

## PRIMERJAVA RAZLIČNIH GENOTIPOV HMELJA GLEDE NA VSEBNOST BETA-KISLIN

Iztok Jože KOŠIR<sup>1</sup>, Andreja ČERENAK<sup>2</sup> in Miha OCVIRK<sup>3</sup>

Izvirni znanstveni članek / scientific article

Prispelo / received: 26. oktober 2018

Sprejeto / accepted: 17. december 2018

### Izvleček

V pričujoči raziskavi smo se osredotočili na vsebnosti beta-kislin v različnih genotipih hmelja iz kolekcije žlahtniteljskega programa IHPS, z namenom ugotavljanja potencialno zanimivih za gojenje za namen pridelave beta-kislin, katerih potencialna uporaba se kaže v uporabi pripravkov za zatiranje varoje pri čebelah. V ta namen smo v času tehnološke zrelosti izbrali 31 vzorcev in v njih določili alfa- in beta-kislino ter vsebnosti eteričnega olja. Med genotipi smo odkrili pet takšnih, kjer je bila vsebnost beta-kislin več kot 6 %. Vsebnosti alfa-kislin pri teh genotipih niso dosegale visokih vrednosti in je bilo zato tudi razmerje alfa/beta relativno nizko.

**Gljučne besede:** hmelj, beta-kislino, alfa-kislin, eterično olje, genotipi

## COMPARISON OF DIFFERENT HOP GENOYPES WITH RESPECT TO BETA-ACIDS CONTENT

### Abstract

In this study, we focused on the content of beta-acids in various hop genotypes from the SIHRB breeding program, with the aim to identify potentially interesting cultivars for producing beta-acids which are recently showing potential use for varroa suppression on bees. We selected 31 hop genotypes during the technological maturity and determined alpha- and beta-acids, as well as the content of essential oil. Among the genotypes we found five breeding lines where beta-acids content was over 6%. The alpha-acids content of these genotypes did not reach high values and therefore the alpha/beta ratio was relatively low.

**Key words:** hops, beta-acids, alpha-acids, essential oil, genotypes

---

<sup>1</sup> Doc. dr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Cesta Žalskega tabora 2, 3310 Žalec, Slovenija, e-pošta: iztok.kosir@ihps.si

<sup>2</sup> Izr. prof. dr., isti naslov, e-pošta: andreja.cerenak@ihps.si

<sup>3</sup> Dr., isti naslov, e-pošta: miha.ocvirk@ihps.si

## 1 UVOD

V Sloveniji je trenutno približno 8.500 čebelarjev, ki imajo v lasti in oskrbi 150.000 čebeljih družin in letno pridelajo od 2.000 do 2.500 t medu ter drugih čebeljih izdelkov. Tako predstavlja čebelarstvo pomemben gospodarski delež našega kmetijstva (KGZS, 2018).

V čebelarstvu je v zadnjih letih prisotna tendenca naraščajoče uporabe ekoloških pripravkov za zatiranja varoje (*Varroa destructor*), torej takih, ki so sprejemljivi za čebeljo družino in zagotavljajo neoporečnost čebeljih pridelkov. Trenutno so prevladujoči tretmaji s preparati na osnovi mravljične in oksalne kisline. Hkrati so poznani in za ekološko zatiranje priznani še pripravki na bazi rastlinskih ekstraktov. Pri uporabi kateregakoli priprava je potrebno paziti predvsem na stranske toksične lastnosti za čebeljo družino. Posebno pozornost zahteva proučitev možnosti prehajanja učinkovin v med in druge čebelje izdelke, kar ni dovoljeno, še posebej v primeru, ko takšne učinkovine predstavljajo tudi tveganje za človeka (Uradni list RS, št. 4/11, 2011).

V zadnjem času so se na tujih trgih začeli pojavljati preparati na osnovi hmeljevih beta-kislin, ki se ponujajo kot alternativa in so prepoznani kot neškodljivi ter posledično za njih ni postavljenih mejnih vrednosti ostankov (Maximum Residue Limit - MRL) (European Medicines Agency, 2017).

Pomembna panoga v slovenskem kmetijstvu je tudi hmeljarstvo, kjer letno pridelamo okoli 2.500 t hmelja in proizvodov iz hmelja, kar uvršča Slovenijo na peto mesto v svetovnem merilu s 3 % svetovne proizvodnje (IHGC, 2018). Dejstvo v hmeljarstvu je, da se vsaj 95 % vsega pridelka porabi usmerjeno v pivovarske namene. Posledično hmeljarska panoga vedno išče alternativne uporabe hmelja izven pivovarske panoge, toliko bolj v času tržnih viškov hmelja (Lavrenčič in sod., 2014). Poleg vloge hmelja v pivu kot surovine, ki zaokroži okus in aromo, je njegova zelo pomembna vloga tudi vloga konzervansa, saj je pivo ena redkih pijač, kjer se ne uporabljajo dodani konzervansi. Zaščitno vlogo v tem primeru imajo hmeljne beta-kisline, ki imajo dokazano protimikrobno učinkovanje (Suzuki, 2015).

Hmelj je vir snovi, ki dajo pivu značilno sveže grenak okus (alfa- in beta-kisline) in tistih, ki prispevajo k aromi piva (poleg omenjenih alfa- in beta-kislin tudi nekatere sestavine hmeljnega eteričnega olja). Primarne spojine so grenčine, iz njih pa nastanejo z oksidacijo in kondenzacijo mehke in trdne smole. Mehke smole sestavljajo alfa-kisline (humuloni) in beta-kisline (lupuloni) (Ocvirk in sod., 2016). Različne sorte hmelja se razlikujejo po sestavi grenčin in obstojnosti le-teh med skladiščenjem. Količina alfa- in beta-kislin je odvisna od sorte hmelja, rastišča, klimatskih pogojev in stopnje zrelosti pridelka (Ocvirk in sod., 2018). Beta-kisline

pri varjenju piva ne prispevajo toliko h grenčici kot alfa-kisline, zato visok delež beta-kislin ni cilj vzgoje novih sort hmelja, uporabnih v pivovarstvu. Beta-kislinam se pripisuje tudi ostrejša, manj zelena grenčica kot alfa-kislinam, zato se za pivovarstvo razvijajo sorte z nižjo celokupno vsebnostjo beta-kislin. Ravno beta-kisline pa imajo protivnetno in antibakterijsko delovanje (predvsem proti Gram pozitivnim bakterijam). Znana je objava o vplivu beta-kislin hmelja na antilisterijski učinek v živilski industriji (Shen and Sofos, 2008), ravno tako pa poročajo o uporabi beta-kislin v industriji sladkorja, kjer beta-kisline (blagovna znamka BetaStab®) zelo dobro biocidno zavirajo razvoj anaerobnih bakterij (Pollach in sod., 2002).

Že v preteklosti so se ostanki hmelja uporabljali kot dodatek pri krmi živali, zlasti pri prašičih (Brosen in sod., 2002). Opaženo je bilo, da so te živali imele izboljšano zdravstveno stanje v primerjavi s kontrolnimi živalmi, ki jim niso dodajali hmelja. Glede na to, so bili opravljeni nadaljnji poskusi na kokoših v baterijski reji, kjer so opazili, da dodatki hmelja kažejo podobne učinke kot dodatki antibiotikov (Cornelison in sod., 2006). Nadaljnje študije pri ljudeh so dokazale antibakterijsko delovanje hmelja na številne bakterije tudi v humani medicini (Natarajan in sod., 2007; Ohsugi in sod., 2007).

Za hmeljeve beta-kisline je bilo pokazano, da učinkujejo kot repelent na nekatere vrste rastlinskih uši in pršic, hkrati pa pri nekaterih taksonih pršic zmanjšajo ovipozicijo in imajo negativen vpliv na preživetje odraslih osebkov (Jones in sod., 1996). Prednost uporabe hmeljevih beta-kislin je v tem, da niso toksične in da so na voljo kot stranski produkt hmeljarske industrije (DeGrandi – Hoffman in sod., 2012). DeGrandi-Hoffman in sod. so v svoji raziskavi pokazali, da se ekstrakti beta-kislin lahko uspešno uporabljajo pri zatiranju varoje pri čebelah.

S stališča uporabe hmelja v pivovarske namene so najpomembnejši sekundarni metaboliti eterična olja in alfa-kisline. To je glavni vzrok, da so vsi žlahtniteljski programi naravnani na vzgojo novih sort s primerno količino in sestavo omenjenih metabolitov. Za Slovenijo je hmelj pomembna kmetijska panoga, zato imamo na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije (IHPS) zelo dobro razvit žlahtniteljski program vzgoje novih sort hmelja. Kemijska karakterizacija novih kandidatnih križancev je bila v preteklosti usmerjena predvsem v analitiko določanja skupnih alfa-kislin z različnimi metodami in manj v podrobno analitiko slednjih. To je predvsem posledica dejstva, da so glavni cilji programa vzgoje novih sort prilagojeni potrebam in zahtevam pivovarske industrije. Sama sestava alfa-kislin je sicer pomemben parameter, vendar še vedno podrejen celokupni vsebnosti. Beta-kisline so bile v preteklosti zelo malo ali skoraj nič raziskane in zaradi tega nimamo željenih podatkov. V kolikor so se v procesu žlahtnjenja pojavili križanci, ki so imeli višje vsebnosti beta-kislin, to dejstvo ni predstavljalo posebne teže, v kolikor niso vsebovali tudi primerne količine alfa-kislin in

eteričnega olja zelene sestave ter ostalih zelenih lastnosti kot so habitus rastline, pridelek in odpornost na bolezni. Posledica povedanega je, da imamo na IHPS v genski banki hmelja velik nabor uveljavljenih sort hmelja slovenskega in tujega porekla, kakor tudi novih križancev. Med njimi obstajajo tudi takšni genotipi, ki so po kriterijih pivovarske industrije manj zanimivi, vendar vsebujejo visoke količine beta-kislin, ki se lahko gibljejo od 1 do 10 % v suhi snovi in bi lahko bili pomemben naravni vir beta-kislin. V kolikor bi bili na osnovi sestave prepoznani kot primerni, bi lahko v bodoče predstavljali alternativo uporabi hmelja izključno za pivovarsko industrijo. Zaradi tega smo v pričujočem delu določili vsebnost in sestavo alfa- in beta-kislin v hmeljnih storžkih izbranega rastlinskega materiala, s ciljem pripraviti nabor ustreznih genotipov, ki bodo primerni za gojenje za namen pridobivanja beta-kislin.

V hmeljarstvu in pivovarstvu je pomemben kazalec kvalitete določenega hmeljnega genotipa primerna vsebnost in sestava eteričnega olja, ki je pogojena z zeleno končno aromo piva (Čerenak in sod., 2011). Vendar pa so eterična olja sestavljena iz preko 400 različnih spojin, ki so glede na genotip v olju prisotne v različnih količinah in razmerjih. Za nekatere izmed teh spojin obstajajo tudi podatki v literaturi, ki kažejo na njihovo privabilno ali odvračalno vlogo v primeru žuželk (Jones in sod., 1996) in bi lahko vplivale tudi na vedenjske vzorce čebel in varoj, v kolikor bi bile prisotne v ekstraktih in pripravkih. V primeru izbranih genotipov hmelja, je bila zato poleg analize alfa- in beta-kislin cilj tudi določitev vsebnosti eteričnih olj.

## **2 MATERIAL IN METODE**

### **2.1 Vzorci hmelja**

V času tehnološke zrelosti konec avgusta oz. v začetku septembra smo v kolekcijskem nasadu IHPS zbrali 31 vzorcev hmelja različnih genotipov. Križanci so bili izbrani na podlagi podatkov, zbranih v preteklih letih ali na osnovi pedigreeja. Iz vsake posamezne rastline smo nabrali povprečni vzorec, kar pomeni enak delež storžkov rastočih na zgornji, srednji in spodnji tretjini rastline. Vse vzorce storžkov smo posušili na 60 °C do vsebnosti vlage okoli 10 %, kar je normalna vlaga zračno suhega hmelja. Takoj po sušenju so bili vzorci v laboratoriju analizirani na vsebnost preostale vlage, alfa- in beta-kislin in vsebnost eteričnega olja.

### **2.2 Določanje vlage v vzorcih**

Vsebnost vlage smo določali v laboratoriju IHPS po metodi Analytica-EBC, 7.2. (EBC, 1997). Vsebnost vlage smo določali samo zaradi možnosti kasnejšega preračuna vsebnosti ostalih analitov na suho snov. Zaradi tega podatki o vsebnosti

vlage kasneje v tem prispevku niso predstavljeni. 2-3 g vzorca hmelja smo zatehtali v aluminijasto posodo in jo dali v sušilnik, ogret na 103-104 °C za 1h. Zaprte posode smo ohladili na sobno temperaturo v eksikatorju in jih stehali. Iz razlike mas smo izračunali vsebnost vlage, ki smo jo upoštevali pri vseh ostalih parametrih pri izračunih vsebnosti na suho snov. Vse določitve so bile narejene v dveh ponovitvah.

### 2.3 Določanje vsebnosti alfa- in beta-kislin

Vsebnost alfa-in beta-kislin smo določali v laboratoriju IHPS po metodi Analytica-EBC, 7.7 (EBC, 1998). Hmelj smo zmleli v mlinu do granulacije velikosti pod 2 mm. 5 g zmlatega vzorca smo prenesli v bučko, kamor smo dodali 10 ml metanola, 50 ml dietiletra in 20 ml raztopine HCl (0,1 ml/l). Vsi reagenti so bili nabavljeni pri Sigma-Aldrich. Po stresanju 45 min smo odpipetirali 5 ml etrne faze in jo dodali v 50 ml bučko, ki smo jo dopolnili do oznake z metanolom. Približno 2 ml raztopine smo prefiltrirali skozi membranski PET filter 0,20 µm (Chromafil®, Machery Nagel) in jo 2 µl injicirali v HPLC sistem Agilent Technologies 1200 series (Agilent Technologies, ZDA), opremljenim z DAD detektorjem in kolono Nucleodur 5-100 C18, 125x4 mm (Machery Nagel, Nemčija). Detekcija alfa- in beta-kislin je potekala pri valovni dolžini 340 nm. Kvantifikacija alfa- in beta-kislin je bila izvedena z eksternim standardom ICE 3 (Labor Veritas, Švica). Vse meritve so bile izvedene v dveh ponovitvah.

### 2.4 Določanje vsebnosti eteričnega olja

Vsebnost eteričnega olja smo določali v laboratoriju IHPS po metodi Analytica-EBC, 7.10 (EBC, 2005) z destilacijo z vodno paro. 50 g zmlatega hmelja smo prenesli v 2 l bučko in dodali 1l deionizirane vode. Po 3 h destilacije smo izmerili volumen eteričnega olja.

## 3 REZULTATI Z RAZPRAVO

Iz preglednice 1 je razvidno, da so vsebnosti beta-kislin med 1,55 in 11,14 %. V 9 primerih so te vsebnosti višje od 5 %. Še posebej izstopata genotipa 108/157 (Dana x 21426) in 70/61 (Aurora x 63012), ki vsebujeta kar 11,14 oziroma 8,43 % beta-kislin. Pri prvem smo vsebnost 7,56 % določili že pred leti medtem ko je drugi dosegel vrednost kar 10,57 in 9,78 v dveh zaporednih letih; s to raziskavo smo njuno vlogo dodatno potrdili. Za oba je značilno, da imata nizko razmerje alfa/beta-kislin, še posebej to velja za slednjega, kjer je to razmerje komaj 0,49 (0,50 v preteklih letih), kar pomeni, da je njegova vrednost predvsem v količini beta-kislin. Pri križancu 70/61 je tudi količina eteričnega olja samo 0,86 ml/100g (0,88 ml/100 g v preteklem letu) in vsebnost alfa-kislin samo 4,16 % (5,25 in 5,01 % v preteklih letih). Ima pa ta križanec presenetljivo visoko vsebnost ksantohumola (0,51 %),

leta 2010 je dosegel tudi 0,60 %. Glede na izmerjene parametre ta genotip verjetno ni pivovarsko perspektiven. Pri genotipu 108/157 je zanimivo, da ima poleg visoke vsebnosti beta-kislin tudi visoko vsebnost alfa-kislin (15,01 %; v preteklih letih od 11,24 – 13,60 %) in eteričnega olja (1,94 ml/100g; v preteklih letih od 2,31 – 2,79 ml/100g). S temi karakteristikami bi lahko bil zanimiv tudi za pivovarsko industrijo.

Vsebnost beta-kislin med 6 in 7 % imajo trije genotipi, in sicer 71/224 (Mercur x SH2), 50/84 (279/104 x 01J 9/5) in 173/4 (25/266 x 305/28). Med njimi je zanimiv predvsem 173/4, ki ima poleg visoke vsebnosti beta-kislin tudi relativno visoko vsebnost alfa-kislin (13,15 %; v preteklih letih od 11,70 – 16,10) in predvsem eteričnega olja (2,52 ml/100g; v preteklih letih celo od 3,55 – 4,05 ml/100g), medtem ko je za genotip 71/224 značilno, da ima primerljivo vsebnost alfa-kislin (8,01%; v preteklih letih ta niha od 5,90 – 13,49 %) in nizko vsebnost eteričnega olja (0,85 ml/100g; v preteklih letih 1,06 ml/100g).

Med genotipi so tudi posamezni, ki imajo zelo nizko vsebnost eteričnega olja in imajo z vidika pomembnosti k prispevku hmeljne arome v pivovarski uporabi nizko verjetnost uporabe. Takšni genotipi so 206/166 (0,21 ml/100g; 35/182 x 24/265), 276/64 (0,61 ml/100g; Styrian Eagle x 25/234), 288/169 (0,45 ml/100g; 66/2 x 284/113), 226/66 (0,33 ml/100g in v letu 2011 0,82 ml/100g; Savinjski golding x 272/93), 222/165 (0,56 ml/100g; Nugget x 55/252) in 226/121 (0,41 ml/100g oz. ml/100g v 2011; Savinjski golding x 272/93) (preglednica 1). Za genotipa 206/166 in 226/59 je zelo zanimivo, da sta imela tudi zelo nizke vsebnosti alfa-kislin (1,69 in 0,51 %). Tudi vsebnosti ksantohumola pri njiju so bile komaj 0,23 in 0,12 %.

Genotipi, kjer je bilo razmerje alfa/beta-kislina najnižje (226/59, 226/66, 226/121), torej v prid beta-kislinam, žal niso perspektivni za gojenje z namenom pridelave beta-kislin, ker je pri njih tudi absolutna vsebnost beta-kislin razmeroma nizka. Navedeni križanci spadajo v isto družino križanja, in sicer so vsi potomci Savinjskega goldinga in moške rastline 272/93. Savinjski golding je poznan po fini aromi in nizkem deležu tako alfa- kot beta-kislin, omenjeno lastnost je sorta v tem primeru križanja zelo dobro prenesla na potomce.

**Preglednica 1:** Vsebnost eteričnega olja (ml/100 g), alfa- in beta-kislin (%). Vse vrednosti so izražene na suho snov.

genotip	eterično olje [mL/100 g]	kohumulon [%]	n+ad humulon [%]	kollupulon [%]	n+ad lupulon [%]	alfa-kislina [%]	beta-kislina [%]	co-alfa v alfa [%]	co-beta v beta [%]	alfa/beta
226/46	0,91	0,29	3,76	1,34	0,98	4,05	2,32	7,20	57,64	1,74
181/180	2,21	1,54	6,41	2,38	2,57	7,95	4,95	19,35	48,13	3,89
249/20	2,35	5,75	7,64	2,54	1,15	13,39	3,69	42,92	68,88	7,29
206/166	0,21	0,15	1,54	2,11	2,76	1,69	4,86	8,80	43,33	0,35
276/64	0,61	1,77	8,51	1,62	1,98	10,28	3,60	17,19	45,04	7,02
249/85	0,99	1,75	8,45	1,56	1,79	10,20	3,35	17,14	46,51	7,50
276/84	1,35	2,18	10,39	1,41	2,12	12,57	3,54	17,37	39,92	8,73
236/204	1,11	2,00	9,44	1,24	1,90	11,44	3,14	17,46	39,46	8,94
185/216	1,35	0,88	6,40	1,98	2,46	7,28	4,44	12,11	44,65	4,18
181/212	1,66	1,74	8,29	2,07	2,91	10,03	4,98	17,32	41,52	4,95
288/169	0,45	1,66	7,39	2,59	0,92	9,05	3,50	18,3	73,88	2,58
209/181	0,94	1,25	3,70	0,90	0,65	4,95	1,55	25,29	58,11	3,19
226/59	0,62	0,56	1,51	1,23	1,43	2,07	2,65	26,97	46,23	0,78
226/66	0,33	0,12	0,30	1,35	1,18	0,41	2,53	28,28	53,40	0,16
71/224	0,85	2,80	5,21	4,02	2,48	8,01	6,50	34,93	61,86	1,23
222/165	0,56	1,07	4,03	0,94	1,30	5,10	2,24	20,99	41,98	2,28
177/14	2,10	1,94	8,67	1,79	2,25	10,61	4,04	18,3	44,32	2,62
74/142	0,44	1,39	4,05	3,05	3,75	5,44	6,80	25,48	44,81	0,80
236/149	1,07	2,06	6,91	2,07	2,44	8,97	4,51	22,95	45,85	1,99

**Preglednica 1 - nadaljevanje:** Vsebnost eteričnega olja (ml/100 g), alfa- in beta-kislin (%). Vse vrednosti so izražene na suho snov

genotip	eterično olje [ml/100 g]	kohumulon [%]	n+ad humulon [%]	kolupulon [%]	n+ad lupulon [%]	alfa-kislina [%]	beta-kislina [%]	co-alfa v alfa [%]	co-beta v beta [%]	alfa/beta
70/61	0,86	1,53	2,63	5,48	2,95	4,16	8,43	36,72	65,05	0,49
50/84	1,48	2,92	10,68	3,36	3,57	13,59	6,93	21,45	48,43	1,96
226/121	0,41	0,13	0,38	1,51	1,76	0,51	3,26	24,61	46,2	0,16
177/175	1,90	1,92	8,15	1,76	2,40	10,07	4,15	19,10	42,34	2,42
286/110	1,18	2,36	6,18	1,90	1,67	8,53	3,57	27,64	53,24	2,39
90/220	1,84	2,70	6,85	2,54	2,29	9,55	4,83	28,31	52,52	1,98
276/10	2,00	2,34	8,41	2,67	2,66	10,75	5,33	21,78	50,09	2,02
108/157	1,94	3,24	11,77	4,54	6,60	15,01	11,14	21,56	40,77	1,35
270/127	1,12	1,92	4,91	2,93	2,99	6,82	5,92	28,09	49,42	1,15
276/69	2,51	2,45	12,77	1,40	2,19	15,22	3,59	16,12	38,93	4,25
173/4	2,52	3,18	9,97	3,52	2,50	13,15	6,02	24,17	58,52	2,18
167/107	2,15	2,65	11,92	2,58	2,85	14,57	5,43	18,20	47,47	2,69



#### 4 ZAKLJUČEK

Z vidika pridelave hmelja z namenom pridobivanja beta-kislin in s tem diverzifikacije uporabe hmelja tudi v druge panoge kot je pivovarska, je smiselno poiskati primerne genotipe, ki bi bili najustrežnejši. V opisani raziskavi smo ugotovili, da je v kolekciji IHPS kar nekaj potencialnih kandidatov, ki bi lahko bili primerni, kot so 108/57, 74/142, 236/149. Vsekakor pa je analiza pokazala veliko heterogenost izbranih križancev hmelja, saj so njihove vrednosti določenih parametrov v velikem razponu med minimalno in maksimalno določeno vsebnostjo.

Iz takšnih križancev hmelja bi lahko pridelali ekstrakt obogaten z beta-kislinami, ki bi v nadaljevanju lahko služil za izdelavo pripravkov za zatiranje varoje pri čebelah, saj bi kot tak predstavljal ekološko varianto, brez škodljivih posledic. Preliminarni rezultati poskusov (DeGrandi-Hoffman in sod., 2012) kažejo na potencial, ki ga podpira tudi interes čebelarjev.

Navedene križance bomo v naslednjih letih opazovali tudi glede na njihove ostale pridelovalne lastnosti, kot so količina pridelka in odpornost na najpomembnejše bolezni, ki so nedvomno povezane s končno količino beta-kislin, pridelano na enoto pridelave. V kolikor bi čebelarji pokazali interes po pridelanih količinah beta-kislin, bi IHPS pričel s postopki registracije nove sorte za pridelavo beta-kislin kot pomembnega naravnega vira z repelentnim učinkom na varojo. Verjamemo, da bi se z nadaljnjimi preverjanji pokazala uporabna vrednost beta-kislin tudi pri ostalih panogah živinoreje, še lasti v ekološki pridelavi mesa.

**Zahvala.** Delo je bilo narejeno v okviru ciljnega raziskovalnega projekta V4-1605 Uporaba hmeljnih pripravkov za ekološko zatiranje varoje (*Varroa destructor*) in strokovne naloge Žlahtnjenje hmelja. Financerjema MKGP in ARRS se za sodelovanje najlepše zahvaljujemo.

#### 5 VIRI IN LITERATURA

- Brorsen W., Lehenbauer T., Ji D., Connor J., Economic Impacts of Banning Subtherapeutic Use of Antibiotics in Swine Production. *Journal of Agricultural and Applied Economics*. 2002; 34, 489-500.
- Cornelison J.M., Watkins, S.E., Waldgroup, P.W. Evaluation of Hops (*Humulus lupulus*) as an Antimicrobial in Broiler Diets. *International Journal of Poultry Science*. 2006; 5(2): 134-136.
- Čerenak A., Pavlovič M., Oset Luskar M., Košir I. J.. Characterisation of Slovenian hop (*Humulus lupulus* L.) varieties by analysis of essential oil = Karakterizacija slovenskih sort hmelja (*Humulus lupulus* L.) z analizo eteričnega olja. *Hmeljarski bilten*. 2011; 18: 27-32.

- DeGrandi-Hoffman G., Ahumada F., Probasco G., Schantz L. The effects of beta-acids from hops (*Humulus lupulus*) on mortality of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), *Experimental and Applied Acarology*. 2012; 58: 407-421.
- European Brewery Convention. Analytica-EBC, section 7 – Hops, Method 7.2 Moisture content of Hops and Hop Products, Fachverlag Hans Carl, Nürnberg, Germany, 1997.
- European Brewery Convention. Analytica-EBC, section 7 – Hops, Method 7.10 Hop Oil Content of Hops and Hop Products, Fachverlag Hans Carl, Nürnberg, Germany, 2002.
- European Brewery Convention. Analytica-EBC, section 7 – Hops, Method 7.7  $\alpha$ - and  $\beta$ -Acids in Hops and Hop Products by HPLC, Fachverlag Hans Carl, Nürnberg, Germany, 2012.
- European Medicines Agenc. European public MRL assessment report (EPMAR), EMA/CVMP/245941/2015-Corr, Bruselj, Belgija, 2017.
- IHGC, 2018  
<http://www.hmelj-giz.si/ihgc/doc/2018%20NOV%20IHGC%20EC%20Report.pdf>
- Jones G., Campbell C.A.M., Pye B.J., Maniar S.P., Mudd A. Repellent and Oviposition-Detering Effects of Hop Beta-Acids on the Two-Spotted Spider Mite *Tetranychus urticae*. *Pest Management Science*. 1996; 47:165-169.
- KGZS, 2018, <http://www.kgzs.si/gv/kmetijstvo/zivinoreja/cebelarstvo.aspx>
- Lavrenčič A., Levart A., Košir, I. J., Čerenak, A. 2014. In vitro gas production kinetics and short-chain fatty acid production from rumen incubation of diets supplemented with hop cones (*Humulus lupulus* L.). *Animal : an international journal of animal bioscience*. 2014; 9(4), 1751-7311.
- Natarajan S., Katta I., Andrei V., Babu Rao Ambati M., Leonida G. Positive antibacterial co-action between hop (*Humulus lupulus*) constituents and selected antibiotics. *Phytomedicine*. 2007; 15: 194-201.
- Ocvirk M., Grdadolnik J., Košir I.J. Determination of the botanical origin of hops (*Humulus lupulus* L.) using different analytical techniques in combination with statistical methods. *Journal of the Institute of Brewing*, 2016; 24: 53-61.
- Ocvirk M., Ogrinc N., Košir I.J. Determination of the geographical and botanical origin of hops (*Humulus lupulus* L.) using stable isotopes of C, N, and S. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2018; 66(8): 2021-2026.