

SANJA V. SERATLIĆ  
OGNJEN D. MAČEJ  
SNEŽANA T. JOVANOVIĆ  
MIROLJUB B. BARAĆ

Institut za prehrambenu tehnologiju i biohemiju, Poljoprivredni fakultet, Beograd

UDK 637.353.3:637.04

## DISTRIBUCIJA SASTOJAKA MLEKA PRI PROIZVODNJI SIREVA SA PLAVO-ZELENIH PLESNIMA U TIPU GORGONZOLE

Sirevi sa plavo-zelenim plesnima u tipu Gorgonzole pod nazivom „Plavi safir“ i „Plava breza“ proizvedeni su od pasteizovanog kravljeg mleka, koristeći dva tipa kulture plasni *Penicillium roqueforti*, i to tip *esportazione* i tip *dolce*, respektivno. U radu je ispitivan stepen distribucije sastojaka mleka u sir i surutku koja se prilikom izrade sira uzorkovala u tri faze: odmah nakon sečenja grušta, zatim nakon odlivanja 50% surutke i na samom kraju odlivanja surutke, pri čemu su uzorci surutke obeležavani kao surutka 1, 2 i 3. Praćen je stepen distribucije sadržaja suve materije, mlečne masti, proteina i mineralnih materija u sir nakon proizvodnje i u surutku.

Prema rezultatima istraživanja, oko 46% suve materije, 82% mlečne masti, 65% proteina i 37% mineralnih materija je prešlo u sir „Plavi safir“, dok je stepen distribucije istih sastojaka u sir „Plava breza“ iznosio oko 49%, 87%, 67% i 35%, respektivno.

**Ključne reči:** distribucija • mleko • sir sa plavo-zelenim plesnima • surutka

### UVOD

Proizvodnja dva varijeteta sireva sa plavo-zelenim plesnima u tipu Gorgonzole vršena je u ogledne svrhe u pogonu D.P. PKB „Agroinženjering“, Beograd. Sirevi sa komercijalnim nazivima „Plavi safir“ i „Plava breza“ proizvedeni su od pasterizovanog kravljeg mleka, koristeći

dva tipa kulture plasni *Penicillium roqueforti*, i to tip *esportazione* i tip *dolce*, respektivno. Sirevi su izrađivani u obliku malog kotura težine oko 1,7 kg, a komercijalna zrelost sira je postignuta nakon 2 meseca zrenja, s obzirom na to da je primenjen tzv. „Quick ripened“, odnosno ubrzani postupak zrenja (tzv. QR cheese) (Harte i Stine, 1977, Seratlić i sar. 2006).

Cilj istraživanja bio je ispitivanje distribucije sastojaka mleka, odnosno suve materije, mlečne masti, proteina i mineralnih materija iz mleka u sireve i surutku, kako bi se ustanovila razlika stepena distribucije ovih sastojaka u ova dva varijeteta sireva sa plavo-zelenim plesnima.

### MATERIJAL I METODI

Za izradu sireva korišćeno je kravlje mleko sa farme Mlekare PIK Zemun, u količini od 300 litara. Mleko je pasterizovano postupkom HTST pasterizacije (72-75°C, 15-20s). Proizvedena su dva varijeteta, „Plavi safir“ i „Plava breza“, svaki u po pet serija, pri čemu je vršena inokulacija na 33°C upotrebom jogurtne DVS kulture „Lyofast Y 4.82“ i suspenzije

$$\text{Stepen distribucije (\%)} = \frac{\text{Masa sira (kg)} \times \text{Koncentracija komponente u siru (\%)}}{\text{Masa mleka (kg)} \times \text{Koncentracija komponente u mleku (\%)}}$$

pri čemu je zanemarena masa starter kulture i suspenzije spora plesni, jer su dodate u minornim koncentracijama u poređenju sa količinom mleka.

Proračun stepena distribucije navedenih sastojaka u surutku izvršen je takođe računskim putem, oduzimanjem dobijenih vrednosti proračunatih za sirnu masu od 100. Pri tom je važno istaći da

spora plesni *P. roqueforti* (tip *esportazione* i tip *dolce*, respektivno) po uputstvima proizvođača Sacco srl, Cadorago, Italy.

Izvršene su osnovne hemijske analize mleka, zatim surutke odmah nakon sečenja grušta (surutka 1), nakon istakanja 50% grušta (surutka 2) i na samom kraju istakanja grušta (surutka 3), kao i svežeg sira nakon proizvodnje sledećim metodama:

- Određivanje sadržaja suve materije standardnom metodom sušenja na 102±1°C (Carić i sar., 2000);
- Određivanje sadržaja mlečne masti mleka i surutke metodom po Gerber-u (Carić i sar., 2000);
- Određivanje sadržaja mlečne masti sira metodom po van Gulik - u (Carić i sar., 2000);
- Određivanje sadržaja proteina preko sadržaja ukupnog azota metodom po Kjeldahl-u (Carić i sar., 2000).
- Određivanje sadržaja pepela metodom žarenja na 550°C (Carić i sar., 2000).

Prilikom proračuna stepena distribucije navedenih komponentata mleka u sirnu masu upotrebljena je formula:

se jedan mali procenat distribucije sastojaka u surutku odnosi na čestice sirne prašine, koje se tom prilikom izdvajaju, a čija je količina vrlo mala, pa u ovom radu nije razmatrana.

Analize su vršene u dva ponavljanja, a osnovne karakteristike serija dobijenih podataka za ispitivana obeležja prikazane su preko srednjih vrednosti

Adresa autora:

Sanja V. Seratlić, Poljoprivredni fakultet  
Nemanjina 6, 11080 Zemun - Beograd  
tel: +381 11 2615-315 / lok 117  
e-mail: sanja@agrifaculty.bg.ac.yu

(X). Odstupanje pojedinačnih podataka u serijama od aritmetičke sredine, kao i jačina njihove grupisanosti oko srednje vrednosti, prikazani su preko mera varijacija, odnosno standardne devijacije (Sd) i koeficijenta varijacije (Cv) (Stanković i sar., 1989).

## REZULTATI I I DISKUSIJA

Rezultati ispitivanja hemijskog sastava mleka i surutke, koja se prilikom proizvodnje sireva uzorkovala u tri etape, prikazani su u tabeli 1. Na osnovu prikazanih rezultata se može ustanoviti da je hemijski sastav mleka, kao sirovine, kod oba varijeteta bio sličan, sa malim variranjima u sadržaju mlečne masti, koji je u proseku iznosio 4,16% sa koeficijentom varijacije od 4,98 kod mleka upotrebljenog za proizvodnju sira "Plava breza", a prosečno 4,09% sa koeficijentom varijacije od 2,08 prilikom proizvodnje "Plavog safira". Sadržaj proteina i mineralnih materija, odnosno pepela u uzorcima mleka, kod oba varijeteta bio je u proseku isti.

Na osnovu podataka o hemijskom sastavu surutke koja se u toku proizvodnje izdvajala, može se uočiti u manjoj ili većoj meri porast koncentracije svih sastojaka sa vremenom odlivanja surutke, gde su koncentracije sadržaja mlečne masti pokazivale najveći porast. Tako je surutka 3, izdvojena na kraju drenaže prilikom izrade oba varijeteta "Plavi safir" i "Plava breza" imala za 0,18%, odnosno 0,17% više masti od surutke 1, izdvojene na početku odlivanja. Koncentracija proteina i mineralnih materija se nije bitno menjala tokom sinerezisa, dok se sa vremenom oticanja surutke ukupan sadržaj suve materije kod oba varijeteta lagano uvećavao usled povećanog pre-

laza mlečne masti i laktoze, kao i drugih u vodi rastvorljivih materija iz gruša u surutku. Tako je na kraju odlivanja, surutka varijeteta "Plavi safir" imala za 0,33% veći sadržaj suve materije od surutke 1, dok je ova razlika kod varijeteta "Plava breza" iznosila 0,26%.

U tabeli 2. dat je prikaz hemijskog sastava sireva sa plavo-zelenim plesnima nakon proizvodnje. Uočava se da su uzorci varijeteta "Plava breza" imali nešto veće koncentracije masti i proteina, pa i ukupnog sadržaja suve materije od uzoraka "Plavog safira" i to za oko 1,8, 0,5 i 2,8%, respektivno. To se može objasniti nešto većom koncentracijom ovih sastojaka u samom mleku upotrebljenom za proizvodnju varijeteta "Plava breza". Razlika u sadržaju mineralnih materija između ova dva varijeteta nije bila visoka i iznosila je 0,05%. Prikazani rezultati nisu se mnogo razlikovali od literaturnih

Tabela 1. HEMIJSKI SASTAV MLEKA I SURUTKE U TOKU PROIZVODNJE SIREVA SA PLAVO-ZELENIM PLESNIMA  
Table 1. CHEMICAL COMPOSITION OF MILK AND WHEY DURING THE BLUE VEINED CHEESE PRODUCTION

Ispitivani parametri / Investigated parameters*		Izračunati pokazatelji (%) / Calculated parameters (%)							
		mleko / milk		surutka 1 / whey 1		surutka 2 / whey 2		surutka 3 / whey 3	
		X (n=5)**	Cv	X (n=5)**	Cv	X (n=5)**	Cv	X (n=5)**	Cv
SM / TS	S	12.59±0.06	0.47	6.36±0.11	1.78	6.47±0.11	1.75	6.69±0.20	2.96
	B	12.70±0.18	1.41	6.62±0.16	2.36	6.76±0.11	1.60	6.88±0.20	2.96
MM / Fat	S	4.09±2.19	2.08	0.75±0.05	6.67	0.86±0.05	6.37	0.93±0.04	4.81
	B	4.16±0.21	4.98	0.78±0.08	10.73	0.90±0.10	11.11	0.95±0.07	7.44
Proteini / Proteins	S	3.10±0.09	3.01	0.66±0.04	6.61	0.69±0.02	3.26	0.72±0.02	3.44
	B	3.12±0.12	3.86	0.72±0.03	3.85	0.74±0.01	1.78	0.75±0.01	1.50
Pepeo / Ash	S	0.65±0.03	5.13	0.49±0.03	5.26	0.50±0.02	4.86	0.51±0.02	4.33
	B	0.67±0.03	5.05	0.49±0.02	4.44	0.53±0.03	4.90	0.54±0.02	3.39

\* SM / TS – suva materija / total solids; MM / fat – mlečna mast / milk fat;

S – sir "Plavi safir" / "Blue sapphire" cheese; B – sir "Plava breza" / "Blue birch" cheese,

\*\* X – srednja vrednost ± standardna devijacija / mean value ± standard deviation;

n – broj uzoraka / number of samples; Cv – koeficijent varijacije / coefficient of variation.

Tabela 2. HEMIJSKI SASTAV SIREVA SA PLAVO-ZELENIM PLESNIMA NAKON PROIZVODNJE  
Table 2. CHEMICAL COMPOSITION OF BLUE VEINED CHEESES AFTER PRODUCTION

Ispitivani parametri / Investigated parameters*		Izračunati pokazatelji / Calculated parameters	
		X (n=5)**	Cv
SM / TS	S	51.95±1.16	2.23
	B	54.70±1.06	1.94
MM / Fat	S	30.06±0.72	2.39
	B	31.88±1.18	3.71
Proteini / Proteins	S	18.00±0.46	2.56
	B	18.48±0.33	1.78
Pepeo / Ash	S	2.14±0.14	6.35
	B	2.09±0.12	5.70

\* SM / TS – suva materija / total solids; MM / fat – mlečna mast / milk fat;

S – sir "Plavi safir" / "Blue sapphire" cheese; B – sir "Plava breza" / "Blue birch" cheese,

\*\* X – srednja vrednost ± standardna devijacija / mean value ± standard deviation;

n – broj uzoraka / number of samples; Cv – koeficijent varijacije / coefficient of variation.

Tabela 3. DISTRIBUCIJA SASTOJAKA MLEKA U SIR I SURUTKU NAKON PROIZVODNJE  
Table 3. DISTRIBUTION OF MILK COMPONENTS INTO CHEESE AND WHEY AFTER PRODUCTION

Ispitivani parametri / Investigated parameters*		Izračunati pokazatelji / Calculated parameters			
		Sir / cheese		Surutka i sirna prašina / Whey and curdle dust	
		X (n=5)**	Cv	X (n=5)**	Cv
SM / TS	S	46.11±1.15	2.50	53.89±1.15	2.14
	B	48.67±0.55	1.13	51.33±0.55	1.07
MM / Fat	S	82.15±2.33	2.84	17.85±2.33	13.07
	B	86.57±2.42	2.79	13.43±2.42	17.98
Proteini / Proteins	S	64.90±1.75	2.70	35.10±1.75	4.99
	B	66.92±0.60	0.90	33.08±0.60	1.82
Pepeo / Ash	S	36.83±2.20	5.97	63.17±2.20	3.48
	B	35.27±2.45	6.93	64.73±2.45	3.78

\* SM / TS – suva materija / total solids; MM / fat – mlečna mast / milk fat;

S - sir "Plavi safir" / "Blue sapphire" cheese; B – sir "Plava breza" / "Blue birch" cheese,

\*\* X – srednja vrednost ± standardna devijacija / mean value ± standard deviation;

n – broj uzoraka / number of samples; Cv – koeficijent varijacije / coefficient of variation.

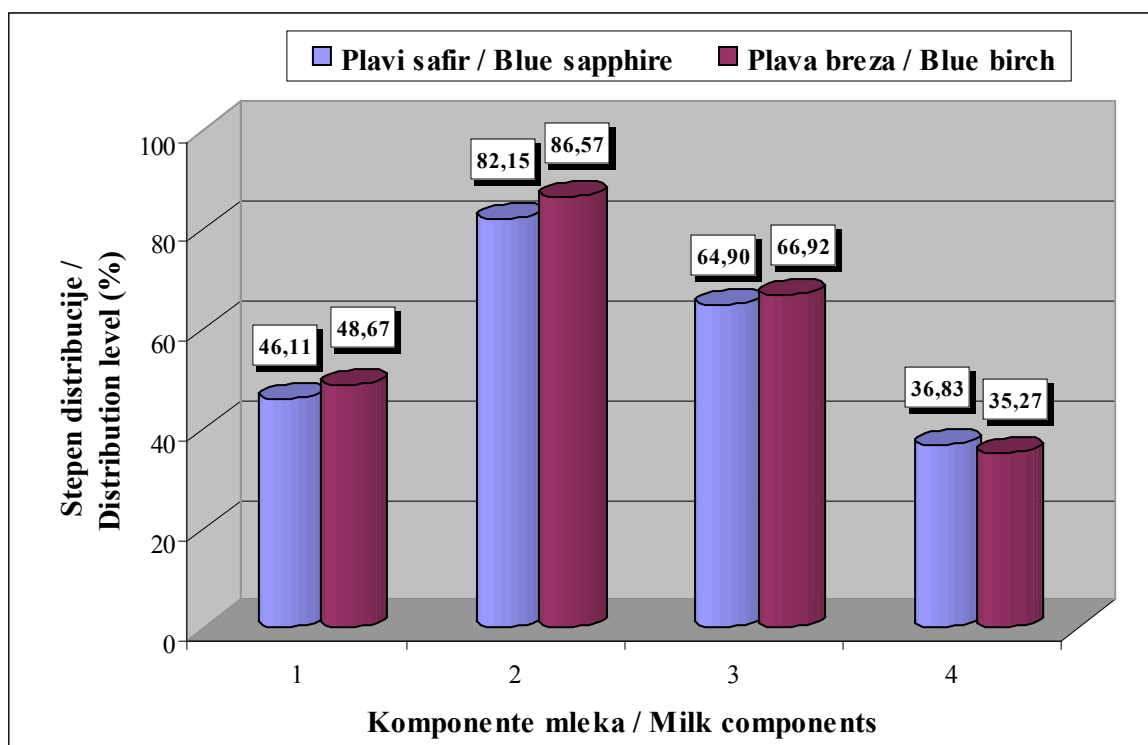
podataka (Pierro i sar. 1999, 2000) kada je u pitanju sadržaj mlečne masti, dok je sadržaj proteina, pa samim tim i ukupne suve materije u sirevima odmah nakon proizvodnje bio nešto niži. To se može objasniti nešto nižim prosečnim sadržajem proteina u mleku kao polaznoj sirovi-

ni. S druge strane, sadržaj ukupne suve materije u uzorcima oba varijeteta nije se mnogo razlikovao od podataka koje je objavio del Prato, 1998. proučavajući različite vrste Gorgonzole.

Rezultati dobijeni praćenjem hemijskog sastava sireva dobijenih tokom

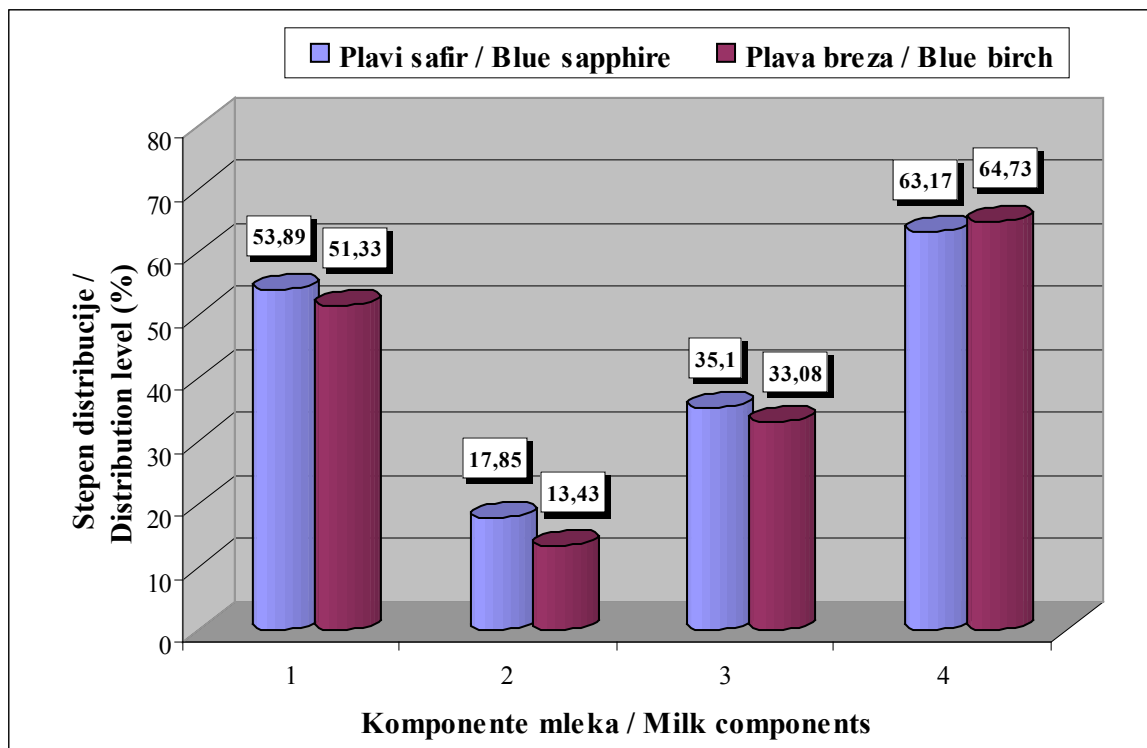
tehnološkog procesa proizvodnje oba varijeteta su poslužili za izračunavanje stepena distribucije osnovnih komponenta mleka u sir i surutku, što je prikazano u tabeli 3 i histogramima 1 i 2.

Iz podataka u tabeli 3 i histograma 1 i 2 vidi se da surutka u proseku sadrži



1. Suva materija / Total solids; 2. Mlečna mast / Milk fat; 3. Proteini / Proteins; 4. Mineralne materije (pepeo) / Mineral matters (ash)

Histogram 1. DISTRIBUCIJA KOMPONENATA MLEKA U SIREVE "PLAVI SAFIR" I "PLAVA BREZA"  
Figure 1. DISTRIBUTION OF MILK COMPONENTS INTO "BLUE SAPPHIRE" AND "BLUE BIRCH" CHEESES



1. Suva materija / Total solids; 2. Mlečna mast / Milk fat; 3. Proteini / Proteins; 4. Mineralne materije (pepeo) / Mineral matters (ash)

Histogram 2. DISTRIBUCIJA KOMPONENATA MLEKA U SURUTKU  
Figure 2. DISTRIBUTION OF MILK COMPONENTS INTO CHEESE WHEY

53,89%, odnosno 51,33% ukupne suve materije mleka i da je u varijetete "Plavi safir" i "Plava breza" u proseku prešlo 46,11%, odnosno 48,67% suve materije mleka. Ako se ovi podaci uporede sa literaturnim podacima, prema kojima suva materija surutke čini nešto više od 50% suve materije mleka, onda se može zaključiti da podaci nisu mnogo odstupali kada je reč o oglednim sirevima sa plavo - zelenim plesnima u tipu Gorgonzole. Takođe ni stepen distribucije proteina iz mleka u sir nije mnogo varirao od literaturnih podataka kada su u pitanju sirevi proizvedeni od pasterizovanog kravljeg mleka primenom HTST pasterizacije i u proseku je iznosio 64,90% za "Plavi safir", odnosno 66,92% za "Plavu brezu". Iz podataka se vidi da je u surutku prosečno prešlo 35,10%, odnosno 33,08% proteina mleka. Prema švedskim naučnicima Joost i sar. (1968), koji su ispitivali randman u toku proizvodnje sireva sa plavo - zelenim plesnima, stepen distribucije proteina u sirevu iznosio je oko 73%, dok je prosečno 96% mlečne masti prešlo u sir, što je izrazito visok procenat.

Da je distribucija mlečnih sastojaka veoma važan parametar tehnološkog procesa proizvodnje sira pokazuju i podaci koji datiraju još iz 1952. godine, a u kojima Van Slyke i Price (1952) navode da stepen prelaska proteina u sir u proseku iznosi oko 75%, a u surutku 25%. Prema Mačej-u (1989), stepen distribucije azotnih materija iz mleka u bele sireve u salamuri, izrađene na tradicionalan način, iznosio je 79,90%, dok su Antila i sar. (1982) proučavali distribuciju sastojaka mleka u Edamer i Ementaler i ustanovili stepen distribucije proteina u proseku od 76,8% i 75,9%, dok je stepen distribucije mlečne masti iznosio 88,7% i 88,1%, respektivno. Ovi podaci se mnogo ne razlikuju od podataka ispitivanih oglednih sireva "Plavog safira" i "Plave breze". Distribucija mlečne masti iz mleka u oba varijeteta bila je visoka i u proseku je iznosila 82,15% za "Plavi safir", odnosno 86,57% za "Plavu brezu". To znači da ovako visok stepen iskorišćenja mlečne masti zajedno sa visokim stepenom iskorišćenja azotnih materija utiče i na veće iskorišćenje ukupne suve materije mleka kroz sir, a samim tim i na veći randman. S druge strane transfer mineralnih materija iz mleka u sir bio je nešto veći kod sireva "Plavi safir" i iznosio je

u proseku 36,83% u odnosu na 35,27% kod varijeteta "Plava breza".

Podaci dobijeni analizom hemijskog sastava surutke 1, 2 i 3 iz tabele 1 takođe potvrđuju da je stepen distribucije suve materije, masti i proteina u surutku varijeteta "Plavi safir" bio veći u odnosu na "Plavu brezu". Iako su uzorci surutke 1, 2 i 3 kod varijeteta "Plava breza" imali veći sadržaj ovih sastojaka u odnosu na "Plavi safir", što na prvi pogled ukazuje na manju distribuciju istih u sirnu masu ovog varijeteta, to se izračunavanjem razlike u hemijskom sastavu surutke 3 i surutke 1 i poređenjem dobijenih vrednosti sa izračunatom razlikom kod "Plavog safira" lako može ustanoviti da je prelaz sastojaka iz mleka bio veći u sirnu masu "Plave breze". Naime, veći sadržaj suve materije, mlečne masti i proteina u uzorcima surutke "Plave breze" se jednostavno objašnjava većim sadržajem istih sastojaka u mleku. Tako je razlika u sadržaju suve materije, mlečne masti i proteina između surutke 3 i surutke 1 kod varijeteta "Plavi safir" iznosila 0,33, 0,18 i 0,06%, a kod "Plave breze" 0,26, 0,17 i 0,03% respektivno, što znači da je u sirnoj masi uzoraka "Plava breza"

ostalo više istih sastojaka u odnosu na "Plavi safir", kod kojeg su ti isti sastojci prešli u nešto većem stepenu u surutku. Suprotno tome, razlika u sadržaju mineralnih materija, koja je kod uzoraka Plavi safir manja (0,02%) u odnosu na varijetet "Plava breza" (0,05%) ukazuje na činjenicu da je distribucija mineralnih materija u sireve "Plavog safira" bila nešto veća, što se vidi i na histogramu 1.

## ZAKLJUČAK

Na osnovu prikazanih rezultata istraživanja nedvosmisleno se može zaključiti da je distribucija sastojaka iz mleka u siru masu bila veća u uzorcima varijeteta "Plava breza", u koje je prešlo oko 2% više proteina i oko 4% više mlečne masti nego u uzorke sira "Plavi safir". Stepenu distribucije ukupnog sadržaja suve materije sireva "Plava breza" bio je za oko 3% veći od distribucije istog u "Plavom safiru", dok je sadržaj mineralnih materija, odnosno pepela kod "Plavog safira" bio za približno 2% veći od istog u uzorcima "Plava breza".

Takođe, razlike u stepenu distribucije sastojaka mleka u ova dva varijeteta nisu bile velike, tako da se ne mogu pripisati različitim tipu plesni *Penicillium roqueforti*, koje se u njihovom procesu proizvodnje koriste. Razlog bi se mo-

gao tražiti u samom hemijskom sastavu mleka, koje se koristi kao sirovina za proizvodnju ovih sireva. Naime, s obzirom na to da se plesni, koje dominiraju u procesu proizvodnje ovih sireva, aktivno razvijaju u unutrašnjosti sirnog testa tek nakon postizanja aerobnosti istog, odnosno nakon procesa bušenja sireva, to one ne mogu imati veliki uticaj na sam proces distribucije sastojaka iz mleka u sir, koji se odvija odmah nakon proizvodnje.

Generalno se može zaključiti da se stepen distribucije najvažnijih sastojaka mleka u oba varijeteta sira nije mnogo razlikovao od literaturnih podataka koji se odnose na različite sireve proizvedene od kravljeg mleka primenom klasičnog postupka HTST pasterizacije.

## LITERATURA

1. Antila, V., Hakkarainen, H., Lappalainen, R.: The transfer of milk components to Finnish Edam and Emmental cheeses. *Milchwissenschaft*, 37 (1982) 321-324.
2. Carić, M., Milanović, S., Vučelja D.: Standardne metode analize mleka i mlečnih proizvoda, Prometej, Novi Sad, 2000.
3. Del Prato, O.S.: Trattato di tecnologia casearia. Edagricole – Edizioni agricole, Lodi, Italia, 1998.
4. Harte, B.R., Stine, C.M.: Effects of Process Parameters on Formation of Volatile Acids and Free Fatty Acid in Quick-Ripened Blue

Cheese. *J. Dairy Sci.*, Vol. 60, No. 8 (1977), 1266-1272.

5. Joost, K., Anker-Kofoed, S., Franngard, W., Bylund, G., Karlsson, B.: Relationships between cheese milk and product yield in the manufacture of blue cheese. *Meddelande - Svenska Mejeriernas Riksfoerening, Produkttekniska Avdelningen*, No. 90 (1968), 17.
6. Mačej, O.: Proučavanje mogućnosti izrade mekih sireva na bazi koagregata belančevina mleka. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, 1989.
7. Prieto, B., Urdales, R., Franco, I., Tornadijo, M.E., Fresno, J.M., Caraballo, J.: Biochemical changes in Picón Bejes-Treviso cheese, a Spanish blue-veined variety, during ripening. *Food Chem.* 67 (1999), 415-421.
8. Prieto, B., Franco, I., Fresno, J.M., Bernardo, A., Caraballo, J.: Picón Bejes-Treviso blue cheese: an overall biochemical survey throughout the ripening process. *International Dairy Journal* 10 (2000), 159-167.
9. Seratlić, S., Mačej, O., Jovanović, S., Barać, M.: Tehnološki proces proizvodnje sireva sa plavo-zelenim plesnima u pogonu D.P. "PKB AGROINŽENJERING". Zbornik radova Simpozijuma "Mleko i proizvodi od mleka" sa međunarodnim učešćem, Tara, Srbija i Crna Gora (2006), 71-73.
10. Stanković, J., Ralević, N., Ljubanović-Ralević, I.: Statistika sa primenom u poljoprivredi. Savremena administracija, Beograd, 1989.
11. Van Slyke, L.L., Price, W.V.: Cheese. Orange Judd publishing co. New York, 1952.

## SUMMARY

### DISTRIBUTION OF MILK COMPONENTS INTO BLUE-VEINED CHEESES OF GORGONZOLA TYPE

Sanja V. Seratlić, Ognjen D. Mačej, Snežana T. Jovanović, Miroljub B. Barać

Institute for Food Technology and Biochemistry, Faculty of Agriculture, Belgrade

Blue-veined cheeses in type of Gorgonzola with commercial names "Blue sapphire" and "Blue birch" were made from pasteurized cow milk using two types of *Penicillium roqueforti*, type *esportazione* and type *dolce*, respectively. In this paper, the distribution of milk components into cheese and cheese whey was examined. The samples of whey were taken in 3 phases: after the cutting of coagulum, after 50% of whey drainage and at the end of drainage, where the samples have labeled as whey 1, 2 and 3. The distribution of total solids, milk fat, proteins and mineral matters from milk to cheese after production and cheese whey was examined.

According to results, about 46% of total solids, 82% of milk fat, 65% of proteins and 37% of mineral matters have transferred from milk to "Blue sapphire" cheese, while the distribution of the same constituents into "Blue birch" cheese was ca. 49%, 87%, 67% and 35%, respectively.

Key words: distribution • milk • blue-veined cheese • whey