

Uticaj sušenja raspršivanjem na kvalitet retentata u prahu (Effect of Spray Drying of Retentate Powder Quality)

Dr. Mansour ZAHER, prof. dr. Marijana CARIĆ
Tehnološki fakultet, Novi Sad

Izvorni znanstveni rad — Original Scientific Paper

Prispjelo: 1. 3. 1988.

UDK: 637.66.047.791

Sažetak

Cilj rada bio je utvrditi uticaj sušenja raspršivanjem na kvalitet UF retenata u prahu. Razlike su utvrđene za sadržaj 5-HMF u toku 8 meseci skladištenja pri temperaturama od 4°C i 37°C. Nisu utvrđene značajne promene za ukupne proteine i proteinske frakcije.

Summary

The experiments were carried out with the aim to establish the effect of spray drying on protein quality in UF retentate powders.

The changes were found in 5-HMF content during 8 months of storage at 4 °C and 37 °C. No significant changes were found in total proteins and protein fractions.

Uvod

Faktori koji utiču na kvalitet sušenih mlečnih proizvoda su: sastav sirovine, parametri i tehnika sušenja, ostale operacije u tehnološkom procesu proizvodnje, skladištenje i fizičko-hemijske osobine proizvoda (Carić, 1985; Carić i Kalab, 1987).

Sušenje se obavlja na nekoliko načina:

- valjcima (u atmosferskom pritisku ili pod vakuumom);
- raspršivanjem (u 1, 2 ili 3 stepena);
- liofilizacijom;
- sušenjem u peni.

Sušenje raspršivanjem danas je daleko najviše eksploatisan sistem sušenja koji se poslednjih godina usavršava zahvaljujući mnogobrojnim istraživanjima.

Tokom termičkog tretmana dešavaju se značajne promene u proteinima mleka. Kazein podleže defosforilaciji, raskidaju se peptidne veze, izdvaja glikomakropeptid iz χ -kazeina, što je praćeno strukturnom modifikacijom kazeinske micelle. Proteini surutke (pretežno β -laktoglobulin) denaturišu, imunoglobulini se inaktiviraju i pojavljuju se aktivne SH-grupe i H_2S .

Interakcijom proteina surutke i kazeina oslobađa se amonijak i formira kompleks između χ -kazeina i β -laktoglobulina. Primenom termičkog tretmana odvija se reakcija između aldehidne grupe laktoze i amino grupe amino-kiselina uz nastanak tamno obojenih produkata (Maillardove reakcije).

Mnogi autori su istraživali uticaj parametara i tehnike sušenja na kvalitet i posebno na proteine mleka. Tako Lukač-Skelin i Hansen (1978) navode da se delovanjem toplote na proteine denaturišu kazein i serum proteina. Pri denaturaciji serum proteina (pretežno β -laktoglobulina) oslobađaju se aktivne SH-grupe i izdvaja H_2S , usled čega nastaje ukus na kuvano koji se tokom skladištenja često gubi. Harper i Hall (1976) navode da nastale SH-grupe smanjuju redoks potencijal i deluju kao antioksidansi. Po Kingu (1966) tokom sušenja vezuju se kazeinske micelle preko vodoničnih veza. Kada je 50% proteina surutke denaturisano, dolazi do interakcije β -laktoglobulina i γ -kazeina.

Valent (1975) je uočio promene izazvane Maillardovom reakcijom kod punomasnog mleka u prahu skladištenog na temperaturi od 19° i 46 °C.

Uticaj spray postupka sušenja na fizičko-hemijski, organoleptički i mikrobiološki kvalitet bogaćenih mlečnih napitaka u suvom stanju tokom osmomesecnog skladištenja na sobnoj temperaturi istraživali su Carić i sur. (1983); Milanović i sur. (1983).

Na XX Internacionalnom kongresu tehnologije mleka u Parizu 1978. godine u oko 20 radova predstavljeni su rezultati istraživanja kvaliteta mleka u prahu dobijenog različitim postupcima sušenja, promene komponenata u toku tehnološkog procesa proizvodnje i skladištenja, fizičko-hemijske osobine proizvoda i drugo. Međutim, nema podataka o sušenju retentata mleka posle UF i kvaliteta proteina u retentatu u prahu.

Jimenez-Flores i Kosikowski (1985) istražili su kvalitet retentata obranog mleka sušenog raspršivanjem i liofilizacijom. Prah retentata obranog mleka dobijen raspršivanjem imao je dobru rastvorljivost, a slabu sposobnost dispergovanja (dispersibility) i tonjenja (sinkability). Zbog toga je cilj ovog rada istraživanje uticaja sušenja retentata mleka raspršivanjem na kvalitet proteina tokom skladištenja dobijenog retentata u prahu.

Metodi istraživanja

Za proizvodnju retentata u prahu korišćen je retentat dobijen ultrafiltracijom mleka u mlekari »Somboled« Sombor, na industrijskom postrojenju firme DDS, Pasilac, Danska, na modulu tipa 35-GR-6-P₁. Retentat u prahu dobijen je sušenjem retentata suve materije 20,27 i 34% u laboratorijskim uslovima korišćenjem spray sušnice tipa LAB₁, firme Anhydro, Copenhagen, Danska, pri sledećim parametrima sušenja: temperatura ulaznog vazduha 220 °C, temperatura izlaznog vazduha 90 °C, snaga grejača vazduha 5 KW, napon struje 180 V i jačina struje 0,8 A. Uzorci su raspršivani centrifugalnim diskom. Retentati u prahu skladišteni su 8 meseci na temperaturama od 4° i 37 °C.

U retentatu u prahu analiziran je sadržaj:

- ukupnih proteina makrometodom po Kjeldahlu (Pejić i Đorđević 1972), nekazeinskog azota, neproteinskog azota i proteoza i peptona metodom po Samuelu i Rowlandu (1983);
- kazein, serum proteini i pravi proteini dobijeni su računskim putem po Rowlandu (1938);
- sadržaj 5-HMF-a metodom po Keeneyu i Bassetteu (1959).

Rezultati i diskusija

Rezultati istraživanja ukupnih proteina i pojedinih frakcija u retentatu u prahu tokom 8-mesečnog skladištenja prikazani su u tablicama 1—6.

U tablici 1 prikazani su rezultati istraživanja sadržaja proteinskih frakcija i 5-HMF u retentatu u prahu s 20% SM pre sušenja, skladištenog na temperaturi od 37 °C. Ukupan sadržaj proteina u retentatu u prahu s 20% SM pre sušenja nakon proizvodnje iznosio je 32,87%, da bi na kraju 8-mesečnog skladištenja na 37 °C iznosio 31,71%. Kao što se iz tablice vidi, tokom skladištenja dešavaju se uglavnom minimalne promene u sadržaju ukupnih proteina, nekazeinskog azota, neproteinskog azota, proteoza i peptoza, kazeina, albumina i globulina i čistih proteina.

Količina 5-hidroksimetilfurfurala je pokazatelj intenziteta Maillardovih reakcija. Maillardove reakcije započete tokom termičkog tretmana nastavljaju se i tokom skladištenja i viša temperatura skladištenja ih intenzivira. To potvrđuju i rezultati istraživanja retentata u prahu. Sadržaj 5-HMF u retentatu u prahu nakon proizvodnje iznosio je 37,97%, a na kraju perioda skladištenja na temperaturi od 37 °C povećao se oko 4 puta. U tablici 2 prikazani su rezultati istraživanja istog retentata u prahu, skladištenog na 4 °C. Očigledno je da je minimalan porast količine 5-HMF na kraju 8 meseci skladištenja 46,46 u odnosu na početnu vrednost 37,97 ($\mu\text{mol/l}$). Značajnih razlika u sadržaju ukupnih proteina i ostalih proteinskih frakcija uzorka skladištenog na 4 °C u odnosu na vrednosti dobijene skladištenjem istog retentata na 37 °C nema.

Tablica 1. Sadržaj proteinskih frakcija u retentatu u prahu s 20% SM skladištenog na temperaturi 37°C tokom 8 meseci

Table 1. The Content of Protein Fractions in Retentate Powder With 20% SM Stored at 37°C During 8 Months

| R. br. Komponenta Component No. | D a n i D a y s | | | | | | | | |
|---|--------------------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| | 1 | 31 | 61 | 91 | 121 | 151 | 181 | 211 | 241 |
| 1. Ukupni proteini, % Total Proteins | 32,87 | 32,60 | 32,06 | 31,53 | 32,15 | 31,53 | 31,08 | 31,71 | 31,71 |
| 2. Nekazeinski azot, % Non Casein Nitrogen | 0,437 | 0,549 | 0,543 | 0,538 | 0,526 | 0,549 | 0,526 | 0,549 | 0,560 |
| 3. Neproteinski azot, % Non Protein Nitrogen | 0,137 | 0,224 | 0,123 | 0,022 | 0,112 | 0,134 | 0,090 | 0,112 | 0,112 |
| 4. Proteoze i peptoni, % Proteoses Peptons | 0,269 | 0,224 | 0,258 | 0,292 | 0,381 | 0,269 | 0,268 | 0,336 | 0,336 |
| 5. Kazein, % Casein | 30,08 | 29,1 | 28,60 | 28,10 | 28,80 | 28,03 | 27,73 | 28,20 | 28,13 |
| 6. Albumini i globulini % Albumins Globulins | 0,22 | 0,64 | 1,03 | 1,43 | 0,21 | 0,93 | 1,07 | 0,64 | 0,71 |
| 7. Pravi proteini, % Real Proteins | 32,01 | 31,17 | 31,28 | 31,39 | 31,44 | 30,67 | 30,51 | 30,99 | 30,99 |
| 8. 5-HMF ($\mu\text{mol/l}$) | 37,97 | 56,17 | 80,76 | 105,35 | 126,44 | 137,8 | 117,86 | 116,99 | 143,94 |

Tablica 2. Sadržaj proteinskih frakcija u retentatu u prahu s 20% SM skladištenog na temperaturi 4°C tokom 8 meseci**Table 2. The Content of Protein Fractions in Retentate Powder With 20% SM Stored At 4°C During 8 Months**

| R. br. Komponenta Component No. | D a n i D a y s | | | | | | | | | |
|--|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| | 1 | 31 | 61 | 91 | 121 | 151 | 181 | 211 | 241 | |
| 1. Ukupni proteini, % Total Proteins | 32,87 | 32,41 | 32,37 | 32,33 | 31,90 | 31,17 | 31,08 | 31,08 | 31,17 | |
| 2. Nekazeinski azot, % Non Casein Nitrogen | 0,437 | 0,504 | 0,537 | 0,571 | 0,549 | 0,515 | 0,504 | 0,482 | 0,549 | |
| 3. Nепroteinski azot, % Non Protein Nitrogen | 0,134 | 0,202 | 0,157 | 0,112 | 0,112 | 0,112 | 0,067 | 0,134 | 0,157 | |
| 4. Proteoze i peptoni, % Proteoses Peptons | 0,269 | 0,291 | 0,336 | 0,381 | 0,246 | 0,246 | 0,202 | 0,180 | 0,157 | |
| 5. Kazein, % Casein | 30,08 | 29,19 | 28,94 | 28,69 | 28,40 | 27,89 | 27,87 | 28,01 | 27,67 | |
| 6. Albumini i globulini, % Albumins Globulins | 0,22 | 0,07 | 0,28 | 0,50 | 1,22 | 1,00 | 1,50 | 1,07 | 1,50 | |
| 7. Pravi proteini, % Real Proteins | 32,01 | 31,12 | 31,37 | 31,62 | 31,18 | 30,46 | 30,65 | 30,23 | 30,17 | |
| 8. 5-HMF ($\mu\text{mol/l}$) | 37,97 | 31,59 | 37,25 | 42,92 | 48,04 | 51,10 | 59,59 | 34,39 | 46,46 | |

U tablici 3 i 4 prikazane su promene sadržaja proteinskih frakcija u retentatu u prahu s 27% SM skladištenog na 37° i 4 °C tokom 6 meseci skladištenja. Kao i kod prethodnog retentata u prahu s 20% SM, nema značajnih razlika u sadržaju ukupnih proteina i ostalih proteinskih frakcija retentata u prahu s 27% SM skladištenog na 37° i 4 °C. Nakon 8 meseci skladištenja sadržaj ukupnih proteina retentata u prahu skladištenog na 37 °C iznosio je 33,94%, a kod uzorka skladištenog na 4 °C, 33,58%; sadržaj nekazeinskog azota na kraju skladištenog perioda u uzorcima je iznosio 0,582%, odnosno 0,538%, respektivno (tablica 3 i 4).

Najznačajnije razlike su konstatovane takođe kod sadržaja 5-HMF u uzorcima. Tokom 8 mesečnog skladištenja povećava se sadržaj 5-HMF s manjim nepravilnostima u uzorcima retentata skladištenog na 37° i 4 °C. Sadržaj 5-HMF u retentatu u prahu s 27% SM je za oko 2 puta veći kod uzorka skladištenog na 37 °C (132,39 $\mu\text{mol/l}$, tablica 3) nego kod uzorka skladištenog na 4 °C (64,14 $\mu\text{mol/l}$, tablica 4), što se i očekuje.

Kod retentata u prahu s većom koncentracijom suve materije od prethodne (34% SM) tokom 8-mesečnog skladištenja na 37° i 4 °C izrazitija je razlika u sadržaju 5-HMF. Sadržaj 5-HMF je iznosio 212,19 $\mu\text{mol/l}$ kod uzorka skladištenog na 37 °C (tablica 5), što je za 2,42 puta više nego kod uzorka skladištenog na 4 °C (49,96 $\mu\text{mol/l}$, tablica 6). Promene sadržaja frakcija u uzorcima retentata s 34% SM tokom 8 mesečnog skladištenja na temperaturi od 37° i 4 °C takođe su minimalne (tablica 5 i 6).

Tablica 3. Sadržaj proteinskih frakcija u retentatu u prahu s 27% SM skladištenog na temperaturi 37°C tokom 8 meseci**Table 3. The Content of Protein Fractions in Retentate Powder With 27% SM Stored at 37°C During 8 Months**

| R. br. Komponenta Component No. | D a n i D a y s | | | | | | | | |
|--|--------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 31 | 61 | 91 | 121 | 151 | 181 | 211 | 241 |
| 1. Ukupni proteini, % Total Proteins | 35,28 | 34,58 | 33,90 | 33,23 | 33,94 | 33,76 | 33,67 | 33,94 | 33,94 |
| 2. Nekazeinski azot, % Non Casein Nitrogen | 0,549 | 0,549 | 0,554 | 0,560 | 0,538 | 0,515 | 0,526 | 0,560 | 0,582 |
| 3. Nепroteinski azot, % Non Protein Nitrogen | 0,202 | 0,157 | 0,089 | 0,022 | 0,067 | 0,067 | 0,067 | 0,134 | 0,112 |
| 4. Proteoze i peptoni, % Proteoses Peptons | 0,201 | 0,246 | 0,313 | 0,381 | 0,381 | 0,291 | 0,336 | 0,314 | 0,336 |
| 5. Kazein, % Casein | 31,78 | 31,08 | 30,36 | 29,65 | 30,51 | 30,48 | 30,32 | 30,37 | 30,23 |
| Albumini i Globulini | | | | | | | | | |
| 6. Albumini i globulini, % Albumins Globulins | 0,93 | 0,93 | 0,96 | 1,00 | 0,57 | 1,00 | 0,78 | 0,71 | 8,85 |
| 7. Pravi proteini, % Real Proteins | 33,99 | 33,58 | 33,33 | 33,09 | 33,51 | 33,33 | 33,25 | 33,09 | 33,23 |
| 8. 5-HMF (μmol/l) | 55,65 | 65,62 | 94,71 | 123,81 | 105,09 | 134,84 | 125,56 | 129,67 | 132,39 |

Tablica 4. Sadržaj proteinskih frakcija u retentatu u prahu s 27% SM skladištenog na temperaturi 4°C tokom 8 meseci**Table 4. The Content of Protein Fractions in Retentate Powder With 27% SM Stored at 4°C During 8 Months**

| R. br. Komponenta Component No. | D a n i D a y s | | | | | | | | |
|--|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 31 | 61 | 91 | 121 | 151 | 181 | 211 | 241 |
| 1. Ukupni proteini, % Total Proteins | 35,28 | 36,44 | 35,72 | 35,01 | 33,94 | 33,58 | 33,49 | 33,49 | 33,58 |
| 2. Nekazeinski azot, % Non Casein Nitrogen | 0,549 | 0,560 | 0,515 | 0,470 | 0,493 | 0,526 | 0,512 | 0,526 | 0,538 |
| 3. Nепroteinski azot, % Non Protein Nitrogen | 0,202 | 0,112 | 0,078 | 0,045 | 0,090 | 0,112 | 0,067 | 0,134 | 0,090 |
| 4. Proteoze i peptoni, % Proteoses Peptons | 0,201 | 0,381 | 0,280 | 0,179 | 0,313 | 0,291 | 0,157 | 0,180 | 0,179 |
| 5. Kazein, % Casein | 31,78 | 32,86 | 32,43 | 32,01 | 30,80 | 30,23 | 30,23 | 30,14 | 30,15 |
| Albumini i globulini, % Albumins Globulins | | | | | | | | | |
| 6. Albumini i globulini, % Albumins Globulins | | 0,43 | 1,00 | 1,57 | 0,57 | 0,78 | 1,84 | 1,35 | 1,72 |
| 7. Pravi proteini, % Real Proteins | 33,99 | 35,71 | 35,22 | 34,73 | 33,37 | 32,87 | 33,07 | 32,64 | 33,01 |
| 8. 5 HMF (μmol/l) | 55,65 | 40,25 | 42,89 | 45,54 | 60,72 | 68,29 | 70,26 | 31,85 | 64,14 |

Tabela 5. Sadržaj proteinskih frakcija u retentatu u prahu s 34% SM skladištenog na temperaturi 37°C tokom 8 meseci**Table 5. The Content of Protein Fractions in Retentate Powder With 34% SM Stored at 37°C During 8 Months**

| R. br. Komponenta Component No. | D a n i D a y s | | | | | | | | |
|--|--------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 31 | 61 | 91 | 121 | 151 | 181 | 211 | 241 |
| 1. Ukupni proteini, % Total Proteins | 35,91 | 35,98 | 35,72 | 35,47 | 35,47 | 35,10 | 35,10, | 35,10 | 35,19 |
| 2. Nekazeinski azot, % Non Casein Nitrogen | 0,504 | 0,571 | 0,515 | 0,459 | 0,549 | 0,526 | 0,493 | 0,526 | 0,560 |
| 3. Nепroteinski azot, % Non Protein Nitrogen | 0,090 | 0,157 | 0,089 | 0,022 | 0,090 | 0,067 | 0,090 | 0,112 | 0,090 |
| 4. Пртеозе i peptoni, % Proteoses Peptons | 0,224 | 0,291 | 0,291 | 0,292 | 0,358 | 0,202 | 0,224 | 0,246 | 0,313 |
| 5. Kazein, % Casein | 32,69 | 32,34 | 32,44 | 32,54 | 31,97 | 31,75 | 31,96 | 31,75 | 31,62 |
| 6. Albumini i globulini, % Albumins Globulins | 1,21 | 0,78 | 0,85 | 0,92 | 0,64 | 1,64 | 1,14 | 1,07 | 1,00 |
| 7. Pravi proteini, % Real Proteins | 35,33 | 34,98 | 35,15 | 35,33 | 34,90 | 34,67 | 34,53 | 34,39 | 34,62 |
| 8. 5-HMF (μmol/l) | 41,39 | 43,57 | 71,94 | 100,32 | 115,67 | 122,54 | 120,22 | 107,19 | 121,19 |

Tablica 6. Sadržaj proteinskih frakcija u retentatu u prahu s 34% SM skladištenog na temperaturi 4°C tokom 8 meseci**Table 6. The Content of Protein Fractions in Retentate Powder With 34% SM Stored at 4°C During 8 Months**

| R. br. Komponenta Component No. | D a n i D a y s | | | | | | | | |
|--|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 31 | 61 | 91 | 121 | 151 | 181 | 211 | 241 |
| 1. Ukupni proteini, % Total Proteins | 35,91 | 35,98 | 35,76 | 35,55 | 35,28 | 34,83 | 35,19 | 35,10 | 34,83 |
| 2. Nekazeinski azot, % Non Casein Nitrogen | 0,504 | 0,470 | 0,464 | 0,459 | 0,482 | 0,470 | 0,504 | 0,504 | 0,526 |
| 3. Nепroteinski azot, % Non Protein Nitrogen | 0,090 | 0,090 | 0,134 | 0,179 | 0,090 | 0,090 | 0,090 | 0,112 | 0,112 |
| 4. Proteoze i peptoni, % Proteoses Peptons | 0,224 | 0,358 | 0,224 | 0,090 | 0,268 | 0,224 | 0,179 | 0,202 | 0,202 |
| 5. Kazein, % Casein | 32,69 | 32,98 | 32,80 | 32,62 | 32,21 | 31,84 | 31,98 | 31,89 | 31,48 |
| 6. Albumini i globulini, % Albumins Globulins | 1,21 | 0,14 | 0,67 | 1,21 | 0,79 | 0,99 | 1,50 | 1,21 | 1,35 |
| 7. Pravi proteini, % Real Proteins | 35,33 | 35,41 | 34,91 | 34,41 | 34,71 | 34,26 | 34,62 | 34,39 | 34,12 |
| 8. 5-HMF (μmol/l) | 41,39 | 25,20 | 27,95 | 30,71 | 44,80 | 60,90 | 60,20 | 36,05 | 49,96 |

Zaključci

U uzorcima retentata u prahu veći je sadržaj ukupnih proteina i istraživanih proteinskih frakcija (nekazeinskog azota, neproteinskog azota, proteoza i peptona, kazeina i globulina i pravih proteina) i 5-HMF nego u punomasnom ili obranom mleku u prahu koji se nalaze u literaturi.

Na bazi navedenih rezultata može se zaključiti da u uzorcima retentata u prahu sa sadržajem proteina od 32,87 do 35,91⁰/₀ tokom 8-mesečnog skladištenja na temperaturi od 4 °C i 37 °C ne dolazi do bitnih promena sadržaja ukupnih proteina i proteinskih frakcija. U uzorcima retentata u prahu koji su skladišteni na 37 °C veći je sadržaj 5-HMF nego u uzorcima skladištenim na 4 °C.

Literatura

- CARIĆ, M.: »Tehnologija mleka 1. Koncentrisani i sušeni proizvodi«, Naučna knjiga, Beograd, 1985.
- CARIĆ, M., KALAB, M. (1987): **Food Microstructure** 6, 171—180.
- LUKAČ — SKELIN, J., HANSEN, P. S. (1978): **Mljekarstvo**, 28, 32—37.
- HARPER, W. J., HALL, W. C.: Dairy Technology and Engineering, The Avi Publishing Company, Westport, 1976.
- KING, N. (1966): **Dairy Sci. Abst.**, 28, 105—118.
- VALENT, M. (1975): **Pol'nohospodarstvo**, 21, 150, 162.
- CARIĆ, M., MILANOVIĆ, S., GAVARIĆ, D. (1983): **Hrana i ishrana**, 24, 5—6.
- MILANOVIĆ, S., CARIĆ, M., GAVARIĆ, D. (1983): **Mljekarstvo**, 53, 355—363.
- JIMENES-FLORES, KOSIKOWSKI, F. V. (1985): **Dairy Sci. Abst.**, 2603.
- PEJIĆ, O., ĐORĐEVIĆ, J.: Mlekarski praktikum, Zavod za izdavanje udžbenika i nastavna sredstva SR Srbije, Beograd, 1972.
- ROWLAND, J. S. (1938): **J. Dairy Res.**, 9, 42—47.
- KEENEY, M., BASSETTE, R. (1959): **J. Dairy Sci.**, 42, 945—960.