

## PIIMA TÄHTSAMATE MINERAALIELEMENTIDE SISALDUSEST JA MÕJUTEGUREIST

A. K o n s i n

TRÜ kaubatundmise ja kaubanduse organiseerimise  
kateeder

Piima hinnatakse väärtuslikuks toiduaineks toidukomponentide mitmekesisuse, hea omastatavuse ja maitseomaduste tõttu. On väga oluline, et tarbijad saaksid aastaringsest keemiliselt koostiselt täisväärtuslikku piima ja kvaliteetseid piimasaadusi.

Kuigi piim sisaldab üle 100 erineva komponendi, avaldab piima tehnoloogilistele omadustele ja piimast valmistatud produktidele - eriti juustule ja kohupiimale - suurt mõju kaltsiumi- ja fosforisisaldus. Ka inimorganism vajab mineraalelementidest fosforit, kaltsiumi ja magneesiumi suuremates kogustes. Seetõttu huvituti mainitud elementide sisalduse dünaamikast piimas ja dünaamikat mõjustavaist tegureist.

Käesolevas töös määrati mineraalelementide ja kuivainesisaldus Tartu Piimatoodete Kombinaadi poolt turustatud piimas (edaspidi "müügipiim"), Ülenurme sovhoosi (1968. a. maist KPA Öppe- ja Katsemajand) Keskuse lauda eesti punast tõugu lehmade keskmises piimas (edaspidi "segupiim") ning sama lauda üksikute lehmade piimas kuude lõikes, aastatel 1966 - 1968. Piima keskmised proovid koguti majandis üks kord kuus kahe päeva jooksul.

Kaltsiumi- ja magneesiumisisaldus määrati piimas kompleksomeetriselt Dudenkovi<sup>1</sup> meetodil. Kaltsiumi ja magneesiumi summaarsel määramisel oli indikaatoriks erüokroommust - PT ja kaltsiumi määramisel suureksiid.

<sup>1</sup> А. Я. Д у д е н к о в . Определение содержания в молоке кальция и магния методом комплексометрического титрования. - Труды Украинского научно-исследовательского института мясной и молочной промышленности. Т. I. Киев, 1960, с. II6.

Fosforisisaldus määrati pärast proovi kuivtuhastamist kolorimeetriliselt<sup>2</sup>. Värvilise lahuse optilise tiheduse mõõtmisel kasutati fotoelektrokolorimeetrit ФЭКН-57.

Kuivainesisaldus määrati arbitraažimeetodil.<sup>3</sup>

### Analüüsi tulemused

#### 1. Müügipiima keemilisest koostisest

Uuritava piima kolme aasta keskmised kaltsiumi-, magneesiumi- ning fosforisisaldused kuude lõikes on esitatud tabelis 1.

T a b e l 1

Müügipiima keemiline koostis kuude lõikes (1966-1968)

Kuu	Toidukomponentide sisaldus						
	piimas			Kuivaine	piima kuivaines		
	Ca	Mg	P		Ca	Mg	P
I	123	10,7	93	11,63	1,06	0,092	0,80
II	125	10,8	93	11,66	1,07	0,093	0,79
III	122	10,2	91	11,57	1,05	0,089	0,78
IV	119	10,3	82	11,41	1,04	0,090	0,72
V	116	10,7	90	10,81	1,07	0,099	0,83
VI	116	10,2	98	11,48	1,01	0,090	0,86
VII	118	8,3	96	11,00	1,07	0,076	0,88
VIII	116	9,3	93	11,36	1,02	0,083	0,82
IX	117	10,2	94	11,58	1,01	0,088	0,81
X	117	10,5	94	11,46	1,02	0,091	0,82
XI	119	9,7	99	12,18	0,98	0,080	0,81
XII	123	9,7	97	11,80	1,04	0,082	0,82
Keskmine	119	10,1	93	11,50	1,04	0,088	0,81

<sup>2</sup> Н. Н. Кулагина. Колориметрический метод определения количества фосфора в молоке. - "Молочная промышленность", 1954, № 6.

<sup>3</sup> Н. П. Брио и др. Технохимический контроль в молочной промышленности. М., 1962.

Tabelist 1 nähtub, et kõrgeima kaltsiumisisaldusega oli piim talvekuudel (123-125 mg %) ja madalaima kaltsiumisisaldusega suvekuudel (116-118 mg %). Magneesiumisisaldus varieerus piimas kuude lõikes 8,3 - 10,8 mg % piires, olles madalaim juulis (ka piima puivaines leiti samal kuul magneesiumi kõige vähem - 76 mg %) ja kõrgeim veebruaris. Fosforisisaldus oli nii piimas kui ka piima kuivaines madalaim aprillis (vastavad arvud 82 ja 720 mg %) ning kõrgeim novembris (piimas 99 mg %). Ka suvekuudel - juunis ja juulis - leiti piimas kõrgemad fosforisisaldused (98 ja 96 mg %).

Piima ja piima kuivaine kaltsiumi-, fosfori- ja magneesiumisisalduste andmed töödeldi variatsioonstatistilisel meetodil. Saadud tulemused on esitatud tabelis 2.

T a b e l 2

Müügiapiima mineraalelementide varieeruvuse võrdlus

Elementid	Analüüsijekt	n	$\bar{x}$ mg %	s	v	Varieeruvuse keskmised piirid mg %	Varieeruvuse maksimaalsed piirid mg %
Ca		36	119	4,0	3,3	115 - 123	113 - 128
P	Piim	36	93	5,3	5,7	88 - 98	80 - 101
Mg		36	10,1	1,2	12,2	8,9 - 11,3	7,7 - 12,3
Ca		36	1040	41	3,9	999 - 1081	950 - 1130
P	Piima kuivaine	36	810	52	6,6	758 - 862	690 - 930
Mg		36	88	12,0	13,5	76 - 100	66 - 110

Tabelist 2 nähtub, et magneesiumi keskmine ruuthälve on kõige väiksem. Erinevused keskmistes variatsioonikoefitsientides näitavad, et üksikute elementide kvantitatiivsed hälbed müügiapiimas ei ole kuude lõikes ühesugused. Kõige väiksem on varieeruvus kaltsiumil (3,3 %), suurim aga magneesiumil (12,2 %). Piima kuivaines olid elementide keskmised variatsioonikoefitsiendid natuke suuremad - kaltsiumil 3,9 % ja magneesiumil 13,5 %. Piima keskmine kaltsiumisisaldus - 119 mg % - oli tunduvalt madalam N.N. Kulagina andmetest (1958) Moskva kaubandusvõrgu müügiapiima kohta, mille keskmine kaltsiumisisaldus oli 130 mg % (varieeruvuse maksimaalsed piirid 106 - 152 mg %) ja keskmine fosforisisaldus 96 mg % (varieeruvus 70 - 110 mg %). Keskmine fosfo-

risisaldus analüüsitud müügiapiimas oli 93 mg % (varieeruvus 80 - 101 mg %).

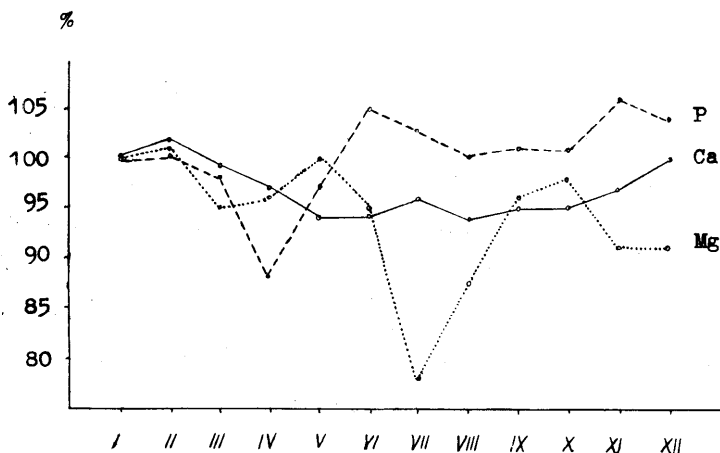
Müügiapiima kaltsiumi-, magneesiumi- ja fosforisisalduse dünaamika võrdlemiseks väljendati elementide sisaldused protsentides jaanuaris leitud näitude suhtes, millised võeti 100 protsendiks. Andmed on esitatud graafikus 1. Viimastest nähtub, et kaltsiumisisaldus piimas hakkas pidevalt vähenema kevadkuudel, jäi madalseisu suvekuudel ja hakkas sügisel jälle uuesti suurenema, saavutades maksimumi talvekuudel.

Piima magneesiumisisalduse kõver muutus suhteliselt vähem talve- ja kevadkuudel, kuid langes järsult madalseisu juulis ja augustis.

Piima fosforisisaldus vähenes järsult kevadkuudel, olles madalaim aprillis ja vastupidi kaltsiumi- ning magneesiumisisaldusele suurenes suvekuudel, augustis järgnes väike langus, kuid sügiskuudel hakkas fosforisisaldus uuesti tõusma, saavutades maksimumi novembris.

#### G r a a f i k 1

Müügiapiima mineraalelementide sisalduse dünaamika  
(%-des jaanuarikuu andmete suhtes)



2. Segupiima keemilisest koostisest  
Ülenurme majandis

Uuritava segupiima kolme aasta keskmised mineraalelementide sisaldused on esitatud kuude lõikes tabelis 3.

T a b e l 3

Segupiima keemiline koostis Ülenurme majandis  
kuude lõikes (1966 - 1968)

Kuu	Toidukomponentide sisaldus						
	piimas				piima kuivaines		
	mg %		P	%	%		P
	Ca	Mg			Ca	Mg	
I	125	10,8	96	12,93	0,97	0,084	0,74
II	125	11,6	96	12,75	0,98	0,091	0,75
III	121	11,1	96	12,70	0,95	0,082	0,76
IV	121	10,0	91	12,46	0,97	0,081	0,73
V	119	10,3	99	11,85	1,00	0,088	0,83
VI	122	10,1	99	12,45	0,98	0,081	0,80
VII	120	10,5	98	11,80	1,02	0,089	0,83
VIII	118	9,8	94	12,26	0,96	0,080	0,77
IX	122	10,6	98	12,39	0,98	0,086	0,79
X	121	9,6	101	12,80	0,95	0,075	0,79
XI	122	10,1	101	13,02	0,94	0,078	0,78
XII	122	10,1	97	13,23	0,92	0,076	0,73
Kesk- mine	122	10,4	97	12,55	0,97	0,083	0,77

Võrreldes andmeid tabelis 3 ja 1 selgub, et mineraalelementide arvulised väärtused erinevad suhteliselt vähe. Üksikute elementide sisaldused kuude lõikes on natuke suuremad segupiimas ja seega ka analüüsitava perioodi keskmised näidud kõrgemad kui müügipiimas. Ka kuivainesisaldus on majandi segupiimas tunduvalt suurem (12,55 %) kui müügi-  
piimas (11,50 %), mistõttu mineraalelementide sisaldused piima kuivaines on aga väiksemad.

Ka majandist saadud piima mineraalelementide sisalduste andmed töödeldi variatsioonstatistilisel meetodil. Tulemused on esitatud tabelis 4. Tabelist nähtub, et keskmisea ruuthälbed ja keskmised variatsioonikoefitsiendid on väiksemad kui vastavad näitajad müügi-  
piimas (tabel 2), mis vii-

tab elementide sisalduste väiksemale varieeruvusele kuude lõikes.

T a b e l 4

Segupiima mineraalelementide varieeruvuse  
võrdlus

Ele- men- did	Analüü- si objekt	n	$\bar{x}$ mg %	s	v	Varieeruvuse keskmised piirid mg %	Varieeruvuse maksimaalsed piirid mg %
Ca		36	122	2,6	2,1	119 - 125	116 - 128
P	Piim	36	97	3,6	3,7	93 - 101	90 - 105
Mg		36	10,4	1,0	9,5	9,4 - 11,4	8,6 - 12,0
Ca		36	970	35	3,6	935 - 1005	920 - 1030
P	Piima kuiv-	36	770	41,0	5,3	729 - 811	720 - 860
Mg	aine	36	82	8,6	10,5	73 - 91	68 - 95

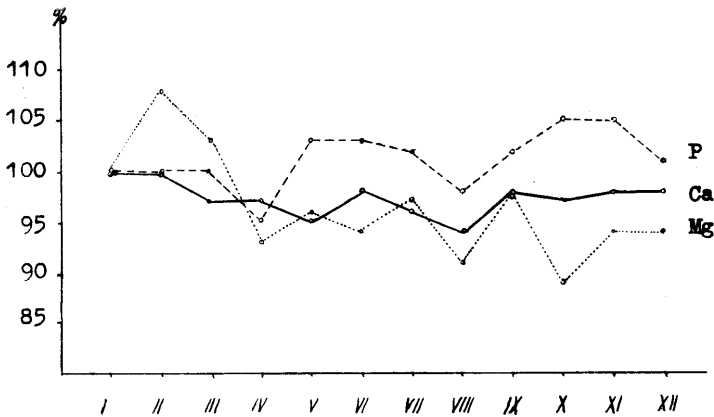
Piima mineraalelementide sisalduse dünaamika on esitatud graafikus 2, mille võrdlemisel graafikuga 1 ilmneb: 1) kaltsiumi- ja magneesiumisisalduse vähenemine suveperioodil ei ole majandist saadud piimas nii märgatav kui müügipiimas - vastavate kõverate kujud graafikus 2 on tunduvalt lamedamad; 2) fosforisisalduse vähenemine kevadel ja suurenemine suvel ei ole nii järsk kui müügipiimas - dünaamikat peegeldava kõvera kaju graafikus 2 on samuti lamedam.

Andmed kaltsiumi ja fosfori suhte kohta kuude lõikes on esitatud tabelis 5, millest nähtub, et Ca/P müügipiimas oli kõrgeim - 1,45 - aprillis ja madalaim - 1,18 - juunis. Majandist saadud piimas oli Ca/P samuti kõrgeim aprillis - 1,33, kuid miinimumseisu juunis ei esinenud, kuna fosforisisaldus suurenes suvel vähem ja mitte nii järsult kui müügipiimas.

Mineraalelementide sisalduse varieeruvust piimas vaadeldi ka sesoonide lõikes (tabel 6 ja graafik 3). Kuna elementide varieeruvus oli suurem müügipiimas, siis ka vastavate kõverate kujud on graafikus järsemate tõusude ja langustega. Kaltsiumi- ja magneesiumisisaldused mõlemas analüüsitud piimas olid kõrgeimad talvel ja madalaimad suvel, fosforil aga vastupidi - kõrge sisaldus suvel ja sügisel

G r a a f i k 2

Mineraalelementide sisalduse dünaamika  
majandist saadud segupiimas  
(%des jaanuarikuu andmete suhtes)



T a b e l 5

Kaltsiumi- ja fosferisisalduste suhe piimas  
kuude lõikes

Kuud	Ca/P	Müügipiim	Segupiim majandist
I		1,34	1,31
II		1,34	1,30
III		1,35	1,25
IV		1,45	1,33
V		1,29	1,20
VI		1,18	1,23
VII		1,23	1,23
VIII		1,24	1,25
IX		1,24	1,24
X		1,24	1,20
XI		1,20	1,20
XII		1,26	1,26
Keskmine		1,28	1,25

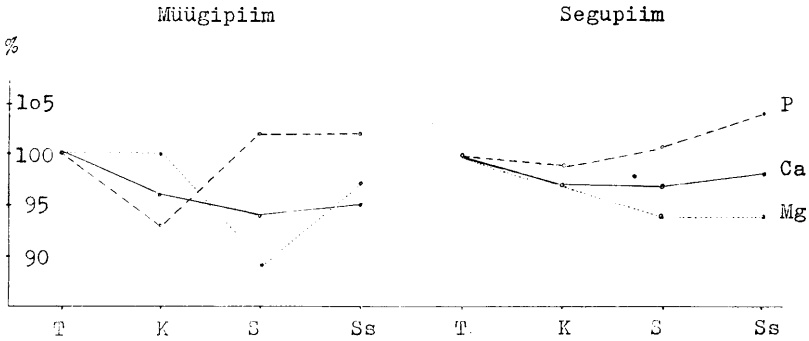
ning madalaim kevadel. Tabelis 6 on esitatud ka kaltsiumi ja fosfori suhte dünaamika sesoonide lõikes. Mүүgipiimas oli vastav suhe kõrge kevadel - 1,36 - ja madal suvel ning sügisel (1,22 ja 1,23), majandist saadud piimas aga langes kaltsiumi ja fosfori suhte talviselt kõrgemalt näidult (1,29) pidevalt sügisese madala näidu (1,22) suunas.

T a b e l 6

Mineraalelementide sisalduse dünaamika piimas  
sesoonide lõikes

		Sesoonid	Talv	Kevad	Suvi	Sügis	
		elemendid					
Mүүgipiim	Mg	mg %	10,4	10,4	9,3	10,1	
		%	100	100	89	97	
	Ca	mg %	124	119	117	118	
		%	100	96	94	95	
	P	mg %	94	88	96	96	
		%	100	93	102	102	
	Ca/P			1,31	1,36	1,22	1,23
	Segupiim majandist	Mg	mg %	10,8	10,5	10,1	10,1
%			100	97	94	94	
Ca		mg %	124	120	120	122	
		%	100	97	97	98	
P		mg %	96	95	97	100	
		%	100	99	101	104	
Ca/P			1,29	1,26	1,24	1,22	

**Mineraalelementide sisalduse dünaamika  
sesoonide lõikes  
(%-des talvise piima suhtes)**



**3. Üksikute lehmade piima keemilisest  
koostisest Ülenurme majandis**

Katseperioodil uuriti kaltsiumi-, fosfori-, magneesiumi- ja kuivainesisaldust 16 lehma piimas. Rühmad olid moodustatud erinevatel aastaegadel poeginud lehmadest. Tabelis 7 on esitatud 22 laktatsiooni keskmise piima mineraalelementide sisaldused kuude lõikes. Tabelist 7 ilmneb, et mineraalelementide sisaldus sõltub lehma laktatsioonijärgust. Nii kaltsiumi- kui ka magneesiumisisaldus piimas oli kõrgem esimesel ja viimasel laktatsioonikuul. Teisest kuust alates mainitud elementide sisaldus hakkas langema, oli minimaalne kaltsiumil IV ja magneesiumil III laktatsioonikuul ning tõusis siis uuesti kuni laktatsiooni lõpuni. Uuritud laktatsioonide keskmise piima fosforisisaldus oli kõige kõrgem esimesel laktatsioonikuul, kuid laktatsiooniperioodi keskel piima fosforisisaldus natuke suurenes samuti nagu viimastel kuudel ja seetõttu minimaalsed sisaldused esinesid fosforil laktatsiooni vältel kahel korral.

Piima mineraalelementide sisaldus varieerus kuude lõikes erinevalt: keskmine variatsioonikoefitsient oli kaltsiumil kõige väiksem - 3,9 - 8,2 % ja magneesiumil kõige suurem - 9,2 - 16,5 %.

T a b e l 7

Mineraalelementide sisalduse varieeruvuse võrdlus  
piimas laktatsioonikuude lõikes

Laktatsiooni- kuud	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Ca	$\bar{x}$ <sup>mg</sup> %	126	120	119	118	119	119	122	123	127
	s	9,0	7,0	6,9	7,2	8,4	6,9	7,9	4,8	10,2
	v	7,1	5,8	5,8	6,1	7,0	5,8	6,5	3,9	8,2
Mg	$\bar{x}$ <sup>mg</sup> %	11,0	10,3	9,6	10,1	10,4	10,2	10,8	11,7	12,0
	s	1,0	1,3	1,3	1,0	1,7	1,7	1,7	1,5	1,8
	v	9,2	13,0	13,4	9,6	16,1	16,5	16,2	12,8	15,1
P	$\bar{x}$ <sup>mg</sup> %	103	95	96	96	98	97	95	98	99
	s	8,8	6,6	6,7	6,4	9,3	11,9	5,8	5,2	4,6
	v	8,6	6,9	7,0	6,6	9,5	12,2	6,2	5,3	4,7

T a b e l 8

Piima koostisosade sisalduse dünaamika erinevatel  
aastaaegadel poeginud lehmade piimas  
laktatsioonikuude lõikes

Laktat- siooni- kuu	Komponentide sisaldused talvel poeginud lehmade piimas			
	Ca (mg%)	Mg (mg%)	P(mg%)	Kuivaine (%)
I	138	11,8	109	12,97
II	127	10,7	98	12,14
III	124	10,4	99	12,80
IV	125	9,7	101	12,85
V	123	12,4	105	12,98
VI	126	11,3	102	13,14
VII	130	12,2	102	13,21
VIII	134	12,3	103	13,32
IX	137	13,2	105	13,82
Keskmine	129	11,6	103	13,03

T a b e l 8 (järg)

Laktat- siooni- kuu	Komponentide sisaldused kevadel poeginud lehmade piimas			
	Ca (mg%)	Mg (mg%)	P (mg%)	Kuivaine (%)
I	124	11,5	97	12,63
II	120	10,2	93	11,71
III	117	9,9	93	12,03
IV	116	10,4	93	12,29
V	118	10,4	94	12,53
VI	116	10,4	96	12,70
VII	121	11,0	94	12,99
VIII	121	11,2	97	13,03
IX	130	12,4	96	13,24
Keskmine	120	10,8	95	12,57

Laktat- siooni- kuu	Komponentide sisaldused suvel poeginud lehmade piimas			
	Ca (mg%)	Mg (mg%)	P (mg%)	Kuivaine (%)
I	118	10,6	102	12,48
II	116	9,2	97	12,02
III	116	9,7	102	12,12
IV	114	10,0	99	12,21
V	115	10,4	102	12,50
VI	116	10,6	99	12,66
VII	118	11,0	96	12,89
VIII	120	11,2	96	12,98
IX	122	11,7	97	13,53
Keskmine	117	10,4	99	12,49

Tabel 8 (järg)

Laktatsiooni- siooni- kuu	Komponentide sisaldused sügisel poeginud lehmade piimas			
	Ca (mg%)	Mg (mg%)	P (mg%)	Kuivaine (%)
I	129	9,9	109	13,33
II	122	10,9	96	12,80
III	121	9,2	93	12,63
IV	124	9,7	94	12,71
V	123	9,8	94	12,79
VI	121	10,0	92	12,85
VII	123	10,3	92	13,26
VIII	121	12,3	95	13,41
IX	118	12,5	96	13,67
Keskmine	122	10,5	96	13,05

Erinevatel aastaegadel poeginud lehmade piima mineraal-elementide ja kuivainesisalduse dünaamika on esitatud tabelis 8. Tabelist nähtub, et piima kuivainesisaldus oli minimaalne II laktatsioonikuul (sügisel poeginud lehmade piimas III kuul), millal piimatoodang oli tavaliselt kõige kõrgem. Edasi kuni laktatsiooni lõpuni kuivainesisaldus aga pidevalt suurenes. Keskmine kuivainesisaldus oli kõrgem sügisel ja talvel poeginud lehmade piimas. Mineraalelementide keskmised sisaldused olid samuti kõige kõrgemad talvel poeginud lehmade piimas.

Analüüsitud laktatsioonide keskmise piima kaltsiumi- ja fosforisisaldus (122 ja 98 mg %) oli tunduvalt madalam kui N. N. Kulagina andmeil (1957) nende elementide sisaldus tema poolt uuritud 26 laktatsiooni keskmises piimas (134 ja 109 mg %). Magneesiumisisalduse kohta taolised võrdlusandmed puuduvad. Kuigi keskmine mineraalainete sisaldus analüüsitud piimas oli suhteliselt madal, esines lehmadel individuaalselt küllaltki suuri erinevusi piima koostisosade suhtes. Näiteks 1967. a. laktatsiooni keskmine kaltsiumisisaldus oli lehma Arva piimas 136 mg % (varieeruvus 126 - 150 mg %), magneesiumisisaldus 12,1 mg % (varieeruvus 9,0 - 14,8 mg %), fosforisisaldus 102 mg % (94 - 120 mg %) ja kuivainesisaldus 12,93 % (12,04 - 13,67 %). Lehmal Tume aga oli sama aasta laktatsiooni keskmine piima mi-

neraalelementide sisalduse vastavad näitajad mg %: 113 (104 - 121), 9,5 (6,5 - 11) ja 93 (88 - 98). Keskmine kuivainesisaldus oli 12,55 %.

## J ä r e l d u s e d

1. Analüüsitud mineraalelementide keskmised sisaldused piimas olid kirjanduse andmetega võrreldes madalad. Nende varieeruvus kuude lõikes oli müügipiimas suurem kui majandist saadud piimas ja keskmine variatsioonikoefitsient väikseim kaltsiumil (3,3 %) ning suurim magneesiumil (12,2 %).

2. Nii müügipiimas kui ka majandist saadud piimas oli kaltsiumi- ja magneesiumisisaldus maksimaalne talvel ja minimaalne suvel, fosforisisaldus aga vastupidi - maksimaalne suvel ja sügisel ning minimaalne kevadel. Kaltsiumi ja magneesiumi suhe oli müügipiimas kõrgem kevadel (1,36) ning madalam suvel ja sügisel (1,22, 1,23).

3. Laktatsiooniperiood avaldab märgatavat mõju nii piima mineraalelementide kui ka kuivainesisaldusele. Viimane oli minimaalne teisel laktatsioonikuul ja suurenes siis pidevalt kuni laktatsiooni lõpuni. Mineraalelementide sisaldused olid kõrgemad esimesel ja viimasel laktatsioonikuul. Keskmised variatsioonikoefitsiendid kuude lõikes olid väikseimad kaltsiumil (3,9 - 8,2 %) ja suurimad magneesiumil (9,2 - 16,5 %).

4. Lehmade poegimise sesoon mõjustab laktatsioonide keskmise piima mineraalelementide sisaldust ja samuti nende varieeruvuse dünaamikat laktatsioonikuude lõikes. Mineraalelementide suurimad sisaldused leiti talvel poeginud lehmade piimas, mida lehmade poegimise planeerimisel võiksid majandid arvestada.

5. Piima mineraalelementide sisaldus sõltub oluliselt ka lehmade individuaalseist pärilikest omadustest. Piima toiteväärtuse tõstmiseks mineraalelementide osas tuleks arvestada nende sisaldust piimakarja valikul. Suure arvu lehmade piima kaltsiumisisalduse määramist võimaldab lihtne ja kiire kompleksomeetriline meetod.

## О СОДЕРЖАНИИ ВАЖНЕЙШИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В МОЛОКЕ И ИХ ВЛИЯЮЩИХ ФАКТОРАХ

А. Консин

### Р е з ю м е

Определяем содержание кальция, фосфора и сухого вещества в торговом молоке и в молоке, полученном в хозяйстве.

На содержание минеральных элементов влияли сезон года, период лактации, сезон отела коров, а также индивидуальные особенности их.

Сезон года влиял на содержание минеральных элементов по-разному: содержание кальция и магния было максимальное зимой и минимальное летом, содержание фосфора же наоборот — максимальное летом и осенью и минимальное весной.

Наивысшее содержание минеральных элементов нашли зимой в молоке отелившихся коров, что хозяйства могли бы учитывать в планировании отела коров.

Поскольку содержание минеральных элементов в молоке существенно зависит и от индивидуальных особенностей коров, то для повышения питательной ценности молока необходимо при подборе стада учитывать их содержание.

Содержание кальция в молоке большого числа коров позволяет определить простой и быстрый комплексометрический метод, использованный в работе.