

Zadaci, koji su bili ukazani na Plenumu, opširni su, i od značenja su za daljnji razvoj mljekarstva u Sloveniji. Trenutačna situacija u vezi s opadanjem otkupa mlijeka ne će odvratiti Odbor za mljekarstvo od sistematskog rada, koji je već započet, i koji se mora još dopuniti, jer to od njege zahtijeva naša zajednica.

Dr. Dimitrije Sabadoš,
Ing. Maja Černe,
Ing. Slobodan Živković,
Zavod za laktologiju
Poljoprivredni fakultet, Zagreb

DNEVNE VARIJACIJE SADRŽINE MASTI U MLJEKU

Uvod. Zadatak ispitivanja. Metodika ispitivanja. Rezultati. Diskusija i zaključci. Sadržaj. Summary. Literatura

Uvod

Uzgojnu vrijednost neke muzare obzirom na proizvodnju mlijeka predstavlja ne samo količina mlijeka, nego i sadržina masti u njezinom mlijeku. Masnoća mlijeka* zavisi o raznim faktorima. Jedan od najvažnijih je mužnja, kojom se može u velikoj mjeri utjecati na procenat masti u mlijeku. Samo ispravna mužnja daje mlijeko s količinom masti koja je karakteristična za neku muzaru. Poznato je da se nestručnom mužnjom, a osobito nepotpunim izmuzavanjem, dobiva mlijeko sa smanjenom količinom mliječne masti, te da masnoća mlijeka zavisi i o dužini vremenskog intervala između mužnji.

Zadatak ispitivanja

Da bi ilustrirali utjecaj intervala između mužnji na sadržinu masti u individualnom mlijeku, provedena su kontinuirana ispitivanja sa istovremenom svrhom da rezultati prikažu i stupanj varijabilnosti % masti u mlijeku kod jutarnje, podnevne i večernje mužnje, kao i varijacije dnevnog prosjeka masnoće mlijeka tokom određenog perioda ispitivanja. Varijacije sadržine masti u mlijeku zanimljive su i zbog zaključivanja o uporabivosti rezultata ispitivanja masnoće mlijeka u vezi s frekvencijom kontrole mliječnosti. Također mogu rezultati ovih istraživanja poslužiti kao primjeri za upoređenje s odstupanjima od sadržine masti u spornom mlijeku kod ustanovljenja patvorenja mlijeka bilo kojim načinom oduzimanja, odnosno smanjenja količine masti u mlijeku.

Metodika ispitivanja

Ispitivanja su provedena mjesec dana na individualnom mlijeku dvanaest simentalških muzara Fakultetskog dobra Maksimir, dobivenom ručnom mužnjom ujutro, upodne i uvečer. Mužnja je počinjala u 4.45,

* ... Izraz: »masnoća mlijeka« upotrebljava se kao uobičajeni terminus technicus u značenju: »% masti u mlijeku«.

10.45 i 16.45 sati. Interval između mužnji je trajao, dakle, kod jutarnje mužnje dvanaest sati, a kod podnevne i večernje po šest sati. Prvih petnaest dana su uzorci mlijeka uzimani svaki dan, a iza toga devetnaesti i dvadeseti, te dvadesetosmi, dvadesetdeveti i trideseti dan. Kroz kontrolni period krave su jednako hranjene. Isti mužači su muzli iste muzare na način uobičajen u dotičnoj staji. Posebna pažnja se obraćala na izmuzavanje. Uzorci mlijeka su uzimani lično*, a ne po osoblju staje.

Sadržina masti u mlijeku određivana je Gerberovom metodom (1) iza svake mužnje, a dnevni prosjeci su izračunati iz količina i masnoća mlijeka pojedinačnih mužnji. Srednja vrijednost dobivena je izračunavanjem zo formuli: $M = \frac{\sum V}{n}$, a srednja pogreška srednje vrijednosti po

formuli M. Kumpove (5): ${}^mM = \frac{1}{n} \cdot \sqrt{\sum (V^2) - n \cdot M^2}$

Rezultati

Obzirom na ograničeni prostor izostavljeni su detalji brojčanih rezultata, ali su ovi za najkarakterističniji dio prikazani grafički grafikonom br. 1. U tabeli br. 1 iznešene su minimalne, maksimalne i prosječne vrijednosti za masnoću jutarnjeg, podnevnog i večernjeg mlijeka, te za dnevni prosjek sadržine masti kroz cijeli period istraživanja za sve kontrolirane muzare.

Sadržina masti u mlijeku muzare br. 1 pokazuje vrlo velike i česte oscilacije kod jutarnje i podnevne mužnje, te velike razlike između minimuma i maksimuma kod tih mužnji. Vrlo je nemirna i krivulja sadržine masti kod večernje mužnje, dok je krivulja dnevnog prosjeka djelomično smirena, ali s velikim skokom u dvadesetdevetom danu. Idući po redosljedu mužnji, prosjek u jutarnjem mlijeku bio je 3.5% masti, u podnevnom se povećao čak na 5.1%, a uvečer spustio na 4.24%, što je nešto iznad dnevnog prosjeka: 4.02%. U ovom dijelu grafikona naročito je upadljivo suprotno kretanje krivulje podnevne mužnje od krivulje jutarnje mužnje. U istom danu iza niske masnoće jutarnjeg mlijeka slijedi visoka masnoća podnevnog mlijeka, na pr. u šestom danu od 2.12% na 5.7%, u dvanaestom sa 3.25% na 5.58%, a u tridesetom sa 3.23% na 5.1% masti.

Kod muzare br. 2 oscilacije masnoće mlijeka nisu tako duboke i česte kao kod muzare br. 1, izuzev nešto jače učestalosti oscilacija kod večernje mužnje. Međutim, krivulja dnevnog prosjeka je najjednoličnija od svih ekvivalentnih krivulja ostalih muzara.

Upoređujući prostor slike koji omeđuju sve četiri krivulje zajedno, muzara br. 6 pokazuje priličnu međusobnu izjednačenost masnoće mlijeka kod različitih mužnji. To se vidi i iz njihovih prosjeka složenih po redosljedu mužnji — 3.65%, 4.15%, 3.97% — i dnevnog prosjeka od 3.85% masti. Ipak su krivulje masnoće mlijeka od jutarnje i podnevne

* ... U tehničkom dijelu istraživanja su po uputi D. Sabadoša sudjelovali M. Černe i S. Živković, suradnici Zavoda.

mužnje, posmatrane posebno, prilično izlomljene, kao i krivulja dnevnog prosjeka.

Dio grafikona, koji se odnosi na muzaru br. 7, ima prilično zbijeni međusobni tok svih krivulja, ali s većim razmakom između graničnih linija, nego kod muzare br. 6. Linija masnoće večernjeg mlijeka (prosjeak 4.64%) vrlo često leži ispod linije za dnevni prosjeak, te se prosjeak masnoće večernjeg mlijeka skoro poklapa s dnevnim prosjekom (prosjeak 4.62%), dok kod prethodnih i ostalih muzara prosjeak sadržine masti u večernjem mlijeku većinom prelazi vrijednost za prosječnu dnevnu masnoću.

Kod muzare br. 9 je znatan međusobni raspon graničnih krivulja, odnosno razlike u masnoći između jutarnjeg i podnevnog mlijeka. Krivulje dnevnog prosjeka i masnoće večernjeg mlijeka su blizu, prateći se skoro paralelno. Prva je dosta jednolična.

SADRŽINA MASTI U MLIJEKU

Tabela br. 1

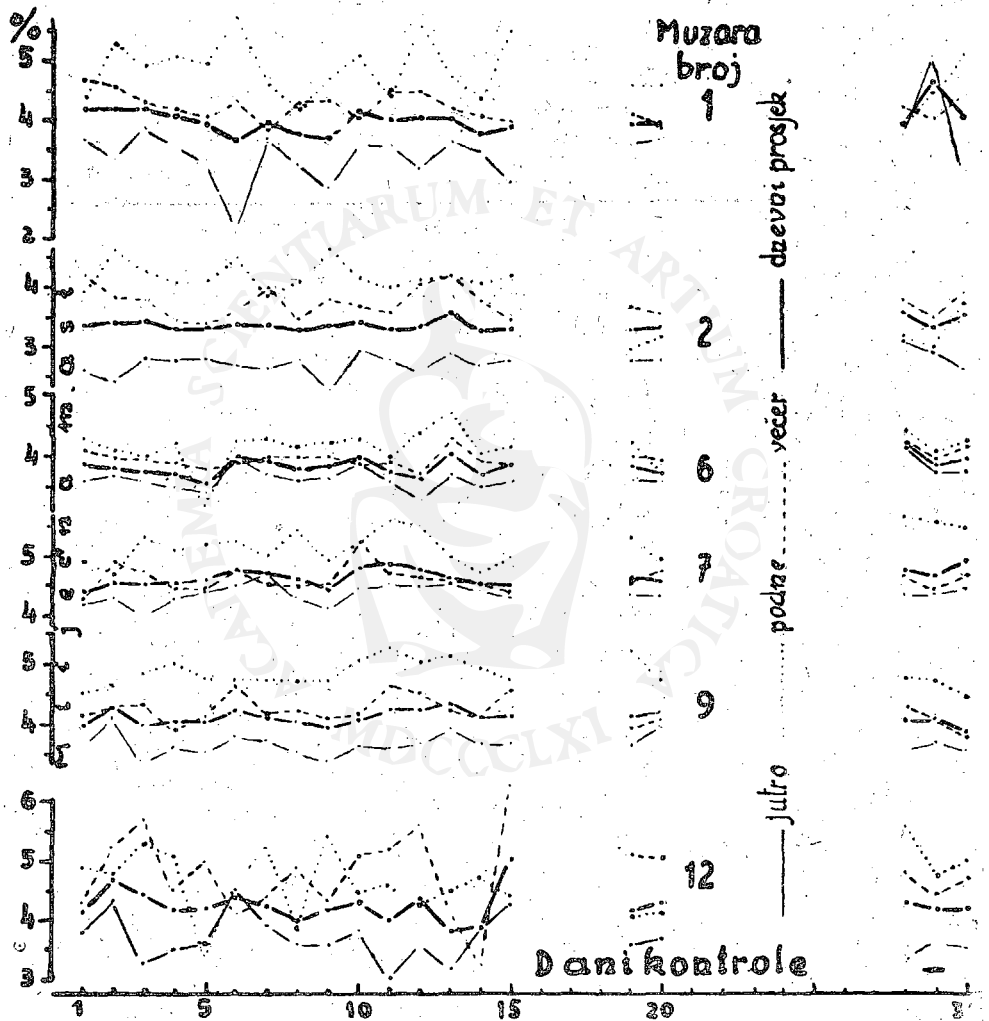
Redni broj muzare	jutro			podne			večer			dnevni prosjeak		
	min.	maks.	prosjeak	min.	maks.	prosjeak	min.	maks.	prosjeak	min.	maks.	srednja vrijednost
1.	2.12	5.00	3.50	3.90	5.70	5.10	3.85	4.70	4.24	3.70	4.64	4.02
2.	2.30	3.12	2.74	3.90	4.70	4.20	3.40	4.20	3.75	3.30	3.57	3.38
3.	1.55	4.93	3.45	3.65	5.70	5.00	3.45	6.20	4.40	3.28	4.75	4.15
4.	3.50	4.10	3.77	3.90	5.08	4.62	3.90	4.50	4.22	3.86	4.35	4.04
5.	2.85	6.55	3.49	2.30	5.30	4.10	3.50	4.57	3.52	3.26	4.29	3.84
6.	3.30	4.13	3.65	3.15	4.76	4.15	3.65	4.31	3.97	3.56	4.23	3.85
7.	3.98	4.68	4.36	4.72	5.60	5.18	4.30	5.20	4.64	4.40	4.87	4.62
8.	3.50	4.48	3.90	3.78	5.65	4.74	3.20	5.20	4.15	3.74	4.75	4.17
9.	3.35	4.10	3.62	4.40	5.25	4.78	3.70	4.60	4.17	3.78	4.30	4.03
10.	3.91	5.50	4.72	4.30	5.72	5.02	4.35	6.32	5.28	4.61	5.67	4.94
11.	2.20	4.50	2.96	3.80	5.89	4.74	5.80	7.00	4.29	3.39	4.95	3.83
12.	3.05	4.50	3.70	3.40	5.60	4.75	3.28	6.30	4.90	3.81	5.04	4.25

VARIJACIJE DNEVNOG PROSJEKA SADRŽINE MASTI U MLIJEKU PO RAZLIČITIM KONTROLNIM RAZDOBLJIMA

Tabela br. 2

Dan kontrole	% masti											
	redni broj muzare											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	4.20	3.34	4.21	4.24	3.54	3.88	4.40	4.43	3.96	4.74	3.85	4.16
5.	3.93	3.30	4.12	4.09	3.85	3.56	4.60	3.91	4.01	5.18	3.73	4.20
7.	3.98	3.37	4.19	4.26	3.90	3.92	4.71	4.42	4.08	4.85	3.57	3.34
10	4.18	3.44	4.47	4.12	4.20	3.99	4.80	4.19	4.06	4.81	3.69	4.34
14.	3.83	3.31	4.08	4.09	3.63	3.72	4.50	4.19	4.08	4.61	3.41	3.90
15.	3.89	3.36	3.91	3.98	3.69	3.79	4.49	4.31	4.12	4.69	3.40	5.04
20.	3.97	3.36	3.28	3.86	3.88	3.72	4.56	3.96	4.14	5.67	3.96	4.22
28.	3.94	3.56	4.64	4.22	3.88	4.23	4.71	4.19	3.99	5.44	3.69	4.31
30.	4.05	3.53	4.15	4.17	3.65	3.92	4.84	4.70	3.78	5.16	4.80	4.20
Pro-sjeak	* 4.02	3.38	4.15	4.04	3.84	3.85	4.62	4.17	4.03	4.94	3.83	4.25

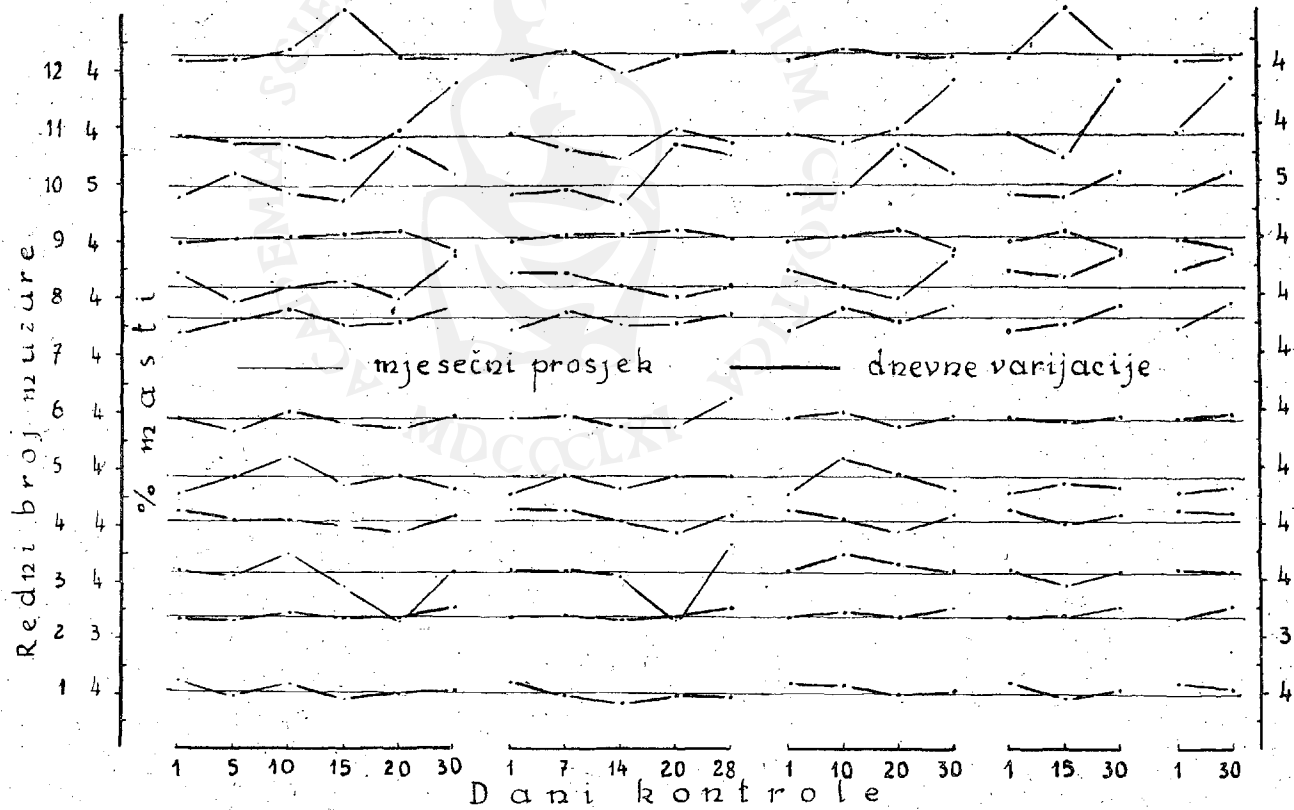
* Prosjeak za kontrolni mjesec



Graf. 1. Dnevne varijacije sadržine masti u mlijeku pojedinih muzara tokom jednog mjeseca

Varijabilnost sadržine masti u mlijeku kod svake pojedine mužnje najizraženija je kod muzare br. 12, tako da se krivulje međusobno jako i često sijeku, odnosno miješaju. Masnoća mlijeka kod svake pojedine skupine mužnji intenzivno oscilira. Na pr. kod večernje mužnje od 5.6% pada uzastopce na 4.21%, pa čak i na 3.28%, da slijedeći dan dosegne maksimum od 6.3%. Stoga i krivulja dnevnog prosjeka masnoće od svih dosad prikazanih ima najčešće i najveće amplitude, što ilustrira i odnos minimalne prema maksimalnoj masnoći, tj. 3.81% : 5.04%.

Razmatranje rezultata o dnevnim prosjecima masti u mlijeku za svih dvanaest muzara, sređenih po kraćim i duljim vremenskim razmacima, koji su uzeti kao kontrolna razdoblja, pokazuje nam još očitije,



Graf. 2 Varijacije dnevnog prosjeka sadržine masti u mlijeku u kontrolnim periodima različitog trajanja

prema tabeli br. 2 i njenom grafičkom prikazu u grafikonu br. 2, da kolebanja masnoće mlijeka tokom mjeseca mogu biti vrlo velika. Primjer za to nalazi se u krivuljama masnoće mlijeka od muzare br. 3, 5, 8, 10, 11 i 12 kod kontrole masnoće mlijeka svaki peti dan.* Slično je i kod kontrole približno svaki sedmi i deseti dan, dok je kod kontrole svakih petnaest dana bila veća razlika samo kod muzara br. 11 i 12. Kontrolno razdoblje od trideset dana pokazalo je veliku razliku jedino kod muzare br. 11. Kod ostalih muzara bila je manja, većinom pozitivna razlika, koja se objašnjava normalnom pojavom više masnoće mlijeka uslijed stadija laktacije.

Upoređenje krivulja češćih i rjeđih kontrola s krivuljom mjesečnog prosjeka pokazuje često velike konačne digresije u dugim kontrolnim razmacima. Kod učestalijih kontrola razlike se međusobno izjednačuju.

Komparaciju po mužnjama i dnevnom prosjeku, uzevši kao bazu relativne brojke za dnevni prosjek i jutarnju mužnju (tabela br. 3), prikazuju srednje vrijednosti (M), srednje pogreške srednje vrijednosti (m_M) i varijacione širine (V_s) sadržine masti u mlijeku.

Tabela br. 3

Mužnja	Relativna sadržina masti u mlijeku, %					
	M	$\pm m_M$	V_s	M	$\pm m_M$	V_s
jutro	88.99	± 1.665	77.28—95.54	100.00	\pm	
podne	115.16	± 2.185	101.61—126.86	130.42	± 4.52	106.35—160.13
večer	105.29	± 1.720	91.66—115.29	119.07	± 3.75	100.85—144.93
prosjek	100.00			112.85	± 2.19	104.66—129.39

Diskusija i zaključci

Rezultati ovih ispitivanja pokazuju primjere da sadržina masti u mlijeku između redovitih trokratnih mužnji nije jednaka. Stoga se kao mjerilo vrijednosti mlijeka neke krave ne može uzeti sadržina masti od jedne mužnje, nego se uzimlje prosjek sadržine masti u mlijeku od svih mužnji istoga dana.

Prosjeci za skupno jutarnje, skupno podnevno i skupno večernje mlijeko od svih dvanaest krava, izračunati iz sadržine masti u individualnom mlijeku, pokazuju da je u mjesecu ispitivanja jutarnje mlijeko sadržavalo najmanje masti, večernje više, a podnevno najviše. Međutim, kod dvije krave (br. 10 i 12) bilo je večernje mlijeko nešto bogatije na masti od podnevnog (5.28:5.02% i 4.90:4.75%).

Po pitanju sadržine masti u mlijeku od trokratnih dnevnih mužnji ova istraživanja se u principu slažu sa istraživanjima S. Filipovića (2 i 3), provedenim svaki dan kroz cijelu godinu određivanjem % masti u miješanom mlijeku dobivenom jutarnjom, podnevnom i večernjom mužnjom dvadeset krava.

* ...Zadnji period je bio dug 10 dana.

Sadržina masti u mlijeku namuženom u isto doba dana može iz dana u dan vrlo jako i vrlo nepravilno varirati.

Krivulja dnevnog prosjeka sadržine masti u mlijeku varira mnogo manje, ali kod različitih muzara različito jako, tako da se kod izračunavanja prosječne masnoće mlijeka u jednom mjesecu ne može uvijek s dovoljnom sigurnošću osloniti na dnevne prosjeke masnoće mlijeka dobivene na dane određene za kontrolu.

Zanimljivo je da su dosta često ustanovljeni primjeri izrazito visoke masnoće iza ekstremno niske sadržine masti u mlijeku od prethodne mužnje. Iz toga se može zaključiti da je tome uzrok ona mašt koja je zaostala u vimenu iza nepotpunog izmuzavanja vimena. To može biti posljedica nestručne ili nesavjesne mužnje ili osjetljivosti, odnosno nervnog stanja muzare za vrijeme mužnje, tako da muzara ne može dati svo mlijeko, a s njime i mast, koje ima najviše u posljednjem mlijeku. Nalaz ekstremnih rezultata može biti nadzornim organima za mužnju upozorenje na poduzimanje potrebnih mjera za pridržavanje najstrožijih pravila mužnje. Pri tome je umjesna kritičnost, jer se, kao što navodi i F. Schönberg (8), ne može uvijek objasniti iznenadna smanjenja masnoće mlijeka ni kod zdravih muzara, te bi se lako moglo nepravilno zaključiti, osobito u slučaju sumnje na patvorenje. G. S. Inihov (4) također navodi znatna dnevna kolebanja sastava mlijeka u stadu ili kod pojedinih krava. Zato se ova činjenica uzimlje u obzir kod postavljanja standarda za masnoću mlijeka.

Nađene su i vrlo niske prosječne masnoće mlijeka, kao na pr. 2.74% kod jutarnjeg mlijeka muzare br. 2. To daleko zaostaje za minimalnom (3.2%) sadržinom masti dozvoljenom našim standardima (7 i 6), dok je dnevni prosjek (3.38%) neznatno nadmašuje. Posmatrajući ovu činjenicu sa ekonomskog stanovišta proizvođača mlijeka za tržište, obzirom na višu masnoću podnevnog (4.2%) i večernjeg mlijeka (3.75%), prikladnije bi bilo jutarnje mlijeko ovakove muzare zadržati kod procenta za vlastite potrebe. Iz ovoga može slijediti u danim slučajevima uputnost kontroliranja sadržine masti u mlijeku i po mužnjama.

Primjer, koji predstavlja grafički prikaz variranja masnoće kod mlijeka muzare br. 12, ilustracija je potpuno »neuračunljive« muzare, odnosno takove kod koje se ne može naići ni na kakovu pravilnost. Također iznenađuju razlike kod jutarnje masnoće od 1.55% do 4.93% (br. 3), kod večernje od 3.28% do 6.3% (br. 12), te kod dnevnog prosjeka od 3.81% do 5.04% (br. 12), od 3.28% do 4.75% (br. 3) itd.

Zbog povezanosti sadržine masti u mlijeku i neizmuzavanja kod prethodne mužnje ne smije osoblje staje znati za dan kontrole ili se u sumnjivim slučajevima prvo potpuno izmuzava. Od takovih mužnji se uzorci mlijeka ne uzimlju, ili, još bolje, uzimlju, analiziraju, ali ne računaju. Zatim slijede mužnje i analize od kojih rezultati važe.

Najsigurniji način za dobivanje pouzdanih rezultata o masnoći mlijeka je uzimanje proporcionalnih količina mlijeka kod svih mužnji i analiza skupnih uzoraka od osam dana. Mlijeko se od prvog dana konzervira kalijevim bikromatom.

Dobiveni rezultati znače u principu da je kod kontrole kvalitete mlijeka po sadržini masti potrebno biti vrlo obazriv, odnosno precizan.

Uslovi mužnje, tj. dobivanje uzoraka mlijeka za analizu, odrazuju se u rezultatima, koje se uzimlje za donošenje dalekosežnih zaključaka o vrijednosti muzara za selekcijske svrhe. Zato se mužnja ima obavljati tako da se, i onako neizbježne, varijacije sadržine masti u mlijeku smanje na najmanju mjeru.

S A D R Ž A J

Ispitivanjima dnevnih varijacija sadržine masti u mlijeku od jutarnje, podnevne i večernje mužnje dobiveni su primjeri za razlike u masnoći mlijeka od različitih mužnji u istom danu kao varijacije masnoće mlijeka kod mužnji u isto doba dana kroz duži vremenski period. Ovi primjeri ilustriraju potrebu primjene odgovarajućih mjera kod mužnje, upozoravaju na kritičko procjenjivanje rezultata dobivenih »stajskom probom« i daju podlogu za ravnjanje kod upotrebe mlijeka u gospodarstvu proizvođača, odnosno kod izbora za tržište.

Rezultati ispitivanja pokazuju kako sadržina masti u mlijeku nekih muzara može tokom jednog mjeseca ekstremno varirati, i to:

1. kod jutarnje mužnje čak od 1.55—4.93%, 2.12—5.0%, 2.85—6.55%, itd.;
2. kod podnevne mužnje od 2.3—5.3%, 3.15—4.76%, 3.4—5.6%, itd.;
3. kod večernje mužnje od 3.2—5.2%, 3.28—6.3%, 4.35—6.32%, itd.
4. kod dnevnog prosjeka od 3.39—4.95%, 3.28—4.75%, 3.81—5.04%, itd.;
5. kod jutarnje mužnje prema podnevnoj i večernjoj 2.74 : 4.2 : 3.75%; 3.45 : 5.0 : 4.4%; 4.36 : 5.18 : 4.64%, itd.

Relativne vrijednosti sadržine masti u mlijeku za dnevni prosjek, jutarnju, podnevnu i večernju mužnju jesu: $M = 100 : 88.99 : 115.16 : 105.29\%$, a masnoća mlijeka od jutarnje mužnje prema podnevnoj i večernjoj, te dnevnom prosjeku odnose se kao: $M = 100 : 130.42 : 119.07 : 112.85\%$.

Komparacijom kraćih i dužih rokova za kontrolu dnevne masnoće mlijeka predočena su odstupanja od mjesečnog prosjeka sadržine masti u mlijeku. Ova su tim veća, čim su duži kontrolni razmaci, a kod češće kontrole nastaju prilične kompenzacije između viših i nižih vrijednosti.

S u m m a r y

A study relative to daily variations in milkfat content illustrated the differences within the milkings performed daily at 4h35', 10h45' and 16h45' as well as the differences between these milkings. The variations recorded from the 1st—15th, 19th—20th and 28th—30th day in the month were compared to the daily average milkfat percentage of the month in question. Considerable variations were found; e. g.: at morning's milking from 1.55 to 4.93% etc.; at noon's milking from 2.3 to 5.3% etc.; at evening's milking from 3.2 to 5.2% etc.; at daily average percentage from 3.39 to 4.95% etc. The ratio of 2.74 : 4.2 : 3.75% was obtained if milkfat contents relative to each daily milking were compared.

The influence of recording frequency with regard to the conclusion on daily average milkfat percentage was shown.

Remarcable variations in milkfat content, that were shown to be possible, point out how very important is to pay extreme attention even to the ordinary milking procedure, and especially when records are taken to the amount of milk produced by milking cows kept for breeding.

The ratio for relative values for milkfat content was of: 100.00 (daily average) : 88.99 (morning) : 115.16 (noon) : 105.29% (evening), or of: 100.00 (morning) : 130.42 (noon) : 119.07 (evening) : 112.85% (daily average).

Literatura:

1. Gerber N., Schneider K.: Die praktische Milchprüfung und die Kontrolle von Molkereiprodukten. Bern, 1951.
2. Filipović S.: Prilog poznavanju postotka masti u kravljem mlijeku. Poljoprivredna Znanstvena Smotra, br. 14, Zagreb, 1952.
3. Filipović S.: O postotku masti u našem kravljem mlijeku. Mljekarstvo br. 12, Zagreb, 1953.
4. Inihov G. S.: Biohimija moloka. Moskva, 1956.
5. Kump M.: Formula za izračunavanje srednje pogrješke srednje vrijednosti (lično saopćenje). Zagreb, 1960.
6. Pravilnik o kvaliteti životnih namirnica i o uslovima za njihovu proizvodnju i promet. Službeni List FNRJ, br. 12, Beograd, 1957.
7. Standard, Jugoslavenski: Mleko. JUS E. C3.001, 1952. Sl. List FNRJ, 1952.
8. Schönberg F.: Milchkunde und Milchhygiene. Hannover, 1956.

Ing. Danko Salopek, Zagreb

»Jedinstvo« — tvornica uređaja za prehrambenu i kemijsku industriju

VAKUUM KRISTALIZACIJA KONDENZIRANOG MLJEKA

Kondenzirano mlijeko je mliječni proizvod, dobiven isparivanjem punomasnog ili djelomično obranog mlijeka pod vakuumom, uz dodatak šećera.

U tehnološkom procesu kondenziranog mlijeka veoma važno mjesto zauzima hlađenje i kristalizacija, te će stoga — bez sumnje biti interesantno iznijeti svrhu i uređaje, koji omogućuju izvođenje te faze proizvodnje kondenziranog mlijeka.

Brzo hlađenje nakon isparivanja mlijeka umanjuje mogućnost nepoželjnih promjena na bjelančevinama mlijeka, sprečava odbojadisavanje, koje je također ubrzano, ako je kondenzirano mlijeko prekomjerno izloženo toplini, a najvažnije je, o hlađenju uvelike zavisi tekstura gotovog produkta i nemogućnost naknadne kristalizacije laktoze.

Relativna finoća i glatkoća finalnog produkta zavisi o broju i veličini kristala laktoze. Mikroskopskim ispitivanjima (Spark i Huguenin) ustanovljeno je, da kondenzirano mlijeko najbolje kvalitete ima 400.000 kristala u mm^3 . Kod toga broja veličina kristala je najmanja, pa se uopće kod konzumiranja kristalića ne zamjećuje. Veličina kristala je u obrnutoj proporciji s brojem kristala, pa se na pr. kod 7.500 kristala u mm^3