

# Stromend diepkoelen van rauwe melk

*J.A.M. Boerekamp en B.A. Slaghuis (onderzoekers sectie melkkwaliteit)  
L. van der Lely (stagiair- CAH Dronten)*

In Nederland is het gebruikelijk om rauwe melk op te slaan en te koelen in een tank die voorzien is van koelfaciliteiten. De melk wordt dan 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 zijn kwaliteitsperspectieven voor rauwe melk. Op één van de bedrijven op de Waiboerhoeve is stromend diepkoelen vergeleken met de gebruikelijke koeling. De melkkwaliteit was voor beide manieren van koelen gelijk.

## Conventioneel koelen

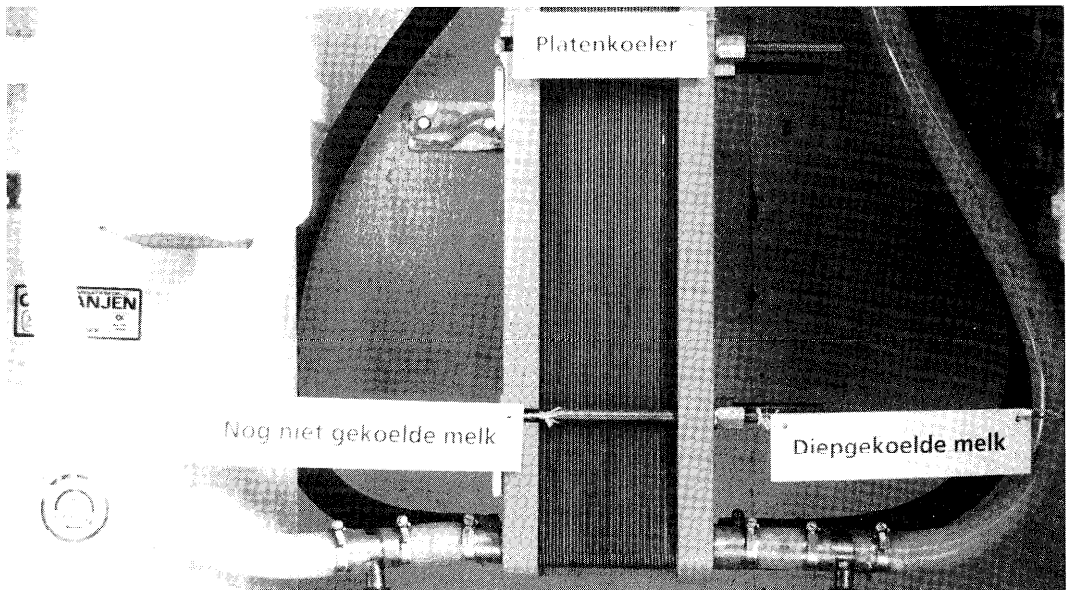
Koeien van melk na de winning kan op verschillende manieren uitgevoerd worden. De meest toegepaste methode in Nederland is koeling in een melkkoeltank (conventioneel koelen). Bij dit systeem wordt de melk in de melkkoeltank gekoeld. Meestal via directe verdamping (freon), maar op enkele bedrijven via indirecte verdamping (ijswater). De melk wordt gekoeld van 30 à 3.5 °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 (Rijdende Melk Ontvangst = RMO).

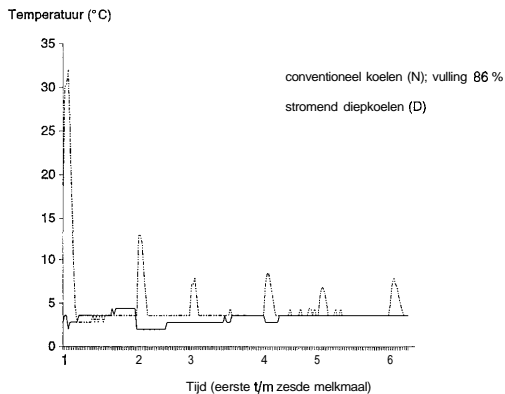
## Stromend diepkoelen

Een andere manier om melk te koelen is het zo-



*De melk wordt in de platenkoeler met ijswater gekoeld*

**Figuur 1** Temperatuurverloop van conventioneel en stromend diepgekoelde melk



genaamde 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 gaat 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 één 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.

### Voorkoelen

Zowel bij conventioneel koelen als stromend diepkoelen 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 %. 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.

### Onderzoek

Op een proefbedrijf van de Waiboerhoeve is een jaar lang de melkwaliteit bij verschillende manie-

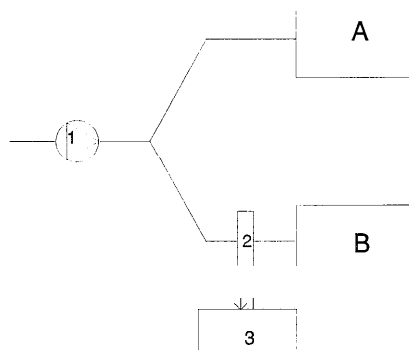
ren van koelen vergeleken. Op dit bedrijf zijn twee melkkoeltanks aanwezig. Deze hebben een inhoud van 5100 en 4100 liter.

De melk wordt na de melkpomp gesplitst in twee gelijke delen (figuur 2). 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.

Doordat de melk steeds verdeeld wordt in twee tanks is de hoeveelheid melk die gekoeld moet worden ten opzichte van de tankinhoud/koelcapaciteit klein. Na zes melkmalen is in elk van de tanks ongeveer 2000 - 2300 liter melk aanwezig. De beide tanks zijn maar voor 40 - 50% gevuld. De tank waarin de melk conventioneel gekoeld wordt heeft een aanzienlijke overcapaciteit. De temperatuurschommelingen van de melk in deze tank zijn daardoor kleiner dan bij een volle tank. De omstandigheden van het conventioneel koelen zijn in een vervolproef ongunstiger gemaakt, door het conventioneel koelen uit te stellen tot na het melken. De temperatuurschommelingen van de melk zijn hierdoor aanzienlijk vergroot.

Om de microbiologische kwaliteit van de melk te kunnen vergelijken zijn melkmonsters genomen uit beide tanks. Voor bemonstering is alleen melk

**Figuur 2** Schematische voorstelling van proefopstelling



- A = melkkoeltank A
- B = melkkoeltank B
- 1 = melkpomp
- 2 = platenkoeler
- 3 = ijswatertank

van zes melkmalen genomen. De melk is geanalyseerd op totaal kiemgetal en het aantal psychrotrofen. Psychrotrofen zijn bacteriën die bij lage temperaturen kunnen groeien en die met name in tankmelk gevonden kunnen worden.

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.

Uit eerdere onderzoeken 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 voorcoelen daalt het energieverbruik met 40-45 %.

### **Resultaten**

De proef is gedurende een aantal weken gestopt (periode 3, tabel 1), 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 één van de twee tanks. De koeling is conventioneel geweest.

### **Kwaliteit melk**

Bij de vergelijking van conventioneel koelen en stromend diepkoelen is geen verschil gevonden in kiemgetal en psychrotrofen.

Bij het uitstellen van het conventioneel koelen aan het melken is ook geen verschil in kiemgetal gevonden, maar wel een significant verschil voor het aantal psychrotrofen. Bij stromend diepkoelen was het aantal psychrotrofen significant lager. Deze manier van koelen is echter voor de praktijk niet van toepassing, omdat tijdens het melken al gekoeld wordt.

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 melkqualiteit voor beide manieren van koelen gelijk.

### **Energiekosten**

In tabel 1 staat 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 bij 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 energieverbruik per 100 kg melk lager.

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.

Tank B heeft een groot energieverbruik, maar 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.

Bij stromend diepkoelen is het energieverbruik hoger, maar kan de ijswaterproductie 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 vermindert. Een klein deel van het energieverbruik 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.

### **Conclusies**

Stromend diepkoelen en conventioneel koelen zijn allebei goede manieren om melk te koelen. Wanneer er conventioneel gekoeld wordt duurt het nog 1 tot 2 uur voordat de melk genoeg gekoeld is. Daarna kan de RMO de melk 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.

Het energieverbruik van stromend diepgekoelde

**Tabel 1** Energieverbruik (kWh) en -kosten (gld) per 100 kg melk bij verschillende manieren van koelen

Periode	Tank A			Tank B		
	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 %)

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 duurder. Wanneer het verschil groter wordt, zal stromend diepkoelen aantrekkelijker worden.