**HMF UMEDU NA TRŽIŠTU REPUBLIKE SRPSKE**

Biljana Pećanac1, Aleksandra Babić1, Jelena Aničić1, Drago N. Nedić1

1JU Veterinarski institute Republike Srpske "Dr Vaso Butozan“Banja Luka, 78000 BanjaLuka,

Bosna i Hercegovina, info@virsvb.com

Jedan od značajnih parametara kvaliteta meda je sadržaj hidroksimetilfurfurala (HMF). HMF je ciklički aldehid koji nastaje dehidracijom fruktoze i glukoze u kiselom mediju, ali može nastati i u *Maillardovim* reakcijama. Udio HMF se isprva koristio kao indikator falsifikovanja meda dodavanjem sirupa od invertnog šećera. Međutim, brzo se uočilo kako prirodnio zagijavani medovi takođe imaju više udjele HMF pa je udio ove materije postao pokazatelj zagrijavanja i neadekvatnog čuvanja i skladištenja meda.Unatoč tome, izrazito visoki nivoi još uvijek mogu biti pokazatelj falsifikovanja meda. Prema Pravilniku o kvalitetu pčelinjih proizvoda (Službeni glasnik RS, br.14/16), dozvoljeni udio HMF iznosi 40 mg/kg a isti dozvoljeni sadržaj propisuju i Codex Standard i Evropska regulative (Codex Alimentarius Commission 2001, Council Directive 2001/110/EC). Iznimku čine medovi koji potiču iz zemalja ili regija sa tropskom klimom i temperaturom u kojima je dozvoljen udio od 80 mg/kg.

Osnovi cilj rada bio je utvrđivanje nivoa HMF u različitim vrstama meda koji potiče sa tržišta Republike Srpske i od otkupljivača meda i usaglašenost sa propisanim zahtjevima kvaliteta. Sadržaj HMF je utvrđen spektrofotometrijskom metodom po *Winkleru.* Ispitivanje je sprovedeno u 132 uzorka meda, a udio HMF se kretao u rasponu od 0,25 do 757,0 mg/kg.

Vrijednosti HMF do 10 mg/kg, utvrđene su u 84 uzorka (63,64%), a u 26 uzoraka (19,70%) vrijednosti HMF su se kretale od 10 do 40 mg/kg. Od ukupno ispitanih uzoraka, 16,67% uzoraka nije ispunjavalo propisane uslove kvaliteta u pogledu udjela HMF.

**Ključne riječi***: kvalitet meda, HMF, falsifkovanje*

**UVOD**

Med je visokovrijedna namirnica izuzetnog sastava i svojstava čija je hranljiva i ljekovita vrijednost od davnina poznata. Najznačajniji je pčelinji primarni proizvod kako u kvantitativnom, tako i u ekonomskom pogledu. Istorija korištenja meda duga je koliko i istorija čovjeka i gotovo da sve prve civilizacije poseduju pisane dokumente o korištenju meda, kao jednog od izvora hrane, ili kao simbola u religioznim, magijskim i isceliteljskim ritualima [1].

U hemijskom smislu, med je izuzetno složena smjesa više od 200 različitih komponenata [2,3,4]. Neke od ovih komponenti u med dodaju pčele, neke vode porijeklo od medonosnih biljaka, a neke nastaju tokom zrenja meda u saću. Uprkos razvoju analitičke hemije i primjeni savremenih metoda za analizu meda, sastav meda do danas nije u potpunosti definisan i razjašnjen. To onemogućava industrijsku proizvodnju meda, tako da on zadržava svojstvo prirodne namirnice, proizvedene isključivo od strane pčela. Možda najvažnije svojstvo kojim se može opisati hemijski sastav meda je varijabilnost, jer praktično nepostoje dva identična uzorka meda. Različite vrste meda, kao i med unutar pojedine vrste, razlikuju se po svom sastavu u zavisnosti od botaničkog i geografskog porijekla, klimatskih uslova, vrste pčela i pčelarske proizvođačke prakse (način prerade i skladištenje meda) [5]. Najzastupljeniji sastojci meda su ugljikohidrati i voda, koji zajedno čine više od 99% meda. Ostatak čine proteini (uključujući enzime), minerali, vitamini, organske kiseline, fenolna jedinjenja, aromatična jedinjenja i razni derivati hlorofila. Iako je sadržaj tih jedinjenja u medu veoma mali (<1%), oni su uglavnom odgovorni kako za senzorna, tako i za nutritivna svojstva meda.

Prema Pravilniku o kvalitetu pčelinjih proizvoda [6], med je prirodno sladak, tečni, viskozni ili kristalizovan proizvod, koji proizvode medonosne pčele (*Apismellifera*) od nektara cvjetova medonosnih biljaka, ili od sekreta iz živih dijelova biljaka ili iz izlučevina kukaca, koje pčele sakupljaju, dodaju mu vlastite specifične materije, skladište, izdvajaju vodu i odlažu u ćelije saća do sazrijevanja.

Jedan od značajnih parametara kvaliteta meda je sadržajhidroksimetilfurfural(HMF). HMF je ciklički aldehid koji nastaje dehidracijom fruktoze i glukoze u kiselom mediju, ali može nastati i u *Maillardovim* reakcijama. HMF se dalje razlaže na levulinsku i mravlju kiselinu. Brzina same reakcije je veća pri povišenoj temperaturi, a porast brzine proporcionalan je porastu temperature [7,8]. Udio hidroksimetilfurfurala u svježem procijeđenom medu obično ne prelazi 10 mg/kg. Ako je udio iznad te vrijednosti, to može biti znak prekomjernog zagrijavnja prilikom prerade [7]. Prema istraživanjima, vrijeme potrebno za nastanak 30 mg/kg HMF-a u medu pri temperaturi od 30°C iznosi do 300 dana, a pri temperaturi od 80°C za postizanje iste količine HMF-a potrebno je manje od 2 sata [9,10]. Pojava i udio HMF u medu zavise isto tako i od hemijskih karakteristika koje zavise od biljnog porijekla meda (pH, ukupna kiselost, aktivitet vode i količina mineralnih materija), upotrebe metalne ambalaže i izloženosti svjetlosti [10,11,12].

Udio HMF-a se isprva koristio kao indikator falsifikovanja meda dodavanjem sirupa od invertnog šećera. Međutim, brzo se uočilo kako prirodni zagrijavani medovi također imaju više udjele HMF-a pa je udio ove materije postao pokazatelj pregrijavanja i svježine meda[13,14,15].Unatoč tomu izrazito visoki sadržaji (iznad 100 mg/kg) još uvijek mogu biti pokazatelj falsifikovanja meda [15].

Zappalà i saradnici ističu važnost utvrđivanja sadržaja HMF u medu kao značajnog parametra kod procjene kvalitete meda. Takođe, navode da HMF generalno nije prisutan u svježem meda i da visoke vrijednosti HMF iznad propisanog nivoa ukazuju da je med pregrijavan tokom obrade, duže skladišten ili falsifikovan sa invertnim šećerom. Manipulacija medom i mogućnost falsifikovanja odražava se na fizičko-hemijske osobine, kao što su sadržaj HMF i šećera [16,17,18,19,20].

Budući da je med skuplji od šećera, u nekim zemljama i nekoliko puta, uvijek se našlo nesavjesnih pčelara koji su nastojali iskoristiti tu činjenicu i proizvesti falsifikovan med  
na različite načine. Jedan od načina falsifikovanja meda je dodavanje različitih šećernih sirupa tokom ili nakon proizvodnje meda. Šećerni sirupi mogu da budu na bazi škroba, fruktozni kukuruzni sirup, glukozni sirup i saharozni sirup, koji su proizvedeni iz šećerne repe ili trske[2,5,21,22,23,24].

S obzirom da je med proizvod koji je na listi najčešće falsifikovane hrane [25], komisija Evropske unije podstiče razvoj novih analitičkih metoda za praćenje i proveru kvaliteta meda i identifikaciju geografskog porekla. Karakterizacija meda i stvaranje odgovarajućih baza podataka je aktuela problematika kako u evropskim zeljama, tako i u van evropskim, i podržana od strane Međunarodne komisije za med (*International Honey Commission, IHC*).

**MATERIJAL I METODE RADA**

Sadržaj hidroksimetilfurfurala (HMF) utvrđen je u uzorcima različitih vrsta meda, dostupnihna tržištu Republike Srpske. Uzorci su dostavljeni od strane inspekcijskih organa, samih proizvođača i otkupljivača meda.Ispitivanje je sprovedeno u 132uzorka medau periodu 2014-2016. godine.S obzirom na porijeklo medonosnih biljaka ili medne rose, ispitivanje je sprovedeno na sljedećim vrstama meda: cvjetni med, med od kadulje, lipe, kestena, bagrema, medljikovac i miješani med. Do momenta ispitivanja, medovi su čuvani na temperaturi od 18 °C do 22°C i analizirani što je prije moguće.Prije same analize, izvršena je homogenizacija meda bez zagrijavanja.

Određivanje sadržaja hidroksimetilfurfurala оbavljeno је metodom po Winkler-u. Metoda se temelji na reakciji hidroksimetilfurfurala sa barbiturnom kiselinom i p-toluidinom, pri čemu nastaje ružičasta boja,koja se mjeri na talasnoj dužini od 550nm.Priprema uzorka za analizu se sastoji u homogenizaciji uzorka bez zagrijavanja.Odmah nakon pripreme, nastavi se određivanje.Sadržaj HMF se izražava u mg/kg meda.

**REZULTATI I DISKUSIJA**

U periodu od 2014-2016. godine, na sadržaj hidroksimetilfurfurala (HMF) ispitano je 132 uzorka različitih vrsta medova.S obzirom na porijeklo medonosnih biljaka ili medne rose, ispitivanje sadržaja HMF je sprovedeno na sljedećim vrstama meda: cvjetni med, med od kadulje, lipe, kestena, bagrema, medljikovac i miješani med. Najzastupljenija vrsta meda analizirana na sadržaj HMF bio je cvjetni ili poliflorni med od više biljnih vrsta (70%).

Udio HMF-a se kretaourasponuod0,25 do 757,0 mg/kg (Tabela 1).Vrijednosti HMF-a do 10 mg/kg, utvrđene su u 84 uzorka meda (63,64%), pri čemu je minimalan sadržaj HMF bio 0,25 mg/kg. U 26 uzoraka (19,70%), utvrđene vrijednosti HMF-a su se kretale od 10 do 40 mg/kg, a rezultati su varirali od minimalno 10,55 mg/kg do maksimalno 38,2 mg/kg. Najniža vrijednost HMF je utvrđena u medljikovcu (0,25 mg/kg), a najviša u cvjetnom medu (757,0 mg/kg).

Na osnovu rezultata ispitivanja (Grafikon 1), može se vidjeti da 16,67% uzoraka nije ispunjavalo propisane zahtjeve kvaliteta u pogledu sadržaja HMF.

Viši sadržaj HMF od 40 mg/kg utvrđen je u cvjetnom medu (19 uzoraka), bagremovom medu (2 uzorka) i medu od kestena (1 uzorak). Kestenov med, sa utvrđenim sadržajem HMF 213,3 mg/kg, dostavljen je od potrošača radi kontrole kvaliteta meda i mogućnosti konzumiranja istog. Med je skladišten duži vremenski period (3-4 godine), pri čemu je bio izložen sezonskim promjenama temperature. Izuzev HMF, ostali fizičko-hemijski parametri kvaliteta su ispunjavali propisane zahtjeve kvaliteta. S obzirom da skladištenje meda ima uticaja na vrijednost HMF, mišljenja smo da je u navedenom medu došlo do hemijskih promjena na šećerima i formiranja većeg udjela HMF.

*Tabela 1. Pregled sadržaja HMF (mg/kg) i broja uzoraka u periodu od 2014-2016. godine*

*Table 1.The display of the HMF content (mg / kg) and the number of samples in the period from 2014 to 2016. Years*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sadržaj HMF mg/kg | Broj uzoraka | Minimalan sadržaj | Maksimalan sadržaj | Ukupan broj uzoraka |
| 2014. godina | | | | |
| <10 | 18 | 2,3 | 9,9 | 28 |
| 10-40 | 9 | 11,5 | 38,2 |
| >40 | 1 | - | 471,9 |
| 2015-2016. godine | | | | |
| <10 | 66 | 0,25 | 7,7 | 104 |
| 10-40 | 17 | 10,6 | 37,6 |
| >40 | 21 | 62,5 | 757,0 |
| Ukupan broj uzoraka | | | | 132 |

*Grafikon 1. Zastupljenost uzoraka meda u zavisnosti od sadržaja HMF (mg/kg)*

*Figure 1. Representation of honey samples depending on the content of HMF (mg / kg)*

Ispitivanjem organoleptičkih svojstava, kod svih uzoraka meda sa izrazito visokim sadržajem HMF-a u odnosu na dozvoljene granice, zapažen je ukus i miris nesvojstven medu, a aroma je podsjećala na aromu bombonskog sirupa. Povećan sadržaj HMF-a koji je više pokazatelj zagrijavanja, dužeg skladištenja meda, u ovom slučaju može biti jedan od pokazatelja falsifikovanja meda koje se navodi u brojnim studijima [16,19,20,26,27,28].

Otapanjem i hidrolizom šećernih sirupa u postupku falsifikovanja meda,unekontrolisanim uslovima temperature i vremena trajanja postupka, kao posljedica hemijskih promjena na šećerima, dolazi do povećanog sadržaja HMF, ali i većeg sadržaja saharoze, zaostale zbog nepotpune hidrolize.

Znanstvenici Kubis i Ingr, su u svom istraživanju došli su do spoznaje da udio HMF-a grijanjem uzoraka meda do 50ºC sporo raste, dok se zagrijavanjem na 82ºC udio HMF-a poveća deset puta od graničnih vrijednosti [18].

U odnosu na ukupan broj medova sa povećanim sadržajem HMF iznad 40 mg/kg, prema porijeklu medonosnih biljaka, u 86% slučajeva medovi su pripadali cvjetnom meda. Kako cvjetni med ima velike varijacije ukusa, boje i mirisa, mišljena smo da je kod sortnih, odnosno monoflornih medova, mnogo teže izvršiti falsifikovanje meda jer isti imaju izražene i svojstvene organoleptičke osobine, više prepoznatljive potrošaču.

Naši rezultati ispitivanje u pogledu sadržaja HMF nisu u saglasnosti sa rezultata do kojih su došli drugi autori jer su utvrđene vrijednosti više od vrijednosti koje se navode u drugim studijama. Mendes i saradnici su analizirali 25 vrsta medova s područja Portugala i Španjolske te u 12 uzoraka utvrdili udio HMF-a iznad dopuštenih 40 mg/kg, dok je jedan uzorak imao čak 471 mg/kg [29]. U ovoj studiji, udio uzoraka koji ne ispunjavaju zahtjeve kvaliteta u pogledu sadržaja HMF je 48%, što je više u odnosu na naše rezultate.

U jednoj studiji sprovedenoj u Alžiru, između ostalih fizičko-hemijskih parametara kvaliteta meda, ispitivao se sadržaj HMF u 16 uzoraka. U 11 uzoraka sadržaj HMF bio je viši od 40 mg/kg, od kojih su u 7 uzoraka vrijednosti bile iznad 80 mg/kg. Najviša utvrđena vrijednost HMF bila je 205,0 mg/kg, što je, takođe, niže od naših rezulatata. Kao jedan od mogućih uzroka visokih vrijednosti HMF iznad propisanog nivoa, pored pregrijavanja tokom obrade meda i dužeg skladištenja, autor navodi falsifikovanje sa invertnim šećerom[30].

Udio HMF-a u medovima Pomerijske ragije iznosio je 0,58 mg/kg u cvjetnom medu, 0,64 mg/kg u medu uljane repice, 0,36 mg/kg u medu od vrijeska, 1,65 mg/kg u medu od heljde, 0,71 mg/kg u medljikovcu te 0,68 mg/kg u medu od lipe [32]. Udio HMF-a u marokanskom medu kretao se od 3,2 do 52,6 mg/kg [33]. U 12 različitih vrsta medova Brazila udio HMF-a kretao se u rasponu od najmanje 2,15 u eukaliptusu do 4,12 mg/kg u medu biljke Cassia, Eupatorium sp [34]. U različitim vrstama australijskih medova, sadržaj HMF se kretao u intervalu 0,04-74,9 mg/kg[20,31].

Kada je riječ o štetnom djelovanju HMF na ljudsko zdravlje, tu postoje oprečna mišljenja[35]. Značajan broj autoranavodi da HMF i njegovi metaboliti predstavljaju potencijalnu opasnost po ljudsko zdravlje jer djeluju mutageno, kancerogeno i citotoksično [11,35,36]. Takođe, epidemiološke studije su identifikovale HMF u karamelizovanom šećeru čije se konzumiranje može povezati sa rizikom od kolorektalnog karcinoma [37]. Postoje, međutim, navodi da HMF u hrani nije štetna materija i da mnogi proizvodi koji sadrže šećere (džemovi, sirupi, melasa i sl.) imaju 10-100 puta veći sadržaj HMF od sadržaja u medu. Takođe, prehrambeni artikli koji sadrže visoko fruktozne kukuruzne sirupe, kao na primjer gazirana bezalkoholna pića, mogu imati sadržaj HMF od 100 do 1000 mg/kg [7].

**ZAKLJUČAK**

Na osnovu prikazanih rezultata dobijenih ispitivanjem sadržaja HMF u različitim vrstama meda, može se zaključiti sljedeće:

1. Utvrđen sadržaj HMF kretao se u inervaluod0,25 mg/kg u medljikovcu do 757,0 mg/kg u cvjetnom medu.
2. Vrijednosti HMF-a do 10 mg/kg utvrđene su u 84 uzorka meda, odnosno u 63,64% od ukupno ispitivanih uzoraka meda.
3. Vrijednosti HMF-a od 10 do 40mg/kg utvrđene su u 26 uzorka meda, odnosno u 19,70% od ukupno ispitivanih uzoraka meda
4. Od ukupno ispitivanih uzoraka meda,22 uzorka (16,67%) nije ispunjavalo propisane zahtjeve kvaliteta zbog sadržaja HMF iznad 40 mg/kg meda.
5. Kod uzoraka meda sa izrazito povećanim vrijednostima HMF, organoleptičkim pregledom je utvrđen nesvojstven miris i ukus meda.
6. Izrazitovisoka vrijednost sadržaja HMF u medu može poslužiti kao pokazateljfalsifikovanjameda.

**LITERATURA**

[1]Bogdanov, S.: The Book of Honey, Chapter 1, A Short History of Honey, Bee Product Science (2010).

[2]Kaškoniené, V. and P.R. Venskutonis: Floral markers in honey of various botanical and geographic origins: a review. Comprehensive Reviews in FoodScience and Food Safety, 9, (2010a) 620-634.

[3]Cajka, T., J. Hajšlová, J. Cochran, K. Holadová, E. Klimánková: Solid phase microextration-comprehensive two-dimensional gas chromatographytime-of-flight mass spectrometry for the analysis of honey volatiles. Journal of Separation Science, 30 (2007) 534-546.

[4]Aliferis, K.A., P.A. Tarantilis, P.C. Harizanis, E. Alissandrakis: Botanical Discrimination and Classification of Honey Samples Applying Gas Chromatography/Mass Spectrometry. Fingerprinting of Headspace Volatile Compounds.Food Chemistry, 121(3) (2010) 856-862.

[5]Anklam, E.: A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey, Food Chem. 63, (1998) 549–562.

[6]Pravilniku o kvalitetu pčelinjih proizvoda (Službeni glasnik Republike Srpske, br. 14/16)

[7]<http://www.airborne.co.nz/enzymes.html> (15.08.2016)

[8]Kowalski, S.: Changes of antioxidant activity and formation of 5- hydroxymethylfurfural in honey during thermal and microwave processing. Food Chemistry, 141,(2) (2013) 1378–1382.

[9]Zhang, Y.: Kinetics of 5-hydroxymethylfurfural formation in Chinese acacia honey during heat treatment.Food Science and Biotechnology, **21**(6), (2012) 1627-1632.

[10]Fallico, B., M. Zappala, E. Arena, A. Verzera: Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. Food Chemistry, 85, (*2*), (2004) 305–313.

[11]Islam, N., K. Khalil, I. Asiful and Gan, S.K: Toxic compounds in honey. Journal of Applied Toxicology, Volume 34, Issue 7, (2014) 733–742.

[12]Spano, N., L. Casula, A. Panzanelli, M.I. Pilo, P.C. Piu, R. Scanu, A. Tapparo, G. Sanna: An RP-HPLC determination of 5-hydroximethylfurfural in honey. The case of strawberry tree honey.Talanta 68, (2006)1390-1395.

[13]Azeredo, L.D.C., M.A.A. Azeredo, S.R. De Souza, V.M.L. Dutra: Protein contents and physicochemical properties in hiney samples of Apis mellifera of different floral origins. Food Chem. 80,(1999) 249-254.

[14]Ramirez Cervantes, M.A., S.A. Gonzales Novelo, E. Sauri Duch: Effect of temporary thermic treatment of honey on variation of the quality of the same during storage. Apiacta 35, (2000)162-170.

[15]<http://www>. pcelinjak.hr/OLD/index.php (10.08.2016)

[16]Zappalà, M, B. Fallico, E. Arena and A. Verzera: Methods for the determination of HMF in honey: a comparison. Food Control*,* 16 (2005) pp. 273–277.

[17]Singh, N, P.K. Bath and S. Narpinder: Relationship between heating and hydroxymethylfurfural formation in different honey types. J Food Sci and Technology, 35 (1998) 154–156.

[18]Kubis, I. and I. Ingr: 1998. Effects inducing changes in hydroxyl- methylfurfural content in honey. Czech J of Animal Sci, 43 (1998) 379–383.

[19]Doner, L.W: 1977. The sugars of honey: A review. J Sci Food Agrc, 28 (1997) 443-456.

[20][Ajlouni](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814609009716), S., [P. Sujirapinyokul](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814609009716): Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian honey. FoodChemistry, [Volume 119, Issue 3](http://www.sciencedirect.com/science/journal/03088146/119/3) (2010) 1000–1005.

[21][Tosun, M](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Tosun%20M%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=23411291).: Detection of adulteration in honey samples added various sugar syrups with 13C/12C isotope ratio analysis method. Food Chem. [Volume 138, Issues 2–3](http://www.sciencedirect.com/science/journal/03088146/138/2) (2013) 629–1632.

[22]Rybak-Chmielewska, H.: Changes in the carbohydrate composition of honey undergoing during storage. Journal of Apicultural Science, 51(1) (2007a) 39-47.

[23]Rybak-Chmielewska, H.: High performance liquid chromatography (HPLC) study ofsugar composition in some kinds of natural honey and winter stores processed by bees from starch syrup. Journal of Apicultural Science, 51(1) (2007b) 23-37.

[24]Kaskoniene V., P.R. Venskutonis, V. Ceksterytč: Carbohydrate composition and electrical conductivity of different origin honeys from Lithuania. Food Science and Technology, 43(5), (2010b) 801–807.

[25]<http://ec.europa.eu/food/safety/rasff/index_en.htm> (10.08.2016)

[26]Singh, N., P.K. Bath, and S. Narpinder: Relationship between heating and hydroxymethylfurfural formation in different honey types. J Food Sci and Technology, 35 (1998) 154–156.

[27]Kubis, I. and I. Ingr: Effects inducing changes in hydroxyl- methylfurfural content in honey. Czech J of Animal Sci, 43 (1998) 379–383.

[28]Salim, H. Zerrouk, G. Biagio, E.N. Fallico, G.F. Arena, A. Ballistreri and A.B. Larbi: Quality Evaluation of Some Honey from the Central Region of Algeria. Jordan Journal of Biological Sciences, Volume 4, Number 4 (2011) 243-247.

[29]Mendes, E., P.E. Brojo, I.M.P.L.V.O. Ferreira, M.A. Ferreira: Quality evaluation of Portugese honey, Carb. Pol. 37, (1998) 219- 223.

[30]Zerrouk, S.H., G. Biagio, E.N. Fallico, G.F. Arena, Ballistreri and L. A. Boughediri: Quality Evaluation of Some Honey from the Central Region of Algeria. Jordan Journal of Biological Sciences, Volume 4 (4) (2011) 243 - 248

[31]Mehryar, L.: Modeling the effect of temperature and relative humidity on physicochemical properties of honey. M.Sc Thesis. Fac. Agric. University of Urmia. Urmia., Iran, 2010.

[32]Nanda, V., B.C. Sarkar, H.K. Sharma, A.S. Bawa: Physico-chemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in Northern India. J. Food Comp. Anal. **16**, (2003) 613- 619.

[33]Terrab, A., M.J. Diez, F.J. Heredia: Characterization of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. Food Chem. **79,** (2002) 373-379.

[34]Azeredo, L.D.C., M.A.A. Azeredo, S.R. De Souza, V.M.L. Dutra: Protein contents and physicochemical properties in hiney samples of Apis mellifera of different floral origins. Food Chem**. 80, (1999)** 249-254.

[35]Spano, N., M.Ciulu, I. Floris, A. Panzanelli, M.I. Pilo, P.C. Piu: A direct RP-HPLC method for the determination of furanic aldehydes and acids in honey. Talanta 78, (2009) 310-314.

[36]Kmecl, V., M.I. Smodiš Škerl: A comparison of two methods for determination of HMF in honey and bee food: HPLC method versus spectrophotometric Winkler method, 49. hrvatski i 9. međunarodni simpozij agronoma, Dubrovnik, 2014.

[37]Bruce, W.R., M.C. Archer, D.E. Corpet, A. Medline, S. Minkin, D. Stamp: Diet, aberrant crypt foci and colorectal cancer. Mutat. Res. 290 (1) (1993) 111-118.

**HMF IN HONEY ON THE MARKET OF THE REPUBLIC OF SRPSKA**

Biljana Pećanac1, Aleksandra Babić1, Jelena Aničić1, Drago N. Nedić1

PI Veterinary Institute of the Republic of Srpska "Dr Vaso Butozan" Banja Luka,

One of the important parameters of honey quality is content of hydroxymethylfurfural (HMF). HMF is a cyclic aldehyde which is formed by dehydration of fructose and glucose in an acid medium, or may be formed in the Maillard reactions. The content of HMF was initially used as an indicator of falsification of honey by adding syrup of invert sugar. However, it was quickly noticed how natural, overheated honeys also have higher content of HMF, the content of these substances has become an indicator of warming and inadequate storage and warehousing of honey. Athough, extremely high levels can still be an indicator of adulteration of honey. According to the Regulations on the quality of bee products (Official Gazette of Republic of Srpska, No.14/16), allowed content of HMF is 40mg/kg and the same quantity is required byCodex Standard and European regulations (Codex Alimentarius Commission in 2001, Council Directive 2001/110/EC). Honeys originating from countries or regions with tropical climate and temperatures are allowedto have content of 80 mg/kg.

The main goal of this study was to determine the levels of HMF in different types of honey originating from the market of the Republic of Srpska and their compliance with the requirements of quality. The content of HMF was determined by spectrophotometric method by Winkler. We examined 132 samples of honey, and content of HMF was ranged from 0.25 to 757.0 mg/kg. The values of HMF to 10 mg/kg, were found in 84 samples (63.64%) and in 26 samples (19.70%), HMF values ranged from 10 to 40 mg/kg. 16.67% of total samples did not have the required quality of HMF.

**Keywords**: quality of honey, HMF, falsification