duitsland en Frankrijk.

De veronderstelling is dat de melk die stromend diepgekoeld is, langer houdbaar kan zijn dan melk die conventioneel gekoeld is. De bacterieflora die zich in de aanpassingsfase bevindt, zou bij lagere temperaturen langer in deze aanpassingsfase kunnen blijven. Door het telkens opwarmen van de melk bij conventioneel koelen zouden de bacteriën eerder in de groeifase terecht moeten komen. De vraag is hoe groot de invloed van de temperatuurschommelingen is op de groei van bacteriën. Verder is bekend dat sneller koelen van melk de gevoeligheid ten opzichte van vetsplitsing kan vergroten.
Ook het caseïnegehalte in de melk zou lager kunnen worden door diffusie van B-caseïne vanuit de caseïnemicellen in de melk. Het NPN-gehalte zou daardoor hoger worden.

Bij Friesland-Frico-Domo is het stromend diepkoelen uitgeprobeerd op een bedrijf met één koeltank. Vergelijking tegelijkertijd is op deze manier niet mogelijk. Door de situatie voor het installeren van de stromend diepkoelinstallatie te bepalen en te vergelijken met die tijdens het stromend diepkoelen wordt ook wel een indruk verkregen van de melkkwaliteit en de werking van deze manier van koelen. Bovendien is periodiek gewisseld van manier van koelen door de diepkoelinstallatie af en toe enkele weken uit te zetten.
Ook de economische aspecten van diepkoelen van melk zijn in dit onderzoek meegenomen.

Uit eerdere onderzoeken (Tjansma, 1991) zijn energieverbruiken van het koelen van melk bekend:

Conventioneel koelen:	direct:	1,40 - 1,90 kWh/100 l melk
	indirect:	1,90 - 3,40 kWh/100 l melk
Stromend diepkoelen:	indirect:	2,30 - 3,30 kWh/100 l melk

Door voorkoelen daalt het energieverbruik met 40 - 45% (Ubbels et al.,1979)

Het doel van dit onderzoek is om het stromend diepkoelen gelijktijdig te vergelijken met conventioneel koelen voor wat betreft de melkkwaliteit.
Onderdelen van de melksamenstelling en energieverbruiken zullen ook bepaald worden.

2 MATERIALEN EN METHODEN

2.1 Opzet

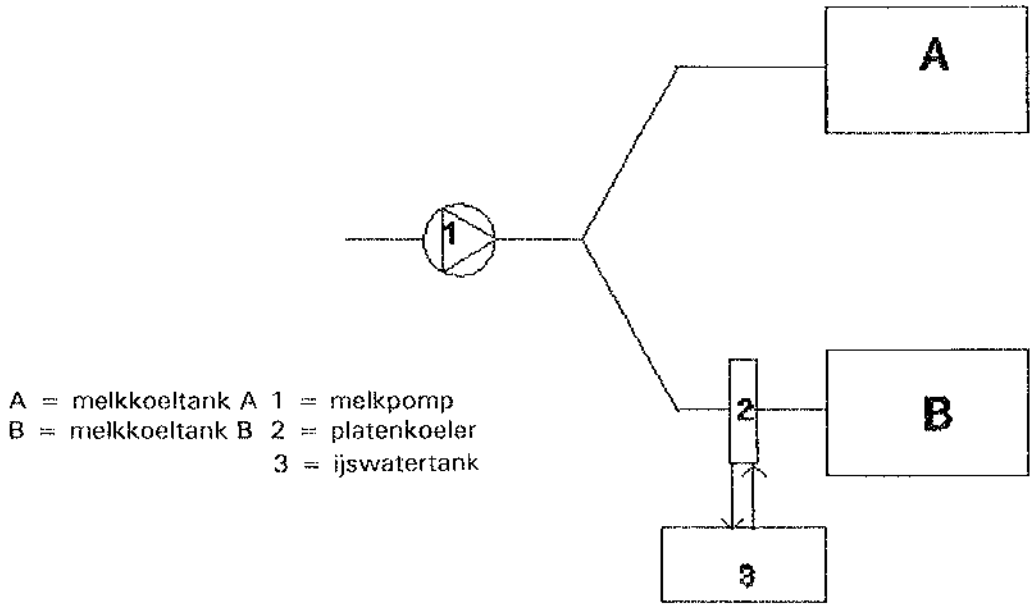
Op een proefbedrijf van de Waiboerhoeve in Lelystad is een jaar lang de melkkwaliteit van verschillend gekoelde melk vergeleken. Op dit bedrijf zijn twee melkkoeltanks aanwezig. Deze hebben een inhoud van 5100 en 4100 liter.

De melk wordt na de melkpomp gesplitst in twee gelijke delen (figuur 1). De ene helft van de melk gaat direct in melkkoeltank A en wordt met directe verdamping conventioneel gekoeld. De andere helft van de melk gaat eerst door een platenkoeler en wordt met ijswater gekoeld tot ongeveer 3 °C en gaat vervolgens in melkkoeltank B. Er is een aantal maal gewisseld van melkkoeltank om tankinvloeden uit te sluiten.

2.2 Uitvoering

Na installatie van de apparatuur volgens het schema van figuur 1 is gedurende ongeveer een jaar melk op twee manieren gekoeld.

Figuur 1 Schematische voorstelling van proefopstelling



In bepaalde perioden zijn monsters melk genomen uit de beide tanks. Om de microbiologische kwaliteit van de melk te kunnen vergelijken zijn melkmonsters genomen uit beide tanks. Voor bemonstering is alleen melk van zes melkmalen genomen, omdat pas bij langer bewaren het mogelijke verschil in bacteriologische kwaliteit naar voren kan komen.

Doordat de melk steeds verdeeld werd in twee tanks is de hoeveelheid melk die gekoeld moest worden ten opzicht van de tankinhoud, koelcapaciteit, klein. Na zes melkmalen was in elk van de tanks ongeveer 2000 - 2300 liter melk aanwezig. De beide tanks waren maar voor 40 - 50 % gevuld geweest. De tank waarin de melk conventioneel gekoeld werd had een aanzienlijke overcapaciteit. De temperatuurschommelingen van de melk in deze tank waren daardoor kleiner dan bij een volle tank. De temperatuur van de melk in beide tanks is met behulp van een thermokoppel en datalogger opgenomen en geregistreerd.

De omstandigheden van het conventioneel koelen zijn in een vervolgproef ongunstiger gemaakt, door het conventioneel koelen uit te stellen tot na het melken. Hiervoor is een schakelklok tussen de schakelaar en de koeling van de kleine tank geplaatst, zodat tussen 6.00 en 8.00 uur en tussen 16.00 en 18.00 uur de melk niet gekoeld werd. De temperatuurschommelingen van de melk zijn hierdoor aanzienlijk vergroot.

Het energieverbruik en de kosten van het koelen van melk zijn gedurende lange tijd ook in het onderzoek meegenomen om de kosten van koelen te kunnen vergelijken. Voor de berekening van de energiekosten is met 20,5 ct hoogtarief en 10,0 ct laagtarief gerekend (tarieven PGEM vanaf 1-1-93). Bij de berekening van de energiekosten is geen rekening gehouden met lage energietarieven in het weekend.

2.3 Bewaarproeven

Op het laboratorium zijn op kleine schaal bewaarproeven uitgevoerd met melkmonsters uit beide tanks. Deze melkmonsters zijn genomen nadat er zes melkmalen in de tanks aanwezig waren.

De melkmonsters zijn in de koelbroedstoof bewaard bij een temperatuur van 3.5 +/- 0.5 °C. De bewaartemperatuur was dus vergelijkbaar met die in een melktank. De monsters zijn in het begin van de week genomen en de rest van de week in de koelbroedstoof bewaard.
Elke dag zijn twee keer deelmonsters genomen en ingezet op totaal kiemgetal (3 dagen bij 30°C bebroeden) en psychrotrofen (10 dagen bij 3.5 °C bebroeden).

2.4 Bepalingen

De melkmonsters zijn geanalyseerd op totaal kiemgetal en het aantal psychrotrofen. Daarbij is ook gekeken naar het moment van inzetten van de monsters en het uiteindelijke resultaat. Sommige monsters zijn zowel door het RIKILT als door onszelf ingezet op kiemgetal en psychrotrofen, omdat met name de laatste groep bacteriën misschien andere uitslagen geeft wanneer de monsters langer onderweg zijn en later ingezet worden.
Bij de bewaarproeven zijn de monsters op het eigen lab ingezet, met behulp van strijkplaten voor zowel kiemgetal als psychrotrofen. Omdat het om onderlinge vergelijking zou gaan, kon deze methode toegepast worden.
Een aantal keren is van melkmonsters uit beide tanks het gehalte vrije vetzuren bepaald, om na te gaan of de gevoeligheid voor vetsplitsing verschillend werd.
Ook is een aantal keren het vriespunt bepaald, om op waterbijmenging te controleren.

2.5 Verwerking resultaten

De resultaten zijn statistisch verwerkt met behulp van Genstat5. Daarbij is o.a. de tankinvloed nagegaan, de invloed van de manier van koelen op het kiemgetal en het aantal psychrotrofen in de melk en de invloed van langer bewaren van melk van 6 melkmalen oud op het totaal kiemgetal en het aantal psychrotrofen.

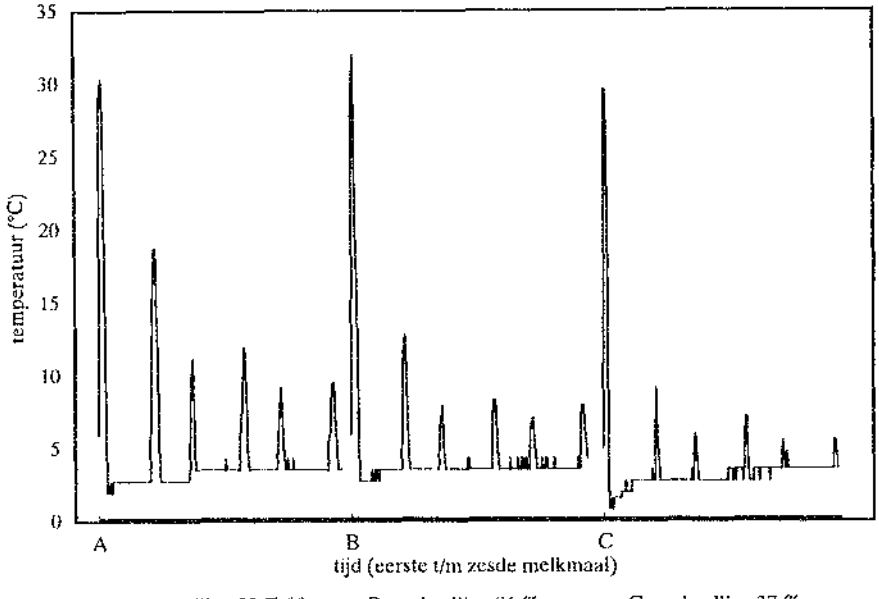
3 RESULTATEN

Van 21 mei tot en met 7 december 1992 is er gekoeld volgens het schema van figuur 1, waarbij de melk dus gesplitst is en op twee verschillende manieren gekoeld.
Regelmatig is de manier van koelen verwisseld voor de twee aanwezige tanks.
De proef is gedurende een aantal weken gestopt (van december 1992 tot februari 1993), omdat er in die periode te weinig melk geproduceerd is. Het eerste melkmaal moet namelijk minstens 10 % van de inhoud van de tank zijn. Bij te kleine hoeveelheden melk wordt er teveel lucht ingeslagen tijdens het roeren waardoor schuimvorming kan optreden. Het vet in de melk kan gaan uitboteren, waardoor vetsplitsing in de melk kan optreden. In deze periode is gemolken in een van de twee tanks. De koeling is conventioneel geweest.

3.1 Temperatuur van de melk

De temperatuur van de melk in beide tanks is regelmatig gemeten en geregistreerd. In figuur 2 zijn een aantal temperatuurcurves voor verschillende tankvullingen bij conventionele koeling weergegeven.

Figuur 2 Temperatuurverloop van conventioneel gekoelde melk bij verschillende tankvullingen



___ A: tankvulling 55 % ** ___ B: tankvulling 86 % ___ C: tankvulling 37 %
** koeling tussen 6.00 – 8.00 uur en 16.00 en 18.00 uur uitgeschakeld

Daaruit valt af te leiden dat de temperatuur van de melk het laagst is met de minste vulling.
Het effect van uitschakeling van de koeling tijdens het melken geeft de meeste temperatuurverhoging in de melk.
Aangezien de temperatuur van de melk ook afhankelijk is van de koelcapaciteit van de tank, is deze figuur niet zomaar toepasbaar voor alle andere koeltanks.
Hoewel de temperatuurcurves niet helemaal het model van Koning en Westerbeek (1992) volgen, is de overeenkomst toch duidelijk te zien.

3.2 Kwaliteit van melk

3.2.1 *Microbiologische kwaliteit*

Om iets over de invloed van de twee manieren van koelen op de kwaliteit van de melk te kunnen zeggen, dienen ook mogelijke andere invloeden nagegaan te worden.
Een samenvatting van de resultaten van de eerste proefperiode van 21 mei tot 7 december 1992 is weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 Geometrisch gemiddelde kiemgetallen en psychrotrofen (tussen haakjes) van tankmelk van zes melkmalen van Melkvee 3

Tank / Koeling	Groot	Klein	Gem.
Normaal	6300 (2300)	5600 (2600)	6000 (2500)
In-line	5900 (2700)	6100 (1800)	6000 (2200)
Gem.	6100 (2500)	5900 (2200)	

Zowel bij de tankinvloeden als bij de manier van koelen als bij de interactie tussen tank en manier van koelen is geen significant verschil gevonden in kiemgetal en aantal psychrotrofen.
In figuur 3 is het verloop van de kiemgetallen (A) en het aantal psychrotrofen (B) weergegeven in de tijd. Uit figuur 3 valt wel af te leiden dat in het najaar het niveau van de psychrotrofen hoger is geweest. Bij het kiemgetal is dit minder duidelijk. Mogelijk dat het opstallen van het vee een rol gespeeld heeft, of het slechte weer in het najaar.
Bij Friesland Frico Domo is soortgelijk onderzoek uitgevoerd waarbij ook conventioneel koelen en stromend diepkoelen zijn vergeleken. De tankvulling was in deze situatie normaal. Ook in dit onderzoek was de melkkwaliteit voor beide manieren van koelen gelijk.

Van 15 februari tot 11 mei 1993 is de koeling van de 'normaal' gekoelde melk uitgesteld tot na het melken. De resultaten van het microbiologisch onderzoek zijn vermeld in tabel 2. Een verloop in de tijd wordt weergegeven in figuur 4.

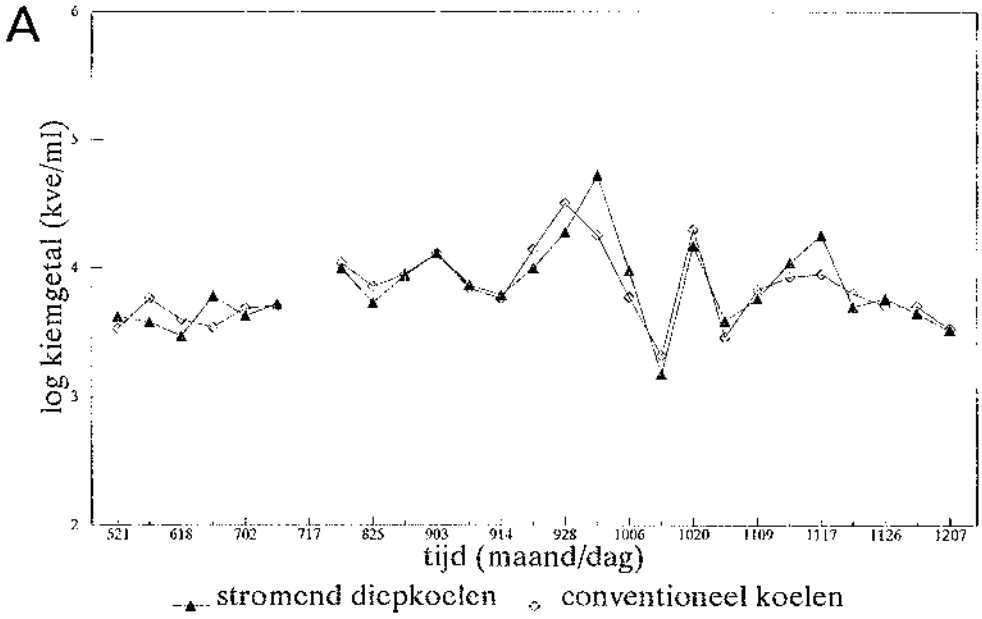
Tabel 2 Geometrisch gemiddelde kiemgetallen, aantallen psychrotrofen, coli-achtigen, thermoresistenten en lactobacillen voor 'normaal' en stromend diepkoelen op melkvee 3.
De normale koeling is uitgesteld tot na het melken. De koeling was twee keer twee uur uitgeschakeld.
ns = niet significant

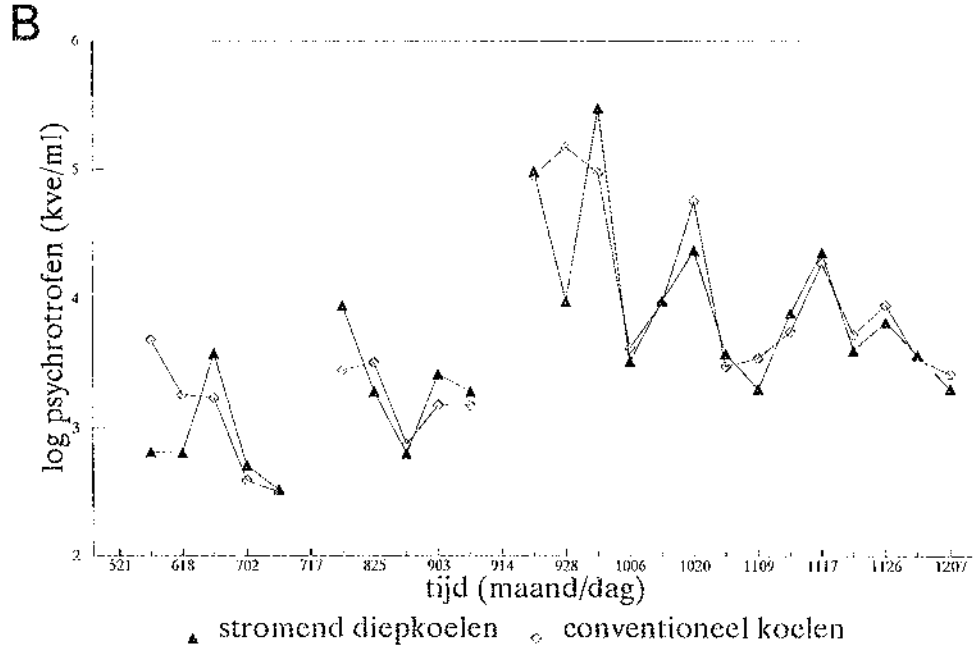
Koeling	Normaal	In-line	Gemiddeld	
Kiemgetal	4400	2600	3400	ns
Psychrotrofen	1300	300	700	$P<0.05$
Coli-achtigen	21	16	18	ns
Lactobacillen	170	230	200	ns
Thermo-resistenten	7	8	8	ns

Bij het uitstellen van het conventioneel koelen na het melken is ook geen verschil in kiemgetal gevonden, maar wel een significant verschil voor het aantal psychrotrofen.

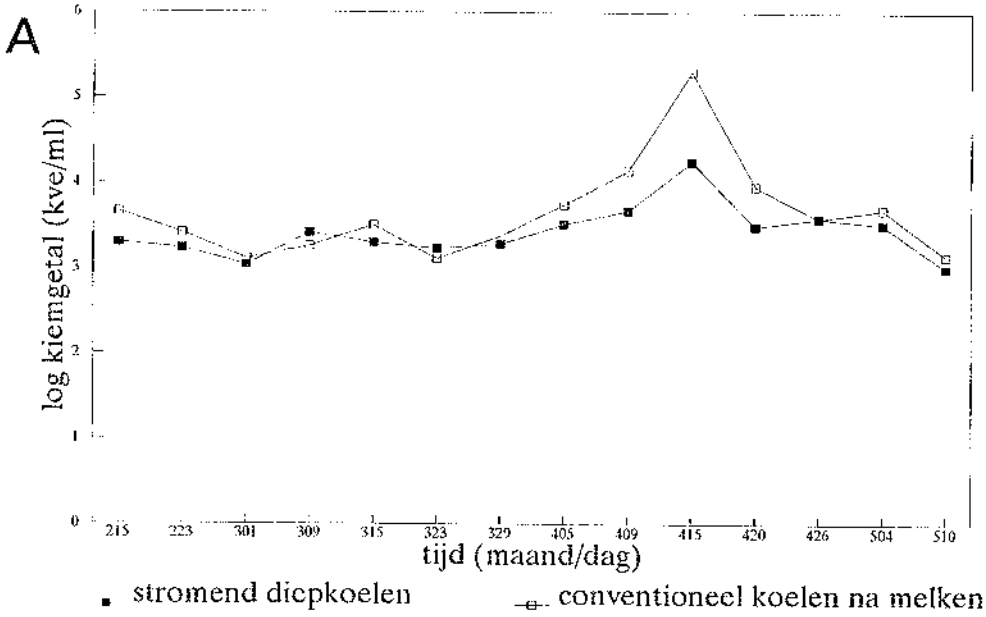
Bij stromend diepkoelen is het aantal psychrotrofen significant lager. Deze manier van koelen is echter voor de praktijk niet van toepassing, omdat tijdens het melken al gekoeld wordt.

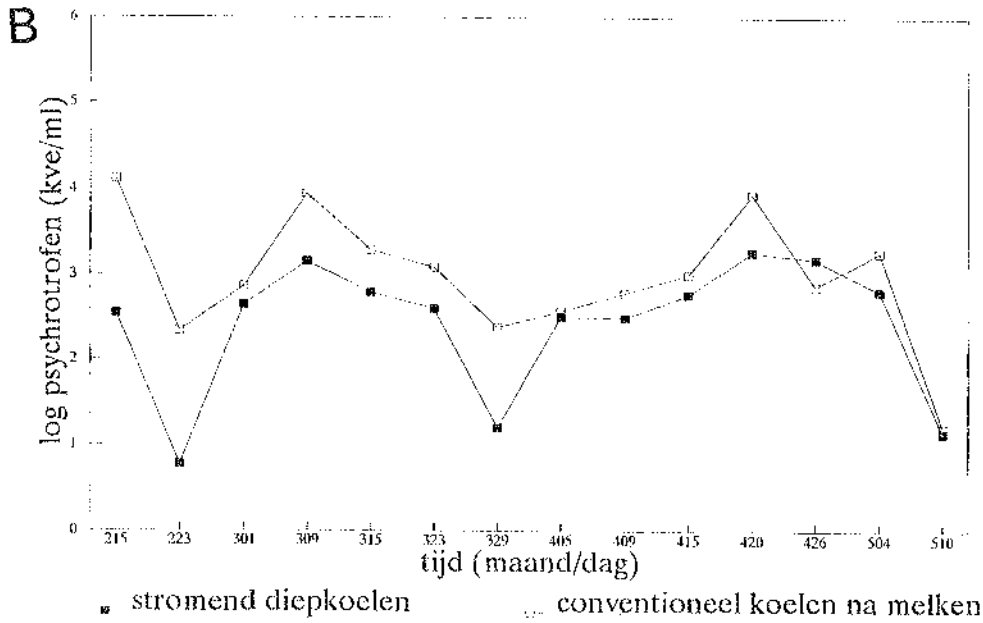
Figuur 3 Kiemgetallen (A) en psychrotrofen (B) van melk (logeenheden) uit conventioneel en diepgekoelde tank tijdens eerste proefperiode





Figuur 4 Kiemgetallen (A) en psychrotrofen (B) van melk uit conventioneel (met uitgestelde koeling) en diepgekoelde tank tijdens de tweede proefperiode





3.2.2 *Fysische kwaliteit*

In de eerste proefperiode in 1992 is een aantal keren het aantal vrije vetzuren en het vriespunt bepaald van een aantal monsters.

Een overzicht van de resultaten is vermeld in Bijlage I.

Variantie-analyse leverde geen verschillen op tussen de tanks en de manier van koelen, zowel voor de zuurtegraad van het vet als voor het vriespunt.

Het caseïne- en het NPN-gehalte is door omstandigheden niet bepaald.

3.3 Energiekosten

In tabel 3 staan het energieverbruik (kWh) per 100 l melk voor verschillende manieren van koelen. In deze tabel is te zien dat het energieverbruik bij stromend diepkoelen hoger is dan conventioneel koelen.

Tevens is te zien dat het energieverbruik per 100 kg melk ook afhankelijk is van de tankvulling. Wanneer de tankvulling hoger is, wordt het energieverbuik per 100 kg melk lager.

Tank B heeft een groot energieverbruik, waar dat aan ligt is niet duidelijk. Waarschijnlijk is de koeling niet in orde. Wel is te zien dat stromend diepkoelen meer energie vraagt dan conventioneel koelen.

Tabel 3 Energieverbruik (kWh) en -kosten (gld) per 100 kg melk bij verschillende manieren van koelen

	Tank A			Tank B		
Periode	behandeling	verbruik	kosten	behandeling	verbruik	kosten
1	C	1,99	0,40	D	5,93	0,85
2	D	3,02	0,43	C	3,74	0,75
3	N	1,53	0,31	N	1,94	0,39
4	D	2,44	0,37	U	3,41	0,68

C = conventioneel koelen; proefperiode (tankvulling 40 - 50 %)
D = stromend diepkoelen; proefperiode
N = conventioneel koelen; normale situatie (tankvulling 70 - 80 %)
U = uitstellen conventioneel koelen tot na het melken; proefperiode (tankvulling 40 - 50 %)

Bij stromend diepkoelen is het energieverbruik hoger, maar kan de ijswaterproduktie voor de volgende dag 's nachts plaatsvinden. Er kan dan gebruik gemaakt worden van het lage energietarief. Hierdoor worden de koelkosten sterk gereduceerd. De elektrische piekbelasting van het bedrijf kan hierdoor ook worden verminderd. Een klein deel van het energieverbuik wordt in het hoge energietarief verbruikt voor het roeren van de ijswater- en melkkoeltank. Ondanks het hogere energieverbruik zijn de energiekosten bij stromend diepkoelen toch niet veel hoger per 100 kg melk dan conventioneel koelen.

Conventioneel koelen gebeurt in Nederland in hoofdzaak in het hoge energietarief, omdat veelal tussen 7.00 uur en 23.00 uur wordt gekoeld. In bijna alle provincies geldt in het weekend het lage energietarief. De kosten van conventioneel koelen worden hierdoor lager. Voor stromend diepkoelen heeft dit nauwelijks consequenties.

3.4 Bewaarproeven

De bewaarproeven zijn twee keer uitgevoerd en de resultaten zijn weergegeven in figuur 5.

De melkmonsters uit de tweede proefperiode zijn na monstername nog maximaal vier dagen bewaard.

Na verloop van tijd lopen de kiemgetallen en de psychrotrofen op. Er zijn verschillen tussen stromend diepgekoelde melk en conventioneel gekoelde melk. Voor de psychrotrofen zijn deze verschillen minder duidelijk dan voor de kiemgetallen,omdat er ook verschillen zijn tussen de twee uitgevoerde proeven.

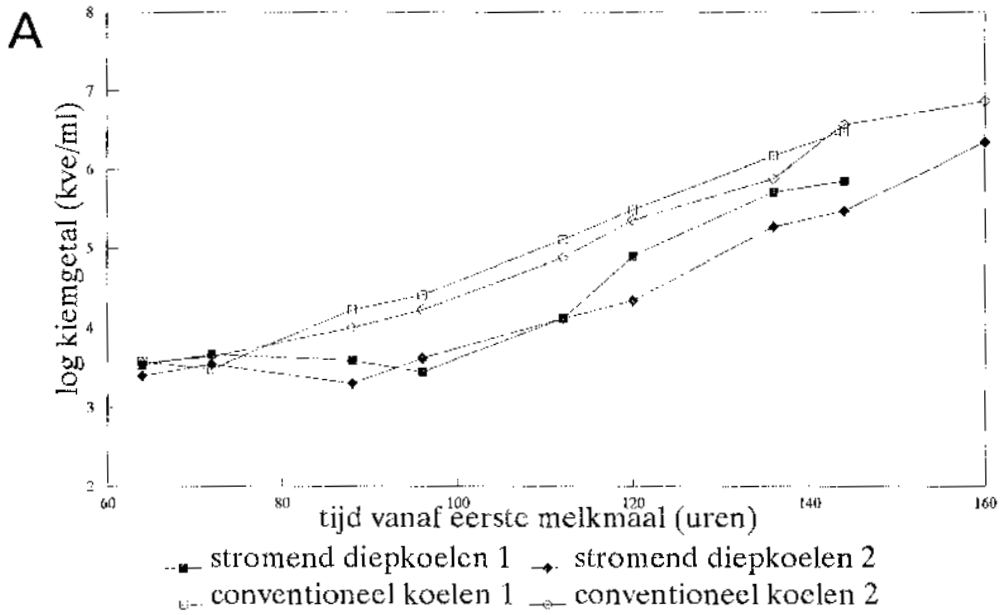
De overgang in groei van bacteriën van de aanpassings- naar de groeifase is niet duidelijk waar te nemen en voor de verschillende soorten melk verschillend. Dit komt ook naar voren in de lineaire regressie die uitgevoerd is voor de resultaten uit figuur 6.

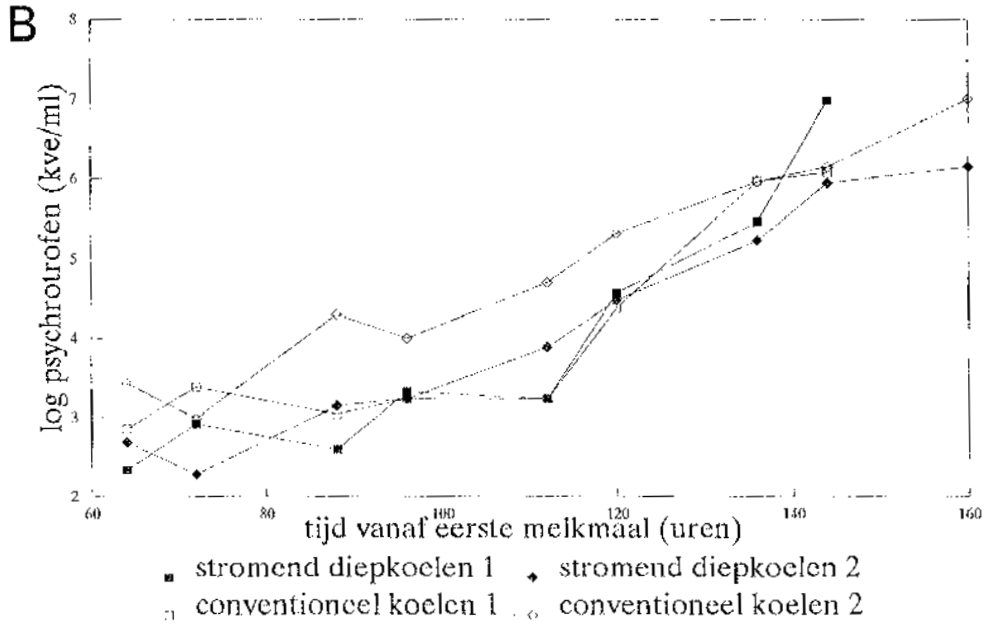
Toch valt bij andere beschouwing en berekening het volgende op.

Voor stromend diepgekoelde melk is de laatste 40 uur van de proef een verdubbelingstijd op basis van het kiemgetal te berekenen van 5.30 uur. Voor conventioneel gekoelde melk waarvan de koeling uitgesteld is, is deze verdubbelingstijd 6.45 uur. Dit verschil in verdubbelingstijd kan verklaard worden uit het feit dat de flora in

diepgekoelde melk beter aangepast is aan de lagere bewaartemperatuur.
Het duurt in vergelijking met conventioneel gekoelde melk wel langer voordat het kiemgetal boven de 100.000 kve/ml uitkomt (na circa 130 uur; bij convenioneel gekoelde melk na 112 uur). Dit kan betekenen dat de aanpassingsfase bij stromend diepgekoelde melk iets langer duurt.
Berekening van verdubbelingstijden op basis van de aantallen psychrotrofen geven resp. 4.30 uur voor conventioneel gekoelde en 5 uur voor stromend diepgekoelde melk. Dit dus in tegenstelling met de verdubbelingstijden op basis van het kiemgetal. Maar uit figuur 5B blijkt dat de resultaten voor beide proeven minder eenduidig zijn. De voorspelde waarden hebben ook een hogere standaardafwijking en zijn minder betrouwbaar.
Toch betekenen deze proeven niet direct iets voor de praktijk, omdat de conventioneel gekoelde melk een uitgestelde koeling heeft ondergaan. De resultaten zijn dus relatief ongunstig gemaakt.

Figuur 5 Invloed kiemgetal (A) en aantal psychrotrofen (B) op het bewaren van melk van 6 melkmalen bij 3.5 °C





4 CONCLUSIES

Stromend diepkoelen en conventioneel koelen zijn allebei goede manieren om melk te koelen. Wanneer er conventioneel gekoeld wordt is de melk pas na 1 tot 2 uur genoeg gekoeld, zodat de RMO de melk kan ophalen. Bij stromend diepkoelen is de melk direct na het melken al gekoeld en kan dan ook worden opgehaald. De RMO is iets minder aan de melktijden gebonden.
De kwaliteit van stromend diepgekoelde melk en conventioneel gekoelde melk is gelijk voor wat betreft het totaal kiemgetal, het aantal psychrotrofen, de zuurtegraad van het melkvet en het vriespunt.
Wanneer de conventionele koeling uitgesteld wordt tot na het melken, komen er verschillen in aantallen psychrotrofen naar voren.

Het energieverbruik van stromend diepgekoelde melk is aanzienlijk hoger. De kosten kunnen echter beperkt worden, omdat gebruik gemaakt kan worden van het lage energietarief. De energiekosten per 100 kg melk zijn hierdoor maar iets hoger. In veel provincies in Nederland geldt in het weekend het lage energietarief, waardoor de energiekosten van conventioneel koelen dalen. Voor stromend diepkoelen is dat nauwelijks het geval. Bij stromend diepkoelen moeten naast energiekosten ook investeringskosten worden meegerekend. Bij het huidige verschil tussen het lage en hoge energietarief is stromend diepkoelen iets duurder. Wanneer het verschil groter wordt, zal stromend diepkoelen aantrekkelijker worden.

LITERATUUR

Koning, K. de Westerbeek, R. (1992) Perspectieven van stromend koelen van melk, RSP-Bulletin, 3, 48-52

Ubbels, J. Jansma,Tj. Vries, J.de Gaast, G. van der (1979) Energiebesparing bij het koelen van melk en het verwarmen van water op de boerderij. NIZO Mededeling M14

Jansma, Tj. (1991) Koeling als schakel in de kwaliteitsketen. Inleiding Studiedag 'Melkveehouderij en energie: nu en in de toekomst"

BIJLAGE I

Zuurtegraad melkvet (meq/100 g vet) en vriespunt (°C) van monsters van melk die normaal en stromend diepgekoeld is op melkvee 3.

Tank Koeling	Groot	Klein	
Normaal	0.45 - 0.524 0.52 - 0.536 0.45 - 0.515 0.85 - 0.506	0.40 -0.516 0.42 -0.518	
Inline	0.30 - 0.515 0.30 - 0.520	0.40 -0.519 0.36 -0.522 0.81 -0.516 0.46 -0.508	

ACTUELE RAPPORTEN + JAAR VAN UITGAVE

Nr.		Prijs
97	Opname van Engels raaigras, rietzwenkgras, en Italiaans raaigras door melkvee. 1984	12,50
98	Het dikbilfenomeen bij het rund. Literatuuroverzicht met commentaar. 1985	25,00
99	Opbrengst en opname van gras bij verschillende mengsels en zaaizaadhoeveelheden. 1985	25,00
100	Strooisels in de paardenhouderij en arbeidsverbruik bij instrooien en uitmesten. 1986	25,00
101	Produktie en voederwaarde van gras bij gebruiks- en bemestingsbeperkingen voor natuurbeheer. 1986	45,00
102	Invloed van de afkalfdatum op de voedervoorziening van melkvee. Berekeningen in het kader van een studie naar de bedrijfseconomische gevolgen van verschillende afkalfdata. 1986	25,00
103	Stikstofwerking van geïnjecteerde runderdrijfmest op grasland. 1987	25,00
104	Invloed verhoogd grasaanbod op melkproduktie, ruwvoeropname en graslandopbrengst. 1987	15,00
105	Het groeiverloop van gras gedurende het seizoen. 1987	25,00
106	Effect van monensin op coccidiose bij lammeren. 1987	25,00
107	De invloed van de zwaarte van een snede op de hergroei van gras. 1987	25,00
108	Oogst en conservering van luzerne. 1987	15,00
109	De nawerking van eerder gegeven stikstof. 1989	25,00
110	Invloed stikstofbemesting en zwaarte voorgaande snede op hergroei van gras. 1987	15,00
111	Melkveehouderij en milieu. 1988	17,50
112	Energiebewuste bedrijfsvoering op een melkveebedrijf. 1988	25,00
113	Vorstschade in grasland. 1988	25,00
114	Grasproduktie en benutting bij de beweidingssystemen O4 en B4. 1989	25,00
115	Bodem, vegetatie, produktie en graskwaliteit van grasland met beheersbeperkingen. 1989	25,00
116	Simulatie van voeding en groei van jongvee. Toelichting op een computerprogramma. 1989	25,00
117	Verdeling en toevoegmiddelen bij het inkuilen van gras. 1989	25,00
118	Effect oogstmachines en melasse op de kwaliteit van slecht voorgedroogd kuilvoer. 1989	25,00
119	Invloed van toevoegmiddelen op de kwaliteit van slecht voorgedroogd kuilvoer. 1989	25,00
120	Korrelkeuzen bij de oogst van snijmaïs. 1989	25,00
121	Invloed van het toevoegen van melasse aan gras. 1989	25,00
122	Het schaapmodel. 1989	25,00
123	Bemonstering, kwaliteit en voederwaardering van graskuil. 1990	25,00
124	Grasproduktie en -benutting bij de beweidingssystemen B4 en B4+4. 1990	25,00
125	Opname van diploid en tetraploid in Engels raaigras. 1990	25,00
126	Bedrijfsmodel voor veenweidegebieden met verweving van natuur- en veehoudersbelangen. 1990	25,00
127	Graslandgebruik, bemesting en voedervoorziening op bedrijven met beheersbeperkingen. 1990	25,00
128	Continugebruik van Italiaans raaigras in vergelijking met Mk1-mengsel op komklei. 1990	25,00
129	Vriespunt van boerderijmelk. 1990	25,00
130	Invloed van het toevoegen van mierezuur en melasse aan weinig voorgedroogde graskuil. 1990	25,00
131	Vleesproduktie met Piemontese x zwartbonte kruislingvaarzen. 1991	25,00
132	Invloed van ontwatering van veengrasland en van grasland met gebruiksbeperkingen op de voedervoorziening van melkveebedrijven. 1991	25,00
133	Inpassing melkveehouderij in het geïntegreerde bedrijfsmodel voor veenweidegebieden. 1991	25,00
134	Herstructurering van een veenweidegebied met het geïntegreerde bedrijfsmodel. 1992	25,00
135	Gecombineerd weiden van schapen en pinken. 1992	25,00
136	Invloed tijdstip van toediening op stikstofwerking van dunne rundermest op grasland. 1992	25,00
137	Kuilafdekking en kuilkwaliteit. 1992	25,00
138	Bedrijfseconomische gevolgen beperking stikstofverliezen op melkveebedrijven. 1992	25,00
139	Ammoniak-emissiemetingen met de Lindvalldoos. 1992	25,00
140	Propro Noord-Brabant. 1992	25,00
141	Dairy farming and automatic milking. 1992	25,00
142	Verfijning stikstofbemestingsadvies voor grasland naar gebruikswijze. 1992	25,00
143	Twee duurzaamheidscriteria getoetst aan een gangbaar melkveebedrijf. 1993	25,00
144	Stikstofverliezen en inkomen bij meer jongvee op melkveebedrijven. 1993	25,00
145	Afname melkstellen door melkmeters. 1993	25,00
146	Inkuilverliezen bij snijmais. 1993	25,00

Rapporten zijn verkrijgbaar door overmaking van het betreffende bedrag op Postbank nr. 2307421 van het PR te Lelystad met vermelding van het nummer van het rapport.