

## TALU PIIMAJAHUTUSVIISIDE UURIMINE

E. Must

Meie taludes jahutatakse piima mitmesuguste seadmetega. Suurtaludes, kus lehma peetakse endiste majandite lautades, jahutatakse piima seadmetega, mis olid seal varem. Keskmistes ja väiketaludes kasutatakse välisriikidest sisse toodud ja meie vabariigis toodetud seadmeid ning talus kohapeal ise tehtud piimajahutusvahendeid. Et paljudes taludes piimajahutusseadmed puuduvad (seal jahutatakse piima kaevuveega), siis seati eesmärgiks selgitada välja paremad piimajahutusviisid, et anda talunikele soovitusi sobivaimate piimajahutusseadmete soetamiseks.

### UURIMISE METOODIKA

Allpool esitatav uurimismaterjal on saadud taludest, kus rakendati 25 erinevat piimajahutusviisi. Kasutati 14 reservuaar- ja 11 kannjahutit. Piima temperatuuri mõõdeti reservuaarjahutisse voolamisel ja transpordikannudes jahutamise algul ning lõpsi ja piima jahutamise ajal õhtusel ja hommikul lõpsil kuni piima jahtumiseni temperatuurini 4°C. Kogu uurimine tehti suvel, ühtekokku 138 korral.

Tehti kindlaks piima jahutamise kestus õhtuse lõpsi lõpust arvestades. Jahutusviise hinnati artikli autori poolt varem välja töötatud universaalse 100-pallise süsteemi järgi. Hindamiskriteeriumideks olid seadmetel esinenud rikked, võimalus rikke korral jahutada piima kaevuveega, töökulu seadme pesemisel, piima temperatuur õhtuse lõpsi lõpul, enne hommikust lõpsi ja hommikuse lõpsi lõpul, võimalus koguda piima lõpsjate ja lõpsiseadmete lõikes, seadme piima jahutamise viis, piimamahuti käsitsi pesemise lihtsus, seadme väljalaskehind ja piima jahutamise skeemi lihtsus. Paremateks loeti need piimajahutusviisid, mis said hindamisel rohkem palle.

Katsevariandid olid järgmised.

**Reservuaarjahutid.** Lõpsisoe piim jahutati:

- 1) reservuaarjahutis MKA 2000.1I-2A,
- 2) eelnevalt plaatjahutis OM 1000-Y3 kaevuveega ja seejärel reservuaarjahutis MKA 2000.1I-2A,
- 3) reservuaarjahutis SM-1250,
- 4) Soome firma "MKT" 600 l mahuga jääveega reservuaarjahutis IP 600,
- 5) eelnevalt plaatjahutis OM 1000-Y3 kaevuveega ja seejärel reservuaarjahutis SM-1250,
- 6) eelnevalt plaatjahutis OM 1000-Y3 ja seejärel jahutati veesärgiga "Impulsa"-tankis sama külmutusseadme KSA 500L jääveega,
- 7) plaatjahutis PA 400/901.1 ja seejärel veesärgiga "Impulsa"-tankis sama külmutusseadme KSA 500L jääveega,
- 8) Soome firma "MKT" 400 l mahutavusega jääveega reservuaarjahutis IP 400,
- 9) Soome firma "MKT" 300 l mahutavusega jääveega reservuaarjahutis IP 300,
- 10) Soome firma "MKT" 400 l mahutavusega otsejahutusega reservuaarjahutis,
- 11) Rootsi firma "Wedholms" 600 l mahutavusega otsejahutusega reservuaarjahutis seeriast DF 713,
- 12) Rootsi firma "Wedholms" 400 l mahutavusega otsejahutusega reservuaarjahutis seeriast DF 713,
- 13) Rootsi firma "Wedholms" 300 l mahutavusega otsejahutusega reservuaarjahutis seeriast DF 713,

*Joonis 1. Viljandi EPT teenindus-tootmiskooperatiivi "Erika" kannjahuti*  
*Figure 1. Can cooler of Viljandi EPT cooperative "Erika"*

*Joonis 2. Viljandi EPT teenindus-tootmiskooperatiivi "Erika" kannjahuti avatud kaante ja äravõetud kapotiga*  
*Figure 2. Can cooler of Viljandi EPT cooperative "Erika" with opened lids*

14) Rootsi firma "Wedholms" 200 l mahutavusega otsejahutusega reservuaarjahutis seeriast DF 713.

**Kannjahutid.** Lüpsisoe piim jahutati:

- 1) Läti teadus-tootmisfirma "Sarma" kannjahutis OMB-Φ-8,
- 2) Soome firma "MKT" kannjahutis RHJ-1,
- 3) Pärnu aktsiaseltsi "Masinaehitaja" ja Riia tootmiskoondise "Kompressor" ühistööna valmistatud kannjahutis OM,
- 4) isetehtud kannjahutis, mis koosneb jääveepaagist ja külmutusseadmest KSA 500L,
- 5) Viljandi EPT teenindus-tootmiskooperatiivi "Erika" kannjahutis (joonis 1 ja 2),
- 6) Soome firma "MKT" kannjahutis MJA 100-10K,
- 7) Pärnu aktsiaseltsi "Masinaehitaja" ja Riia tootmiskoondise "Kompressor" ühistööna valmistatud kannjahutis OM, millel jääveesegistit ei kasutatud,
- 8) isetehtud kannjahutis, mis koosneb jääveepaagist ja külmutusseadmest ΦAK-1,5,
- 9) Soome firma "MKT" kannjahutis MJA 50-30K,
- 10) isetehtud kannjahutis, mis koosneb jääveepaagist ja külmutusseadmest ИΦ-56M.
- 11) külmkambri asetatud veepaagis, kus külmkambri õhku jahutati külmutusseadmega MK 11.

**UURIMISTULEMUSED**

Uurimisandmed näitasid, et talus jahtub piim kiiresti reservuaarjahutites MKA 2000.И-2А, SM 1250, IP 300, IP 400 ja IP 600.

Kõige kiiremini jahtub piim siis, kui lüpsisooja piima eeljahutamine toimub plaatjahutis OM 1000-У3 kaevuveega ja piima järeljahutamine reservuaarjahutis MKA 2000.И-2А (katsevariant 2). Piima temperatuur oli reservuaarjahutisse voolamisel 12,4°C, õhtuse lüpsi lõpul 7,0°C, enne hommikust lüpsi 4,6°C ja hommikul lüpsi lõpul 4,8°C ning piim jahtub edasi temperatuurini 4°C 0,2 tunniga.

Reservuaarjahutis SM 1250 lüpsisooja ja plaatjahutis OM-1000-У3 kaevuveega eeljahutatud piima jahutamisel (katsevariandid 3 ja 5) oli piima temperatuur õhtul lüpsi lõpul 5,3°C, enne hommikust lüpsi 1°C ja hommikuse lüpsi lõpul 5,4°C. Siit edasi jahtus piim temperatuurini 4°C 0,3 tunniga.

Reservuaarjahutis MKA 2000.И-2А lüpsisooja piima jahutamisel (katsevariant 1) oli õhtuse lüpsi algusest 45 minuti vältel piim kõrge temperatuuriga (18,4...19,6°C), sest külmutusseadet ei saa lülitada pidevale tööle, kuna reservuaarjahuti suure mahu tõttu piimasegisti ei ulatu piimasse. Vaatamata sellele oli juba lüpsi lõpul piima temperatuur 10°C. Piima temperatuur oli hommikul enne lüpsi 4°C ja lüpsi lõpul 6,5°C ning piim jahtus edasi temperatuurini 4°C 0,4 tunniga.

Soome firma "MKT" 300-, 400- ja 600-l mahuga reservuaarjahutites lüpsisooja piima jahutamisel (katsevariandid 4, 8, 9, 10) oli piima temperatuur õhtul lüpsi lõpul 8,3...16,4°C, enne hommikust lüpsi 0,8...2,6°C ja hommikul lüpsi lõpul 8,2...11,3°C ning piim jahtus edasi temperatuurini 4°C 0,4...0,6 tunniga.

Eespool kirjeldatud piimajahutusviiside efektiivsuse hinne sajaballise süsteemi järgi on 79...92 palli.

Tunduvalt aeglasemalt jahtub lüpsisoe piim Rootsi firma "Wedholms" 200-, 300-, 400- ja 600-l mahuga reservuaarides (katsevariandid 11...14). Piima temperatuur oli õhtul lüpsi lõpul 16,2...23,1°C, enne hommikust lüpsi 2,1...4,2°C ja hommikul lüpsi lõpul 10,3...15,6°C ning piim jahtus edasi temperatuurini 4°C 0,8...2,5 tunniga. Piimajahutusviiside efektiivsuse hinne on 76 palli.

Tabel 1

## Piima jahutamine reservuaarjahutites / Milk cooling in reservoir coolers

Katse-variant Cooling variants	Kasutatud piimajahuti Milk cooling methods	Piima temperatuur °C / Temperature of milk, °C				Jahutamise kestvus lüpsi lõpust temperatuurini 4°C Cooling continuation from the end of milking to the temperature of 4°C hours	Hindepallide arv Score
		reservuaarjahutisse voolamisel flowing into reservoir cooler	õhtuse lüpsi lõpul at the end of the evening milking	hommikul in the morning			
				enne lüpsi before milking	lüpsi lõpul at the end of milking		
1	MKA 2000.1I-2A	28,5±0,3	10,0±1,3	4,0±0,1	6,5±1,4	0,4±0,1	92
2	OM 1000-Y3 kaevuveega, MKA 2000.1I-2A	12,4±0,1	7,0±0,6	4,6±0,5	4,8±0,1	0,2±0,1	92
3	SM-1250	28,0±0,1	5,3±0,0	1,0±0,0	5,4±0,1	0,3±0,0	90
4	Soome "MKT" jääveega 600 l	31,4±0,2	8,3±0,1	0,8±0,1	8,5±0,8	0,4±0,1	90
5	OM 1000-Y3 kaevuveega, SM-1250	24,6±0,4	5,3±0,2	1,0±0,1	5,4±0,2	0,3±0,0	87
6	OM 1000-Y3 ja veesärgiga "Impulsa"-tank KSA 500L jääveega	-	7,4±0,7	2,8±0,3	6,4±0,2	-	84
7	PA 400/901.1 ja veesärgiga "Impulsa"-tank KSA 500L jääveega	-	6,2±0,2	2,3±0,1	6,3±0,1	-	84
8	Soome "MKT" jääveega 400 l	32,7±0,6	13,5±1,1	0,9±0,1	8,2±1,9	0,6±0,2	82
9	Soome "MKT" jääveega 300 l	35,0±0,4	12,8±0,7	1,0±0,0	11,3±0,2	0,6±0,2	82
10	Soome "MKT" otsejahutusega 400 l	32,6±0,8	16,4±1,0	2,6±0,4	9,5±0,7	0,4±0,1	79
11	Rootsi "Wedholms" otsejahutusega 600 l	34,1±0,4	23,1±0,7	4,2±0,7	15,6±1,0	2,5±0,2	76
12	Rootsi "Wedholms" otsejahutusega 400 l	30,7±3,5	18,1±2,8	3,2±0,3	11,8±2,8	0,9±0,1	76
13	Rootsi "Wedholms" otsejahutusega 300 l	31,4±0,2	16,2±0,2	2,1±0,1	10,3±0,1	0,8±0,1	76
14	Rootsi "Wedholms" otsejahutusega 200 l	34,9±0,2	22,4±1,0	3,7±0,1	14,5±2,0	1,3±0,3	76

Tabel 2

## Piima jahtumine kannjahutites / Milk cooling in can coolers

Katse-variant Cooling variants	Kannjahuti mark Can coolers	Piima temperatuur °C Temperature of milk, °C						Jahutamise kestvus tempera- tuurini 4°C tundides Cooling time to 4°C hours	Hinde- pallide arv Score
		jahutamise aeg tundides elapsed time from beginning of cooling in hours							
		enne ja- hutamist before cooling	0,5	1	1,5	2	enne järgnevat lüpsi before the next milking		
1	Läti "Sarma" OMB-Φ-8	32,7±0,5	11,0±1,5	6,2±1,4	4,0±1,0	-	3,3±0,4	1,5±0,3	63
2	Soome "MKT" RHJ-1	33,0±0,7	9,0±0,8	5,8±0,7	4,0±0,1	-	3,2±0,3	1,5±0,1	63
3	Pärnu "Masinaehitaja" OM	32,1±0,3	10,5±4,2	6,8±1,3	5,3±0,7	-	2,4±0,7	1,7±0,5	63
4	Isetehtud, külmutusseade KSA 500L	31,8±0,3	13,2±0,5	7,4±0,4	4,9±0,3	-	1,4±0,1	1,9±0,1	63
5	Viljandi EPT "Erika"	32,4±1,3	15,0±1,0	9,2±1,4	7,6±1,3	7,0±1,4	4,3±1,1	-	63
6	Soome "MKT" MJA 100-10K	34,7±0,4	14,5±3,6	10,7±2,3	8,9±1,6	7,3±1,5	4,3±1,3	-	63
7	Pärnu "Masinaehitaja" OM segistita	32,5±0,7	15,1±1,2	11,0±0,8	9,4±0,5	8,3±0,2	5,6±0,1	-	63
8	Isetehtud, külmutusseade ΦAK-1,5	33,7±0,4	14,6±0,7	10,7±0,6	9,3±0,3	8,5±0,3	5,4±0,6	-	63
9	Soome "MKT" MJA 50-30K	31,6±0,8	17,0±1,4	12,6±1,1	10,1±0,8	9,0±0,6	4,2±0,8	-	63
10	Isetehtud, külmutusseade ИΦ-56M	32,6±0,4	15,4±1,4	12,0±1,2	10,5±1,0	9,2±1,5	5,1±0,0	-	63
11	Isetehtud, külmutusseade MK-11	32,9±0,3	17,2±0,1	12,7±0,1	11,0±0,1	10,2±0,1	6,8±0,0	-	63

Veesärgiga "Impulsa"-tankides jahtus piim külmutusseadme KSA 500L jäävee pideval ringlemisel öö jooksul temperatuurini 2,3°C...2,8°C (katsevariandid 6 ja 7).

Reservuaarjahutite piima jahutamist suvel talus iseloomustavad näitajad on toodud tabelis 1.

Uurimistulemused näitasid, et piima jahutamisel kannudega jahtub piim suvel kõige kiiremini Läti teadus-tootmisfirma "Sarma" kannjahutis OMB-Φ-8 ja Soome firma "MKT" kannjahutis RHJ-1. Jääveepaaki asetatud kannudes jahtus lüpsisoe piim "Sarma" jahutis (katsevariant 15) 0,5 tunniga temperatuurini 11°C, 1 tunniga temperatuurini 6,2°C ning jahtumise algusest 1,5 tunniga temperatuurini 4°C. Enne järgnevat lüpsi oli piima temperatuur 3,3°C. Lüpsisoe piim jahtus kannus kannu kaela ümber asetatud piserdusrõngast allavoolava jääveega jahutis RHJ-1 (katsevariant 16) 0,5 tunniga temperatuurini 9°C ja 1 tunniga temperatuurini 5,8°C temperatuurini, 4°C-ni jahtumiseks kulus 1,5 tundi. Enne järgnevat lüpsi oli piima temperatuur 3,2°C.

Piim jahtub kiiresti ka Pärnu aktsiaseltsi "Masinaehitaja" ja Riia tootmiskoondise "Kompressor" kannjahutis OM (katsevariant 17). Lüpsisoe piim jahtus kannudes poole tunniga temperatuurini 10,5°C, 1 tunniga temperatuurini 6,8°C ja 1,5 tunniga temperatuurini 5,3°C. Temperatuurini 4°C jahtumiseks kulus 1,7 tundi. Enne järgnevat lüpsi oli piima temperatuur kannudes 2,4°C.

Piim jahtub hästi isetehtud kannjahutis, mis koosneb jääveepaagist ja külmutusseadmest KSA 500L (katsevariant 18). Lüpsisoe piim jahtus kannudes poole tunniga temperatuurini 13,2°C, 1 tunniga temperatuurini 7,4°C ja 1,5 tunniga temperatuurini 4,9°C ning 1,9 tunniga temperatuurini 4°C. Enne järgnevat lüpsi oli piima temperatuur kannudes 1,4°C.

Kõikidel ülejäänud jahutusviisidel ei jahtu lüpsisoe piim kannudes kahe tunni jooksul ja ka järgnevaks lüpsiks temperatuurini 4°C. Viljandi EPT teenindus-tootmiskooperatiivi "Erika" kannjahutis oli piima temperatuur kannudes jahutamise algusest 2 tunni möödumisel 7°C (katsevariant 19), Soome firma "MKT" kannjahutis MJA 100-10K - 7,3°C (katsevariant 20), Pärnu aktsiaseltsi "Masinaehitaja" ja Riia tootmiskoondise "Kompressor" kannjahutis OM, millel jääveesegistit ei kasutata - 8,3°C (katsevariant 21), isetehtud kannjahutis, mis koosneb jääveepaagist ja külmutusseadmest ΦAK-1,5 - 8,5°C (katsevariant 22), Soome firma "MKT" kannjahutis MJA 50-30K - 9°C (katsevariant 23), isetehtud kannjahutis, mis koosneb jääveepaagist ja külmutusseadmest ИΦ-56M - 9,2°C (katsevariant 25) ja isetehtud külmkambris asetatud veepaagis - 10,2°C (katsevariant 25). Järgnevaks lüpsiks oli piim jahtunud temperatuurini 4,2...6,8°C.

Kannjahutite piima jahutamist iseloomustavad näitajad talus suvel on toodud tabelis 2.

## KOKKUVÕTE

Paremate piimajahutusviiside väljaselgitamiseks tehti katseid 25 erineva piimajahutusseadmega 42 talus 138 lüpsikorral. Uuriti 14 reservuaar- ja 11 kannjahutit. Uurimisandmed näitasid, et paremateks piimajahutusviisideks talulautades on lüpsisooja piima vahetu jahutamine reservuaarjahutites MKA-2000.Π-2A, SM-1250, IP 300, IP 400 ja IP 600, seda ka siis, kui jahtunud õhtusele piimale lisandus hommikune lüpsisoe piim. Need piimajahutusviisid ei vaja lüpsisooja piima eeljahutamist, mistõttu välditakse piima bakteriaalne saastumine plaatjahutis. Suvisel ajal on piima temperatuur õhtuse lüpsi lõpul 5,3...13,5°C, enne hommikust lüpsi 0,8...4°C ja hommikuse lüpsi lõpul 5,4...11,3°C. Piim jahtub edasi temperatuurini 4°C 0,3...0,6 tunniga.

Piima jahutamise efektiivsuse hinne 100-pallise süsteemi järgi on 82...92 palli.

Kannjahutitest on paremad OMB-Φ-8, RHJ-1 ja OM. Lüpsisoe piim jahtub kannudes suvel temperatuurini 4°C 1,5...1,7 tunniga. Piima temperatuur on enne järgnevat lüpsi 2,4...3,3°C. Piima jahutamise efektiivsuse hinne on 63 palli.

Elektrienergiat kulub otsejahutusega reservuaaride kasutamisel 18, jääveega reservuaaride puhul 27,4 ja kannjahutite korral 36 kWh 1 tonni piima kohta.

Piima jahutamise peamine kululiik on seadmete amortisatsioon. Piima jahutamise kogumaksumus on reservuaarjahutitel 24 ja kannjahutitel 14 krooni 1 tonni piima kohta, millele lisanduvad jahutusseadmete tehniliste rikete kõrvaldamise kulud.

## STUDY OF MILK COOLING METHODS ON HOMESTEAD DAIRY FARMS

E. Must

### Summary

To establish the best milk cooling methods experiments with 25 different milk cooling systems were carried out on 42 homestead dairy farms for 138 milkings. 14 reservoir coolers and 11 can coolers were studied.

The results of this investigation indicated that the most suitable milk cooling method on homestead dairy farms are immediate cooling of udder-warm milk in reservoir coolers MKA 2000Л-2А, SM-1250, IP 300, IP 400 and IP 600, adding udder-warm morning milk the cooled evening milk. These methods do not need preliminary cooling of udder-warm milk, as a result of which they avoid bacterial contamination of milk in a plate cooler. The temperature of milk is, in the summer at the end of the evening milking 5.3...13.5°C, before the morning milking 0.8...4°C and at the end of the morning milking 5.4...11.3°C and milk cools down to the temperature of 4°C within 0.3...0.6 hours. The estimate of milk cooling efficiency, according to the 100-mark system, is 82...92 marks.

As for the can coolers, the coolers OMB-Ф-8, RHJ-1 and OM are considered to be the best ones. Udder-warm milk cools in summer down to a temperature of 4°C in the cans within 1.5...1.7 hours. The temperature of milk is before following milking 2.4...3.3°C. The estimate of milk cooling score was 63.

Consumption of electrical energy is, for direct reservoir coolers 18, ice-water reservoir coolers 27.4 and can coolers 36 kilowatt-hours per one ton of milk. The main expense of milk cooling is amortization of equipments. The total cost of milk cooling is, for reservoir coolers 24 and can coolers 14 crowns per ton of milk, to which it is necessary to add costs of eliminating technical defects of cooling equipment.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ОХЛАЖДЕНИЯ МОЛОКА НА ХУТОРЕ

Э. Муст

### Резюме

Для выяснения лучших способов охлаждения молока проводились опыты с 25 различными установками охлаждения молока на 42 хуторах при 138 дойках. Исследовали 14 резервуарных и 11 фляжных охладителей.

Результаты исследования показали, что лучшими способами охлаждения молока на хуторных коровниках являются непосредственное охлаждение парного молока в резервуарных охладителях МКА 2000Л-2А, SM-1250, IP 300, IP 400 и IP 600, добавляя в вечернее охлажденное молоко парное молоко от утренней дойки. Эти способы не нуждаются в предварительном охлаждении парного молока, вследствие чего предотвращается бактериальное обсеменение молока в пластинчатом охладителе.

Температура молока летом в конце вечерней дойки 5,3...13,5°C, перед утренней дойкой 0,8...4°C и в конце утренней дойки 5,4...11,3°C и молоко охлаждается дальше до температуры 4°C в течение 0,3...0,6 часа. Оценка эффективности охлаждения молока по 100-балльной системе составляет 82...92 балла.

Из фляжных охладителей лучшими являются охладители ОМВ-Ф-8, РНЖ-1 и ОМ. Парное молоко охлаждается в этих флягах до температуры 4°C летом в течение 1,5...1,7 часа. Температура молока во флягах перед следующей дойкой 2,4...3,3°C. Оценка эффективности охлаждения молока 63 балла.

Расход электроэнергии при резервуарных охладителях непосредственного охлаждения 18, в резервуарных охладителях охлаждением ледяной водой 27,4 и фляжных охладителях 36 кВт/ч на 1 т молока. Главным видом расходов охлаждения молока является амортизация установок. Общая стоимость охлаждения молока при резервуарных охладителях 24 и фляжных охладителях 14 крон на 1 т молока, к которому прибавляются расходы устранения технических неисправностей охладительных установок.