

Uticaj primenjenog pritiska prerade na bioaktivne komponente hraniva od perja

Šandor M. Kormanjoš¹, Slavko S. Filipović¹, Vera A. Radović², Đorđe G. Okanović¹, Zvonko B. Nježić¹

¹Univerzitet u Novom Sadu, Naučni institut za prehrambene tehnologije u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija

²Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, Čačak, Srbija

Izvod

Hemijske karakteristike sirovog perja ukazuju da perje dobijeno klanjem tovnih pilića predstavlja povoljnu sirovinu za preradu u proteinsko hranivo za ishranu određenih vrsta životinja. Međutim, proteini sirovog perja (keratini) slabo su svarljivi (oko 19%), pa čak i inertni u digestivnom traktu životinja. Poboljšanje svarljivosti proteina perja postiže se hidrolizom (alkalna, enzimska, mikrobiološka i hidrotermička). U praksi se najčešće primenjuje hidrotermička prerada sirovog perja. U ovom radu prikazani su rezultati ispitivanja uticaja primenjenog pritiska na nutritivnu vrednost brašna od hidrolizovanog perja. Tehnološki postupak hidrolize perja u vremenu trajanja hidrolize od 25 min pri pritisku od 3,5 bar i količini vode u sirovom perju oko 61% je najpovoljniji za preradu ove sirovine u proizvodnim uslovima. Svarljivost proteina perja prerađenog po navedenim tehnološkim uslovima iznosio je 81,71%.

Ključne reči: perje, hidroliza, svarljivost, cistin.

Dostupno na Internetu sa adrese časopisa: <http://www.ache.org.rs/HI/>

Nejestivi sporedni proizvodi sa linije klanja tovnih pilića predstavljaju značajan izvor proteina, masti i mineralnih materija, koji mogu da se koriste za proizvodnju visokoproteinskih hraniva za ishranu svinja i kućnih ljubimaca [1–4]. Proteini sirovog perja (keratini) slabo su svarljivi u organizmu životinja. Da bi se od perja tovnih pilića dobilo upotrebljivo hranivo za ishranu životinja, organsko đubrivo ili biogas, neophodno je izvršiti hidrolizu sirovog perja (hidrotermička, hemijska, mikrobiološka ili enzimska). Coward-Kelly Guillermo i sar. [5] kombinovanom metodom (termo-hemijski tretman) prerađivali su živinsko perje s ciljem dobijanja kaše od perja bogate aminokiselinama i polipeptidima, namenjene ishrani životinja. Keratin perja su tretirali kalcijum-hidroksidom. U organizmu preživara, produkcija amonijaka iz rastvorljivog keratina bila je slična onome iz sojinog zrna ili iz krupice semena pamuka, što je mnogo manje od onoga iz ureje. To je pokazatelj da amonijak oslobođen u organizmu goveda koja su hranjena rastvorljivim keratinom nije toksičan. Graziotin Adriane i sar. [6] primenili su mikrobiološki tretman za proizvodnju hidrolizata perja. Hidrolizat proteina perja dobijen je korišćenjem keratinolitičkih bakterija *Vibrio* sp. soja kr2. Bakterijski hidrolizat perja može se koristiti kao hranivo za ishranu životinja ili kao organsko đubrivo. Bertsch i Coello [7] ispitivali su mogućnost biotehnološke prerade živinskog perja sa ciljem recikliranja perja u hranivo za ishranu životinja. Hidroliza sirovog

NAUČNI RAD

UDK 637.63:66.094.941

Hem. Ind. 67 (1) 135–138 (2013)

doi: 10.2298/HEMIND120223044K

perja izvršena je primenom aerobnih keratinolitičkih bakterija *Kocuria rosea* LPB 3. Čelije bakterija tokom fermentacije proizvele su karotenoidne pigmente. Brašno od perja obogaćeno sa *Kocuria rosea* može biti korisno u ishrani životinja kao izvor proteina i pigmenta. Enzimska hidroliza postiže se primenom smeše enzima, koju sačinjavaju proteaze, lipaze i amilaze [8]. U praksi je široku primenu našla hidrotermička hidroliza keratina pod pritiskom. U procesu hidrolize perja stvaraju se izvesne količine nekarakterističnih i slabo usvojivih aminokiselina, kao što su: lantionin, lizinoalanin i dr. [9,10]. Pretpostavlja se da je L-lantionin proizvod drastične destrukcije cistina, i može poslužiti kao pokazatelj pravilnog izbora režima prerade sirovog perja u hranivo za ishranu životinja.

Predmet istraživanja u ovom radu je ispitivanje uticaja primenjenog pritiska pri termičkoj hidrolizi perja u industrijskim uslovima na hemijsko-nutritivne vrednosti hidrolizovanog perja, kao hraniva za ishranu životinja.

EKSPERIMENTALNI DEO

Materijal

Kao materijal za ispitivanja korišćeno je vlažno perje dobijeno sa linije klanja tovnih pilića.

Prerada

Uticaj primenjenog pritiska termohidrolize na kvalitet proizvedenih brašna ispitivan je pri pritisku od 3; 3,5 i 4 bar u trajanju od 25 min. Vlaga sirovog perja iznosila je oko 61%. Za hidrolizu sirovog perja primenjen je polukontinualni postupak. Kod polukontinualnog postupka prerade perja hidroliza sirovog vlažnog

Prepiska: Š. Kormanjoš, Naučni institut za prehrambene tehnologije, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija.

E-pošta: sandor.kormanjos@fins.uns.ac.rs

Rad primljen: 23. februar, 2012

Rad prihvaćen: 25. april, 2012

perja i delimično sušenje hidrolizovane mase vršeno je u hidrolizeru sa indirektnim zagrevanjem. Za konačno sušenje korištena je kontinualna cevna sušara sa recirkulirajućim vazduhom.

Hemijske analize

Sadržaj vlage, sirovih proteina, amonijačnog azota, α -amino azota i svarljivost proteina *in vitro* određen je po metodi A.O.A.C. [11].

Određivanje nivoa i udela neproteinskog azota u ukupnom azotu koristi za osnovu sposobnost trihlor-sirćetne kiseline (TCA) da taloži samo proteine. Iz filtrata, nakon tretmana sa TCA, određen je neproteinski azot Kjeldalovim metodom.

Cistin je određen jonoizmenjivačkom metodom na aminoanalizatoru Biotronik LC 5001, analizom prethodno oksidisanih uzoraka [12].

Statistička obrada rezultata

Svi dobijeni rezultati prikazani su kao aritmetičke sredine deset ponavljanja sa standardnom devijacijom. Poređenja dobijenih vrednosti obrađena su analizom varijanse, a statistička značajnost između pojedinih aritmetičkih sredina utvrđena *Duncan*-ovim višestrukim testom intervala. Za obradu podataka korišćen je softverski paket Statistica 9.1 [13].

REZULTATI I DISKUSIJA

Osnovni zadatak prerade perja sa linije klanja tovnih pilića radi dobijanja visokoproteinskog hraniva za ishranu životinja je hidroliza keratina, odnosno cepanje disulfidnih veza koje uslovljavaju inertnost prema dejstvu fermenata varenja. Postupak termohidrolize obezbeđuje razgradnju proteina keratina do polipeptida koji su pristupačni fermentima varenja (povećava *in vitro*

svarljivost proteina). Međutim, termohidroliza izaziva promene i u drugim, za ishranu životinja važnim sastojcima proizvedenih hraniva. Brzina i stepen hidrolize u mnogome zavisi pored drugih parametara (sastava početne sirovine, vremena tretiranja, temperature) i od primenjenog pritiska prerade. Termohidroliza pod pritiskom izaziva smanjenje proteinskog azota, a tokom procesa prerade raste sadržaj neproteinskog azota, amonijačnog azota i α -amino azota (kao posledica raskidanja disulfidnih veza, cepanja polipeptidnih lanaca, otcepljivanja slobodnih aminokiselina i razrušavanja strukture aminokiselina koje dovodi do stvaranja amonijaka, sumporvodonika itd.). Na pritisku od 3 bar proteinski azot se smanjio za 3,46% (sa 14,18 na 13,69%) u odnosu na sadržaj proteinskog azota u sirovom perju. Smanjenje proteinskog azota na pritisku od 3,5 bar iznosi 4,80% (sa 14,18 na 13,50%). Najviši primenjeni pritisak hidrolize izazvao je najveći gubitak proteinskog azota i iznosi 9,52% (sa 14,18% smanjio se na 12,83%). Smanjenje sadržaja proteinskog azota u odnosu na sadržaj u sirovom perju statistički je značajno (tabela 1). Gubitak proteinskog azota izazvao je povećanje sadržaja neproteinskog azota, amonijačnog i α -amino azota u hidrolizatu.

Hidrotermička hidroliza pod pritiskom značajno je povećala *in vitro* svarljivost proteina perja, i to: na pritisku od 3 bar sa 19,01 na 76,39%, primenom pritiska od 3,5 bar sa 19,01 na 81,71% i na 4 bar sa 19,01 na 87,03%. Promena svarljivosti proteina tokom prerade u odnosu na svarljivost u sirovom perju statistički je značajna (tabela 2). Statistički je značajna i razlika u svarljivosti brašna od hidrolizovanog perja proizvedenim na različitim pritiscima hidrolize (3; 3,5 i 4 bar).

Primenjeni režimi tehnološkog postupka prerade sirovog perja (pritisak hidrolize od 3; 3,5 i 4 bar, pri konstantnom vremenu od 25 min i konstantnom sadržaju

Tabela 1. Frakcije azota sirovog i hidrolizovanog perja (% u s.m.)
Table 1. Nitrogen fractions of raw and hydrolized feather

| Uzorak | Proteinski azot, % | Neproteinski azot, % | α -Amino azot, mg/100 g | Amonijačni azot, % |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|
| Sirovo perje | 14,18±0,16 ^c | 0,14±0,06 ^a | 0,0±0,00 ^a | 0,0±0,00 ^a |
| Hidrolizat na 3 bar | 13,69±0,20 ^b | 0,34±0,07 ^b | 109,6±14,28 ^b | 0,27±0,09 ^b |
| Hidrolizat na 3,5 bar | 13,50±0,27 ^b | 0,44±0,16 ^b | 154,2±18,25 ^c | 0,40±0,11 ^c |
| Hidrolizat na 4 bar | 12,83±0,43 ^a | 0,91±0,36 ^c | 223,0±18,03 ^d | 0,54±0,14 ^d |

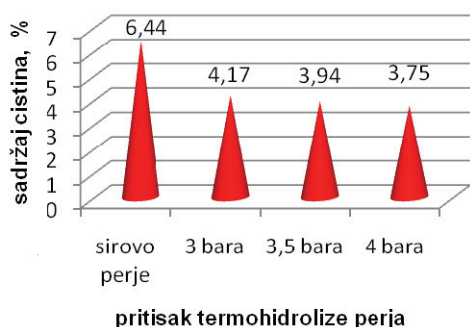
^{a,b,c,d}Vrednosti koje su označene istim slovima između sebe se ne razlikuju na nivou značajnosti $\alpha < 0,05$

Tabela 2. Sadržaja sirovih proteina (% u s.m.) i svarljivost proteina sirovog i hidrolizovanog perja
Table 2. Content of raw proteins (% D.M.) and digestibility of raw and hydrolized feather

| Uzorak | Sirovi proteini, % | Svarljivost proteina, % |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| Sirovo perje | 89,44±0,84 ^c | 19,01±1,05 ^a |
| Hidrolizat na 3 bar | 87,96±1,13 ^b | 76,39±2,67 ^b |
| Hidrolizat na 3,5 bar | 87,12±1,04 ^b | 81,71±4,51 ^c |
| Hidrolizat na 4 bar | 85,86±0,91 ^a | 87,03±4,79 ^d |

^{a,b,c,d}Vrednosti koje su označene istim slovima između sebe se ne razlikuju na nivou značajnosti $\alpha < 0,05$

vlage u sirovom perju od oko 61%) izazvali su značajno smanjenje sadržaja cistina u proteinima brašna od perja u odnosu na sadržaj u proteinima sirovog perja (slika 1).



Slika 1. Sadržaja cistina u proteinima sirovog i hidrolizovanog perja.

Figure 1. Cistine content in raw and hidrolized feather.

Pri pritisku od 3 bar sadržaj cistina se smanjio sa 6,44 na 4,17% (gubitak 35,25%), primenom pritiska od 3,5 bar sa 6,44 na 3,94% (gubitak 38,82%) i na pritisku od 4 bar sa 6,44 na 3,75% (gubitak 41,77%). Smanjenja sadržaja cistina u proteinima hidrolizata u odnosu na polaznu sirovinu statistički su značajna. Razlika u sadržaju cistina u proteinima hidrolizovanih brašna proizvedenih na pritisku od 3,5 i 4 bar statistički nije značajna, dok se ove vrednosti statistički značajno razlikuju od vrednosti dobijenim u brašnu proizvedenom na pritisku od 3 bar.

ZAKLJUČAK

– Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja i komparativne analize uticaja primenjenih pritisaka termohidrolize perja na hemijsko-nutritivne vrednosti proizvedenog finalnog proizvoda, može se zaključiti da je postupak hidrolize perja u vremenu trajanja hidrolize od 25 min pri pritisku od 3,5 bar i količini vode u sirovom perju cca 61% najpovoljniji za preradu ove sirovine u proizvodnim uslovima.

– Preradom sirovog perja dobijenog klanjem tovnih pilića dobijeno je visokoproteinsko hranivo sa izuzetno visokim sadržajem proteinskog azota, 13,50% (izraženo u s.m. uzorka) i povoljne *in vitro* svarljivosti proteina (81,71%).

– Primenjeni režimi tehnološkog postupka prerade sirovog perja izazvali su značajno smanjenje sadržaja cistina u proteinima brašna od perja u odnosu na sadržaj u proteinima sirovog perja.

– U skladu sa propisom Evropske Zajednice o neškodljivom uklanjanju sporednih proizvoda zaklane živine tehnološkim postupkom hidrolize perja dobija se nutritivno vredno hranivo namenjeno ishrani određenih vrsta životinja, a istovremeno se rešava i problem zaštite čovekove okoline.

Zahvalnica

Istraživanje je izvršeno u okviru Projekta broj 46012: „Istraživanje savremenih biotehnoloških postupaka u proizvodnji hrane za životinje u cilju povećanja konkurentnosti, kvaliteta i bezbednosti hrane“ finansiranog od Ministarstva za prosvetu i nauku Republike Srbije.

LITERATURA

- [1] M. Ristić, Đ. Okanović, T. Radusin, Contemporary approach to animal by-products disposal problems, *Food Processing Quality and Safety* **35** (2008) 81–92.
- [2] Š. Kormanjoš, M. Ristić, S. Filipović, Đ. Okanović, V. Radović, Ispitivanje hemijsko-nutritivne vrednosti proteinske kaše od perja i njena upotrebna vrednost, *Žito-hleb* **34** (2007) 147–151.
- [3] M. Sakač, M. Ristić, S. Filipović, A. Mišan, Proučavanje proizvodnje proteinskog hraniva dobijenog peletiranjem hidrolizovanog perja i sojine sačme, *Žito-hleb* **34** (2007) 123–128.
- [4] Đ. Okanović, M. Ristić, Š. Kormanjoš, S. Filipović, B. Živković, Chemical characteristics of poultry slaughterhouse by-products, *Biotechnology in Animal Husbandry* **25** (2009) 143–152.
- [5] G. Coward-Kelly, V.S. Chang, F.K. Agbogbo, M.T. Holtzapple, Lime treatment of keratinous materials for the generation of highly digestible animal: 1. Chicken feathers, *Bioresource Technol.* **97** (2006) 1337–1343.
- [6] A. Grazziotin, F.A. Pimentel, S. Sangali, E.V. de Jong, A. Brandelli, Production of feather protein hydrolysate by keratinolytic bacterium *Vibrio* sp. kr2, *Bioresource Technol.* **98** (2007) 3172–3175.
- [7] A. Bertsch, N. Coello, A biotechnological process for treatment and recycling poultry feathers as a feed ingredient, *Bioresource Technol.* **96** (2005) 1703–1708.
- [8] J. Harvey, Changing waste protein from a waste disposal problem to a valuable feed protein source: A role for enzymes in processing offal, feathers and dead birds, *Proceedings of Alltech's Eight Annual Symposium*, Nicholasville, KY, 1992.
- [9] S. Filipović, V. Radović, Đ. Okanović, M. Ristić, Š. Kormanjoš, V. Dasković, Production of dog food from protein meal obtained from processed poultry slaughter by-products, *Acta Agriculturae Serbica* **15** (2010) 25–30.
- [10] M. Ristić, Đ. Okanović, Š. Kormanjoš, Istraživanje kvaliteta proteinskog brašna proizvedenog od pratećih proizvoda zaklane živine, *Tehnologija mesa* **49** (2008), 202–208.
- [11] Association of Official Analytical Chemistry, AOAC (1984), *Official Methods of Analysis*. 14th ed., Washington, DC.
- [12] S. Moore, On the determination of cysteine as cysteic acid, *J. Biol. Chem.* **238** (1963) 235–237.
- [13] Statistica (data analysis software system), version 9.1, StatSoft, Inc., 2010, www.statsoft.com.

SUMMARY

INFLUENCE OF THE APPLIED PRESSURE OF PROCESSING UPON BIOACTIVE COMPONENTS OF DIETS MADE OF FEATHERS

Šandor M. Kormanjoš¹, Slavko S. Filipović¹, Vera A. Radović², Đorđe G. Okanović¹, Zvonko B. Nježić¹

¹University of Novi Sad, Institute of Food Technology, Novi Sad, Serbia

²University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Čačak, Serbia

(Scientific paper)

The feathers gained by slaughtering fattening chickens can be processed into protein meal for feeding certain animals, as indicated by its chemical characteristics. However, raw feather proteins (keratin) are faintly digestible (cca. 19%), even inert in digestive tract. Digestion of feather proteins could be improved by hydrolysis (alkaline, enzymatic, microbiological or hydrothermal). Practically, hydrothermal processing of raw feathers is mostly applied. The influence of hydrothermal processing under the pressures of 3.0, 3.5 or 4.0 bar on the nutritive value of the resulting meal is presented in this paper. For the hydrolysis of raw feathers, semi continuous procedure was applied. Semi continuous procedure of feathers processing comprise hydrolysis of raw wet feathers followed by partial drying of hydrolyzed mass that has to be done in a hydrolyser with indirect heating. Continuous tubular dryer with recycled air was used during the final process of drying. Protein nitrogen decreased by 3.46% and 4.80% in comparison with total protein nitrogen content in raw feathers under the pressure of 3.0 and 3.5 bar, respectively. The highest applied hydrolysis pressure caused the greatest loss of protein nitrogen up to 9.52%. Hydrothermal hydrolysis under pressure has increased *in vitro* protein digestibility significantly. Under pressure of 3.0, 3.5 and 4.0 bar digestibility of proteins increasing from 19.01 to 76.39, 81.71 and 87.03%, respectively. Under pressure of 3.0, 3.5 and 4.0 bar cysteine content decreased from 6.44 to 4.17% (loss 35.25%), 3.94 (loss 38.825%) and to 3.75% (loss 41.77%), respectively. These decreases are statistically significant. It can be concluded that the hydrolysis carried out under the pressure of 3.5 bar, during the period of 25 min, and with the content of water in raw feathers of cca. 61% is the optimal technological process for converting raw feathers into diets for certain animal diets.

Keywords: Feather • Hydrolysis • Digestibility • Cysteine