

**Effect lengte persleiding op
microbiologische melkwaliteit bij
automatisch melken met de Lely
Astronaut**



Effect lengte persleiding op microbiologische melkwaliteit bij automatisch melken met de Lely Astronaut

J.A.M. Verstappen-Boerekamp, G.H. Klungel,
G.M.V.H. Wolters en H. Hogeveen

Samenvatting

Op het High-techbedrijf van de Waiboerhoeve is een onderzoek uitgevoerd om vast te stellen of de lengte van de persleiding effect heeft op het kiemgetal van melk bij melken met de Lely Astronaut.

Uit dit onderzoek is gebleken dat als de reiniging en de constructie van het automatisch melksysteem goed zijn uitgevoerd, ook lange persleidingen gebruikt kunnen worden. De lengte van de persleiding, tot 100 meter, heeft geen invloed op het kiemgetal van melk. De reiniging moet wel worden aangepast als langere persleidingen worden gebruikt.

Na de reiniging van het automatisch melksysteem neemt het kiemgetal van melk toe. 10 uur na de reiniging is het kiemgetal met ongeveer 0,5 log-eenheden gestegen ten opzichte van het beginniveau. Om een voldoende laag kiemgetal in de melkkoeltank te realiseren is het daarom raadzaam elke 8 uur te reinigen.

Summary

Research has been carried out on the High-techfarm of the Waiboerhoeve experimental facilities. Objectives of this study were to evaluate the effect of the length of the delivery line on the total plate count using the Lely Astronaut.

This research showed that, if the automatic milking system is well constructed and cleaned, long delivery lines will not give any problems. A delivery line up to 100 m did not show effects on the total plate count of milk. When using long delivery lines, the cleaning procedures need to be adjusted.

After cleaning of the automatic milking system, the total plate count increased in time. Ten hours after cleaning, the total plate count was 0.5 log-units higher than the level at the start of milking. Therefore, to realise a sufficiently low total plate count in the bulk milk tank, the automatic milking system should be cleaned every 8 hours.

Inhoudsopgave

Samenvatting

Summary

1 Inleiding	1
2 Materiaal en methode	2
2.1 Materiaal.....	2
2.1.1 High-techbedrijf	2
2.1.2 Proefperiode.....	2
2.1.3 Monsterpunten	3
2.1.4 Kiemgetalbepaling.....	3
2.2 Methode.....	3
2.2.1 Proefopzet.....	3
2.2.2 Uitvoering	3
2.2.3 Statistische verwerking	4
3 Resultaten en discussie	5
3.1 Effect lengte persleiding	5
3.2 Effect tijd.....	6
4 Conclusies	7
Literatuur	8
List of figures and tables	9
Bijlage 1 Temperatuurverloop reiniging	10
Bijlage 2 Temperatuur en relatieve vochtigheid (RV) gedurende de dag	11
Bijlage 3 Kiemgetallen van melk en afgescheiden hoeveelheid melk	12
Bijlage 4 Gewicht melkmonsters, aantal koeien en melkgift	13
Bijlage 5 Genstat-analyse	14
Bijlage 5.1 Parameters tot 10 uur na reiniging	14
Bijlage 5.2 Parameters gekoeld bewaard tot 72 uur.....	15

1 Inleiding

Melken met een robot wordt in Nederland steeds meer toegepast. Gebruik van een melkrobot kan negatieve effecten hebben op de kwaliteit van de melk. Momenteel staat vooral een mogelijke verhoging van het kiemgetal ten gevolge van automatisch melken in de belangstelling. Inventariserend onderzoek gaf ook aan dat het gemiddelde kiemgetal op pioniersbedrijven met een melkrobot hoger was dan op twee- en driemaaldaags melkende melkveebedrijven in Nederland [Klungel, 1998]. Het ontwerp van de robot, de lengte van de persleiding, de verblijftijd van melk in het systeem en de uitvoering van de reiniging zijn mede bepalend voor de kwaliteit van de melk.

De verblijftijd van melk in de persleiding hangt af van de lengte van de persleiding, de hoeveelheid melk die per uur door de persleiding wordt verpompt en het al dan niet leeg laten lopen van de persleiding na elke melking.

Bij een langere verblijftijd blijft de melk in de persleiding langer warm en zijn aanwezige bacteriën mogelijk sneller in staat zich te vermeerderen. Deze groei zou zich vervolgens kunnen doorzetten in de melkkoeltank.

Het doel van dit onderzoek was:

- vaststellen van het effect van de lengte van de persleiding op het kiemgetal van melk.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Lely Industries NV. Ten opzicht van een traditionele melkstal zijn er een aantal wijzigingen: de persleiding is bij de Lely Astronaut meestal langer en daarnaast blijft de persleiding gedurende de dag gevuld met melk.

2 Materiaal en methode

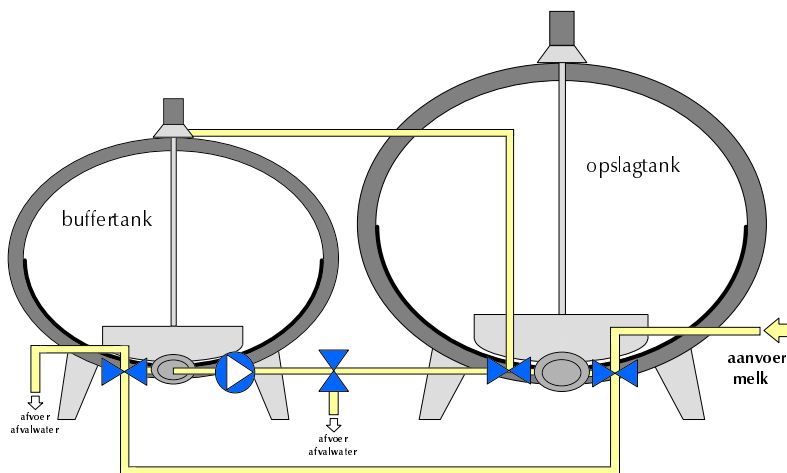
2.1 Materiaal

2.1.1 High-techbedrijf

De proef is uitgevoerd op het oude High-techbedrijf van de Waiboerhoeve te Lelystad. Op dit melkveebedrijf, met 55 koeien, is gemolken met een Lely Astronaut zonder voormelkinrichting (type 5.1002.0020.0).

Voor dit onderzoek is door Lely N.V. een kunststof (HDPE) persleiding van ruim 100 meter aangelegd. De persleiding is vanaf het hoogste punt op afschot (± 1 cm/m) naar de melkkoeltank gelegd. Het hoogste punt is aangemerkt als monsterpunt 0 meter. De persleiding tussen melkfilter en monsterpunt 0 meter is ongeveer 5,5 meter. De afstand tussen het laatste monsterpunt (100 meter) en de melkkoeltank is ongeveer 12 meter. De totale lengte in de opstelling is dus 117,5 meter.

Er was zowel een buffertank als opslagtank aanwezig. Gedurende elke waarnemingsperiode is gemolken in de buffertank. Zowel bij buffer- als opslagtank is de melk via de tankuitlaat ingevoerd.



Figuur 1 Situatie opslag- en buffertank tijdens proefperiode

Om de lange persleiding goed te kunnen reinigen is de reiniging van de robot voor het onderzoek aangepast. Er zijn speciale voorzieningen getroffen waardoor meer water voor de reiniging wordt gebruikt. Om een goede turbulentie in de persleiding te krijgen, zijn alle spoelgangen met lucht ondersteund (luchtinjectie), zodat de vervuiling goed wordt verwijderd. Het temperatuurverloop van de reiniging is weergegeven in bijlage 1. Voor de voor- en naspoeling is circa 40 liter water gebruikt, terwijl de hoofdreiniging met 60 liter kokend water is uitgevoerd.

2.1.2 Proefperiode

De proef is uitgevoerd tussen 11 augustus en 9 september 1998. De temperatuur en relatieve vochtigheid (RV) in de ligboxenstal zijn in deze periode geregistreerd.

2.1.3 Monsterpunten

De monsterpunten zijn gemaakt door tussen elke 20 meter persleiding rvs koppelstukken (\varnothing_{in} 17,5 mm; \varnothing_{uit} 20 mm; P 70 mm) te bevestigen die in het midden zijn voorzien van een gelaste rvs nippel (\varnothing_{in} 2 mm; \varnothing_{uit} 3,5 mm). Op de nippels zijn slangenpompjes aangesloten (Autoclude; 24 V DC/DV; 125 rpm; \varnothing_{in} 1,6 mm; \varnothing_{uit} 4,8 mm). Op deze manier kan een deelstroom melk afgescheiden worden.

De afgescheiden melk wordt opgevangen in steriele monsterpotjes van 250 ml. In het deksel is vooraf, op steriele wijze, een gaatje geboord (\varnothing_{in} 4,5 mm). Het gat is net iets kleiner dan het slangetje, zodat deze vast in het deksel zit. Voordat het slangetje door het deksel is gestoken is het slangetje met spiritus schoongemaakt en gedesinfecteerd.

Het monsterpotje is in een bakje met ijswater met een koelelement gezet, zodat de afgescheiden melk ter plekke teruggekoeld wordt. Om te voorkomen dat het deksel van het monsterpotje onder water kan komen is een speciale ring om het potje geschoven.



2.1.4 Kiemgetalbepaling

Er is gebruik gemaakt van voorgegoten strijkplaten PCAM (Plate Count Agar Skim Milk), 9 ml steriele PFZ, steriele pipetten en trigalskispatels.

De melkmonsters zijn in duplo ingezet. De platen zijn 3 dagen bebroed bij 30 ± 1 °C (NEN 1507).

2.2 Methode

2.2.1 Proefopzet

In het onderzoek zijn een tweetal variabelen onderzocht:

- **Lengte persleiding:** monsterpunten op 0 (hoogste punt), 20, 40, 60, 80 en 100 meter
- **Tijd na reiniging:** 0 - 2,5, 2,5 - 5, 5 - 7,5 en 7,5 - 10 uur na een reiniging

De software van het automatisch melksysteem is voor het onderzoek zodanig aangepast dat de slangenpompjes alleen worden aangestuurd als melk wordt verpompt.

De specifieke softwareinstellingen zijn vooraf getest en zodanig afgesteld dat per 100 kg melk ongeveer 50 g melk wordt afgescheiden. De tijd dat de monsterpompjes draaien is ingesteld op 20 %. In de 2,5 uur komt dan ongeveer 100 g monster in het monsterpotje.

Tijdens de reiniging draaien de monsterpompjes continue, zodat ze voorgespoeld, gereinigd en gedesinfecteerd en nagespoeld worden.

Per proefdag worden de twee variabelen gecombineerd, zodat volgens de tijdsintervallen op alle monsterpunten wordt bemonsterd.

2.2.2 Uitvoering

Op de proefdagen is de robot 's ochtends om 6 uur gereinigd. Na de reiniging zijn de monsterpotjes op alle monsterpunten in de persleiding (0 (hoogste punt), 20, 40, 60, 80 en 100 meter) aan de slangenpompjes bevestigd en in ijswater gezet. Om te voorkomen dat er restwater in de monsterpotjes komt, begint de monsternamname pas na ± 15 minuten na de reiniging. Vanaf dat moment wordt de melk opgeslagen in de buffertank en worden de monsterpompjes ingeschakeld.

Iedere 2,5 uur worden alle monsterpotjes, het ijswater en de koelelementen vervangen. De melk wordt vervolgens binnen 1 uur op kiemgetal ingezet. De afgescheiden hoeveelheid melk, het aantal gemolken koeien en de melkgift worden per tijdsinterval van 2,5 uur geregistreerd (bijlage 4).

Op tijdstip 10 uur wordt een monster melk uit de buffertank genomen en binnen 1 uur op kiemgetal ingezet.

Van de melkmonsters op elk monsterpunt in de persleiding (0, 20, 40, 60, 80 en 100 m) worden mengmonsters gemaakt van de melk na 2,5, 5, 7,5 en 10 uur. Deze monsters zijn tot 72 uur bewaard

bij 3 ± 1 °C en hiervan is het kiemgetal bepaald om de doorgroei van bacteriën (als ware het in de melkkoeltank) te kunnen vaststellen. Vooral psychrotrofen, koude minnende bacteriën, zullen in de melkkoeltank gaan groeien. Hoe snel deze gaan groeien hangt af van de duur van de aanpassingsfase.

Na 10 uur wordt de monstername gestopt en wordt overgeschakeld op de opslagtank. De buffertank en het automatisch melksysteem worden gereinigd. In bijlage 1 staat het temperatuurverloop van de reiniging van de buffer- en opslagtank en het automatisch melksysteem weergegeven.

2.2.3 Statistische verwerking

De resultaten zijn geanalyseerd met Genstat 5. Voor de analyses in Genstat zijn de kiemgetallen omgerekend naar logaritmische kiemgetallen, omdat het kiemgetal niet normaal verdeeld is. De logaritmische kiemgetallen zijn bij benadering normaal verdeeld. In Genstat is een model gebruikt om per proefdag effecten voor lengte en tijd te schatten. Het model en de Genstat-analyse staan weergegeven in bijlage 5.

3 Resultaten en discussie

Naast het gemiddelde logaritmisch kiemgetal is ook het geometrisch (=meetkundig) kiemgetal weergegeven. Dit gemiddelde is berekend door de n getallen van een groep met elkaar te vermenigvuldigen en uit dat product de n^e macht te trekken.

3.1 Effect lengte persleiding

De resultaten van het geometrisch kiemgetal van melk op de diverse punten in de persleiding staan weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 Kiemgetal van melk op verschillende afstanden in de persleiding tot 10 uur na reiniging

Lengte persleiding (m)	0	20	40	60	80	100
kiemgetal (log kve/ml)	3,91	3,92	3,93	3,93	3,94	3,94
geometrisch kiemgetal (kve/ml)	8.100	8.300	8.500	8.600	8.600	8.600

Er is geen invloed van lengte van persleiding is op het kiemgetal van melk. Het kiemgetal op de verschillende lengtes in de persleiding blijft gelijk. Het kiemgetalniveau lijkt hoger dan normaal, maar dit wordt veroorzaakt doordat het kiemgetal een gemiddelde is van de melkmonsters gedurende de 10 uur dat is bemonsterd. In paragraaf 3.2 wordt dit effect beschreven

Van de melkmonsters op elk monsterpunt in de persleiding zijn mengmonsters gemaakt van de melk na de 4 tijdsintervallen. Deze mengmonsters zijn tot 72 uur zijn bewaard bij 3 °C. In tabel 2 staan de resultaten van de mengmonsters weergegeven.

Tabel 2 Kiemgetal van melk op verschillende afstanden in de persleiding van mengmelk na bewaring bij 3 °C tot 72 uur bij verschillende lengtes van de persleiding

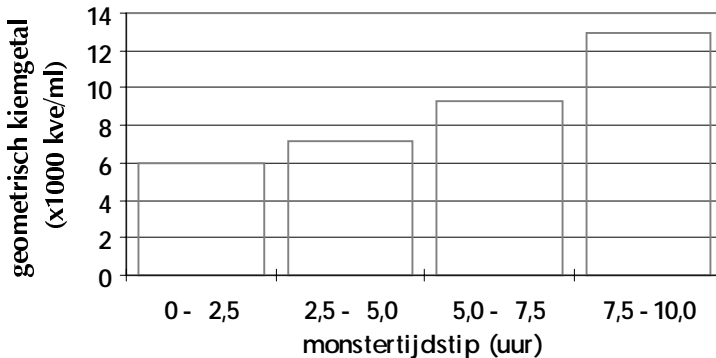
Lengte persleiding (m)	0	20	40	60	80	100
kiemgetal (log kve/ml)	4,12	4,11	4,11	4,11	4,13	4,14
geometrisch kiemgetal (kve/ml)	13.200	12.900	12.800	13.000	13.300	13.900

De mengmonsters melk die tot 72 uur gekoeld bewaard zijn, geven hetzelfde beeld als de melkmonster tot 10 uur, alleen het kiemgetalniveau ligt iets hoger. Door het langer bewaren wordt verschil in bacterieactiviteit meegenomen, als was de melk tot 3 dagen bewaard in de melkkoeltank. Uit de resultaten blijkt dat de lengte van de persleiding ook bij langer gekoeld bewaren geen invloed heeft op het kiemgetal van melk. Het kiemgetal van gekoeld bewaarde melk is na 72 uur voor de verschillende lengtes persleiding gelijk.

De persleiding die in dit onderzoek is gebruikt heeft, in tegenstelling tot de praktijk veel extra koppelingen, omdat zes keer, na elke 20 meter, een monsterpunt is gemaakt. Koppelingen zijn altijd moeilijker te reinigen dan lange lengtes, hechting van bacteriën is door de verschillende soorten materiaal anders en bacteriën kunnen zich verschuilen in spleten en kieren die ontstaan bij deze koppelingen. Ondanks deze koppelingen zijn er geen effecten van lengte persleiding aantoonbaar. Van belang hierbij is dat de reiniging van de robot goed is uitgevoerd, zodat het aantal koppelingen geen invloed heeft. Daarnaast is de persleiding gemaakt van hoge dichtheid polyethyleen. Uit de literatuur blijkt dat aan dit materiaal weinig hechting en groei van bacteriën plaats vindt en bovenal goed reinigbaar is [Anonymus (1993), Burggraaf (1993)]. Keuze van materiaal, constructie en de uitvoering van de reiniging kunnen ervoor zorgen dat ook lange persleidingen goed schoon blijven en geen problemen met kiemgetal veroorzaken.

3.2 Effect tijd

Tijdens alle proefdagen zijn na 2,5, 5, 7,5 en 10 uur mengmonsters melk op verschillende plaatsen in de persleiding genomen. De resultaten van het kiemgetal staan weergegeven in tabel 3 en figuur 2.



Figuur 2 Verloop geometrisch kiemgetal van melk na de reiniging van de melkrobot

Uit de resultaten blijkt dat het kiemgetal van melk gedurende de dag exponentieel stijgt. Gedurende deze 10 uur stijgt het kiemgetal met ongeveer een halve log-eenheid. Een halve log-eenheid stijging wil zeggen dat bij een beginkiemgetal van 2.000 kve/ml het kiemgetal toeneemt tot 6.300 kve/ml. Bij een beginkiemgetal van 10.000 kve/ml neemt het dan echter toe tot 31.600 kve/ml.

Tabel 3 Kiemgetal van melk op verschillende tijdstippen na de reiniging

Tijd (uren)	0 - 2,5	2,5 - 5,0	5,0 - 7,5	7,5 - 10,0
kiemgetal (log kve/ml)	3,78	3,86	3,97	4,11
geometrisch kiemgetal (kve/ml)	6.000	7.200	9.300	13.000

De exponentiële toename van het kiemgetal in de tijd is in dit onderzoek iets minder sterk dan in voorgaand onderzoek is gebleken [Schuiling (1995)]. De toename van het kiemgetal in de installatie hangt o.a. af van de constructie van de installatie, de omgevingstemperatuur en de uitvoering van de reiniging.

Bacteriën in de installatie moeten zich eerst aanpassen aan hun omgeving voordat ze zich gaan verdubbelen. Deze aanpassing van bacteriën gaat echter sneller naarmate de omgevingstemperatuur hoger is, zodat eventuele verschillen bij hoge omgevingstemperaturen sneller zichtbaar zijn. De proef is uitgevoerd bij relatief hoge omgevingstemperaturen. Het temperatuursverloop gedurende de proefdagen staat weergegeven in bijlage 2. Er is geen effect van temperatuur tijdens deze proef vastgesteld.

De monsters melk uit de buffertank zijn een verzamelmonster van de melk van de gehele proefdag na ruim 117,5 meter persleiding. De koeling van de buffertank wordt één uur na aanvang van de proef ingeschakeld, zodat er voldoende melk in de buffertank zit om aanvriezen te voorkomen. Het geometrisch gemiddelde kiemgetal in de buffertank 10 uur na de reiniging is 8.400 kve/ml. De monsters melk uit de buffertank na 10 uur geven hetzelfde beeld als de monsters uit de persleiding. Het niveau van het kiemgetal in de buffertank ligt lager dan het kiemgetal in de laatste monsters 7,5 tot 10 uur na reiniging. Het niveau ligt lager, omdat het monster uit de buffertank een verzamelmonster is van melk van 0 tot 10 uur en in de tijd is een stijging te zien in het kiemgetal.

4 Conclusies

- Als de reiniging en de constructie van het automatisch melksysteem goed zijn uitgevoerd, dan blijkt dat lange persleidingen, tot 100 meter, gebruikt kunnen worden. De lengte van de persleiding heeft geen effect op het kiemgetal van melk.
- Een aantal uren na de reiniging neemt het kiemgetal van melk in het automatisch melksysteem exponentieel toe. 10 uur na de reiniging is het kiemgetal met ongeveer 0,5 log-eenheden gestegen ten opzichte van het beginniveau. Om een voldoende laag kiemgetal in de melkkoeltank te realiseren is het daarom raadzaam elke 8 uur te reinigen.

Literatuur

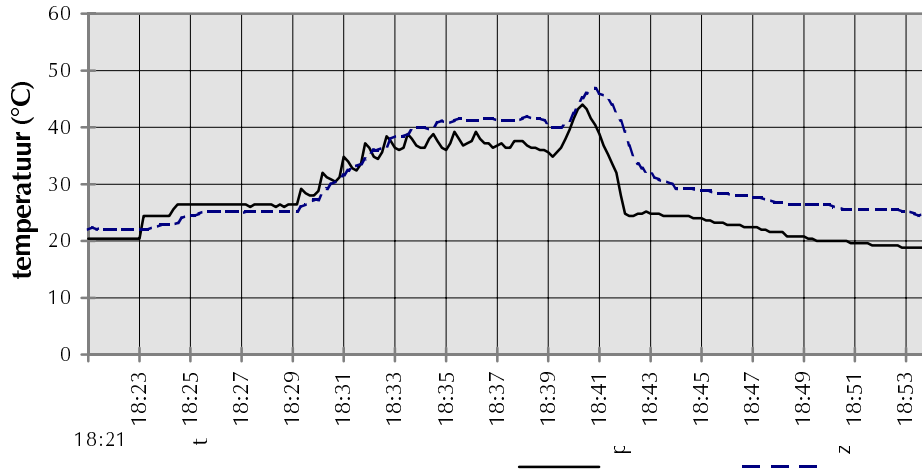
- Anonymus (1993) Hygienic equipment design criteria ; EHEDG Update, Trends in Food Science and Technology, July, vol 4, p 225-229
- Burggraaf, W.N.A. (1993) Criteria voor hygiënisch ontwerp van procesapparatuur, VMT, 7 oktober, nr. 21, p28-29
- Klungel, G.H., Slaghuis, B.A., Hogeveen H. (1998) Werk aan de robotwinkel; melkwaliteit bij automatisch melken verdient aandacht, Veeteelt, augustus 1, p888-890.
- Payne R.W. et al, 1993, Genstat™ 5 Release 3 Reference Manual, Oxford
- Schuiling E. (1995) Eisen aan de reiniging bij automatisch melken, PR-publicatie Reiniging en afvalwater rond de melkwinning, p29-31Lelystad

List of figures and tables

- Figure 1** Setup of storage and buffer tank during the experiment
Situatie opslag- en buffertank tijdens proefperiode
- Figure 2** Mean geometric total plate count of the milk after cleaning of the automatic milking system
Verloop geometrisch kiemgetal van melk na de reiniging van de melkrobot
- Figure 3** Cleaning of the automatic milking system on August 26, 1998
Reiniging automatisch melksysteem op 26 augustus 1998
- Figure 4** Cleaning of the storage and buffer tank on September 4, 1998
Reiniging buffer- en opslagtank op 4 september 1998
- Table 1** Total plate count of the milk sampled at varying distances in the delivery line up to 10 hours after cleaning
Kiemgetal van melk op verschillende afstanden in de persleiding tot 10 uur na reiniging
- Table 2** Total plate count of the milk sampled at varying distances after storage for 72 hours at 3 °C
Kiemgetal van melk op verschillende afstanden in de persleiding van mengmelk na bewaring bij 3 °C tot 72 uur bij verschillende lengtes van de persleiding
- Table 3** Total plate count of the milk at varying times after cleaning
Kiemgetal van melk op verschillende tijdstippen na de reiniging
- Table 4** Total plate count (cfu/ml) and amount of collected milk (g) at varying distances of the delivery line and at varying times after cleaning
Kiemgetal (kve/ml) en afscheiden hoeveelheid melk (g) per lengte persleiding en per tijdstip
- Table 5** Total plate count (cfu/ml) of the milk in the buffer tank 10 hours after cleaning of the automatic milking system
Kiemgetal (kve/ml) van melk in de buffertank 10 uur na reiniging melkrobot
- Table 6** Total plate count (cfu/ml) of the composite milk samples after storage for 72 hours at 3 °C
Kiemgetal (kve/ml) van mengmonsters melk na 72 uur bewaren bij 3 °C
- Table 7** Amount of collected milk (g), number of cows milked and milk production (kg) per time interval
Hoeveelheid melk (g), aantal gemolken koeien en melkgift (kg) per tijdsinterval
- Table 8** Parameters for the milk samples until 10 hours after cleaning of the automatic milking system
Parameters voor de monsters tot 10 uur na reiniging van de melkrobot
- Table 9** Parameters for the milk samples stored for 72 hours at 3 °C
Parameters voor de gekoeld bewaarde monsters tot 72 uur

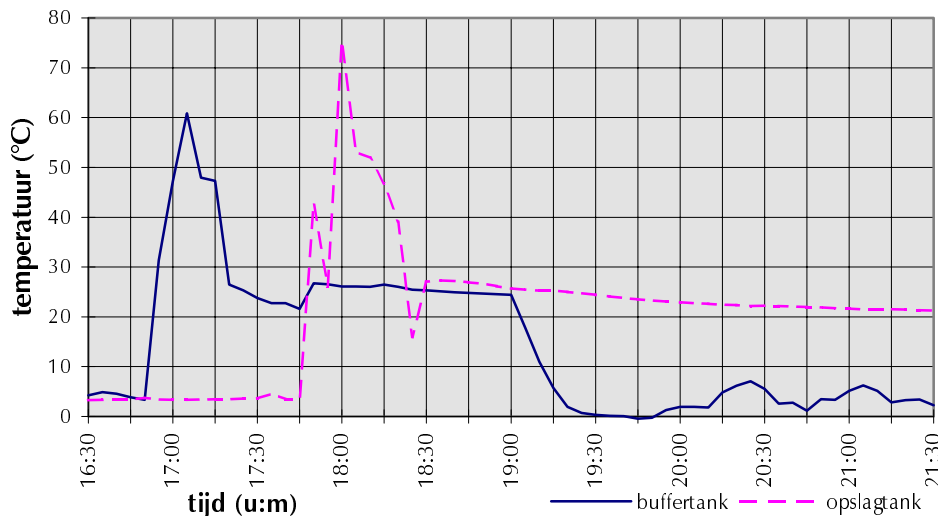
Bijlage 1 Temperatuurverloop reiniging

De temperatuur van de reiniging van het automatisch melksysteem is aan het einde van de persleiding gemeten. Een temperatuursensor is op de zwanenhals na de klep op de buffertank geplaatst. De andere temperatuursensor is in een T-stuk in de afvoerslang naar de mestkelder gestoken.



Figuur 3 Reiniging automatisch melksysteem op 26 augustus 1998

In de opslag- en buffertank is een temperatuursensor geplaatst, zodat de temperatuur van de melk en de temperatuur tijdens de reiniging geregistreerd worden. In onderstaande figuur staan zowel de reiniging van buffer- als opslagtank weergegeven.



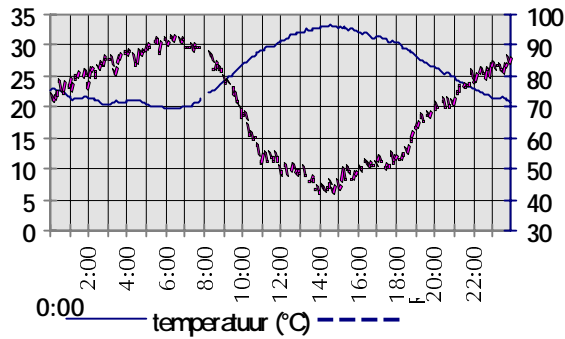
Figuur 4 Reiniging buffer- en opslagtank op 4 september 1998

Tijdens het onderzoek is gemolken in de buffertank. Na 10 uur (16:45 uur) wordt de melk overgepompt in de opslagtank en wordt de buffertank gereinigd. Om 17:45 uur schakelt de RMO-chauffeur weer over op de buffertank, zodat de opslagtank geleegd en gereinigd kan worden. In de tussentijd wordt gemolken op de buffertank. Het duurt ongeveer een uur voordat in de buffertank wordt gekoeld, omdat de melk anders kan aanvriezen.

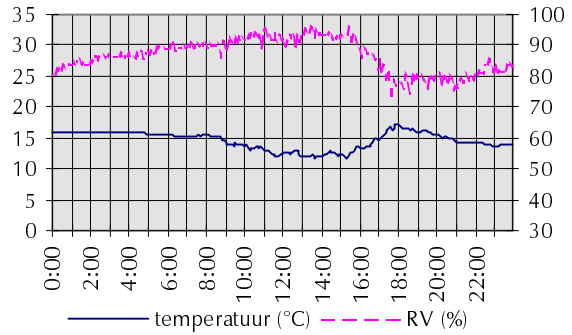
Bijlage 2 Temperatuur en relatieve vochtigheid (RV) gedurende de dag

In de ligboxenstal is op ca. 3,5 meter hoogte een temperatuur-RV-sensor opgehangen die gedurende de proef de temperatuur en relatieve vochtigheid heeft geregistreerd.

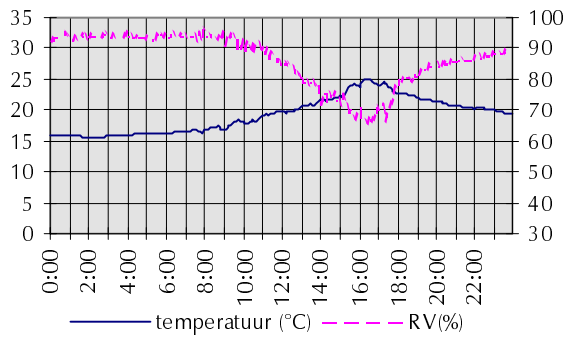
Dag 1



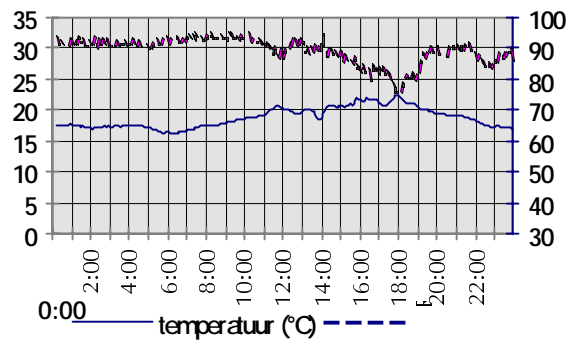
Dag 2



Dag 3



Dag 4



Bijlage 3 Kiemgetallen van melk en afgescheiden hoeveelheid melk

Tabel 4 Kiemgetal (kve/ml) en afscheiden hoeveelheid melk (g) per lengte persleiding en per tijdstip

tijdstip	persleiding	kiemgetal (kve/ml)				gewicht melkmonster (g)			
		dag 1	dag 2	dag 3	dag 4	dag 1	dag 2	dag 3	dag 4
2,5	0	2000	18700	6000	10100	121	95	104	96
	20	2700	3300	5600	10200	115	84	96	78
	40	2400	6600	6600	13700	106	81	96	85
	60	2700	4400	7900	11700	103	76	86	82
	80	2800	4300	11400	8600	95	79	84	73
	100	2900	3900	8800	11800	89	73	79	72
5	0	2500	9300	5800	10200	88	99	145	98
	20	5100	4600	6600	7400	85	95	123	91
	40	6200	3100	6600	9400	85	90	127	84
	60	6200	5100	12300	11800	85	98	125	79
	80	6200	5800	12400	10000	81	80	109	82
	100	8000	6500	12800	12800	80	89	116	74
7,5	0	13600	5700	10700	18800	58	87	76	112
	20	18200	3100	9400	16400	48	79	74	94
	40	16500	3700	8600	18500	48	76	80	100
	60	10900	2800	14200	15600	49	76	76	99
	80	12800	3300	12800	20500	47	76	73	82
	100	24000	2600	7400	4400	47	65	71	94
10	0	5700	16200	15400	15300	104	81	107	73
	20	7300	8500	14700	11400	107	69	101	75
	40	12800	11700	19600	10700	106	70	89	64
	60	10900	10200	79500	8800	103	65	95	68
	80	12100	9800	19000	12000	101	56	81	63
	100	8900	8600	19300	13900	94	69	89	59

Tabel 5 Kiemgetal (kve/ml) van melk in de buffertank 10 uur na reiniging melkrobot

	kiemgetal (kve/ml)			
	dag 1	dag 2	dag 3	dag 4
buffertank	10200	5400	12900	6900

Tabel 6 Kiemgetal (kve/ml) van mengmonsters melk na 72 uur bewaren bij 3 °C

persleiding	kiemgetal (kve/ml)			
	dag 1	dag 2	dag 3	dag 4
0	5400	14000	29100	23000
20	7800	10000	18800	8500
40	5700	7200	40000	9600
60	20800	17900	26800	10700
80	8500	13700	19800	9800
100	7300	12900	34600	10100

Bijlage 4 Gewicht melkmonsters, aantal koeien en melkgift**Tabel 7** Hoeveelheid melk (g), aantal gemolken koeien en melkgift (kg) per tijdsinterval

tijdstip (uren)	afgescheiden melk (g)				aantal gemolken koeien				melkgift (kg)			
	dag 1	dag 2	dag 3	dag 4	dag 1	dag 2	dag 3	dag 4	dag 1	dag 2	dag 3	dag 4
2,5	105	81	91	81	22	16	17	13	207	183	204	134
5	84	92	124	85	15	18	22	19	154	171	240	207
7,5	50	77	75	97	11	13	12	17	84	154	113	132
10	103	68	94	67	18	13	19	9	175	94	166	101

Bijlage 5 Genstat-analyse

In genstat is het volgende model gebruikt om per dag effecten voor lengte en tijd te schatten.

$$Y = \xi_n + \xi_p * (P-50) + \xi_t * (T-6,25) + \xi_{pt} * (P-50) * (T-6,25) + \xi_{p2} * (P-50)^2 + \xi_{t2} * (T-6,25)^2$$

Y	= kiemgetal (log kve/ml)
P	= lengte persleiding (m)
T	= tijd (uren)
ξ_n	= kiemgetalniveau (log kve/ml)
ξ_p	= parameter voor lengte (log kve/ml/m)
ξ_t	= parameter voor tijd (log kve/ml/h)
ξ_{pt}	= parameter voor lengte*tijd (log kve/ml/m/h)
ξ_{p2}	= parameter voor lengte ² (log kve//ml/m ²)
ξ_{t2}	= parameter voor tijd ² (log kve/ml/h ²)

Bijlage 5.1 Parameters tot 10 uur na reiniging

Voor de gegevens tot 10 uur na de reiniging zijn de parameters als volgt berekend:

```
GROUPS dag; Fdag
CALC logkiem = LOG10(kiemgeta)
CALC P = persleid-50
CALC T = tijdstip-6.25
CALC PT = P*T
CALC P2,T2 = P,T**2
FOR i=1...4
  RESTRICT logkiem ; CO=Fdag==i
  MODE logkiem ; RES=res ; FIT=fit
  FIT [PR=#,corr ; FPR=y ; TPR=y] P+T+PT+P2+T2
  RESTRICT logkiem
ENDFOR
```

***** Regression Analysis *****

Response variate: logkiem

Fitted terms: Constant + P + T + PT + P2 + T2

*** Summary of analysis ***

	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Regression	5	1.9464	0.38928	17.51	<.001
Residual	18	0.4001	0.02223		
Total	23	2.3464	0.10202		

Percentage variance accounted for 78.2

Standard error of observations is estimated to be 0.149

* MESSAGE: The following units have large standardized residuals:

7 -2.47

*** Estimates of regression coefficients ***

	estimate	s.e.	t(18)	t pr.
Constant	4.0262	0.06036	6.74	<.001
P	0.002084	0.000891	2.34	0.031
T	0.0852	0.0109	7.82	<.001
PT	-0.000013	0.000319	-0.04	0.967
P2	-0.0000274	0.0000305	-0.90	0.380
T2	-0.02181	0.00487	-4.48	<.001

Een overzicht van alle parameters staat weergegeven in tabel 8.

Tabel 8 Parameters voor de monsters tot 10 uur na reiniging van de melkrobot

dag	β_n kiemgetalniveau (log kve/ml)	β_p parameter voor lengte (log kve/ml/m)	β_t parameter voor tijd (log kve/ml/h)	β_{pt} parameter voor lengte*tijd (log kve/ml/m/h)	β_{p2} parameter voor lengte2 (log kve/ml/m ²)	β_{t2} parameter voor tijd2 (log kve/ml/h ²)
1	4,0253	0,002081	0,0849	-0,000011	-0,0000279	-0,02165
2	3,5160	-0,002320	0,0251	0,000254	0,0000706	0,02320
3	4,0154	0,002111	0,0598	-0,000240	-0,0000455	0,01068
4	4,0929	-0,000775	0,0101	-0,000272	-0,0000113	-0,00179
gemiddeld	3,9124	0,000274	0,0450	-0,000067	-0,0000035	0,00261

Bijlage 5.2 Parameters gekoeld bewaard tot 72 uur

Voor de gegevens tot 72 uur gekoeld bewaard zijn de parameters als volgt berekend:

GROUPS dag; Fdag

CALC logkiem = LOG10(kiemgeta)

CALC P = persleid-50

CALC P2 = P**2

FOR i=1...4

 RESTRICT logkiem ; CO=Fdag==i

 MODE logkiem ; RES=res ; FIT=fit

 FIT [PR=#,corr ; FPR=y ; TPR=y] P+P2

 RESTRICT logkiem

ENDFOR

***** Regression Analysis *****

Response variate: logkiem

Fitted terms: Constant + P + P2

*** Summary of analysis ***

d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.	
Regression	2	0.0797	0.03984	0.83	0.518
Residual	3	0.1449	0.04828		
Total	5	0.2245	0.04491		

Residual variance exceeds variance of Y variate

Standard error of observations is estimated to be 0.220

*** Estimates of regression coefficients ***

	estimate	s.e.	t(3)	t pr.
Constant	4.027	0.138	29.17	<.001
P	0.00190	0.00263	0.72	0.522
P2	-0.0000955	0.0000899	-1.06	0.366

Een overzicht van alle parameters staat weergegeven in tabel 9.

Tabel 9 Parameters voor de gekoeld bewaarde monsters tot 72 uur

dag	β_n kiemgetalniveau (log kve/ml)	β_p parameter voor lengte (log kve/ml/m)	β_{p2} parameter voor lengte2 (log kve//ml/m ²)
1	4,0250	0,001890	-0,0000947
2	4,0460	0,000900	0,0000313
3	4,4170	0,000380	0,0000143
4	3,9519	-0,002210	0,0000834
gemiddeld	4,1100	0,000240	0,0000086