

## PIIMA JAHUTAMINE FARMIS ÜLEPÄEVASE PIIMAVEO KORRAL

E. Must

Piima veetakse farmidest ülepäeva laialdaselt Ameerika Ühendriikides, Inglismaal, Prantsusmaal, Kanadas, Itaalias, Norras, Rootsis, Soomes ja teistes maades. Ülepäevasele piimaveole mindi üle nendes riikides ligikaudu 30...50 aastat tagasi, siis kui farmides hakati piima jahutama ja säilitama reservuaarjahutites madalal temperatuuril. Kasutatakse erineva kujuga, mahuga ja tööpõhimõttega reservuaarjahuteid: nelinurkseid, silindrilisi, elliptilisi, lahtiseid, kinniseid, jääveega ja otsejahutusega, mille maht on 80...20100 l (Benson, 1961; White, 1968).

Piimaveo kalliduse tõttu minnakse igapäevaselt piimaveolt ülepäevasele piimaveole üle ka meil. Ülepäevasel piimaveol on piima jahutamine ja säilitamine suure tähtsusega, sest piima hoidmise aeg laudas pikeneb. Nõuetele vastav piima jahutamine ettenähtud temperatuurini on ülepäevase veo üheks eeltingimuseks.

Meie lüpsilautades jahutatakse piima mitmesuguste seadmetega, mis erinevad piima jahutamise kiiruselt ja temperatuurilt. Riigimajandites, ühistutes, aktsiaseltsides ja suurtaludes, kus lehma peetakse suurlautades, jahutatakse piima suurmahutites ning taludes, kus on väikelaudad, jahutatakse piima väikemahutites.

Käesoleval ajal kasutuselolevaid piimajahuteid ei olnud meil katsetatud ja ka kirjandusest ei õnnestunud leida andmeid nende seadmete kohta ülepäevasel piimaveol. Seepärast oli vajalik uurida nende jahutite efektiivsust ja välja selgitada nendest paremad, ülepäevaseks piimaveoks sobivad seadmed.

### Kirjandusandmed

Erialases kirjanduses on mitmesuguseid andmeid piima jahutus-säilitustemperatuuri madaluse ja piiride ning piima kvaliteedi muutuste kohta ülepäevasel piimaveol.

Kõige madalamaks piima jahutustemperatuuriks soovitatakse 2° C. Märgitakse, et kahepäevaseks säilitamiseks tuleb piim jahutada temperatuurini 2...3° C (Pedersen, 1964). Leiti, et farmist piima veol ülepäeviti on vaja piim jahutada temperatuurini 3...4° C (Seelemann, 1966). Piima hoidmisel farmis üle ühe ööpäeva peab piima temperatuur olema 4,4° C (Brazendale, 1962).

Uuriti piima säilitustemperatuuri piimarasva lipolüüsi seisukohast. Leiti, et piima säilitamisel 1° C juures tekib rohkem vabu rasvhappeid kui temperatuuril 5° C. Teiselt poolt, psührofiilsed bakterid paljunevad piimas temperatuuril 5° C kiiremini kui 2° C korral. Neid mõlemaid asjaolusid arvesse võttes soovitatakse piima säilitustemperatuuriks ülepäevasel veol 2...4° C (Luhtala, 1968).

Märgitakse, et 2° C on liiga madal temperatuur. Piima ei või jahutada alla 3° C, sest siis piimavalgud muutuvad sedavõrd, et nad mõjustavad juustupiima laapumist (Hörer, 1960). Piima madalama temperatuuri ja pikema säilitusaja tõttu on ülepäeva veetud piimal laapfermendi toimel pikem kalgendumisaeg (Swartling, Johannson, 1966) ja suurem laapfermendi kulu (Strand, Ystgaard, 1966).

Uurimisandmed näitasid, et reservuaarjahutites mitme lüpsi segamine ja jahutamine ei põhjusta ülepäevasel veol piima kvaliteedi langust (Liska, Calbert, 1958; Orr, McLarty, Baines, 1965). Leiti, et järgemööda nelja lüpsi lüpsisooja piima lisamine, jahutamine ja säilitamine ühes reservuaarjahutis ei põhjusta piimas bakterite arvu suurenemist. Ülepäevasel piima veol tuleb piim jahutada temperatuurini 4...6° C (Elonheimo, 1968). Selgus, et iga lüpsi lõpus on piima kvaliteet peaaegu võrdne nelja lüpsi segupiima kvaliteediga. Järeldati, et ülepäevasel piimaveol tuleb piim laudas jahutada ja säilitada temperatuuril 4,5° C (Atherton, Brandfield, 1957). Katsed näitasid, et piima veol ülepäeviti, kui piima hoida laudas temperatuuril alla 5° C, ei suurene bakterite arv piimas nimetamisväärselt, olgugi, et lüpside ajal segupiima temperatuur tõuseb. Siiski bakterite arv oli lüpside lõpul mõnevõrra suurem

kui lüpside algul (Swartling, 1966). Katsed näitasid, et piima ülepäevasel veol tuleb piim jahutada ja säilitada temperatuuril 3...6° C, siis bakterite arv piimas oluliselt ei suurene (Pietz, 1962). Piima jahutamisel ja hoidmisel reservuaarjahutites ning esimese lüpsi jahutatud piimale kolme järgneva lüpsi lüpsisooja piima lisamisel otsustavat osa etendab kahe esimese lüpsi piima jahutamine. Piim tuleb jahutada temperatuurini 4° C (Hadland, Bø, Solberg, 1965).

Piima bakterite arvu dünaamika uurimine piima jahutamisel-säilitamisel ülepäevasel veol näitas, et bakterite üldarv muutus vähe. Mesofiilsete bakterite arv lüpsivaheaegadel vähenes, kuid iga lüpsi järel tõusis algsuuruseni tagasi, termofiilsete ja happetekitajate bakterite arv üksikutel juhtudel suurenes. Kolibakterite arv enamikel juhtudel vähenes. Psührofiilsete bakterite arv tõusis eriti teisel päeval (Bockelmann, 1965). Ülepäeva veetud piimas oli bakterite arv 1,3 korda suurem kui igapäev veetud piimas (Hadland, 1965).

Reservuaarides piima jahutamisel oli piima temperatuur, olenevalt seadmest, esimese lüpsi lõpul 4,1...9,9° C, enne teist lüpsi 3,8...5,2° C, teise lüpsi lõpul 3,9...7,8° C, enne kolmandat lüpsi 3,8...5° C, kolmanda lüpsi lõpul 3,8...6,9° C, enne neljandat lüpsi 3,8...5° C ja neljanda lüpsi lõpul 4,3...6,3° C. Sel juhul oli piima bakterite arv ülepäevasel veol 1,8 korda suurem kui igapäevasel veol ja 2,7 korda suurem kui esimesel lüpsil saadud piimas. Jahutamisel kannudega veepaagis oli piima temperatuur 2,7...6° C ning piima bakterite arv oli ülepäevasel veol 1,2 korda suurem kui igapäevasel veol ja 1,5 korda suurem kui esimesel lüpsil saadud piimas. Järeldati, et ülepäevasel veol tuleb piim jahutada ja säilitada temperatuuril 3...5° C (Must, 1968).

Euroopa Liidu nõuete (1992) kohaselt tuleb piim jahutada laudas ülepäevasel veol vähemalt temperatuurini 6° C. Piimajahutite kohta kehtestatud standardi ISO/D:S 5708 kohaselt tuleb piim jahutada ülepäevasel veol temperatuurini 4° C. Seejuures esimese lüpsi piim peab jahtuma temperatuurini 4° C vähemalt 2,5 tunniga ja järgnevate lüpside lisamisel peab segupiim jahtuma temperatuurini 4° C vähemalt 0,8 tunniga.

Võttes kokku eespooltoodud kirjanduse andmed võib järeldada, et ülepäevasel laudast piima veol tuleb piim jahutada ja säilitada temperatuuril mitte üle 4° C. Ülepäevase veo eeltingimuseks on piima tootmise kõrge sanitaarne olukord ja sobivate reservuaarjahutite olemasolu laudas.

## Uurimise metoodika

Piima jahutus-säilitustemperatuuri selgitamisel võeti laudast äsjalüpsitud piima steriilsesse kolbi, mis laboratooriumisse toomise ajaks asetati termosesse jäävette. Esimese päeva õhtuse, s.o. esimese lüpsi piim pandi 3 steriilsesse katsutisse, igäühesse 7 ml, ja asetati külmkapis olevatesse veega täidetud ja termomeetriga varustatud keeduklaasidesse.

Esimese lüpsi piimale lisati katsutitesse järgemööda teise päeva hommikul, s.o. teise lüpsi ja õhtul, s.o. kolmanda lüpsi ning kolmanda päeva hommikul, s.o. neljanda lüpsi proportsionaalsed piimakogused. Katsutitesse järgnevate lüpside piima lisamisel lähtuti põhimõttest, et pärast katsutisse lisamist teise lüpsi piim moodustas segupiimast poole (lisati juurde 7 ml), kolmanda lüpsi piim moodustas pärast analüüsimiseks piima äravõtmist (1 ml) allesjäänud piima (13 ml) ja juurdelisatava piima segupiimast kolmandiku (lisati juurde 6,5 ml) ja neljanda lüpsi piim moodustas pärast analüüsimiseks piima äravõtmist (1 ml) allesjäänud piima (18,5 ml) ja juurdelisatava piima segupiimast neljandiku (lisati juurde 6,2 ml).

Keeduklaasides hoiti kraanivee ja jää lisamisega ööpäevasel jälgimisel kogu katse kestel vee temperatuur 3±1°, 4±1° ja 5±1° C. Külmkapis katsutites olevast piimast pärast järgnevate lüpside piima lisamist määrati bakterite üldarv vastavalt Eesti standardile EVS 649:1994.

Paremate piimajahutusviiside selgitamisel jahutati piima tehniliselt korras seadmetega. Mõõdeti piima temperatuur kümnendik C kraadi täpsusega reservuaarjahutisse voolamisel ja kannudes jahutamise algul ning lüpside ja piima jahutamise ajal esimese päeva õhtuse lüpsi, s.o. esimese lüpsi algusest kuni kolmanda päeva hommikul neljanda lüpsi segupiima jahutamiseni temperatuurini 4° C. Tehti kindlaks piima jahutamise kestus lüpsi lõpust.

Esimese lüpsi ja kolmanda päeva hommikul neljanda lüpsi lõpul võeti steriilsesse katsutisse proportsionaalne segupiima proov, mida analüüsideni säilitati termosel jäävees. Laboratooriumis määrati piima bakterite üldarv vastavalt Eesti Standardile EVS 649:1994.

Katseid tehti erinevate piimajahutusviisidega ühistute ja talude lautades suure (1100...2500 l) ja väikese (160...600 l) mahuga jahutitega. Arvutati katseandmete aritmeetilised keskmised, standardhälbed ja erinevuste statistilised tõenäosused.

Piimajahutusviise hinnati sajaballise süsteemi järgi. Hindamiskriteeriumideks olid seadmetel esinevate rikete suurus, piima temperatuur esimese päeva õhtul esimese lüpsi lõpul, teise päeva hommikul enne teist lüpsi ja teise lüpsi lõpul, teise päeva õhtul enne kolmandat lüpsi ja kolmanda lüpsi lõpul ning kolmanda päeva hommikul enne neljandat lüpsi ja neljanda lüpsi lõpul, võimalus rikke korral jahutada piima kaevuveega, piimareservuaaride jahutusviisid ja käsitsi pesemise lihtsus vastavalt tabelile 1. Paremateks loeti need piimajahutusviisid, mis hindamisel said rohkem palle ja kus piima bakterite arv suurenes vähem.

Katsevariandid suure mahuga jahutite korral suurlautades olid järgmised.

1. Lüpsisoe piim jahutati Hollandi firma Impulsa-Etscheid AG reservuaarjahutis CFST 2110 (Viljandi maakond, Viiratsi vald, Vana-Võidu Kõrgem Põllumajanduskool).
2. Lüpsisoe piim eeljahutati plaatjahutis OM 1000-Y3 kaevuveega ja järeljahutati reservuaarjahutis SM-1250 (Valga maakond, Puka vald, Aakre küla, AS UPF).
3. Lüpsisoe piim jahutati reservuaarjahutis PIIO-2,5 külmutusseadme MBT 20-1-0 jääveega (Tartu maakond, Rõngu vald, Raigaste küla, AS Tiksi).
4. Lüpsisoe piim jahutati reservuaarjahutis MKA 2000.II-2A (Valga maakond, Puka vald, Pühaste küla, OÜ Loosu).
5. Lüpsisoe piim eeljahutati plaatjahutis A/IM-33.000 ja järeljahutati veesärgiga 1100 l mahuga "Impulsa"-piimatankis külmutusseadme AB-30 jääveega (Valga maakond, Puka vald, Ruuna küla, suurtalu BOS).

Katsevariandid väikese mahuga jahutite korral talulautades olid järgmised.

6. Lüpsisoe piim eeljahutati plaatjahutis OM 1000-Y3 kaevuveega ja järeljahutati Soome firma MKT reservuaarjahutis JP 600 (Valga maakond, Puka vald, Rebaste küla, AS AKO).
7. Lüpsisoe piim eeljahutati plaatjahutis OM 1000-Y3 kaevuveega ja järeljahutati Soome firma MKT reservuaarjahutis JP 400 (Valga maakond, Puka vald, Rebaste küla, AS AKO).
8. Lüpsisoe piim jahutati Soome firma MKT reservuaarjahutis JP 600 (Viljandi maakond, Viiratsi vald, Uusna küla, H. Villems ja Kõo vald, Loopre küla, A. Rebane).
9. Lüpsisoe piim jahutati Soome firma MKT reservuaarjahutis JP 400 (Jõgeva maakond, Jõgeva vald, Pakaste küla, E. Laanepere ja Tartu maakond, Tartu vald, Tammistu küla, P. Timma).
10. Lüpsisoe piim jahutati Soome firma MKT reservuaarjahutis JP 300 (Jõgeva maakond, Jõgeva vald, Palupera küla, J. Alling).
11. Lüpsisoe piim jahutati Soome firma MKT reservuaarjahutis S 400 (Tartu maakond, Tartu vald, Vedu küla, A. Veber).
12. Lüpsisoe piim jahutati Rootsi firma Wedholms reservuaarjahutis DF 600 (Tartu Riigimajand, Vorbuse).
13. Lüpsisoe piim jahutati Läti firma Sarma kannjahutis OMB-Ø-8 (Tartu maakond, Vara vald, Undi küla, M. Sarapuu).
14. Lüpsisoe piim jahutati Pärnu AS Masinaehitaja kannjahutis OM-160 (Tartu maakond, Vara vald, Vara küla, H. Voites).
15. Lüpsisoe piim jahutati Väike-Maarja EPT kannjahutis (Jõgeva maakond, Puurmani vald, Jüri küla, L. Prigo).

*Tabel 1. Piimajahutusviiside hindamise sajaballise süsteemi kriteeriumid ülepäevasel piima veol / Criteria of the estimate milk cooling methods with 100-mark system in case of milk transportation every other day*

Kriteeriumid Criteria		Pallide arv No of marks
Rikked / Defects		
väikesed / smalls		10
keskmised / middles		5
suured / greats		2
Piima temperatuur °C/ Temperature of milk °C		
esimese lüpsi lõpul / at the end of first milking:	≤ 10,0	10
	10,1...13,0	5
	≥ 13,1	2
enne teist lüpsi / before the second milking:	≤ 4,0	10
	4,1...6,0	5
	≥ 6,1	2
teise lüpsi lõpul / at the end of second milking:	≤ 8,0	10
	8,1...10,0	5
	≥ 10,1	2
enne kolmandat lüpsi / before the third milking:	≤ 4,0	10
	4,1...5,0	5
	≥ 5,1	2
kolmanda lüpsi lõpul / at the end of third milking:	≤ 7,0	10
	7,1...9,0	5
	≥ 9,1	2
enne neljandat lüpsi / before the fourth milking:	≤ 4,0	10
	4,1...4,5	5
	≥ 4,6	2
neljanda lüpsi lõpul / at the end of fourth milking:	≤ 6,0	10
	6,1...8,0	5
	≥ 8,1	2
Kaevuveega piima jahutamise võimalus/Possibility of milk cooling with well water:		
täielik jahutamine / complete cooling		5
eeljahutamine / precooling		3
ei saa jahutada / no possible to cool		2
Piimareservuaari jahutusviis / Way of cooling reservoir cooler:		
otsejahutusega / direct cooling		5
jääveega / with ice water		3
jahutamine puudub / cooling lacks		2
Piimareservuaari käsitsi pesemise lihtsus / Simplicity of washing milk reservoir by hand:		
lihtne, automaatne / simple, automatic		5
keskmine / middle		3
keeruline / complicated		2
Piima jahutamise skeemi lihtsus / Simplicity of milk cooling scheme:		
lihtne / simple		5
keskmine / middle		3
keeruline / complicated		2

## Uurimistulemused

### Piima jahutus-säilitamistemperatuur

Laboratoorsed katsed näitasid, et ülepäevasel piimaveol piima bakterite arv ei suurene jahutus-säilitustemperatuuridel  $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ ... $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  ajavahemikul esimese lüpsi lõpust kuni teise lüpsi lõpuni.

Teise päeva õhtul kolmanda lüpsi lõpul ja kolmanda päeva hommikul neljanda lüpsi lõpul segupiima bakterite arv sõltus piima temperatuurist. Mida kõrgem oli piima temperatuur, seda suurem oli piima bakterite arv.

Kolme lüpsi segupiima bakterite arv oli temperatuuril  $3\pm 1^{\circ}\text{C}$  1,1 korda väiksem kui temperatuuril  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  ja 1,5 korda väiksem kui temperatuuril  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Temperatuurini  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  jahutatud piimas oli bakterite arv 1,4 korda väiksem kui temperatuuril  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  säilitatud piimas.

Nelja lüpsi segupiima bakterite arv oli temperatuuril  $3\pm 1^{\circ}\text{C}$  1,2 korda väiksem kui temperatuuril  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  ja 1,5 korda väiksem kui temperatuuril  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Temperatuurini  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  jahutatud piimas oli bakterite arv 1,2 korda väiksem kui temperatuuril  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  hoitud piimas.

Andmetest järeldub, et ülepäevasel piimaveol erinevatel jahutus-säilitustemperatuuridel võrdse algsaastatusega lüpside piima lisamisel, jahutamisel ja säilitamisel on nelja lüpsi segupiima bakterite arv kõige väiksem temperatuuril  $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Kriitiliseks piiriks on temperatuur  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Seega ülepäevasel piimaveol farmist tuleb piim jahutada-säilitada temperatuuril mitte üle  $4^{\circ}\text{C}$ .

### Piima temperatuur, jahutamise kestus ja hindepallide arv suure mahuga jahutitel suurlautades

Uurimistulemused näitasid, et ülepäevasel piima veol jahtub lüpsisoe piim kõige kiiremini reservuaarjahutis CFST 2110 (katsevariant 1). Piima temperatuur oli reservuaarjahutisse voolamisel  $32,9^{\circ}\text{C}$  ning reservuaarjahutis esimese lüpsi lõpul 4,4, enne teist lüpsi 2,2, teise lüpsi lõpul 3,6, enne kolmandat lüpsi 2,9, kolmanda lüpsi lõpul 3,3, enne neljandat lüpsi 3,1 ja neljanda lüpsi lõpul  $3,4^{\circ}\text{C}$  ning piim jahtus edasi temperatuurini  $4^{\circ}\text{C}$  esimesel lüpsil 0,1 tunniga. Piima jahutamise efektiivsuse hinne sajaballise süsteemi järgi oli, võrreldes teiste uuritud piimajahutusviisidega, kõige kõrgem – 97 palli. Ka variatsioonstatistiline analüüs näitas, et reservuaarjahuti CFST 2110 on kõige parem seade, sest selle hindepallide arv on suurem kõigi teiste piimajahutusviiside hindepallide arvust väga suure tõenäosusega ( $P < 0,001$ ).

Kiiresti jahtub plaatjahutis OM 1000-Y3 kaevuveega eeljahutatud piim reservuaarjahutis SM-1250. Piima temperatuur oli reservuaarjahutisse voolamisel  $20,7^{\circ}\text{C}$  ning reservuaarjahutis esimese lüpsi lõpul 5,8, enne teist lüpsi 1,7, teise lüpsi lõpul 5,4, enne kolmandat lüpsi 2, kolmanda lüpsi lõpul 5,3, enne neljandat lüpsi 2 ja neljanda lüpsi lõpul  $4,9^{\circ}\text{C}$  ning piim jahtus edasi temperatuurini  $4^{\circ}\text{C}$  0,5 tunniga. Piima jahutamise efektiivsuse hinne oli 90 palli (katsevariant 2).

Mõnevõrra kõrgem oli piima temperatuur lüpsisooja piima jahutamisel külmutusseadme MBT 20-1-0 jääveega reservuaarjahutis PPO-2,5. Piima temperatuur oli reservuaarjahutisse voolamisel  $27,3^{\circ}\text{C}$  ning reservuaarjahutis esimese lüpsi lõpul 8,8, enne teist lüpsi 4, teise lüpsi lõpul 7,5, enne kolmandat lüpsi 3,8, kolmanda lüpsi lõpul 5,5, enne neljandat lüpsi 3,9 ja neljanda lüpsi lõpul  $5,6^{\circ}\text{C}$  ning piim jahtus edasi temperatuurini  $4^{\circ}\text{C}$  0,4 tunniga. Piima jahutamise efektiivsuse hinne oli 89 palli (katsevariant 3).

Kõrge oli piima temperatuur ( $15,9^{\circ}\text{C}$ ) esimese lüpsi lõpul lüpsisooja piima jahutamisel reservuaarjahutis MKA 2000/1-2A. See oli tingitud reservuaarjahuti laiast ehitusest ja piimasegisti asumisest reservuaari põhjast liiga kõrgel, mistõttu ei saadud lülitada esimesel lüpsil seadet pidevale tööle. Piima temperatuur oli reservuaarjahutis enne teist lüpsi 3,3, teise lüpsi lõpul 8,2, enne kolmandat lüpsi 3,5, kolmanda lüpsi lõpul 7, enne neljandat lüpsi 3,6 ja neljanda lüpsi lõpul  $7,1^{\circ}\text{C}$  ning piim jahtus edasi temperatuurini  $4^{\circ}\text{C}$  0,5 tunniga. Piima jahutamise efektiivsuse hinne oli 79,7 palli (katsevariant 4).

Ülepäevasel piima veol katsetatud piimajahutusviisidest on kõige halvem katsevariant, kus lüpsisooja piima eeljahutamine toimub plaatjahutis A/IM-33.000 ja piima järeljahutamine toimub veesärgiga "Impulsa"-piimatankis külmutusseadme AB-30 jääveega (katsevariant 5). Piim ei jahtunud temperatuurini 4° C. Piima temperatuur oli "Impulsa"-piimatanki voolamisel 8,1° C ning tankis esimese lüpsi lõpus 6,4, enne teist lüpsi 6,1, teise lüpsi lõpul 6,4, enne kolmandat lüpsi 6, kolmanda lüpsi lõpul 6,2, enne neljandat lüpsi 5,8 ja neljanda lüpsi lõpul 6,1° C. Piima jahutamise efektiivsuse hinne oli 61,7 palli. Ka variatsioon-statistiline analüüs näitas, et see piimajahutusviis on kõige halvem, sest selle hindepallide arv on väiksem kõigi teiste katsetatud piimajahutusviiside hindepallide arvust väga suure tõenäosusega ( $P < 0,001$ ).

### **Piima temperatuur, jahutamise kestus ja hindepallide arv väikese mahuga jahutitel talulautades**

Uurimistulemused näitasid, et ülepäevasel piima veol jahtub piim kiiresti piimajahutusviisidel, kus lüpsisooja piima eeljahutamine toimub plaatjahutis OM 1000-Y3 kaevuveega ja piima järeljahutamine toimub reservuaarjahutites JP 600 ja JP 400. Piima temperatuur oli reservuaarjahutitesse voolamisel vastavalt 16,4 ja 17° C ning reservuaarjahutites vastavalt esimese lüpsi lõpul 7,7 ja 7,1° C, enne teist lüpsi 1,4° C, teise lüpsi lõpul 6,1 ja 5,3° C, enne kolmandat lüpsi 1,5 ja 1,4° C, kolmanda lüpsi lõpul 5,8 ja 5,4° C, enne neljandat lüpsi 1,4° C ja neljanda lüpsi lõpul vastavalt 5,5 ja 5° C ning piim jahtus edasi temperatuurini 4° C vastavalt 0,3 ja 0,2 tunniga. Piima jahutamise efektiivsuse hinne oli mõlemal jahutusviisil kõrge – 95 palli (katsevariandid 6 ja 7). Need jahutusviisid on head, sest nende efektiivsuse hinne on suurem kõigi teiste katsetatud väikese mahuga piimajahutusviiside hinnetest väga suure tõenäosusega ( $P < 0,001$ ).

Reservuaarjahutis JP 600 jahtub hästi ka lüpsisoe piim (katsevariant 8). Piima temperatuur oli reservuaarjahutisse voolamisel 34,2° C ning reservuaarjahutis esimese lüpsi lõpul 9,3, enne teist lüpsi 1,5, teise lüpsi lõpul 8, enne kolmandat lüpsi 2,1, kolmanda lüpsi lõpul 6,8, enne neljandat lüpsi 2,2 ja neljanda lüpsi lõpul 6,9° C ning piim jahtus edasi temperatuurini 4° C 0,5 tunniga. Piima jahutamise efektiivsuse hinne oli 88 palli.

Mõnevõrra kõrgem oli piima temperatuur lüpside lõpus ja madalam piima jahutamise efektiivsuse hinne lüpsisooja piima jahutamisel reservuaarjahutites JP 400 ja JP 300. Piima temperatuur oli reservuaarjahutisse voolamisel vastavalt 33 ja 32,5° C ning reservuaarjahutites vastavalt esimese lüpsi lõpul 11,2 ja 13,3° C, enne teist lüpsi 1,8° C, teise lüpsi lõpul 9,7 ja 11,1° C, enne kolmandat lüpsi 1,7° C, kolmanda lüpsi lõpul 8,4 ja 9,3° C, enne neljandat lüpsi 1,6 ja 1,7° C ja neljanda lüpsi lõpul vastavalt 8,2 ja 8,6° C ning piim jahtus edasi temperatuurini 4° C mõlemas seadmes 0,6 tunniga. Piima jahutamise efektiivsuse hinne oli vastavalt 72 ja 68 palli (katsevariandid 9 ja 10).

Tunduvalt kõrgem oli piima temperatuur lüpside lõpus ja pikem piima jahutamisaeg lüpsisooja piima jahutamisel reservuaarjahutis S 400. Piima temperatuur oli reservuaarjahutisse voolamisel 34,2° C ning reservuaarjahutis esimese lüpsi lõpul 18,3, enne teist lüpsi 3,8, teise lüpsi lõpul 15, enne kolmandat lüpsi 3,8, kolmanda lüpsi lõpul 12, enne neljandat lüpsi 3,8 ja neljanda lüpsi lõpul 10° C ning piim jahtus edasi temperatuurini 4° C 0,8 tunniga. Piima jahutamise efektiivsuse hinne oli 65 palli (katsevariant 11).

Ülepäevasel laudast piima veol katsetatud reservuaarjahutitest talus on kõige halvem reservuaarjahuti DF 600 (katsevariant 12). Piima temperatuur lüpside lõpus on kõige kõrgem ja piima jahutamisaeg kõige pikem. Lüpsisooja piima jahutamisel oli piima temperatuur reservuaarjahutisse voolamisel 33° C ning reservuaarjahutis esimese lüpsi lõpul 20, enne teist lüpsi 3,9, teise lüpsi lõpul 15,2, enne kolmandat lüpsi 4, kolmanda lüpsi lõpul 12,4, enne neljandat lüpsi 4 ja neljanda lüpsi lõpul 10,2° C ning piim jahtus edasi temperatuurini 4° C 1,6 tunniga. Piima jahutamise efektiivsuse hinne oli 65 palli.

Katsetatud kannjahutitest on head OMB-Φ-8 ja OM-160. Lüpsisoe piim jahtus jääveepaaki asetatud kannudes temperatuurilt vastavalt 32,7 ja 32,1° C temperatuurini 4° C vastavalt 1,5 ja 1,7 tunniga, sest kannude vahel toimub jäävee segamine. Piima temperatuur oli enne järgnevat lüpsi kannjahutis OMB-Φ-8 3,3 ja kannjahutis OM-160 2,4° C. Kolme lüpsi jahutatud ja neljanda lüpsi jahutamata segupiima temperatuur oli vastavalt 10,7 ja 9,8° C (katsevariandid 13 ja 14). Piima jahutamise efektiivsuse hinne oli mõlemal seadmel 60 palli.

Tunduvalt halvem on Väike-Maarja EPT kannjahuti (katsevariant 15). Lüpsisoe piim ei jahtunud järgnevalt lüpsiks temperatuurini 4° C, oli 4,7° C, sest kannude vahel jäävee segamist ei toimu. Kolme lüpsi jahutatud ja neljanda lüpsi jahutamata segupiima temperatuur oli 12,1° C. Piima jahutamise efektiivsuse hinne oli kõigest 45 palli.

Piimajahutusviiside tehnilised katseandmed ülepäevasel piima veol on toodud tabelis 2.

### **Piima bakterite arvu muutumine piima jahutamisel suure mahuga jahutites suurlautades**

Uurimistulemused näitasid, et ülepäevasel laudast piima veol nelja lüpsi piima üksteisele lisamisel, jahutamisel ja säilitamisel piima bakterite arv suurenes suure mahuga jahutites kõikide katsetatud piimajahutusviiside keskmisena 1,4 korda. Piima bakterite arvu suurenemine olenes suurel määral piimajahutusviisist.

Väga vähe (1,1 korda) suurenes bakterite arv lüpsisooja piima jahutamisel-säilitamisel reservuaarjahutis MKA 2000.Ī-2A (katsevariant 4).

Vähe (1,2 korda) suurenes bakterite arv reservuaarjahutiga CFST 2110 lüpsisooja piima jahutamisel (katsevariant 1). Bakterite arv oli esimese lüpsi lõpul 101 tuh./cm<sup>3</sup> ja neljanda lüpsi lõpul 115 tuh./cm<sup>3</sup>.

Tunduvalt rohkem suurenes bakterite arv piima jahutamisel-säilitamisel reservuaarjahutites PĪO-2,5 ja SM-1250. Lüpsisooja piima jahutamisel reservuaarjahutis PĪO-2,5 külmutusseadme MBT 20-1-0 jääveega (katsevariant 3) suurenes bakterite arv ajavahemikul esimese lüpsi lõpust kuni neljanda lüpsi lõpuni 1,6 korda ning lüpsisooja piima eeljahutamisel kaevuveega plaatjahutis OM 1000-Y3 ja piima järeljahutamisel reservuaarjahutis SM-1250 (katsevariant 2) suurenes bakterite arv piimas ajavahemikul esimese lüpsi lõpust kuni neljanda lüpsi lõpuni 510 tuhandelt/cm<sup>3</sup> 920 tuhandeni/cm<sup>3</sup> ehk 1,8 korda.

Kõige rohkem (3 korda) suurenes bakterite arv lüpsisooja piima eeljahutamisel plaatjahutis AĪM-33.000 ja sellele järgnevalt piima järeljahutamisel veesärgiga "Impulsa"-piimatankis külmutusseadme AB-30 jääveega (katsevariant 5). Piima bakterite arv oli esimese lüpsi lõpul 417 tuh./cm<sup>3</sup> ja neljanda lüpsi lõpul 1253 tuh./cm<sup>3</sup>.

### **Piima bakterite arvu muutumine piima jahutamisel väikese mahuga jahutites talulautades**

Uurimistulemused näitasid, et ülepäevasel laudast piima veol nelja lüpsi piima üksteisele lisamisel, jahutamisel ja säilitamisel piima bakterite arv suurenes väikese mahuga jahutites kõikide katsetatud piimajahutusviiside keskmisena 1,3 korda. Piima bakterite keskmine arv oli esimese lüpsi lõpul 281 tuh./cm<sup>3</sup> ja neljanda lüpsi lõpul 356 tuh./cm<sup>3</sup>.

Piima bakterite arv suurenes kõige vähem (1,1 korda) reservuaarjahutiga JP 600 lüpsisooja piima jahutamisel-säilitamisel (katsevariant 8). Piima bakterite arv oli esimese lüpsi lõpul 612 tuh./cm<sup>3</sup> ja neljanda lüpsi lõpul 621 tuh./cm<sup>3</sup>.

Mõnevõrra rohkem (1,3 korda) suurenes bakterite arv lüpsisooja piima jahutamisel reservuaarjahutiga JP 400 (katsevariant 9). Piima bakterite arv oli esimese lüpsi lõpul 137 tuh./cm<sup>3</sup> ja neljanda lüpsi lõpul 178 tuh./cm<sup>3</sup>.

Lüpsisooja piima jahutamisel reservuaarjahutis S 400 (katsevariant 11) suurenes bakterite arv 1,4 korda. Piima bakterite arv oli esimese lüpsi lõpul 88 tuh./cm<sup>3</sup> ja neljanda lüpsi lõpul 126 tuh./cm<sup>3</sup>.

Kõige rohkem (1,5 korda) suurenes bakterite arv lüpsisooja piima jahutamisel reservuaarjahutis JP 300 (katsevariant 10). Piima bakterite arv oli esimese lüpsi lõpul 242 tuh./cm<sup>3</sup> ja neljanda lüpsi lõpul 358 tuh./cm<sup>3</sup>.

Tabel 2. Piimajahutusviiside tehnilised katseandmed ülepäevasel piima veol / The technical experimental data milk cooling methods in case of transportation milk every other day

Katse-variandi number No of experimental variants	Piimajahutusviisid Milk cooling methods	Katsete arv No of experiments	Piima temperatuur °C Temperature of milk °C								Piima jahutamise kestvus lõpust temperatuurini 4°C tundi Cooling continuation from the end of milking to the temperature of 4°C hours	Hindepallide arv No of marks
			reservuaari voolamisel into reservoir	esimese lüpsi lõpul at the end of first milking	enne teist lüpsi before the second milking	teise lüpsi lõpul at the end of second milking	enne kolmandat lüpsi before the third milking	kolmanda lüpsi lõpul at the end of third milking	enne neljandat lüpsi before the fourth milking	neljanda lüpsi lõpul at the end of fourth milking		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Suurlaudad / Large-scale farms</b>												
1	CFST 2110	3	32,9±0,4	4,4±0,3	2,2±0,1	3,6±0,1	2,9±0,1	3,3±0,1	3,1±0,1	3,4±0,1	0,1±0	97,0±0
2	OM 1000-Y3 kaevuveega / with well water, SM-1250	3	20,7±1,4	5,8±0,4	1,7±0,5	5,4±0,1	2,0±0,1	5,3±0,1	2,0±0,1	4,9±0,1	0,5±0,1	90,0±0,1
3	PfO-2,5 MBT 20-1-0 jääveega / with ice water	3	27,3±0,4	8,8±1,0	4,0±0	7,5±0,5	3,8±0,1	5,5±0,5	3,9±0,1	5,6±0,1	0,4±0,1	89,0±0
4	MKA 2000.II-2A	3	30,5±1,5	15,9±2,9	3,3±0,3	8,2±0,3	3,5±0,4	7,0±1,2	3,6±0,4	7,1±0,3	0,5±0,2	79,7±7,4
5	A/M-33 ja veesärgiga "Impulsa"-tank AB-30 jääveega / A/M-33 and water jacket "Impulsa"-tank AB-30 with ice water	3	8,1±0,7	6,4±0,5	6,1±0,6	6,4±0,5	6,0±0,2	6,2±0,3	5,8±0,2	6,1±0,2	–	61,7±3,3



Tabeli 2 järg

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Talulaudad / Homestead farms</b>												
6	OM 1000-Y3 kaevuveega / with well water, JP 600	2	16,4±1,4	7,7±2,1	1,4±0,4	6,1±1,2	1,5±0,5	5,8±0,3	1,4±0,4	5,5±0,3	0,3±0,1	95,0±0
7	OM 1000-Y3 kaevuveega / with well water, JP 400	2	17,0±1,3	7,1±2,9	1,4±0,4	5,3±0,8	1,4±0,4	5,4±1,3	1,4±0,4	5,0±0,5	0,2±0,1	95,0±0
8	JP 600	3	34,2±0,4	9,3±0,7	1,5±0,4	8,0±0,7	2,1±0,4	6,8±0,9	2,2±0,3	6,9±0,4	0,5±0,1	88,0±4,1
9	JP 400	3	33,0±0,4	11,2±0,1	1,8±0,5	9,7±0,8	1,7±0,5	8,4±0,1	1,6±0,4	8,2±0,1	0,6±0,1	72,0±0
10	JP 300	3	32,5±0,6	13,3±0,3	1,8±0,3	11,1±0,7	1,7±0,1	9,3±0,2	1,7±0,1	8,6±0,3	0,6±0,1	68,0±2,8
11	S 400	3	34,2±0,8	18,3±1,6	3,8±0,2	15,0±2,1	3,8±0,2	12,0±0,1	3,8±0,2	10,0±0,1	0,8±0,1	65,0±0
12	DF 600	3	33,0±0,6	20,0±0,6	3,9±0,1	15,2±0,1	4,0±0	12,4±0,5	4,0±0	10,2±0,2	1,6±0,2	65,0±0
13	OMB-Φ-8	3	–	32,7±0,5	3,3±0,4	18,0±0,5	3,3±0,4	13,1±0,4	3,3±0,4	10,7±0,4	1,5±0,3	60,0±0
14	OM-160	3	–	32,1±0,3	2,4±0,7	17,3±0,5	2,4±0,7	12,3±0,6	2,4±0,7	9,8±0,6	1,7±0,5	60,0±0
15	Väike-Maarja EPT	3	–	34,5±0,2	4,7±0,2	19,6±0,2	4,7±0,2	14,6±0,2	4,7±0,2	12,1±0,2	–	45,0±0

Kannjahutites OMB-Φ-8 ja OM-160 (katsevariandid 13 ja 14) oli neljanda lüpsi lõpul nelja lüpsi segupiima bakterite arv 1,4 korda suurem kui esimese lüpsi piimas. Piima bakterite arv oli kannjahutis OMB-Φ-8 esimese lüpsi lõpul 334 tuh./cm<sup>3</sup> ja neljanda lüpsi lõpul nelja lüpsi segupiimas 494 tuh./cm<sup>3</sup> ning kannjahutis OM-160 esimese lüpsi lõpul 275 tuh./cm<sup>3</sup> ja neljanda lüpsi lõpul nelja lüpsi segupiimas 359 tuh./cm<sup>3</sup>.

## Kokkuvõte

Ülepäevasel piimaveol farmist tuleb piim jahutada-säilitada temperatuuril mitte üle 4° C.

Ülepäevasel piimaveol paremateks piimajahutusseadmeteks suurlautades on reservuaarjahutid CFST 2110 ja MKA 2000.Л-2А ning talulautades reservuaarjahutid JP 600 ja JP 400.

Reservuaarjahutis CFST 2110 lüpsisooja piima jahutamisel on piima temperatuur lüpside lõpul 3,3...4,4° C ja enne lüpsse 2,2...3,1° C ning piim jahtub edasi temperatuurini 4° C esimese lüpsi lõpust 0,1 tunniga. Piima jahutamise efektiivsuse hinne on 97 palli. Piima bakterite arv on neljanda lüpsi lõpul 1,2 korda suurem kui esimese lüpsi lõpul.

Reservuaarjahutis MKA 2000.Л-2А lüpsisooja piima jahutamisel on piima temperatuur lüpside lõpul 7...15,9° C ja enne lüpsse 3,3...3,6° C ning piim jahtub edasi temperatuurini 4° C lüpsi lõpust 0,5 tunniga. Piima jahutamise efektiivsuse hinne on 79,7 palli. Piima bakterite arv on neljanda lüpsi lõpul 1,1 korda suurem kui esimese lüpsi lõpul.

Reservuaarjahutis JP 600 lüpsisooja piima jahutamisel on piima temperatuur lüpside lõpul 6,8...9,3° C ja enne lüpsse 1,5...2,2° C ning piim jahtub edasi temperatuurini 4° C lüpsi lõpust 0,5 tunniga. Piima jahutamise efektiivsuse hinne on 88 palli. Piima bakterite arv on neljanda lüpsi lõpul 1,1 korda suurem kui esimese lüpsi lõpul.

Reservuaarjahutis JP 400 lüpsisooja piima jahutamisel on piima temperatuur lüpside lõpul 8,2...11,2° C ja enne lüpsse 1,6...1,8° C ning piim jahtub edasi temperatuurini 4° C lüpsi lõpust 0,6 tunniga. Piima jahutamise efektiivsuse hinne on 72 palli. Piima bakterite arv on neljanda lüpsi lõpul 1,3 korda suurem kui esimese lüpsi lõpul.

Reservuaarjahutid CFST 2110, MKA 2000.Л-2А, JP 600 ja JP 400 rahuldavad piima temperatuurilt ja jahutamise kestuselt Euroopa Liidu ja standardi ISO/D:S 5708 nõudeid.

## Kirjandus

- Atherton, H. V., Brandfield, A. An evaluation of milk quality as influenced by daily and every-other-day pick up of milk cooled in farm bulk tanks. – J. Milk and Food Technol., vol. 20, No. 8, p. 223...229, 1957.
- Benson: Бенсон М. И. Охлаждение и транспортировка молока за рубежом. Москва, с. 3...9, 18...44, 62...63, 1961.
- Bockelmann, I. Bakterientwicklung in Tankmilk. – Svenska mejeritidn, 57, No. 36, 427...429, 1965.
- Brazendale, E. Current trends in New Zealand. – Techn. Publ. Austral. Soc. Dairy Technol., vol. 22, No. 10, p. 304...309, 1962.
- Eesti standard EVS 649:1994. Piim ja piimatooted. Bakterite arvu määramine. Eesti Standardiamet, 10 lk., 1994.
- Elonheimo, T. Tankkikeräily ja maidon laatu. – Karjalous, No. 4, s. 152...153, 1968.
- Hadland, G. Quality and quality control of Norwegian farm tank milk. – Meieriteknikk, 54...64, 1965.
- Hadland, G., Bø, S., Solberg, P. Mjølkevalitet ved oppsamling og lagring av mjølk på gardstanker inntil 4 døgn. – Meieriposten, 54, No. 22, 473...479, 1965.
- Hörner, R. Milchkühlung mit Eiswasser-Spiecheranlagen. – Electrotechn. Z., Jg. 12, H. 5, S. 107...109, 1960.
- Liska, B., Calbert, H. Changes in the pH and the reduced ascorbic acid content of milk held for every-other-day pick up in farm bulk milk tanks. – J. Milk and Food Technol. vol. 21, No. 9, p. 252...254, 1958.
- Luhatala, A. Maidon lipaaseista ja lipolyysista. – Karjantuote, No. 7, s. 289...292, 1968.
- Must, E. Jahutusviiside uurimine piima transpordil ülepäeviti talveperioodil. Teadusliku töö aruanne. ELVI käsikiri. Tartu, 14 lk. 1968.
- Orr, M., McLarty, R. M., Baines, S. Further investigations an afternate-day collection of bulk milk. – Dairy Inds, vol. 30, No. 4, p. 251, 278...284, 1965.

- Pedersen, E. Milk chilling centres vs. bulk milk chilling tanks. – *Indian Dairyman*, vol. 16, No. 7, p. 233...239, 247, 1964.
- Pietz, P. Ist eine weitere Rationalisierung der Milchführung durch mehrtägig gekühlte und vorgestapelte Rohmilch möglich? – *Milchwissenschaft*, Jg. 17, H. 12, S. 680...687, 1962.
- Requirements Relating to the Acceptance of Raw Milk at Treatment and/or Processing Establishments. Official Journal of the European Communities L 268, vol. 35, 14 September, Annex A, Chapter III, p. 16, 1992.
- Seelemann, M. Zur Frage der Kühlung und Anlieferung der Milch mit besonderem Hinblick auf die zweitägliche Abholung. – *Milchwissenschaft*, Jg. 21, H. 12, S. 748...753, 1966.
- Strand, A. H., Ystgaard, O. M. Kvaliteten av smør og ost fremstilt av melk oppsamlet på gardstanker. – *Meieriposten*, 55, No. 12, 245...253, 1966.
- Swartling, P. Mjölkkvaliteten vid tankhämtning med varannandagsleverans. – *Svenska mejeritidn*, 58, No. 51, 665...669, 1966.
- Swartling, P., Johansson, S. Juuston laatu ja maidon tankkikeräily. – *Karjantuote*, 49, No. 13/14, S. 313...315, 1966.
- Whyte, K. R. Survey of bulk handling and cooling of milk on farms. International Dairy Federation Annual Sessions in Moscow (UDSSR) 14...19. September 1968, 8 p.

## **COOLING OF MILK IN THE CASE OF MILK TRANSPORTATION FROM FARM EVERY OTHER DAY**

E. Must

### Summary

In case of milk transportation from farm every other day it is necessary to cool milk to the temperature of 4° C.

In case of milk transportation every other day in large-scale dairy farms the Reservoir Coolers CFST 2110 and MKA 2000J-2A and in small homestead dairy farms the Reservoir Coolers JP 600 and JP 400 are considered to be the best among milk cooling equipments.

The milk temperature is in the Reservoir Cooler CFST 2110, in case of cooling udder-warm milk, at the end of milkings 3.3...4.4° C and before the milkings 2.2...3.1° C, whereas the milk cools down to temperature of 4° C within 0,1 hours. The estimate of milk cooling efficiency, according to 100-mark system, is 97 marks. The total bacterial count of milk at the end of the fourth milking is 1.2 times greater than at the end of the first milking.

The milk temperature is in the Reservoir Cooler MKA 2000J-2A, in case of cooling udder-warm milk, at the end of milkings 7...15.9° C and before the milkings 3.3...3.6° C, whereas the milk cools down to temperature of 4° C within 0.5 hours. The estimate of milk cooling efficiency, according to 100-mark system, is 79.7 marks. The total bacterial count of milk at the end of the fourth milking is 1.1 times greater than at the end of the first milking.

The milk temperature is in the Reservoir Cooler JP 600, in case of cooling udder-warm milk, at the end of milkings 6.8...9.3° C and before the milkings 1.5...2.2° C, whereas the milk cools down to temperature of 4° C within 0.5 hours. The estimate of milk cooling efficiency, according to 100-mark system, is 88 marks. The total bacterial count of milk at the end of the fourth milking is 1.1 times greater than at the end of the first milking.

The milk temperature is in the Reservoir Cooler JP 400, in case of cooling udder-warm milk, at the end of milkings 8.2...11.2° C and before the milkings 1.6...1.8° C, whereas the milk cools down to temperature of 4° C within 0.6 hours. The estimate of milk cooling efficiency, according to 100-mark system, is 72 marks. The total bacterial count of milk at the end of the fourth milking is 1.3 times greater than at the end of the first milking.

Reservoir Coolers CFST 2110, MKA 2000J-2A, JP 600 and JP 400 meets requirements of milk temperature and cooling continuation of the European Communities and standard ISO/D:S 5708.

## ОХЛАЖДЕНИЕ МОЛОКА ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ МОЛОКА ЧЕРЕЗ ДЕНЬ

Э. Муст

### Резюме

При транспортировке молока из фермы через день, молоко должно охлаждаться и храниться при температуре не выше 4<sup>0</sup>С. При транспортировке молока через день лучшими установками охлаждения молока на крупных фермах являются резервуары-охладители CFST 2П0 и МКА 2000Л-2А и на хуторных коровниках резервуары-охладители JP 600 и JP 400.

При охлаждении парного молока в резервуаре-охладителе CFST 2П0 температура молока в конце доек 3,3...4,4<sup>0</sup>С и перед дойками 2,2...3,1<sup>0</sup>С и молоко охлаждается до температуры 4<sup>0</sup>С от конца первой дойки в течение 0,1 часа. Оценка эффективности охлаждения молока по 100-бальной системе составляет 97 баллов. Общее количество бактерий молока в конце четвёртой дойки в 1,2 раза выше чем в конце первой дойки.

При охлаждении парного молока в резервуаре-охладителе МКА 2000Л-2А температура молока в конце доек 7...15,9<sup>0</sup>С и перед дойками 3,3...3,6<sup>0</sup>С и молоко охлаждается до температуры 4<sup>0</sup>С от конца дойки в течение 0,5 часа. Оценка эффективности охлаждения молока по 100-бальной системе составляет 79,7 баллов. Общее количество бактерий молока в конце четвёртой дойки в 1,1 раза выше чем в конце первой дойки.

При охлаждении парного молока в резервуаре-охладителе JP 600 температура молока в конце доек 6,8...9,3<sup>0</sup>С и перед дойками 1,5...2,2<sup>0</sup>С и молоко охлаждается до температуры 4<sup>0</sup>С от конца дойки в течение 0,5 часа. Оценка эффективности охлаждения молока по 100-бальной системе составляет 88 баллов. Общее количество бактерий молока в конце четвёртой дойки в 1,1 раза выше чем в конце первой дойки.

При охлаждении парного молока в резервуаре-охладителе JP 400 температура молока в конце доек 8,2...11,2<sup>0</sup>С и перед дойками 1,6...1,8<sup>0</sup>С и молоко охлаждается до температуры 4<sup>0</sup>С от конца дойки в течение 0,6 часа. Оценка эффективности охлаждения молока по 100-бальной системе составляет 72 баллов. Общее количество бактерий молока в конце четвёртой дойки в 1,3 раза выше чем в конце первой дойки.

Резервуары-охладители CFST 2П0, МКА 2000Л-2А, JP 600 и JP 400 удовлетворяют требованиям Европейского Союза и стандарта ISO/D:S 5708 по температуре и длительности охлаждения молока.